



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la
productividad en una empresa constructora, Arequipa 2022

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Industrial

AUTORAS:

Pinto Paredes, Virginia Marilia (ORCID: 0000-0002-1037-3981)

Quisocala Vilca, Guina (ORCID: 0000-0003-4775-8903)

ASESOR:

Mg. Ing. Molina Vilchez, Jaime Enrique (ORCID: 0000-0001-7320-0618)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:
Gestión Empresarial y Productiva

LIMA - PERÚ

2022

Dedicatoria

Deseo dedicar este proyecto de tesis a Dios, a mis queridos padres mi papá Arnaldo con su perseverancia y paciencia, mi amada mamá Lydia pues sin ella no lo habría logrado por ser un ejemplo de luchadora y perseverante, a mi motor de mi vida, mi inspiración y superación de mi día a día mi familia mi novio Edson y mi amada hija Fernanda, mis hermanos Alisson y Andre por sus palabras de aliento y todos los que me apoyaron en este proceso.

Virginia Marilia Pinto Paredes

Dedico con todo mi corazón mi tesis a Dios y a mi querida madre Mary, ya que me brindaron la oportunidad de culminar satisfactoriamente esta meta trazada que me permite seguir hacia adelante con todos mis sueños como profesional. Por eso les doy mi trabajo en ofrenda por la paciencia y el amor que me ha dado todo este tiempo.

A mi familia por motivarme en cada paso de mi vida y ser mi fortaleza cuando puedo tropezar.

Guina Quisocala Vilca

Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad Cesar Vallejo, por ofrecernos la oportunidad de finalizar con éxito este paso dentro de nuestro camino.

A nuestro estimado asesor Mg. Ing. Jaime Enrique Molina Vílchez, por encaminarnos y dirigirnos en una orientación correcta de nuestra tesis.

A la empresa R3 REAL, por facilitarnos la información solicitada y por su apoyo incondicional en proceso de realización de nuestra tesis.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	14
III. METODOLOGÍA	27
3.1 Tipo y diseño de investigación	28
3.2 Variables y operacionalización	28
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	30
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	32
3.5 Procedimientos	34
3.6 Análisis de datos	133
3.7 Aspectos éticos	133
IV. RESULTADOS	135
V. DISCUSIÓN	149
VI. CONCLUSIONES	155
VII. RECOMENDACIONES	157
REFERENCIAS	159
ANEXOS	

Índice de tablas

Tabla 1. Relación de causas	5
Tabla 2. Matriz de correlación	6
Tabla 3. Ponderación total	7
Tabla 4. Tabulación de datos	8
Tabla 5. Estratificación de causas por área	10
Tabla 6. Matriz de Priorización	11
Tabla 7. Alternativas de solución	11
Tabla 8. Simbología DAP	22
Tabla 9. Método Westinghouse.....	24
Tabla 10. Técnicas e Instrumentos.....	33
Tabla 11. Cuadro Resumen de actividades pre-test.....	49
Tabla 12. DAP etapa 1	50
Tabla 13. Resumen de actividades de etapa 1	51
Tabla 14. DAP etapa 2	52
Tabla 15. Resumen de actividades de etapa 2	53
Tabla 16. DAP etapa 3	54
Tabla 17. Resumen de actividades de etapa 3	57
Tabla 18. DAP etapa 4	58
Tabla 19. Resumen de actividades de etapa 4	60
Tabla 20. DAP etapa 5	61
Tabla 21. Resumen de actividades de etapa 5	62
Tabla 22. Promedios de Actividades.....	63
Tabla 23. Cálculo de capacidad de producción teórica(unidades).....	64
Tabla 24. Cálculo de unidades programadas	64
Tabla 25. Tabla de eficiencia.....	64
Tabla 26. Tabla de Eficacia	65
Tabla 27. Tabla de productividad.....	65
Tabla 28. Estudio de tiempos etapa 1	68
Tabla 29. Estudio de tiempos etapa 2.....	68
Tabla 30. Estudio de tiempos etapa 3.....	70
Tabla 31. Estudio de tiempos etapa 4.....	73
Tabla 32. Estudio de tiempos etapa 5.....	75
Tabla 33. Método Westinghouse	76

Tabla 34. Tiempo normal	76
Tabla 35. Suplementos.....	76
Tabla 36. Tiempo Estándar.....	76
Tabla 37. Actividades improductivas etapa 1	79
Tabla 38. Actividades improductivas etapa 2	79
Tabla 39. Actividades improductivas etapa 3	79
Tabla 40. Actividades improductivas etapa 4	79
Tabla 41. Actividades improductivas etapa 5	80
Tabla 42. Mejoras en la etapa 1.....	80
Tabla 43. Cuadro comparativo etapa 2.....	81
Tabla 44. Cuadro comparativo etapa 3.....	82
Tabla 45. Cuadro comparativo etapa 4.....	84
Tabla 46. Cuadro comparativo etapa 5.....	86
Tabla 47. Actividades de la Etapa 1 mejorado	86
Tabla 48. Actividades de la Etapa 2 mejorado	87
Tabla 49. Actividades de la Etapa 3 mejorado	87
Tabla 50. Actividades de la Etapa 4 mejorado	87
Tabla 51. Costos de método mejorado.....	94
Tabla 52. Cronograma de implementación del Estudio del trabajo.....	96
Tabla 53. Tiempos observados en etapa 1 mejorado	108
Tabla 54. Tiempos observados en etapa 2 mejorado	108
Tabla 55. Tiempos observados en etapa 3 mejorado	109
Tabla 56. Tiempos observados en etapa 4 mejorado	109
Tabla 57. Factor de valoración.....	111
Tabla 58. Tiempo normal post-test.....	111
Tabla 59. Suplementos.....	111
Tabla 60. Tiempo estándar post-test.....	111
Tabla 61. DAP Mejorado de etapa 1 de producción de casa de 1 piso.....	112
Tabla 62. Resumen de actividades de etapa 1 mejorado.....	112
Tabla 63. DAP Mejorado de etapa 1 de producción de casa de 1 piso.....	113
Tabla 64. Resumen de actividades de etapa 1 mejorado.....	115
Tabla 65. DAP Mejorado de etapa 1 de producción de casa de 1 piso.....	116
Tabla 66. Resumen de actividades de etapa 1 mejorado.....	116
Tabla 67. DAP Mejorado de etapa 1 de producción de casa de 1 piso.....	117
Tabla 68. Resumen de actividades de etapa 4 mejorado.....	118

Tabla 69. Resumen de actividades mejorado de casa de 1 piso	119
Tabla 70. Cálculo de capacidad de producción teórica(unidades).....	120
Tabla 71. Cálculo de unidades programadas	120
Tabla 72. Índice de eficiencia post-test.....	120
Tabla 73. Índice de eficiencia post-test.....	121
Tabla 74. Productividad post-test	122
Tabla 75. Inversiones Intangibles del Proyecto	123
Tabla 76. Inversiones Tangibles del Proyecto.....	124
Tabla 77. Costos de Operación Pre-test	124
Tabla 78. Costos de Operación Post-test.....	124
Tabla 79. Flujo de caja económico	128
Tabla 80. Cálculo del Van	129
Tabla 81. Recursos y mejora del proyecto.....	134
Tabla 82. Contraste descriptivo de estudio de métodos	136
Tabla 83. Contraste descriptivo de eficiencia	137
Tabla 84. Contraste descriptivo de eficacia	139
Tabla 85. Contraste descriptivo de productividad	141
Tabla 86. Contraste descriptivo de estudio de tiempos	142
Tabla 87. Prueba de normalidad de eficiencia	143
Tabla 88. Contrastación de hipótesis de eficiencia.....	144
Tabla 89. Prueba de normalidad de eficacia.....	145
Tabla 90. Contrastación de hipótesis de eficacia.....	146
Tabla 91. Prueba de normalidad de productividad	146
Tabla 92. Contrastación de hipótesis de productividad.....	147

Índice de figuras

<i>Figura 1. Diagrama Ishikawa</i>	4
<i>Figura 2. Diagrama Pareto</i>	9
<i>Figura 3. Registro de producción de viviendas mensual</i>	31
<i>Figura 4. Organigrama Empresa R3</i>	36
<i>Figura 5. DOP Etapa 1</i>	38
<i>Figura 6. DOP Etapa 2</i>	39
<i>Figura 7. DOP Etapa 2</i>	40
<i>Figura 8. DOP Etapa 3</i>	41
<i>Figura 9. DOP Etapa 3</i>	42
<i>Figura 10. DOP Etapa 3</i>	43
<i>Figura 11. DOP Etapa 3</i>	44
<i>Figura 12. DOP Etapa 3</i>	45
<i>Figura 13. DOP Etapa 4</i>	46
<i>Figura 14. DOP Etapa 4</i>	47
<i>Figura 15. DOP Etapa 5</i>	48
<i>Figura 16. Evidencias de elaboración 1</i>	49
<i>Figura 17. Productividad Pre-Test</i>	66
<i>Figura 18. Detección de problemática</i>	77
<i>Figura 19. DOP Etapa 1 Mejorado</i>	88
<i>Figura 20. DOP Etapa 2 Mejorado</i>	89
<i>Figura 21. DOP Etapa 2 Mejorado</i>	90
<i>Figura 22. DOP Etapa 3 Mejorado</i>	91
<i>Figura 23. DOP Etapa 4 Mejorado</i>	92
<i>Figura 24. Modelo de mejora de muro</i>	97
<i>Figura 25. Modelo de mejora de casa unifamiliar 1 piso</i>	98
<i>Figura 26. Modelo 3D de Mejora de casa unifamiliar vista frontal</i>	98
<i>Figura 27. Modelo 3D de mejora de casa unifamiliar vista de planta</i>	99
<i>Figura 28. Traslado de malla de acero</i>	100
<i>Figura 29. Colocación de malla de acero</i>	100
<i>Figura 30. Colocación de columnas</i>	101
<i>Figura 31. Colocación de ladrillo</i>	101
<i>Figura 32. Colocación de malla de acero</i>	102
<i>Figura 33. Preparación de concreto</i>	102

<i>Figura 34. Colocación de concreto.....</i>	103
<i>Figura 35. Traslado de muros</i>	103
<i>Figura 36. Transporte de muros.....</i>	104
<i>Figura 37. Colocación de encofrado perimetral.....</i>	104
<i>Figura 38. Instalación de muros.....</i>	105
<i>Figura 39. Acoplamiento de muros.....</i>	105
<i>Figura 40. Proceso de armado de la casa de 1 planta.....</i>	106
<i>Figura 41. Casa de 1 planta de 36m2 en casco gris</i>	106
<i>Figura 42. Índice de merma post-test.....</i>	121
<i>Figura 43. Índice de merma post-test.....</i>	122
<i>Figura 44. Productividad post-test.....</i>	123
<i>Figura 22. Comparación de costos de producción promedio.....</i>	125
<i>Figura 46. Comparación de costos de materia prima.....</i>	125
<i>Figura 47. Comparación de costos de merma.....</i>	126
<i>Figura 22. Comparación de costos de CIF.....</i>	127
<i>Figura 49. Diagrama de Gantt.....</i>	131
<i>Figura 50. Diagrama de Gant.....</i>	132
<i>Figura 51. Diagrama</i>	136
<i>Figura 52. Eficiencia Pre-test.....</i>	138
<i>Figura 53. Eficiencia Post-test.....</i>	139
<i>Figura 54. Eficiencia Pre-test.....</i>	140
<i>Figura 55. Eficiencia Post-test.....</i>	140
<i>Figura 56. Productividad Pre-test</i>	141
<i>Figura 57. Productividad Post-test.....</i>	142
<i>Figura 58. Contraste de tiempo estándar</i>	143

Resumen

La presente investigación surge en consideración al surgimiento de una problemática asociada a la reducción de los niveles de productividad en el sector de la construcción, debido a que, se ha denotado que la empresa tiene un estancamiento en la producción de viviendas al no alcanzar su meta. Por lo tanto, el objetivo general fue determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo incrementara la productividad de una empresa constructora, Arequipa 2022, en base a ello, se empleó una metodología de tipo aplicada de enfoque cuantitativo, de nivel explicativo, de diseño experimental, de tipo pre-experimental, de corte longitudinal, de método hipotético deductivo, considerando como población 4 viviendas unifamiliares de 1 planta en un lapso de 4 meses, de muestra censal con un muestreo no probabilístico por conveniencia aplicando las técnicas de observa directa y análisis documental mediante los instrumentos de ficha de datos, cronómetro, guía de observación y ficha de registro de datos, hallando como resultados principales una mejora de eficiencia de 0.09 y una mejora de eficacia de 0.34. Concluyendo que, mediante la aplicación del estudio del trabajo se obtuvo una mejora de 0.48 a 0.96.

Palabras clave: Productividad, Eficiencia, Eficacia, Estudio del trabajo.

