



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE, VALUE STREAM MAPPING Y LOOKAHEAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LOSAS ALIGERADAS EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CARLOS GONZALES II, SAN MIGUEL, LIMA, 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Jesus Anthony Orencio Santos

Asesor:

Dr. Jorge Luis Canta Honores

Lima - Perú

2021

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Jorge Luis Canta Honores, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA CIVIL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis del estudiante:

- Jesús Anthony Orencio Santos

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE, VALUE STREAM MAPPING Y LOOKAHEAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LOSAS ALIGERADAS EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CARLOS GONZALES II, SAN MIGUEL, LIMA, 2019” para aspirar al título profesional de: **INGENIERO CIVIL** por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.


Jorge Luis Canta Honores
DNI 10743048

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis del estudiante: Jesús Anthony Orencio Santos para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE, VALUE STREAM MAPPING Y LOOKAHEAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LOSAS ALIGERADAS EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CARLOS GONZALES II, SAN MIGUEL, LIMA, 2019”

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Mg. Julio Christian Quesada Llanto
Jurado
Presidente

Mg. Alejandro Vildoso Flores
Jurado

Mg. Christian Araujo Choque
Jurado

DEDICATORIA

Al Señor Todo Poderoso por haberme guiado durante todo este tiempo por el buen camino. A mis padres Gabino Orencio Fuentes y Carmen Santos Rojas, hermanos, mi novia y mi familia que contribuyeron con su apoyo para cada momento en esta etapa académica.

AGRADECIMIENTO

A DIOS por protegerme en este largo camino de la vida universitaria. A mis Padres por siempre estar presentes en cada etapa de mi vida académica, y finalmente, agradezco a mi asesor de tesis, Jorge Luis Canta Honores por su permanencia constante y guíame para desarrollar este proyecto de investigación.

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
RESUMEN	12
ABSTRACT	14
CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	16
CAPITULO II. METODOLOGIA	71
CAPITULO III. RESULTADOS	132
CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS	163
RECOMENDACIONES	166
REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	167
ANEXOS	170

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Producción por lotes analizados</i>	33
Tabla 2 <i>Datos medios recogidos en el VSM del proceso Instalación de un forjado - Gruiste</i>	35
Tabla 3 <i>Datos medios recogidos en el VSM del proceso Instalación de un forjado</i>	36
Tabla 4 <i>Partidas analizadas</i>	40
Tabla 5 <i>Tablero Kanban</i>	41
Tabla 6 <i>Problemas identificados</i>	42
Tabla 7 <i>Modelo de registro</i>	44
Tabla 8 <i>Desperdicios en la producción</i>	55
Tabla 9 <i>Diferencia entre el modelo tradicional y modelo Lean</i>	56
Tabla 10 <i>Distribución de la Ocupación del Tiempo en Obras</i>	57
Tabla 11 <i>Variable de estudio en propuesta de hipótesis</i>	72
Tabla 12 <i>Operacionalización de variables de la investigación</i>	73
Tabla 13 <i>Modelo de Carta Balance</i>	85
Tabla 14 <i>Actividades consideradas en la medición de la productividad</i>	86
Tabla 15 <i>Productividad en la habilitación de acero</i>	89
Tabla 16 <i>Niveles de productividad global antes del VSM</i>	90
Tabla 17 <i>Niveles de productividad global después del VSM</i>	90
Tabla 18 <i>Cuadrilla de personal en partidas</i>	92
Tabla 19 <i>Rendimiento en el encofrado (1er análisis)</i>	96
Tabla 20 <i>Rendimiento en la colocación de ladrillos (1er análisis)</i>	97
Tabla 21 <i>Rendimiento en la habilitación de acero (1er análisis)</i>	98
Tabla 22 <i>Rendimiento en la partida de concreto premezclado (1er análisis)</i>	99
Tabla 23 <i>Resumen de trabajos no contributivos</i>	111
Tabla 24 <i>Cálculo de rendimiento en el encofrado – Post VSM</i>	116
Tabla 25 <i>Cálculo de rendimiento en el ladrillo – Post VSM</i>	117
Tabla 26 <i>Cálculo de rendimiento en el acero – Post VSM</i>	118
Tabla 27 <i>Cálculo de rendimiento en el concreto – Post VSM</i>	119
Tabla 28 <i>Rendimientos obtenidos en el desarrollo de la investigación</i>	120
Tabla 29 <i>Programación Teórica Lookahead</i>	126
Tabla 30 <i>Programación realizada en campo</i>	127
Tabla 31 <i>Plazos y ratios alcanzados</i>	127
Tabla 32 <i>Flujo económico antes de aplicar el VSM</i>	128
Tabla 33 <i>Flujo económico después de aplicar el VSM</i>	129
Tabla 34 <i>Resultados de rendimientos</i>	132
Tabla 35 <i>Reporte productivo en el encofrado</i>	133
Tabla 36 <i>Reporte de trabajos contributivos en el encofrado</i>	134
Tabla 37 <i>Reporte de Trabajos no contributivos en el encofrado</i>	135
Tabla 38 <i>Reporte de trabajos productivos en la colocación de ladrillos</i>	136
Tabla 39 <i>Reporte de trabajos contributivos en la colocación de ladrillos</i>	137
Tabla 40 <i>Reportes de trabajos no contributivos en la colocación de ladrillos</i>	138
Tabla 41 <i>Reporte de trabajos productivos en la habilitación de acero</i>	139

Tabla 42	<i>Reporte de trabajos contributorios en la habilitación de acero</i>	140
Tabla 43	<i>Reporte de trabajos no contributorios en la habilitación de acero</i>	141
Tabla 44	<i>Reporte de trabajos productivos en el vaciado de concreto</i>	142
Tabla 45	<i>Reporte de trabajos contributorios en el vaciado de concreto</i>	143
Tabla 46	<i>Reporte de trabajos no contributorios en el vaciado de concreto</i>	144
Tabla 47	<i>Resultado de plazos</i>	145
Tabla 48	<i>Programación Lookahead esperada</i>	146
Tabla 49	<i>Programación lookahead ejecutada</i>	147
Tabla 50	<i>Resultados de costos</i>	148
Tabla 51	<i>Estadístico de normalidad, hipótesis general</i>	150
Tabla 52	<i>T de student para muestras relacionadas</i>	151
Tabla 53	<i>Estadístico medio</i>	151
Tabla 54	<i>Estadístico de normalidad</i>	152
Tabla 55	<i>Estadístico de contraste acero</i>	153
Tabla 56	<i>Estadísticos en el acero</i>	153
Tabla 57	<i>Estadístico de contraste ladrillo</i>	153
Tabla 58	<i>Estadísticos en el ladrillo</i>	154
Tabla 59	<i>Estadístico de contraste encofrado</i>	154
Tabla 60	<i>Estadísticos en el encofrado</i>	154
Tabla 61	<i>Estadístico de contraste concreto</i>	155
Tabla 62	<i>Estadísticos en el concreto</i>	155
Tabla 63	<i>Estadístico de normalidad H2</i>	156
Tabla 64	<i>Estadístico de contraste acero</i>	157
Tabla 65	<i>Estadístico de contraste ladrillo</i>	157
Tabla 66	<i>Estadístico de contraste encofrado</i>	157
Tabla 67	<i>Estadístico de contraste concreto</i>	158
Tabla 68	<i>Estadístico de normalidad H3</i>	159
Tabla 69	<i>Estadístico de contraste acero</i>	160
Tabla 70	<i>Estadísticos en el acero</i>	160
Tabla 71	<i>Estadístico de contraste ladrillo</i>	160
Tabla 72	<i>Estadísticos en el ladrillo</i>	161
Tabla 73	<i>Estadístico de contraste encofrado</i>	161
Tabla 74	<i>Estadísticos en el encofrado</i>	161
Tabla 75	<i>Estadístico de contraste acero</i>	162
Tabla 76	<i>Estadísticos en el concreto</i>	162

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Actividades que generan baja productividad</i>	16
Figura 2 <i>Factores que afectan la mala planificación</i>	18
Figura 3 <i>Factores que afectan el rendimiento</i>	19
Figura 4 <i>Importancia de saber sobre la productividad</i>	25
Figura 5 <i>Metodología empleada</i>	26
Figura 6 <i>Procesos medidos</i>	26
Figura 7 <i>Participación por tipo de actividades</i>	27
Figura 8 <i>Participación de actividades no contributorias</i>	27
Figura 9 <i>Distribución de zonas en el proceso constructivo</i>	28
Figura 10 <i>Ecuación del modelo para variación de los factores</i>	28
Figura 11 <i>Distribución del trabajo</i>	30
Figura 12 <i>Resultados de producción diarias</i>	30
Figura 13 <i>Análisis de trabajo no contributorios</i>	30
Figura 14 <i>Principales causas de las pérdidas en la construcción</i>	31
Figura 15 <i>Distribución del vaciado de concreto en losas, piso típico</i>	32
Figura 16 <i>Cambios en los valores medios de la productividad del equipo de vaciado</i>	33
Figura 17 <i>Departamentos de trabajo analizados</i>	37
Figura 18 <i>Resultados de encuestas acerca la aceptabilidad de la aplicación del Lean</i>	38
Figura 19 <i>Curva 5S del proyecto</i>	40
Figura 20 <i>PPC semanal y acumulado</i>	41
Figura 21 <i>Causas de incumplimiento</i>	42
Figura 22 <i>VSM estado futuro</i>	43
Figura 23 <i>Cartilla de evaluación de restricciones</i>	45
Figura 24 <i>Modelo de gestión</i>	47
Figura 25 <i>Gestión de la producción</i>	47
Figura 26 <i>Herramientas Lean</i>	48
Figura 27 <i>Rentabilidad neta</i>	48
Figura 28 <i>Indicadores de productividad</i>	48
Figura 29 <i>Flujograma General de los procesos del Value Stream Mapping</i>	50
Figura 30 <i>Esquema de metodología</i>	50
Figura 31 <i>Casa de lean Manufacturing</i>	51
Figura 32 <i>Principales Pilares de la Productividad</i>	53
Figura 33 <i>Factores de afectan la Productividad en Obra</i>	54
Figura 34 <i>Factores de mejoran la Productividad en Obra</i>	54
Figura 35 <i>Ejemplo Carta Balance</i>	58
Figura 36 <i>Modelo Value stream mapping</i>	63
Figura 37 <i>Proceso Lookahead</i>	64
Figura 38 <i>Indicadores de Productividad</i>	66
Figura 39 <i>Partes de un enfoque cuantitativo</i>	74
Figura 40 <i>Flujo de aplicación de una investigación cuasi experimental</i>	75
Figura 41 <i>Sectorización del proyecto</i>	76

Figura 42 Planos estructurales de losa aligerada.....	76
Figura 43 Área de estudio.....	77
Figura 44 Herramientas empleadas en la investigación	78
Figura 45 Cronograma de actividades realizadas en la investigación	80
Figura 46 Ubicación del Proyecto.....	81
Figura 47 Panel fotográfico de la edificación	81
Figura 48 Inspección de los avances ejecutados	82
Figura 49 Colocación de encofrado.....	82
Figura 50 Colocación de ladrillos	83
Figura 51 Colocación de acero	83
Figura 52 Vaciado de concreto.....	84
Figura 53 Formato Carta Balance	87
Figura 54 Formato para recopilar información de tiempos	87
Figura 55 Trabajos productivos en colocación de acero	88
Figura 56 Trabajos no productivos	88
Figura 57 Diagrama de barras de producción obrera en el acero	89
Figura 58 Sectorización total del proyecto.....	91
Figura 59 Sectorización para el estudio	92
Figura 60 Armado de la losa aligerada en estudio	93
Figura 61 Autor de la investigación realizando recopilación de datos.....	94
Figura 62 Encofrado en losa aligerada.....	94
Figura 63 Ladrillos en Losa aligerada.....	95
Figura 64 Acero en Losa Aligerada.....	95
Figura 65 Vaciado de concreto en Losa Aligerada.....	96
Figura 66 Value Stream Mapping (Estado actual).....	101
Figura 67 Porcentaje de trabajo efectivo por partida.....	102
Figura 68 Desempeño de las actividades productivas en el encofrado.....	103
Figura 69 Desempeño de las actividades contributorias en el encofrado.....	104
Figura 70 Desempeño de las actividades no contributorias en el encofrado.....	104
Figura 71 Desempeño de las actividades productivas en la colocación de ladrillos.....	105
Figura 72 Desempeño de las actividades no productivas en la colocación de ladrillos.....	106
Figura 73 Desempeño de las actividades no contributorias en la colocación de ladrillos....	106
Figura 74 Desempeño de las actividades de acero	107
Figura 75 Desempeño de las actividades contributorias en la habilitación de acero	108
Figura 76 Desempeño de las actividades no contributorias en la habilitación de acero	108
Figura 77 Desempeño de las actividades productivas en el concreto.....	109
Figura 78 Desempeño de las actividades contributorias en el concreto.....	110
Figura 79 Desempeño de las actividades no contributorias en el concreto.....	110
Figura 80 Value Stream Mapping (Estado futuro).....	115
Figura 81 Flujo de actividades en el acero	122
Figura 82 Flujo mejorado de actividades en el acero	123
Figura 83 Flujo de actividades en la colocación de ladrillos	124
Figura 84 Flujo mejorado de actividades en la colocación de ladrillos.....	125

Figura 85 <i>Modelamiento en el encofrado</i>	129
Figura 86 <i>Modelamiento en la colocación de ladrillos</i>	130
Figura 87 <i>Modelamiento en la colocación de ladrillos</i>	130
Figura 88 <i>Modelamiento en la colocación de ladrillos</i>	131
Figura 89 <i>Rendimientos desarrollados en la investigación</i>	132
Figura 90 <i>Trabajos productivos en el encofrado</i>	133
Figura 91 <i>Trabajos contributorios en el encofrado</i>	134
Figura 92 <i>Trabajos no contributorios en el encofrado</i>	135
Figura 93 <i>Trabajos productivos en el encofrado</i>	136
Figura 94 <i>Trabajos contributorios en la colocación de ladrillos</i>	137
Figura 95 <i>Trabajos no contributorios en la colocación de ladrillos</i>	138
Figura 96 <i>Trabajos productivos en la habilitación de acero</i>	139
Figura 97 <i>Trabajos contributorios en la habilitación de acero</i>	140
Figura 98 <i>Trabajos no contributorios en la habilitación de acero</i>	141
Figura 99 <i>Trabajos productivos en el vaciado de concreto</i>	142
Figura 100 <i>Trabajos contributorios en el vaciado de concreto</i>	143
Figura 101 <i>Trabajos no contributorios en el vaciado de concreto</i>	144
Figura 102 <i>Plazos en la ejecución de losa aligerada</i>	145
Figura 103 <i>Costos en la ejecución de losas aligeradas</i>	148

RESUMEN

A mediados del año 2019, se investigó la productividad que desempeña la mano de obra en losas aligeradas en el proyecto “Edificio multifamiliar Carlos Gonzales II, ubicado en el distrito de San Miguel, provincia y departamento de Lima, delimitado como objetivo identificar la influencia de la aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead (herramientas Lean) en la productividad de la ejecución de losas aligeradas.

En el desarrollo de la variable 1, la aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y Lookahead en la ejecución de losas aligeradas, se utilizó un enfoque Cuantitativo, donde se realizan mediciones y procesos numéricos. Asimismo, la variable 2 productividad en las partidas de ejecución de losa aligerada, consideró el mismo enfoque, de manera secuencial y probatorio, el cual surge la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación.

La *hipótesis científica* formulada: La aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influirá positivamente en la productividad de las partidas de ejecución de losa aligerada.

La metodología desarrollada, inicia con un enfoque cuantitativo, respecto a ello, (Otero O, 2017) menciona que este proceso de investigación se concentra en las mediciones numéricas, el cual utiliza la observación del proceso en forma de recolección de datos y los analiza para llegar a responder sus preguntas de investigación realizando análisis estadísticos. Asimismo, la investigación es de alcance Explicativa, el cual para (Hernández S. , 2014) en la investigación explicativa buscan responder por las causas de los fenómenos físicos (variables independientes), responder por qué ocurre y en qué condiciones o por qué se relaciona con otras variables (causa-efecto).

El muestreo es intencional. Sobre ello (Mendoza V. & Ramírez F., 2020) mencionan que es una técnica de muestreo no probabilístico en la que los miembros de la muestra se eligen sólo sobre la base del conocimiento y el juicio del investigador. En tal sentido, se optó por analizar las partidas involucradas en la ejecución de losas aligeradas, el cual fue constituido por el encofrado, ladrillo, acero y concreto, y son estos a los que se les aplica las herramientas para determinar su comportamiento a base de los indicadores de productividad.

Los resultados del estudio, se realizaron a través del análisis inferencial de las hipótesis específicas mediante pruebas cuantitativas de análisis de regresión lineal, con lo cual se determinó la validez del modelo matemático, determinándose la influencia que la

aplicación de las herramientas Carta Balance, Value Stream Mapping y Lookahead en la productividad de la mano de obra, contestando de esta manera a los problemas y verificando el cumplimiento de los objetivos. Se llegó a la **conclusión** que de acuerdo al cuadro de normalidad de la columna sig. Shapiro-Wilk, donde todos los valores son mayores que 0.05, para la variable dependiente, en ese sentido la productividad en la ejecución de losa aligerada: rendimientos, plazos de ejecución y flujo económico siguen una distribución normal.

Palabras clave: Aspecto económico, Carta Balance, Lean Construction, Losa aligerada, Plazos, Productividad, Rendimientos, Trabajo productivo, Trabajos contributivo, Trabajo no contributivo, Value Stream Mapping, Lookahead

ABSTRACT

In mid-2019, the productivity of labor in lightened slabs was investigated in the project "Carlos Gonzales II multifamily building, located in the district of San Miguel, province and department of Lima, delimited as an objective to identify the influence of the application of the Balance Chart, Value Stream Mapping and LookAhead (Lean tools) in the productivity of the execution of lightweight slabs.

In the development of variable 1, the application of the Balance Chart, Value Stream Mapping and Lookahead in the execution of lightened slabs, a Quantitative approach was used, where measurements and numerical processes are carried out. Likewise, variable 2 productivity in the lightweight slab execution items, considered the same approach, in a sequential and probative manner, which raises the need to measure and estimate magnitudes of the phenomena or research problems.

The formulated scientific hypothesis: The application of the Balance Chart, Value Stream Mapping and LookAhead will positively influence the productivity of the lightweight slab execution batches.

The developed methodology begins with a quantitative approach, in this regard, (Otero O, 2017) mentions that this research process focuses on numerical measurements, which uses the observation of the process in the form of data collection and analyzes them to get to answer your research questions by performing statistical analysis. Likewise, the research is Explanatory in scope, which for (Hernández S., 2014) in explanatory research seeks to answer for the causes of physical phenomena (independent variables), answer why it occurs and under what conditions or why it is related with other variables (cause-effect).

The developed methodology begins with a quantitative approach, in this regard, (Otero O, 2017) mentions that this research process focuses on numerical measurements, which uses the observation of the process in the form of data collection and analyzes them to get to answer your research questions by performing statistical analysis. Likewise, the research is Explanatory in scope, which for (Hernández S., 2014) in explanatory research seeks to answer for the causes of physical phenomena (independent variables), answer why it occurs and under what conditions or why it is related to other variables (cause-effect).

The results of the study were carried out through the inferential analysis of the specific hypotheses through quantitative tests of linear regression analysis, with which the validity of

the mathematical model was determined, determining the influence that the application of the Carta Balance tools, Value Stream Mapping and Lookahead in workforce productivity, thus responding to problems and verifying compliance with objectives. It was concluded that according to the normality table in the column sig. Shapiro-Wilk, where all the values are greater than 0.05, for the dependent variable, in this sense the productivity in the execution of lightened slab: yields, execution times and economic flow follow a normal distribution.

Keywords: Economic aspect, Balance Chart, Lean Construction, Light slab, Deadlines, Productivity, Yields, Productive work, Contributory work, Non-contributory work, Value Stream Mapping, Lookahead

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

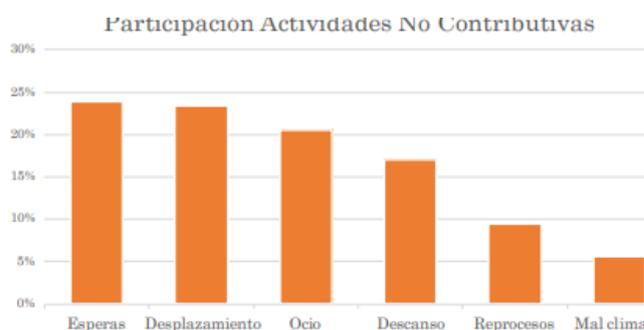
Realidad Problemática

De manera global, cada año se pierden cantidades significativas de dinero y recursos, tanto humanos como materiales, debido a procesos ineficientes en la industria de la construcción. En ese sentido, el problema es más crítico, debido a que la mayoría de las empresas de construcción no cuentan con sistemas de medición estandarizadas que garanticen que las medidas que se tomen, muestren rentabilidad en el proyecto. Por otro lado, los rangos de medición de productividad se establecen según la cantidad porcentual de las actividades contributorias y productivas. Una productividad normal oscila entre 61% a 80% y muy buena entre 81% a 90%. Por ejemplo, en la ciudad de Santiago de Chile en el departamento de Ingeniería Civil y Gestión de la Construcción de la Universidad Pontificia Católica de Chile realizó un estudio por 5 años en 370.000 m² construidos de proyectos de oficinas, hoteles, viviendas, obteniendo un reporte normal en productividad, de 47% de trabajos productivos, 28% trabajos contributorios y 25% de trabajos no contributorios según señalan en su artículo científico (Botero Botero & Álvarez Villa, 2017).

Por otro lado, los trabajos deficientes que generan baja productividad en la mano de obra son básicamente resultados de la comodidad que pueden sentir en un determinado lugar de trabajo. Asimismo, es así como (Gómez Cabrera & Morales Bocanegra, 2017) menciona en casi el 70% de las actividades no contributivas se dividen en tres aspectos: esperas, desplazamientos y ocio. Los dos primeros se pueden corregir desde una planeación administrativa más adecuada donde los puestos de trabajo y los recursos estén ubicados estratégicamente para evitar pérdidas de tiempo y de energía. El ocio debe ser corregido por los supervisores en obras e identificar los factores motivacionales para poder corregirlos.

Figura 1

Actividades que generan baja productividad



Fuente: Gómez Cabrera & Morales Bocanegra

La productividad ha concentrado en una amplia gama de asociaciones, concretamente en el último decenio, debido esencialmente a la gran potencia del mercado que requiere elevados niveles de productividad. En el negocio de la construcción en el Perú, los enfoques de productividad son escasos, siendo la razón fundamental, la ausencia de información sobre los enfoques para su uso.

El área de construcción es una de las actividades más significativas del entorno, ya que influye en el estilo de vida de las personas. Se ha aludido a la construcción como dinamizador de la economía cercana, siendo, durante la hora de ejecución de las obras, el período de estimación sin precedentes del empleo, y durante la utilización de las obras, efecto de la construcción, es posible cambiar la estructura en la que se hace la economía de una ciudad (Mendoza & Cornejo, 2018).

En cualquier caso, las perspectivas actuales de productividad en la construcción aclaran la utilidad de los mecanismos de optimización que se originan en una filosofía actual que intenta mostrar una mejora corporativa. En la parte de la construcción en el Perú, la mayor parte de las sociedades de construcción siguen trabajando en la línea de construcción convencional con un enfoque de construcción deficiente, lo que limita la capacidad del país para ser cada vez más competente. El bajo nivel de productividad se ve exacerbado por la problemática de la seguridad identificada con la ley de la zona. Estos marcadores dan una breve mirada al escaso avance que ha tenido el área de construcción en el Perú (Quispe, 2017).

“Lean Construction es un conjunto de conceptos que han sido exitosamente desarrollados en la producción manufacturera. La aplicación de los conceptos de Lean en el campo de la construcción permitirá no sólo la reducción de costos, sino también significará un reto a la imaginación para nuevos procedimientos y procesos de construcción”. (ESPECIALISTAS EN CRECIMIENTO PROFESIONAL, 2018).

De todo lo anterior surge el análisis actual, considerando que se busca la mejor ventaja sobre todo el proceso de construcción, buscando la ejecución más exacta tanto en el desarrollo como en el flujo y la etapa de valor significativo, esto a través del uso de los métodos de gestión que dependen de estándares de Lean Construction para la optimización de procesos constructivos de edificaciones con sistema constructivo de ductilidad limitada que potencie la planificación y la gestión del proyecto. Por lo que se plantea, Proponer mejoras de productividad en la ejecución de losas aligeradas aplicando la carta balance y Value Stream Mapping (lean construcción).

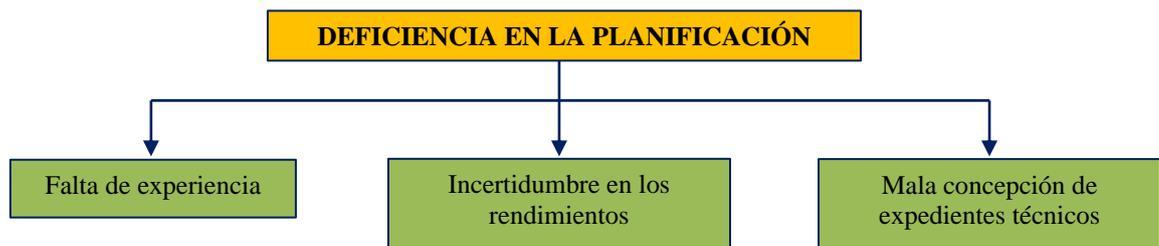
La planificación en los proyectos de inversión se desarrolla para generar rentabilidad en las operaciones, buscando el estado ideal “cero pérdidas”, sin embargo, existen factores primarios que inciden a retroceder los procesos y presentar pérdidas económicas considerables, encontrándose la siguiente problemática:

Deficiencias en la Planificación de Actividades

En los proyectos de construcción de viviendas usualmente los plazos establecidos en la planificación no se cumplen estrictamente, donde lo que prevalece es la mano de obra de los contratistas limitada y sus capacidades técnicas para concebir actividades carecen de conocimiento más sofisticados.

Figura 2

Factores que afectan la mala planificación



Fuente: Propia

En síntesis, para la presente investigación, se detalla las causas de la problemática:

No se desarrolla adecuadamente la planificación de actividades, es decir carece de un sistema de organización, claridad en conceptos, incertidumbre en el desempeño del recurso humano, deficiente experiencia para enfocar el proyecto en un proceso real. Asimismo, la mala concepción del expediente técnico, falta de documentos técnicos para concebir el producto. El costo y el cronograma del proyecto de construcción son difíciles de predecir con precisión debido a la complejidad de los procedimientos y la presencia de diversas variables inciertas a lo largo de un proyecto. Como resultado, la previsión y la visualización de los costos del proyecto y las medidas de desempeño del cronograma son complicadas incluso para expertos y profesionales de la construcción con experiencia, tal cual lo señala (Nguyen & Akhavian, 2019).

El éxito en la contratación y ejecución de obra radica en tres conceptos fundamentales: El rendimiento de las cuadrillas, costo del producto final y calidad de las actividades que se realizan

Se pronostica qué, si continúan las deficiencias, es decir si siguen desarrollando proyecto con capacidad técnica limitada, se generará retrasos en tiempo de las actividades, afectando el cronograma desarrollado inicialmente, generando penalidades según el sistema de contratación, ante los órganos rectores. Asimismo, generaría pérdida en valor de la entidad para futuros proyectos.

La alternativa de solución que plantea la presente investigación respecto a los retrasos para concebir actividades contributorias en la concepción de proyectos, es la aplicación de la herramienta Carta Balance, bajo el enfoque Lean Construction, la cual desarrolla un análisis en tiempo real de la productividad en obra, vinculadas al desempeño integrado del proyecto.

Deficiencia en la Mano de Obra

La deficiente mano de obra genera pérdidas de rendimientos en actividades críticas, la partida más involucrada es el vaciado de concreto por ser una partida de recursos considerables, en mano de obra y materiales, por consecuencia demanda un adecuado control en los proyectos. (Córdova & Alberto, 2018) señala que el mejoramiento de la productividad se refiere al incremento de la producción por hora trabajado o por tiempo gastado. Como base fundamental para el mejoramiento de la productividad se encuentra los recursos humanos, ya que este recurso es el capital más importante y valioso de toda la empresa. Esto da entender que se debe analizar las principales causas que conllevan al mal desempeño de la mano de obra. Asimismo, la deficiente mano de obra retrasa a las actividades, sea por carecer de capacitaciones o desempeño de estos, es decir no logran desarrollar su máximo rendimiento, lo cual se ve reflejado en los retrasos de obra o límites en tiempos de entrega.

Figura 3

Factores que afectan el rendimiento

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

Fuente: Estimator's general construction man-hour manual, John S. Page.
Adaptación de los Ingenieros Antonio Cano R y Gustavo Duque V

Se pronostica qué, si continúan el inadecuado desempeño de la mano de obra, es decir si siguen desarrollando actividades limitadamente, generando tiempos muertos o no optimizar los tiempos, generarán pérdidas económicas a la entidad, por consiguiente, disminuirá la utilidad y será un proyecto poco rentable según su desempeño tal como lo señala (Chacha Chacha, 2017).

La alternativa de solución que plantea la presente investigación respecto a la pérdida económica en actividades no contributivas, es la aplicación de la herramienta Carta Balance, bajo el enfoque Lean Construction, la cual desarrolla un plan de acción posterior al análisis de la productividad, que involucra a todos los participantes que buscan mejorar sus procesos.

Alta incidencia de actividades no contributivas

Las actividades no contributivas no generan valor al trabajo que se realiza, más solo es parte de un proceso clásico para pasar a otro que puede ser productivo o contributivo.

La calidad de la mano de obra juega un rol importante en la productividad, el personal calificado garantizará que no se genere tiempo no contributivo en gran proporción, como son tiempo de ocio, salidas al baño, vueltas por el proyecto sin sentido, que a su vez pueden ser por tiempos mínimos para el descanso. Comúnmente la mano de obra poco calificada desarrolla rápidamente cansancio físico desencadenado en tiempos de ocio, además de que muchas veces no se sienten cómodos o no saben cómo utilizar el equipo de seguridad que les brinda la empresa constructora, al no recibir una capacitación adecuada, lo que se transforma en el desarrollo de actividades no contributivas en gran escala. (Padilla Bonilla, 2016)

La alternativa de solución ante la problemática descrita es la mejora en los procesos mediante la Carta Balance, el cual clasifica los tipos de actividades y replantea el flujo de procesos para disminuir las actividades que no generan valor.

Como objetivo principal en la investigación es determinar en qué medida la ejecución de Losas Aligeradas con la aplicación de la Carta Balance influirá en la eficiencia del proyecto de Vivienda Multifamiliar Carlos Gonzales II, buscando minimizar el impacto de actividades que no generan valor al proyecto y maximizar las actividades productivas, mediante un control en tiempo real de las partidas involucradas, el cual se emplea la herramienta Carta Balance de Lean Construction, analizando las partidas de acero estructural, ladrillos, encofrado y concreto.

Formulación del Problema

Problema General

¿De qué manera la aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influye en la productividad de la ejecución de losas Aligeradas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?

Problema Específico 1

¿En qué grado favorece la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping, en el rendimiento de la mano de obra en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?

Problema Específico 2

¿Cuál es la influencia de la aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead, en las condiciones de plazo de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?

Problema Específico 3

¿En qué medida la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping, mejora el aspecto económico de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?

Justificación Del Estudio

El resultado de los proyectos de construcción depende en gran medida de una gestión eficaz. Los proyectos de construcción se caracterizan por condiciones ambientales contingentes, eventos imprevisibles y singularidad. Los procesos de las obras de construcción fluctúan a lo largo de un proyecto y son propensos a las interrupciones. Para alcanzar los objetivos de tiempo, costo y calidad, independientemente de estos factores, se requiere un esfuerzo significativo para controlar un proyecto. En tal sentido, la presente investigación demostró la mejora de la productividad en la ejecución de losas aligeradas a través del Value Stream Mapping y LookAhead. Se establecen ratios de mejora, bajo condiciones de procesos a seguir para mantener la buena práctica y ser más rentables. Finalmente, se recomienda el establecimiento en las normativas el uso de las herramientas empleadas por garantizar las buenas prácticas en la producción de proyectos inmobiliarios.

Justificación Teórica

De acuerdo a las revisiones de literatura nacional e internacional, se carece de investigaciones relacionadas a la mejora de la productividad de la mano de obra en la construcción de edificaciones con la aplicación del Value Stream Mapping. Para ello (Hossain, Bissenova , & Ryeol, 2019) establece en su artículo titulado “Investigación de las actividades de despilfarro mediante la metodología Lean: En la perspectiva de la industria de la construcción de Kazajstán” que deberían realizarse más investigaciones para cuantificar el ahorro de tiempo y costes si se utiliza el método Lean para mejorar la productividad de la construcción, por ser herramientas sofisticadas para encontrar las aristas que generan valor a cada proyecto de construcción.

Por otra parte, (Contreras Huayta & Ventocilla Guillen, 2016) menciona la importancia de emplear la herramienta Value Stream Mapping para ver los detalles de las actividades y alertar si no agregan valor a la productividad de la mano de obra. Es así, como se busca profundizar la aplicación de las herramientas Lean (VSM y el LookAhead) para comprobar las hipótesis nulas o alternativas.

Justificación Social

La presente investigación está enfocada a que sirva de referencia a otros profesionales o entidades relacionados al sector construcción, por el hecho que pueden servir como consultas para la aplicación de las herramientas Lean en la dirección o gestión de proyectos inmobiliarios, tal cual lo señala (Ballard & Howell, 2018), que las investigaciones deben ser de alcance gratuito a la comunidad estudiantil nacional y a las entidades estatales para analizar los posibles escenarios donde estos puedan ser aplicados.

Limitaciones de estudio

Las principales restricciones que se presentan es la limitada investigación acerca del Value Stream Mapping en la construcción de edificaciones. Asimismo, la falta de normativas los cuales establezcan los lineamientos para la aplicación de herramientas Lean. Por otro lado, otros recursos de estudio, como son las maquinarias, materiales, estos presentaron dificultades para su estudio por las políticas internas de la empresa. Asimismo, la dificultad para acceder a la toma de datos en el proyecto inmobiliario, por ser estricto con la seguridad del personal que labora en el interior. La empresa constructora de mi alcance no emplea en su concepción de expediente técnico herramientas Lean, asimismo, en la etapa de ejecución, lo que conlleva a recopilar información científica acerca de la metodología, procesarla y aplicarla para concebir la investigación.

Limitaciones de Orden Tecnológico

El acceso a la tecnología e información de investigaciones es limitado. Asimismo, como los antecedentes a nivel nacional e internacional. Estos básicamente se encuentran en repositorios con acceso restringido de empresas constructoras.

Limitaciones de Temporalidad

La investigación se realizó en un plazo reducido de 30 días como permiso máximo para realizar la toma de datos, esto dificultó el seguimiento continuo a un solo sector en ejecución, el cual, para completar el análisis de todas las partidas, se tomaron los datos en otros sectores.

Objetivos

Objetivo General

Identificar la influencia en la aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead (herramientas Lean) en la productividad de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019

Objetivos Especifico 1

Definir en qué medida la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping mejora el rendimiento de la mano de obra en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019

Objetivos especifico 2

Establecer la influencia de la aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead en las condiciones de plazo de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019

Objetivos especifico 3

En qué medida la aplicación del Value Stream Mapping mejora el aspecto económico de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019

Formulación de Hipótesis

Hipótesis general

Ha: La aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influirá positivamente en la productividad de la ejecución de losas aligeradas

Ho: La aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influirá negativamente en la productividad de la ejecución de losas aligeradas

Hipótesis Específica 1

Ha: La aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping influirá el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas

Ho: La aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping no mejorará el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas

Hipótesis específica 2

Ha: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas aligeradas

Ho: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead no influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas aligeradas

Hipótesis específica 3

Ha: La aplicación del Value Stream Mapping influirá en el aspecto económico de la ejecución de losas aligeradas

Ho: La aplicación del Value Stream Mapping no influirá en el aspecto económico de la ejecución de losas aligeradas

Antecedentes

Antecedentes Internacionales

En el artículo publicado titulado “**Análisis de la Productividad en la Construcción de Vivienda basada en Rendimientos de Mano de Obra**” (Gómez y Morales, 2017), nos dice que el concepto de productividad cada vez es más demandado por la globalización en el mundo, donde cada día se busca ser más competitivo y permanecer en el mercado eficazmente. La economía en Colombia de mueve en función al sector construcción, por el cual se busca cada día métodos que permitan desarrollar proyectos más eficientes, que no nos den sobrecostos, retrasos, entre otros. La metodología Lean tiene como función principal la optimización de recursos, evitar eliminar perdidas y todo proceso de producción que no genera valor, el cual se aplicará en el presente proyecto. El software de simulación Arena de Rockwell será utilizado para procesar la información cuantitativa de las actividades involucradas con el fin de identificar el comportamiento del modelo y tomar medidas correctivas en buscar de valor para los procesos.

Figura 4

Importancia de saber sobre la productividad

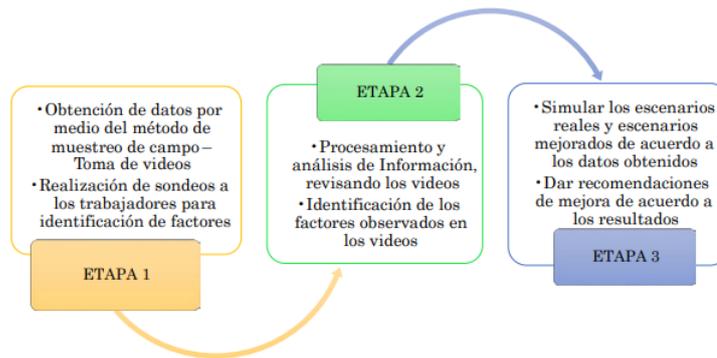


Fuente: Gómez y Morales

La metodología de recolección de información fue el instrumento observación directa apoyada en imágenes digitales. Se identificaron las causas más comunes de los desperdicios en la construcción, tales como la insuficiencia de materiales, la distribución ineficiente de los mismos, los retrabajos y el clima, entre otros. Incluyó también entrevistas a los trabajadores de la construcción para identificar los aspectos motivacionales y otras cuestiones generales

que afectaban a la productividad. Se identificaron factores como los salarios el ambiente de trabajo y el estado de ánimo. Por último, se crearon modelos de simulación de eventos discretos para el escenario real y se propusieron diferentes escenarios.

Figura 5
Metodología empleada



Fuente: Gómez y Morales

Como muestra se tomaron 3 proyectos de edificaciones en la ciudad de Bogotá, el proyecto 1 son dos torres de 16 y 26 pisos, el proyecto 2 consta de 4 torres con 22 pisos y el proyecto 3 consta de 4 torres con 16 pisos.

Estas obras son de la misma empresa constructora y tienen características similares en el proceso de ejecución.

Figura 6
Procesos medidos

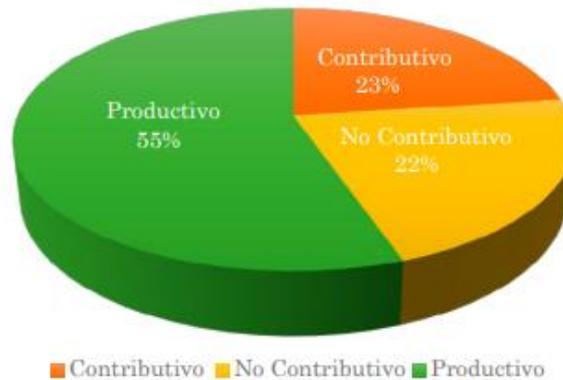
PLACA	VIGAS	COLUMNAS
<ul style="list-style-type: none"> • Acero Placa • Formaleta placa • Concreto placa 	<ul style="list-style-type: none"> • Acero Placa • Formaleta placa • Concreto placa 	<ul style="list-style-type: none"> • Acero Placa • Formaleta placa • Concreto placa

Fuente: Gómez y Morales

Los resultados en la investigación muestran los siguientes resultados de producción: Se desarrolla el 55% de trabajos productivos (actividades que generar valor al proyecto), 23% de trabajos contributorios (actividades que contribuyen a generar trabajos productivos indirectamente) y 22% de trabajos no contributorios (perdidas de recursos). Se puede entender

que la oportunidad de mejorar los procesos es significativa, ya que la cuarta parte de la producción de la mano de obra generar trabajos no contributivos.

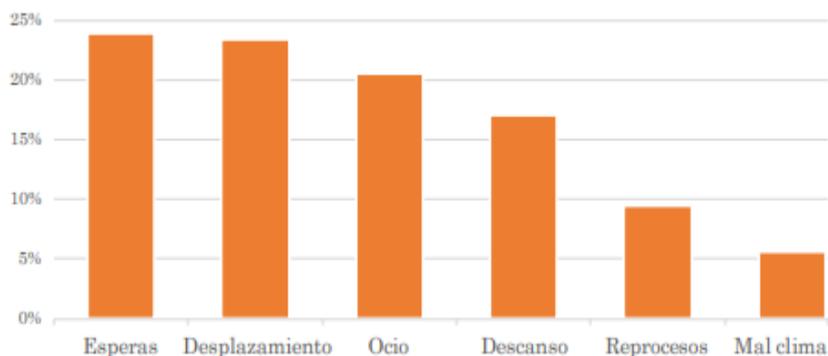
Figura 7
Participación por tipo de actividades



Fuente: Gómez y Morales

Donde se requiere trabajar es básicamente en los trabajos no contributivos, los cuales deben ser redistribuidos los trabajos o eliminados. Por ejemplo, en la gráfica a continuación, se podrá visualizar la participación de actividades que no generan producción.

Figura 8
Participación de actividades no contributivas



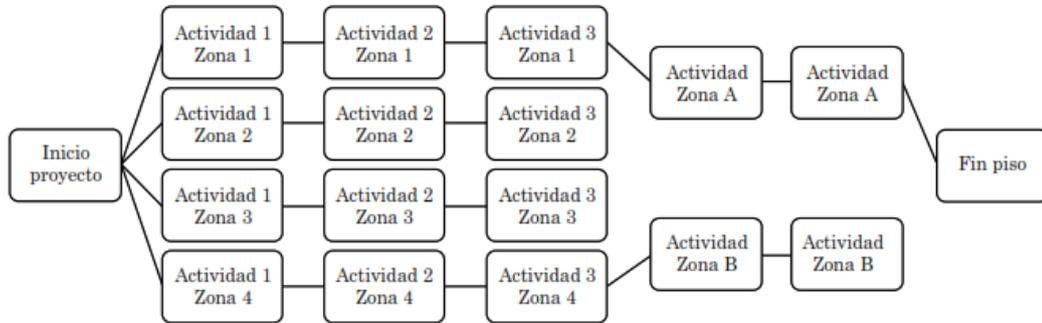
Fuente: Gómez y Morales

Simulación:

En el proceso de simulación se tomó los datos de un proyecto de 7 pisos, el cual se distribuyó por zonas, donde ambos compartían actividades (acero y encofrado) y la unión de estas son refiere al vaciado de concreto y desencofrado.

Figura 9

Distribución de zonas en el proceso constructivo



Fuente: Gómez y Morales

Asimismo, se empleó el software Arena para formular los procesos teniendo en cuenta los tiempos determinados para cada actividad, con ello se estaría encontrando los tiempos totales por actividad y zonas.

Figura 10

Ecuación del modelo para variación de los factores

TNCEnconfrado (1)	$(7+1.98*BETA(0.506,0.524))*Porcentajes\ NC\ Form(1)*Binarias(1)$
TNCEnconfrado (2)	$(7+1.98*BETA(0.506,0.524))*Porcentajes\ NC\ Form(2)*Binarias(2)$
TNCEnconfrado (3)	$(7+1.98*BETA(0.506,0.524))*Porcentajes\ NC\ Form(3)*Binarias(3)$
TNCEnconfrado (4)	$(7+1.98*BETA(0.506,0.524))*Porcentajes\ NC\ Form(4)*Binarias(4)$
TNCEnconfrado (5)	$(7+1.98*BETA(0.506,0.524))*Porcentajes\ NC\ Form(5)*Binarias(5)$
TNCEnconfrado (6)	$(7+1.98*BETA(0.506,0.524))*Porcentajes\ NC\ Form(6)*Binarias(6)$

TNCEnconfrado(1)						
TNCEnconfrado(1)+TNCEnconfrado(2)						
TNCEnconfrado(1)+TNCEnconfrado(2)+TNCEnconfrado(3)						
TNCEnconfrado(1)+TNCEnconfrado(2)+TNCEnconfrado(3)+TNCEnconfrado(4)						
TNCEnconfrado(1)+TNCEnconfrado(2)+TNCEnconfrado(3)+TNCEnconfrado(4)+TNCEnconfrado(5)						
TNCEnconfrado(1)+TNCEnconfrado(2)+TNCEnconfrado(3)+TNCEnconfrado(4)+TNCEnconfrado(5)+TNCEnconfrado (6)						

Fuente: Gómez y Morales

Posteriormente, se plantean los escenarios que componen las actividades no contributorias, las cuales se trabajaran para mejorar la productividad en la mano de obra. Se desarrollan 6 escenarios donde cada una está compuesta por las siguientes actividades: Esperas, desplazamientos, ocio, descanso, reprocesos y mal clima. Estos indicadores representan la unidad en el estado natural, para que se pueda alterar los resultados, se colocara cero a cada

indicador según se cambié de escenario. La finalidad es encontrar como varía la respuesta de los tiempos según la reducción de los tiempos no contributorios, el cual es la finalidad en cada proyecto, ser más productivos disminuyendo trabajos que no generan valor.

Se logró reducir el tiempo de 19.90 días a 16.40 días, el cual representa una reducción del 18% de los trabajos no contributorios en general.

Discusión: En el método de muestreo de campo, se observaron valores de tiempo productivo de 55.3%, contributivo de 22.9% y no contributivo de 21.8%, esto a su vez difieren de los arrojados en el trabajo de, donde el 31.2% es productivo, el 46.2% es contributivo y el 22.8% es no contributivo. Se debe hacer énfasis en las investigaciones el impacto que tienen los trabajos no contributorios en los proyectos y los factores que se ven involucrados.

Conclusiones: Los factores que generan baja productividad en los proyectos son las esperas de la mano de obra, ocio, desplazamiento por traslado de material, reprocesos y descansos. Asimismo, los trabajadores mencionan que el estado de ánimo de cada trabajador y cansancio personal influye principalmente en el rendimiento diario.