Abstract

The present investigation arises in consideration of the emergence of a problem associated with the reduction of productivity levels in the construction sector, due to the fact that it has been denoted that the company has a stagnation in the production of housing by not reaching its goal. Therefore, the general objective was to determine how the application of the work study would increase the productivity of a construction company, Arequipa 2022, based on this, an applied methodology of quantitative approach, of explanatory level, of experimental design, pre-experimental type, longitudinal section, hypothetical-deductive method, considering as a population 4 single-family homes with 1 floor in a period of 4 months, from a census sample with a non-probabilistic convenience sampling applying observation techniques direct and documentary analysis through the instruments of data sheet, stopwatch, observation guide and data record sheet, finding as main results an improvement in efficiency of 0.09 and an improvement in effectiveness of 0.34. Concluding that, through the application of the work study, an improvement from 0.48 to 0.96 was obtained.

Keywords: Productivity, Efficiency, Effectiveness, Study of work.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la industria de la construcción padeció un colapso en el año 2020 por la propagación del Covid-19, sin embargo, la reactivación económica conllevó a que el sector crezca en su nivel de productividad en un 5.2% en la actualidad (Richter 2020), en tal sentido, el incremento se manifestó de manera especial en el segmento de empresas de vivienda al 23.1%, elevando la inquietud de continuidad en el mercado de diferentes organizaciones correspondientes al sector, por la creciente competencia (Capeco 2021), arraigada a la acelerada demanda que incrementó a 200 000 viviendas requeridas al año (ANDINA 2021).

Por lo tanto, se destaca que la productividad del sector mantiene una brecha de producción superior al 30%, debido a falencias en la ejecución de las obras, tales como, la mano de obra no calificada y el uso inapropiado de recursos por el manejo de procesos complejos que muchas veces origina demoras en la culminación de los proyectos, por la prevalencia de actividades improductivas entre 40% y 50% del tiempo empleado en la obra, tornándose en un factor negativo que muchas veces conlleva a rehacer los trabajos generando sobre costos en las constructoras (CANTÚ, LOPEZ M. and PEIRONE P. 2018).

Dicha situación a nivel nacional, afrontó una problemática semejante ya que el sector de la construcción se vio perjudicado con el inicio del estado de emergencia, registrándose un descenso del 90.4% en la ejecución de obras debido a la paralización de actividades. No obstante, con la reactivación económica no se logró la recuperación esperada en los niveles de productividad al presenciarse una caída del 67% a causa de retrasos asociados a los métodos de trabajo empleados e insumos requeridos (IPE, 2020).

En base a lo anteriormente mencionado, a nivel local, en la actualidad en una de las empresas dedicadas al rubro de la construcción, la cual, es la empresa R3 ubicada en la provincia de Arequipa, en el distrito de Socabaya, existen problemas vinculados a la productividad, debido a que, su método de producción no está llegando a cumplir con las metas que se traza sobre todo en el diseño y elaboración de viviendas unifamiliares, puesto que, se caracterizan en aplicar un proceso de elaboración convencional, que genera gastos para la empresa, puesto que, implica una sobre demanda de tiempo además del surgimiento de

elevados niveles de mermas, ocasionando una situación problemática para la empresa al no alcanzar la demanda de producción programada, por ello, existe la necesidad de hallar una alternativa de solución mediante el estudio del trabajo con el objetivo de aumentar la baja productividad actual, por la elaboración de una vivienda unifamiliar en un promedio de dos meses por el manejo de un método convencional, por lo que, no se obtiene la meta establecida por R3 al no lograr un nivel de producción superior a 1 casa al mes, afectando así la mejora de la viabilidad de la empresa, con el fin de superar la competitividad.

Por consiguiente, para una mejor comprensión de la problemática se realizó un análisis utilizando la herramienta Ishikawa que se observa en la Figura 1, para comprender de una forma más específica, aquellas causas que conllevan al problema de la baja productividad.



Figura 1. Diagrama Ishikawa

Teniendo en cuenta el análisis del diagrama de Ishikawa, se detectó que son 12 las causas que producen el problema de baja productividad en la empresa R3 S.A.C., tales como, demora en la elaboración de viviendas, incumplimiento en la demanda, entre otros, por tales motivos ocasionan demoras en el alcance de la ejecución. Las cuales se observan de forma más precisa en la Tabla 1.

Tabla 1. Relación de causas

N°	Causas
1	Desperdicio de Recursos
2	Desorden
3	Falta de capacitación en trabajadores
4	Incorrecta manipulación de materiales
5	Falta de maquinaria
6	Elevados tiempos de producción de viviendas
7	Costo elevado de materia prima
8	Falta de trazabilidad
9	Elevado nivel de fatiga
10	Demoras en la elaboración de viviendas
11	Tiempo estándar no establecido
12	Incumplimiento de procedimientos

Fuente: Datos de la empresa
Elaboración propia

Por consiguiente, las causas encontradas, se precisará las que ocasionan un mayor impacto en la productividad, a través del análisis en la matriz de correlación como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Matriz de correlación

Causas que originan una baja productividad		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10	C-11	C-12	TOTAL
Desperdicio de Recursos	C-1		1	2	2	1	1	1	1	2	2	2	2	17
Desorden	C-2	2		1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	17
Falta de capacitación en trabajadores	C-3	2	1		2	1	1	1	1	1	1	1	2	14
Incorrecta manipulación de materiales	C-4	2	1	2		1	1	1	1	2	2	2	2	17
Falta de maquinaria	C-5	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	11
Elevados tiempos de producción de viviendas	C-6	1	2	3	3	3		3	3	3	3	3	3	30
Costo elevado de materia prima	C-7	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	11
Falta de trazabilidad	C-8	2	2	3	3	3	3	3		3	3	3	3	31
Elevado nivel de fatiga	C-9	1	1	1	2	1	2	1	1		2	2	2	16
Demoras en la elaboración de viviendas	C-10	1	2	3	3	3	3	2	3	3		3	3	29
Tiempo estándar no establecido	C-11	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2		2	23
Incumplimiento de procedimientos	C-12	1	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2		22

Nota: 1, no relevante. 2, relevante. 3, muy relevante

Fuente: Datos de la empresa

Elaboración propia

Por ello en la tabla 1 se observó en el análisis de la matriz de correlación, se encontraron los puntajes de las causas que originan en el problema de la baja productividad, por consiguiente, en base a dicha data, se elaboró la matriz para diagnosticar cuales son las que tienen mayor impacto en la producción de R3.

Tabla 3. Ponderación total

N°	Causas	Puntaje	Frecuencia	Ponderación total
1	Desperdicio de Recursos	17	1	17
2	Desorden	17	1	17
3	Falta de capacitación en trabajadores	14	1	14
4	Incorrecta manipulación de materiales	17	1	17
5	Falta de maquinaria	11	1	11
6	Elevados tiempos de producción de viviendas	30	5	150
7	Costo elevado de materia prima	11	1	11
8	Falta de trazabilidad	31	5	155
9	Elevado nivel de fatiga	16	1	16
10	Demoras en la elaboración de viviendas	29	5	145
11	Tiempo estándar no establecido	23	3	69
12	Incumplimiento de procedimientos	22	1	22

Nota: 5 muy recurrente, 3 eventual, 1 cuando no se presenta

Fuente: Datos de la empresa

Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla 3, se realizó una breve encuesta a los trabajadores en donde se observa los resultados en torno a la frecuencia de influencia en el problema de la baja productividad, según una escala de tres valoraciones, donde la incidencia baja =1, la incidencia media =3 y la incidencia alta =5, multiplicados por el puntaje de correlación, nos da la ponderación total.

Tabla 4. Tabulación de datos

N°	Causas	Puntaje	Frecuencia acumulada	%	% acumulado
6	Elevados tiempos de producción de viviendas	155	155	24.07	24.07
8	Falta de Trazabilidad	150	305	23.29	47.36
10	Demoras en la elaboración de viviendas	145	450	22.52	69.88
11	Tiempo estándar no establecido	69	519	10.71	80.59
12	Incumplimiento de procedimientos	22	541	3.42	84.01
1	Desperdicio de Recursos	17	558	2.64	86.65
2	Desorden	17	575	2.64	89.29
4	Incorrecta manipulación de materiales	17	592	2.64	91.93
9	Elevado nivel de fatiga	16	608	2.48	94.41
3	Falta de capacitación en trabajadores	14	622	2.17	96.58
5	Falta de maquinaria	11	633	1.71	98.29
7	Costo elevado de materia prima	11	644	1.71	100.00
Total		644		100.00	

Fuente: Datos de la empresa
Elaboración propia

En la Tabla 4 se observa los resultados de la escala de ponderación, con su respectivo porcentaje acumulado, los resultados fueron estudiados, por consiguiente, se elaboró el diagrama de Pareto en la Figura 2.

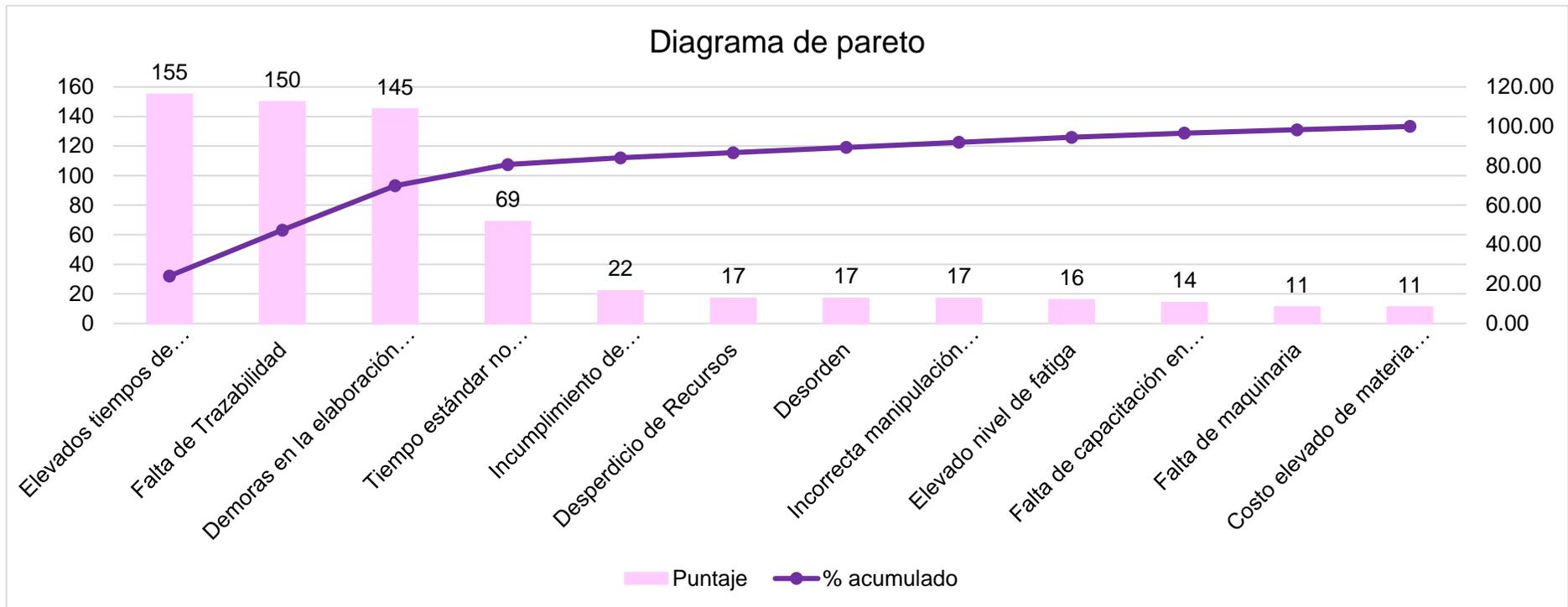


Figura 2. Diagrama Pareto

Según el diagrama de Pareto, de 12 causas encontradas, se observó que 4 de ellas son las que poseen 80.59% de impacto en el problema de productividad, en base a ello, se demostró un análisis de estratificación de las causas por área para tener una mayor noción, por ello se apreciara en la Tabla 4.

Tabla 5. Estratificación de causas por área

N°	Causas	Frecuencia	Áreas	Puntuación
2	Desorden	17	Proceso	365
3	Falta de capacitación en trabajadores	14		
4	Incorrecta manipulación de materiales	17		
5	Falta de maquinaria	11		
6	Elevados tiempos de producción de viviendas	150		
7	Costo elevado de materia prima	11		
10	Demoras en la elaboración de viviendas	145		
8	Falta de trazabilidad	155	Gestión	188
9	Elevado nivel de fatiga	16		
1	Desperdicio de Recursos	17		
11	Tiempo estándar no establecido	23	Logística	45
12	Incumplimiento de procedimientos	22		

Fuente: Datos de la empresa
Elaboración propia

En el análisis de estratificación de la Tabla 4, se analiza que el área que posee mayores problemas ligadas a las causas identificadas de mayor frecuencia es el área de procesos con 365 puntos, por ello se procede a realizar el análisis de la matriz de Priorización en la Tabla 5.

Tabla 6. Matriz de Priorización

Problemas por Área	Mano de obra	Maquinaria	Materiales	Método	Medición	Medio Ambiente	Nivel Criticidad	Total de Causas	Porcentaje %	Impacto	Calificación	Prioridad
Proceso	1	1	1	2	1	1	Alto	7	58.33	3	21	1
Gestión	1	0	0	0	1	0	Medio	2	16.67	2	4	2
Logística	0	0	0	2	0	1	Bajo	3	25.00	1	3	3
Total de Causas	2	1	1	4	2	2		12	100.00			

Fuente: Datos de la empresa
Elaboración propia

En tal sentido, el área que posee mayores problemáticas asociadas a la baja productividad, es la del proceso, se demostró en la Tabla 7, la alternativa de solución más factible para afrontar los inconvenientes de la empresa R3.

Tabla 7. Alternativas de solución

N°	Alternativas	Criterios			Total
		Económico	Facilidad	Tiempo de Ejecución	
1	Estudio del Trabajo	3	3	2	8
2	Lean Manufacturing	1	1	1	3
3	5s	1	1	0	2

Nota: 0, no bueno. 1, bueno. 2, muy bueno.
Fuente: Datos de la empresa
Elaboración propia

Por ello, observando la tabla los factores de mayor frecuencia en el área de procesos, se considera como la alternativa de solución más óptima la mejora de procesos para la empresa R3.

Por lo tanto, el problema general del estudio será ¿De qué manera la aplicación del estudio de trabajo incrementará la productividad en una empresa constructora? Siendo los problemas específicos ¿De qué manera la aplicación del estudio de trabajo incrementará eficiencia de una empresa constructora? ¿De qué manera la aplicación del estudio de trabajo incrementará la eficacia de una empresa constructora??

Existe justificación práctica, debido a que; se pretende que con la investigación se pueda resolver la creciente problemática de incumplimiento en la demanda debido a los bajos niveles de productividad, siendo el estudio del trabajo una herramienta viable para resolver las falencias en la prevalencia de tiempos improductivos y retrasos en producción lo cual permitirá que futuros estudios con problemas semejantes en el sector de la construcción puedan considerar esta herramienta como una alternativa de solución.(Hernández and Mendoza, 2018)

La justificación metodológica, parte de la contribución de instrumentos válidos y confiables, que permitan medir las variables de estudio del trabajo y productividad en la industria de la construcción (Arias, 2012). Para la medición de tiempos, métodos y productividad en el sector de la construcción (Hernández and Mendoza, 2018).

La justificación económica del estudio parte de la intención de afrontar la problemática actual de la empresa constructora R3 en torno a la existencia de pérdidas materiales y económicas que la perjudican, puesto que, se espera que con la mejora de procesos se incremente la productividad para que R3 se recupere de la caída económica que tuvo por los bajos niveles de producción suscitados durante el inicio de la activación económica por la demora en la elaboración de viviendas, puesto que, al elaborar casas que generan una inversión de S/.60 000. la empresa además de invertir tiempo, genera una mayor

pérdida de recursos, por lo que se pretende, reducir dichos gastos al 25% con la aplicación del estudio de trabajo, para que, se pueda reducir la inversión de tiempo y costo tanto para la empresa como para los clientes, con el fin de optimizar la productividad.

Por consiguiente, el objetivo general determinar de qué manera la aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad de una empresa constructora, Arequipa 2022. Considerando como objetivos específicos identificar la manera en que la aplicación del estudio de trabajo incrementa la eficiencia de una empresa constructora, Arequipa 2022 y analizar la manera en que la aplicación del estudio de trabajo incrementa la eficacia de una empresa constructora, Arequipa 2022.

Teniendo como hipótesis general la aplicación del estudio de trabajo para incrementar la productividad de una empresa constructora, Arequipa 2022. Siendo las hipótesis específicas la aplicación del estudio de trabajo incrementa la eficiencia de una empresa constructora Arequipa 2022 y la aplicación del estudio de trabajo incrementa la eficacia de una empresa constructora Arequipa 2022.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito internacional

(CANALES W., VALDIVIA and MATUS R. 2017). En su artículo titulado “Importancia de un Método de Estandarización de tiempo y movimiento de la marca (Salomon, torpedo y belicoso) selección privada de la fábrica MY FATHERS Cigars S.A.” Establecieron como objetivo establecer los tiempos estándar del proceso y con las operaciones que lo componen, así como también analizar el desplazamiento del operario para llevar a cabo su función. De esta manera evitar actividades redundantes que producen un retardo en la operación. Esta investigación se basó en un tipo de investigación cuantitativa y cualitativa, utilizando el estudio del trabajo, mediante la observación directa (mediante visitas y tomas de tiempo) siendo la población el departamento de producción de la empresa y como muestra 60 personas las cuales son: supervisor de calidad, gerente de producción y trabajadores de producción seleccionados al azar. En tanto a este estudio se encontró como resultado que los puros más difíciles de elaborar (los que presentaban mayor tiempo de demora) en conformidad a la mayoría de los trabajadores (72%) fueron Salomon y Belicoso. Como podemos tasar la dificultad distinguida por los colaboradores no es tan lejana entre los tres puros, con una diferencia de (9%) del más fácil al más difícil. La investigación dio como conclusión que la empresa cuenta con dos operaciones ineficientes que ralentiza las operaciones de bochado y rolado, y estas a su vez se pueden agilizar situando un colaborador adicional en cada una de estas operaciones y de esta manera ampliar la eficiencia de la línea. De ello se destaca que esta investigación muestra el proceso e identifica el proceso deficiente mediante diagramas y en simultáneo comparando 3 marcas.

(Santamaría et al. 2018) en su artículo titulado “Study of work to improve the productivity in a company of services for mobile phone operators”. Establecieron como objetivo demostrar como la aplicación del estudio del trabajo incrementa la productividad en el área de fabricación de los soportes de las estructuras metálicas de las antenas de los sistemas de telefonía celular en la empresa Ingeniería Celular Andina (ICA S.A.) Este artículo utilizó la metodología de la técnica del estudio del trabajo. Mediante la observación directa y de esa manera población y muestra es la empresa. Dando como resultado un aumento progresivo del porcentaje de eficiencia en un 15,62% a un 41,56%, lo que

demuestra una mejora de 35,6%, 96% y 166% respectivamente. Entonces se llegó a la conclusión de que se erradicaron procesos carentes de valor y por consiguiente se determinó el tiempo estándar para homologar las actividades que no generaban valor, mejorando de esta manera los plazos de entrega en las órdenes de servicio generando reducción de costos e incrementos en las utilidades de la organización. Destacando en su estudio que el estudio permitió perfeccionar el proceso de plastificado y seguidamente mejorar la productividad de mano de obra corroborándolo con la prueba T-Student.

(Andrade, A. del Rio and Alvear 2019) en su artículo titulado “Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de calzado”. Establecieron como objetivo identificar impedimentos en la producción de calzado empleando un estudio de tiempos y movimientos en una empresa ecuatoriana de producción de línea de calzado ejecutivo. Se basó en una metodología en donde se aplicó la técnica del estudio de trabajo, diagrama Ishikawa y el método de las 6M para determinar el origen de la disminución de la productividad. Posteriormente, se estandarizó las tareas con ayuda del diagrama de proceso de operación y diagramas bimanuales. Por tanto, en base al estudio hallaron como resultado que, la capacidad del proceso establecida con el estudio de tiempos y movimientos de 96 pares diarios representa el 96.78%, transcurridos 18 días de trabajo, y así continuo durante los días posteriores, finalmente se dio un incremento de producción del 5.49%. Se concluye que la principal propiedad de la metodología utilizada se encuentra en el equilibrio de línea de producción misma que permite compensar el trabajo de los diferentes operarios. Destacando en su estudio que se siguieron 6 pasos importantes para obtener los resultados esperados, tales como una organización para ejecutar el estudio y valoración del ritmo de trabajo seguidos de suplementos del estudio de tiempos y cálculos de tiempos estándares finalmente la retribución de trabajo con la distribución de tareas.

(BERNAL J. and RAMOS L. 2012) en su artículo titulado “Procedure for studying the organization of work in Cuban Company “. Establecieron como objetivo elaborar un método adecuado con enfoque integral accediendo de esta manera a los presentes problemas en organización del trabajo de la empresa cubana. Se basó en una metodología en la que desarrollaron Diagrama de flujo de

procesos, Productividad, Grafico de recorrido, Diagrama bimanual, Principios de ergonomía y finalmente la técnica de estudio de trabajo Entrevistas y Encuestas. La investigación dio como resultado que mediante las diferencias existentes del Modelo Servqual se obtuvo la satisfacción de los clientes internos dando un porcentaje de mejoría del 45%. En Conclusión, se obtuvo que Cuba posea un creciente auge en cuanto a la aplicación de este tipo de procedimientos, con el fin de acrecentar la productividad y posteriormente restablecer las condiciones de los trabajadores y promover el desarrollo social. Destacando en su estudio que el método utilizado en esta investigación permite identificar los contratiempos que dificulten el proceso en una empresa para finalmente erradicarlas.

(MEGH, P. et al. 2017) en su artículo A Case Study for Increasing the Productivity in a Construction Equipment Manufacturing Company establecieron como objetivo demostrar el estudio elaborado en una empresa de equipos de construcción para el mejoramiento de la productividad en uno de sus productos con el apoyo de la aplicación del estudio de trabajo, por lo tanto, se basó en una metodología aplicada, considerando una población de 14 conjuntos del producto. En los resultados obtuvieron el ahorro en 1 procesos de operación y 1 proceso de transporte, redujeron 10.15 minutos del proceso total de elaboración logrando una disminución de 142.93 a 132.78 minutos. Concluyendo que mediante el estudio de trabajo se logró mejorar la productividad de la empresa. En tal sentido el estudio destaca que, empleando mejores procedimientos, se logró eliminar tiempos muertos y aumentando la producción.

En el ámbito nacional

(CADENA K. and VASQUEZ M., 2021) su artículo plan de mejora para aumentar la productividad de la empresa Limarice S.A. Se obtuvo como objetivo aumentar la productividad de la empresa de hielo por medio de un plan de mejora, por lo tanto, se basó en una metodología de tipo aplicado nivel descriptivo y explicativa, de diseño no experimental, la población y muestra conformada por el personal obrero, directivos y las labores y procedimientos, empleando la técnica de la encuesta. En los resultados, que se detectó los fundamentales problemas en LIMARICE S.A. se estableció que los mayores incidentes radican en la

productividad, se elaboró un estudio de mejora para aumentar la productividad, se obtuvo un incremento de 14.3%, un óptimo beneficio costo de 1.17 y una mejora de la eficiencia de la producción en un 8.27%. Concluyendo que, se alcanzó una eficiencia de 80.90% consiguiendo disminuir 73 horas, la capacidad productiva aumentaría en 227 toneladas mensuales. Destacando en su estudio que al aplicar la herramienta del estudio del trabajo se logró los objetivos propuestos.

(BELLO D., MURRIETA F. and CORTES C., 2020) en su artículo “Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias” establecieron como objetivo identificar inconvenientes en la productividad por parte de los operadores de una empresa generadora de energías limpias. Para ello se basó en una metodología del estudio de trabajo como estudio de tiempo, datos predeterminados del tiempo, datos estándar, datos históricos y muestreo de trabajo. Por tanto, dieron resultados del análisis de tiempo, que, en recaudar datos de los inyectores, unidades generadoras, cárcamos y separadores con un suplemento del 10% son de 2302 segundos que son semejantes a 38 minutos con 22 segundos, esto quiere decir que de los 14791.10 segundos que son equivalentes a 4 horas con 6 minutos solo el 15.57% del tiempo es para recaudar datos y el 84.43% y el resto del tiempo es empleado para el transporte de los trabajadores. Concluyendo que, en su investigación la implementación de una guía de procedimientos para la utilización del sistema web con el fin de que los trabajadores puedan utilizar el sistema de una forma adecuada. En tal sentido el estudio destaca que, utilizando métodos mejorados, se puede reducir los tiempos de transporte y alcanzar información con mayor premura.

(CASTILLO, J. 2020) en su tesis titulada Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad del área de confección de la empresa DACARO E.I.R.L., Carabayllo 2020. Tuvo como objetivo determinar de qué forma la aplicación del estudio del trabajo aumenta la productividad en el área de la empresa, para ello, se basó en una metodología de tipo aplicado nivel explicativa, de enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental, población y muestra la producción de polos en un lapso de 30 días, empleando la técnica de la revisión documentaria

y la observación indirecta. Se obtuvo como resultado observándose un incremento de la media de la productividad en el post test de 0.4251 a 0.5138 de la productividad de DACARO. Concluyendo que, la productividad interpretada por el producto de la eficiencia y la eficacia, presentaba un valor de 42.51% pre test, después de aplicar la herramienta, se logró un valor de 51.38% post test, por consiguiente, se obtuvo un incremento de productividad de 20.87%. Destacando en su estudio que, se adoptó el estudio de trabajo, por medio de sus sistemas del estudio de métodos y de tiempos, se disminuyeron los retrasos de entrega y aglomeración de trabajos.

(MEDINA R. 2020) en su tesis titulada Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa de acabados de cuero, 2020. Tuvo como objetivo determinar de qué forma el estudio del trabajo mejora la productividad en el área de producción de la empresa, por lo tanto, se basó en una metodología de tipo aplicada, de diseño pre experimental, considerando una población conformada por la elaboración de 60 días teniendo una muestra censal, empleando la técnica de observación. En los resultados después de aplicar la herramienta se incrementó de 0.76 unidades/H-H a 0.81 unidades/H-H es decir aumento un 6.6%. Se concluye que, se encontró como resultado de 36 labores en el procesamiento de acabados de cuero, se demostró 7 actividades que no generan valor, por ello, se redujo un 19.44% de actividades improductivas. En tal sentido el estudio destaca que, por medio de la aplicación del estudio del trabajo en la empresa se obtuvo aumento en la productividad mano de obra descartando actividades innecesarias.