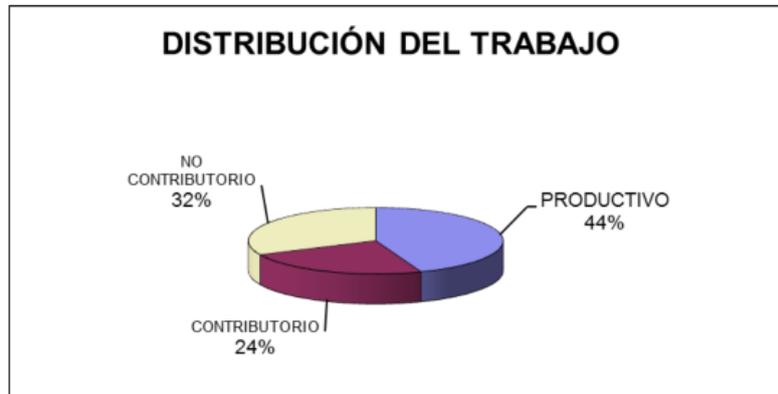
Por otro lado, la falta de planeación del personal profesional de las actividades que desarrolla generará reprocesos básicamente, el cual implica la experiencia del personal planificador como también del rendimiento estandarizado de los obreros.

Según (Cantú, Lopéz, & Peirone, 2018) en su artículo “Análisis de los Factores que afectan la Productividad de Obras Civiles”, la productividad se puede comprender como la relación entre lo producido y gastado, en otras palabras, la eficiencia para manejar los recursos que serán integrados para consolidar un producto específico. Los tiempos improductivos en las obras civiles generan ineficiencia en la dirección general del proyecto. Asimismo, menciona que existe dos formas de para detectar los procesos de construcción, como son la técnica de muestreo de trabajo y la identificación y análisis de pérdidas.

El método empleado será la medición de tiempos por actividad en los procesos constructivos. La muestra empleada son 5 obras civiles de edificaciones de Mendoza-Argentina.

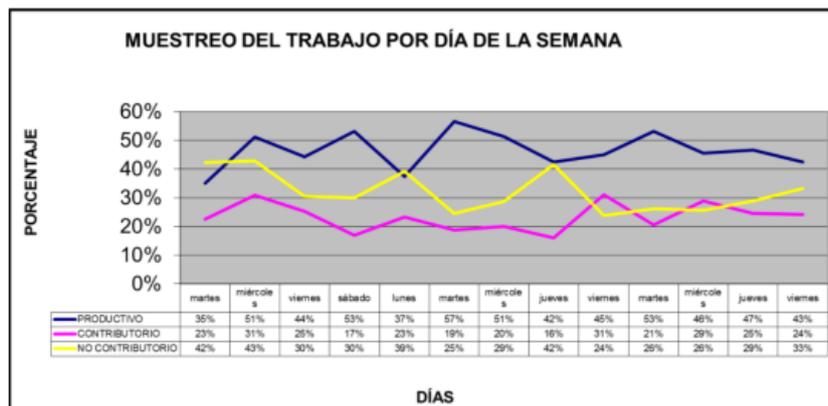
Los resultados en la investigación muestran que el 32% de los trabajos realizados representan a los no contributorios, quiere decir que un tercio de los recursos de mano de obra empleada no se está aprovechando. Asimismo, los tiempos productivos representan el 44% y el trabajo contributorio el 24%.

Figura 11
Distribución del trabajo



Fuente: Cantú, Lopéz, & Peiron

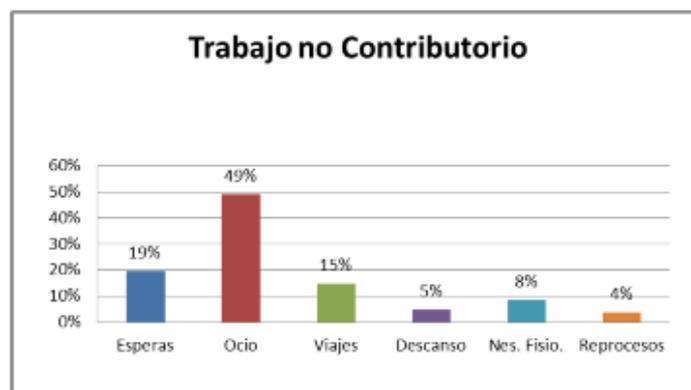
Figura 12
Resultados de producción diarias



Fuente: Cantú, Lopéz, & Peiron

Los trabajos que se deben de tratar son aquellos que no generan valor, aquellos que generan pérdidas en horas hombre. Lo ideal sería un TNC al 0% el cual es imposible, por su propia naturaleza del hombre y las obras, siempre se generará tiempos muertos.

Figura 13
Análisis de trabajo no contributorios

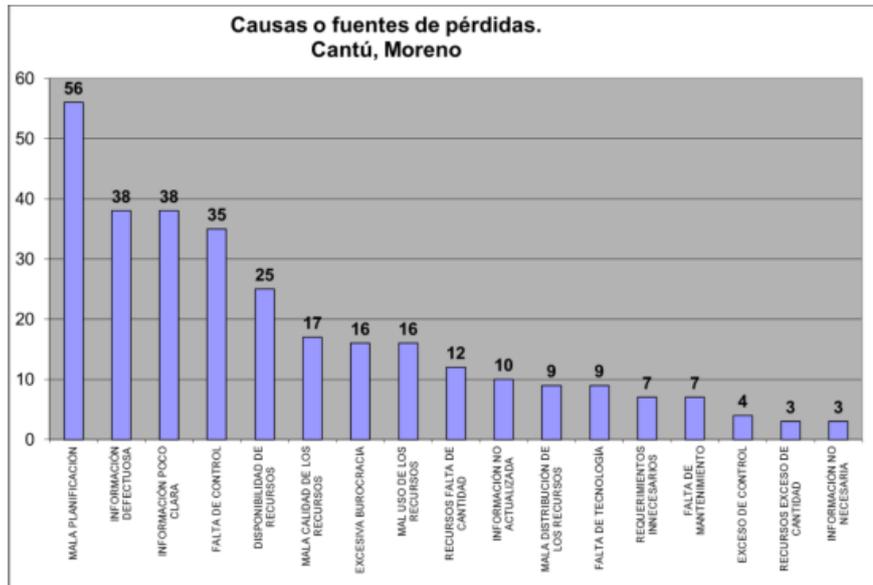


Fuente: Cantú, Lopéz, & Peiron

Asimismo, mediante encuestas realizadas a los involucrados en el proyecto de análisis Cantú Moreno, se obtuvieron los siguientes resultados a base de sus perspectivas.

Figura 14

Principales causas de las pérdidas en la construcción



Fuente: Cantú, Lopéz, & Peiron

Conclusiones: Los trabajos realizados clasificados como no productivos están entre 40% a 50%. Se debe tener en cuenta que esto no solo abarca malas prácticas de la mano de obra, sino la falta de calidad en las actividades.

Por otro lado, para el mejoramiento de la productividad en las obras de construcción, basado en el juicio de expertos realizados entre los involucrados, se deben implementar herramientas de medición de rendimientos semanales para los contratistas, será importante contratar a los que se conozca por su habilidad en el control de producción, así aprendiendo de las buenas prácticas que ellos desarrollen.

En la investigación de (Hernández & Oliveres, 2018) titulada “Evaluación de la productividad de la mano de obra en construcción usando herramientas six-sigma: un caso de estudio” se asevera que, en el sector de la construcción, el crecimiento de la productividad laboral ha sido sólo del 1% de media en las dos últimas décadas, lo que es muy bajo comparado con el 2,8% de la economía mundial o el 3,4% del sector manufacturero. Esto demuestra que cada año se pierden importantes cantidades de dinero y recursos, tanto

humanos como materiales, debido a los procesos ineficientes de nuestra industria. Este problema se agrava debido a que la mayoría de las empresas de construcción no disponen de sistemas formales de medición a nivel de obra, lo que es necesario para determinar los indicadores de productividad.

Por lo tanto, la falta de medición es el principal problema de la mejora de la productividad. En este escenario, se analiza un caso de estudio de productividad laboral en obra con el objetivo de mostrar algunos datos de productividad y revelar algunas cuestiones que se producen cuando se implementa un proceso incipiente de medición de la productividad laboral basado en herramientas Six-Sigma.

Six-Sigma es una metodología, la cual trabaja en base a estadísticas del marco estructurado de los planes para organizar estrategias de mejora de procesos. Las herramientas de la metodología empleada permiten recopilar información de forma consecutiva sobre los procesos. Asimismo, permiten interpretar los reportes que realiza una variable en un proceso como puede ser productividad, basado en diferentes indicadores. Las herramientas del enfoque seis-sigma proporcionaron una estructura estadística que permitió evaluar la productividad del equipo de hormigonado en el caso estudiado. Las mediciones se realizaron durante aproximadamente cuatro semanas, en las que se midieron 44 vertidos de hormigón bombeado.

La muestra de estudio fue una edificación residencial de 12 niveles con un área de 852m² por planta, ubicada en Santiago de Chile.

Figura 15

Distribución del vaciado de concreto en losas, piso típico



Fuente: Hernández & Oliveres

Los resultados mostrados representan a 4 semanas de mediciones, el cual representa una producción media de 662.6m² de losas, diariamente equivale a 7.3m³ de concreto premezclado vaciado en un tiempo promedio de 13.7minutos. Por otro lado, los trabajos no contributorios corresponden al ocio principalmente, traslado de trabajadores, rehacer procesos, esperar indicaciones, entre otros. Los primeros reportes indican que se desarrolla un trabajo productivo de 57%, contributorio de 18% y no contributorio de 25%.

Tabla 1

Producción por lotes analizados

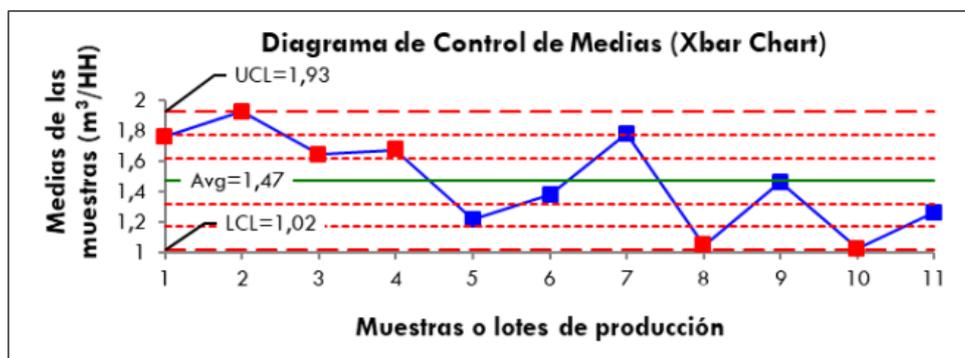
Lotes	Muestras por lote (m ³ /HH)			
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄
1	1,00	1,87	1,80	2,39
2	2,24	1,75	1,66	2,08
3	1,85	1,62	1,74	1,37
4	1,32	1,75	1,90	1,75
5	0,97	1,23	1,93	0,75
6	1,58	1,29	1,26	1,42
7	1,57	1,87	1,37	2,34
8	1,29	0,94	0,92	1,06
9	1,64	1,32	1,49	1,40
10	1,09	1,04	1,07	0,90
11	1,35	1,32	0,97	1,42

Fuente: Hernández & Oliveres

Asimismo, se desarrolla una productividad laboral media de 1,47 m³/mh con cambios que respondían a la variabilidad natural del proceso.

Figura 16

Cambios en los valores medios de la productividad del equipo de vaciado



Fuente: Hernández & Oliveres

El ritmo del avance promedio en la capital chilena representa 2.5 niveles por mes para un área total de 1000m², lo que corresponde a una producción de 625m². En la investigación se

desarrolla 662.6m^2 de avance por semana, un valor aceptable a lo esperado. Por otra parte, la productividad de la mano de obra es $1.47\text{m}^3/\text{HH}$, mayor a lo esperado por industria chilena de $1.3\text{m}^3/\text{HH}$, no obstante, los indicadores exigentes en la industria de construcción chilena demandan $2\text{m}^3/\text{HH}$, el cual demanda tomar decisiones para mejorar la producción general.

Conclusiones: Las herramientas de la metodología Six-sigma permitió conocer que el desempeño que realiza la cuadrilla, son relacionados directamente a la variabilidad del proceso constructivo. Además, la capacidad del proceso mostró que la variación de la productividad de la cuadrilla de hormigonado no cumplía la especificación establecida para un nivel típico de 3σ , evidenciando que un requisito por encima del nivel de 3σ es algo difícil de cumplir en el sector de la construcción, ya que los procesos artesanales son, en esencia, difíciles de repetir con exactitud en un contexto de trabajo intensivo.

Por otro lado, en el artículo de (Hossain, Bissenova , & Ryeol, 2019) titulado **“Investigación de las actividades de despilfarro mediante la metodología Lean: En la perspectiva de la industria de la construcción de Kazajstán”**, la industria de la construcción en Kazajistán representa el 6% del PIB del país y el gasto anual en todas las obras de construcción se incrementó de 2667 mil millones a 3258 mil millones. A pesar de la enorme contribución económica, los proyectos de construcción en Kazajistán, al igual que muchos otros países, se enfrentan a desafíos relacionados con la productividad, la calidad del trabajo, la falta de gestión eficaz, la baja competitividad de las empresas de construcción, los volúmenes insuficientes de producción de alto nivel, entre otros. Esto se debe a que los proyectos de construcción se caracterizan por la compleja correlación y coordinación de diferentes funciones y por el gran número de personas que participan en un proyecto, lo que acaba por retrasar las diferentes operaciones de construcción, provocando sobrecostos y retrasos. Teniendo en cuenta la importancia de la industria, el presidente de Kazajistán identificó la industria de la construcción entre las principales prioridades para el desarrollo económico y dio instrucciones para poner en marcha nuevos proyectos de vanguardia con la mejora del rendimiento. El concepto de mejora del rendimiento trata de maximizar el valor del producto y reducir las actividades que no añaden valor en los procesos de construcción.

Se ha utilizado un enfoque de estudio de casos, que permite estudiar un sistema acotado para comprender un fenómeno complejo dentro de su contexto real. En esta investigación, el sistema Edificios acotado son unas obras de construcción concretas. La observación es

importante para comprender y obtener información sobre un fenómeno. En consecuencia, se observaron varios procesos de construcción en Astana (Kazajstán) para investigar y cuantificar las actividades que no añaden valor o que suponen un despilfarro en los proyectos de construcción. Se utilizó una herramienta de mapeo del flujo de valor (VSM) para recoger datos mediante observaciones. Las observaciones se realizaron en cinco tipos de procesos de construcción de tres obras. Los procesos de construcción eran la instalación de un bloque de hormigón celular, la instalación de un soporte, la instalación de un forjado, la pintura de paredes y el corte de baldosas.

Además de la observación directa, se llevó a cabo una encuesta como evaluación cualitativa que proporciona un enfoque holístico al estudio de las actividades que no añaden valor en las operaciones de construcción y retrata la comprensión de la construcción ajustada.

Resultados: Entre los cinco procesos de construcción observados, en las tablas que se muestran a continuación, se muestran tres conjuntos de datos de muestra para dos procesos de construcción: "instalación de una losa" y "corte de baldosas".

Tabla 2

Datos medios recogidos en el VSM del proceso Instalación de un forjado - Gruiste

No.	Detalle del trabajo	Clasificación	Duración (s)	% del tiempo total
1	Bajar la pluma de la grúa	VA	22.5	15
2	Esperando mientras la persona 2 caminaba	NVA	6	4
3	Esperando mientras la persona 2 y 3 fijaban la losa a las eslingas	NVA	17	11
4	Elevación de la pluma de la grúa	ENVA	14.5	10
5	Girar la pluma de la grúa	ENVA	16	11
6	Bajar la pluma de la grúa para acercarla a su lugar de instalación	VA	10	7
7	Esperando mientras la persona 2 y 3 estaban colocación de la argamasa	NVA	26	17
8	Esperando mientras la persona 2 y 3 estaban caminando	NVA	17	11
9	Bajada de la pluma de la grúa a la lugar de instalación	VEA	6	4
10	Esperando mientras la persona 2 y 3 estaban colocación de la losa	NVA	10	7
11	Esperando mientras la persona 2 y 3 estaban instalación del forjado	NVA	5	3
			Total	150
				100

Fuente: Hernández & Oliveres

En el proceso "instalación de un forjado" participaron 3 personas, un operador de grúa y dos trabajadores de instalación. La tabla N°2 muestra los tiempos de los detalles del trabajo para el operador de la grúa.

Tabla 3
Datos medios recogidos en el VSM del proceso Instalación de un forjado

	NºDetalle del	trabajoClasificación	Duración	(s)%
del tiempo total				
1	Esperando mientras la persona 1 bajaba la pluma de la grúa	NVA	22.5	15
2		Paseos innecesarios	NVA	6
3	Fijación de la losa a las	eslingas	ENVA	17
4	Esperando mientras la persona 1 levantaba la pluma de la grúa	NVA	14.5	10
5	Esperar mientras la persona 1 giraba la pluma de la grúa	NVA	16	11
6	Esperando mientras la persona 1 bajaba la pluma de la grúa más cerca de la lugar de instalación	NVA	10	7
7	Colocación del mortero	ENVA	26	17
8	Paseos innecesarios	NVA	17	11
9	Esperar la pluma de la grúa al lugar de instalación	NVA	6	4
10	Posicionamiento de la losa	VA	10	7
11	Instalación del forjado	VA	5	3
Total			150	100

Fuente: Hernández & Oliveres

En la tabla N°03 se muestra los tiempos de los dos trabajadores de instalación clasificándolos como actividades que añaden valor (VA), que no añaden valor (NVA) y que no añaden valor (ENVA). El VA contribuye a la transformación de un producto o servicio en el resultado final, que se hace bien desde el primer intento y que el cliente está dispuesto a pagar. Mientras que ENVA son actividades de apoyo que promueven la ejecución de actividades de valor añadido, pero no añaden valor. Por último, NVA utiliza recursos, pero no crea valor.

Comparando los datos de las Tablas 2 y 3, se puede ver que cuando el operador de la grúa estaba trabajando (VA o ENVA) los dos trabajadores de la instalación estaban esperando su turno para llegar (NVA) y viceversa. Por lo tanto, una cantidad significativa de tiempo era tiempo NVA, como puede verse en la Figura 1, que muestra el porcentaje de VA, NVA y ENVA para las tres personas. Más de la mitad del tiempo de cada persona correspondió a actividades NVA.

Por otro lado, el cuestionario de la encuesta se envió a 123 profesionales de la construcción. La encuesta recibió 28 respuestas, con un índice de respuesta del 23%. De las respuestas recibidas se desprende que todos los participantes estaban familiarizados con la metodología Lean. Esto indica que las personas que conocían la metodología Lean participaron en la encuesta.

Figura 17

Departamentos de trabajo analizados

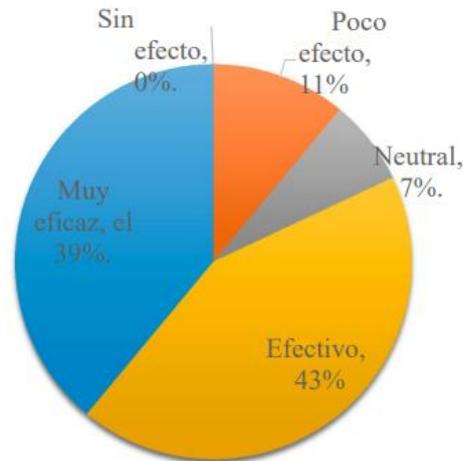


Fuente: Hernández & Oliveres

En respuesta a la pregunta sobre la eficacia de la metodología Lean, el 82% de los encuestados está de acuerdo en que el método Lean es eficaz o muy eficaz para mejorar el funcionamiento de la construcción, mientras que el resto de los encuestados indica que tiene poco efecto en la reducción de las actividades de despilfarro (véase la figura 17). Aunque se puede discutir sobre la eficacia del método Lean para mejorar los procesos de construcción en Kazajstán, los resultados de la encuesta indican que los profesionales de la construcción tienen una actitud positiva sobre la utilidad de la metodología Lean. En cuanto al porcentaje de actividades que no aportan valor añadido dentro de una operación de construcción, un número significativo de participantes (alrededor del 57%) indicó que hay entre un 10% y un 30% de actividades de despilfarro en el proceso de construcción, lo que se acerca mucho a los resultados observados en las obras reales. La siguiente pregunta de la encuesta se refería a los tipos de actividades de despilfarro habituales en la construcción. En este caso, se pidió a los participantes que eligieran entre los siete tipos de actividades de despilfarro (sin tener en cuenta su frecuencia de aparición) que observaban en sus proyectos de construcción. Como puede verse en la figura N°18, el 75% de los participantes indicaron defectos o el desperdicio de corrección como el más frecuente, seguido del tiempo de espera, el desperdicio de movimiento, el desperdicio de transporte y otros.

Figura 18

*Resultados de encuestas acerca la aceptabilidad de la aplicación del
Lean*



Fuente: Hernández & Oliveres

Conclusiones: Los proyectos de construcción se caracterizan por una baja productividad que implica numerosas actividades de despilfarro en los procesos de construcción. Este estudio exploró las actividades de despilfarro mediante métodos Lean para mejorar la productividad de los proyectos de construcción en Astana (Kazajstán). El método consistía en identificar y eliminar las actividades que no añaden valor en los procesos de construcción. Se realizaron varias observaciones de algunos procesos de construcción seleccionados en Astana para clasificar las actividades VA, NVA y ENVA dentro de un proceso de construcción y se cuantificó el porcentaje de tiempo de cada tipo de actividad. A partir de las observaciones se comprobó que el porcentaje de actividades de valor añadido contribuía sólo en un 33%, mientras que las NVA junto con las actividades ENVA ocupaban el 67% del tiempo total del proceso. En particular, se comprobó que el 26% del tiempo dedicado a las distintas actividades era puro despilfarro, que se presentaba en forma de espera, movimiento, transporte, inventario, sobre procesamiento, etc. La literatura sugiere que el tiempo dedicado a las actividades ENVA debe minimizarse y que las actividades NVA deben eliminarse. Esta minimización y/o eliminación acabaría mejorando la productividad de la construcción.

Asimismo, se llevó a cabo una encuesta como evaluación cualitativa y para retratar la percepción de los profesionales de la construcción sobre los métodos Lean en Astana. La mayoría de los participantes en la encuesta indicaron que la presencia de actividades de despilfarro en los procesos de construcción se situaba entre el 10% y el 30%, mientras que la

bibliografía reveló que el porcentaje de actividades que no añaden valor se situaba entre el 36% y el 65%. Por otra parte, la frecuencia de los distintos tipos de despilfarro asociados a los procesos de construcción mostró una tendencia similar entre los resultados observados y los de la encuesta, donde los tipos de despilfarro de espera y movimiento resultaron ser más frecuentes.

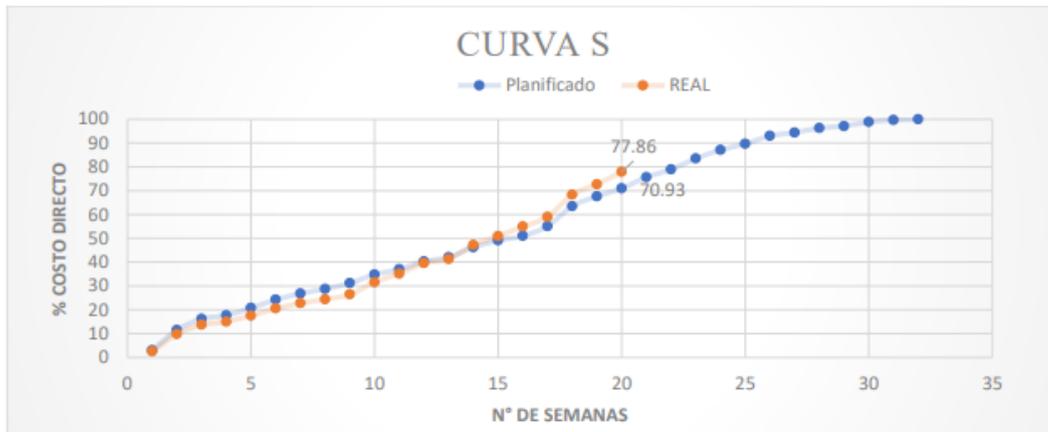
Antecedentes Nacionales

De acuerdo a lo expresado por **(Palero Santos, 2021)** en su investigación titulada **“Aplicación de herramientas lean: Kanban, carta balance y value stream mapping para la mejora de la productividad en el edificio multifamiliar, Kanban”** en la ciudad de Arequipa requiere la implementación de obras de infraestructura cada vez más importantes para desarrollar y satisfacer las necesidades de sus habitantes. Asimismo, el sector de la construcción es uno de los sectores que más residuos genera y esto no se mide ni se controla, lo que conlleva una disminución de la productividad. Por lo tanto, conocer la productividad y las tasas de desperdicio y sus causas es necesario para tomar acciones correctivas utilizando herramientas Lean.

La metodología utilizada fue en primer lugar, se discutieron el objetivo, la justificación y el alcance del proyecto de investigación. Luego, los conceptos clave que sustentan la filosofía Lean y las ventajas de las herramientas aplicadas: tableros Kanban, balances y mapeo de la cadena de valor para crear una base teórica sólida Apoyar la aplicación y análisis de resultados. En este sentido, se desarrolla la aplicación de herramientas Lean partiendo de la clasificación, entrenamiento de las actividades, para poder desarrollar el Tablero Kanban y determinar el desperdicio con la aplicación del Diagrama de Equilibrio para la fuerza laboral y Value Stream Mapping para suministro de material.

Figura 19

Curva S del proyecto



Fuente: Palero Santos

Metodología: Para el desarrollo de la presente tesis se considera una investigación aplicada, ello contempla revisión de la bibliografía sobre el estado del arte de la filosofía LEAN y sus herramientas, gestión de Proyectos en Construcción y productividad en obras de construcción, realizar el Cronograma Maestro del proyecto en estudio y programación de toda la obra, de acuerdo al tren de actividades. Elaborar en campo el tablero Kanban, considerando las actividades de la ruta crítica y una planificación semanal, la cual se irá actualizando conforme la obra se vaya realizando, calcular el PPC semana a semana de acuerdo al seguimiento y control de la obra que se realizó con el tablero Kanban y realizar las Cartas Balance mediante mediciones en campo de las partidas con mayor incidencia durante la duración del muestreo del proyecto (culminación de estructuras). En este caso se analizarán 6 partidas, dentro de las partidas de control de: concreto, encofrado y acero.

Tabla 4

Partidas analizadas

PARTIDAS ANALIZADAS	
CONCRETO	1. Concreto de losa, vigas y escaleras
	2. Concreto de columnas y placas
ACERO	3. Acero de losa
	4. Acero de columnas y placas
ENCOFRADO	5. Encofrado de losa y vigas
	6. Encofrado de columnas y placas

Fuente: Palero Santos

Resultados: se indica los PPC de cada semana del proyecto en estudio, desde la semana 10 hasta la semana 23 que culmina el vaciado del último nivel de la edificación y el PPC acumulado para tener una idea del nivel de acierto en la programación durante toda la obra, para poder observar con mayor facilidad las fluctuaciones en los resultados obtenidos en el PPC se mostrará un gráfico en el cual se observa las curvas de PPC y PPC acumulado y su variación en el tiempo.

Tabla 5

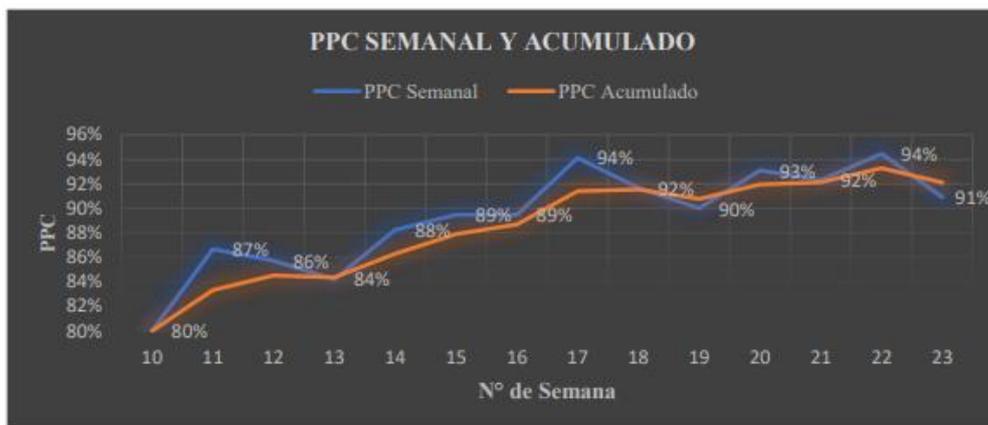
Tablero Kanban

Nº Semana	Actividades programadas	Actividades pendientes	Actividades en proceso	Actividades realizadas
10	10	2	0	8
11	15	1	1	13
12	14	2	0	12
13	19	0	3	16
14	17	0	2	15
15	19	0	2	17
16	19	0	2	17
17	17	0	1	16
18	24	2	0	22
19	20	0	2	18
20	29	2	0	27
21	26	1	1	24
22	18	0	1	17
23	11	0	1	10

Fuente: Palero Santos

Figura 20

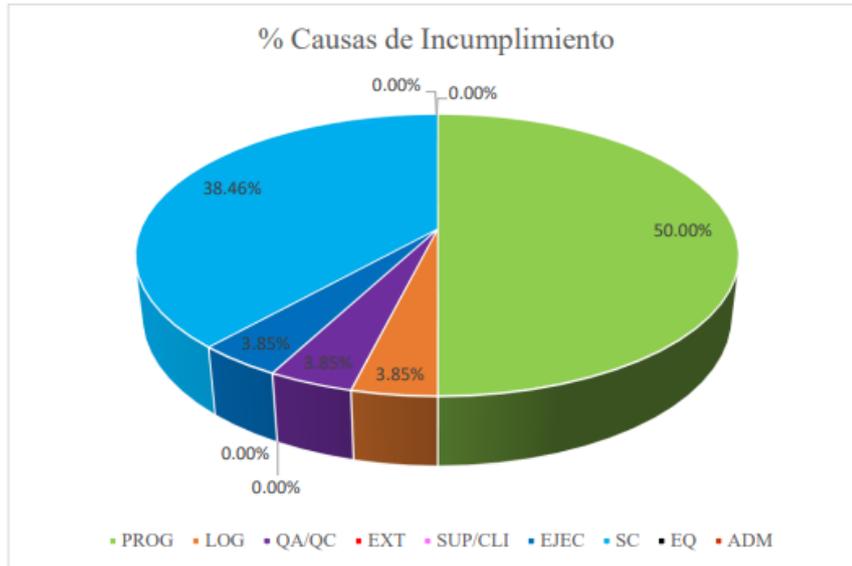
PPC semanal y acumulado



Fuente: Palero Santos

Figura 21

Causas de incumplimiento



Fuente: Palero Santos

De la familia de productos seleccionada para la aplicación del VSM del proyecto en estudio logramos identificar algunos problemas y se clasificaron de la siguiente forma:

Tabla 6

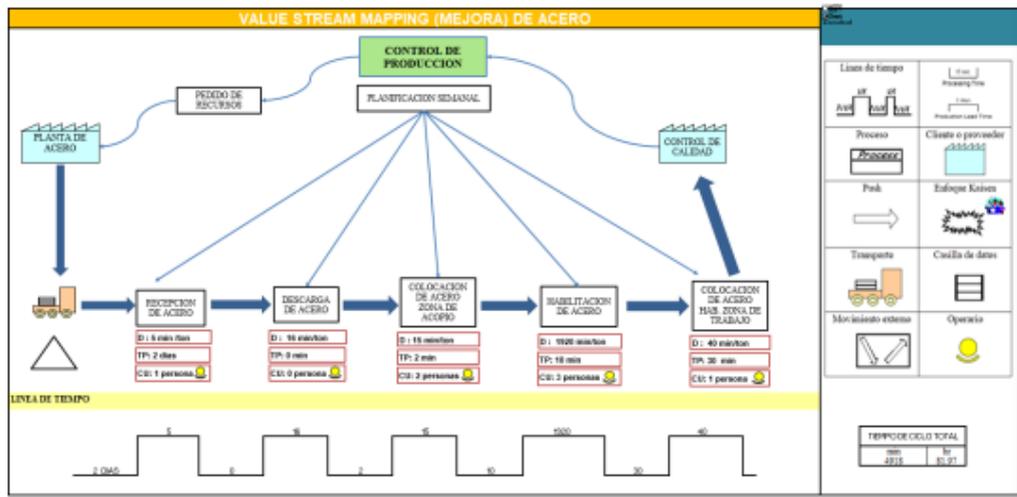
Problemas identificados

Respuesta de Producción	Clasificación de los problemas
Materia prima ubicada en diferentes lugares de acopio	Problema de Proceso
Excesivo inventario de Producto terminado	Problema de Proceso
Operadores no tienen iniciativa para el trabajo	Problema de Cultura
Accidentes de trabajo	Problema de Cultura
Área de producción sucia y desordenada	Problema de Proceso/ Cultura
Maquinas malogradas	Problema de Proceso
Falta de comunicación entre Op. Habilitador y Op. Colocación	Problema de Cultura
Falta de accesibilidad de la bomba y/o mixer para su instalación	Problema de Proceso/ Cultura

Fuente: Palero Santos

Figura 22

VSM estado futuro



Fuente: Palero Santos

Discusión: En el proceso de análisis, las medidas correspondientes a la especialización de estructuras se completaron en un 100%, pero se constató que las medidas correspondientes a la parte arquitectónica tuvieron dificultades de tramitación. Una razón es que el trabajo de construcción, como la decoración de interiores, lleva más de una semana, por lo que en la semana 17 este elemento se dividió en la orden de trabajo de los elementos de decoración. Es importante tener en cuenta que los resultados semanales no reflejan necesariamente lo que está sucediendo en todo el trabajo, pero que el incumplimiento ocurrirá en horarios específicos, como en este caso, donde el motivo del incumplimiento solo pertenece a 3 de cada 1. de 9 grupos en el catálogo. Razones del incumplimiento. Sin embargo, la próxima semana las razones del incumplimiento pueden ser completamente diferentes a las de esta semana. Por lo tanto, estos datos son solo de referencia y los datos acumulados se utilizan para la conclusión.

Conclusión: Se puede concluir que el uso de herramientas Lean en proyectos de construcción, especialmente en edificaciones, puede arrojar muy buenos resultados para el desarrollo de proyectos, tanto en términos de productividad, tiempo y costo. Sin embargo, debe utilizar la herramienta de forma coherente para que las mejoras que sugiere se reflejen en su proyecto.

Por su parte, en la investigación de (Villanueva Idme, 2019) titulada **Integración del Método del Valor Ganado (PMI) y el Sistema Last Planner (LCI) en la planificación y control de ejecución de las partidas de Estructuras de la Construcción de un Muro de Contención en la Municipalidad Distrital de Uchumayo – Arequipa**, indica que puede integrar el Método de Valor Ganado (EVM) por sus siglas en inglés, presentado en PMBOK, que tiene como objetivo controlar costos y plazos en diferentes puntos del proyecto en base a un conjunto de métricas como PV (costo esperado), EV (valor ganado), AC (costo de implementación), CV (desviación de costo), SV (desviación de rendimiento), CPI (rentabilidad) y SPI (eficiencia).

Metodología: Para la medición de los indicadores, se requiere del instrumento Registro 01, para ello será necesario crear una tabla como la que se muestra a continuación donde se encuentren las actividades o partidas del proyecto y a la derecha el conjunto de indicadores que describen a la sub-variable.

Tabla 7

Modelo de registro

item	Actividad	Unidad	Metrado	P.U. (Soles)	Costo base BAC (Soles)	PV (Soles)	AC (Soles)	CV (Soles)	CPI (%)	EAC (Soles)	ETC (Soles)
1	Movimiento de Tierras										
1.1	Excavación en terreno regular con Maquinaria	m ³									
1.2	Relleno compactado con material propio mejorado con maquinaria	m ³									
2	Concreto Simple										
2.1	Solado para cemento C:H 1:10 E=7cm	m ²									
3	Concreto Armado										
3.1	Cimientos de Muro de Contención										
3.1.1	Concreto para cemento fe=210 kgf/cm ²	m ³									
3.1.2	Encofrado para cemento con madera tornillo	m ²									

Fuente: Villanueva Idme

Para la medición de los indicadores: Programación por semanas (Lookaead).

Planificación de trabajo semanal (Weekly Work Plan) y Análisis de Restricciones y responsables, que conforma la sub-variable: Planificación y programación en el tiempo, se requiere del instrumento entrevista (taller) 02, este taller debe de ser organizado por el responsable de la investigación y su personal de apoyo, el objetivo es dar a conocer a los encargados de la obra la programación de 2 a 4 semanas y realizar el plan de trabajo semanal, además se identificarán los responsables y restricciones de las distintas actividades.

Figura 23

Cartilla de evaluación de restricciones

<u>Identificación de restricciones</u>		
Tarea:		
Área:		
Encargado:		
Cantidad:		
Plazo:		
Tipo	Restricción	Solución - Encargado
Materiales:		
Personal:		
Equipo:		
Otras:		

Fuente: Villanueva Idme

Muestra: Ya que en nuestro caso la investigación es experimental, se ha seleccionado un experimento con pre-prueba y post-prueba, de esta manera las variables independientes, se aplicarán de forma simultánea sobre la variable dependiente (Productividad de la mano de obra Y1). El caso práctico se llevó a cabo en el lapso de tiempo entre el 07 de febrero de 2018 al 25 de marzo de 2018, 07 semanas, fecha durante la cual comenzó la toma de datos.

Resultados: Utilizando el Last Planner System y los métodos de valor ganado, los objetos de encofrado fueron más productivos y el análisis estadístico validó los resultados. Para los lotes de hormigón y decapado, el análisis estadístico no mostró ninguna mejora. El motivo principal es que no existen puntos de control en la muestra debido a la brevedad del proyecto que se está llevando a cabo en un proyecto más largo.

Discusión: Los principales subtipos de trabajos realizados son el montaje y ajuste de espaciadores, la conexión con clavos, y el transporte manual de materiales y equipos, la preparación de materiales utilizando este tipo de metal. El encofrado es productivo y los empleados son concreto premezclado, los principales subtipos de trabajos realizados, colocación de concreto sobre encofrado, levantamiento de mezclas en vagones, suministro y transporte de material, encofrado de concreto para, y el uso de este tipo de concreto, optimiza el trabajo productivo y colaborativo. Las principales variantes de los trabajos realizados son el desmontaje de tableros, desmontaje de clavos, transporte manual de materiales y equipos, mantenimiento de material con este tipo de encofrados metálicos, trabajos productivos y

colaborativos, y por tanto encofrados metálicos. Para evitar pérdidas de tiempo aumentando el cronograma de actualización agregado al horario de uso y salida, cambio de personal, establecer lineamientos que prohíban el uso de dispositivos móviles, y personal en campo Es recomendable fortalecer la gestión Estos son los principales subtipos de trabajo no contributivo en estos elementos son estado inactivo, actividad externa, y descansos, que pueden ser mitigados por estas recomendaciones.

Conclusiones: La administración del distrito de Uchimashiro realiza trabajos de gestión directa y por contrato, especialmente el trabajo de gestión directa, sin el uso de métodos de planificación y gestión de la productividad y la productividad. Esto se debe a que el plan de actividad semanal no se ejecuta realmente. Todos los días se detectan desviaciones del horario original e impiden tomar medidas de control. Los indicadores del sistema Last Planner se complementan con los indicadores del método del valor ganado. Esto proporciona un diagrama de control de costos y rendimiento llamado tablero en su aplicación después de crear un tablero o diagrama de control de costos y un tablero o control de desempeño. Diagrama. El sistema integrado por el Método Last Planner y Earned Value se aplica a los casos reales incluyendo la implementación del proyecto por gestión directa que consta de 06 muros de hormigón, y la evaluación de la productividad antes y después de la aplicación del sistema integrado se aplica a los artículos, campo de arroz, encofrado para hormigón, encofrado, pantalla de muro de contención.

Antecedentes Regionales

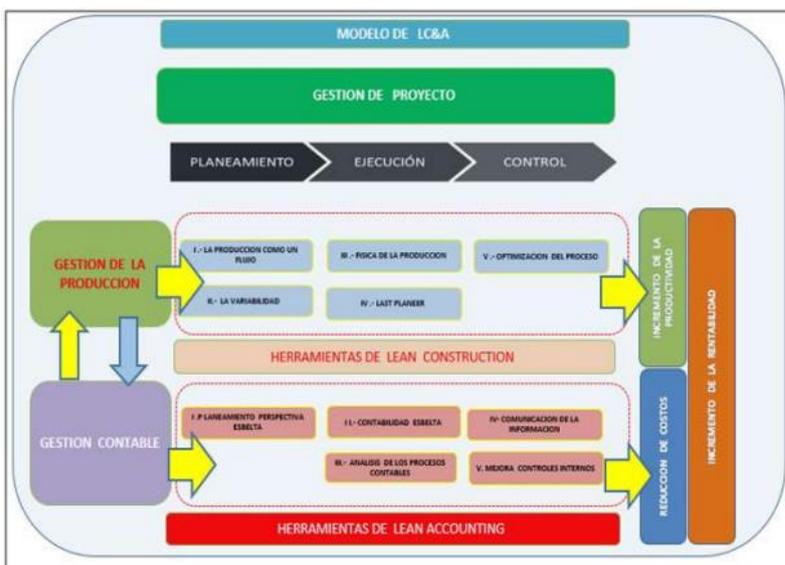
En la tesis para el grado de maestría **“Diseño de un modelo de gestión para mejorar la rentabilidad mediante el incremento de la productividad y el control de los costos en proyectos de construcción” de (Manrique reyes, 2017)**, menciona que el proyecto Pariachi (Proyecto de estudio), tuvo poca rentabilidad en el primer año. Esto se refleja en el cálculo de costos realizado de la manera tradicional, por lo que el análisis se realiza primero de acuerdo con el método lean para ver realmente cuáles eran realmente los controles. El modelo que utilizamos se llama LCyA y se basa en una fusión de la filosofía de construcción ajustada y la contabilidad ajustada. Esto tendrá un impacto significativo en la mejora de la rentabilidad de los proyectos de construcción de edificios y en el aumento de su competitividad en el mercado.

Metodología: El diseño de investigación del tipo Experimental del nivel Cuasi experimentos lo cual indica el antes y después basada sobre los costos del Proyecto construcción Obra civil Pariachi. En cuanto a la muestra, Se aplica el modelo LCyA en la ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua de agua potable y alcantarillado para el esquema Pariachi, La Gloria, Horacio Zevallosy Anexos en el Lote 10 y Frente.

Resultados: El Modelo LCyA es un modelo de referencia que no tiene descripción matemática, ni métodos heurísticos, se presenta el siguiente modelo que nos permitió mejorar la rentabilidad en el proyecto de construcción, lo cual se ve reflejado en un aumento de la productividad a través de un adecuado control de costos.

Figura 24

Modelo de gestión



Fuente: Manrique reyes

Figura 25

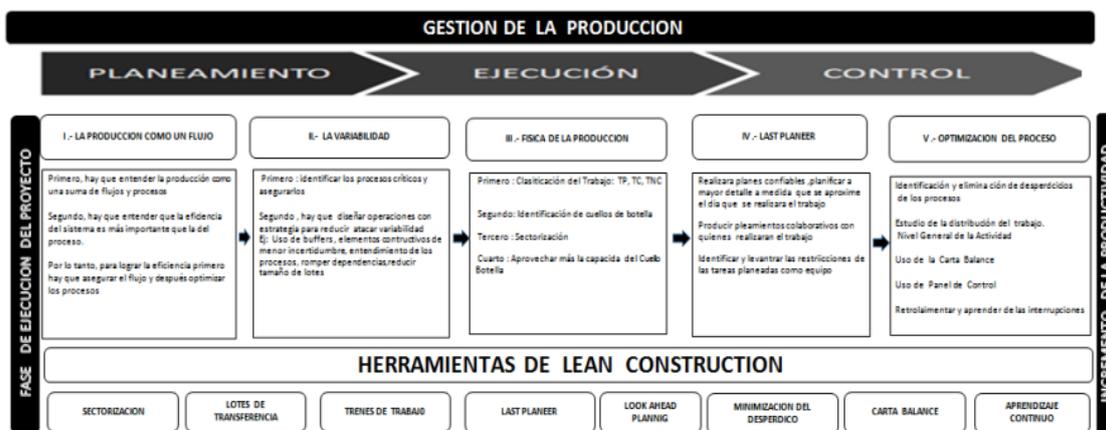
Gestión de la producción



Fuente: Manrique reyes

Figura 26

Herramientas Lean



Fuente: Manrique reyes

Figura 27

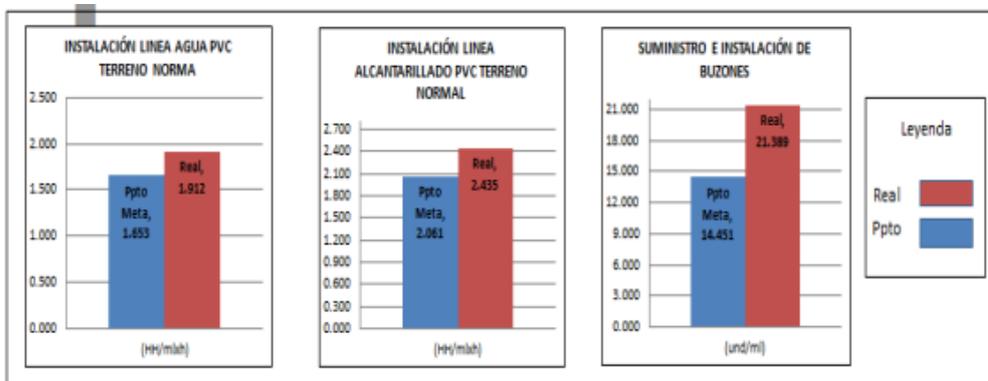
Rentabilidad neta

		ANTES MODELO 1 era Año (Jul-2011) Expresado en soles		DESPUES MODELO 2 do año (Oct 2012) Expresado en soles
Rentabilidad Neta sobre los Ingresos:	UTILIDAD NETA	-4,637,203.50	-0.08	11,029,266.98
	VENTAS NETAS	56,224,479.48		130,478,078.04

Fuente: Manrique reyes

Figura 28.

Indicadores de productividad



Fuente: Manrique reyes

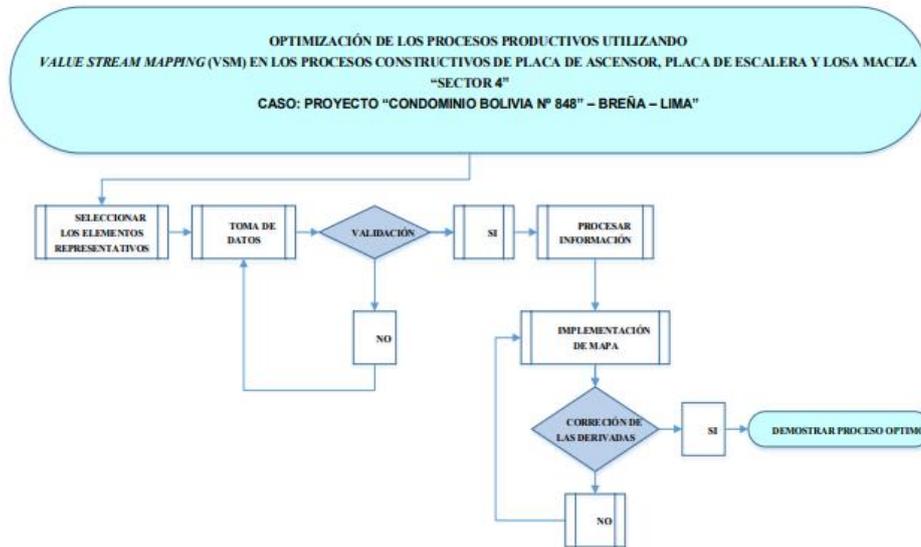
Discusión: Después de mejorar y utilizar las herramientas de construcción ajustada propuestas por el modelo de gestión LCyA, la productividad aumentará en los tres últimos puntos clave de la obra. Las mejoras de costos se logran en la línea de salida de la línea de flotación, como se ve en la tabla de comparación de métricas de estado inicial y final. De hecho, el proyecto se inició con un margen negativo real del 8,25% al inicio del trabajo y un margen negativo del 2,96% al final del trabajo. Luego de aplicar el modelo LCyA, se logró un margen positivo de 8.45% al final de la obra. Esto muestra un aumento en la utilidad bruta.

Conclusión: El modelo LCyA ha mejorado la rentabilidad de la obra, como lo indica la rentabilidad desde el desarrollo hasta su finalización. Según los resultados del panel, el modelo LCyA mejoró la productividad de la construcción en aspectos clave en relación con los indicadores de productividad objetivos establecidos por el proyecto. El modelo LCyA ha demostrado que la confiabilidad de la programación (% PPC) se mejora mediante el uso de herramientas de construcción ajustadas.

Finalmente, en la investigación de **(Villanueva Joaquín, 2020)** titulada **“Optimización de los procesos productivos utilizando Value Stream Mapping (VSM) en los procesos constructivos de placa de ascensor, placa de escalera y losa maciza “sector 4”** se indica que, para neutralizar los diversos problemas de pérdidas productivas, en los procesos de construcción de construcción, queremos implementar la herramienta Value Stream Mapping (VSM), que pertenece a la filosofía Lean Lean Manufacturing que se implementa en Lean Construcción, con el fin de tener una construcción sin pérdidas, esta herramienta consiste en la creación de mapas que representan el procedimiento de las actividades y flujos de información necesarios para obtener un producto en su etapa final. Lo que puede ayudar a obtener un diagnóstico del estado actual de los procesos.

Figura 29

Flujograma General de los procesos del Value Stream Mapping

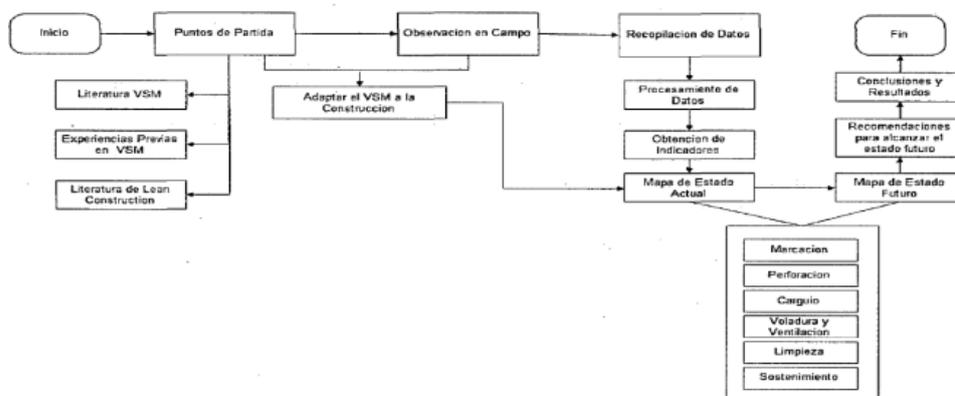


Fuente: Villanueva Joaquín

Metodología: Se ejecutó el estudio de la filosofía Lean Manufacturing, estudio de Lean Construction, revisión de experiencias en VSM, Adaptación del VSM, Elección de indicadores y datos necesarios, determinar conjunto de indicadores a mostrar en los mapas creados y establecer los datos necesarios para los cálculos. Datos obtenidos durante la ejecución del proyecto en la etapa del piso 8 al piso 16 y en conjunto de entrevistas a trabajadores involucrados. Para el procesamiento de datos se realizó el cálculo de indicadores usando los datos obtenidos en campo.

Figura 30

Esquema de metodología



Fuente: Villanueva Joaquín

Los datos obtenidos en el campo fueron tomados en un período de aproximadamente 3 meses en la obra "Condominio Bolivia N° 4848" (Edificio Multifamiliar) estos datos permitieron obtener el rendimiento productivo actual de los procesos, utilizando la herramienta Value Stream Mapping se procedió a analizar el estado actual y desarrollar los mapas de flujo de valor para ver el estado futuro del proceso de los elementos estructurales.

Figura 31

Casa de lean Manufacturing



Fuente: Villanueva Joaquín

Para el desarrollo del mapa de flujo de valor futuro, se consideraron las mejoras obtenidas por el Value Stream Mapping, finalmente, se justifica que si los procesos de construcción pueden ser mejorados a través de la herramienta Value Stream Mapping.

Bases Teóricas

Filosofía Lean

La filosofía Lean es dar la satisfacción al cliente, bajo el empleo de óptimos recursos y eliminando trabajos que no generan valor a concebir el producto final. Lean es dar calidad, reducir costos y tiempos.

La filosofía Lean nace del concepto Lean Manufacturing (Producción ajustada), da entender el máximo aprovechamientos de recursos para generar un bien, minimizando los desperdicios que se puedan generar durante el proceso de elaboración.

Productividad

Según (Comisión Nacional de Productividad, 2020) la productividad se traduce como la implementación de medidas transversales que promueven un mejor desarrollo de los proyectos de construcción.

- Mejorar la productividad permite directamente lo siguiente:
- Minimizar plazos de obras.
- Reducir costos de construcción.
- Incrementa la producción de servicios.

La productividad en el rubro construcción está directamente relacionada a las buenas prácticas desarrollada en la gestión de proyectos. Se plantean diversos enfoques en busca de generar rentabilidad al proyecto y hacer una construcción cada vez con menos pérdidas en recursos.

Lean Construction demanda conocimientos sólidos en productividad para su aplicación íntegramente.

Productividad en Ejecución de Proyectos de Construcción

Toda empresa constructora busca generar rentabilidad para el incremento de sus utilidades anuales, siempre respetando las características del propio proyecto, basado en tiempo, costo y calidad del producto final.

Enfoque detallado

La productividad es directamente la relación de la producción obtenida y los recursos utilizados para obtener el mismo. Se menciona un proyecto altamente productivo cuando se

han implementado la misma cantidad de recursos, pero se lograron un mayor volumen de producción.

Asimismo, para alcanzar metas óptimas se requiere de una eficiencia constante, manejados desde la administración y la efectividad para cumplir con el producto final sin alterar sus cualidades particulares.

Figura 32

Principales Pilares de la Productividad



Fuente: Propia

La productividad enmarca diversas áreas para obtener resultados óptimos, la eficiencia parte desde la gestión administrativa, la efectividad es parte de las actividades realizadas correctamente y el rendimiento es consecuencia de los dos últimos.

Tipos de productividades en la construcción

Productividad de la Mano de Obra

Es parte fundamental del ritmo productivo que se desarrolla, y está relacionada directamente con la productividad de otros recursos. Existen diversos aspectos personales para evaluar la productividad en los obreros como son la motivación diaria, la capacitación y entrenamiento y, la buena administración eficiente y administrativa.

Productividad de los Materiales

Se debe buscar optimizar pérdidas en procesos constructivos, para ello es importante dominar la manera de utilización de cada recurso.

Productividad en Equipos

Se debe evitar optimizar el uso de los diferentes equipos, maquinarias por su alto costo que afectarían directamente el estado económico de la entidad.

Factores que afectan la Productividad en Proyectos de Construcción

Los factores consecuentes en un proyecto son en su mayoría todos los involucrados desde los obreros hasta la administración empresarial, teniendo en cuenta la particularidad en sus funciones, pero concluyen al mismo fin de la baja productividad, eficiencia y rentabilidad.

Se manera directa están los obreros, supervisión y la administración en obra. También se presentan agentes indirectos como son la falta de materiales, replanteo de planos, eventos naturales, entre otros.

Figura 33

Factores de afectan la Productividad en Obra



Fuente: Propia

Todo proceso involucra altos y bajos para contribuir en el desarrollo de un proyecto. Existen etapas productividad y no productividad, siendo estas consecuencias de la misma naturaleza de todos los involucrados y muchas veces predecible que estas ocurran.

Se emplearán herramientas de mejora en procesos como son la programación integral de la obra y administración, prioridad en actividades, flujo de actividades, entre otros, con la única finalidad de generar mayor productividad y rentabilidad para el cliente.

Figura 34

Factores de mejoran la Productividad en Obra



Fuente: Propia

Lean construction (Aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LokkAhead)

Concepto. Según el Lean Construcción Institute (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, LC clasifica los residuos de construcción en siete categorías.

Tabla 8

Desperdicios en la producción

Desperdicios en la construcción
Demoras
Excesos de procesado
Exceso de producción
Inventarios excesivos
Transporte innecesario
Movimiento no útil de personas

Nota. Fuente: Analysis of lean construction practices at Abu Dhabi construction industry.

Categorías que en la gestión tradicional no se tienen en cuenta por que el concepto de producción actual es erróneo al considerarla como un proceso de solo transformación en donde entran materiales y se obtienen unidades productivas, olvidando optimizar los flujos que esos materiales tienen que seguir para lograr obtener el producto (Aimé, 2017).

Teoría. La propuesta del concepto de producción de la filosofía “Lean” es verla como una transformación de materiales, un flujo de recursos y una generación de valor, por ejemplo, en la hechura de un muro los ladrillos pegados con mortero se transforman en metros cuadrados de muro el flujo es la puesta de los recursos y materiales para elaborar el muro y el valor es la cantidad de metros cuadrados de muro que se logran en un determinado tiempo.

El objetivo de Lean Construction es optimizar las transformaciones minimizando o eliminando los flujos que los materiales deben seguir hacia los lugares de ejecución de los trabajos de obra para obtener más valor en los productos finales, esto: “Con la idea básica de

producción que se plantea en la filosofía LC se tiene por objetivo diseñar sistemas de producción para minimizar o eliminar el desperdicio de materiales y la excesiva producción residuos, con el fin de generar la cantidad máxima de valor”. (Botero, 2017)

Tabla 9

Diferencia entre el modelo tradicional y modelo Lean

	Modelo Tradicional	Modelo Lean
Sistema Operativo	Camino Critico	Last Planner System
	Sistema Push	Sistema Pull
	Transformación de procesos e información	Transformación, flujo de valor y generación de valor
	Ejecución de actividades lo más pronto posible	Ejecución de las actividades en el último momento responsable
	Focalización de las transacciones y contratos	Focalización en el sistema de producción
Acuerdos y términos comerciales	Fomenta el esfuerzo unilateral, asigna y transfiere el riesgo	Anima, fomenta, promueve y apoya el intercambio de información
Riesgo	Riesgo individual	Riesgo colectivo
Diseño y procesos	No todas las etapas del ciclo de vida del proyecto se tienen en cuenta en la fase de diseño	Todas las etapas del ciclo de vida del proyecto se tienen en cuenta en la fase de diseño
	Una vez que el proyecto está diseñado empieza el diseño de procesos	El proyecto y los procesos se diseñan de manera conjunta
Procesos	Lineal, inequívoco, segregado	Concurrente y multinivel
Comunicación	Basada en papel, 2 dimensiones, analógico	Medios digitales, virtuales, BIM (3,4 y 5 dimensiones)

Fuente: Fuente: Pons, J.

En la filosofía LC la planificación y el control son procesos complementarios y dinámicos, en donde la planificación define los criterios y crea las estrategias necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto y el control se asegura de que cada evento se producirá después de la secuencia prevista (Cerna, 2017). Para controlar la variabilidad en la planificación la filosofía LC propone el Sistema del Último Planificador (SUP) o Last Planner System (LPS), una de las herramientas más útiles en la aplicación de LC. Alan Mosmman define el SUP como un sistema para la gestión colaborativa de la red de relaciones y conversaciones requeridas para la coordinación de la programación, producción, planificación y ejecución de los proyectos.

Para la implementación de Lean Construcción en los proyectos es necesario iniciar con el compromiso de tener una cultura de mejora continua de la producción para que al aplicar los principios “Lean” correctamente mejoren la seguridad, la calidad y la eficiencia del proyecto (Paredes, 2019). Es decir, para que LC funcione se deben aplicar sus principios en forma concreta a las actividades del proyecto.

Lauri Koskela propone principios:

- Reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor.
- Incremento del valor del producto.
- Reducción de la variabilidad.
- Reducción del tiempo del ciclo.
- Simplificación de proceso.
- Incremento de la flexibilidad de la producción.
- Enfoque del control al proceso completo.
- Mejoramiento continuo del proceso.
- Balance de mejoramiento de flujo con mejoramiento de conversión.
- Referenciación.

Dimensión 01: Carta Balance. En palabras de Cerna (2017), la carta de balance es también llamada la carta de equilibrio de la cuadrilla, es un gráfico de barras verticales, que tiene una ordenada de tiempo, y una abscisa en la que se indican los recursos (mano de obra, equipos, etc.) que participan en la actividad que se estudia, asignándole una barra vertical a cada recurso.

Tal barra se subdivide en el tiempo según la secuencia de actividades en que participa el respectivo recurso, incluyéndose los lapsos improductivos y de trabajo inefectivo. Dado que cada elemento de la cuadrilla es achurado en el mismo período de tiempo, la relación de éstos se puede observar mediante una comparación de líneas horizontales de referencia, pudiendo descubrirse patrones comunes que incidan en los ciclos de trabajo.

Tabla 10

Distribución de la Ocupación del Tiempo en Obras

Tipos de Trabajo	Valores Promedios
Trabajo productivo (TP)	60.0%
Trabajo contributorio (TC)	25.0%
Trabajo no contributorio (TNC)	15.0%

Fuente: Fuente: Ghio 2019, p. 41

Los indicadores de la carta balance se consideran las siguientes:

Trabajo productivo

Es el tiempo que el trabajador destina a la producción de alguna unidad constructiva.

Trabajos contributivo

Es el tiempo dedicado a labores necesarias para que se realicen las acciones productivas.

Trabajo no contributivo

Es el tiempo que no se aprovecha para trabajar, como por ejemplo descanso, tiempo ocioso, tiempo empleado en cubrir las necesidades fisiológicas, entre otros.

Método. En el proceso de aplicación de Lean construction el primer paso es realizar un estudio cuantitativo del tiempo de permanencia en obra de los trabajadores, para estimar que tan productiva es la labor de todo el conjunto de cuadrillas en la obra, es decir analizar cómo están distribuyendo el tiempo que debe ser dedicado para trabajar en la obra y así tener un estimado del tiempo dedicado realmente a hacer labores para optimizarlo y tomar medidas de corrección en cuanto al el tiempo desperdiciado (Añazco & Sánchez, 2017).

Para ello se realiza un formato de prueba llamado “Medición de pérdidas” o “Prueba de los cinco minutos”. Para el análisis de los resultados de los tiempos que se toman en campo es muy útil usar los diagramas de Pareto.

Figura 35

Ejemplo Carta Balance



Fuente: Añazco & Sánchez

Técnicas. El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, sino que en forma más inteligente (Instituto Tecnológico de Santo Domingo, 2017). Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo que materializa las actividades de interés (en tanto se haya escogido el método constructivo) son la reasignación de tareas entre sus miembros y/o la modificación del tamaño del grupo que conforma la cuadrilla.

La frecuencia sugerida de muestreo es de un minuto, con no menos de treinta observaciones (30 minutos) en total, o las que sean necesarias para observar dos ciclos seguidos completos. Con la observación que una persona difícilmente puede muestrear el trabajo consecutivo de más de ocho personas o recursos.

Dimensión 02: Value Stream Mapping. El value Stream Mapping es una herramienta Lean utilizada como técnica de diagnóstico, el cual permite esquematizar los procesos para generar un producto, en base a sus sub procesos, recursos y tiempos, en otras palabras, el ciclo de vida de producción. En base a lo establecido, se pueden tomar decisiones y proyectar procesos para optimizar recursos y generar mayor producción.

Entre las técnicas empleadas se consideran a los siguientes:

Rendimiento. Es la frecuencia de las unidades / características producidas o el tiempo promedio entre la producción completa de una unidad / característica y la producción completa de la siguiente. Utilizando nuestro escenario de desarrollo de funciones para una solución de software empresarial, el tiempo de ciclo es la cantidad de tiempo promedio que toma desde la finalización / implementación de una solicitud de función hasta la finalización / implementación de la siguiente.

Tiempo preparativo. Es la cantidad de tiempo necesaria para prepararse para un paso determinado. Para el desarrollo de aplicaciones a software, dependiendo del paso, esto puede indicar la cantidad de tiempo necesario para comprender qué se solicita específicamente o el tiempo necesario para configurar, poner en marcha o asignar un entorno de prueba.

Trabajo efectivo. Le da una idea del porcentaje del tiempo total que los procesos o sistemas están realmente activos. Para nuestro escenario, esto puede mostrar el tiempo de actividad del sistema o el tiempo de disponibilidad de los empleados.

Índice de Labor Contributaria. Es la medición de la cantidad promedio de tiempo necesario para que una solicitud de característica pase por todo el concepto del ciclo de desarrollo hasta la entrega, o desde el principio hasta el final del poste de la cerca.

Métodos. Comprender el alcance del flujo de valor que se examina es un buen comienzo al planificar su proceso Lean o mapa de flujo de valor. Este mapa es un área única en su organización. Sin embargo, cuando se incluyen varias plantas, clientes o proveedores, se crea un mapa de nivel ampliado.

Considere un mapa de nivel extendido como la vista del flujo de valores a 60,000 pies, el mapa de nivel de instalación a 30,000 pies y el mapa de nivel de proceso a 10,000 pies. Es mejor comenzar a hacer un diagrama de un mapa de nivel de instalación antes de intentar dibujar un mapa de nivel de proceso o un mapa de nivel extendido para no optimizar un área y sub optimizar otra.

Paso 1: Forme un equipo para crear el mapa de flujo de valor Lean

Forme un equipo multifuncional de gerentes y supervisores de alto nivel de toda su empresa. Los representantes de varios departamentos, como ventas, servicio al cliente, inventario, operaciones y más, ayudarán a garantizar que la información se pueda pasar libremente de un lado a otro y que los artículos no se escapen. Considere también agregar proveedores importantes a este grupo porque una perspectiva externa puede ser útil.

El tamaño ideal del equipo es de unos 8 miembros. Los equipos pequeños pueden perder elementos importantes, mientras que los equipos grandes pueden terminar siendo difíciles de administrar y coordinar.

Paso 2: El lanzamiento de Kaizen - Planificación de VSM

Una vez que haya formado su equipo de VSM, su siguiente paso es realizar un evento Kaizen de tres días. Kaizen es japonés y significa "cambio para mejor". Durante un kaizen, los miembros del equipo comienzan a desarrollar planes actuales y futuros. En el evento kaizen, el equipo debe completar cuatro pasos importantes:

- Determine la familia de procesos relacionado a las actividades que se estudian
- Dibuja el mapa del estado actual.
- Determine y dibuje el mapa del estado futuro.
- Elabora un plan para llegar al estado futuro (Puedes ser a nivel descriptivo o aplicativo)

Una vez que se hayan completado estos cuatro pasos y el equipo esté de acuerdo con los planes y tácticas, el equipo de VSM puede continuar con los siguientes pasos.

Paso 3: La familia de procesos: planificación de VSM

Una familia de procesos, también conocida como familia de productos, es un grupo de productos o servicios que pasan por los mismos pasos de procesamiento o similares.

Es importante que este paso se aplique a todos los equipos multifuncionales y áreas clave dentro de su empresa. Esto ayuda a garantizar que se incluyan todos los pasos vitales y que no se pase por alto ningún paso.

Paso 4: Identificar similitudes

Examine la matriz y busque secciones que tengan pasos de procesamientos similares o idénticos. También busque secciones que compartan aproximadamente el 80% de los pasos. Considere elementos que comparten muchos de los mismos pasos y procedimientos que se pueden crear juntos (por los mismos trabajadores usando pasos similares o relacionados) de manera más eficiente en una celda de fabricación.

Una vez que haya identificado similitudes, el equipo debe identificar en qué familia de procesos se concentrará primero. La lista a continuación representa algunas razones comunes para elegir ciertas áreas, y son áreas que el equipo de VSM debe considerar:

- Mayor "inversión por dinero"
- Mayor reducción en el tiempo de entrega o el inventario
- Mayor impacto para el cliente
- Mayor probabilidad de éxito
- Más visible para las partes interesadas
- Nuevo producto o línea de servicios
- Volumen o cantidad

Paso 5: Creación del mapa de estado actual: planificación de VSM

Para crear un mapa del estado actual, recopile los datos y la información "siguiendo el flujo" y entrevistando a las personas que realizan la tarea. Las personas que realmente realizan el trabajo (por ejemplo, operadores, ensambladores, técnicos) pueden responder preguntas y aclarar cualquier concepto erróneo o nociones preconcebidas sobre cómo se realizan las

tareas. Cuando su equipo esté "siguiendo el ritmo", asegúrese de recopilar información de alto valor de los empleados, que incluye:

- Tiempo de ciclo o tiempo de procesamiento
- Cambian con el tiempo
- Fiabilidad de los equipos
- Rendimiento de primera pasada
- Cantidades
- Número de operarios y turnos
- Información de copia impresa
- Información electrónica
- Niveles de inventario
- Tiempos de cola o espera

La información recopilada no tiene que ser perfecta ni demasiado detallada. Siempre que los datos brinden una imagen relativamente clara de los problemas principales, el equipo puede comenzar a construir su mapa de procesos ajustados.

Paso 6: Comience por crear la plantilla VSM básica

Una vez que su equipo haya recopilado y revisado la información obtenida mientras "sigue el flujo", comience a dibujar el mapa del flujo de valor. Las áreas clave en el mapa son:

- La esquina superior izquierda para obtener información sobre el proveedor
- La mitad superior del papel para el flujo de información.
- La mitad inferior para el flujo de material (o producto)
- Las canaletas en la parte superior e inferior para calcular el valor agregado y el tiempo sin valor agregado
- Calcule el tiempo del ciclo frente al tiempo de inventario (en días) para el flujo de material e información.

Cada VSM se verá ligeramente diferente según el proceso y cómo se dibujó. La Figura N° 36 a continuación presenta un ejemplo de un mapa de estado actual de VSM utilizado para una empresa de fabricación de metales.

Técnicas. Mapeo de la actividad del proceso: establezca flujos de procesos, identifique desperdicios y redundancias y analice el flujo de trabajo y los procesos comerciales.

Matriz de respuesta de la cadena de suministro: identifique cualquier obstáculo en el proceso mediante un diagrama simple.

Embudo de variedad de producción: busque en otros competidores e industrias para ver qué soluciones han descubierto para problemas similares.

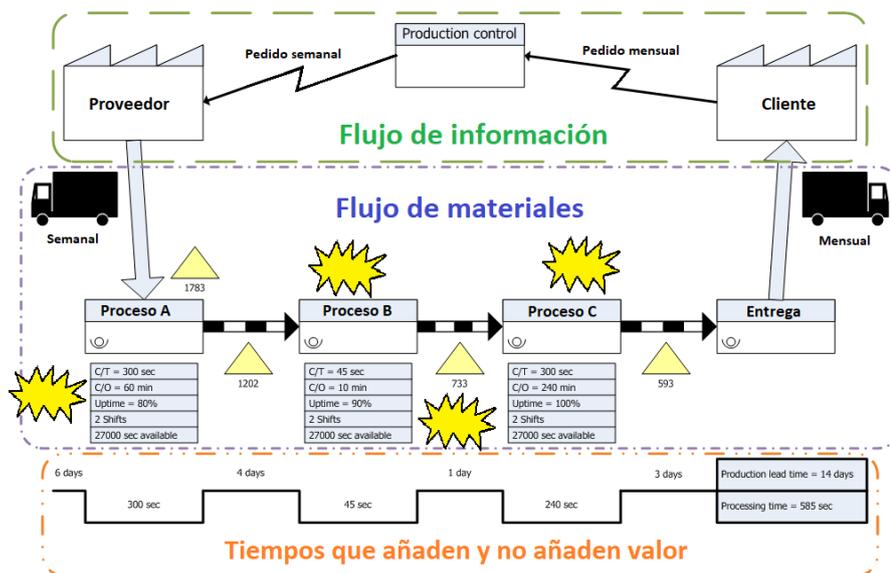
Mapeo de filtros de calidad: identifique cualquier defecto o problema en la cadena de suministro.

Análisis del punto de decisión: determine la demanda de empujar y tirar en la cadena de suministro, un proceso para determinar los pedidos de producción en función del inventario o la demanda del cliente.

Mapeo de la estructura física: una descripción de arriba hacia abajo de cómo se ve la cadena de suministro a nivel de la industria.

Figura 36

Modelo Value stream mapping



Fuente: Manual Lean

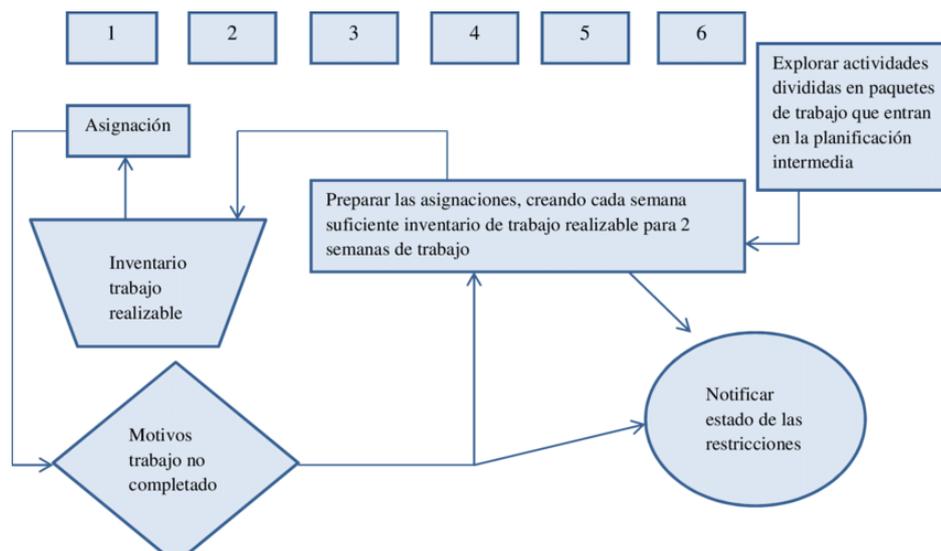
Dimensión 03: LookAhead. El LookAhead es una técnica del Last Planner, el cual nos permite programar actividades para corto plazo entre 2 a 4 semanas, con la finalidad de saber los detalles minuciosamente, y así conocer el desarrollo de este, buscando tomar decisiones oportunas o conocer el flujo con que se desarrollan las actividades.

Las técnicas empleadas son las siguientes:

Plazos. El cronograma LookAhead es una herramienta valiosa para que el contratista comunique el trabajo planificado para los próximos días, semanas, meses. La mayoría de las especificaciones del cronograma tienen un requisito para una o dos semanas atrás y cuatro a seis semanas por delante. Básicamente, el contratista filtra las actividades, por lo que solo se muestran las actividades en curso y las programadas para comenzar en las próximas cuatro a seis semanas. Esto es muy útil para el PM del propietario y el personal del sitio.

Figura 37

Proceso Lookahead



Fuente: Manual Lean

Técnicas. Se crea un cronograma maestro en la mayoría de los proyectos antes de comenzar la fase de ejecución. Dichos programas pueden servir para muchos propósitos, desde la planificación a largo plazo hasta la especificación de las condiciones de pago. Sin embargo, no es fácil detallar todas las tareas al principio debido a la falta de información sobre las condiciones reales de trabajo y los plazos de entrega. Por lo tanto, se requiere un cronograma a corto plazo para coordinar las actividades y dirigir la mano de obra. Estos programas de corto

plazo a menudo se denominan "programas de anticipación" porque se centran en objetivos a corto plazo.

El propósito del cronograma de anticipación de tres semanas es planificar las actividades y metas del proyecto para las próximas tres semanas. El cronograma general se utiliza para crear cronogramas de anticipación. Los programas de anticipación de tres semanas son las herramientas que se utilizan comúnmente para las reuniones semanales de progreso del trabajo. Los equipos de gestión de proyectos planifican planes de asignación de recursos y toman acciones para cumplir con el cronograma. Los planes de adquisición de material a corto plazo se pueden realizar obteniendo las fechas de inicio y finalización de las actividades que existen en los cronogramas de anticipación.

Los cronogramas de anticipación se usan comúnmente en la industria de la construcción para enfocar la atención de la gerencia en lo que se supone que sucederá en algún momento en el futuro y para alentar acciones en el presente que causen ese futuro deseado. Sin embargo, los programas de anticipación rara vez se conciben con el propósito específico de producir asignaciones sólidas, ni se proporcionan procedimientos para los procesos de anticipación.

Productividad en Obra

Concepto. La productividad es simplemente la medida de la eficacia del esfuerzo. La tasa de productividad se mide como producción total por unidad de insumo. En la construcción, un ejemplo de producción sería algo así como los pies cuadrados de piso instalado o yardas cúbicas de tierra excavada, y la entrada normalmente se mide en horas-hombre. Maximizar la productividad en un lugar de trabajo significa trabajar de manera eficiente para controlar los costos y cumplir con el cronograma. Los proyectos que se completan por debajo del presupuesto y antes de lo programado generalmente dan como resultado márgenes de ganancia más altos, por lo que las empresas de construcción siempre buscan mejorar la productividad.

Teoría. La productividad es probablemente uno de los aspectos más importantes a tener en cuenta en sus proyectos de construcción, junto a la calidad y la seguridad. La productividad de su equipo determinará si cumplirá con su fecha límite y se mantendrá dentro del presupuesto. Por lo tanto, a medida que avanza con su proyecto, será beneficioso para usted, como líder del equipo, medir la productividad.

La productividad y ha concentrado en una amplia gama de asociaciones, concretamente en el último decenio, debido esencialmente a la gran potencia del mercado que requiere elevados niveles de productividad (Consultoría Maxime, 2014). En el negocio de la construcción en el

Perú, los enfoques de productividad son escasos, siendo la razón fundamental, la ausencia de información sobre los enfoques para su uso.

Figura 38

Indicadores de Productividad



Fuente: Manual Lean

La construcción es una acción que, especialmente en la nación, presenta un extraordinario potencial para lograr mejores índices de productividad y rendimiento. En cualquier caso, una parte importante de este proceso se realiza de manera sencilla, es decir, con una alta calidad. En general, no hay ciertamente un alejamiento con respecto a los miembros asociados a la construcción, para mejorar la utilización de los activos, existiendo una protección especial de los avances.

Añadiendo a lo que el pasaje pasado trae a colación; existe la posibilidad de que la parte de la construcción sea un segmento de baja productividad, y una de las causas es la ausencia de arreglos o hay una inclinación a utilizar un arreglo convencional que resulta por y para ser un manejo insuficiente, desde la perspectiva de la resistencia.

A pesar de lo que cabría esperar, el nuevo modelo de disposición permite descubrir los contratiempos, logrando la competencia (mayor productividad), teniendo la opción de filtrar las proporciones de productividad durante toda la etapa de desarrollo de la tarea. Este nuevo modelo de ordenación depende del razonamiento de Lean construction y sus diferentes mecanismos que permiten estimar la presentación de la gestión y, lo que es más importante, decidir con precisión el valor y los inconvenientes relacionados con las distintas formas de trabajo.

Es responsabilidad del contratista general y subcontratista administrar de manera eficiente los recursos de construcción. Esta mera tarea puede conducir a una mayor productividad de todo el equipo y lograr ahorros de tiempo y costos. A lo largo de los años de observación de lo que lleva a un proyecto de construcción a su éxito, se ha descubierto que la baja productividad es la principal causa del sobrecoste y el paso del tiempo. Y la razón principal por la que la productividad es baja es que el contratista y el subcontrolador no administran adecuadamente sus equipos.

Una parte de la gestión de proyectos es medir la productividad del equipo para asegurarse de que el proyecto está progresando. Sin ningún esfuerzo de medición, el contratista no podrá identificar retrasos y sobre costos inminentes. No podrán elaborar estrategias sobre un nuevo plan para compensar estos retrasos y los costos excesivos. Al final, el proyecto fracasa y el contratista tiene la culpa.

Pero medir la productividad no es tan simple como parece. Con una gran cantidad de piezas móviles y materiales para administrar, sería difícil verificar manualmente todos los aspectos del proyecto y comparar los logros del día a día solo para conocer el estado actual del proyecto.

Dimensión 01: Rendimiento. Se refiere comúnmente a la realización de obras de acuerdo con los requisitos establecidos en un contrato. Los requisitos de desempeño pueden incluir: Progreso de las obras de acuerdo con el programa. Finalización de las obras antes de la fecha de finalización. Satisfacer las normas de calidad, salud y seguridad, medioambientales y de otro tipo.

Se presentan los siguientes indicadores:

Rendimiento. Una medida de la eficiencia de la construcción, que es igual a la productividad planificada dividida por la productividad real. Esta relación a veces se denomina valor PF o relación de tasas. Una proporción superior a 1.0 significa un desempeño mejor que el planeado.

Productividad. La productividad se mide comparando la cantidad de bienes y servicios producidos con los insumos que se utilizaron en la producción. La productividad laboral es la relación entre la producción de bienes y servicios y las horas de trabajo dedicadas a la producción de esa producción. El cálculo básico de la productividad es simple:

Productividad = producción total / insumo total.

Dimensión 02: Plazo de ejecución. Es el valor en unidades de día, horas, minutos para desarrollar actividades específicas. Estos plazos pueden involucrar recursos humanos hasta materiales, los cuales tiene gran incidencia en la producción general del proyecto.

Se presentan los siguientes indicadores:

Avance diario. El control del progreso es crucial para el éxito de la gestión de los proyectos de construcción. El progreso de la construcción puede caracterizarse por el porcentaje completado, que implica una compleja medida de tiempo y coste.

Velocidad de trabajo. Las relaciones de productividad de mano de obra y equipo se utilizan en la industria de la construcción para estimar cuánto tiempo se necesita para completar un determinado trabajo.

Dimensión 03: Flujo Económico. El flujo económico en las partidas de construcción permite conocer cómo se distribuye los costos de recursos para convenir el objetivo físico. Permite visualizar el desarrollo en base al factor monetario y tomar decisiones en donde se requiere proyectar mayores recursos.

Se presentan el siguiente indicador:

Costo hh. El costo horas hombre es un indicador monetario, el cual nos da entender la cantidad de recurso monetario que necesita una hora de trabajo de un obrero.

Definición de Términos

Aspecto económico

Son los costos directos empleados para generar o adquirir un recurso cuantificable. En la construcción se relaciona a los gastos empleados para realizar actividades específicas. (Padilla Bonilla, 2016)

Carta Balance

(Serpell, 2002) la Carta de balance es también llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos en función a los recursos (mano de obra, equipos, entre otros.) que participan en la actividad. Los recursos son representados por barras las cuales se subdividen en el tiempo según la secuencia de actividades considerando también los tiempos improductivos. Estas mediciones nos ayudarán a tener clara la secuencia constructiva empleada para poder después poder optimizar el proceso que se está analizando.

Lean Construction

(Muñoz, Moreno, & Mosquera, 2021) definen a Lean Construction como un enfoque dirigido a la gestión de proyectos de construcción. Mencionan que se originó en el Lean, desarrollado entre sus principios básicos como reducir las pérdidas en las actividades de construcción, el incremento de valor para el cliente y la mejora continua

Losa aligerada

Es un elemento estructural conformado por viguetas, losa, ladrillos y refuerzos que sirven para transmitir las cargas puesta en su área de influencia hacia otros elementos estructurales verticales. (Botero Botero & Álvarez Villa, 2017)

Plazos

Es la cantidad de tiempo establecido para cumplir ciertas actividades planificadas (Ballard & Howell, 2018)

Productividad

(Velázquez R, 2020) define la productividad como la relación entre el número de bienes y servicios producidos (producción) y la cantidad de recursos como mano de obra, capital y otros para obtenerlos (insumos).

Rendimientos

Según (Ayala M, 2021) el rendimiento es aquella cantidad de trabajo realizado para una determinada actividad en un rango de tiempo. En el sector construcción es el tiempo que emplea un obrero para ejecutar completamente una cantidad de obra.

Trabajo productivo

Según (Cantu, Moreno, & Garcia, 2016) es aquel trabajo que aporta en forma directa a la producción, incluyendo actividades tales como la colocación de ladrillos, el pintado de un muro, vaciado de concreto, entre otros más.

Trabajos contributivo

Según (Cantu, Moreno, & Garcia, 2016) el trabajo contributivo es el tiempo dedicado a labores necesarias para que se realicen las acciones productivas.

Trabajo no contributivo

Según (Cantu, Moreno, & Garcia, 2016) el tiempo no contributivo es cualquier actividad que no corresponda a alguna de las categorías anteriores, por ejemplo: caminar con las manos vacías, esperar que otro obrero termine su trabajo, entre otros.

Value Stream Mapping

Según (Bravo & Alvarado, 2019), Value Stream Mapping es una herramienta ampliamente utilizada para ver y entender un proceso con el objetivo de identificar desperdicios generados en este, permitiéndose la identificación de fuentes de ventaja competitiva y el establecimiento de un lenguaje común entre los usuarios de la herramienta que posibilita la comunicación de ideas orientadas a la mejora continua del proceso estudiado.

Lookahead

Según (Franco, Mendoza, & Hernández, 2017), el Lookahead es un cronograma de ejecución a corto plazo. Básicamente se integran actividades que deben ejecutarse entre 4 a 6 semanas. Su principal propósito es controlar el flujo de trabajo, como las coordinaciones de entregables de ingeniería en el sector construcción, recursos (mano de obra, materiales, herramientas, equipos, entre otros) y otros elementos que cumplen el aporte para integrar las cuadrillas correctamente.

CAPITULO II. METODOLOGIA

Variables

Variable Independiente

Aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead.

La aplicación de las herramientas Lean mencionadas se emplearán por etapas, en primer lugar, el diagnóstico del avance lo determinará la Carta balance, obteniendo indicadores de productividad y en base a ello, la toma de decisiones para aplicar la herramienta VSM, el cual permitirá mejorar los procesos, no obstante, esto será aplicado a una cadena de valor, la cual será elaborada paralelamente en la etapa inicial con la carta balance, con el fin de entender cómo se desarrollan los procesos.

El lookahead por su parte, permitirá visualizar el flujo de las actividades en plazos costos, lo que ayuda a entender minuciosamente el cumplimiento de plazos por actividad, y como consecuencia los costos que se emplearan para cada una de ellas.

Variable Dependiente

Productividad en obra. La productividad en la presente investigación es una eficiencia que puede desarrollar la mano de obra en las partidas que puedan estar involucrados. Entre las dimensiones que puedan involucrar a la productividad son las siguientes:

Rendimiento de la mano de obra. Es la eficiencia medible que puede desarrollar el personal obrero. Los indicadores es el rendimiento por jornal de trabajo. Asimismo, el indicador productividad determina los trabajos de generar valor y nos que generan pérdida de recursos.

Plazo de Ejecución. Es la cantidad de días que tomará desarrollar la ejecución de la losa aligerada. Los indicadores de medición serán los reportes de avance diario y la velocidad de trabajo que desarrollan.

Aspecto económico. Es la variación de la inversión para concebir la losa aligerada, el cual estará dividida por partidas. Los indicadores de medición serán por costos horas hombre y la velocidad de inversión por partida respecto a la mano de obra.

Por otra parte, las variables se desarrollan de la siguiente manera.

Tabla 11

Variable de estudio en propuesta de hipótesis

HIPOTESIS	DESCRIPCIÓN DE VARIABLES	
	V.1	V.2
Hipótesis General		
La aplicación de la Carta Balance influirá positivamente en la productividad de la ejecución de losas - Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II	Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead	Productividad en la ejecución de losa aligerada
Hipótesis específicas		
Hipótesis específica 1	D1xV.I	D1xV.2
La aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping influirá en el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas	Carta Balance y Value Stream Mapping	Rendimiento de la mano de obra
Hipótesis específica 2	D2xV.I	D2xV.2
La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas del proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II	Value Stream Mapping y LookAhead	Condiciones de plazo
Hipótesis específica 3	D3xV.I	D3xV.2
La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead influirá en el aspecto económico de la ejecución de losas del Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II	Value Stream Mapping y LookAhead	Flujo económico

Fuente: Propia

Operacionalización de Variables

En relación a la investigación de (Espinoza Freire, 2019) menciona que la operacionalidad de variables está constituida por una serie de procedimientos o indicaciones para realizar la medición de una variable definida conceptualmente. En esta se intenta obtener la mayor información posible de la variable seleccionada, a modo de captar su sentido y adecuación al contexto. Y para ello deberá hacerse una cuidadosa revisión de la literatura disponible en marco teórico.

Tabla 12

Operacionalización de variables de la investigación

Variab les	Dimensiones	Indicadores	Unidades
Aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead	Carta Balance	Trabajo productivo	Porcentaje
		Trabajos contributorio	Porcentaje
		Trabajo no contributorio	Porcentaje
	Value Stream Mapping	Rendimiento	Und/día
		Tiempo preparativo	Porcentaje
		Trabajo efectivo	Porcentaje
		Índice de Labor contributaria	Porcentaje
	LookdAhead	Plazos	Horas Hombre
	Productividad en Obra	Rendimiento	Rendimientos
Productividad			Und/hh
Plazos		Avance diario	Und
		Velocidad de trabajo	Und/hh
Aspecto económico		Costo hh	Soles
		Velocidad de Inversión	Soles/hh

Nota. Las unidades mostradas son unidades de medidas como se dan los resultados en la presente investigación. Fuente: Propia

Diseño de la Investigación

Enfoque

Se ha utilizado un enfoque Cuantitativo, donde se realizan mediciones y procesos numéricos. Respecto a ello, (Otero O, 2017) menciona que este proceso de investigación se concentra en las mediciones numéricas, el cual utiliza la observación del proceso en forma de recolección de datos y los analiza para llegar a responder sus preguntas de investigación realizando análisis estadísticos. Asimismo, (Hernández S, Fernández C, & Baptista L, 2014) señalan que el enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio, el cual surge la necesidad de medir y estimar magnitudes de los fenómenos o problemas de investigación.

Figura 39

Partes de un enfoque cuantitativo



Fuente: Enfoques De Investigación, Métodos para el Diseño Urbano - Arquitectónico

Alcance

La presente investigación es de alcance Explicativa. Para (Hernández S. , 2014) en la investigación explicativa buscan responder por las causas de los fenómenos físicos (variables independientes), responder por qué ocurre y en qué condiciones o por qué se relaciona con otras variables (causa-efecto).

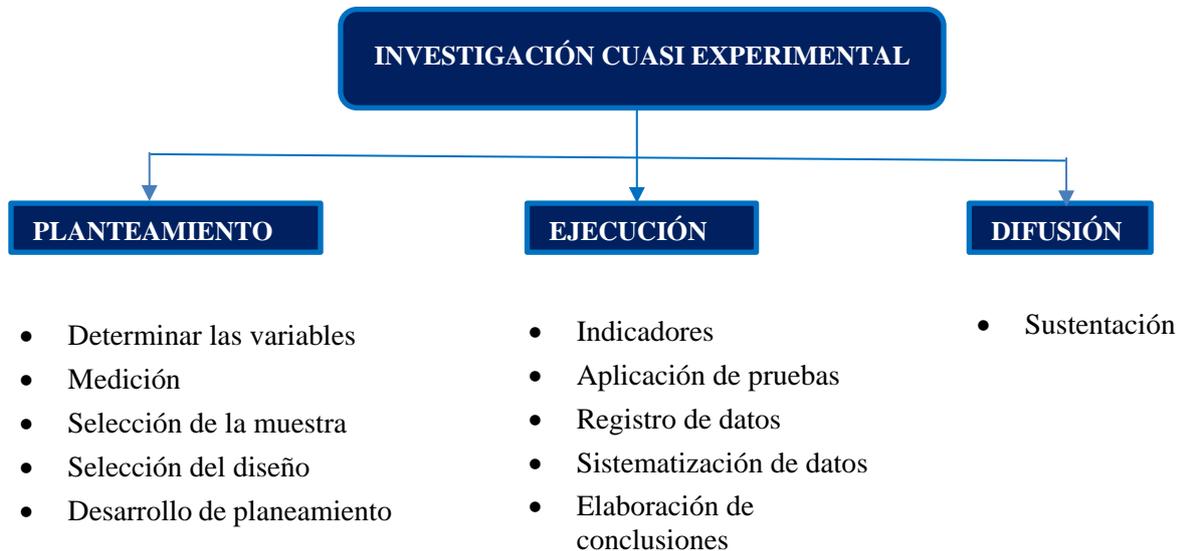
Diseño

La investigación es de diseño Cuasi experimental. Para (Vargas H. & Bohorquez M., 2018) los diseños cuasi experimentales controlan algunas variables extrañas que pueden mezclarse con la variable independiente y alterar el resultado, este tipo de diseño se encuentra en un punto intermedio entre los diseños pre experimentales y experimentales. En ellos hay cierto grado de manipulación de la variable independiente. Con el fin de

comprobar su efecto en la variable dependiente; por tanto, busca establecer relaciones causales entre ambas variables.