(ALARCÓN K. and JIMÉNEZ J. 2020) en su tesis estudio del trabajo para mejorar la productividad en la fabricación de estructuras metálicas en Maquiser E.I.R.L. Comas, 2020. Tuvo como objetivo determinar como el estudio del trabajo mejora la productividad en la fabricación de estructuras metálicas, para ello, se basó en una metodología de tipo aplicado, de enfoque cuantitativo, de diseño cuasi experimental, la población tuvo un periodo de elaboración de 5 semana y muestra censal, empleando la técnica de la observación y el instrumento las fichas de registro. Se obtuvo como resultado la productividad aumento de 66.00 a 70.00, además la media antes del estudio 68.13% y después 88.46%. se

muestra el promedio de la operacionalización de la eficacia y eficiencia, el pre test es de 68.13 incremento a 86.46%, el cual demuestra que tras el mejor aprovechamiento del tiempo en el proceso de la elaboración de puertas metálicas en MAQUISER E.I.R.L. Concluyendo que, se logró que la productividad de la empresa aumente en un 18.33%, En tal sentido el estudio destaca que, mediante el estudio del trabajo se incrementó la productividad en el proceso de fabricación de estructuras metálicas.

Por consiguiente, es importante realizar un análisis a profundidad referente al conocimiento teórico de las variables a estudiar; partiendo de la variable independiente estudio del trabajo que se define como aquella finalidad de analizar de qué forma se está desarrollando una actividad, sintetizando o rectificando el método operativo, para minimizar el trabajo sobrante o excesivo, además de conocer el empleo de los recursos, y establecer el tiempo normal para la elaboración de esa actividad (Tejada, Ruiz and Olazabalaga 2017). Por lo tanto, se destaca que por medio del estudio del trabajo es posible minimizar el tiempo empleado en el proceso productivo en un 20 por ciento (Kanawaty 1996)

Por lo tanto, el estudio del trabajo se considera como un método de gran rendimiento, ya que, utilizando su carácter sistemático, se puede obtener resultados semejantes, e inclusive mejores a los que posee el procedimiento productivo actual que posee una empresa (CRUELLES J., 2012).

Por ello, por medio del estudio del trabajo se recalca uno de sus principales beneficios enfocado en el incremento de la productividad de una empresa empleando una reorganización del trabajo con una baja inversión económica. Siendo el método más preciso y conocido para constituir normas de utilidad, para la planificación y control para realizar una óptima producción (GARCIA R., 2005)

Considerando en el estudio del trabajo, el desarrollo de 8 etapas para su aplicación; iniciando con la etapa 1, se realiza la selección del trabajo que se va a estudiar; para ser mejorado teniendo en cuenta las consideraciones económicas, técnicas y humanas (Vivallo,2018). Considerando como etapa 2, registrar por observación directa, centrado en la recolección de datos del proceso analizado mediante diagrama y gráficos. Se procede con la etapa 3, examinar lo

registrado, teniendo en cuenta que labores adicionan un valor agregado y que labores no. Seguido de la etapa 4, establecer el método, empleando interrogatorios que ayudan a establecer una idea definida para desarrollar el método (Fontalvo, de La Hoz and Morelos 2018). Por consiguiente, la etapa 5, evaluar el método, por medio de gráficas y diagramas repotenciar su resultado a obtener, el ingeniero procederá a evaluar por medio de procedimientos cuantitativos como ponderaciones. Continuando con la etapa 6, implementar el método mejorado, definir variaciones del método y documentar lo preciso, acelerar y comenzar aplicar el nuevo método. Por último, la etapa 7, controlar la aplicación, manteniendo un fin específico de la utilización del nuevo método para prevenir el surgimiento de errores (Betancurt, D., 2019).

Por consiguiente, el estudio de métodos es un procedimiento sistemático para el uso estructurado empleado con la finalidad de reconocer y examinar los inconvenientes de la operación, por ello, incrementar sistemas claros y distintos para realizar mejoras en los procesos resulta siendo la finalidad de esta herramienta. (Vides, Díaz and Gutiérrez 2017).

En tal sentido, se considera como dimensión del estudio de trabajo; al estudio de métodos que es el análisis crítico y registro sistemático de los modos de ejecutar las tareas, con el objetivo de obtener mejoras (Kanawaty 1996).

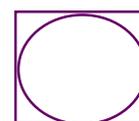
Siendo una dimensión que se mide, a través, de herramientas como el diagrama de operaciones de proceso (DOP) que es un gráfico de carácter global que se centra en presentar el proceso de producción por completo desde el ingreso de la materia prima hasta la salida del producto terminado presentando operaciones, inspecciones y actividades combinadas(González-Vázquez et al., 2017) .



Operación



Inspección



Combinado

En tal sentido, empleando a su vez el diagrama de análisis de procesos (DAP) que se concibe como una gráfica detallada que amplía el conocimiento de

tiempos, distancias, materiales, almacenamientos, demoras, medios de transporte, operaciones, e inspecciones referentes a un producto o a un operario (BOCANGEL G. et al. 2021).

Tabla 8. Simbología DAP

Actividad	Símbolo
Operación	
Transporte	
Inspección	
Demora	
Almacenaje	

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, se considera como dimensión del estudio de trabajo al estudio de tiempos que es una técnica de medición del trabajo utilizada para consignar los tiempos y ritmos de trabajo de cada elemento de dicha actividad establecida (Kanawaty, 1996), y para determinar los datos con el objetivo de establecer el tiempo solicitado para realizar la actividad según una norma de rendimiento preestablecida (Kanawaty, 1996)

En tal sentido, el estudio de tiempo es una herramienta cuya finalidad es determinar los tiempos estándar de cada una de las operaciones, por las cuales está compuesta un proceso, con el fin de evitar tiempos innecesarios y optimizar el proceso (TEJADA N., GISBERT V. and PÉREZ A. 2017).

$$TE = (TN) * (1 + S)$$

Leyenda

TE: Tiempo estándar (min)

TN: Tiempo normal (min)

S: Suplemento

En el estudio de tiempos siendo el primer componente, el tiempo normal, que es aquel tiempo de un operario capaz de realizar dicha actividad en una rutina normal, por ello, complaciendo tanto a la empresa como al trabajador (LOPEZ J., ALARCON E. and ROCHA M. 2014).

$$T. \text{ Normal} = T. \text{ Obs.} \times \text{Valoración}$$

Siendo como segundo componente, el tiempo estándar, requerido para que un operario de tipo medio realice su labor a un ritmo normal para lleve a cabo de una manera exitosa la tarea encomendada (MONTERO L. et al., 2018). Mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Tiempo estándar} = \text{Tiempo normal} (1 + \text{Suplementos})$$

Siendo como tercer componente, el tiempo observado, que es el tiempo promedio del periodo de operación calculado con un cronometro centesimal en la zona laboral, por ello, se realiza tomas de tiempos en distintos momentos a una misma operación (en base a la magnitud de la muestra, generalmente se toman 5 o 10 veces), finalmente se promedia, tomando en cuenta la variabilidad de cada operación (Andrade, A. del Rio and Alvear, 2019).

Por otro lado, la valoración es aquel valor subjetivo que demuestra el ritmo adecuado del trabajo, por lo tanto, se emplea para acomodar el tiempo observado a la altura correspondiente, acorde al criterio del analista, indicando que es el ritmo normal (Niebel and Freivalds, 2014), por ello, la valoración es un componente que se determina de la siguiente manera:

$$\text{valoracion} = \frac{\text{Ritmo observado}}{100}$$

Siendo como cuarto componente, los suplementos, que es el tiempo agregado, que se añade al trabajo, por ello el colaborador pueda recuperarse del cansancio que genera las actividades, por lo tanto, redimir aquellos requerimientos y

dificultades mientras se realiza la producción (Arias 2012). Midiéndose mediante la siguiente formula:

$$\text{Tiempo suplementario} = \text{SNB} + \text{SF} + \text{SE}$$

Dónde:

SNB= Suplemento por necesidad básicas

SF= Suplemento por fatiga

SE= Suplemento especial

Se mide con la ayuda de la herramienta del Westinghouse, siendo uno de los métodos más empleados en el estudio de tiempos. Lo principal de este método es conocer el tiempo medio para cada uno de los elementos realizados durante el estudio, al tiempo que debió ser solicitado un operario “normal” para ejecutar el trabajo. Por ello, este método comprende cuatro factores para determinar la función del operario: habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia (Niebel and Freivalds, 2014).

Tabla 9. Método Westinghouse

Habilidad			Esfuerzo		
+ 0.15	A1	Extrema	+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.13	A2	Extrema	+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.11	B1	Excelente	+ 0.1	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente	+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Buena	+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Buena	+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Regular	+ 0.00	D	Regular
- 0.05	E1	Aceptable	+ 0.04	E1	Aceptable
- 0.1	E2	Aceptable	+ 0.08	E2	Aceptable
- 0.16	F1	Deficiente	+ 0.12	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente	+ 0.17	F2	Deficiente
Condiciones			Consistencia		
+ 0.06	A	Ideales	+0.04	A	Perfecta
+ 0.04	B	excelentes	+0.03	B	Excelente
+ 0.02	C	Buenas	+0.01	C	Buena
0.00	D	Regulares	0.00	D	Regular

-0.03	E	Aceptables	-0.02	E	Aceptable
-0.07	F	Deficientes	-0.04	F	Deficiente

Fuente: Gutiérrez (2014)

Desde otra perspectiva, es prioritario también definir a la variable dependiente denominada productividad que se define desde el punto de vista económico como la proporción existente entre los resultados obtenidos (productos o servicios) y los recursos aplicados a su obtención así (Kamble and Kulkarni, 2014).

Los beneficios de medir la productividad en obras de construcción se centran en la identificación de tiempos improductivos, que, a su vez, generan ineficiencias en la administración de los recursos involucrados y en la dirección general de las obras (Khushboo et al., 2018). Por lo que, permite denotar las mejoras asociadas a problemas de diseño y planificación, así como sistemas inadecuados de trabajo, además de grupos y labores de apoyo deficientes, problemas de recurso humano, problemas de seguridad y problemas de los sistemas formales de control (Gujar and Shahare, 2018). En tal sentido, la identificación de este gran número de variables que se pueden presentar en una obra, permite accionar sobre ellas y tomar acciones correctivas, buscando el mejoramiento de la productividad (Harikrishnan et al., 2020).

En tal sentido, se consideró como primera dimensión de la productividad a la eficiencia que se concibe como la expresión que se utiliza para evaluar la capacidad o cualidad de actuación de un sistema o sujeto económico, para alcanzar la realización de objetivos, reduciendo la utilización de recursos (Andrade, 2008).

Por ello, la eficiencia es el empleo racional de los recursos por el que se logra realizar un objetivo establecido, para así prevenir o anular dispendios y equivocaciones. Capacidad de conseguir los objetivos y metas proyectadas, utilizando una mínima cantidad de recursos disponibles y tiempo establecido, alcanzando su optimización(Arias, 2012) .

Siendo la segunda dimensión la eficacia que se define como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera en un nivel de producción (Calvo Rojas,

Pelegrín Mesa and Gil Basulto 2018) en otras palabras es aquella habilidad que posee una organización para alcanzar los objetivos, incorporando la eficiencia y factores del entorno(Fernandez, Rios and Sanchez, 1997).

Por lo tanto, es la capacidad de obtener de manera óptima las finalidades previamente destinadas tomando en cuenta los recursos disponibles en un tiempo definido, facultad para efectuar las tareas en lugar, tiempo, calidad y cantidad establecidas como primordiales (Moktadr et al., 2017).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

El estudio es de tipo aplicado, puesto que, se tiene la intención de emplear los conocimientos teóricos para el planteamiento de una alternativa de solución a un problema real empresarial (Hernández and Mendoza, 2018)

Diseño de investigación

El diseño del proyecto de tesis es experimental, ya que, se intervendrá de forma directa en el fenómeno objeto de estudio, alterando las variables, siendo de tipo preexperimental, de corte longitudinal, al realizarse la descripción del fenómeno en 2 tiempos distintos. Por lo tanto, el diseño se caracteriza de forma gráfica como se muestra a continuación:



Dónde:

G = Muestra

O₁ = Medición de observación Pre-test

X = Tratamiento de la Variable Independiente

O₂ = Medición de observación Post-test

La investigación es de nivel explicativo, debido a que, desarrolla las causas de la acción siendo físicos o sociales, por lo que, está basada en interpretar las razones por las que se da un evento establecido y/o definido, centrándose en establecer en qué estado se dé, y la causa de que las variables estén asociadas (Fernández, Baptista and Hernández R., 2014).

3.2 Variables y operacionalización

Variable Independiente: Estudio del trabajo

Definición conceptual

Es un instrumento principal para aumentar la productividad y eficiencia apta para toda área de realización de una empresa (Baca, 2014).