Figura 40

Flujo de aplicación de una investigación cuasi experimental



Fuente: Hernandez & Hernandez

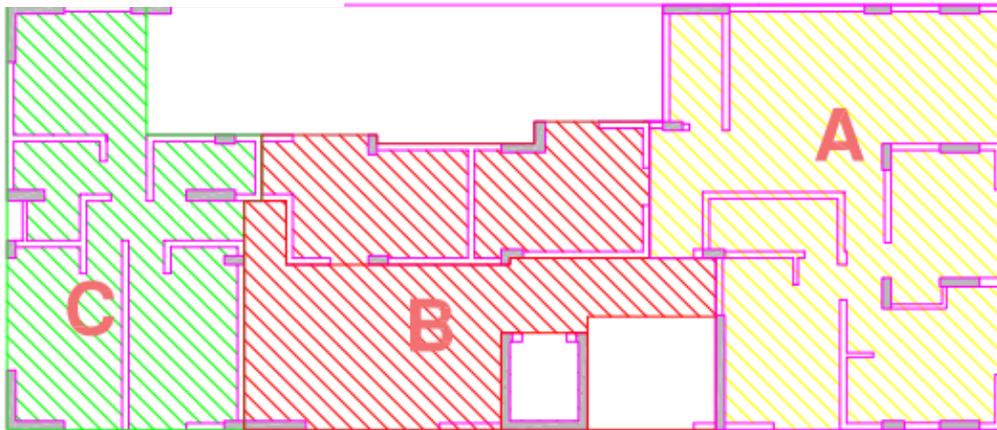
Población y Muestra de la Investigación

Población. Tal como menciona (Tamayo & Tamayo, 2012), la población se presenta como la totalidad de la obra a analizar, donde las unidades de población tienen una impronta regular que se piensa y se ofrece a elevarse a los datos del estudio. Para efectos de la presente investigación se considera como población al conjunto de actividades que se realizan en la etapa de construcción de losa aligerada en edificios multifamiliares, Distrito de San Miguel, Provincia y Departamento de Lima.

Muestra. Según (Ventura N. & Barboza P., 2017) las muestras deben ser representativas, quiere decir que deben mostrar las características de la población de estudio, el cual garantiza la calidad en la información. En tal sentido, la muestra en la investigación son las partidas de ejecución de losa aligerada en el proyecto Carlos Gonzales II, ubicado en el Distrito de San Miguel, Provincia y Departamento de Lima. El estudio de la muestra está sectorizado, los cuales permiten delimitar los objetivos a alcanzar. Por nivel de piso, el proyecto se encuentra dividido en 3 sectores, el cual suman un total de área techada de 342.50 m².

Figura 41

Sectorización del proyecto



Fuente: Propia

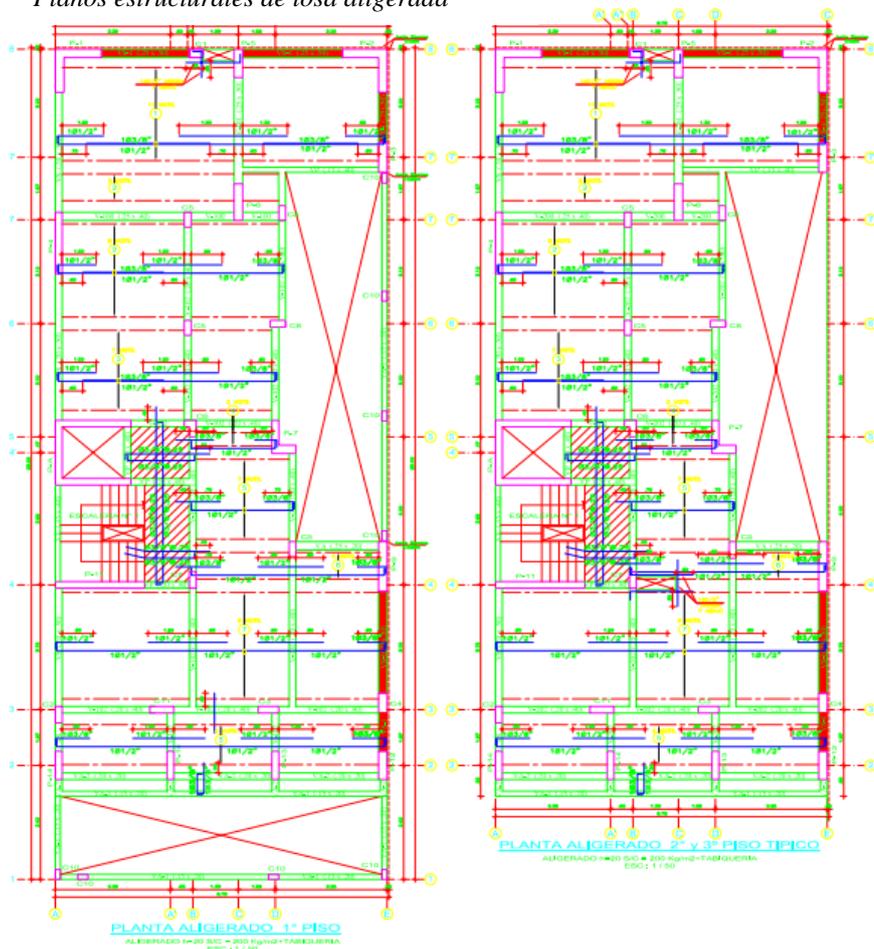
Sector A: 122.32 m² de área techada

Sector B: 94.56 m² de área techada

Sector C: 78.58 m² de área techada

Figura 42

Planos estructurales de losa aligerada

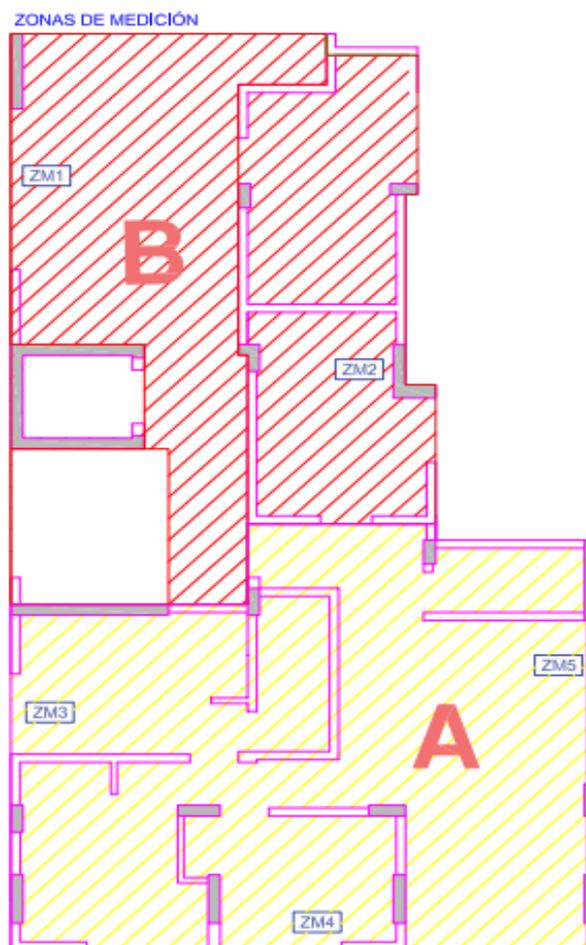


Fuente: Propia

Muestreo. En la investigación el tipo de muestreo es intencional. Sobre ello (Mendoza V. & Ramírez F., 2020) mencionan que es una técnica de muestreo no probabilístico en la que los miembros de la muestra se eligen sólo sobre la base del conocimiento y el juicio del investigador. En tal sentido, en la investigación inicialmente se presentaron diversas obras de áreas techadas en mayor dimensión, los cuales fueron enviadas cartas al área administrativas para obtener los permisos correspondientes, los cuales en mucho fueron rechazados los permisos por políticas internas de seguridad u otros por falta de convenios de centro educativo con empresas constructoras. En base a lo señalado y la facilidad para acceder a la información en el proyecto Carlos Gonzales, se optó por este último para realizar el estudio, el cual presenta un área techada de 216.86 m², desarrollados en 2 sectores según la planificación inicial. A continuación, las áreas techadas correspondientes a cada sector.

Figura 43

Área de estudio



Fuente: Propia

Técnicas e Instrumentos de Recolección y Análisis de Datos

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para (Aguilar, 2016), los investigadores siempre tendrán el apoyo de la técnica de la observación, así utilicen otros métodos, su principio metodológico se centra en la técnica de la observación, y el éxito o fracaso dependerá de cuál se emplea en la investigación. En el presente trabajo se empleó la técnica de la observación experimental, donde se tomó lectura de los trabajos de la mano de obra bajo el indicador del tiempo para así este ser analizado. Por otra parte, los instrumentos para la recolección de datos fueron hojas de cálculo, desarrollados bajo los escenarios para la toma de datos en la obra seleccionada. A continuación, se detalla las hojas de cálculo empleados:

Figura 44

Herramientas empleadas en la investigación

FORMATOS	DOCUMENTOS / EQUIPOS
Hoja de cálculo para la medición de Rendimientos	Cronometro
Hoja de cálculo para la aplicación de la Carta Balance	Expediente Técnico Cronometro
Formato de dibujo de Procesos para la aplicación del Value Stream Mapping	Programación semanal
Hoja de cálculo del LookHead	Expediente Técnico

Fuente: Propia

Análisis de Datos

En la investigación se emplearán software de Microsoft Office tales como Excel, Word, Visio y SPSS. Las herramientas convencionales de Office se usarán para recopilar y analizar información medidas en campo como son los tiempos de los rendimientos, productividad bajo la carta balance y aplicación del LookHead. Respecto a la herramienta SPSS (Statistical Package for the Social Science o paquete estadístico de las ciencias sociales) es un software para ingresar información de gran volumen y procesarlo, obteniendo gráfico y tablas estadísticas.

Los reportes estadísticos permitirán contrastar la hipótesis general y las hipótesis específicas mediante pruebas de normalidad de Shapiro Wilk y Wilconxon. Es así como se determinará la influencia del Value Stream Mapping para una mejor producción de la

mano de obra en el Proyecto Carlos Gonzales II, ubicado en la Calle Carlos Gonzales con Esq. Psje Daniel A. Carrión Mz C-05, Lote 15, en el Distrito de San Miguel.

Desarrollo de Objetivos

Desarrollo del Objetivo General, respecto la Influencia en la Aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead (herramientas Lean) en la Productividad de la ejecución de Losas Aligeradas

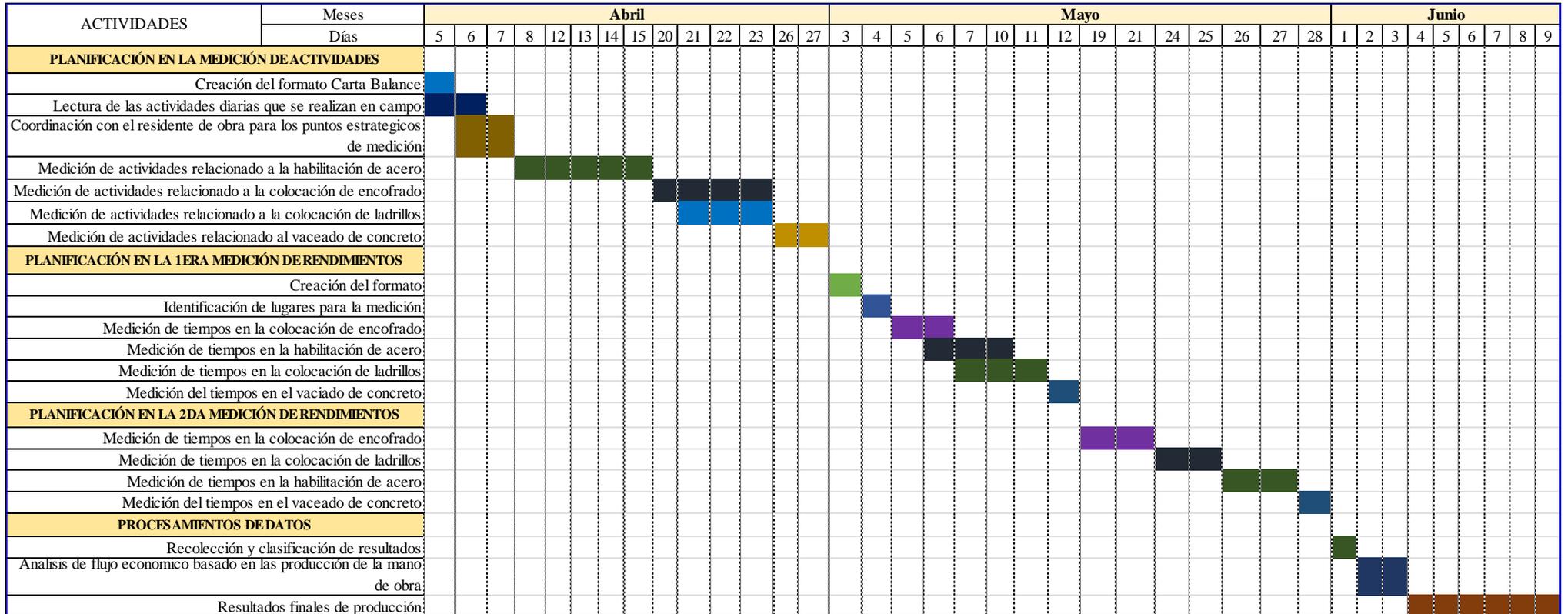
Para el desarrollo de la investigación se ubicó el proyecto el cual estaba en ejecución (etapa 2do nivel), donde se ejecutaban elementos verticales y losas aligeradas. La ejecución estuvo a cargo del ingeniero residente y el equipo de cuadrillas para la ejecución. Es así como se inició el escenario para realizar la toma de datos en relación a la productividad que desempeñaban la mano de obra, buscando maximizar el desempeño del mismo y ver la comparativa respecto a valores planificados. La aplicación de la herramienta VSM está básicamente enfocada a la manufactura en empresas de producción de insumos, son limitadas las aplicaciones a edificaciones y es así como se busca dar una buena práctica de su aplicación en la ejecución de losas las cuales son fundamentales para la producción en obra. Es así como (López M & Peirone, 2018) en su tesis titulada Optimización de los procesos productivos, menciona que entre un 40% y 50% del tiempo que se emplea es no productivo, para ello se tiene que mejorar la calidad, ya que la sin calidad, no hay productividad, razón por el cual se busca minimizar los trabajos no productivos en la ejecución de losas aligeradas y generar mayor rentabilidad de costos de la mano de obra.

Es así que se realizaron los siguientes procedimientos:

En primer lugar, se establece el cronograma para la toma y análisis de datos recopilados, el cual consiste en dos procesos de medición, para la etapa inicial (diagnostico) y etapa final, donde se aplique el Value Stream Mapping y se mida los resultados de este.

Figura 45

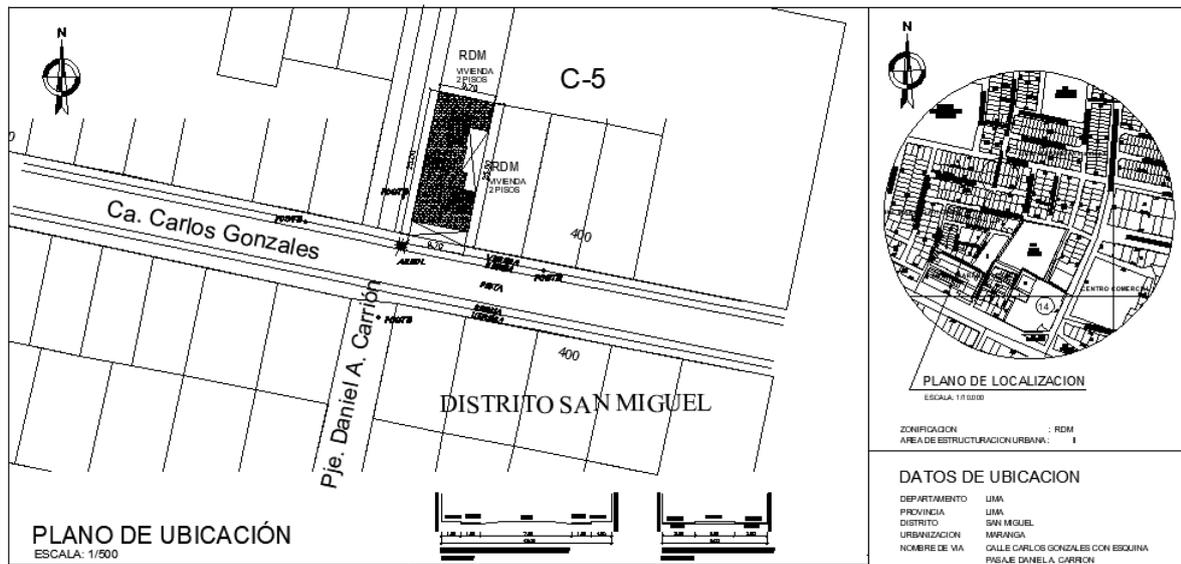
Cronograma de actividades realizadas en la investigación



Fuente: Propia

Figura 46

Ubicación del Proyecto



Fuente: Propia

La ubicación del proyecto: Calle Carlos Gonzales con Psje. Daniel A. Carrion.

Distrito : San Miguel

Departamento : Lima

Figura 47

Panel fotográfico de la edificación



Fuente: Propia

El proyecto Carlos Gonzales II se encuentra en el centro del distrito de San Miguel, el cual es un punto estratégico para las ventas de departamentos.

Figura 48

Inspección de los avances ejecutados



Fuente: Propia

Figura 49

Colocación de encofrado



Fuente: Propia

Figura 50

Colocación de ladrillos



Fuente: Propia

Figura 51

Colocación de acero



Fuente: Propia

Figura 52

Vaciado de concreto



Fuente: Propia

Se observó en el interior de la obra, las diversas actividades constructivas que se realizan por determinada partida. En la obra existen diversas subcontratas los cuales son independientes de las actividades que puedan realizar, por ello, en algunos casos se observa personal sin indumentaria correspondiente, la cual también genera baja productividad en el global de desempeño.

La aplicación de las herramientas Lean permiten tener lectura de las actividades que se realizan a diario y el aporte de ello en la productividad en general. Los pilares importantes en la productividad son los costos, plazos y rendimientos que puedan generar los recursos empleados; en esta investigación, los indicadores se establecerán en función a la mano de obra.

A continuación, se presentan los modelos de medición y análisis de datos.

Tabla 13

Modelo de Carta Balance

		OP 1 PEDRO	OP 2 JULIAN	OF 1 ROBERTO	OF 2 SHARON	PE 1 MARTIN	PE 2 CARLOS
00:01	N°						
09:30	1	M	M	M	O	O	O
09:31	2	M	M	M	O	O	O
09:32	3	M	M	M	R	O	O
09:33	4	M	M	M	R	O	O
09:34	5	M	M	M	R	O	O
09:35	6	M	M	M	T	T	T
09:36	7	M	M	T	T	T	T
09:37	8	N	M	T	T	T	T
09:38	9	N	M	T	T	L	T
09:39	10	N	M	T	T	L	T
09:40	11	N	M	T	I	I	T
09:41	12	M	1	1	I	I	T
09:42	13	1	1	1	I	I	I
09:43	14	1	1	1	I	I	I
09:44	15	1	1	1	I	I	I
09:45	16	1	1	1	2	I	I
09:46	17	1	1	2	2	R	I
09:47	18	1	1	2	2	R	I
09:48	19	1	1	2	2	R	L
09:49	20	1	1	2	2	L	L
09:50	21	1	1	2	2	L	L
09:51	22	2	1	2	2	L	2
09:52	23	2	2	2	2	L	2
09:53	24	2	2	2	2	2	2
09:54	25	2	2	2	2	2	2
09:55	26	1	2	1	2	2	2
09:56	27	1	2	1	L	2	2
09:57	28	1	1	E	L	2	T
09:58	29	1	1	E	L	2	T
09:59	30	1	1	E	L	2	T

Trabajo Productivo		Trabajo No Contributorio	
1	Tomar medidas al acero	E	Descansar
2	Realizar corte al acero	O	Esperar
3	Armado de los elementos de acero	D	Conversar
4	Colocación de acero	N	Ir a SSHH
		V	Caminando
		R	Mirando
Trabajo Contributorio			
M	Leer planos		
T	Recibir/Dar instrucciones al personal obrero		
L	Doble del acero		
I	Transporte de acero		

Fuente: Propia

El modelo de la Carta Balance se empleó para medir la incidencia de la mano de obra en la productividad en losas aligeradas, la cual permiten tomar decisiones según su reporte de producción y examinar el rendimiento personalizado para cada actividad. En la investigación, se tomó medición a 4 partidas involucradas en la ejecución de losas aligeradas, como son el encofrado, la colocación de ladrillos, habilitación del acero y vaciado de concreto. En la tabla N°14, se especifican las actividades que se pudieron observar según para cada partida.

Tabla 14
Actividades consideradas en la medición de la productividad

PARTIDA	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
ENCOFRADO	Tomar medidas de las tablas	Leer planos	
	Colocación de las tablas	Recibir/Dar	
	Tomar medidas en soleras	instrucciones	Descansar
	Corte de soleras	Transporte de soleras	Esperar
	Colocación de soleras	Transporte de pie	Conversar
	Tomar medidas de pie derechos	derecho	Ir a SSHH
	Colocación de pies derechos	Transporte de complementos de	Caminando
	Colocación de cuñas	madera	Mirando
	Clavar madera		
LADRILLOS			Descansar
		Leer planos	Esperar
	Colocación del ladrillo	Recibir/Dar	Conversar
	Habilitación del ladrillo	instrucciones	Ir a SSHH
		Transporte de ladrillos	Caminando Mirando
ACERO	Tomar medidas al acero	Leer planos	Descansar
	Realizar corte al acero	Recibir/Dar	Esperar
	Armado de los elementos de acero	instrucciones al personal obrero	Conversar
	Colocación de acero	Doble del acero	Ir a SSHH
		Transporte de acero	Caminando Mirando
VACIADO DE CONCRETO		Leer planos	
		Recibir/Dar	
	Vaciado de concreto	instrucciones al personal obrero	Descansar
	Esparcir la mezcla		Esperar
	Reglear	Dar instrucciones al operador de la bomba	Conversar
	Vibrado eléctrico del concreto	de concreto	Ir a SSHH
		Verificar posibles fugas de concreto	Caminando Mirando

Fuente: Propia

Proceso de recopilación y análisis de datos en el modelo Carta Balance

a. Datos generales (Modelo “Acero en Losa Aligerada”)

Figura 53

Formato Carta Balance

DATOS GENERALES - CARTA BALANCE	
AUTOR	JESUS ORENCIO SANTOS
Obra	CARLOS GONZALES II
LUGAR	SAN MIGUEL - LIMA
Actividad	ACERO LOSA ALIGERADA
Descripción	
Fecha	
Hora Inicio	09:30
Hora Fin	11:00
Cuadrilla	
Cargo	Nombre
OP 1	PEDRO
OP 2	JULIAN
OF 1	ROBERTO
OF 2	SHARON
PE 1	MARTIN
PE 2	CARLOS

Trabajo Productivo	
1	Tomar medidas al acero
2	Realizar corte al acero
3	Armado de los elementos de acero
4	Colocación de acero

Trabajo Contributorio	
M	Leer planos
T	Recibir/Dar instrucciones al personal obrero
L	Doble del acero
I	Transporte de acero

Trabajo No Contributorio	
E	Descansar
O	Esperar
D	Conversar
N	Ir a SSHH
V	Caminando
R	Mirando

Nota. Se muestra los datos personalizados a cada obrero y las actividades que se incluyen para el análisis para cada trabajo de producción. Fuente: Propia

b. Recopilación de información

Figura 54

Formato para recopilar información de tiempos

		OP 1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1	PE 2
		PEDRO	JULIAN	ROBERTO	SHARON	MARTIN	CARLOS
00:01	N°						
09:30	1	M	M	M	O	O	O
09:31	2	M	M	M	O	O	O
09:32	3	M	M	M	R	O	O
09:33	4	M	M	M	R	O	O
09:34	5	M	M	M	R	O	O
09:35	6	M	M	M	T	T	T
09:36	7	M	M	T	T	T	T
09:37	8	N	M	T	T	T	T
09:38	9	N	M	T	T	L	T
09:39	10	N	M	T	T	L	T
09:40	11	N	M	T	I	I	T
09:41	12	M	1	1	I	I	T
09:42	13	1	1	1	I	I	I
09:43	14	1	1	1	I	I	I
09:44	15	1	1	1	I	I	I
09:45	16	1	1	1	2	I	I
09:46	17	1	1	2	2	R	I
09:47	18	1	1	2	2	R	I
09:48	19	1	1	2	2	R	L
09:49	20	1	1	2	2	L	L
09:50	21	1	1	2	2	L	L
09:51	22	2	2	2	2	L	2
09:52	23	2	2	2	2	L	2
09:53	24	2	2	2	2	2	2
09:54	25	2	2	2	2	2	2
09:55	26	1	2	1	2	2	2
09:56	27	1	2	1	L	2	2
09:57	28	1	1	E	L	2	T
09:58	29	1	1	E	L	2	T

Nota. En la recopilación de información se miden los tiempos que se emplean para realizar diversas actividades según corresponda. Fuente: Propia

Figura 55

Trabajos productivos en colocación de acero



Fuente: Propia

Figura 56

Trabajos no productivos



Fuente: Propia

c. Niveles de productividad en la mano de obra (Acero en losa aligerada)

Tabla 15

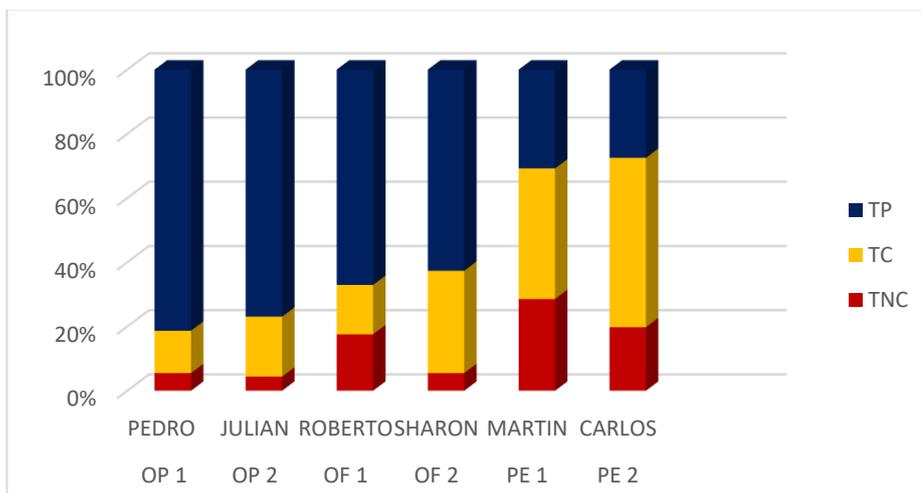
Productividad en la habilitación de acero

	OP 1 PEDRO	OP 2 JULIAN	OF 1 ROBERTO	OF 2 SHARON	PE 1 MARTIN	PE 2 CARLOS
TP	81%	77%	67%	63%	31%	27%
TC	13%	19%	15%	32%	41%	53%
TNC	5%	4%	18%	5%	29%	20%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Fuente: Propia

Figura 57

Diagrama de barras de producción obrera en el acero



Fuente: Propia

En los reportes de respuesta productiva, se muestra los niveles de productividad para cada personal obrero. Los operarios son quienes mejor desempeño realizan en sus trabajos, no obstante, los peone necesitan de una mejor distribución en sus actividades para maximizar su rendimiento.

Resultados obtenidos en las 4 partidas analizadas (fase inicial)

Tabla 16

Niveles de productividad global antes del VSM

NIVELES DE PRODUCTIVIDAD EN OBRA (ANTES DE APLICAR EL VALUE STREAM MAPPING)				
TIPO DE PRODUCTIVIDAD	ENCOFRADO	COLOCACIÓN DE LADRILLOS	HABILITACIÓN DE ACERO	VACIADO DE CONCRETO
Trabajo Productivo	44.11%	44.27%	57.69%	62.79%
Trabajo Contributorio	33.59%	35.32%	28.75%	20.57%
Trabajo No Contributorio	22.29%	20.41%	13.55%	16.64%

Nota. Al tener un trabajo no contributorio mayor al 10% se plantea mejorar el flujo de trabajo que realizan mediante el Value Stream Mapping. Fuente: Propia

Tabla 17

Niveles de productividad global después del VSM

NIVELES DE PRODUCTIVIDAD EN OBRA (DESPUES DE APLICAR EL VALUE STREAM MAPPING)				
TIPO DE PRODUCTIVIDAD	ENCOFRADO	COLOCACIÓN DE LADRILLOS	HABILITACIÓN DE ACERO	VACIADO DE CONCRETO
Trabajo Productivo	54.29%	46.00%	62.86%	68.45%
Trabajo Contributorio	32.31%	43.33%	27.47%	20.57%
Trabajo No Contributorio	13.41%	10.68%	9.67%	10.99%

Nota. Resultados obtenidos en las 4 partidas analizadas (fase post aplicación VSM).

Fuente: Propia

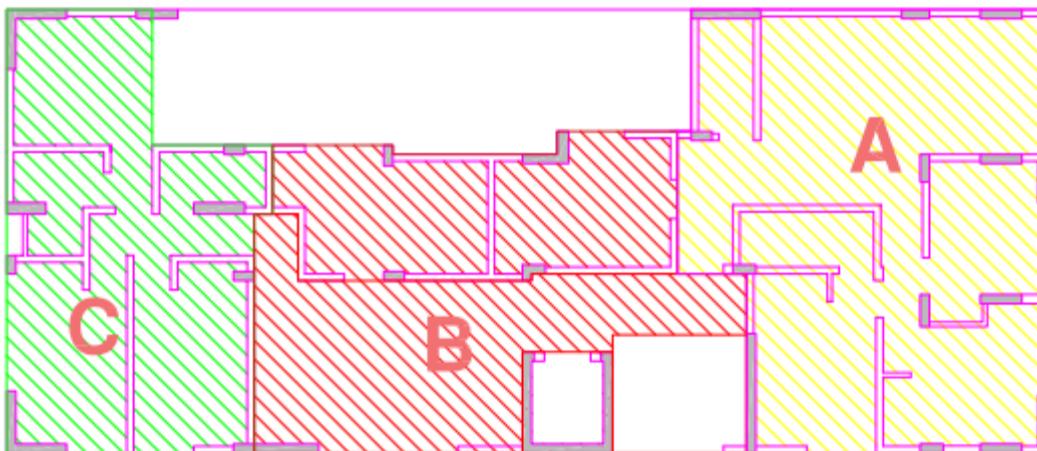
Desarrollo de Objetivo Específico 1, respecto en qué medida la Aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping, mejora en el Rendimiento de la Mano de Obra en la ejecución de Losa Aligerada

En el desarrollo del objetivo específico mencionado, se busca mejorar el rendimiento de la mano de obra mediante la aplicación de unas herramientas Lean (VSM), el cual permite a la vez reducir los plazos de ejecución y costos de inversión. El procedimiento fue desarrollado mediante criterio personal, observando todas las actividades involucradas y recopiladas en los formatos correspondientes.

En primer lugar, se delimitó el área a estudiar (Sector A y B) los cuales tienen de 81m² y 93m² respectivamente. En primer lugar, se ubicó los puntos estratégicos para la toma de datos (ver figura N°58).

Figura 58

Sectorización total del proyecto



Fuente: Propia

El rendimiento de la mano de obra fue determinado mediante hojas de mediciones en tiempo real, buscando el tiempo adecuado para determinar el mejor y menor desempeño del mismo. Se siguieron los siguientes pasos:

Primero: Se determinó la cuadrilla a analizar. Estos deben ser registrados con sus datos personales y el tiempo de personal obrero que pertenece (operario, oficial o peón).

Tabla 18

Cuadrilla de personal en partidas

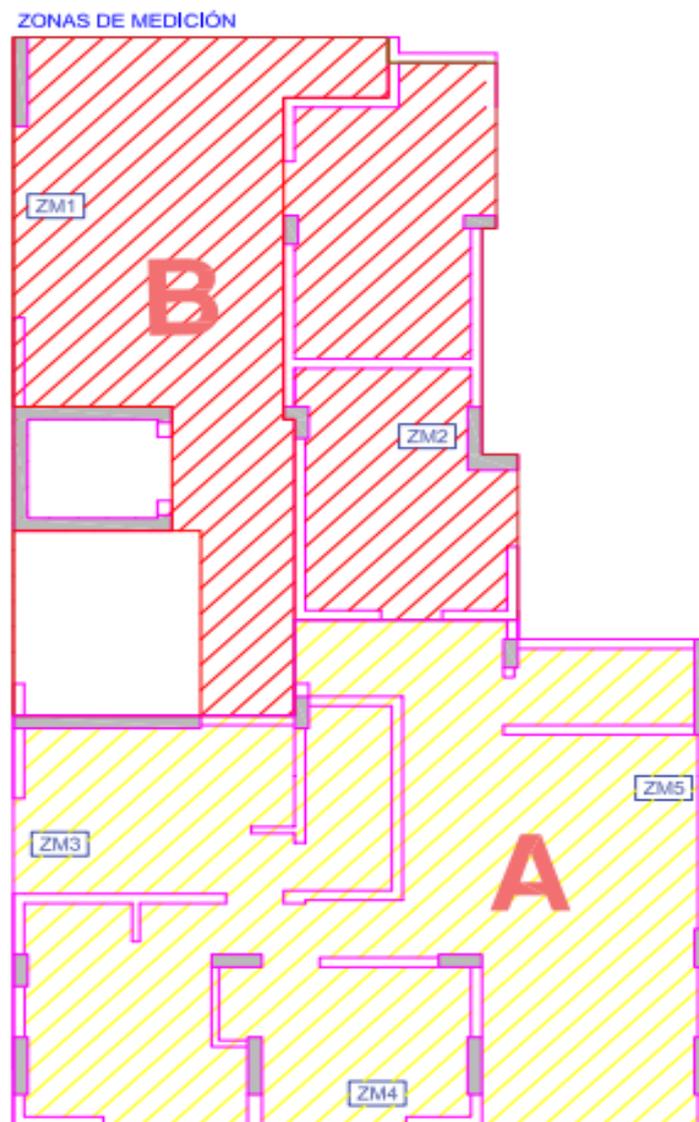
	OPERARIO	OFICIAL	PEÓN
ENCOFRADO	2	2	1
LADRILLOS	1	2	4
ACERO	2	2	1
LADRILLO	2	1	4

Fuente: Propia

Segundo: Se estableció puntos estratégicos para la medición, los cuales establecen un área de influencia para cubrir las actividades que realizan los obreros involucrados.

Figura 59

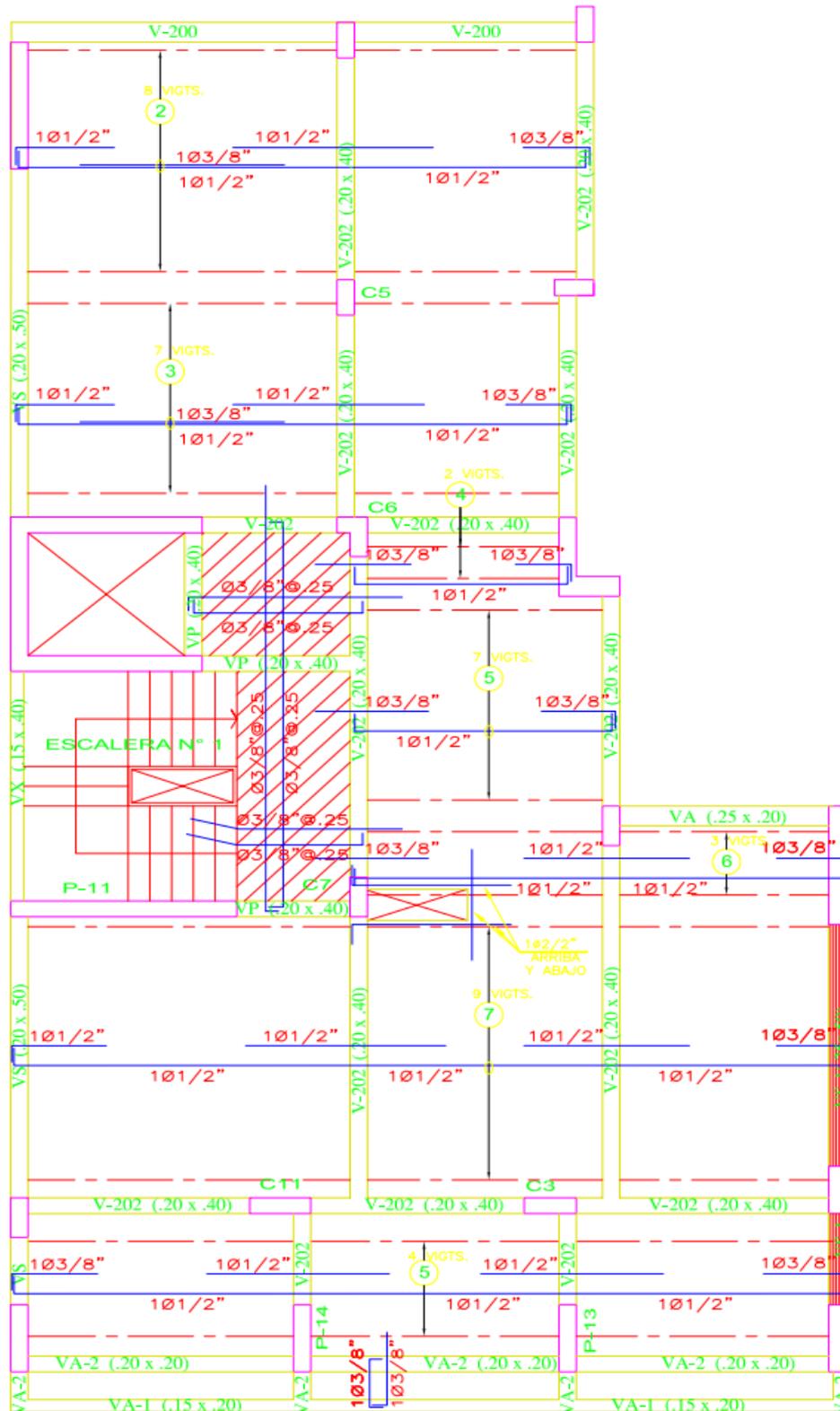
Sectorización para el estudio



Fuente: Propia

Figura 60

Armado de la losa aligerada en estudio



Fuente: Propia

Tercero: Recopilación de información

Figura 61

Autor de la investigación realizando recopilación de datos



Fuente: Propia

Figura 62

Encofrado en losa aligerada



Fuente: Propia

Figura 63

Ladrillos en Losa aligerada



Fuente: Propia

Figura 64

Acero en Losa Aligerada



Fuente: Propia

Figura 65
Vaciado de concreto en Losa Aligerada


Fuente: Propia

Posteriormente, se representa en hojas Excel los rendimientos calculados en tramos de tiempos, los cuales fueron diferentes a lo planificado, lo que da entender la falta de experiencia de los profesionales o falta de desempeño de la mano de obra (poco probable).

Tabla 19
Rendimiento en el encofrado (1er análisis)

RENDIMIENTOS - ENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA									Rendimiento Prom.	11.62 m ² /día
fecha	Personal			Duración					Trabajo realizado (m ²)	Rendimiento
	Ope.	Ofi	Peón	Inicio	Final	Minutos	Horas	Día		
05/05/2019	1.00	1.00	1.00	10.50	11.52	62.00	1.03	0.13	0.95	7.35 m ² /día
	1.00	1.00		10.50	11.52	62.00	1.03	0.13	0.50	3.87 m ² /día
									Rendimiento	11.23 m ² /día
05/05/2019	1.00	1.00	1.00	13.25	14.10	56.00	0.93	0.12	0.75	6.43 m ² /día
	1.00	1.00		13.25	14.10	56.00	0.93	0.12	0.50	4.29 m ² /día
									Rendimiento	10.71 m ² /día
05/05/2019	1.00	1.00	1.00	15.30	16.40	70.00	1.17	0.15	1.05	7.20 m ² /día
	1.00	1.00		15.30	16.40	70.00	1.17	0.15	0.85	5.83 m ² /día
									Rendimiento	13.03 m ² /día
06/05/2019	1.00	1.00	1.00	13.40	14.40	60.00	1.00	0.13	0.80	6.40 m ² /día
	1.00	1.00		13.40	14.40	60.00	1.00	0.13	0.65	5.20 m ² /día
									Rendimiento	11.60 m ² /día
06/05/2019	1.00	1.00	1.00	15.30	16.20	50.00	0.83	0.10	0.75	7.20 m ² /día
	1.00	1.00		15.30	16.20	50.00	0.83	0.10	0.45	4.32 m ² /día
									Rendimiento	11.52 m ² /día

Fuente: Propia

Tabla 20

Rendimiento en la colocación de ladrillos (1er análisis)

RENDIMIENTOS - LADRILLOS EN LOSA ALIGERADA									Rendimiento Prom.	1,267 Und/día
fecha	Personal			Duración					Trabajo realizado (Und)	Rendimiento
	Ope.	Ofi	Peon	Inicio	Final	Minutos	Horas	Día		
06/05/2019		1.00	3.00	16.30	17.00	30.00	0.50	0.06	35.00	560.00Und/día
	1.00	1.00	1.00	16.30	17.00	30.00	0.50	0.06	45.00	720.00 Und/día
									Rendimiento	1,280.00 Und/día
07/05/2019		1.00	3.00	11.20	11.55	35.00	0.58	0.07	33.00	452.57 Und/día
	1.00	1.00	1.00	11.20	11.55	35.00	0.58	0.07	47.00	644.57 Und/día
									Rendimiento	1,097.14 Und/día
07/05/2019		1.00	3.00	13.35	14.45	70.00	1.17	0.15	85.00	582.86 Und/día
	1.00	1.00	1.00	13.35	14.45	70.00	1.17	0.15	95.00	651.43 Und/día
									Rendimiento	1,234.29 Und/día
07/05/2019		1.00	3.00	15.00	15.55	55.00	0.92	0.11	63.00	549.82 Und/día
	1.00	1.00	1.00	15.00	15.55	55.00	0.92	0.11	74.00	645.82 Und/día
									Rendimiento	1,195.64 Und/día
10/05/2019		1.00	3.00	11.00	11.55	55.00	0.92	0.11	76.00	663.27 Und/día
	1.00	1.00	1.00	11.00	11.55	55.00	0.92	0.11	96.00	837.82 Und/día
									Rendimiento	1,501.09 Und/día
10/05/2019		1.00	3.00	14.30	15.40	70.00	1.17	0.15	85.00	582.86 Und/día
	1.00	1.00	1.00	14.30	15.40	70.00	1.17	0.15	103.00	706.29 Und/día
									Rendimiento	1,289.14 Und/día
10/05/2019		1.00	3.00	16.10	16.55	45.00	0.75	0.09	56.00	597.33 Und/día
	1.00	1.00	1.00	16.10	16.55	45.00	0.75	0.09	63.00	672.00 Und/día
									Rendimiento	1,269.33 Und/día

Fuente: Propia

Tabla 21
Rendimiento en la habilitación de acero (1er análisis)

RENDIMIENTOS - ACERO EN LOSA ALIGERADA									Rendimiento Prom.	228.28 Kg/día
fecha	Personal			Duración					Trabajo realizado (kg)	Rendimiento
	Ope.	Ofi	Peon	Inicio	Final	Minutos	Horas	Día		
07/05/2019	2.00	2.00	1.00	10.40	11.50	70.00	1.17	0.15	31.00	212.57 Kg/día
									Rendimiento	212.57 Kg/día
07/05/2019	2.00	2.00	1.00	13.20	14.25	65.00	1.08	0.14	33.00	243.69 Kg/día
									Rendimiento	243.69 Kg/día
07/05/2019	2.00	2.00	1.00	14.50	15.45	55.00	0.92	0.11	25.00	218.18 Kg/día
									Rendimiento	218.18 Kg/día
10/05/2019	2.00	2.00	1.00	10.50	11.50	60.00	1.00	0.13	26.00	208.00 Kg/día
									Rendimiento	208.00 Kg/día
10/05/2019	2.00	2.00	1.00	13.20	14.30	70.00	1.17	0.15	31.00	212.57 Kg/día
									Rendimiento	212.57 Kg/día
10/05/2019	2.00	2.00	1.00	14.40	15.35	55.00	0.92	0.11	26.00	226.91 Kg/día
									Rendimiento	226.91 Kg/día
11/05/2019	2.00	2.00	1.00	10.30	11.40	70.00	1.17	0.15	32.00	219.43 Kg/día
									Rendimiento	219.43 Kg/día
11/05/2019	2.00	2.00	1.00	13.30	14.20	50.00	0.83	0.10	28.00	268.80 Kg/día
									Rendimiento	268.80 Kg/día
11/05/2019	2.00	2.00	1.00	14.50	15.45	55.00	0.92	0.11	28.00	244.36 Kg/día
									Rendimiento	244.36 Kg/día

Fuente: Propia

Tabla 22

Rendimiento en la partida de concreto premezclado (1er análisis)

RENDIMIENTOS - CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSA ALIGERADA									Rendimiento Prom.	35.40 m ³ /día
fecha	Personal			Duración					Trabajo realizado (m ³)	Rendimiento
	Ope.	Ofi	Peon	Inicio	Final	Minutos	Horas	Día		
12/05/2019	2.00	1.00	2.00	9.15	9.55	40.00	0.67	0.08	0.25	3.00 m ³ /día
12/05/2019	2.00	1.00	2.00	10.00	10.30	30.00	0.50	0.06	0.75	12.00 m ³ /día
12/05/2019	2.00	1.00	2.00	10.40	11.00	20.00	0.33	0.04	0.35	8.40 m ³ /día
12/05/2019	2.00	1.00	2.00	11.20	11.50	30.00	0.50	0.06	0.75	12.00 m ³ /día

Fuente: Propia

En los cuadros anteriores, se han mostrado los resultados de rendimientos calculados, los cuales difieren de lo planificado en la etapa de expediente técnico. Para ello se deberá emplear algunas herramientas de diagnóstico y mejoramiento de procesos para reorganizar los procesos y mejorar el desempeño directamente o indirectamente de la mano de obra.

Aplicación del Value Stream Mapping

Para la presente investigación, la aplicación del VSM permite conocer el flujo de procesos que se desarrollan en la ejecución de elementos estructurales u otros. Para lograr concretar el modelo representativo de procesos, se tuvieron que medir rendimientos en base a la carta balance y formato de medición de rendimiento.

Asimismo, el VSM permite conocer indicadores de desempeño, como son el plazo estimado para desarrollar cada proceso y la productividad en la mano de obra, obteniendo así una productividad general sobre la ejecución de losa aligerada.

Por otro lado, los factores que indican la distribución de productividad como son los trabajos contributorio y no contributorio.

Para constituir el modelo, se realizó el siguiente procedimiento:

- Bosquejo de procesos generales (Inicio, mecanismo de comunicación, almacén, partidas e inicio de operación).
- Cálculo de rendimientos (Carta Balance y formato de medición).
- Cálculo porcentaje de preparación (trabajo antes de iniciar las actividades productivas).
- Cálculo de porcentaje del trabajo efectivo (tiempo real de trabajos productivos).
- Cálculo del índice de labor contributoria (muestreo de trabajo en el VSM).