Definición operacional

El estudio del trabajo a considerado las dos dimensiones estudio de métodos y de tiempo, con el fin, de optimizar las labores ejecutadas por el trabajador.

Dimensión: Estudio de métodos

Indicador: Actividades productivas

Formula

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum(\text{Actv. Productivas})}{\sum(\text{Total de Actividades})} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Productivas} = \frac{\sum(\text{Operación e Inspección})}{\sum(\text{Total de Actividades})} \times 100$$

Escala: De razón

Indicador: Actividades improductivas

Formula

$$\% \text{ Act. Improductivas} = \frac{\sum(\text{Actv. Improductivas})}{\sum(\text{Total de Actividades})} \times 100$$

$$\% \text{ Act. Improductivas} = \frac{\sum(\text{Espera, Almacenamiento y Transporte})}{\sum(\text{Total de Actividades})} \times 100$$

Escala: De razón

Dimensión: Estudio de Tiempos

Indicador: Tiempo Estándar

Formula

$$TE = \text{Tiempo normal} * (1 + \text{suplementos})$$

Escala: De razón

Variable Dependiente: Productividad

Definición conceptual

Productividad es el nivel de rentabilidad que utilizan los requerimientos para lograr los objetivos predispuestos. (García 2005).

Definición operacional

La productividad, es el resultado entre la cantidad de productos realizados y los recursos que se utilizaron para su elaboración.

Dimensión: Eficiencia**Indicador: Actividades productivas****Formula**

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Tiempo programado}} * 100\%$$

Escala: De razón**Dimensión: Eficacia****Formula**

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programados}} * 100\%$$

Escala: De razón**3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis****Población**

La población, se define como la suma de conformidades a examinar, siendo estas las que disponen propiedades imprescindibles para cumplir con los objetivos del estudio (Ñaupás et al. 2018)

Por lo tanto, en el estudio se consideró como población los datos obtenidos de productividad, eficiencia y eficacia de 4 viviendas unifamiliares de 1 piso en un lapso temporal de 4 meses, ya que, ello fue principalmente establecido por la directiva de la empresa por ser los únicos meses que se elaboraron viviendas y se logró realizar la respectiva toma de tiempos, considerando que el registro de avance se visualiza en valores conforme se observa en la figura N°3.

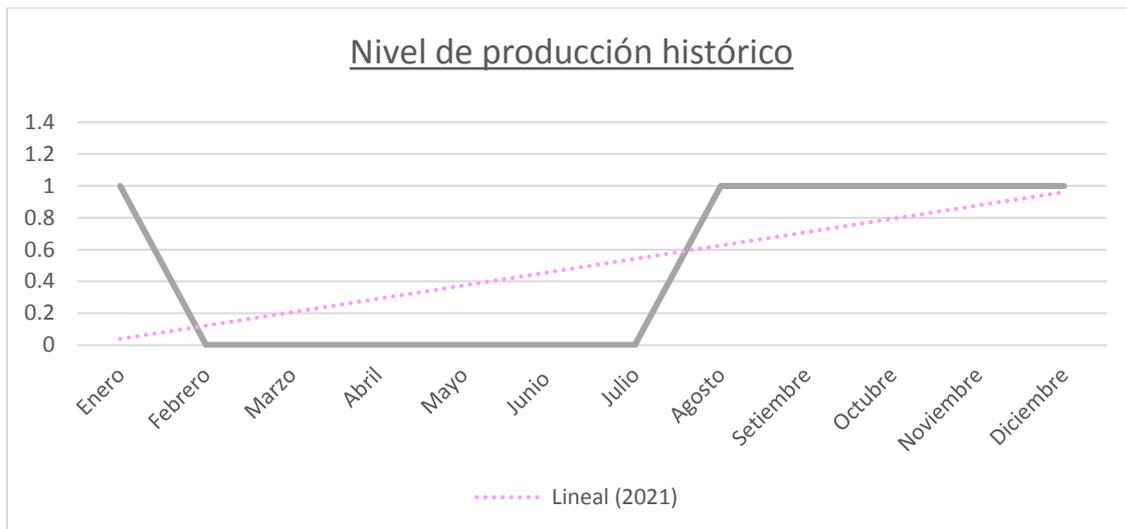


Figura 3. Registro de producción de viviendas mensual

Fuente: Data de la empresa

Inclusión

Se tomará en cuenta el proceso de elaboración de una vivienda unifamiliar de una planta de la empresa constructora de 36 m².

Exclusión

No se tomó en cuenta, otros tipos de elaboración de vivienda.

Muestra

La muestra a considerar en el estudio es de carácter censal, puesto que, esta al ser inferior a 50, según la teoría de (Ñaupas et al. 2018) requiere que se considere población en el estudio para garantizar resultados significativos, por consiguiente, se tomará en consideración la productividad, eficiencia y eficacia del proceso de elaboración de 4 viviendas en un tiempo de 4 meses.

Muestreo

El muestreo es una herramienta que pertenece a la investigación científica que tiene como finalidad de determinar aquella muestra representativa y adecuada de dicha parte de la población a valorar, y así se desarrollen deducciones sobre la población objeto de estudio (Ñaupas et al. 2018).

No se aplicará muestreo, dado que la muestra es igual a la población, siendo esta no probabilístico por conveniencia.

Unidad de análisis

La unidad de análisis del estudio será la productividad, eficiencia y eficacia del proceso de producción de 1 casa unifamiliar de una planta elaboradas en la empresa cuya dimensión es de 36m² en un lapso temporal de 3 meses.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Las técnicas para emplear en la investigación serán:

- **Observación directa.** Caracterizada por ser una técnica que permite el registro de datos en campo.
- **Análisis documental.** Caracterizada por recabar data histórica de la empresa para la comparación de resultados.

Instrumentos

Son instrumentos conceptuales, mediante ellos podemos obtener datos cuidadosamente clasificados y su vez estos son varios tipos de acuerdo a la técnica que se vaya a utilizar (Ñaupas et al. 2018).

Fichas de toma de datos

El instrumento a utilizar es la ficha de toma de datos, donde se registrarán las actividades y tiempos de cada etapa para la construcción de una vivienda en el periodo determinado.

Las fichas que se van a utilizar en la presente investigación son:

- DAP
- Ficha del estudio de tiempos.
- Ficha de Productividad.

- **Cronómetro.** En la actualidad los celulares son dispositivos con una gran cantidad de herramientas que facilitan la vida de las personas, ese es el caso de uso del cronómetro, el cual es un nombre asignado a un tipo específico de reloj usado para medir intervalos de tiempo, generalmente hasta milésimas, este genera mayores beneficios ya que en la pantalla se puede observar y compara un tiempo tras otro (Terrazas 2021).
- **Guía de observación.** Es un instrumento de la observación directa, que posee el objetivo de recabar información de las alteraciones que surgen durante el desarrollo de la mejora en campo.
- **Ficha de registro de datos.** Es un instrumento del análisis documental que se centra en la recolección de información histórica, crucial para el contraste de resultados con la aplicación de la prueba piloto.

Tabla 10. Técnicas e Instrumentos

Variable	Dimensión	Indicador	Técnicas	Instrumentos
Estudio del trabajo	Estudio de métodos	Actividades	Análisis documental	Ficha de registro de datos
			Observación directa	Guía de observación
	Estudio de tiempos	Tiempo estándar	Observación directa	Ficha de registro de tiempos
Productividad	Eficiencia	Eficiencia	Análisis documental	Ficha de registro de datos
	Eficacia	Eficacia	Análisis documental	Ficha de registro de datos

Fuente: Elaboración propia

Validez

La validez es aquella que mide el grado en el cual un instrumento cumple de manera eficiente la medición de una determinada variable, en base a 3 criterios que son pertinencia, relevancia y claridad (Ñaupas et al. 2018).

La autenticidad de los instrumentos se desarrollará por medio del juicio de expertos, considerando 3 profesores de la Universidad César Vallejo, lo cual se observará en el anexo 2.

Confiabilidad

La confiabilidad se define como aquel grado que se centra en determinar la coherencia y consistencia que posee un instrumento para otorgar datos verídicos (Ñaupas et al. 2018).

Se garantiza la confiabilidad de los datos a obtener en los instrumentos, debido que provienen de la empresa R3, ello a su vez es reforzado en cuanto a la fiabilidad de medición de las variables por el manejo de pasos para el llenado de los instrumentos acorde a la teoría de Baca (2014) y García (2005).

3.5 Procedimientos

Situación actual

Razón Social: R3 Real Soluciones Constructivas S.A.C.

RUC: 20607818577

Dirección Legal: Arequipa, Socabaya, Av. Umapalca s/n

Descripción de la empresa:

R3 REAL, es una empresa que empezó sus actividades el 15 de abril del 2021, cuyas actividades es la elaboración y producción, de todo tipo de casas, losas, bordillos, grass block, tope llantas, cajas, cercos, lisos, texturados, pigmentados y estructuras especiales solicitados de acuerdo a la necesidad de las obras del sector constructivo, en el departamento de Arequipa.

Misión:

“Ser la empresa innovadora, eficiente y confiable del mercado, depositando los mayores esfuerzos de cada colaborador en el estudio, técnica y cuidados para garantizar los productos con la calidad y costo exigidos por cada uno de nuestros clientes, convirtiéndonos de esta manera en una empresa líder en la zona sur del país, en el sector del concreto.”

Visión:

“Aportar soluciones innovadoras de calidad, a costos competitivos y en corto plazo con productos de concreto para el sector de vivienda y construcción para así satisfacer las necesidades de nuestros clientes.”

Valores:

- **Honestidad**

“La empresa ordena con el cumplimiento de valores como la transparencia, sinceridad y franqueza.”

- **Calidad**

“Los productos ofrecidos deben cumplir con los reglamentos establecidos así mismo con parámetros siempre con el objetivo de llegar a la perfección.”

- **Puntualidad**

“La concientización es fundamental en este valor en la empresa ya que se debe tener muy presente el tiempo de los clientes, proveedores y socios ya sea reuniones o pagos etc.”

- **Pasión**

“De la mano con el área de Gestión del Talento Humano, es posible desarrollar las cualidades más destacadas de nuestros colaboradores ya que la pasión con la que realizar su labor es lo que diferencia de otras empresas.”

- **Competitividad**

“La pasión en conjunto con la motivación son piezas claves en la competitividad ya que traen como consecuencia el crecimiento tanto personal y organizacional.”

- **Trabajo en equipo**

“En una empresa cooperar unos con otros es imprescindible ya que todo el proceso esta secuenciado y por ende el trabajo e conjunto es lo que permite llegar a cumplir con los objetivos.”

- **Orientación al cliente**

“Una empresa que constantemente se esfuerza por repensar su mejora de valor para adecuarse a las necesidades de sus clientes tiene todo lo necesario para crecer de manera sustentable.”

Estructura organizativa:

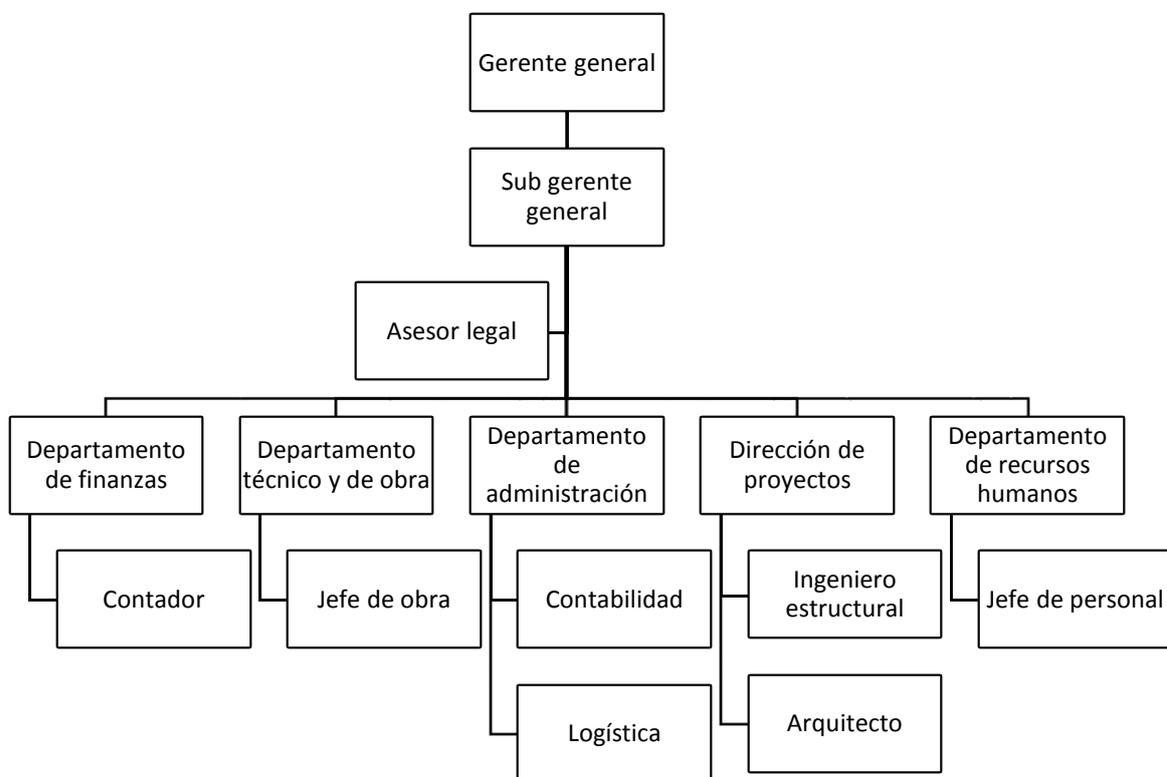


Figura 4. Organigrama Empresa R3

Fuente: Datos de la empresa

Producto Principal

La empresa R3 REAL es una empresa que se enfoca en la elaboración de productos de construcción en especial viviendas de concreto.