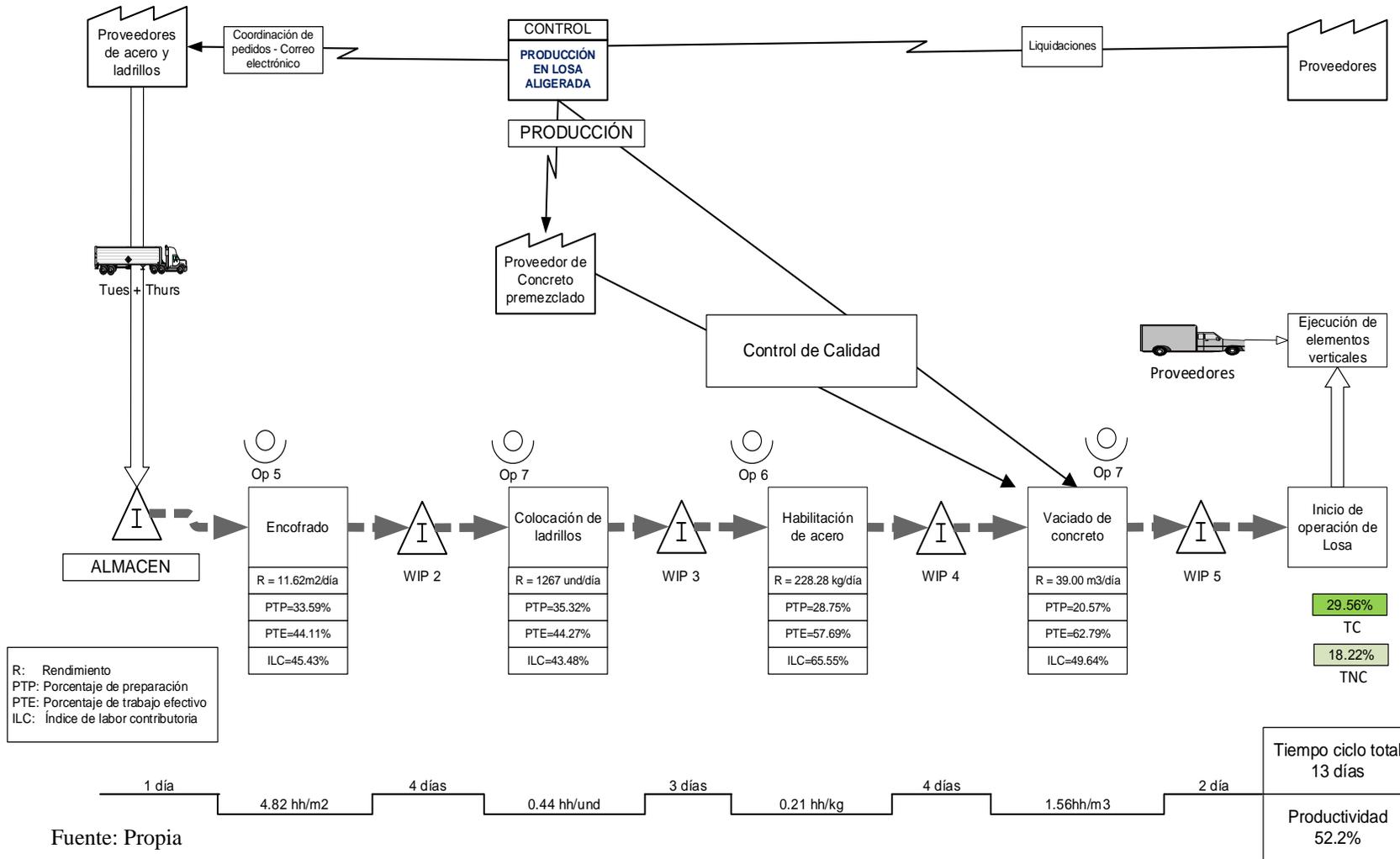
En el mapa que se presenta a continuación, se podrán observar que el análisis de la producción como cadena de valor logra detectar problemas tradiciones en una planificación tradicional.

En síntesis, las conclusiones son las siguientes, el mal manejo en la planificación para la entrega de materiales, mejorar la gestión de las cuadrillas, tiempos muertos, y entre otros más.

Figura 66

Value Stream Mapping (Estado actual)

VALUE STREAM MAPPING (ESTADO ACTUAL)



Fuente: Propia

Análisis general del Value Stream Mapping (Estado actual)

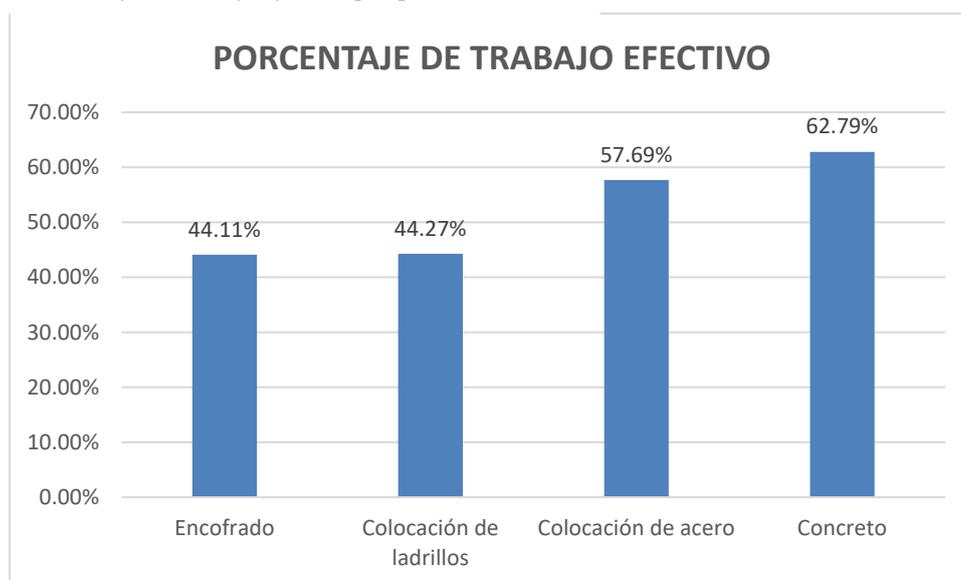
En la figura N° 66 se muestra las duraciones y rendimientos calculados en obra en una fase inicial (Estado inicial) el cual presentan una diferencia a lo planificado, básicamente son efectos de diversos procedimientos que se siguen de manera convencional. Por ejemplo, la partida de encofrado se presenta un rendimiento en obra de 11.62 m²/día, el cual es menor a lo planificado 12.00 m²/día. En estas actividades lo que dificulta un mejor desempeño de la mano de obra es la mala distribución de personal obrero, para ello se debe redistribuir las cuadrillas para un mejor desempeño. En algunos casos, el personal obrero solo culminaba su actividad y permanecía en reposo mientras esperaba nuevas indicaciones.

Asimismo, se ha constatado que los pedidos de materiales se realizan desde oficina técnica en gerencia, el cual no se llega a tener alcance real a lo requerido en obra y los tiempos adecuados para la entrega.

Sobre el indicador porcentaje de trabajo efectivo (PTE) el cual da entender la cantidad de tiempos empleados en generar productividad para el proyecto. Asimismo, es un reflejo de que existen problemas en la ejecución de algún elemento. Cuando el PTE está en un rango factible, serán muestra que las actividades generar mayor productividad que tiempos muertos (trabajos no productivos).

Figura 67

Porcentaje de trabajo efectivo por partida



Fuente: Propia

Tal como se puede apreciar, el porcentaje de trabajo efectivo en las partidas en promedio alcanzan en 50% el cual es un indicador mínimo, quiere decir que las cuadrillas no están siendo exigidos o desarrollan su máxima productividad, lo que demanda una redistribución de partidas.

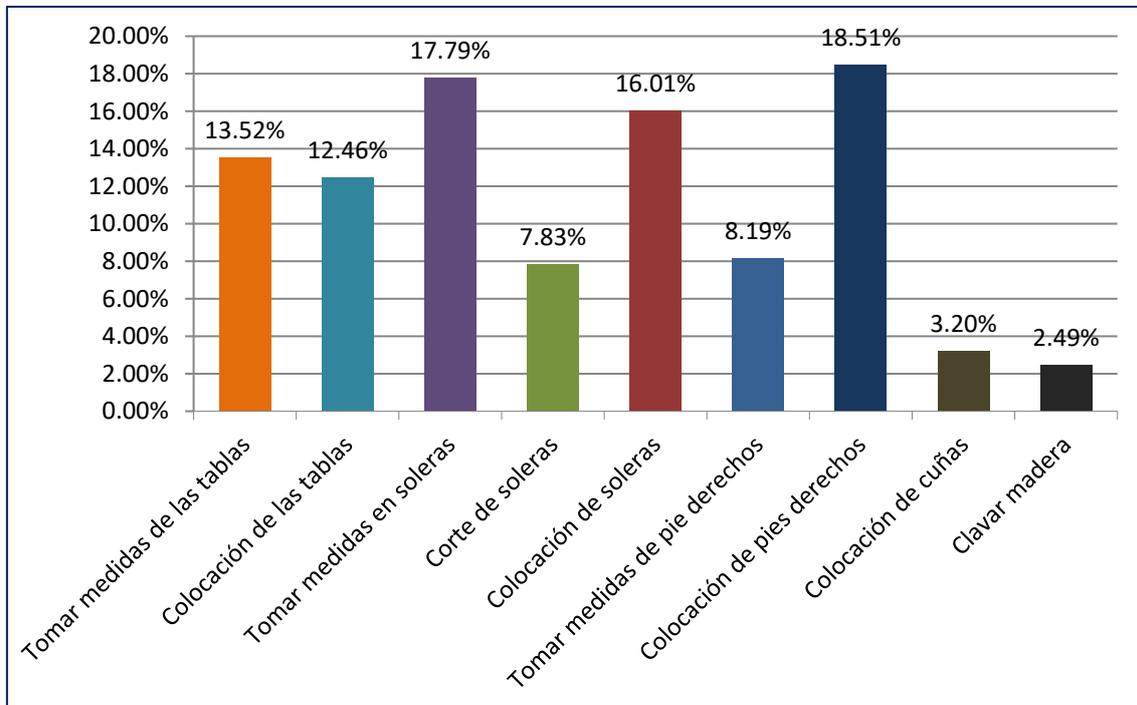
Estado actual sobre el desempeño de las cuadrillas

Encofrado. Se observó en obra que los peones es el tipo de personal obrero que mayor deficiencia presenta para desarrollarse adecuadamente en obra, los 2 peones de la cuadrilla desarrollan un trabajo no contributivo del 34.50%, respecto a la mano de obra restante desempeñan el 14% en promedio, un valor permitido pero dado el escenario, buscar una mejor producción de toda la cuadrilla en general y disminuir los valores en general.

Por otro lado, el trabajo productivo de los oficiales es altamente aceptable, en promedio presentan el 71% de productividad respecto a todas sus actividades, los oficiales un 49% y los peones un 6.5%, para este último, un valor muy poco significativo cuando se quiere generar valor en algún proceso.

Figura 68

Desempeño de las actividades productivas en el encofrado

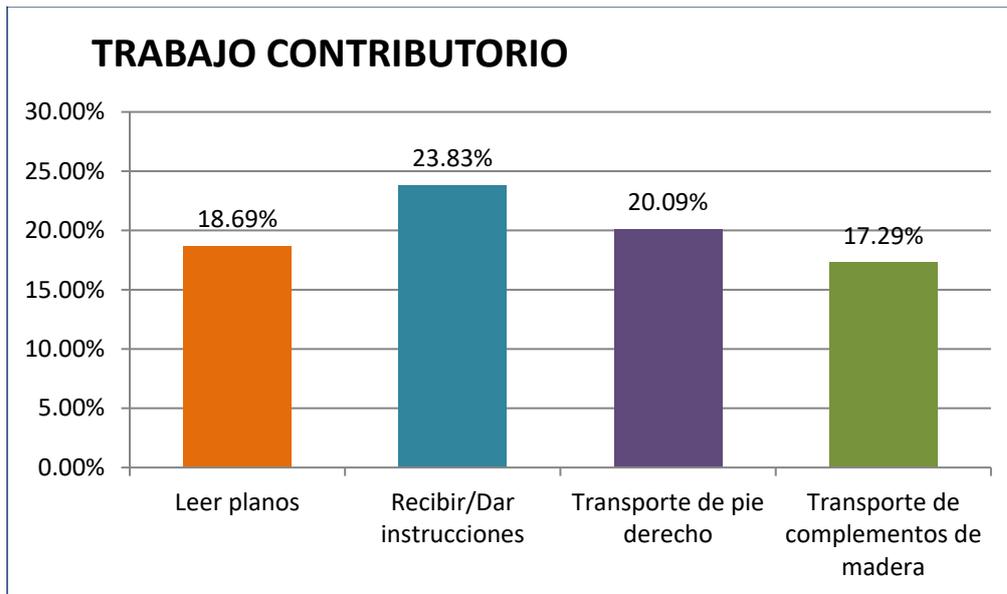


Fuente: Propia

Según se puede observar, los trabajos más productivos que generan valor es la colocación de pie derecho y la toma de medidas a las tablas soleras. Estas actividades son las que incrementan la productividad.

Figura 69

Desempeño de las actividades contributorias en el encofrado

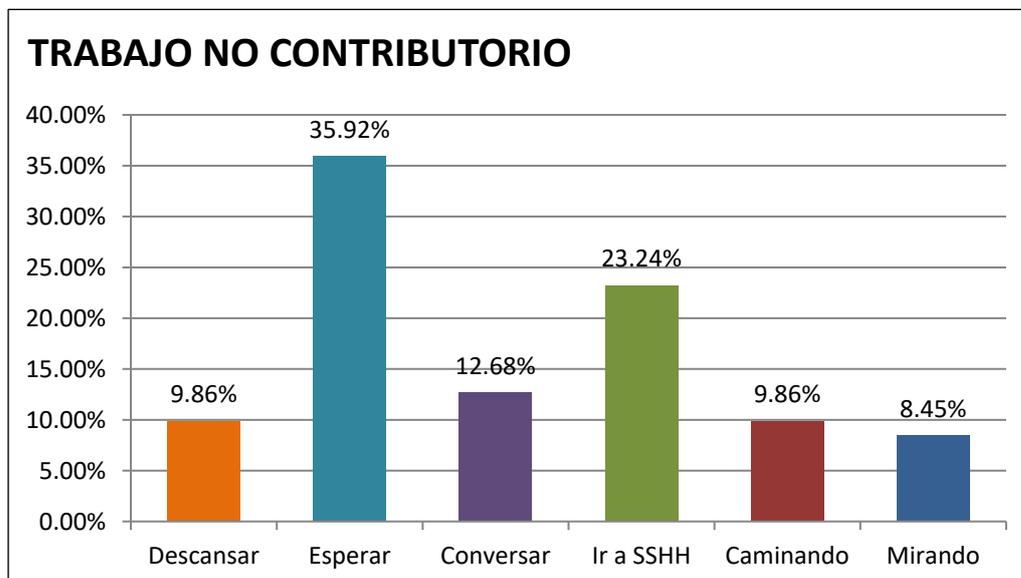


Fuente: Propia

Según las actividades contributorias, las actividades involucradas, todas generan valor de forma uniforme, no obstante, se buscar maximizar estos reportes para el futuro.

Figura 70

Desempeño de las actividades no contributorias en el encofrado



Fuente: Propia

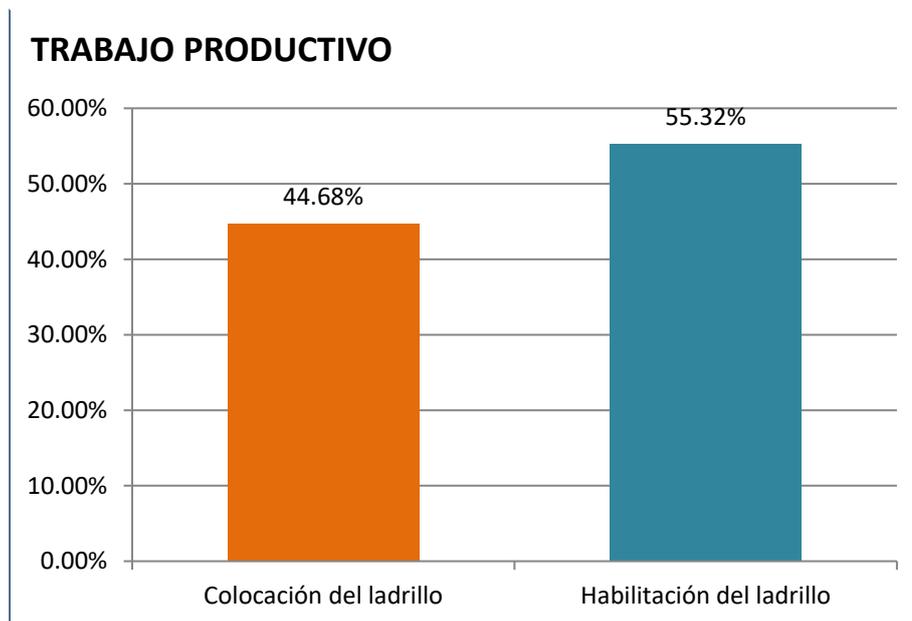
Según se puede observar en la figura N°70, las esperas que realizan la mano de obra es lo más perjudicial para una buena productividad. Esta actividad debe tenerse en cuenta al momento de redistribuir la cuadrilla.

Colocación de ladrillos. Los oficiales desarrollan una productividad de 59% el cual es un indicador aceptable, pero este puede mejorar más con el replanteo de la cuadrilla. Por otro lado, los oficiales desarrollan 59.50% de trabajos productivos, un indicador leve a mejorar. Por último, 24% de productividad desarrollan los peones con un trabajo no productivo de 27%. Estos trabajos se deben mejorar para tener un mejor rendimiento de la partida.

Respecto al porcentaje de trabajo efectivo, un 44.27% es lo que se desarrolla, lo cual es un indicador bajo para los trabajos que demanda la colocación de ladrillos.

Figura 71

Desempeño de las actividades productivas en la colocación de ladrillos

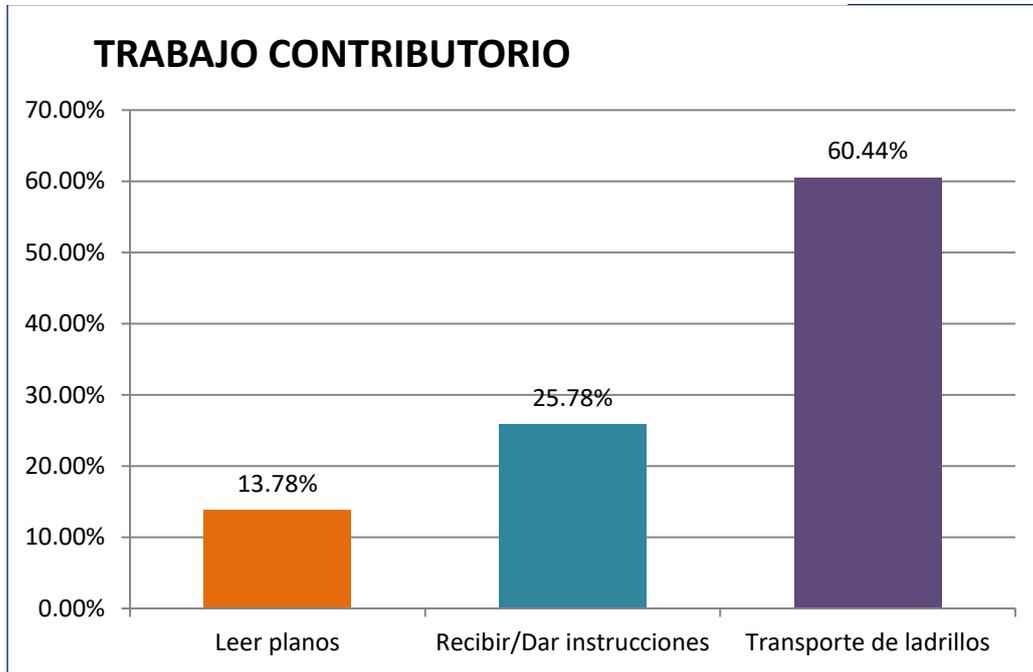


Fuente: Propia

Según se puede observar en la figura N° 71, el trabajo que genera mayor valor a la mano de obra es la habilitación de ladrillos, un indicador lógico para lo que se busca, no obstante, este puede mejorar bajo un nuevo flujo de procesos.

Figura 72

Desempeño de las actividades no productivas en la colocación de ladrillos

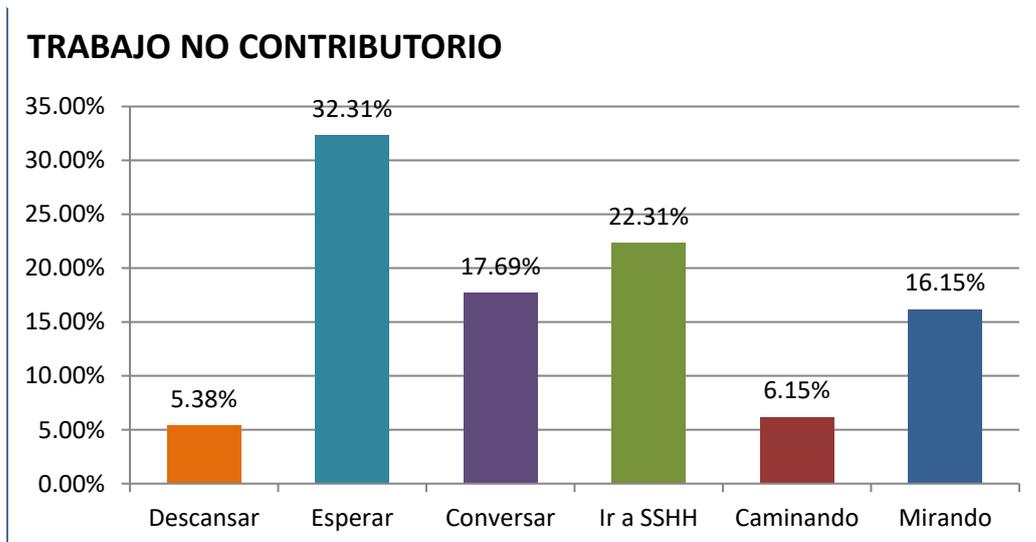


Fuente: Propia

En el trabajo contributorio, el acarreo de material es la actividad que mayor incidencia tiene en la mano de obra. Lo que se puede entender, es que las actividades se desarrollan según el tipo de influencia, no obstante, estos pueden mejorar mediante en VSM.

Figura 73

Desempeño de las actividades no contributorias en la colocación de ladrillos



Fuente: Propia

Según se puede apreciar en la figura N°73, al igual que la partida de encofrado, el tiempo de espera mucha relevancia en los trabajos no productivos, esto da entender que existe una deficiencia en el objetivo que cada personal se marca para laborar.

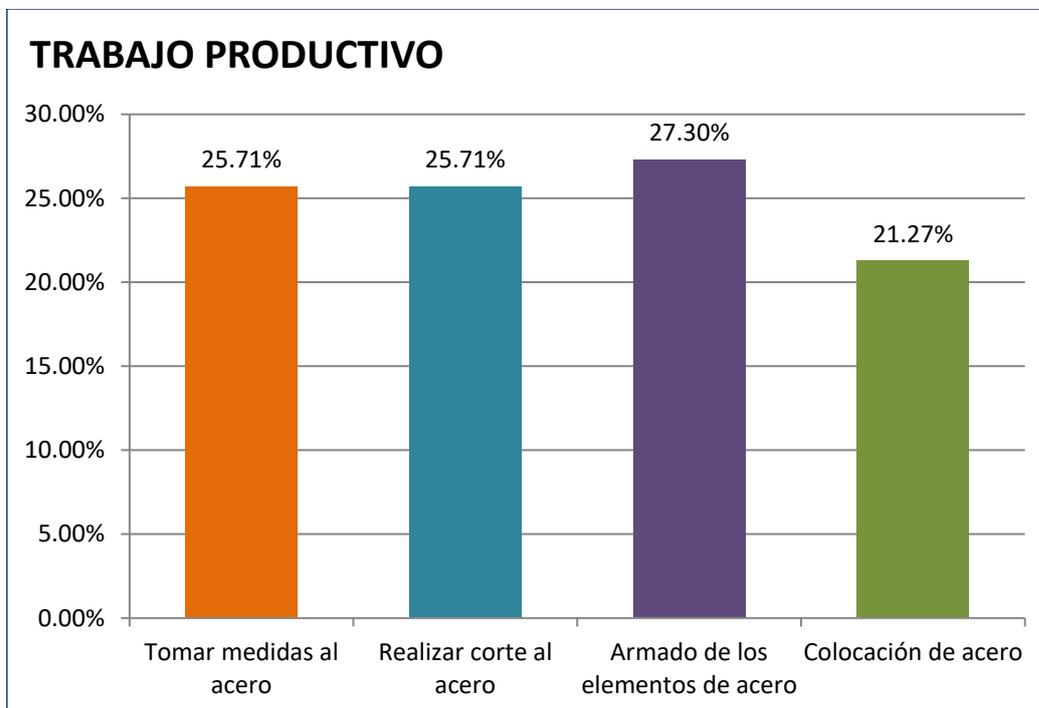
Habilitación de Acero. La habilitación de acero en losas juego un rol importante cuando se trata de avanzar en lo planificado, ya que estos pueden ser integrados de diversas formas, desde los recursos como son los materiales hasta el tipo de mano de obra.

El trabajo productivo en la mano de obra se da de la siguiente manera: En operarios 72%, oficiales 58% y peones 26.50%. Respecto a la mano de obra calificada es un buen indicador, el cual aporta para un rendimiento esperado, no obstante, los peones desarrollan una productividad por debajo del 50% el cual es un indicador pobre que se debe restablecer mediante una mejora de procesos.

Respecto a los trabajos no contributorios, los peones generan el 22% en trabajos que no generan valor, este debe disminuir bajo la aplicación de alguna herramienta Lean.

Figura 74

Desempeño de las activación de acero

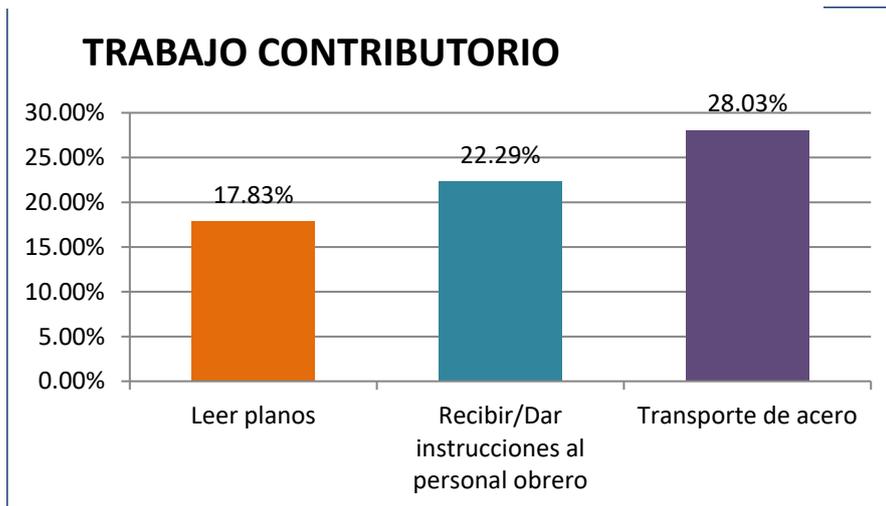


Fuente: Propia

Según se puede visualizar en la figura N°74, el armado de los elementos de acero es el que mayor aporta para generar trabajos productivos. Se observa un desarrollo uniforme de las actividades, no obstante, este reporte se puede mejorar con la aplicación del VSM.

Figura 75

Desempeño de las actividades contributorias en la habilitación de acero

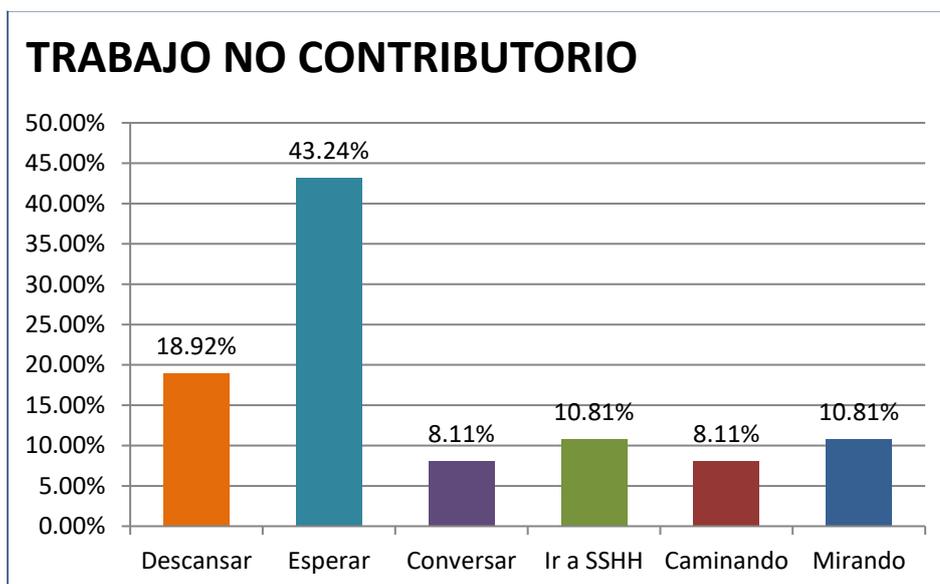


Fuente: Propia

En la figura N°75, se puede observar que el transporte de material es la actividad que genera mayor valor para la producción de colocación de acero en losa aligerada. Esta actividad es el incidente directamente para mejorar el rendimiento de la mano de obra, el cual debe replantearse su proceso y buscar maximizar su práctica.

Figura 76

Desempeño de las actividades no contributorias en la habilitación de acero



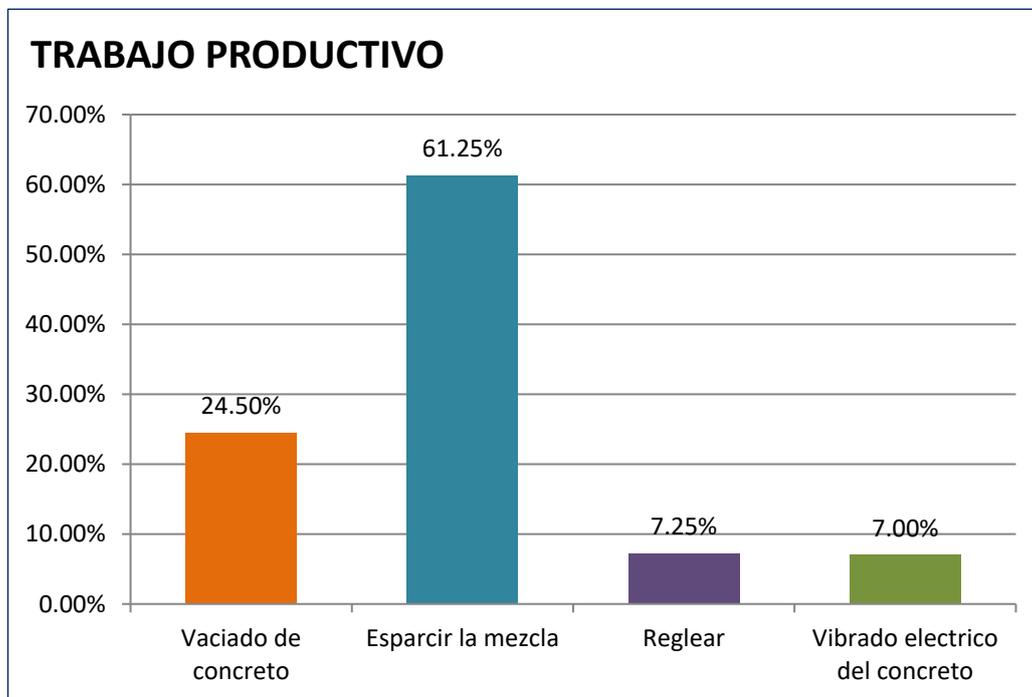
Fuente: Propia

Según la figura N°76, al igual que las partidas analizadas anteriormente, la espera en la mano de obra es la actividad que genera malos rendimientos en la partida, para ello se tendrá se restablecer flujos de procesos.

Concreto. Respecto al vaciado de concreto para la losa aligerada, los operarios desarrollan el 66.50% de productividad en promedio, un porcentaje aceptable, pero puede mejorarse. Los oficiales el 66% de trabajo productivo y los peones 50% en promedio, valor ligeramente aceptable tratándose del tipo de personal y tipo de partida, pero este puede mejorar con la aplicación del VSM.

Figura 77

Desempeño de las actividades productivas en el concreto

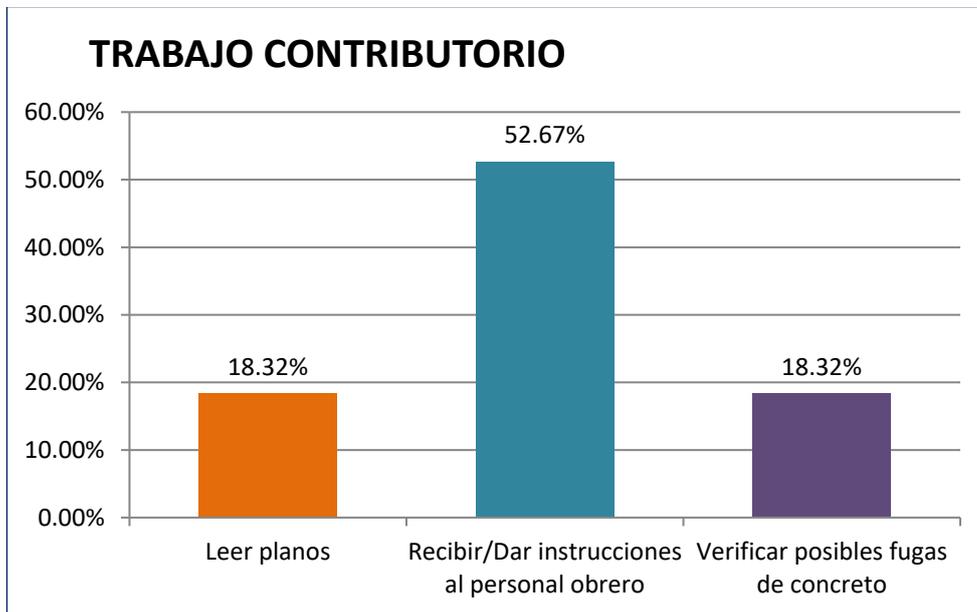


Fuente: Propia

Según la figura N°77, se puede apreciar que la actividad de esparcir la mezcla es la actividad que genera mayor valor a la partida de concreto. El desempeño de este, puede mejorar si se replantea el flujo de procesos, puede distribuirse mejor las actividades o maximizar su desempeño algunas específicas.

Figura 78

Desempeño de las actividades contributorias en el concreto

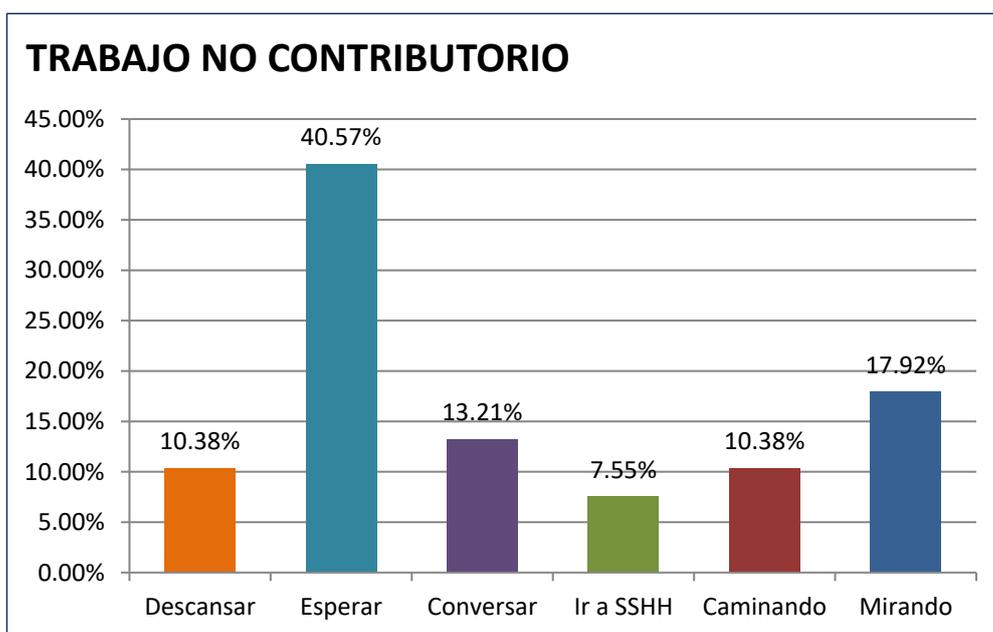


Fuente: Propia

Se puede apreciar en la figura N°78, recibir o dar instrucciones al personal obrero genera mayor trabajo contributorio, no obstante, no es una actividad incidente para generar mayor producción, se podría proyectar que las actividades 1 y 2 pueden ser maximizadas y se garantizaría una mejor producción.

Figura 79

Desempeño de las actividades no contributorias en el concreto



Fuente: Propia

Al igual que partidas anteriores, las esperas que desarrolla el personal obrero es una actividad no productiva, el cual solo genera disminuir la producción.

Tabla 23

Resumen de trabajos no contributivos

FACTOR	RENDIMIENTOS EN LA EJECUCIÓN DE LOSA ALIGERADA			
	ENCOFRADO	LADRILLOS	ACERO	CONCRETO
Descansar	9.86%	5.38%	18.92%	10.38%
Esperar	35.92%	32.31%	43.24%	40.57%
Conversar	12.68%	17.69%	8.11%	13.21%
Ir al SSHH	23.24%	22.31%	10.81%	7.55%
Caminando	9.86%	6.15%	8.11%	10.38%
Mirando	8.45%	16.15%	10.81%	17.92%

Fuente: Propia

Value Stream Mapping (Estado Futuro)

Lo que se buscará en la presente descripción sobre un futuro mapa VSM es proyectar propuestas definidos por diversos profesionales involucrados en el proyecto.

Las recomendaciones que se especificaran a continuación fueron determinadas bajo juicio de expertos, específicamente ingenieros y arquitectos residentes en la ejecución de proyectos de viviendas multifamiliares.

Por otro lado, las partidas más incidentes carecen de producción por la falta de conocimiento de la mano de obra respecto a las tareas que deben realizar en su jornal básico, por ello los plazos se extienden según el elemento o partida que ejecuten.

Lo que se propone es realizar un proceso sistematizado en las planificaciones de actividades, y así controlar los avances diarios y maximizar el rendimiento de la mano de obra.

- Primero: Realizar un análisis descriptivo de las partidas a trabajar (Cantidad de recursos, plazos, rendimientos a alcanzar, entre otros).
- Segundo: Hacer una lista de restricciones para cada partida. Esto garantiza que el área donde se realizará la actividad, quede habilitada para solamente hacer la actividad principal (Ejemplo: Para vaciar el concreto, se debe verificar el estado del encofrado, la colocación de ladrillos, entre otros).
- Tercero: Compatibilizar planos de estructuras, esto garantizará que la interferencia de elementos se resuelva previo al avance físico. En muchos casos, son autores de los retrasos en obra. Asimismo, la contratación de personal profesional experimentado a proyectos de edificaciones garantiza que el impacto de los problemas sea menor.
- Cuarto: Realizar el tren de trabajos para programar las intervenciones de la mano de obra. Se debe generar una secuencia lógica para la intervención de cada actividad con la finalidad de no cruzar las áreas de ejecución y no gastar recursos sin producción alguna.
- Quinto: Elaboración del mapa de cadena de valor para el futuro. Se deben aprovechar la ejecución de partidas para la recopilación de datos como rendimiento de la mano de obra, plazos alcanzados, producción, entre otros. La finalidad es que sirvan las prácticas anteriores para minimizar los trabajos que no generan valor.

- Sexto: Balance de lo cumplido en campo. Se realizará un cruce de información para ver si se cumplieron plazos y gastos en la ejecución de partidas de losa aligerada. Asimismo, buscar las causas de retrasos para mejorar (buenas prácticas).

Propuestas generales

Almacén de materiales. El ingeniero residente debe hacer su balance quincenal acerca la cantidad de material que va requerir, así se planifique la llegada de material de manera oportuna y el acarreo de este se realizará previo al inicio de las actividades para cada partida.

Se debe habilitar áreas específicas para aprovechar la llegada de material y posicionarlo aledaño al área de intervención (ejemplo: ladrillos de techo).

Establecer relaciones de trabajo. Entablar documentos contractuales y constructivos, con la finalidad de especificar al personal y subcontratas los objetivos a alcanzar, para así garantizar los cumplimientos de plazos y un mejor desempeño del personal obrero en general.

Rendimientos en la mano de obra. La cantidad de personal empleado están en función a los plazos a alcanzar. Se deben revisar restricciones presentes en partidas que estén por finalizar para que la nueva ingrese sin que obstaculicen alguna. Esto mejorará la eficiencia de la mano de obra en cuanto a los rendimientos a alcanzar.

Eficiencia en las Partidas

Encofrado

La partida de encofrado en losa aligerada se debe asignar áreas a intervenir por sub cuadrillas, generando un flujo de trabajo integrado con los demás. Esta partida debe iniciarse de manera independiente, se debe aprovechar la libertad en espacios, ya que es la primera partida para concebir la losa aligerada. Paralelamente en un plazo de 2 días debería iniciarse la colocación de ladrillos, con la finalidad de acabar los trabajos paralelamente. Asimismo, previo al inicio se debe concebir el permiso para que el personal asista a los SS.HH con la finalidad de no alterar el ritmo con que se trabaja. Por último, se debe incluir un residente de obra permanente en el área de trabajo, el que se presenta en la obra, también realiza actividades en oficina técnica, el cual no permanece todo el jornal en el área de trabajo.

Colocación de ladrillos

La colocación de ladrillos se debe procurar habilitar el material al momento de llegada del recurso, logrando así reducir las horas hombre para acarreo, y este sea empleado en trabajos directos a la colocación. Asimismo, la calidad de los ladrillos debe ser recomendados por las experiencias de obras, los desperdicios de las rupturas de unidades provocan que se realice limpieza en área de intervención o almacén, lo cual genera mayor mano de obra.

Por otra parte, el personal obrero debe ser reorganizado según el tipo de mano de obra, con la finalidad de equilibrar los avances diarios y minimizar las horas hombre.

Para minimizar los trabajos no contributivos deben ser replanteados en obra, el residente debe ser vigilante de las actividades independientes, asignar nuevos trabajos para maximizar el rendimiento grupal.

Habilitación de acero

En la partida de acero, la toma de medidas es la actividad que provoca desperdicios en dimensión considerable, ya que se cortan los aceros sin planificación. Lo que se plantea es que se realice un bosquejo de la configuración de cada elemento estructural y este sea multiplicado y así separando los cortes según medidas y los sobrantes sean empleados en elementos menores.

Asimismo, el ingeniero residente debe ser quien conduzca las actividades, para ello habilitar un juego de planos a su alcance, con el fin que los obreros no realicen consultas en los planos cada momento según se pueden ver en la carta balance. Por último, el transporte de acero debe habilitarse en un espacio cercano al área de la losa (Verticalmente) con el fin de no realizar mucho acarreo, lo que demanda más horas hombre.

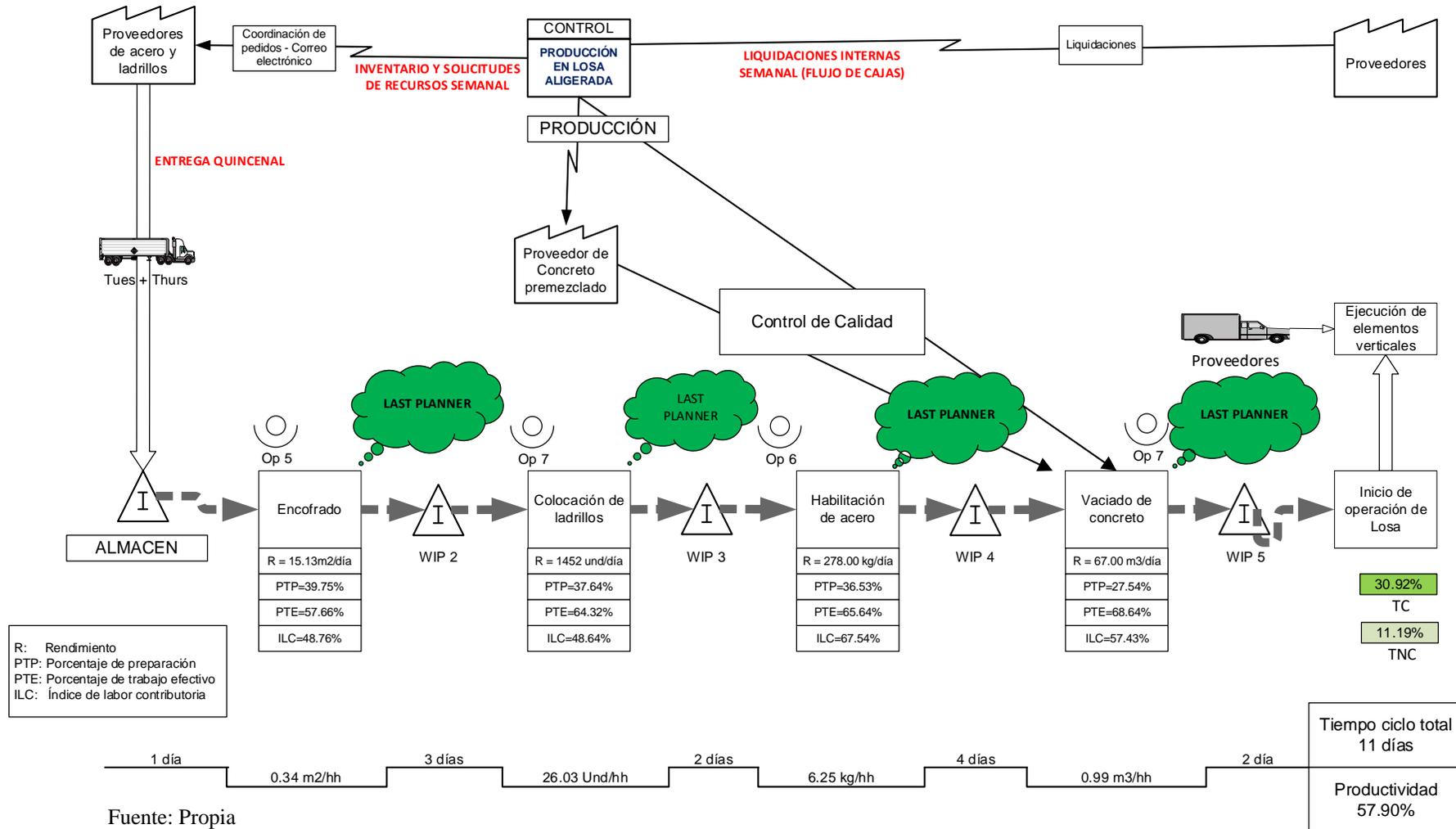
Concreto

La partida de concreto es una partida que demanda rapidez en la toma de decisiones. En este proceso de actividad se debe realizar una reunión previa al inicio de vaciado, asignar actividades claramente para no alterar el ritmo de trabajo. Asimismo, el ingeniero residente debe revisar íntegramente las instalaciones donde se vaciará para evitar posibles fugas, el cual perjudicaría en gran proporción el avance, a la vez, tener habilitado un elemento para vaciar el concreto sobrante de la losa, con la finalidad de no acumular horas hombre muerta

Figura 80

Value Stream Mapping (Estado futuro)

VALUE STREAM MAPPING (FUTURO)



Cálculo de Nuevos Rendimientos

El procedimiento para estas mediciones fue similar a la del primer estado, donde se establece puntos estratégicos para la medición.