Reseña del área de Producción de construcción

En tal sentido la empresa R3, afronta problemáticas en el tiempo de ejecución de la misma, además de elevados niveles de fatiga que retrasan el proyecto, con la finalidad de mejorar la productividad actual de la empresa. Por ello, a continuación, se detallan las etapas del proyecto en los siguientes Diagramas de Operaciones de Procesos (DOP).

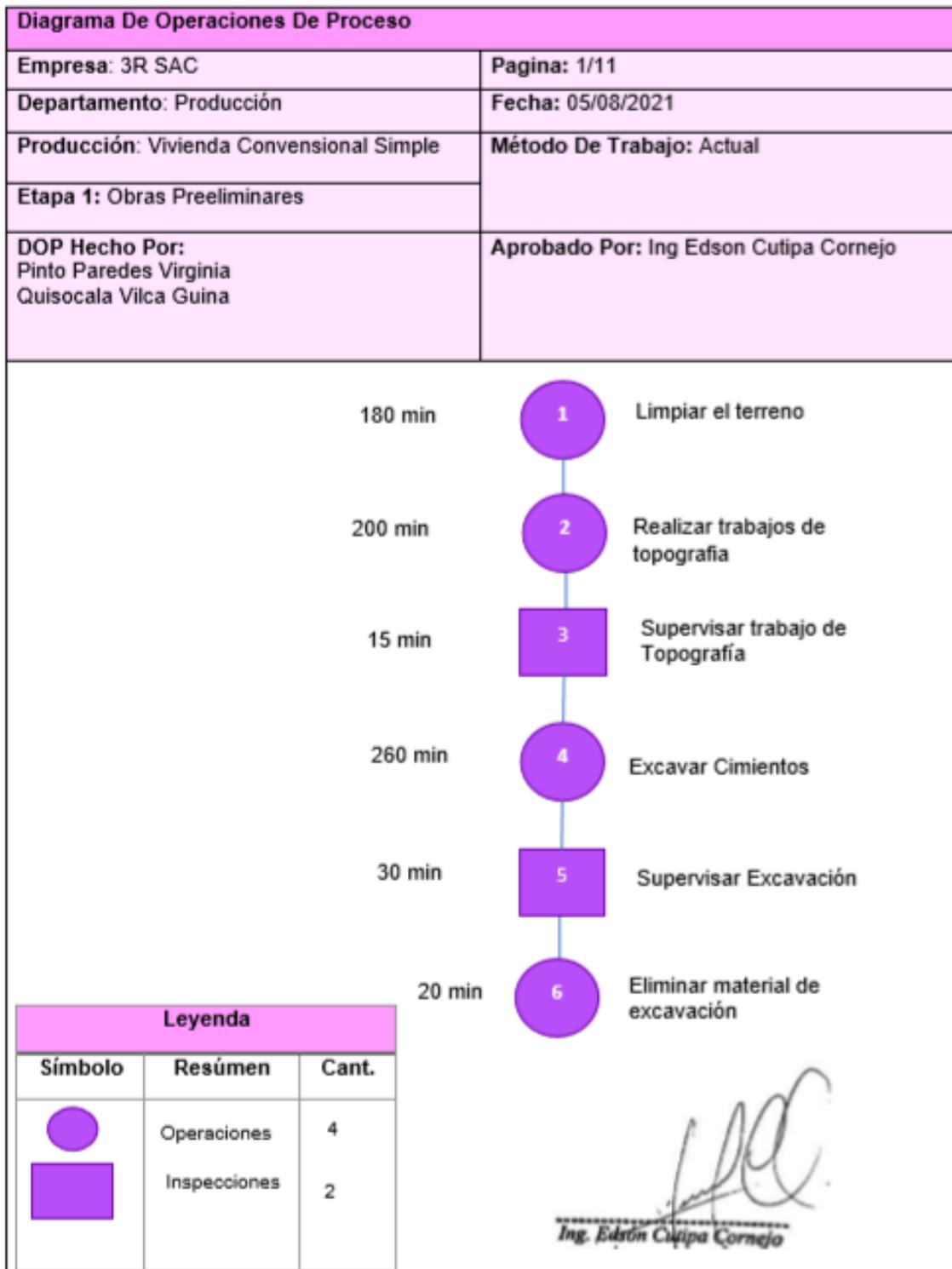


Figura 5. DOP Etapa 1

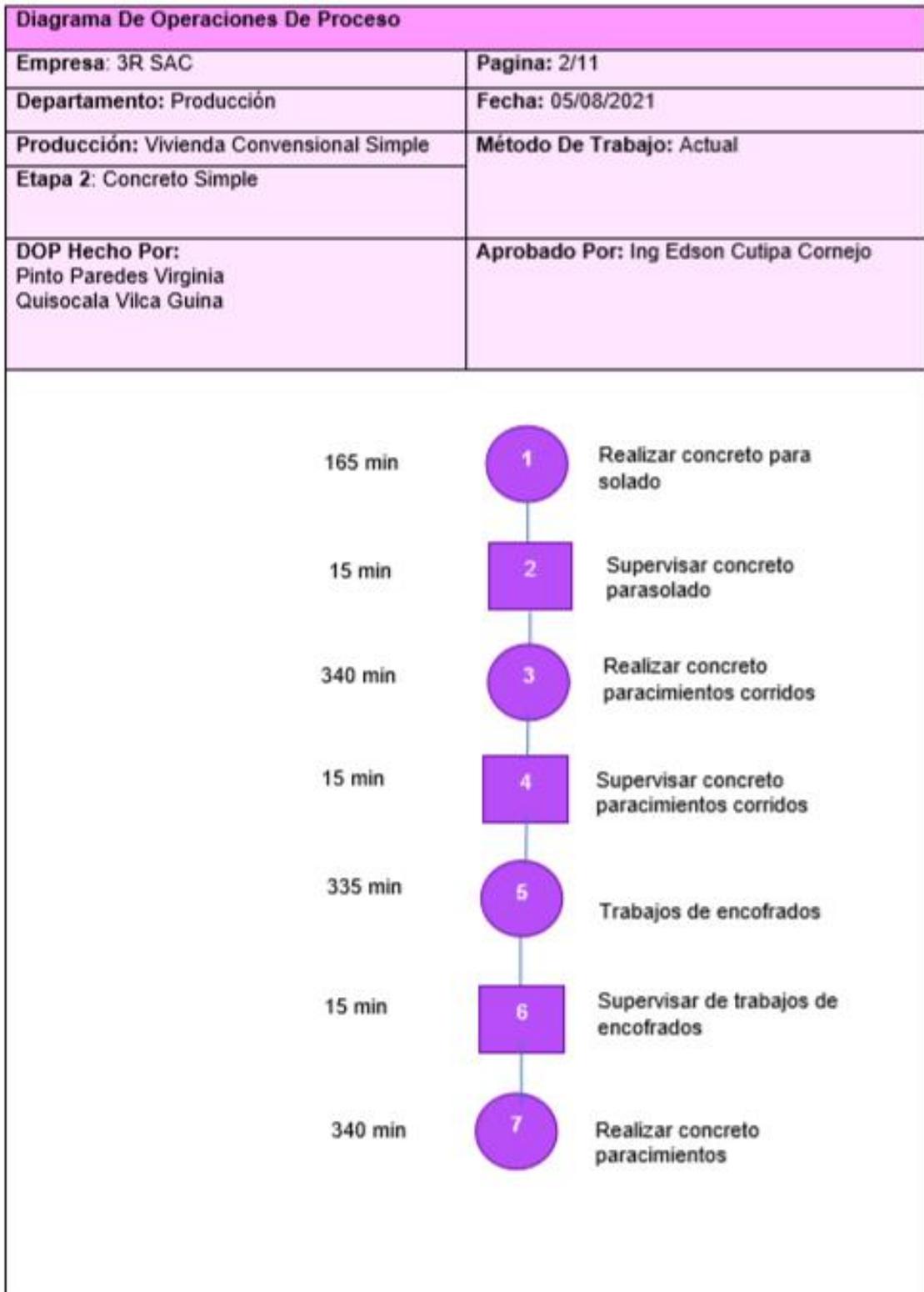


Figura 6. DOP Etapa 2

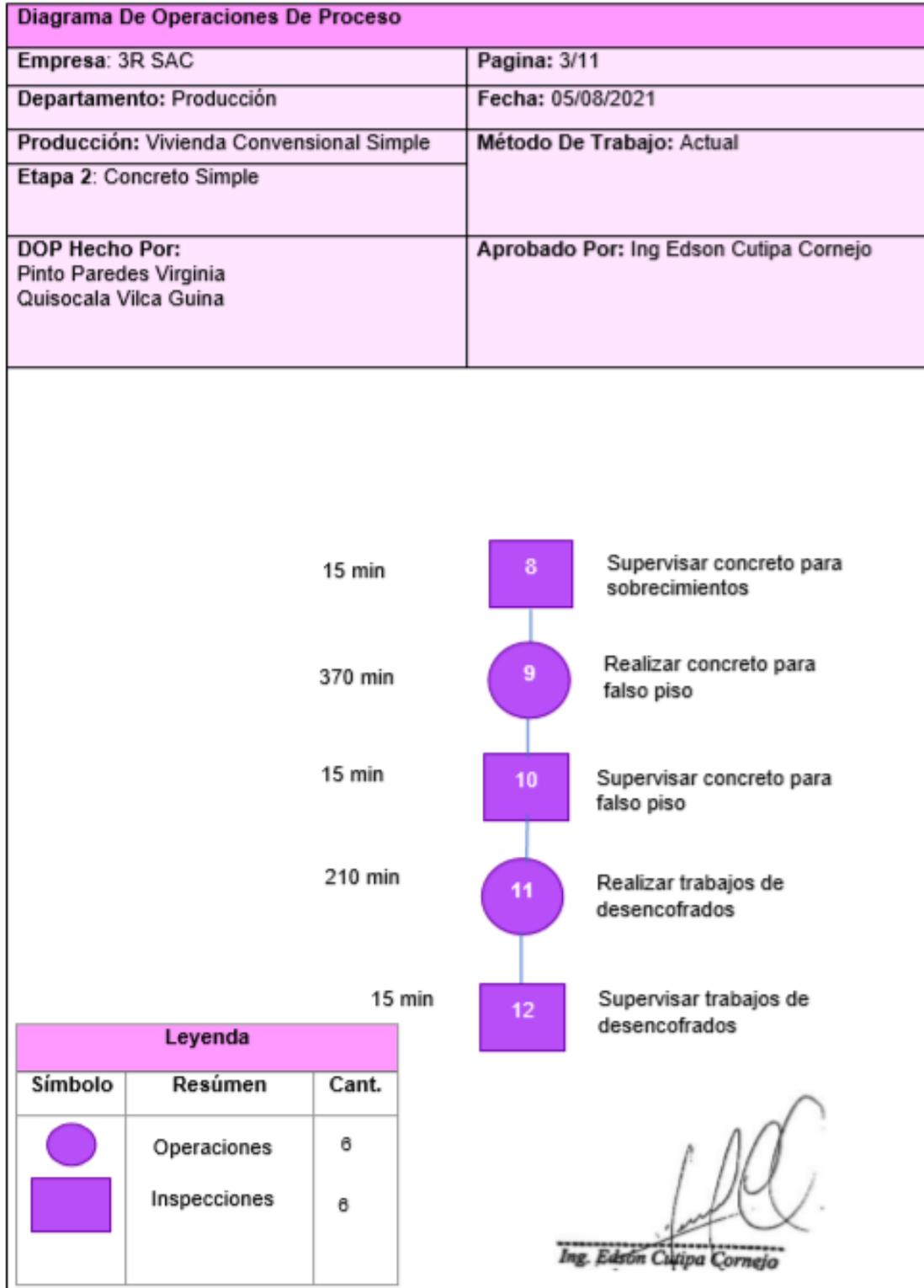


Figura 7. DOP Etapa 2

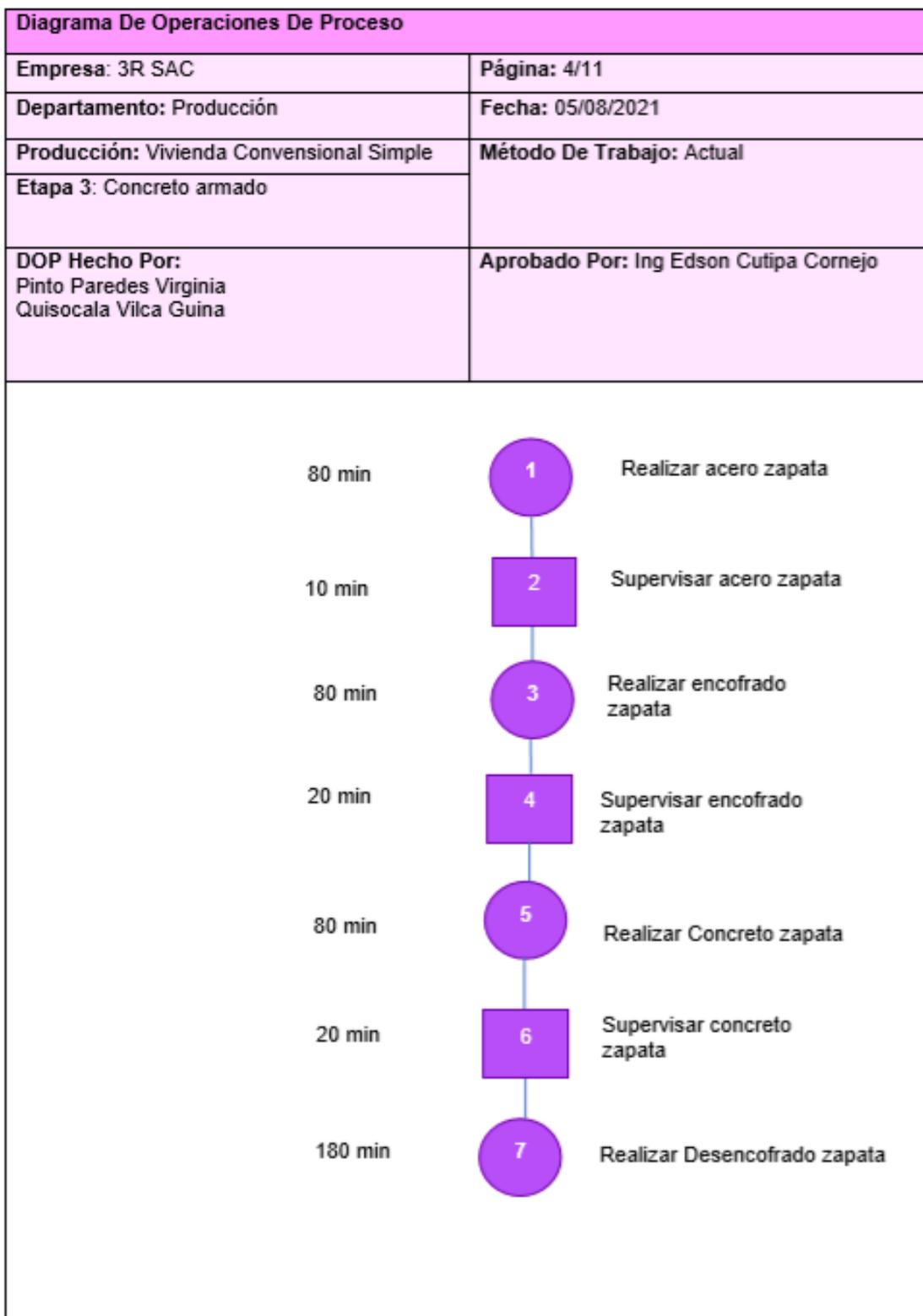


Figura 8. DOP Etapa 3

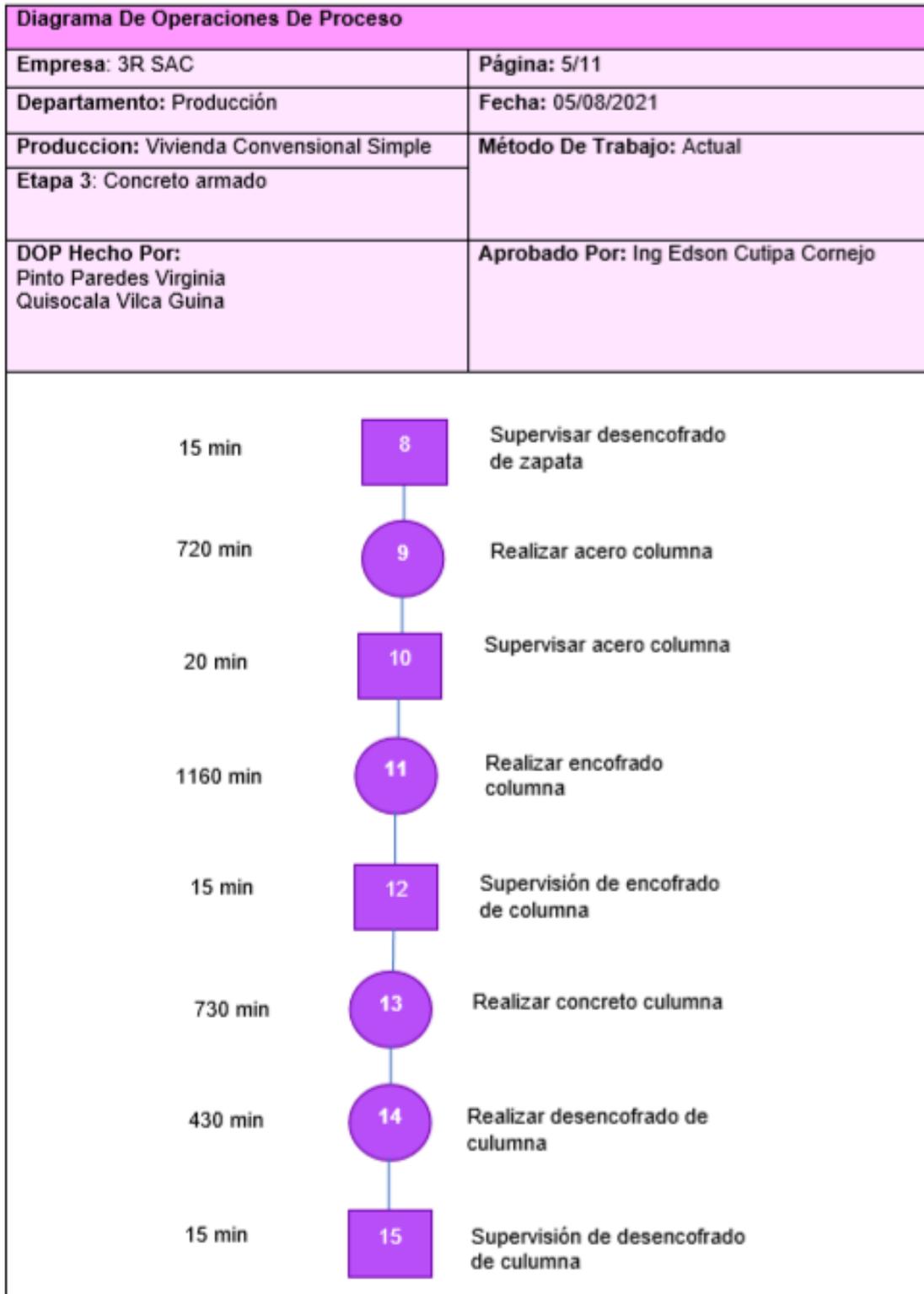