A continuación, se muestra las tablas de datos para el cálculo de los nuevos rendimientos.

Tabla 24

Cálculo de rendimiento en el encofrado – Post VSM

RENDIMIENTOS - ENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA									Rendimiento Prom.	15.13 m ² /día
fecha	Personal			Duración					Trabajo realizado (m ²)	Rendimiento
	Ope.	Ofi	Peon	Inicio	Final	Minutos	Horas	Día		
19/06/2019	1.00	1.00	1.00	8.25	10.25	120.00	2.00	0.25	1.85	7.40 m ² /día
	1.00	1.00		8.25	10.25	120.00	2.00	0.25	1.45	5.80 m ² /día
									Rendimiento	13.20 m²/día
19/06/2019	1.00	1.00	1.00	13.20	14.55	95.00	1.58	0.20	1.65	8.34 m ² /día
	1.00	1.00		13.20	14.55	95.00	1.58	0.20	1.05	5.31 m ² /día
									Rendimiento	13.64 m²/día
21/06/2019	1.00	1.00	1.00	9.25	10.25	60.00	1.00	0.13	0.95	7.60 m ² /día
	1.00	1.00		9.25	10.25	60.00	1.00	0.13	1.20	9.60 m ² /día
									Rendimiento	17.20 m²/día
21/06/2019	1.00	1.00	1.00	10.50	12.00	60.00	1.00	0.13	1.30	10.40 m ² /día
	1.00	1.00		10.50	12.00	60.00	1.00	0.13	0.90	7.20 m ² /día
									Rendimiento	17.60 m²/día
21/06/2019	1.00	1.00	1.00	14.20	15.30	60.00	1.00	0.13	0.90	7.20 m ² /día
Fuente: Propia	1.00	1.00		14.20	15.30	60.00	1.00	0.13	0.85	6.80 m ² /día
									Rendimiento	14.00 m²/día

Tabla 25

Cálculo de rendimiento en el ladrillo – Post VSM

RENDIMIENTOS - LADRILLOS EN LOSA ALIGERADA									Rendimiento Prom.	1,452 Und/día
fecha	Personal			Duración					Trabajo realizado (Und)	Rendimiento
	Ope.	Ofi	Peon	Inicio	Final	Minutos	Horas	Día		
22/06/2019		1.00	3.00	9.25	9.55	30.00	0.50	0.06	52.00	832.00 Und/día
	1.00	1.00	1.00	9.25	9.55	30.00	0.50	0.06	41.00	656.00 Und/día
									Rendimiento	1,488.00 Und/día
22/06/2019		1.00	3.00	13.25	13.55	30.00	0.50	0.06	48.00	768.00 Und/día
	1.00	1.00	1.00	13.25	13.55	30.00	0.50	0.06	43.00	688.00 Und/día
									Rendimiento	1,456.00 Und/día
22/06/2019		1.00	3.00	14.50	15.25	35.00	0.58	0.07	51.00	699.43 Und/día
	1.00	1.00	1.00	14.50	15.25	35.00	0.58	0.07	56.00	768.00 Und/día
									Rendimiento	1,467.43 Und/día
23/06/2019		1.00	3.00	10.25	11.00	35.00	0.58	0.07	55.00	754.29 Und/día
	1.00	1.00	1.00	10.25	11.00	35.00	0.58	0.07	51.00	699.43 Und/día
									Rendimiento	1,453.71 Und/día
23/06/2019		1.00	3.00	11.25	11.55	30.00	0.50	0.06	45.00	720.00 Und/día
	1.00	1.00	1.00	11.25	11.55	30.00	0.50	0.06	42.00	672.00 Und/día
									Rendimiento	1,392.00 Und/día
23/06/2019		1.00	3.00	14.30	15.00	30.00	0.50	0.06	49.00	784.00 Und/día
	1.00	1.00	1.00	14.30	15.00	30.00	0.50	0.06	42.00	672.00 Und/día
									Rendimiento	1,456.00 Und/día

Fuente: Propia

Tabla 26
Cálculo de rendimiento en el acero – Post VSM

RENDIMIENTOS - ACERO EN LOSA ALIGERADA									Rendimiento Prom.	277.70 Kg/día
fecha	Personal			Duración					Trabajo realizado (kg)	Rendimiento
	Ope.	Ofi	Peon	Inicio	Final	Minutos	Horas	Día		
26/06/2019	2.00	2.00	1.00	9.25	10.10	45.00	0.75	0.09	28.00	298.67 Kg/día
									Rendimiento	298.67 Kg/día
26/06/2019	2.00	2.00	1.00	10.25	11.00	35.00	0.58	0.07	21.00	288.00 Kg/día
									Rendimiento	288.00 Kg/día
26/06/2019	2.00	2.00	1.00	11.10	11.35	25.00	0.42	0.05	12.00	230.40 Kg/día
									Rendimiento	230.40 Kg/día
26/06/2019	2.00	2.00	1.00	13.50	14.25	35.00	0.58	0.07	19.00	260.57 Kg/día
									Rendimiento	260.57 Kg/día
26/06/2019	2.00	2.00	1.00	14.50	15.35	45.00	0.75	0.09	25.00	266.67 Kg/día
									Rendimiento	266.67 Kg/día
27/06/2019	2.00	2.00	1.00	9.15	10.20	35.00	0.58	0.07	23.00	315.43 Kg/día
									Rendimiento	315.43 Kg/día
27/06/2019	2.00	2.00	1.00	11.00	11.40	40.00	0.67	0.08	28.00	336.00 Kg/día
									Rendimiento	336.00 Kg/día
27/06/2019	2.00	2.00	1.00	13.30	14.20	50.00	0.83	0.10	27.00	259.20 Kg/día
									Rendimiento	259.20 Kg/día
27/06/2019	2.00	2.00	1.00	14.50	15.45	55.00	0.92	0.11	28.00	244.36 Kg/día
									Rendimiento	244.36 Kg/día

Fuente: Propia

Tabla 27

Cálculo de rendimiento en el concreto – Post VSM

RENDIMIENTOS - CONCRETO PREMEZCLADO EN LOSA ALIGERADA									Rendimiento Prom.	67.38 m ³ /día
fecha	Personal			Duración					Trabajo realizado (m ³)	Rendimiento
	Ope.	Ofi	Peon	Inicio	Final	Minutos	Horas	Día		
28/06/2019	2.00	1.00	2.00	9.15	9.55	40.00	0.67	0.08	0.50	6.00 m ³ /día
28/06/2019	2.00	1.00	2.00	10.00	10.30	30.00	0.50	0.06	1.20	19.20 m ³ /día
28/06/2019	2.00	1.00	2.00	10.30	11.00	30.00	0.50	0.06	1.00	16.00 m ³ /día
28/06/2019	2.00	1.00	2.00	11.00	11.20	55.00	0.92	0.11	0.25	2.18 m ³ /día
28/06/2019	2.00	1.00	2.00	11.20	12.10	50.00	0.83	0.10	2.50	24.00 m ³ /día

Fuente: Propia

Finalmente, se muestran un resumen de los resultados obtenidos para cada escenario en la investigación. Se puede observar el incremento de los rendimientos en el 2do análisis, esto efecto de la aplicación del Value Stream Mapping, permitió reorganizar los procesos y distribuir mejor la mano de obra.

Tabla 28

Rendimientos obtenidos en el desarrollo de la investigación

RENDIMIENTOS EN LA EJECUCIÓN DE LOSA ALIGERADA			
	Expediente Técnico	1er Análisis	2do Análisis
Encofrado	12.00 m2/día	11.62 m2/día	15.13 m2/día
Ladrillos	1,400.00 Und/día	1,267 Und/día	1,452 Und/día
Acero	220.00 Kg/día	228 Kg/día	278 Kg/día
Concreto	50.00 m3/día	39.00 m3/día	67 m3/día

Fuente: Propia

Desarrollo de Objetivo Específico 2, respecto a cómo la Aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead, influirá en las condiciones de Plazo de la ejecución de Losa Aligerada

En el desarrollo del objetivo 2, la secuencia de desarrollo para alcanzar los resultados fue similar al primer objetivo. Inicialmente se examina el estado presente (resultados de la aplicación de la primera carta balance), reconociendo los resultados de productividad, se plantea posibles soluciones bajo la aplicación del Value Stream Mapping.

En este objetivo se busca analizar el comportamiento que tiene el cumplimiento de plazos en ambos escenarios. Se debe tener en cuenta que los procedimientos que se mostraron en el primer objetivo, son parte para alcanzar los entregables en el presente desarrollo.

A continuación, se muestra el flujo de los trabajos que realizan en las actividades donde se altera el orden de trabajo.

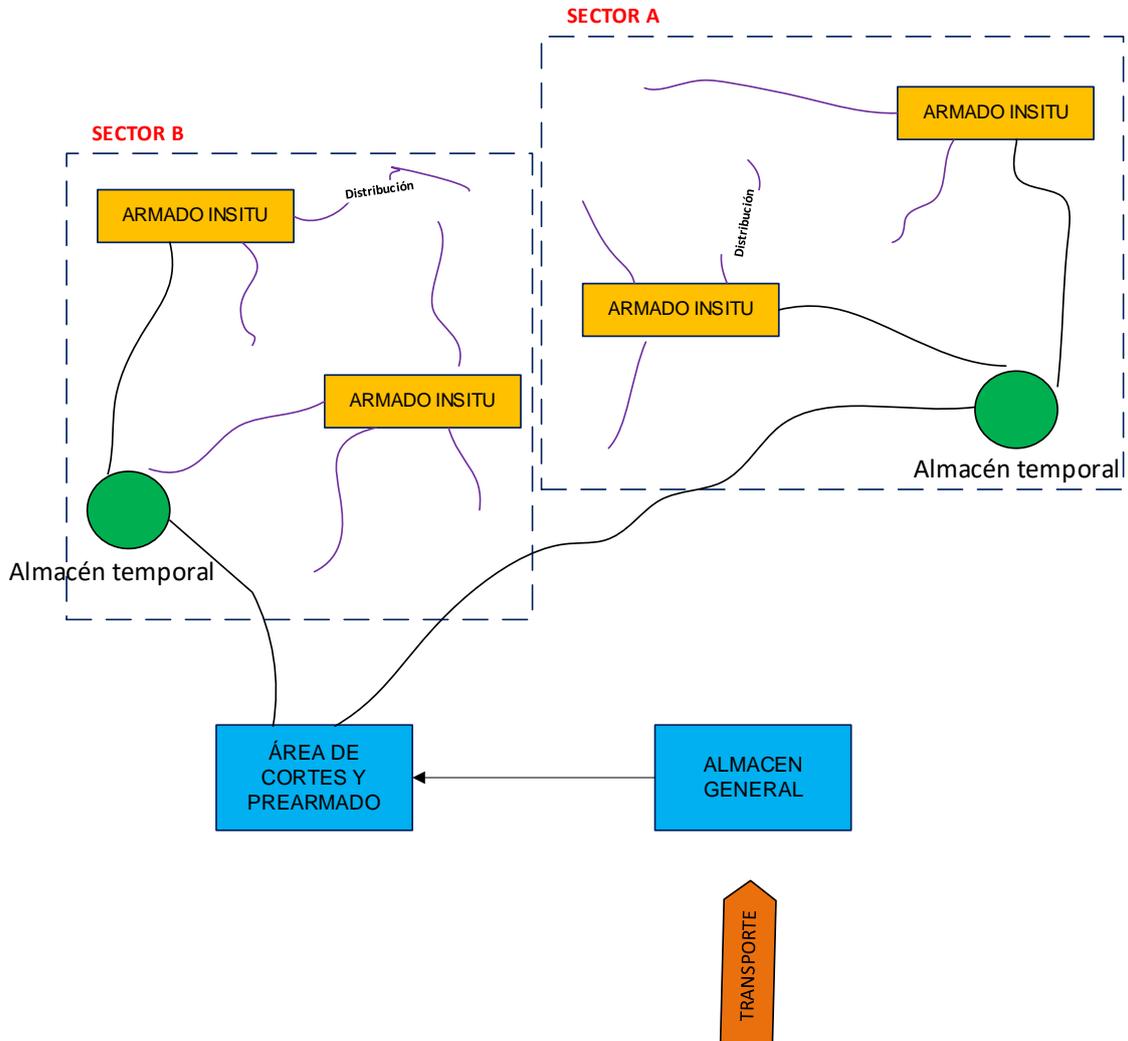
Flujo de Actividad en el Acero Actual

En el proceso del acero se tiene un recorrido secuencial. El ingreso del material llega al almacén de materiales en obra, el cual es recibido por el personal correspondiente y agregado al inventario interdiario. En el proceso de cortes para el armado de elementos, se tiene habilitado un espacio en el nivel base para realizar actividades de corte y pre armado, posteriormente, se lleva a los niveles de trabajo mediante acarreo manual. Asimismo, en la zona de losas se habilita un espacio para almacenaje y distribución. El ensamblaje de vigas en su mayoría se hace insitu, no obstante, algunos trabajan en el nivel cero, es necesario un replanteo de actividades.

Figura 81

Flujo de actividades en el acero

FLUJO DE ACTIVIDADES EN EL ACERO



Fuente: Propia

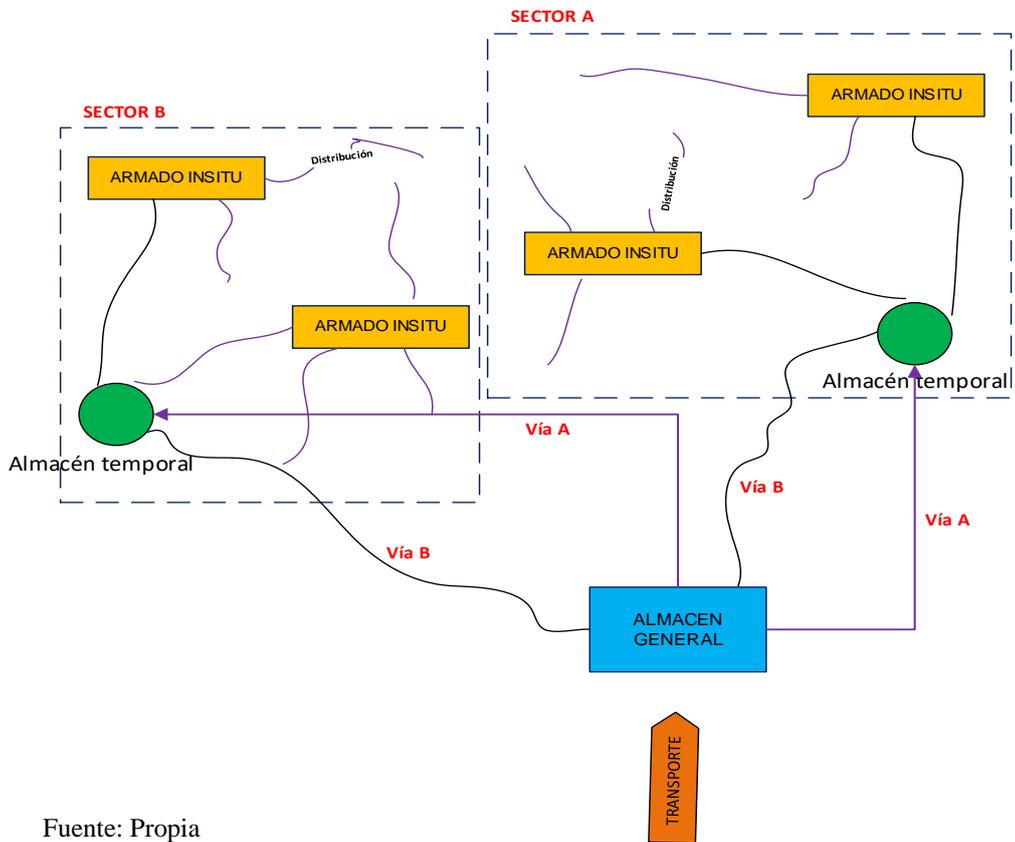
En flujo de trabajo se elaboró en función a lo encontrado en obra. Los trabajos se distribuyen tal como se muestra los recorridos, el cual es perjudicial para una buena productividad.

Flujo de Actividad en el Acero Mejorado

Según se visualizó el flujo que se desarrolla actualmente, muestra un trabajo clásico que solo desarrolla procesos secuenciales, sin comunicación alguna. Lo presentado a continuación, busca mejorar la producción de la mano de obra, optimizando procesos y mejorando el rendimiento.

Figura 82
Flujo mejorado de actividades en el acero

FLUJO MEJORADO DE ACTIVIDADES EN EL ACERO



Fuente: Propia

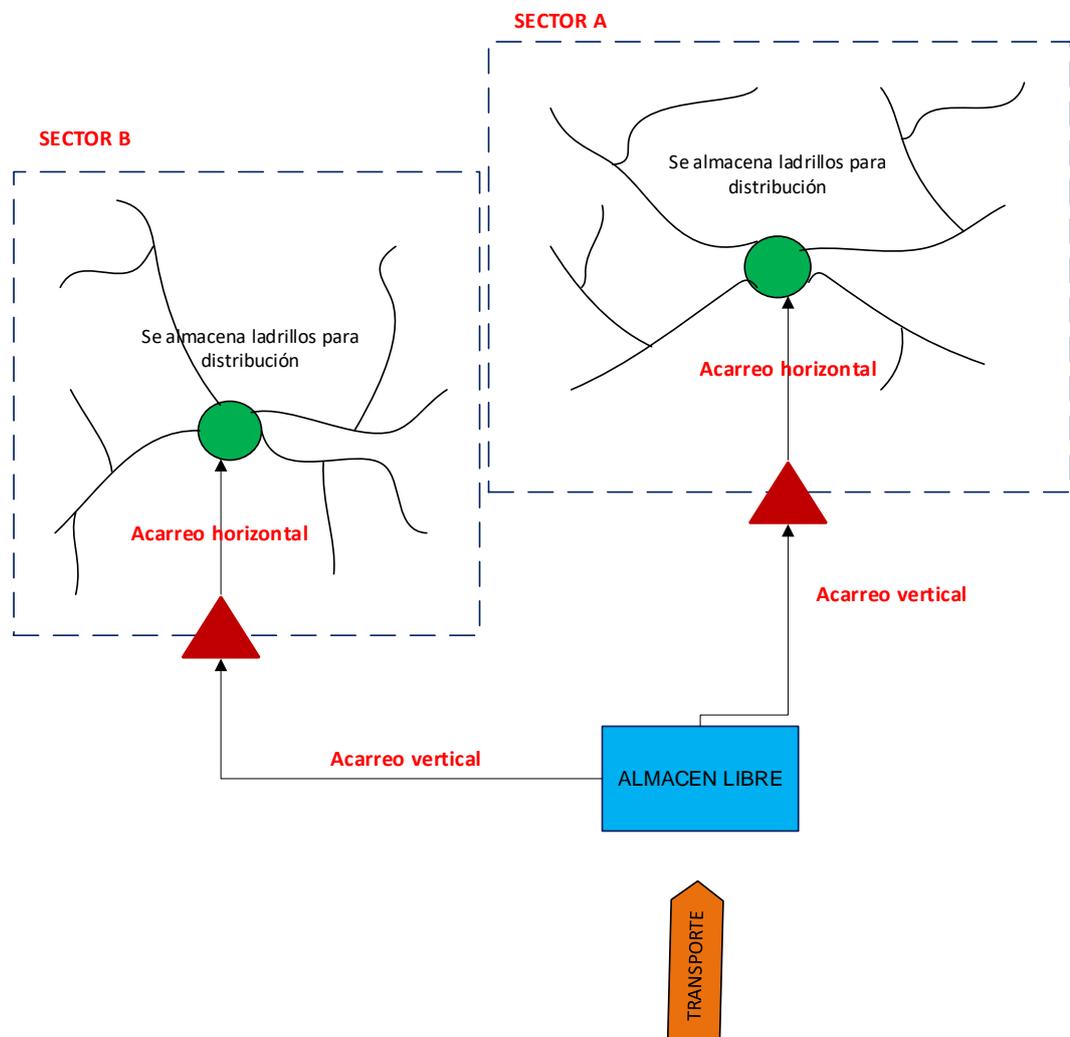
Flujo de Actividad en la Colocación de Ladrillos

El proceso en la colocación de ladrillos, se da mediante el transporte del material e ingresado a la zona de trabajo mediante dos acarreos independientes, para cada sector. Asimismo, la zona de ingreso es reducida, el cual retrasa la descarga del material, y obstaculizando el tránsito libre.

Figura 83

Flujo de actividades en la colocación de ladrillos

FLUJO DE ACTIVIDADES EN LA COLOCACIÓN DE LADRILLOS



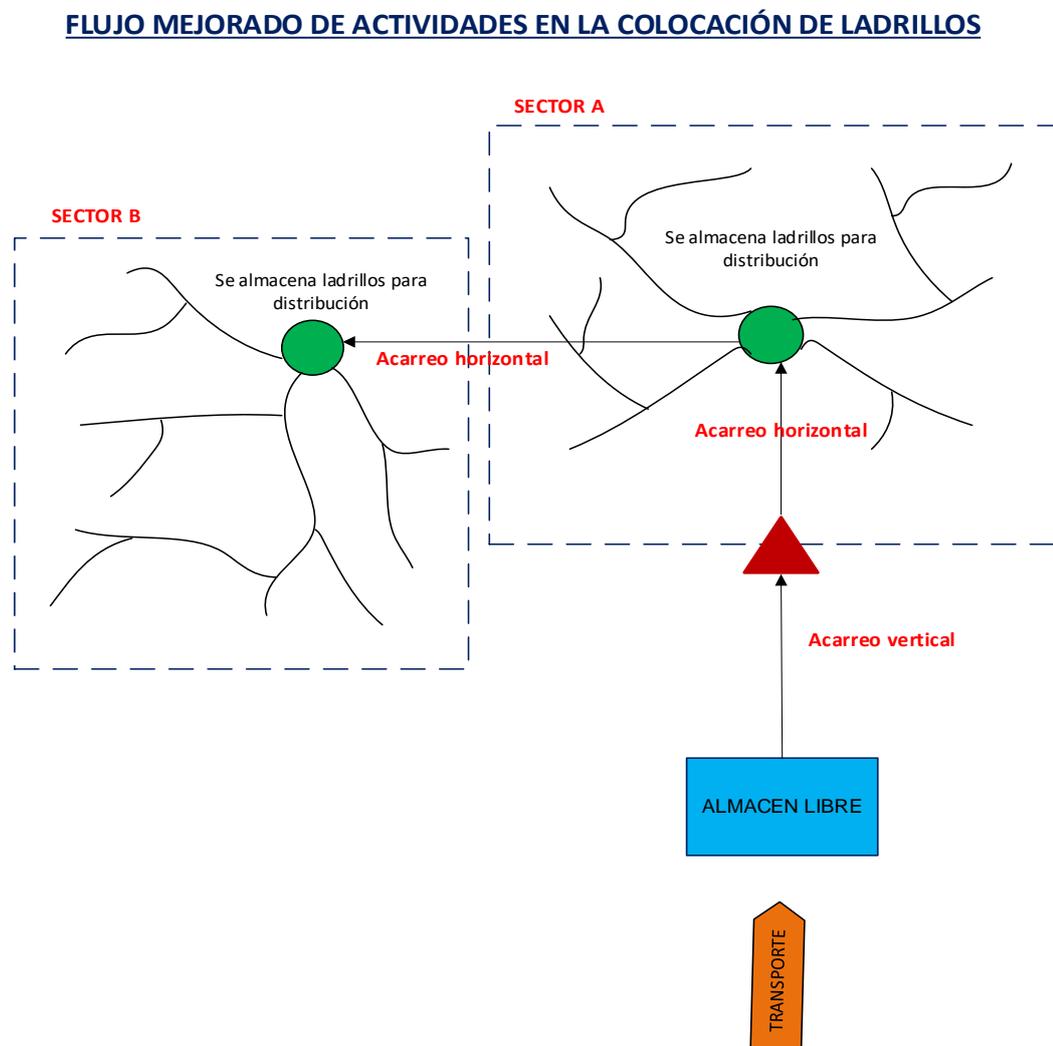
Fuente: Propia

Flujo de Actividad en la Colocación de Ladrillos Mejorado

A comparación del flujo encontrado, lo que se busca en el nuevo planteamiento es mejorar la habilitación del recurso, el cual demanda de tiempo y genera tiempo muertos cuando la mano de obra realiza esperas. Asimismo, se busca generar una sola entrada al flujo de trabajo, y este sea compartido cuando se encuentre en la zona específica de trabajo.

Figura 84

Flujo mejorado de actividades en la colocación de ladrillos



Fuente: Propia

A continuación, se muestra la planificación corta (Lookahead), el cual da detalles de lo que se espera en los días de ejecución de la losa, como son los plazos a cumplir y la cantidad de trabajo a realizar.

Por otro lado, se muestra el Lookahead ejecutado aplicado el Value Stream Mapping, el cual muestra resultados esperados.

Tabla 29
Programación Teórica Lookahead

Item	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Metrado	Unidad	Ratio HH	Trabajo
1	PROGRAMACION MAESTRA LAST PLANNER SYSTEM	PLANIFICACIÓN TEORICA						
1.1	LOSA ALIGERADA (SECTOR A-B) - PISO 02	13	06/05/2019	18/05/2019				1423 HH
1.1.1	Encofrado	4	06/05/2019	09/05/2019	297.40	m2	3.33	990 HH
1.1.2	Ladrillos	3	10/05/2019	14/05/2019	2499.00	Und	0.04	100 HH
1.1.3	Acero	4	13/05/2019	16/05/2019	1674.20	Kg	0.18	301 HH
1.1.4	Concreto	2	17/05/2019	18/05/2019	27.60	m3	1.12	31 HH

Semana 01						METRADO	Semana 02						METRADO
L	M	M	J	V	S		L	M	M	J	V	S	
6/05	7/05	8/05	9/05	10/05	11/05		13/05	14/05	15/05	16/05	17/05	18/05	
74.35	74.35	74.35	74.35			297.40							
				833.00	416.50	1249.50	416.50	833.00					1249.50
							418.55	418.55	418.55	418.55			1674.20
											13.80	13.80	27.60

Fuente: Propia

Según se puede visualizar en la tabla N°29, se muestran la planificación Lookahead para la ejecución de la losa aligerada, el cual es muestra de una programación convencional plasmada el formato lookahead, donde básicamente se plasma trabajos fin comienzo, los cuales no aportan valor a realizar los trabajos oportunamente.

Tabla 30
Programación realizada en campo

Item	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Metrado	Unidad	Ratio HH	Trabajo
1	PROGRAMACION MAESTRA LAST PLANNER SYSTEM	MEDICIÓN EN CAMPO (APLICADO EL VSM)						
1.1	LOSA ALIGERADA (SECTOR A-B) - PISO 02	11	06/05/2019	16/05/2019				1143 HH
1.1.1	Encofrado	3	06/05/2019	08/05/2019	297.40	m2	2.63	783 HH
1.1.2	Ladrillos	2	09/05/2019	10/05/2019	2499.00	Und	0.04	96 HH
1.1.3	Acero	4	10/05/2019	14/05/2019	1674.20	Kg	0.14	241 HH
1.1.4	Concreto	2	15/05/2019	16/05/2019	27.60	m3	0.83	23 HH

Semana 01						METRADO	Semana 02						METRADO
L	M	M	J	V	S		L	M	M	J	V	S	
6/05	7/05	8/05	9/05	10/05	11/05		13/05	14/05	15/05	16/05	17/05	18/05	
95.00	103.00	100.00				298.00							
			985.00	564.00		1549.00	950.00						950.00
				450.00	490.00	940.00	430.00	305.00					735.00
									13.80	13.80			27.60

Fuente: Propia

Según se puede visualizar en la taba N°30, se muestran la planificación Lookahead ejecutada en campo, los ratios mencionadas son efecto de las horas hombre empleadas en campo, los cuales fueron acumulados de los días de trabajo y recopilados por el profesional de campo para su programación mejorada en actividades similares de pisos superiores.

Finalmente, se muestra un resumen de los resultados obtenidos en cada escenario. Así también, como otros indicadores de plazos como son los ratios, plazos por partida, horas hombre empleadas, entre otros más.

Tabla 31
Plazos y ratios alcanzados

	OBRA (ESTADO INICIAL)		OBRA (VSM)	
	RATIO	DURACIÓN	RATIO	DURACIÓN
ENCOFRADO	3.33 hh/m2	4.00 días	2.63 hh/m2	3.00 días
LADRILLOS	0.04 hh/Und	3.00 días	0.04 hh/Und	2.00 días
ACERO	0.18 hh/Kg	4.00 días	0.14 hh/Kg	4.00 días
CONCRETO	1.12 hh/m3	2.00 días	0.83 hh/m3	2.00 días

Fuente: Propia

Desarrollo de Objetivo Específico 3, respecto en qué medida la aplicación del Value Stream Mapping, mejora el Aspecto Económico de la ejecución de Losa Aligerada

En el desarrollo del objetivo 3, estos resultados que se dan son por consecuencia del desarrollo del mejoramiento de rendimientos y análisis de los plazos trabajados. En particular, los costos es un factor directamente proporcionalidad a la rentabilidad que puede generar la empresa constructora. El desarrollo de este factor principalmente dependerá del desempeño de la mano de obra y la gestión de los demás recursos empleados.

A continuación, se muestran los indicadores de costos que se planificaron y se encontraron en la fase inicial

Tabla 32

Flujo económico antes de aplicar el VSM

	METRADO	PLAZO DE EJECUCIÓN	HORAS HOMBRE	COSTO TOTAL	VELOCIDAD DE INVERSIÓN
ENCOFRADO	297.40 m ²	4.00 días	990.34 HH	S/5,548.38	173.39 soles/hr
LADRILLOS	2,499.00 Und	3.00 días	99.96 HH	S/5,156.54	214.86 soles/hr
ACERO	1,674.20 Kg	4.00 días	301.36 HH	S/6,528.25	204.01 soles/hr
CONCRETO	27.60 m ³	2.00 días	30.91 HH	S/3,360.00	210.00 soles/hr

Fuente: Propia

Según se puede visualizar en tabla N°32, lo planificado son costos estimados a base del costo de la mano de obra por unidad de partida ejecutada, este al ser multiplicada con tu metrado total nos da un valor aproximado de lo que costará la obra en función a las horas hombre.

En este caso, se realizó la primera medición, el cual se encontraron horas hombre trabajadas y en base a ella, se pudo encontrar una velocidad de inversión que requiere la hora por hora de ejecución.

Por otro lado, se tiene los siguientes resultados una vez aplicado el Value Stream Mapping, donde encontramos horas hombres menores a lo planificado, lo que nos da a entender que el rendimiento afecto positivamente a los plazos y costos de la mano de obra.

Tabla 33

Flujo económico después de aplicar el VSM

	METRADO	PLAZO DE EJECUCIÓN	HORAS HOMBRE	COSTO TOTAL	VELOCIDAD DE INVERSIÓN
ENCOFRADO	297.40 m ²	3.00 días	782.63 HH	S/5,168.50	215.35 soles/hr
LADRILLOS	2,499.00 Und	2.00 días	96.37 HH	S/4,856.54	303.53 soles/hr
ACERO	1,674.20 Kg	4.00 días	240.89 HH	S/5,289.45	165.30 soles/hr
CONCRETO	27.60 m ³	2.00 días	23.00 HH	S/2,158.46	134.90 soles/hr

Fuente: Propia

Simulación de los Procesos

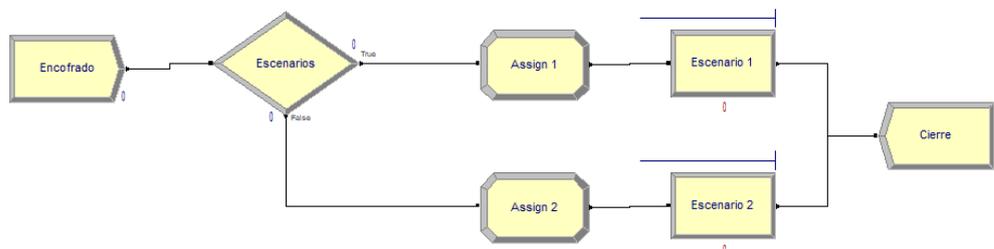
El proceso de simulación se realiza en el software Arena, el cual se modelan los procesos y se agrega los recursos empleados para cada partida.

Para modelar en el Arena el proceso general que se realiza con la productividad, es la siguiente:

- El ingreso principal es la asignación del rendimiento para cada cadena de proceso.
- Se realiza la partición para dos escenarios, la finalidad es aplicar los trabajos productivos en uno y otros trabajos no contributivos.
- Se obtiene reportes de situaciones reales que podrían pasar en los escenarios posibles.

Figura 85

Modelamiento en el encofrado



Other

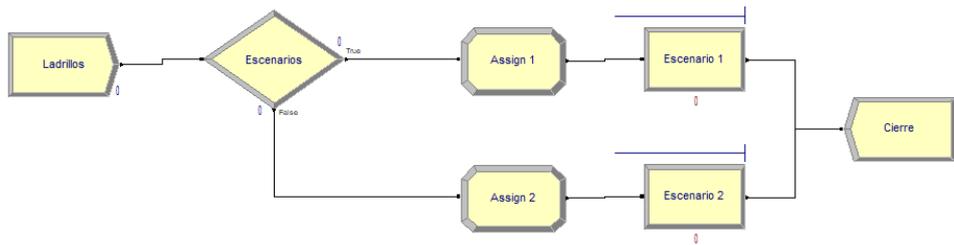
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Escenario 1.Queue	52.5837	(Insufficient)	13.0000	100.00
Escenario 2.Queue	21.7151	(Insufficient)	9.0000	43.0000

Fuente: Propia

En este proceso, se modeló el comportamiento de la productividad que se puede desarrollar, el valor promedio llega a ser 52.58% para trabajos productivos y para los trabajos no productivos el 21.72%, esto aplicado a una distribución del 75% de trabajos para el escenario 1 y lo resto para el escenario 2.

Figura 86

Modelamiento en la colocación de ladrillos



Other

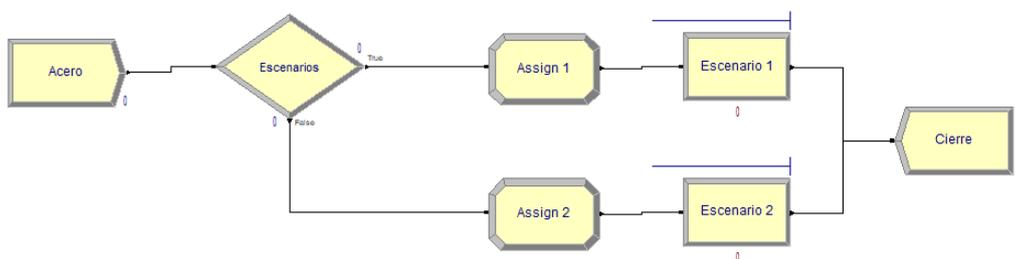
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Escenario 1.Queue	43.3624	(Insufficient)	13.0000	100.00
Escenario 2.Queue	19.4276	(Insufficient)	5.0000	44.0000

Fuente: Propia

En este proceso, se modeló el comportamiento de la productividad que se puede desarrollar, el valor promedio llega a ser 43.36% para trabajos productivos que puede llegar a desarrollar y para los trabajos no productivos el 19.43%, esto aplicado a una distribución del 75% de trabajos para el escenario 1 y lo resto para el escenario 2.

Figura 87

Modelamiento en la colocación de ladrillos



Other

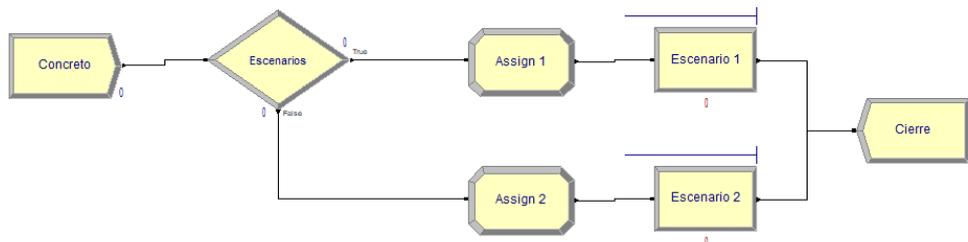
Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Escenario 1.Queue	59.5159	(Insufficient)	18.0000	103.00
Escenario 2.Queue	25.0476	(Insufficient)	9.0000	41.0000

Fuente: Propia

En este proceso, se modeló el comportamiento de la productividad que se puede desarrollar, el valor promedio llega a ser 59.52% para trabajos productivos que puede llegar a desarrollar y para los trabajos no productivos el 25.05%, esto aplicado a una distribución del 75% de trabajos para el escenario 1 y lo resto para el escenario 2.

Figura 88

Modelamiento en la colocación de ladrillos



Other

Number Waiting	Average	Half Width	Minimum	Maximum
Escenario 1.Queue	52.1459	(Insufficient)	13.0000	99.00
Escenario 2.Queue	21.4197	(Insufficient)	7.0000	41.0000

Fuente: Propia

En este proceso, se modeló el comportamiento de la productividad que se puede desarrollar, el valor promedio llega a ser 52.15% para trabajos productivos que puede llegar a desarrollar y para los trabajos no productivos el 21.42%, esto aplicado a una distribución del 75% de trabajos para el escenario 1 y lo resto para el escenario 2.

CAPITULO III. RESULTADOS

Estadística Descriptiva

Análisis Descriptivo de las Variables

V1. Rendimiento de la mano de obra

Tal como se puede visualizar en la tabla N°34, los resultados en el primer análisis son efectos de la toma de datos en obra, bajo la aplicación del formato “medición de rendimientos”, el cual son menores a lo planificado en un estado inicial. La fluctuación presentada, principalmente se da por el replanteo de los procesos de trabajo en obra, partiendo desde la reorganización de las cuadrillas y la disminución de los trabajos no contributorios.

Tabla 34

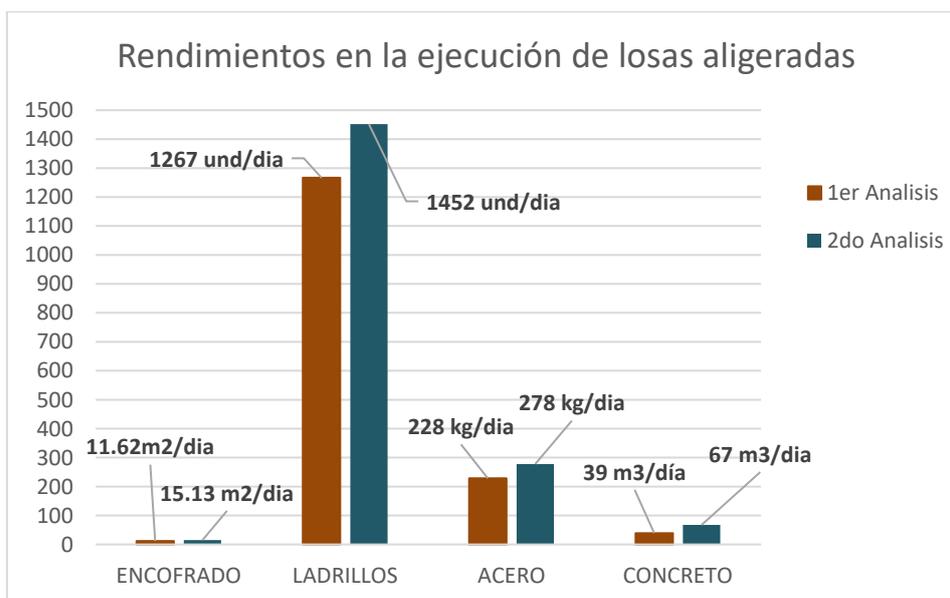
Resultados de rendimientos

RENDIMIENTOS EN LA EJECUCIÓN DE LOSA ALIGERADA		
	1er Análisis	2do Análisis
Encofrado	11.62 m ² /día	15.13 m ² /día
Ladrillos	1,267 Und/día	1,452 Und/día
Acero	228 Kg/día	278 Kg/día
Concreto	39.00 m ³ /día	67 m ³ /día

Fuente: Propia

Figura 89

Rendimientos desarrollados en la investigación



Fuente: Propia

Reporte de Productividad en el Encofrado

Tabla 35

Reporte productivo en el encofrado

Actividad (TP)		44.11%	
Trabajo Productivo (1er Analisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
1	Tomar medidas de las tablas	13.52%	38
2	Colocación de las tablas	12.46%	35
3	Tomar medidas en soleras	17.79%	50
4	Corte de soleras	7.83%	22
5	Colocación de soleras	16.01%	45
6	Tomar medidas de pie derechos	8.19%	23
7	Colocación de pies derechos	18.51%	52
8	Colocación de cuñas	3.20%	9
9	Clavar madera	2.49%	7
		100.00%	281

Actividad (TP)		54.29%	
Trabajo Productivo (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
1	Tomar medidas de las tablas	13.77%	34
2	Colocación de las tablas	15.38%	38
3	Tomar medidas en soleras	17.81%	44
4	Corte de soleras	9.72%	24
5	Colocación de soleras	16.19%	40
6	Tomar medidas de pie derechos	8.10%	20
7	Colocación de pies derechos	13.77%	34
8	Colocación de cuñas	2.83%	7
9	Clavar madera	2.43%	6
		100.00%	247

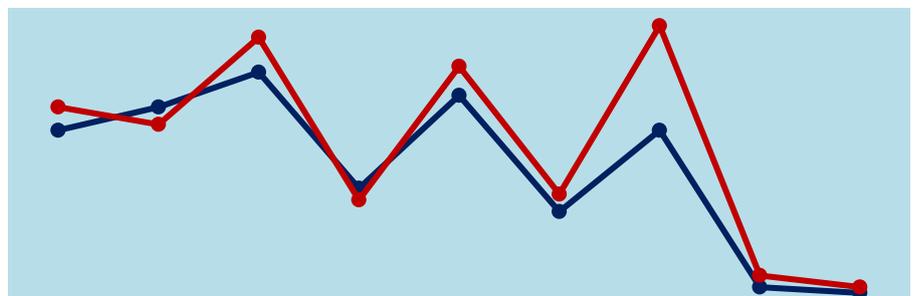
Fuente: Propia

Figura 90

Trabajos productivos en el encofrado

TRABAJOS PRODUCTIVOS EN EL ENCOFRADO

53.00 min
49.00 min
45.00 min
41.00 min
37.00 min
33.00 min
29.00 min
25.00 min
21.00 min
17.00 min
13.00 min
9.00 min
5.00 min



	Tomar medidas de las tablas	Colocación de las tablas	Tomar medidas en soleras	Corte de soleras	Colocación de soleras	Tomar medidas de pie derechos	Colocación de pies derechos	Colocación de cuñas	Clavar madera
TRABAJO PRODUCTIVO (2DO ANALISIS)	34	38	44	24	40	20	34	7	6
TRABAJO PRODUCTIVO (1ER ANALISIS)	38	35	50	22	45	23	52	9	7

Fuente: Propia

Se puede mencionar que las actividades productivas en su totalidad mejoran su desempeño, excepto en la colocación de pies derechos y colocación de cuñas, donde su producción disminuye, pero el trabajo contributivo que desarrollan mejoran.

Tabla 36

Reporte de trabajos contributorios en el encofrado

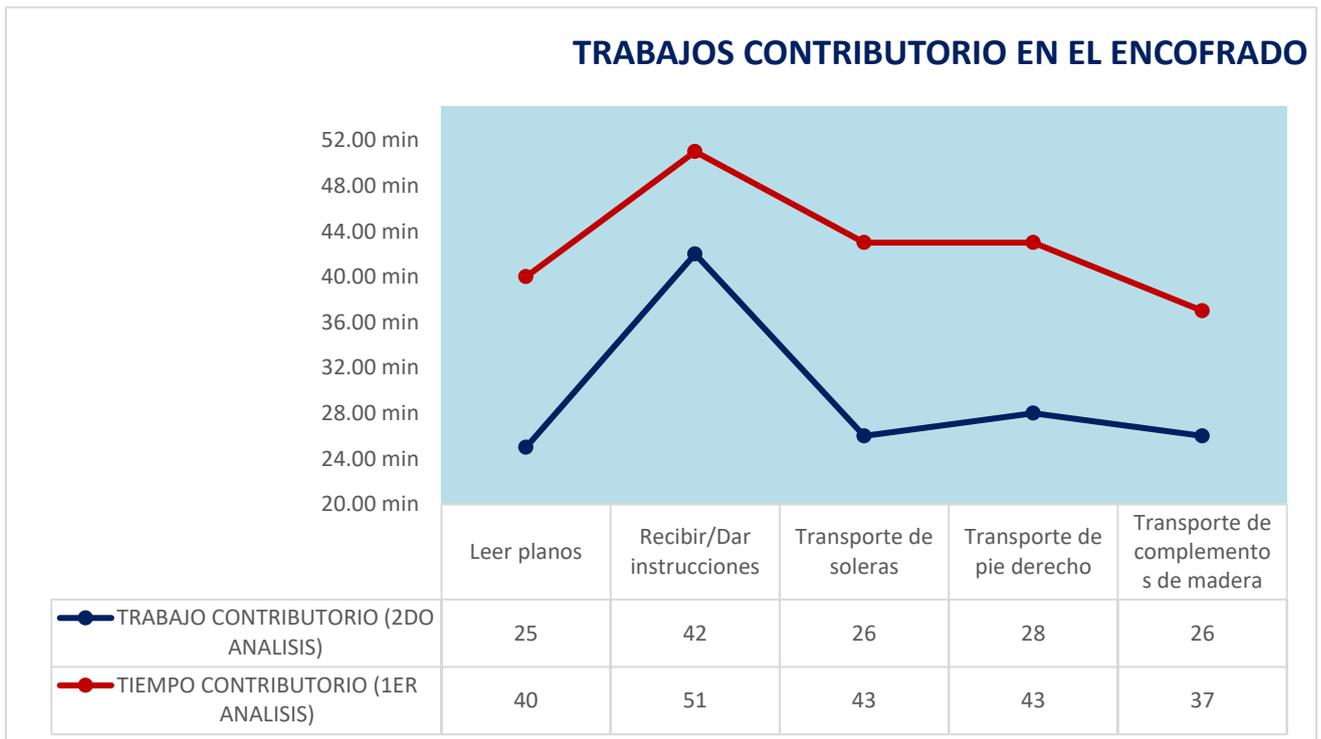
Actividad (TC)		33.59%	
Trabajo Contributorio (1er Analisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Leer planos	18.69%	40
T	Recibir/Dar instrucciones	23.83%	51
L	Transporte de soleras	20.09%	43
I	Transporte de pie derecho	20.09%	43
X	Transporte de complementos de madera	17.29%	37
		100.00%	214

Actividad (TC)		32.31%	
Trabajo Contributorio (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Leer planos	17.01%	25
T	Recibir/Dar instrucciones	28.57%	42
L	Transporte de soleras	17.69%	26
I	Transporte de pie derecho	19.05%	28
X	Transporte de complementos de madera	17.69%	26
		100.00%	147

Fuente: Propia

Figura 91

Trabajos contributorios en el encofrado



Fuente: Propia

Según la tabla N°36, el incremento de los trabajos contributorios se dan en la mayoría de las actividades, como por ejemplo en la etapa de recibir o dar instrucciones el incremento es significativo, no obstante, en los acarreos de encofrado, se visualiza una disminución de los trabajos.

Tabla 37

Reporte de Trabajos no contributivos en el encofrado

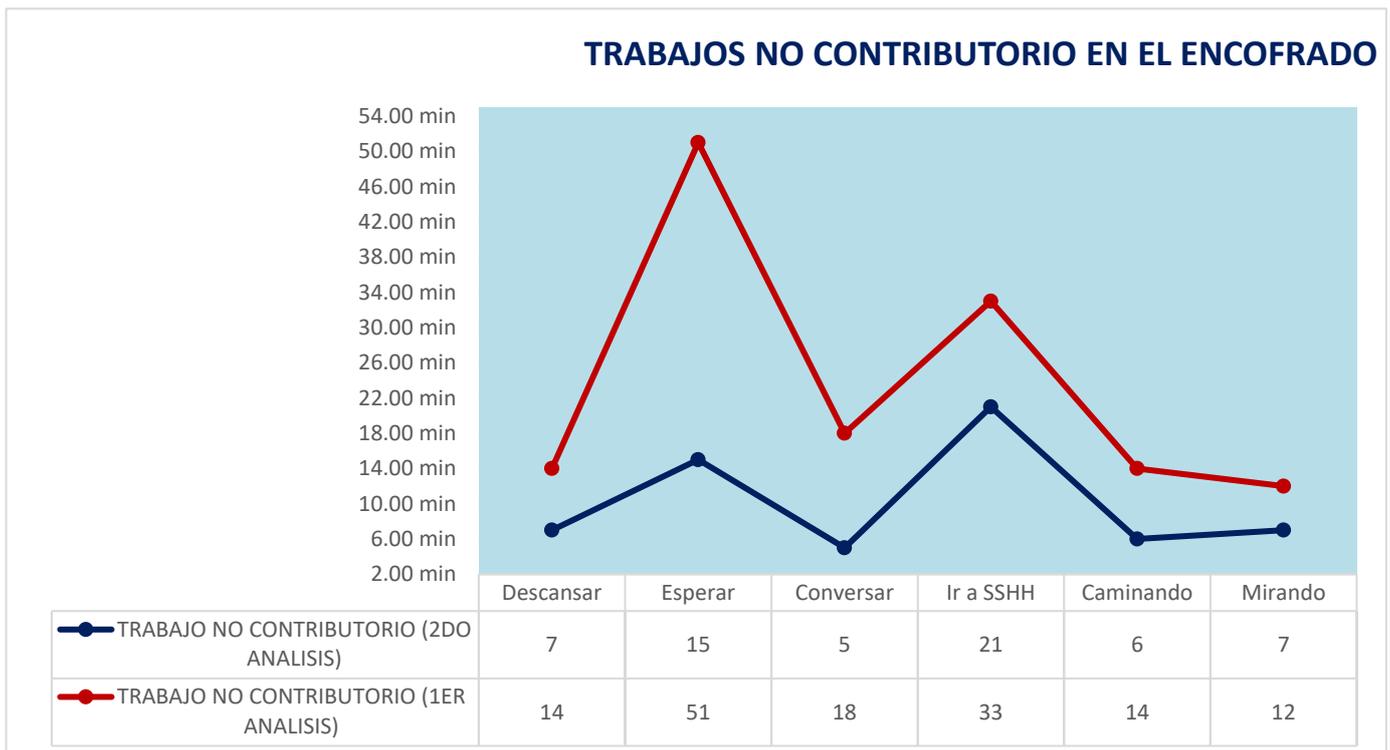
Actividad (TNC)		22.29%	
Trabajo No Contributorio (1er análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Descansar	9.86%	14.00
O	Esperar	35.92%	51.00
D	Conversar	12.68%	18.00
N	Ir a SSHH	23.24%	33.00
V	Caminando	9.86%	14.00
R	Mirando	8.45%	12.00
		100.00%	142

Actividad (TNC)		13.41%	
Trabajo No Contributorio (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Descansar	11.48%	7.00
O	Esperar	24.59%	15.00
D	Conversar	8.20%	5.00
N	Ir a SSHH	34.43%	21.00
V	Caminando	9.84%	6.00
R	Mirando	11.48%	7.00
		100.00%	61

Fuente: Propia

Figura 92

Trabajos no contributivos en el encofrado



Fuente: Propia

Se puede visualizar que los trabajos que no generan valor, han disminuido significativamente, el cual es el indicador adecuado para entender que la producción en obra se ve mejorada.

Reporte de Productividad en la colocación de ladrillos

Tabla 38

Reporte de trabajos productivos en la colocación de ladrillos

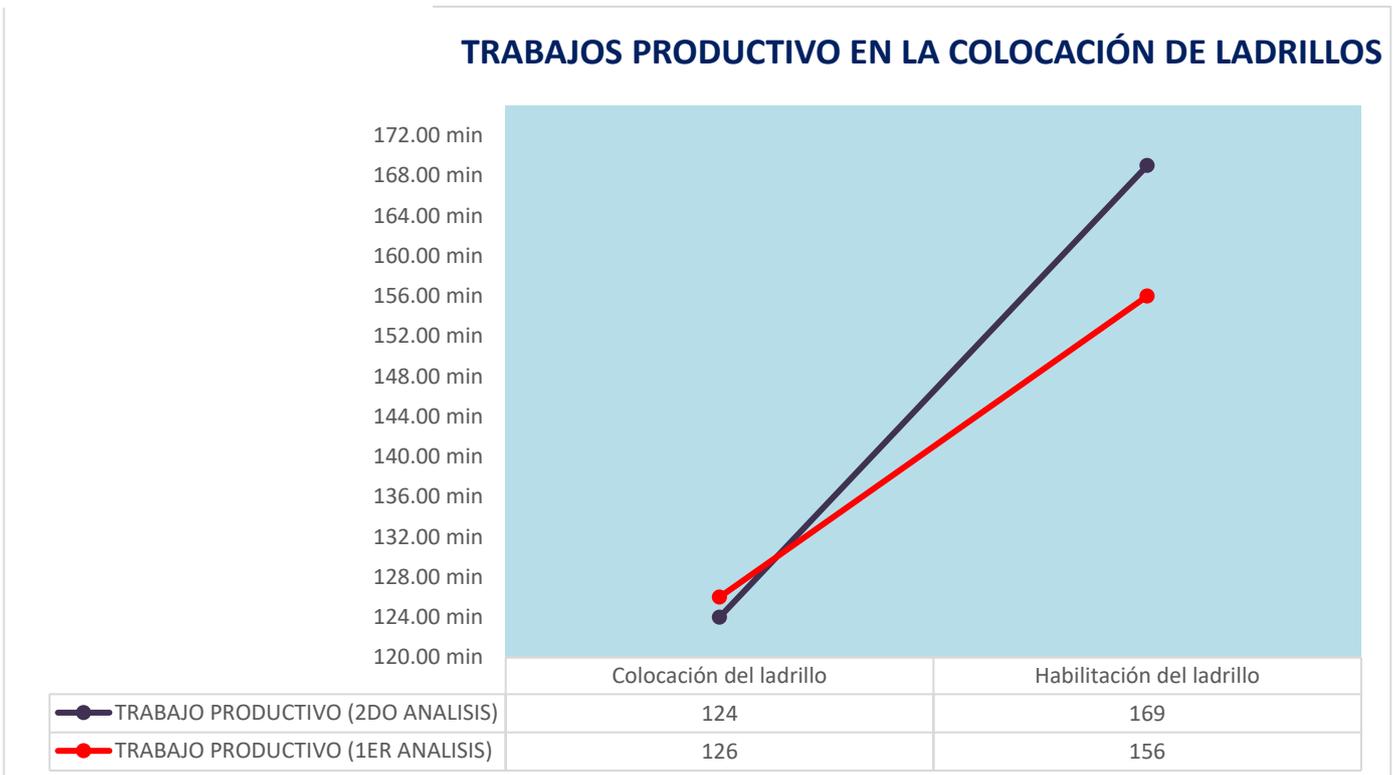
Actividad (TP)		44.27%	
Trabajo Productivo (1er análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
1	Colocación del ladrillo	44.68%	126
2	Habilitación del ladrillo	55.32%	156
		100.00%	282

Fuente: Propia

Actividad (TP)		46.00%	
Trabajo Productivo (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
1	Colocación del ladrillo	42.32%	124
2	Habilitación del ladrillo	57.68%	169
		100.00%	293

Figura 93

Trabajos productivos en el encofrado



Fuente: Propia

Según se puede visualizar, se da un incremento significativo en la habilitación de ladrillo, el cual eleva la respuesta de producción entre el análisis 01 y análisis 02, no obstante, ligeramente disminuye en la colocación de ladrillo, el cual esa disminución no es incidente.

Tabla 39

Reporte de trabajos contributorios en la colocación de ladrillos

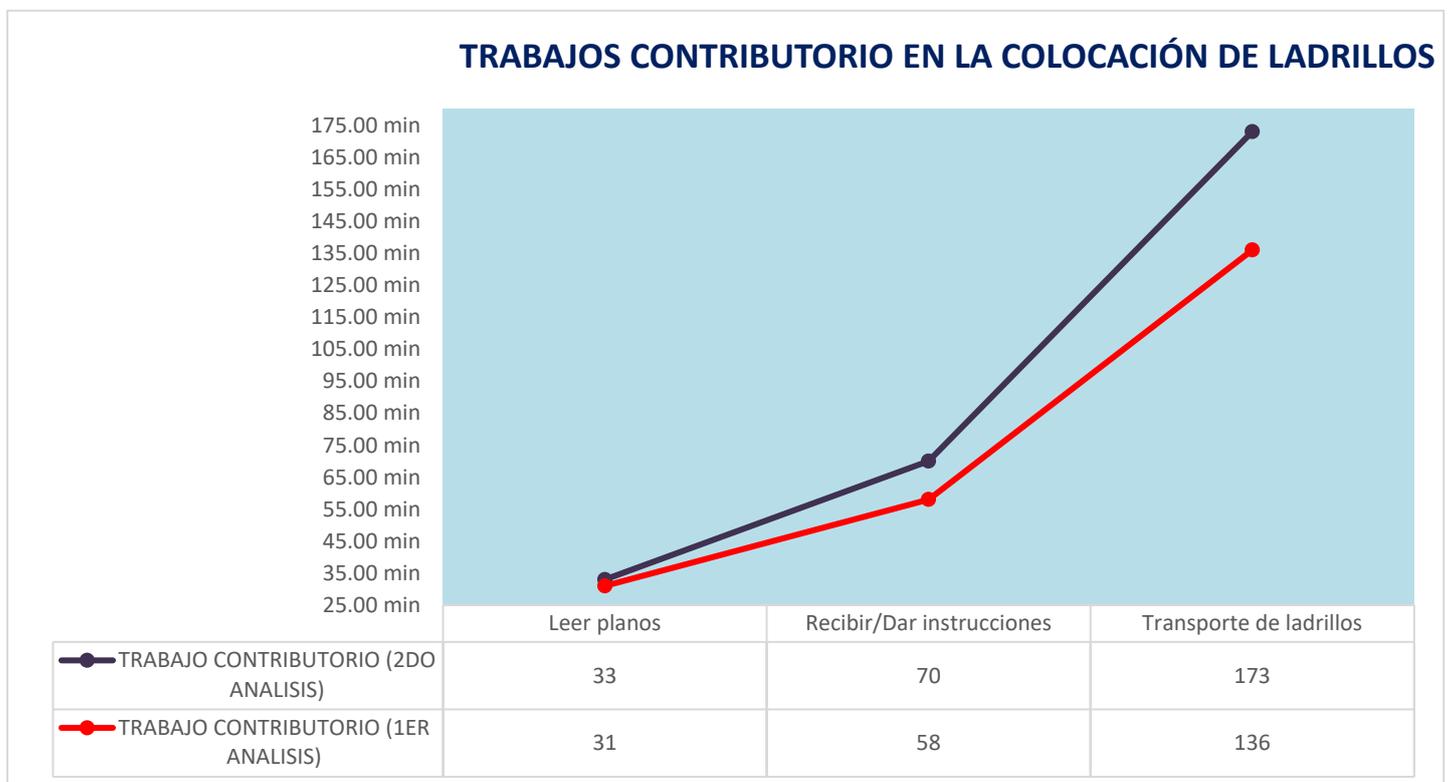
Actividad (TC)		35.32%	
Trabajo Contributorio (1er análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Leer planos	13.78%	31
T	Recibir/Dar instrucciones	25.78%	58
L	Transporte de ladrillos	60.44%	136
		100.00%	225

Fuente: Propia

Actividad (TC)		43.33%	
Trabajo Contributorio (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Leer planos	11.96%	33
T	Recibir/Dar instrucciones	25.36%	70
L	Transporte de ladrillos	62.68%	173
		100.00%	276

Figura 94

Trabajos contributorios en la colocación de ladrillos



Fuente: Propia

Tal como se puede visualizar en la figura N°94, la proyección del 2do análisis es mucho mejor al primero, considerando que se emplea la misma cantidad de obreros en ambos análisis. El tiempo acumulado en el escenario 02 es 52min más de trabajos contributorios, el cual es un indicador adecuado cuando se trata de productividad en la mano de obra.

Tabla 40

Reportes de trabajos no contributivos en la colocación de ladrillos

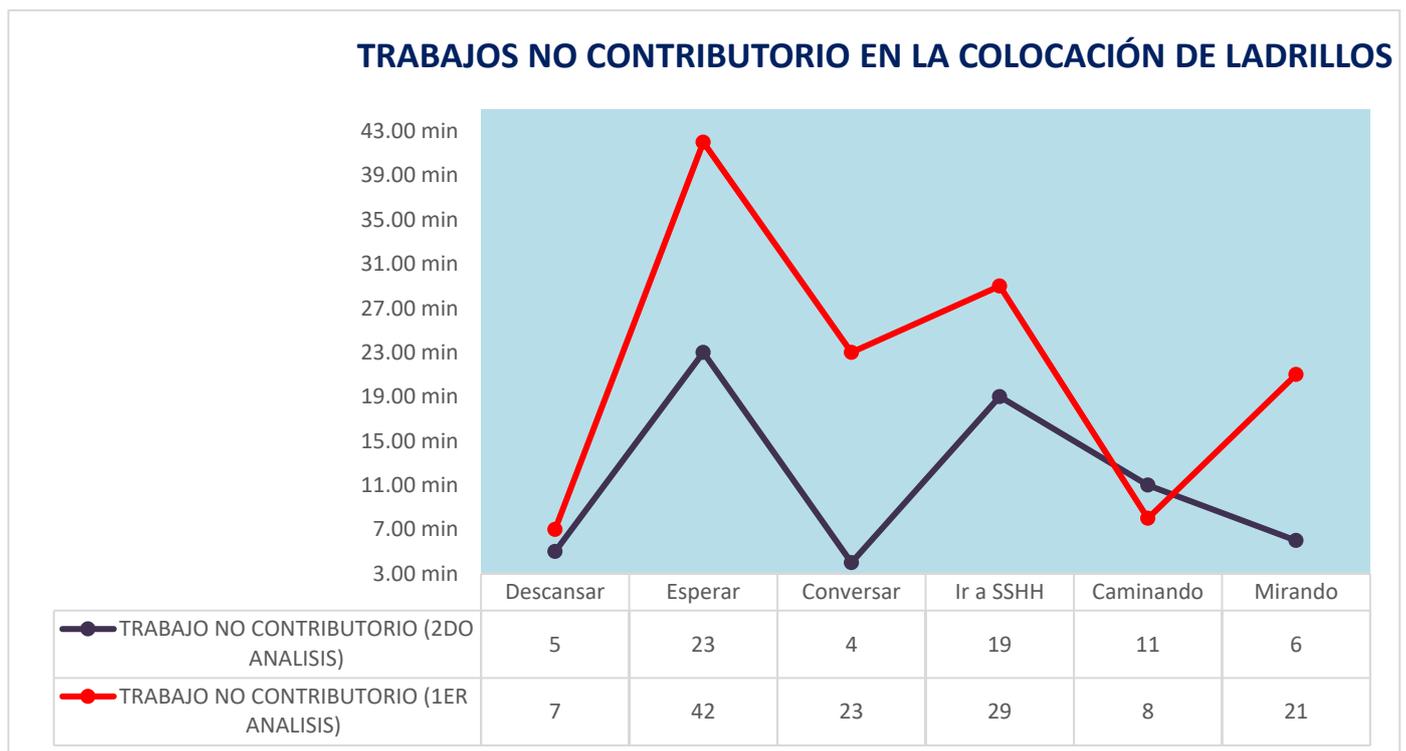
Actividad (TNC)		20.41%	
Trabajo No Contributivo (1er análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Descansar	5.38%	7.00
O	Esperar	32.31%	42.00
D	Conversar	17.69%	23.00
N	Ir a SSHH	22.31%	29.00
V	Caminando	6.15%	8.00
R	Mirando	16.15%	21.00
		100.00%	130

Actividad (TNC)		10.68%	
Trabajo No Contributivo (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Descansar	7.35%	5.00
O	Esperar	33.82%	23.00
D	Conversar	5.88%	4.00
N	Ir a SSHH	27.94%	19.00
V	Caminando	16.18%	11.00
R	Mirando	8.82%	6.00
		100.00%	68

Fuente: Propia

Figura 95

Trabajos no contributivos en la colocación de ladrillos



Fuente: Propia

Según se puede visualizar en el grafico N°95, los trabajos que no generan valor disminuyen en gran proporción, básicamente en su totalidad, no obstante, las caminatas en campo se ven que aumentan ligeramente, el cual no afecta a la producción en general.

Reporte de Productividad en la habilitación de acero

Tabla 41

Reporte de trabajos productivos en la habilitación de acero

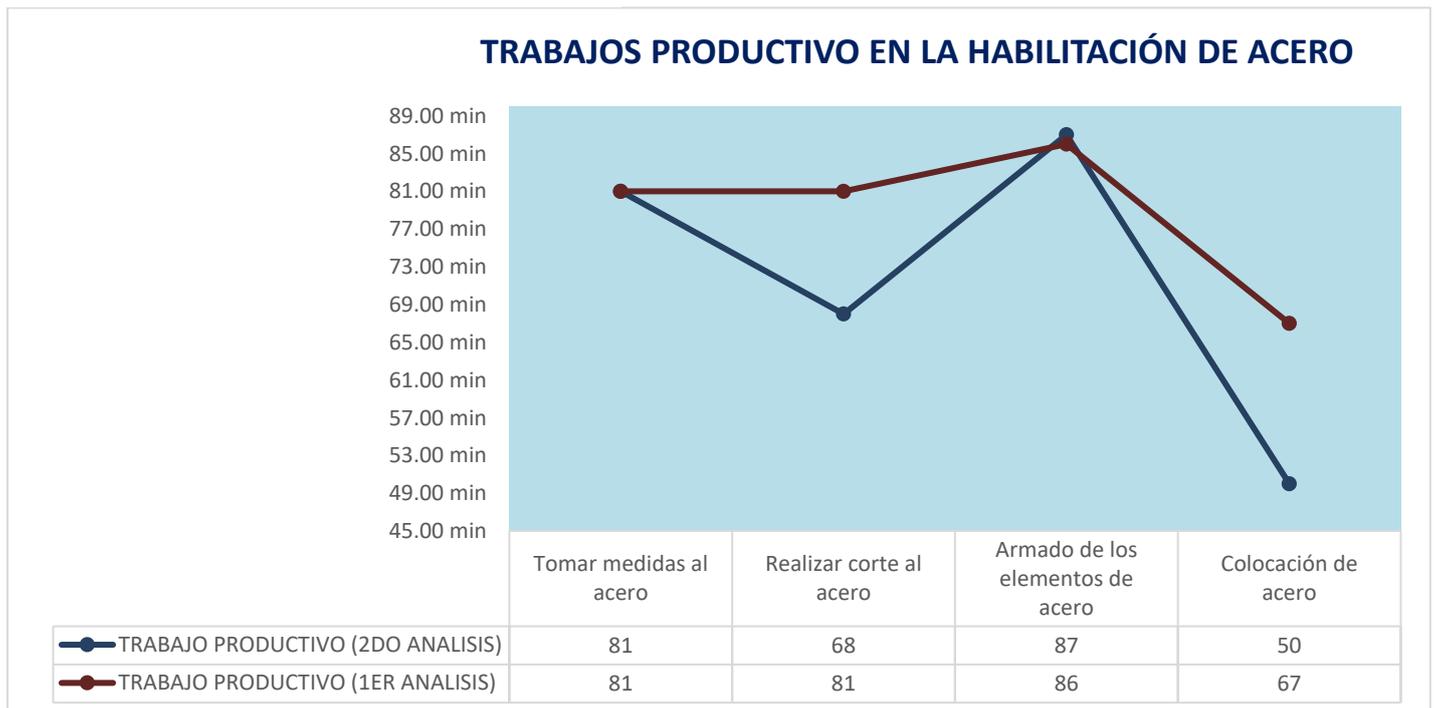
Actividad (TP)				57.69%
Trabajo Productivo (1er análisis)				
N°	Descripción	%	T (min)	
1	Tomar medidas al acero	25.71%	81	
2	Realizar corte al acero	25.71%	81	
3	Armado de los elementos de acero	27.30%	86	
4	Colocación de acero	21.27%	67	
		100.00%	315	

Actividad (TP)				62.86%
Trabajo Productivo (2do análisis)				
N°	Descripción	%	T (min)	
1	Tomar medidas al acero	28.32%	81	
2	Realizar corte al acero	23.78%	68	
3	Armado de los elementos de acero	30.42%	87	
4	Colocación de acero	17.48%	50	
		100.00%	286	

Fuente: Propia

Figura 96

Trabajos productivos en la habilitación de acero



Fuente: Propia

Según se puede visualizar en la figura N°96, ligeramente incrementa la productividad, sin embargo, esta producción inicial es efecto de emplear 2 operarios, 2 oficiales y 2 peones, y el segundo análisis, se emplea 2 operarios, 2 oficiales y un peón. Por lo tanto, si visualizamos, la producción se mantiene, se entiende que el rendimiento de la mano de obra mejora al emplear menos obreros.

Tabla 42

Reporte de trabajos contributorios en la habilitación de acero

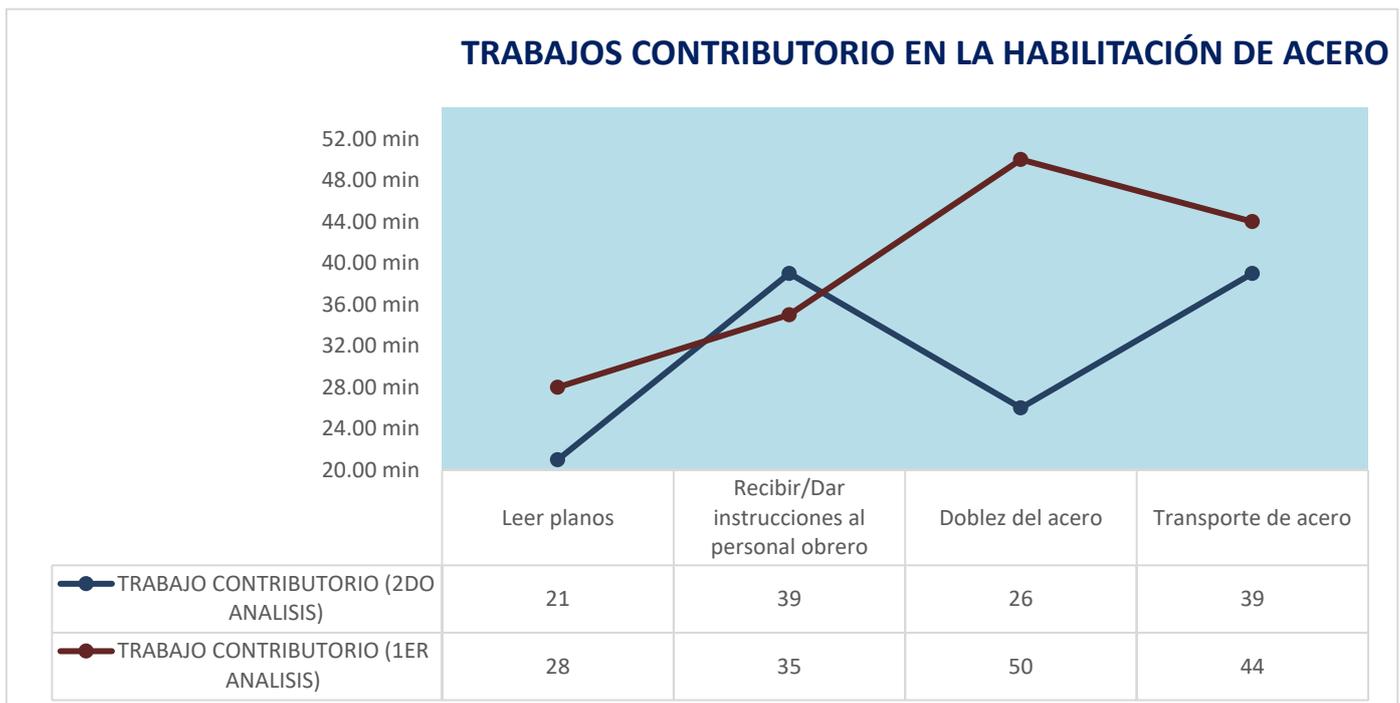
Actividad (TC)		28.75%	
Trabajo Contributorio(1er análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Leer planos	17.83%	28
T	Recibir/Dar instrucciones al personal obrero	22.29%	35
L	Doble del acero	31.85%	50
I	Transporte de acero	28.03%	44
		100.00%	157

Fuente: Propia

Actividad (TC)		27.47%	
Trabajo Contributorio (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Leer planos	16.80%	21
T	Recibir/Dar instrucciones al personal obrero	31.20%	39
L	Doble del acero	20.80%	26
I	Transporte de acero	31.20%	39
		100.00%	125

Figura 97

Trabajos contributorios en la habilitación de acero



Fuente: Propia

Según se puede visualizar en la figura N°97, ligeramente incrementa los trabajos que generan valor, sin embargo, esta producción inicial es efecto de emplear 2 operarios, 2 oficiales y 2 peones, y el segundo análisis, se emplea 2 operarios, 2 oficiales y un peón. Por lo tanto, si visualizamos, la producción se mantiene, ya que la producción inicial se emplea 6 hombres, si vamos a la producción 02, la producción se está mantenimiento, los cuales darán mejores resultados en los costos de la mano de obra.

Tabla 43

Reporte de trabajos no contributivos en la habilitación de acero

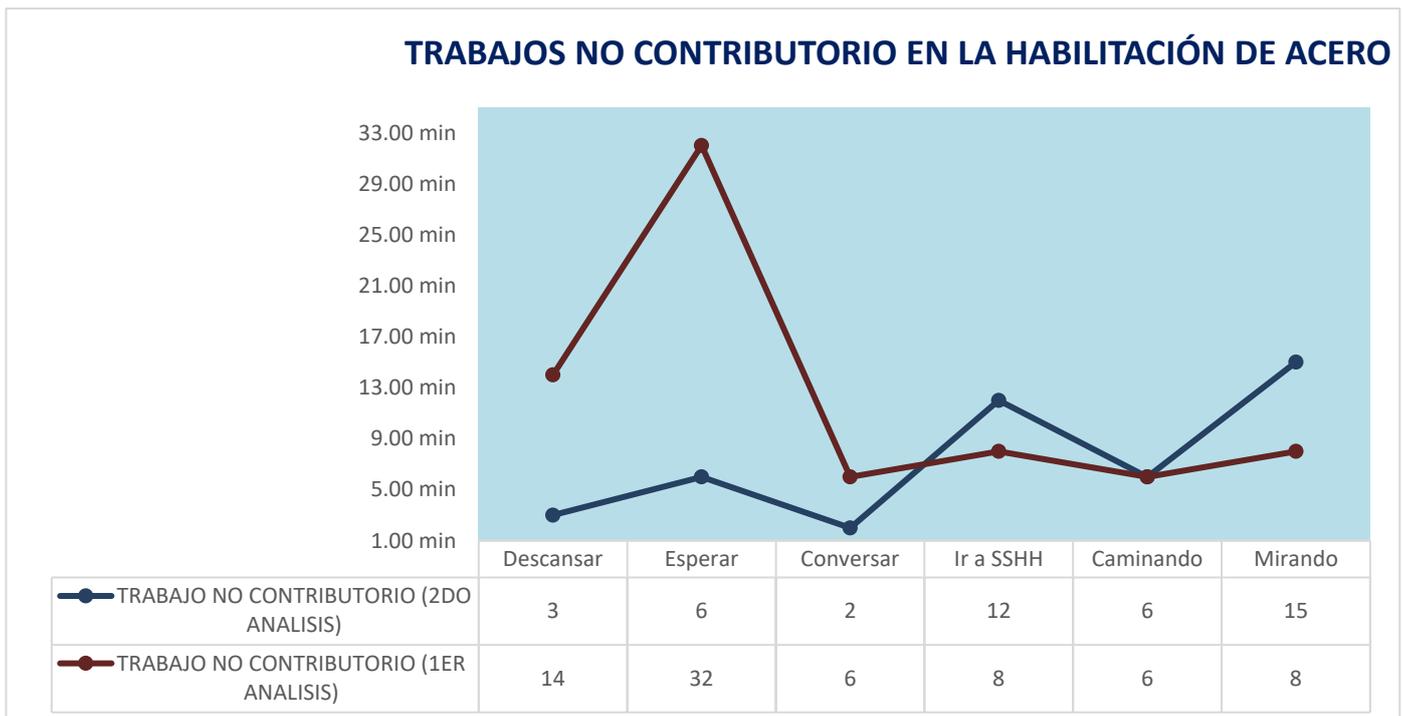
Actividad (TNC)		13.55%	
Trabajo No Contributorio (1er análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Descansar	18.92%	14.00
O	Esperar	43.24%	32.00
D	Conversar	8.11%	6.00
N	Ir a SSHH	10.81%	8.00
V	Caminando	8.11%	6.00
R	Mirando	10.81%	8.00
		100.00%	74

Actividad (TNC)		9.67%	
Trabajo No Contributorio (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Descansar	6.82%	3.00
O	Esperar	13.64%	6.00
D	Conversar	4.55%	2.00
N	Ir a SSHH	27.27%	12.00
V	Caminando	13.64%	6.00
R	Mirando	34.09%	15.00
		100.00%	44

Fuente: Propia

Figura 98

Trabajos no contributivos en la habilitación de acero



Fuente: Propia

Según se puede visualizar en el grafico N°98, los trabajos que no generan valor disminuyen en gran proporción, básicamente en su totalidad, no obstante, algunos trabajos de ocio, aún mantienen el desarrollo de trabajos muertos, pero resaltando que el empleo de personal obrero es menor a lo inicial.

Reporte de Productividad en el vaciado de concreto

Tabla 44

Reporte de trabajos productivos en el vaciado de concreto

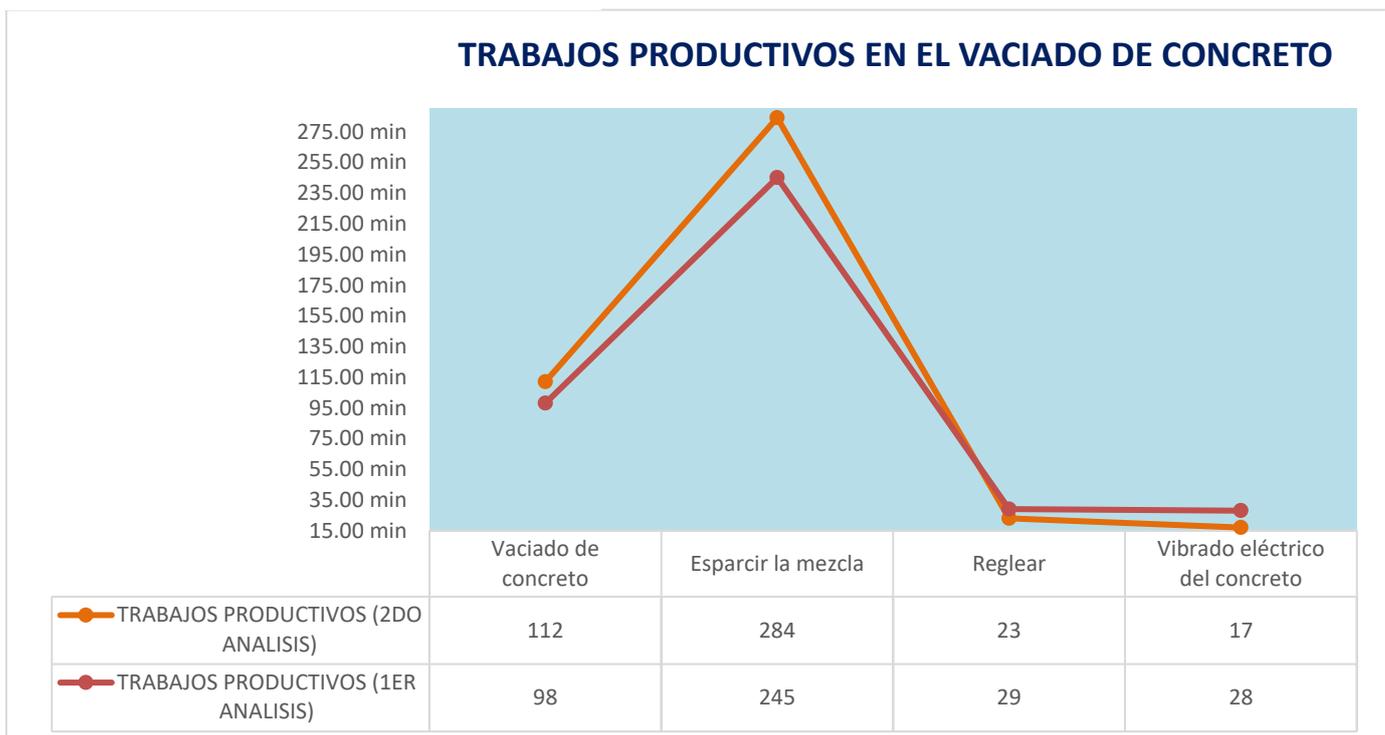
Actividad (TP)		62.79%	
Trabajo Productivo (1er análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
1	Vaciado de concreto	24.50%	98
2	Esparcir la mezcla	61.25%	245
3	Reglear	7.25%	29
4	Vibrado eléctrico del concreto	7.00%	28
		100.00%	400

Actividad (TP)		68.45%	
Trabajo Productivo (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
1	Vaciado de concreto	25.69%	112
2	Esparcir la mezcla	65.14%	284
3	Reglear	5.28%	23
4	Vibrado eléctrico del concreto	3.90%	17
		100.00%	436

Fuente: Propia

Figura 99

Trabajos productivos en el vaciado de concreto



Fuente: Propia

Según se puede visualizar en la figura N°99, la producción de las partidas mejora en el vaciado de concreto y los trabajos para esparcir la mezcla, no obstante, disminuye ligeramente en las partidas de vibrado y regleado, el cual son efectos de la redistribución de las cuadrillas.

Tabla 45

Reporte de trabajos contributorios en el vaciado de concreto

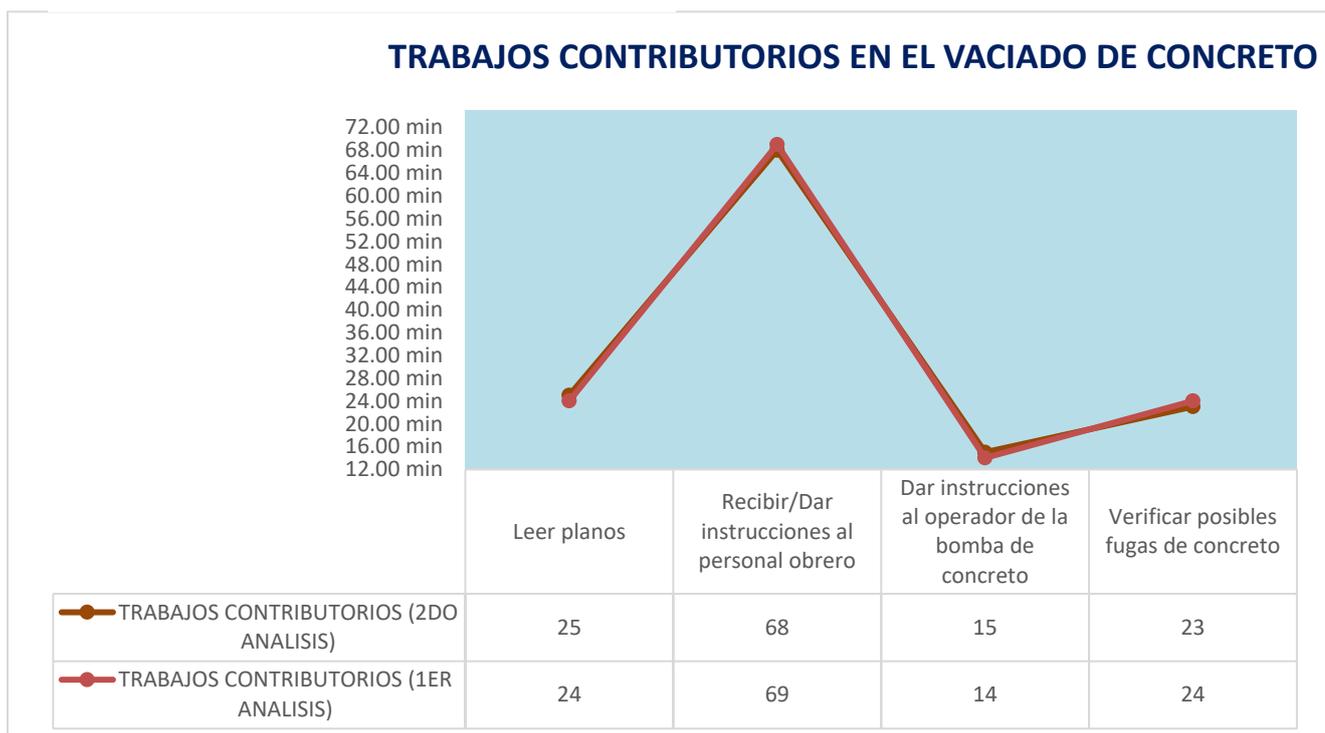
Actividad (TC)		20.57%	
Trabajo Contributorio (1er análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Leer planos	18.32%	24
T	Recibir/Dar instrucciones al personal obrero	52.67%	69
L	Dar instrucciones al operador de la bomba de concreto	10.69%	14
I	Verificar posibles fugas de concreto	18.32%	24
		100.00%	131

Actividad (TC)		20.57%	
Trabajo Contributorio (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
M	Leer planos	19.08%	25
T	Recibir/Dar instrucciones al personal obrero	51.91%	68
L	Dar instrucciones al operador de la bomba de concreto	11.45%	15
I	Verificar posibles fugas de concreto	17.56%	23
		100.00%	131

Fuente: Propia

Figura 100

Trabajos contributorios en el vaciado de concreto



Fuente: Propia

Según se puede visualizar en la figura N°100, los trabajos que se desarrollan son muy semejantes en ambos escenarios, esto se demuestra con el incremento ligero en algunas actividades, las cuales aportan a dar valor a la producción general que los trabajadores desarrollan.

Tabla 46

Reporte de trabajos no contributivos en el vaciado de concreto

Actividad (TNC)		16.64%	
Trabajo No Contributorio (1er análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Descansar	10.38%	11.00
O	Esperar	40.57%	43.00
D	Conversar	13.21%	14.00
N	Ir a SSHH	7.55%	8.00
V	Caminando	10.38%	11.00
R	Mirando	17.92%	19.00
		100.00%	106

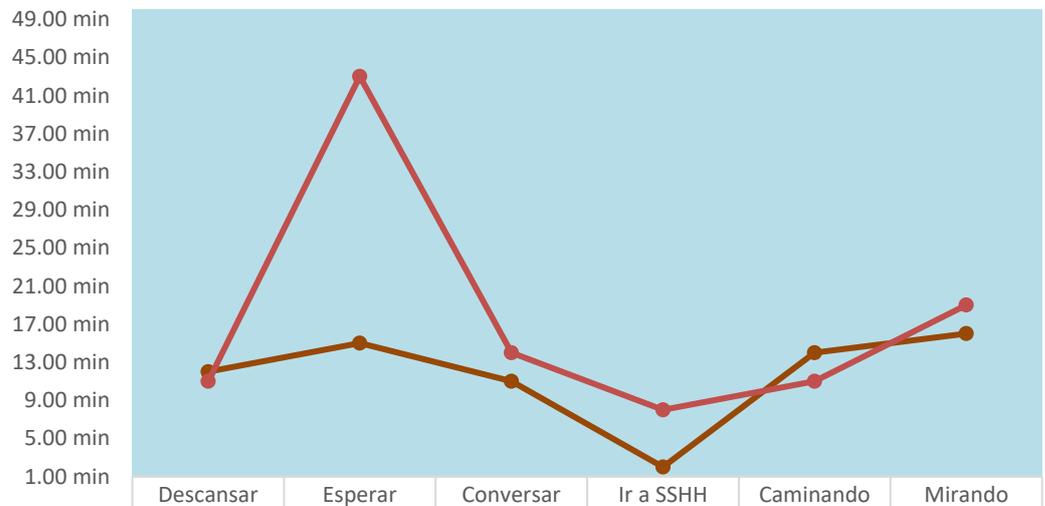
Actividad (TNC)		10.99%	
Trabajo No Contributorio (2do análisis)			
N°	Descripción	%	T (min)
E	Descansar	17.14%	12.00
O	Esperar	21.43%	15.00
D	Conversar	15.71%	11.00
N	Ir a SSHH	2.86%	2.00
V	Caminando	20.00%	14.00
R	Mirando	22.86%	16.00
		100.00%	70

Fuente: Propia

Figura 101

Trabajos no contributivos en el vaciado de concreto

TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS EN EL VACIADO DE CONCRETO



Actividad	TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS (2DO ANALISIS)	TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS (1ER ANALISIS)
Descansar	12	11
Esperar	15	43
Conversar	11	14
Ir a SSHH	2	8
Caminando	14	11
Mirando	16	19

Fuente: Propia

Según se puede visualizar en el gráfico N°101, los trabajos que no generan valor disminuyen en gran proporción, básicamente en su totalidad, no obstante, algunos trabajos de ocio, como es la caminata de los trabajadores, se mantiene el desarrollo de trabajos muertos.

V2. Plazos de ejecución

Tabla 47

Resultado de plazos

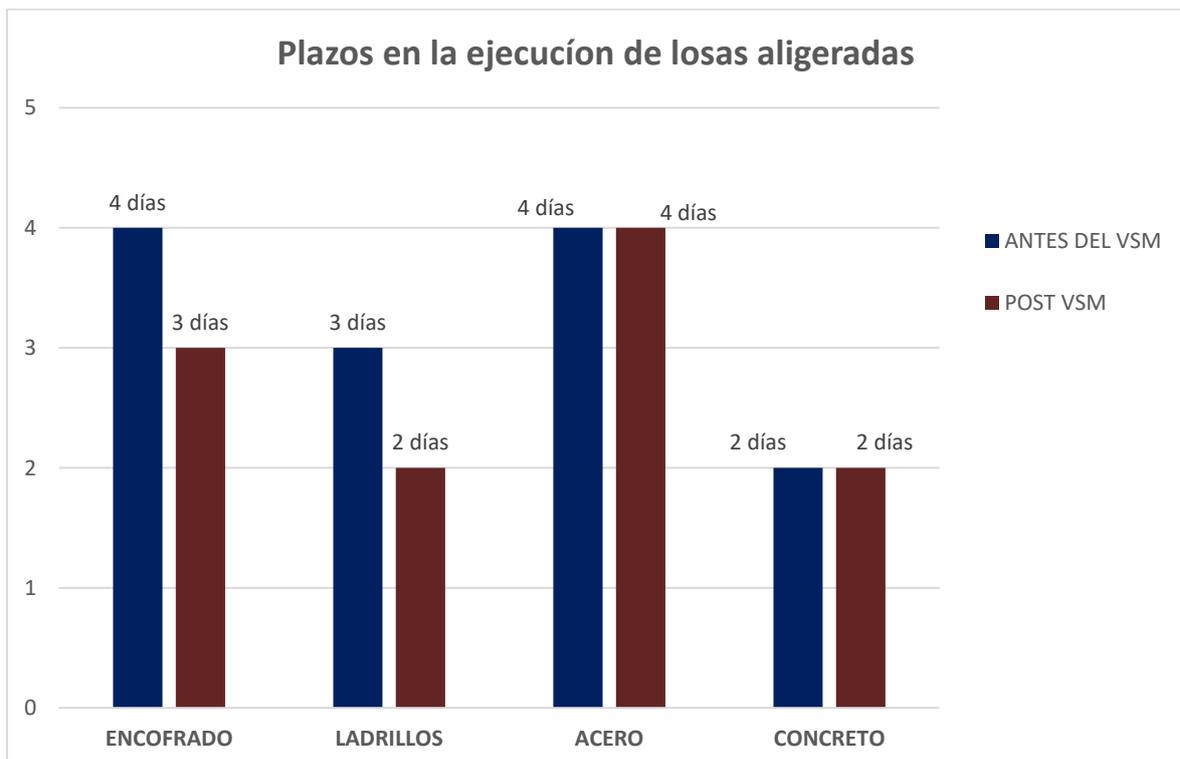
	PLAZOS	
	ANTES DEL VSM	POST VSM
ENCOFRADO	4.00 días	3.00 días
LADRILLOS	3.00 días	2.00 días
ACERO	4.00 días	4.00 días
CONCRETO	2.00 días	2.00 días

Fuente: Propia

Se puede observar que el tiempo en el plazo para ejecución en el encofrado y ladrillos disminuye 1 día, un aporte significativo en términos de costos de horas hombre. En las partidas restantes, se puede visualizar que permanece los mismos plazos establecidos, sin embargo, en el plazo general se reducen a unos días, plasmado en el lookahead de la programación a corto plazo.

Figura 102

Plazos en la ejecución de losa aligerada



Fuente: Propia

Programación base

Tabla 48
Programación Lookahead esperada

Item	Nombre de tarea	Dura ción	Comienzo	Fin	Metrado	Unidad	Ratio HH	Trabajo
1	PROGRAMACION MAESTRA LAST PLANNER SYSTEM	PLANIFICACIÓN TEORICA						
1.1	LOSA ALIGERADA (SECTOR A-B) - PISO 02	13	06/05/2019	18/05/2019				1423 HH
1.1.1	Encofrado	4	06/05/2019	09/05/2019	297.40	m2	3.33	990 HH
1.1.2	Ladrillos	3	10/05/2019	14/05/2019	2499.00	Und	0.04	100 HH
1.1.3	Acero	4	13/05/2019	16/05/2019	1674.20	Kg	0.18	301 HH
1.1.4	Concreto	2	17/05/2019	18/05/2019	27.60	m3	1.12	31 HH

Semana 01						METRADO	Semana 02						METRADO
L	M	M	J	V	S		L	M	M	J	V	S	
6/05	7/05	8/05	9/05	10/05	11/05		13/05	14/05	15/05	16/05	17/05	18/05	
74.35	74.35	74.35	74.35			297.40							
				833.00	416.50	1249.50	416.50	833.00					1249.50
							418.55	418.55	418.55	418.55			1674.20
										13.80	13.80		27.60

Mano de Obra Prevista (HH Ganadas)	1040.32
% Avance Programado	73.13%

Mano de Obra Prevista (HH Ganadas)	382.25
% Avance Programado	26.87%

Fuente: Propia

Tal como se puede visualizar en la tabla N°48, se detalla la planificación Lookahead para la ejecución de losa aligerada del piso 02 (sector A y B) en el proyecto Carlos Gonzales II, el cual permite entender la distribución de las horas hombre y la ejecución de los trabajos, programando el 73.13% de avance en la primera semana y 26.87% en el siguiente, no obstante, mediante la aplicación del Value Stream Mapping, se alcanzaron mejores tiempos como se puede visualizar en la tabla N°49, donde se desarrolló 85.68% de avance en la primera semana y 14.47% en la siguiente semana. Asimismo, importante mencionar que en la semana 01 los trabajos al estar avanzados en su totalidad, permiten iniciar otras actividades aledañas a la ejecución de losa aligerada.

Programación ejecutada en obra

Tabla 49

Programación lookahead ejecutada

Item	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Metrado	Unidad	Ratio HH	Trabajo
1	PROGRAMACION MAESTRA LAST PLANNER SYSTEM	MEDICIÓN EN CAMPO (APLICADO EL VSM)						
1.1	LOSA ALIGERADA (SECTOR A-B) - PISO 02	11	06/05/2019	16/05/2019				1143 HH
1.1.1	Encofrado	3	06/05/2019	08/05/2019	297.40	m2	2.63	783 HH
1.1.2	Ladrillos	2	09/05/2019	10/05/2019	2499.00	Und	0.04	96 HH
1.1.3	Acero	4	10/05/2019	14/05/2019	1674.20	Kg	0.14	241 HH
1.1.4	Concreto	2	15/05/2019	16/05/2019	27.60	m3	0.83	23 HH

Semana 01						METRADO	Semana 02						METRADO
L	M	Fuente Propia	J	V	S		L	M	M	J	V	S	
6/05	7/05	8/05	9/05	10/05	11/05		13/05	14/05	15/05	16/05	17/05	18/05	
95.00	103.00	100.00				298.00							
			985.00	564.00		1549.00	950.00						950.00
				450.00	490.00	940.00	430.00	305.00					735.00
									13.80	13.80			27.60

Mano de Obra Prevista (HH Ganadas)	979.20
% Avance Programado	85.68%

Mano de Obra Prevista (HH Ganadas)	165.39
% Avance Programado	14.47%

V3. Costos de la mano de obra

Tabla 50

Resultados de costos

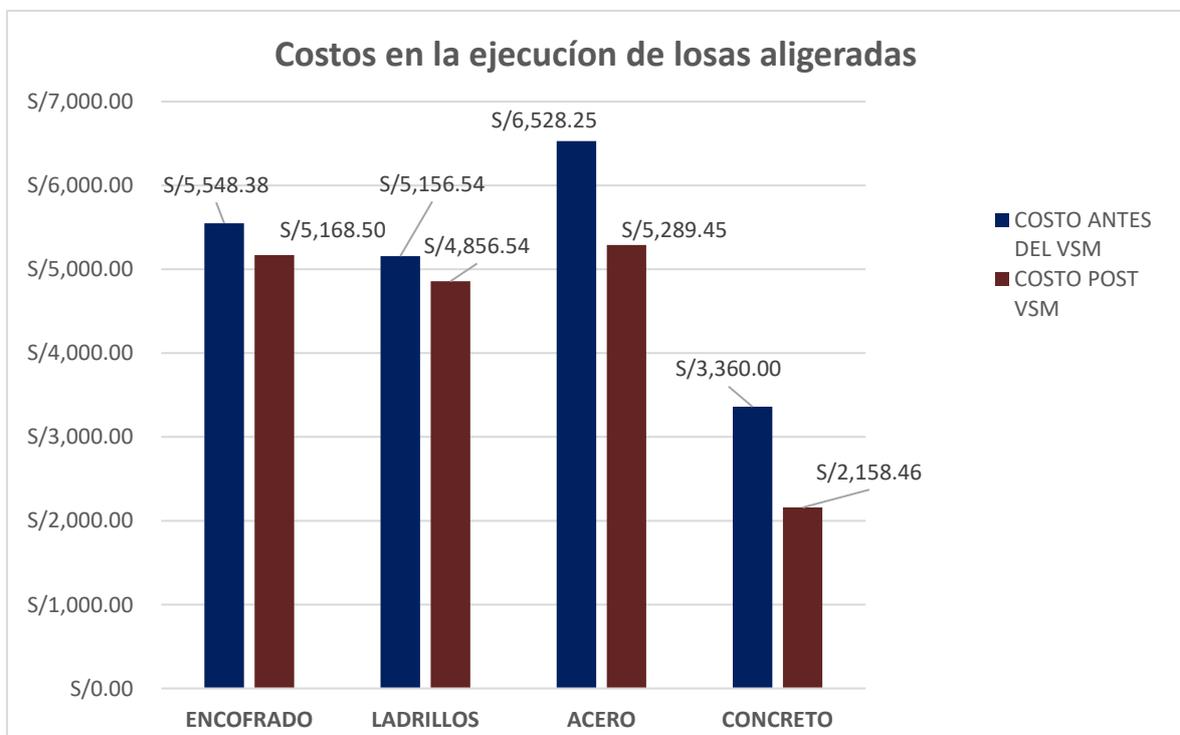
COSTOS		
	COSTO ANTES DEL VSM	COSTO POST VSM
ENCOFRADO	S/5,548.38	S/ 5,168.50
LADRILLOS	S/5,156.54	S/ 4,856.54
ACERO	S/ 6,528.25	S/ 5,289.45
CONCRETO	S/ 3,360.00	S/ 2,158.46

Fuente: Propia

Se puede observar que los costos de la mano de obra post aplicación del VSM es mucho menor a los gastos que hubiesen realizado si se mantenía los procesos convencionales. Básicamente disminuye en un 17% en promedio, lo que es un buen indicador cuando se trata de reducir costos de recursos.

Figura 103

Costos en la ejecución de losas aligeradas



Fuente: Propia

ESTADISTICA INFERENCIAL

Aplicación Inferencial de las Variables

En este estudio, buscamos comparar una característica de la población, el rendimiento, de una sola muestra, pero en dos circunstancias diferentes. Lo interesante de comparar es la diferencia entre dos variables (antes y después) en el mismo grupo. Y dependiendo de si la población se distribuye normalmente, se define como si la prueba es paramétrica o no paramétrica. Para 2 o menos muestras relacionadas, la prueba de hipótesis en esta investigación es adecuada la prueba estadística conocida como TStudent y W-Wilcoxon, ya que describe mejor la correlación de las variables que son objeto de esta investigación. En cuanto a la prueba de normalidad, esta es una prueba estadística que se realiza para determinar si la variable evaluada tiene una distribución normal, lo cual es útil y necesario para hacer inferencias estadísticas.

- Kolmogorok - Smirnov para muestra grande (> 30 individuos)
- Shapiro Wilk para muestra pequeña (< 30 individuos)

Criterios para determinar la normalidad:

- Valor $\geq \alpha$, aceptable H_0 = Datos tomados de una distribución normal.
- Valor $< \alpha$, aceptar H_1 = Datos que no provienen de distribución normal.

Hipótesis general

H_a : La aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influirá positivamente en la productividad de la ejecución de losas aligeradas

H_0 : La aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead no influirá positivamente en la productividad de la ejecución de losas aligeradas.

- Nivel de confianza: 95%,
- Error de precisión: 5%,
- Entonces: $\alpha = 0.05$

Prueba de normalidad:

- Kolmogorok – Smirnov para muestras grandes (> 30 individuos)

Criterio para determinar Normalidad:

- P-valor $\geq \alpha$, Aceptar H_a = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$, Aceptar H_0 = Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 51
Estadístico de normalidad, hipótesis general

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Acero	,149	12	,200*	,951	12	,650
Ladrillo	,167	12	,200*	,961	12	,796
Encofrado	,175	12	,200*	,955	12	,720
Concreto	,113	12	,200*	,960	12	,704

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

P-Valor (acero)	,650	>	$\alpha = 0.05$	Se acepta H_a
P-Valor (ladrillo)	,796	<	$\alpha = 0.05$	Se acepta H_a
P-Valor (encofrado)	,720	>	$\alpha = 0.05$	Se acepta H_a
P-Valor (concreto)	,704	>	$\alpha = 0.05$	Se acepta H_a

Fuente: Propia

Interpretación: La distribución de datos en mención es normal. En consecuencia, se utiliza la prueba paramétrica de t-student.

Tabla 52
T de student para muestras relacionadas

		Diferencias relacionadas						t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desviación típ.	Error tipo de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia					
					Inferior	Superior				
Antes de Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead- después de Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead	Acero	3,981	2,895	,835	2,135	5,814	4,755	11	,001	
	Ladrillo	9,169	3,983	1,150	6,627	11,689	7,963	11	,000	
	Encofrado	12,368	1,865	,538	11,181	13,552	22,962	11	,000	
	Concreto	6,644	1,672	,836	1,527	8,172	3,624	11	,001	
Sig. asintót. (bilateral) ACERO = 0.001					<	$\alpha = 0.05$	Se rechaza Ho			
Sig. asintót. (bilateral) LADRILLO = 0.000					<	$\alpha = 0.05$	Se rechaza Ho			
Sig. asintót. (bilateral) ENCOFRADO = 0.000					<	$\alpha = 0.05$	Se rechaza Ho			
Sig. asintót. (bilateral) CONCRETO = 0.000					<	$\alpha = 0.05$	Se rechaza Ho			

Fuente: Propia

Tabla 53
Estadístico medio

Estadísticos		Antes de la aplicación del Value Stream Mapping	Después de la aplicación del Value Stream Mapping	% Incremento
ACERO	Media	30,7784	34,7594	3,9810
LADRILLO	Media	33,2127	42,3813	9,1686
ENCOFRADO	Media	36,0294	37,9209	1,8914
CONCRETO	Media	29,2260	41,5945	12,3685

Fuente: Propia

Contrastación de hipótesis: Con un nivel de confianza del 95%, la aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influye positivamente en la productividad de la ejecución de losas aligeradas.

Hipótesis específica 1

Ha: La aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping mejorará el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas

Ho: La aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping no mejorará el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas

- Nivel de confianza: 95%,
- Error de precisión: 5%,
- Entonces: $\alpha = 0.05$

Prueba de normalidad:

- Shapiro Wilk para muestra pequeña (<30 individuos)

Criterio para determinar Normalidad:

- P-valor $\geq \alpha$, Aceptar Ha = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$, Aceptar H0 = Los datos no provienen de una distribución normal.

Se realizó esta prueba en cada una de las sub-partidas de los elementos estructurales en estudio, agrupando los datos del acero, ladrillo, encofrado y concreto

Tabla 54

Estadístico de normalidad

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Acero	,177	46	,001	,865	46	,000
Ladrillo	,167	46	,001	,855	46	,001
Encofrado	,197	46	,000	,903	46	,001
Concreto	,107	46	,200*	9,60	46	,120

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

P-Valor (acero)	,001	<	$\alpha = 0.05$	Se rechaza Ha
P-Valor (ladrillo)	,001	<	$\alpha = 0.05$	Se rechaza Ha
P-Valor (encofrado)	,000	<	$\alpha = 0.05$	Se rechaza Ha
P-Valor (concreto)	,120	>	$\alpha = 0.05$	Se acepta Ha

Fuente: Propia

Interpretación: Como la distribución de las tres primeras es no normal y el de la cuarta es normal, para efectos de la decisión estadística se considera a las tres: acero, ladrillo, encofrado y concreto, con distribución no normal; entonces, para la decisión estadística se utilizará la prueba de Wilcoxon; en tanto que, para determinar en qué medida varían se utilizará las medianas, por tener distribución no normal.

Tabla 55

Estadístico de contraste acero

Antes y después de la aplicación en acero	
Z	-5,912b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Fuente: Propia

a.Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b.Basado en los rangos positivos.

Como el valor de Sig. asintót. (Bilateral) = 0.000 es menor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 56

Estadísticos en el acero

		Pre- aplicación	Post- aplicación	acero
N	Válidos	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		33,3439	19,6533	-13,6906

Fuente: Propia

Contrastación de hipótesis: Con un nivel de confianza del 95%, se concluye que la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping si mejora el rendimiento de la mano de obra en acero de la ejecución de losas aligeradas

Tabla 57

Estadístico de contraste ladrillo

Antes y después de la aplicación en ladrillo	
Z	-1,342b
Sig. asintót. (bilateral)	,180

Fuente: Propia

a.Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b.Basado en los rangos positivos.

Interpretación: Como el valor de Sig. asintót. (Bilateral) = 0.180 es mayor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula.

Tabla 58

Estadísticos en el ladrillo

		Pre- aplicación	Post- aplicación	ladrillo
N	Válidos	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		33,6000	32,5000	1,100

Fuente: Propia

Contrastación de hipótesis: Con un nivel de confianza del 95%, se concluye que la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping no mejora el rendimiento de la mano de obra en ladrillo de la ejecución de losas aligeradas.

Tabla 59

Estadístico de contraste encofrado

		Antes y después de la aplicación encofrado
Z		-5,913b
Sig. asintót. (bilateral)		,000

Fuente: Propia

a.Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b.Basado en los rangos positivos.

Interpretación: Como el valor de Sig. asintót. (Bilateral) = 0.000 es menor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 60

Estadísticos en el encofrado

		Pre- aplicación	Post- aplicación	encofrado
N	Válidos	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		35,4727	18,2806	-17,1921

Fuente: Propia

Contrastación de hipótesis: Con un nivel de confianza del 95%, se concluye que la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping si mejora el rendimiento de la mano de obra en encofrado de la ejecución de losas aligeradas.

Tabla 61

Estadístico de contraste concreto

Antes y después de la aplicación en concreto	
Z	-5,910b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Fuente: Propia

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Interpretación: Como el valor de Sig. asintót. (bilateral) = 0.000 es menor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 62

Estadísticos en el concreto

		Pre- aplicación	Post- aplicación	concreto
N	Válidos	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		35,1540	19,0172	-16,1368

Fuente: Propia

Contrastación de hipótesis: Con un nivel de confianza del 95%, se concluye que la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping si mejora el rendimiento de la mano de obra en el vaciado de concreto de la ejecución de losas aligeradas.

Por lo tanto, se deduce que, la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping mejorará el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas.

Hipótesis específica 2

Ha: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas aligeradas

Ho: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead no influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas aligeradas

- Nivel de confianza: 95%,
- Error de precisión: 5%,
- Entonces: $\alpha = 0.05$

Prueba de normalidad:

- Shapiro Wilk para muestra pequeña (<30 individuos)

Criterio para determinar Normalidad:

- P-valor $\geq \alpha$, Aceptar Ha = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$, Aceptar H0 = Los datos no provienen de una distribución normal.

Se realizó esta prueba en cada una de las sub-partidas de los elementos estructurales en estudio, agrupando los datos del acero, ladrillo, encofrado y concreto

Tabla 63

Estadístico de normalidad H2

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Acero	,167	12	,000	,927	12	,001
Ladrillo	,147	12	,001	,921	12	,000
Encofrado	,136	12	,001	,934	12	,001
Concreto	,148	12	,001	,956	12	,016
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.						
a. Corrección de significación de Lilliefors						
P-Valor (acero)	,001<			$\alpha = 0.05$		Se rechaza Ha
P-Valor (ladrillo)	,000<			$\alpha = 0.05$		Se rechaza Ha
P-Valor (encofrado)	,001<			$\alpha = 0.05$		Se rechaza Ha
P-Valor (concreto)	,016<			$\alpha = 0.05$		Se rechaza Ha

Fuente: Propia

Interpretación: Como la distribución es no normal, para efectos de la decisión estadística; se utilizará la prueba de Wilcoxon; en tanto que, para determinar en qué medida varían se utilizará las medianas, por tener distribución no normal.

Tabla 64

Estadístico de contraste acero

Antes y después de la aplicación en acero	
Z	-7,171b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Fuente: Propia

a.Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b.Basado en los rangos positivos.

Contrastación de hipótesis: Como el valor de Sig. asintót. (bilateral) = 0.000 es menor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 65

Estadístico de contraste ladrillo

Antes y después de la aplicación en ladrillo	
Z	-7,173b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Fuente: Propia

a.Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b.Basado en los rangos positivos.

Interpretación: Como el valor de Sig. asintót. (bilateral) = 0.180 es mayor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula.

Tabla 66

Estadístico de contraste encofrado

Antes y después de la aplicación encofrado	
Z	-5,913b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Fuente: Propia

a.Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b.Basado en los rangos positivos.

Contrastación de hipótesis: Como el valor de Sig. asintót. (bilateral) = 0.000 es menor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se rechaza la hipótesis nula.

Tabla 67

Estadístico de contraste concreto

	Antes y después de la aplicación en concreto
Z	-6,904b
Sig. asintót. (bilateral)	,000

Fuente: Propia

- a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon
- b. Basado en los rangos positivos.

Interpretación: Como el valor de Sig. asintót. (bilateral) = 0.000 es menor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se rechaza la Hipótesis Nula.

Contrastación de hipótesis: Con un 95% de confiabilidad, se deduce que, la aplicación de Value Stream Mapping y LookAhead influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas aligeradas.

Por lo tanto, se deduce que, la aplicación del Value Stream Mapping y Lookahead mejorará las condiciones de plazo de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas.

Hipótesis específica 3

Ha: La aplicación del Value Stream Mapping influirá en el aspecto económico de la ejecución de losas aligeradas

Ho: La aplicación del Value Stream Mapping no influirá en el aspecto económico de la ejecución de losas aligeradas

- Nivel de confianza: 95%,
- Error de precisión: 5%,
- Entonces: $\alpha = 0.05$

Prueba de normalidad:

- Shapiro Wilk para muestra pequeña (<30 individuos)

Criterio para determinar Normalidad:

- P-valor $\geq \alpha$, Aceptar Ha = Los datos provienen de una distribución normal.
- P-valor $< \alpha$, Aceptar H0 = Los datos no provienen de una distribución normal.

Se realizó esta prueba en cada una de las sub-partidas de los elementos estructurales en estudio, agrupando los datos del acero, ladrillo, encofrado y concreto

Tabla 68

Estadístico de normalidad H3

	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Acero	,351	12	-	,759	12	,047
Ladrillo	,254	12	-	,861	12	,001
Encofrado	,198	12	-	,855	12	,263
Concreto	,405	12	-	,682	12	,007

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

P-Valor (acero)	,047	<	$\alpha = 0.05$	Se rechaza Ha
P-Valor (ladrillo)	,001	<	$\alpha = 0.05$	Se rechaza Ha
P-Valor (encofrado)	,263	>	$\alpha = 0.05$	Se acepta Ha
P-Valor (concreto)	,007	<	$\alpha = 0.05$	Se rechaza Ha

Fuente: Propia

Interpretación: Como la distribución de las dos primeras es no normal y el de la tercera es normal y el de la cuarta no es normal, para efectos de la decisión estadística se considera a las tres: acero, ladrillo, encofrado y concreto, con distribución no normal; entonces, para la decisión estadística se utilizará la prueba de Wilcoxon; en tanto que, para determinar en qué medida varían se utilizará las medianas, por tener distribución no normal.

Tabla 69

Estadístico de contraste acero

Antes y después de la aplicación en acero	
Z	-1,826b
Sig. asintót. (bilateral)	,068

Fuente: Propia

- a.Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon
- b.Basado en los rangos positivos.

Contrastación de hipótesis: Como el valor de Sig. asintót. (bilateral) = 0.000 es mayor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula.

Tabla 70

Estadísticos en el acero

		Pre- aplicación	Post- aplicación	acero
N	Válidos	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		33,2250	25,9250	7,3000

Fuente: Propia

Interpretación: Con un nivel de confianza del 95%, se concluye que la aplicación del Value Stream Mapping influirá en el aspecto económico del acero de la ejecución de losas aligeradas

Tabla 71

Estadístico de contraste ladrillo

Antes y después de la aplicación en ladrillo	
Z	-1,342b
Sig. asintót. (bilateral)	,180

Fuente: Propia

- a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon
b. Basado en los rangos positivos.

Contrastación de hipótesis: Como el valor de Sig. asintót. (bilateral) = 0.180 es mayor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula.

Tabla 72

Estadísticos en el ladrillo

		Pre- aplicación	Post- aplicación	ladrillo
N	Válidos	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		33,6000	32,5000	1,100

Fuente: Propia

Interpretación: Con un nivel de confianza del 95%, se concluye que la aplicación del Value Stream Mapping influirá en el aspecto económico en el ladrillo de la ejecución de losas aligeradas.

Tabla 73

Estadístico de contraste encofrado

Antes y después de la aplicación encofrado	
Z	-1,604b
Sig. asintót. (bilateral)	,109

Fuente: Propia

- a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon
b. Basado en los rangos positivos.

Contrastación de hipótesis: Como el valor de Sig. asintót. (bilateral) = 0.109 es mayor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se acepta la hipótesis nula.

Tabla 74

Estadísticos en el encofrado

		Pre- aplicación	Post- aplicación	encofrado
N	Válidos	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		38,000	36,0500	1,9500

Fuente: Propia

Interpretación: Con un nivel de confianza del 95%, se concluye que la aplicación del Value Stream Mapping influiría en el aspecto económico en el encofrado de la ejecución de losas aligeradas

Tabla 75

Estadístico de contraste acero

Antes y después de la aplicación en concreto	
Z	-1,342b
Sig. asintót. (bilateral)	,180

Fuente: Propia

a. Prueba de los rangos con signo de Wilcoxon

b. Basado en los rangos positivos.

Contrastación de hipótesis: como el valor de Sig. asintót. (bilateral) = 0.180 es mayor del nivel de significancia $\alpha = 0.05$, entonces se acepta la Hipótesis Nula.

Tabla 76

Estadísticos en el concreto

		Pre- aplicación	Post- aplicación	concreto
N	Válidos	12	12	12
	Perdidos	0	0	0
Media		33,6000	32,5000	1,1000

Fuente: Propia

Interpretación: Con un nivel de confianza del 95%, se concluye que la aplicación del Value Stream Mapping influiría en el aspecto económico en el concreto de la ejecución de losas aligeradas.

Contrastación de hipótesis: Por lo tanto, se puede dar entender que la aplicación del Value Stream Mapping influiría en el aspecto económico de la ejecución de losas aligeradas.

CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

DISCUSIÓN

Discusión de Resultado N°1. En cuanto al rendimiento de mano de obra las partidas de encofrado tuvieron un rendimiento de 11,62 m²/día; ladrillos 1,267 und/día; acero de 228 kg/día y el concreto de 39 m³/día en el estado de diagnóstico (antes de la aplicación del VSM) los cuales fueron menor a lo planificado. Posteriormente, bajo la aplicación del Value Stream Mapping, los rendimientos encontrados fueron 15.13 m²/día para el encofrado, 1452 und/día para los ladrillos, 278 kg/día para el acero y 67m³/día para el concreto, encontrando un incremento promedio en producción de 27.56%. El comportamiento señalado, respecto (Hernández & Oliveres, 2018) aseveran que los proyectos de construcción se caracterizan por una baja productividad que implica numerosas actividades derrochadoras en los procesos de construcción. Las mejoras en las actividades se dan mediante cambio de procesos básicamente, ya que pueden llegar a incrementar la producción hasta el 35% si se trabajan actividades no contributorias básicamente, las demás actividades mejoraran efectos de los cambios fundamentales. Por otro lado, los niveles de productividad, principalmente los trabajos que no generan valor los no contributorios, se han reducido en el encofrado 8.88%, ladrillos 9.73%, acero 3.88% y el concreto en 5.65%, estos indicadores se contrastan con (Manrique reyes, 2017) en la aplicación del modelo Lean en la mejora de producción en ejecución de proyectos de construcción, alcanzando una reducción global de 3.29%, lo cual establece un indicado aceptable cuando se trate de aplicaciones Lean en actividades de construcción.

Discusión de Resultado N°2. En cuanto a los plazos de ejecución, la partida de encofrado se redujo en un plazo de 4 días, ladrillos en 3 días, acero en 4 días y concreto en 2 días; al respecto, para ello (Chacha Chacha, 2017) en su investigación titulada “Desperdicio en obra civiles” sugiere que el tiempo dedicado a las actividades sin valor agregado debe minimizarse y que las actividades que no agregan valor deben eliminarse, considerando el riesgo afectar a otras áreas involucradas, y así esta minimización eventualmente mejoraría la productividad de la construcción. Asimismo, las actividades que no generan valor principalmente son las esperas y el descanso por parte del personal obrero, mayormente peones u oficiales. Esto se relaciona con lo mencionado por (López M & Peirone, 2018),

quienes analizaron las pérdidas en proyectos de construcción, encontrando como indicador principal las esperas por parte de los obreros, quiere decir que esperan ordenes luego de culminar algunas actividades parciales que se les encomienda. En estos casos, la experiencia del ingeniero residente para la toma de decisiones permitirá reducir pérdidas en tiempos muertos.

Discusión de Resultado N°3. En referencia a los costos, la partida de encofrado tuvo una reducción de costo de 6.85%; ladrillos un costo de 5.82%; acero un costo de 18.98%; y la partida de concreto un 35.76%. Para tal resultado, (Aimé, 2017) en su investigación de “Evaluación de rentabilidad de prelozas”, determina una reducción en costos del 4.58% como global por los trabajos que generan construir en un proyecto representativo en la ciudad. Los indicadores fueron determinados a base con la información de desempeño de la mano de obra en el campo, logrando así visualizar problemas de desempeño y tomar medidas correctivas oportunas, y generando rentabilidad en el proyecto. Si se reducen tiempos muertos, pueden asegurar una mayor rentabilidad mensual según específica (Cantú, López, & Peirone, 2018). Asimismo, menciona que los trabajos cuando se ven incrementados en producción, los costos de ejecución por unidad de trabajo serán disminuidos, efecto de la baja cantidad de la mano de obra.

CONCLUSIONES

Se concluye, según los resultados obtenidos para las dimensiones de la variable dependiente, productividad en obra tal como los rendimientos realizados por la mano de obra, la productividad porcentual, plazos de ejecución y costos empleados, al someterse a la prueba de Shapiro-Wilk, siguen una distribución normal. En tal sentido, se planteó por el desarrollo de los análisis de regresión lineal para contrastar las hipótesis planteadas.

Para la prueba N°1, sobre la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping mejorará el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas, se concluye que la aplicación de las herramientas mencionadas si influyen en el mejoramiento de rendimientos de la mano de obra en las partidas involucradas en la ejecución de losa aligerada, edificio Carlos Gonzales II, año 2019, ello se contrasto estadísticamente, el modelo matemático de regresión lineal es válido en la prueba Wilcoxon, con un nivel de significancia del 95%, bajo el contraste de normalidad de Shapiro Wilk.

Para la prueba N°02, sobre la aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas aligeradas, se concluye que la aplicación de las herramientas mencionadas si influyen en las condiciones de plazos, se reducen los plazos de manera específica en el encofrado y ladrillos, actividades involucradas en la ejecución de losa aligerada, edificio Carlos Gonzales II, año 2019, ello se contrasto estadísticamente, el modelo matemático de regresión lineal es válido en la prueba Wilcoxon, con un nivel de significancia del 95%, bajo el contraste de normalidad de Shapiro Wilk.

Para la prueba N°03, sobre la aplicación del Value Stream Mapping influirá en el aspecto económico de la ejecución de losas aligeradas, se concluye que la aplicación de las herramientas si influyen en el flujo económico desarrollado por la mano de obra en las partidas de ejecución de losa aligerada, edificio Carlos Gonzales II, año 2019, ello se contrasto estadísticamente, el modelo matemático de regresión lineal es válido en la prueba Wilcoxon, con un nivel de significancia del 95%, bajo el contraste de normalidad de Shapiro Wilk.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que la productividad en la mano de obra se analice en tiempos mayores a 1.5horas como mínimo de manera continua, a fin que se pueda tener una muestra representativa y conocer el ciclo de producción que estos realizan. Asimismo, se sugiere la aplicación de la carta balance a la misma cantidad de obreros en ambos escenarios (diagnóstico y mejoramiento), esto permite conocer mejor el ritmo de producción.
2. Se pueden emplear los planes de programación de maestro de la metodología Last Planner para un mejor desarrollo de la programación.
3. Se recomienda ampliar el escenario incluyendo los materiales para la ejecución de las actividades que se analizó, esto permitiría conocer una productividad más amplia acerca la ejecución de losas aligeradas.
4. Debido a la escaza información documental se recomienda ampliar esta investigación a fin de lograr el establecimiento de una normativa para el empleo de herramientas Lean en la ejecución de proyectos de edificaciones.
5. El acceso a los proyectos inmobiliarios a veces suele ser estricto por las políticas de seguridad que desarrollan en cada sector. Se recomienda gestionar los permisos o accesos para las mediciones meses antes, planificando con la fecha de comienzo de las partidas a analizar.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- Acevedo Pérez, R. (2017). *PÉRDIDA DE PRODUCTIVIDAD LABORAL POR CAMBIOS EN LOS*. Santiago de Chile: UNIVERSIDAD DE CHILE.
- Aguilar, M. (2016). *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*.
- Aimé, D. (2017). *Evaluación de la rentabilidad de losas prefabricadas (prelosas) en edificaciones con la aplicación de Lean Construction comparada con losas convencionales*.
- Añazco, G., & Sánchez, L. (2017). *PÉRDIDAS OPERACIONALES GENERADAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE UNA URBANIZACIÓN: ANÁLISIS DE SUS CAUSAS Y SOLUCIONES MEDIANTE LA FILOSOFÍA DE LEAN CONSTRUCTION*".
- Arias, F. (2012). *La Metodología Científica*. (6ta. Edición). Caracas: Episteme.
- Balestrini, M. (2006). *COMO SE ELABORA EL PROYECTO DE INVESTIGACION*.
- Ballard, G., & Howell, G. (2018). *Shielding production: Essential step in production control*. Journal of Management in Engineering.
- Botero Botero, L., & Álvarez Villa, M. (2017). *Identificación de Pérdidas en el Proceso Productivo de la Construcción*. Medellín: Revista Universidad EAFIT.
- Botero, L. (2017). *"Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (lean construction como estrategia de mejoramiento)"*. Medellín, Colombia: Editorial Universidad Eafit.
- Bravo, A., & Zeballos, D. (2017). *Mejora de la productividad mediante la aplicación de la filosofía Lean Construction para la construcción del casco en el proyecto Vistamar*.
- Burcu Salgin, Paz Arroyo, & Glen Ballard. (2016). *Explorando la relación entre los métodos de diseño Lean y la reducción de los residuos de construcción de demolición: Tres estudios de caso de proyectos Hospitalarios en California*. De la Construcción, 191-200.
- Cantú, A., Lopéz, M., & Peirone, P. (2018). *ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DE OBRAS CIVILES*. I Jornada de Divulgación de la Carrera de Ingeniería Civil.
- Cerna, E. (2017). *Gestión De Productividad De La Filosofía Lean Construction En El Proceso De Relleno En La Presa Palo Redondo*.
- Chacha Chacha, X. V. (2017). *Desperdicios (pérdidas) en obras viales enfocado a la filosofía lean construction*. Riobamba: Repositorio Universidad Nacional de Chimborazo.
- Comisión Nacional de Productividad. (2020). *Productividad en el Sector Construcción de Chile*. Santiago de Chile: Camara Chilena de Construcción.
- Consultoría Maxime. (2014). *¿Somos productivos?*
- CONTRERAS HUAYTA, M. N., & VENTOCILLA GUILLEN, N. (s.f.). *OPTIMIZACIÓN DE LA MANO DE OBRA EN LAS*.
- Contreras Huayta, M., & Ventocilla Guillen, N. (2016). *OPTIMIZACIÓN DE LA MANO DE OBRA EN LAS PARTIDAS DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES MEDIANTE LA HERRAMIENTA "VALUE STREAM MAPPING" (VSM)*". 121.
- Córdova, J., & Alberto, C. (2018). *Medición de la eficiencia en la industria de la construcción y su relación con el capital de trabajo*. Ingeniería de Construcción, Vol 33. N°01.
- De la cruz, J., & Chavéz, D. (2017). *APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN UNA OBRA DE EDIFICACIÓN*.
- ESPECIALISTAS EN CRECIMIENTO PROFESIONAL. (2018). *Productividad en la construcción*.
- Espinoza Freire, E. E. (02 de septiembre de 2019). *Las variables y su operacionalización en la investigación educativa*. págs. 171-180.

- Flores, R. (2016). análisis comparativo de losa aligerada sistemas: Convencional, viguetas prefabricadas firth y pre losas.
- Franco, J., Mendoza, L., & Hernández, D. (2017). DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA BASADA EN LEAN CONSTRUCTION PARA LOS PROCESOS DE CONSTRUCCIÓN EN LA EMPRESA CPI.
- Garza, J., Torres, J., Govindan, K., Cherrafi, A., & Ramanathan, U. (2018). A PDCA-based approach to Environmental Value Stream Mapping (E-VSM). *Journal of Cleaner Production*. doi:10.1016/j.jclepro.2018.01.121
- Ghio, V. (2001). Productividad en obras de construcción, diagnóstico, crítica y propuesta. Lima, Perú: Fondo Editorial PUCP.
- Gómez Cabrera, A., & Morales Bocanegra, D. (2017). Análisis de la Productividad en la Construcción de Vivienda basada en Rendimiento en Mano de Obra. *INGE CUC*, 21-31.
- Hernández S, R., Fernández C, C., & Baptista L, P. (2014). DEFINICIONES DE LOS ENFOQUES CUANTITATIVO Y CUALITATIVO, SUS SIMILITUDES Y DIFERENCIAS. *INE*, 4-5.
- Hernández, H., & Oliveres, G. (2018). Evaluación de la productividad de la mano de obra en construcción usando herramientas six-sigma: un caso de estudio. *Building & Management*, 15-22.
- Hernández, H., & Oliveres, G. (2018). Evaluación de la productividad de la mano de obra en Construcción usando herramientas Six-Sigma: Un caso de estudio. *Building & Management*, 15-22.
- Hernández, S. (2014). Metodología de Investigación. 88-101.
- Hossain, A., Bissenova, A., & Ryeol, J. (2019). Investigación de las actividades de despilfarro mediante la metodología Lean: En la perspectiva de la industria de la construcción de Kazajstán. *MDPI*.
- Instituto Tecnológico de Santo Domingo. (2017). LEAN Construction: PARA LA GESTION DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EN PROYECTOS DE EDIFICACION.
- Issa, U. (2013). Implementation of Lean Construction techniques for minimizing.
- López M, C., & Peirone, P. (2018). ANÁLISIS DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD DE OBRAS CIVILES.
- Manrique reyes, Y. (2017). Diseño de un modelo de gestión para mejorar la rentabilidad mediante el incremento de la productividad y el control de los costos en proyectos de construcción. Lima.
- Mendoza V., Á., & Ramírez F., J. (2020). Aprendiendo Metodología de la Investigación. *COMPAS*, 33.
- Mendoza, K., & Cornejo, J. (2018). ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN VIAL EN LA CIUDAD DE AREQUIPA.
- Nguyen, P., & Akhavian, R. (2019). Efecto sinérgico de la entrega integrada de proyectos, la construcción eficiente y el modelado de información de edificios sobre las medidas de desempeño de los proyectos: un análisis cuantitativo y cualitativo. *Hindawi*, 1-9.
- Otero O, A. (2017). Enfoques De Investigación: Métodos Para El Diseño Urbano - Arquitectónico. 3.
- Padilla Bonilla, A. (2016). Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR. Costa Rica: INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA.
- Palero Santos, X. (2021). Aplicación de Herramientas Lean: Kanban, Carta Balance y Value Stream Mapping para la Mejora de la Productividad en el Edificio Multifamiliar, Cayma-Arequipa. Arequipa: Repositorio Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Paredes, F. (2019). Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad en obras de edificación de la Ciudad de Trujillo.

- Perez, L. (2004). POBLACIÓN MUESTRA Y MUESTREO.
- Quispe, R. (2017). Aplicación de “lean construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación.
- Rudeli, N., Gonzáles, J., & Santilli, A. (2018). Causas de Retrasos en Proyectos de Construcción: Un análisis cualitativo.
- Serey, V., & Aguirre, B. (2018). PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES DEL SECTOR COBSTRUCCIÓN EN CHILE (1986-2015). Revista de Analisis Economico de Chile, 29-54.
- Serpell, A. (2002). Administracion de Operaciones de Construcción. Santiago, Chile: Alfaomega Grupo Editor.
- Tamayo, A., & Tamayo, M. (2012). El proceso de la investigación científica. México: Limosa.
- Vargas H., D., & Bohorquez M., J. (2018). PROCESOS DE EVALUACIÓN, Y PROMOCIÓN UNA MIRADA DESDE UN DISEÑO CUASI EXPERIMENTAL. Bogotá: Facultad de Ingenier´ia y Ciencias Basicas .
- Ventura N., J., & Barboza P., M. (2017). El tamaño de la muestra: ¿Cuántos participantes son necesarios en estudios cualitativos? CUBA.
- Villanueva Idme, A. (2019). INTEGRACIÓN DEL MÉTODO DEL VALOR GANADO (PMI) Y EL SISTEMA LAST PLANNER (LCI) EN LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE EJECUCIÓN DE LAS PARTIDAS DE ESTRUCTURAS DE LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN EN LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE UCHUMAYO-AREQUIPA. Arequipa.
- Villanueva J., L., & Bustos T., J. (2020). Optimización de los procesos productivos utilizando Value Stream Mapping (VSM) en los procesos constructivos.
- Villanueva Joaquín, L. (2020). Optimización de los procesos productivos utilizando Value Stream Mapping en los procesos constructivos de placa de ascensor, placa de escalera y losa maciza Sector 4. Lima.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE, VALUE STREAM MAPPING Y LOOKAHEAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LOSAS ALIGERADAS EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CARLOS GONZALES II, SAN MIGUEL, LIMA, AÑO 2019

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS
<p>Problema General: ¿De qué manera la aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influye en la productividad de la ejecución de losas Aligeradas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?</p>	<p>Objetivo general: Identificar la influencia de la aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead (herramientas Lean) en la productividad de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019</p>	<p>Hipótesis general: Ha: La aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influirá positivamente en la productividad de la ejecución de losas aligeradas. Ho: La aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influirá negativamente en la productividad de la ejecución de losas aligeradas.</p>
<p>Problemas Específicos</p>	<p>Objetivos específicos:</p>	<p>Hipótesis específicas:</p>
<p>PE.1- ¿En qué grado favorece la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping, en el rendimiento de la mano de obra en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?</p>	<p>OE.1- Definir en qué medida la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping mejora el rendimiento de la mano de obra en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019</p>	<p>H1a: La aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping influirá el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas H1o: La aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping no mejorará el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas</p>
<p>PE.2- ¿Cuál es la influencia de la aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead, en las condiciones de plazo de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?</p>	<p>OE.2- Establecer la influencia de la aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead en las condiciones de plazo de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019</p>	<p>H2a: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas aligeradas H2o: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead no influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas aligeradas</p>
<p>PE.3- ¿En qué medida la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping, mejora el aspecto económico de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?</p>	<p>OE.3- En qué medida la aplicación del Value Stream Mapping mejora el flujo económico de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019</p>	<p>H3a: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead influirá en el flujo económico de la ejecución de losas aligeradas H3o: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead no influirá en el flujo económico de la ejecución de losas aligeradas</p>
TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p>TIPO: APLICADA.</p> <p>DISEÑO: CUASI EXPERIMENTAL.</p> <p>MÉTODO: Hipotético – Deductivo.</p>	<p>POBLACIÓN: Actividades en la ejecución de Losas</p> <p>TIPO DE MUESTRA: Losa Aligerada</p> <p>TAMAÑO DE MUESTRA: 216.86 m2 de losa aligerada</p>	<p>Variable 1: Aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead Técnicas: Observación experimental. Instrumentos: Hojas de cálculo, softwares (WORD, EXCEL, VISIO y SPSS).</p> <p>Variable 2: Productividad en obra Técnicas: Observación experimental. Instrumentos: Hojas de cálculo, softwares (WORD, EXCEL, VISIO y SPSS).</p>

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE, VALUE STREAM MAPPING Y LOOKAHEAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LOSAS ALIGERADAS EN EL EDIFICIO MULTIFAMILIAR CARLOS GONZALES II, SAN MIGUEL, LIMA, AÑO 2019

AUTOR: Jesús Orencio Santos

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES E INDICADORES			
<p>Problema general:</p> <p>¿De qué manera la aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influye en la productividad de la ejecución de losas Aligeradas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <p>PE.1- ¿En qué grado favorece la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping, en el rendimiento de la mano de obra en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?</p> <p>PE.2- ¿Cuál es la influencia de la aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead, en las condiciones de plazo de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Identificar la influencia de la aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead (herramientas Lean) en la productividad de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>OE.1- Definir en qué medida la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping mejora el rendimiento de la mano de obra en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019</p> <p>OE.2- Definir en qué medida la aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead mejora el rendimiento de la mano de obra en el Proyecto Edificio</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Ha: La aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influirá positivamente en la productividad de la ejecución de losas aligeradas</p> <p>Ho: La aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookAhead influirá negativamente en la productividad de la ejecución de losas aligeradas</p> <p>Hipótesis Específicas:</p> <p>H1a: La aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping influirá el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas</p> <p>H1o: La aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping no mejorará el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de losas aligeradas</p> <p>H2a: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas aligeradas</p>	Variable 1: APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE, VALUE STREAM MAPPING Y LOOKAHEAD			
			Dimensiones	Indicadores	Unidad	Equipos/ensayo
			CARTA BALANCE	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Trabajo productivo ✓ Trabajos contributorio ✓ Trabajo no contributorio 	<p>Porcentaje</p> <p>Porcentaje</p> <p>Porcentaje</p>	
			VALUE STRAM MAPPING	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rendimiento ✓ Tiempo preparativo ✓ Trabajo efectivo ✓ Índice de Labor contributaria 	<p>Und/día</p> <p>Porcentaje</p> <p>Porcentaje</p> <p>Porcentaje</p>	
			LOOKAHEAD	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Plazos 	<p>Horas Hombre</p>	
						No aplica
Variable 2: PRODUCTIVIDAD EN LOSA ALIGERADA						
Dimensiones	Indicadores	Unidad	Equipos/ensayo			
D1XV2 RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rendimientos ✓ Productividad 	<p>Horas Hombre</p> <p>Und/hh</p>				

<p>Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?</p> <p>PE.3- ¿En qué medida la aplicación de la Carta Balance y Value Stream Mapping, mejora el aspecto económico de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019?</p>	<p>Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019</p> <p>OE.3- En qué medida la aplicación del Value Stream Mapping mejora el aspecto económico de la ejecución de losas en el Proyecto Edificio Multifamiliar Carlos Gonzales II ubicado en el distrito de San Miguel, año 2019</p>	<p>H2o: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead no influirá las condiciones de plazo en la ejecución de losas aligeradas</p> <p>H3a: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead influirá en el aspecto económico de la ejecución de losas aligeradas</p> <p>H3o: La aplicación del Value Stream Mapping y LookAhead no influirá en el aspecto económico de la ejecución de losas aligeradas</p>	<p>D2XV2- PLAZO DE EJECUCIÓN</p> <p>D3XV2- FLUJO ECONOMICO</p>	<p>✓ Avance diario ✓ Velocidad de trabajo</p> <p>✓ Costo hh ✓ Velocidad de Inversión</p>	<p>Und Und/hh</p> <p>Soles Soles/hh</p>	
TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	POBLACION Y MUESTRA	TECNICAS E INSTRUMENTOS	ESTADISTICA A UTILIZAR			
<p>TIPO: APLICADA DISEÑO: CUASI EXPERIMENTAL METODO: HIPOTETICO-DEDUCTIVO</p>	<p>POBLACION: Todas las actividades en losa aligerada TIPO DE MUESTRA: Partidas involucradas en la ejecución de losa aligerada. TAMAÑO DE MUESTRA: 216.86 m2 de losa aligerada</p>	<p>VARIABLE 1: Aplicación de la Carta Balance, Value Stream Mapping y LookaHead TECNICAS: Observación experimental INSTRUMENTOS: Hojas de cálculo, softwares (WORD, EXCEL, VISIO y SPSS)</p>	<p>DESCRIPTIVA: TABLA DE FRECUENCIAS Y PORCENTAJES. INFERENCIAL: Wilcoxon</p>			