Figura 9. DOP Etapa 3

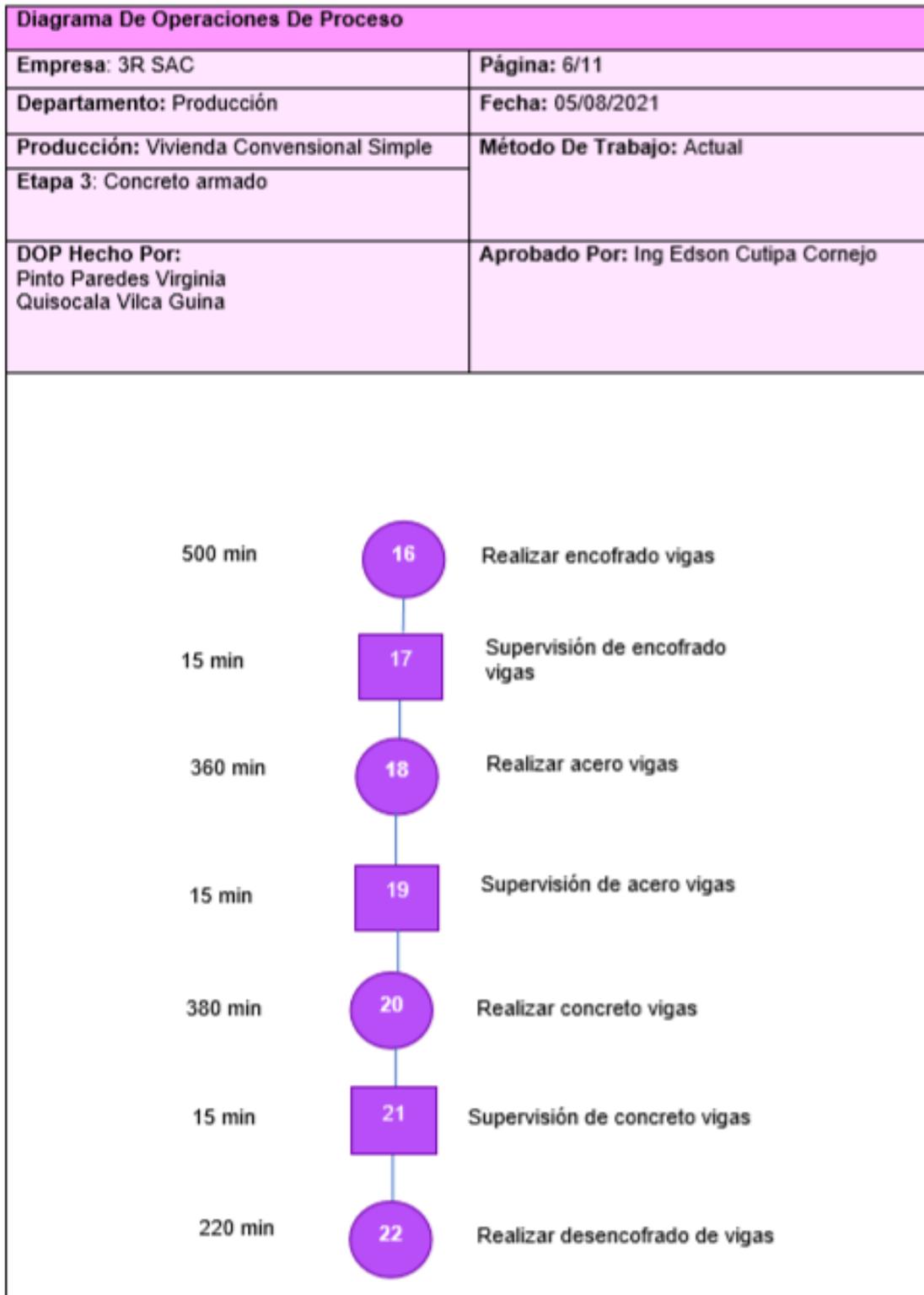


Figura 10. DOP Etapa 3

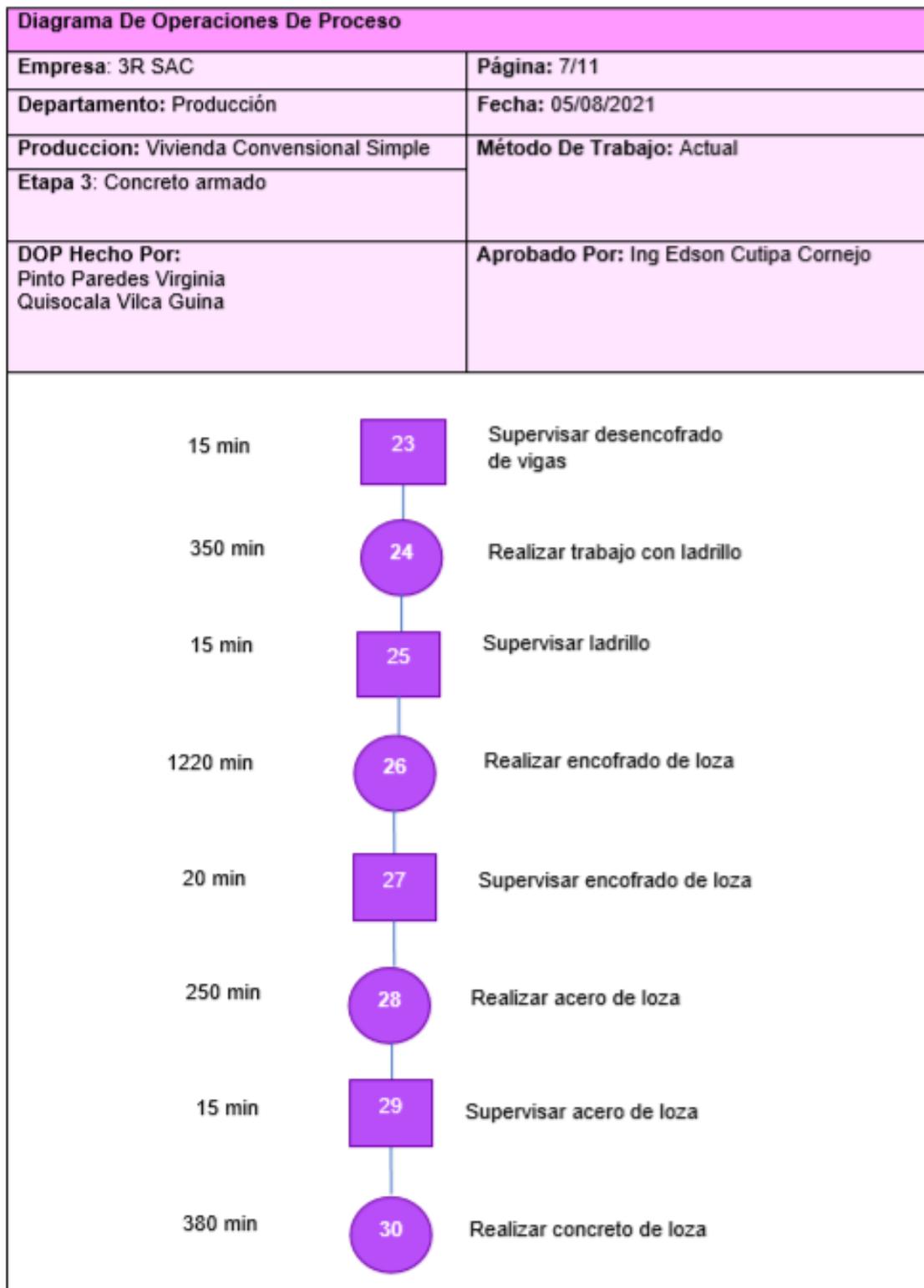


Figura 11. DOP Etapa 3

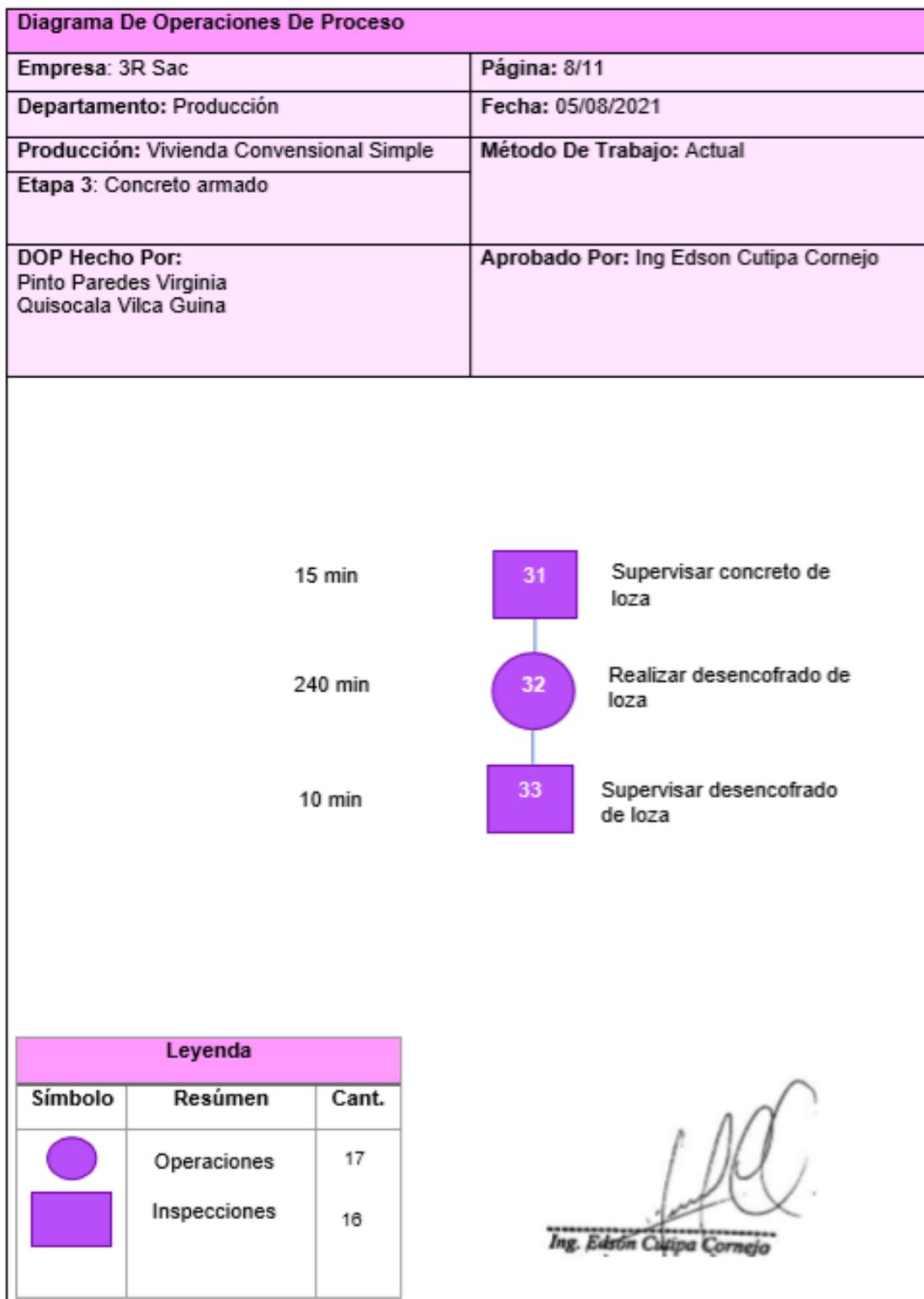


Figura 12. DOP Etapa 3

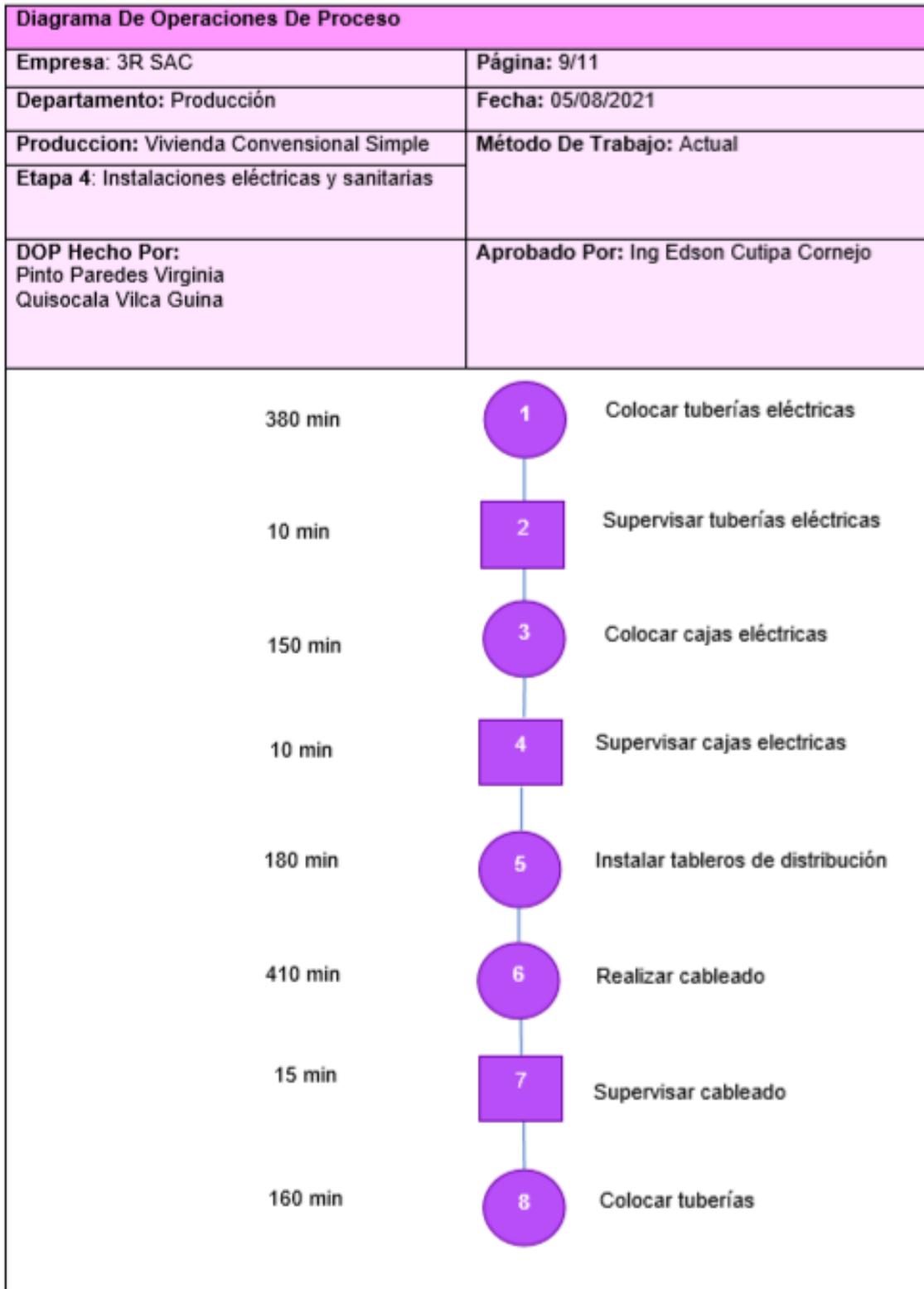


Figura 13. DOP Etapa 4

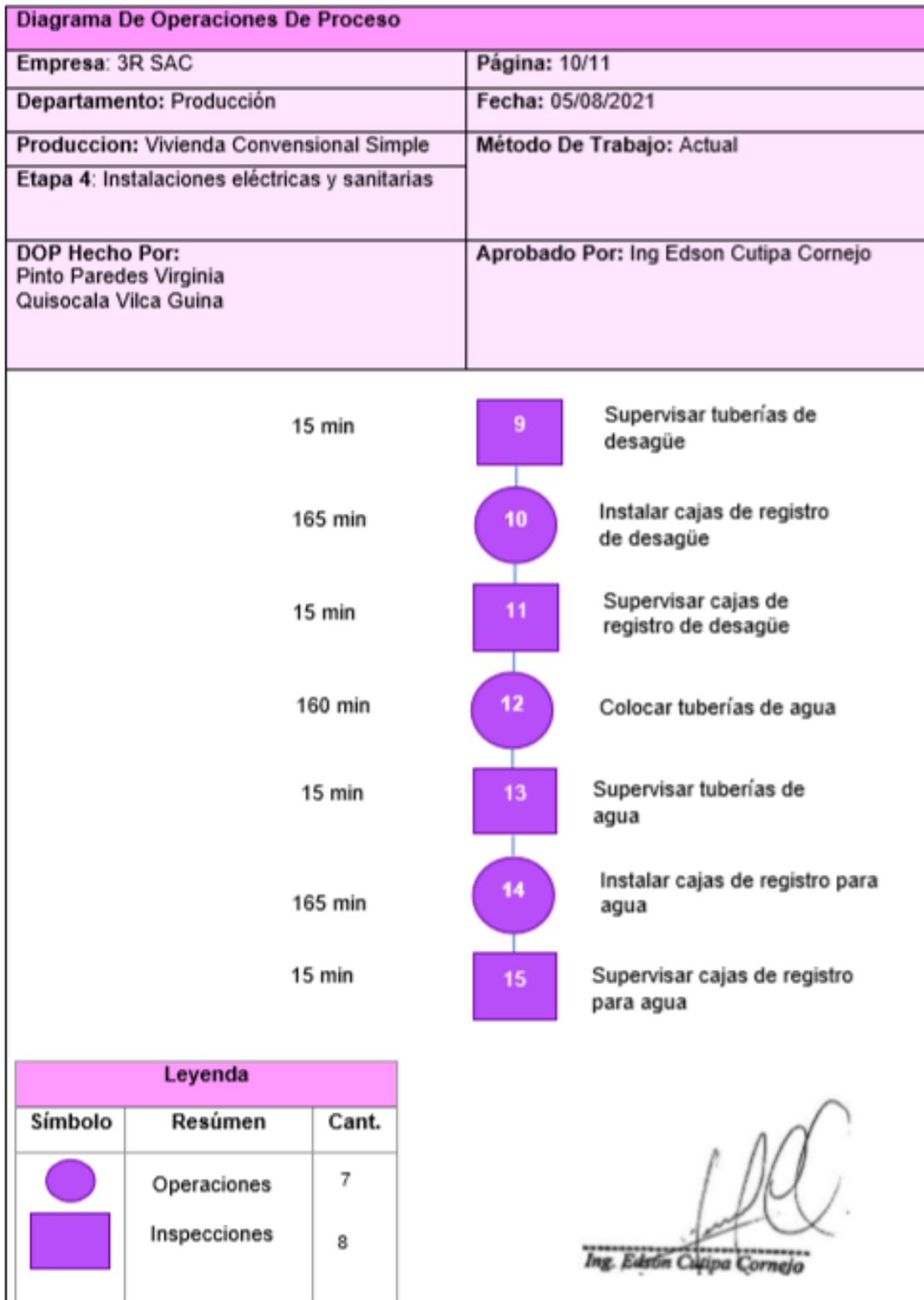


Figura 14. DOP Etapa 4

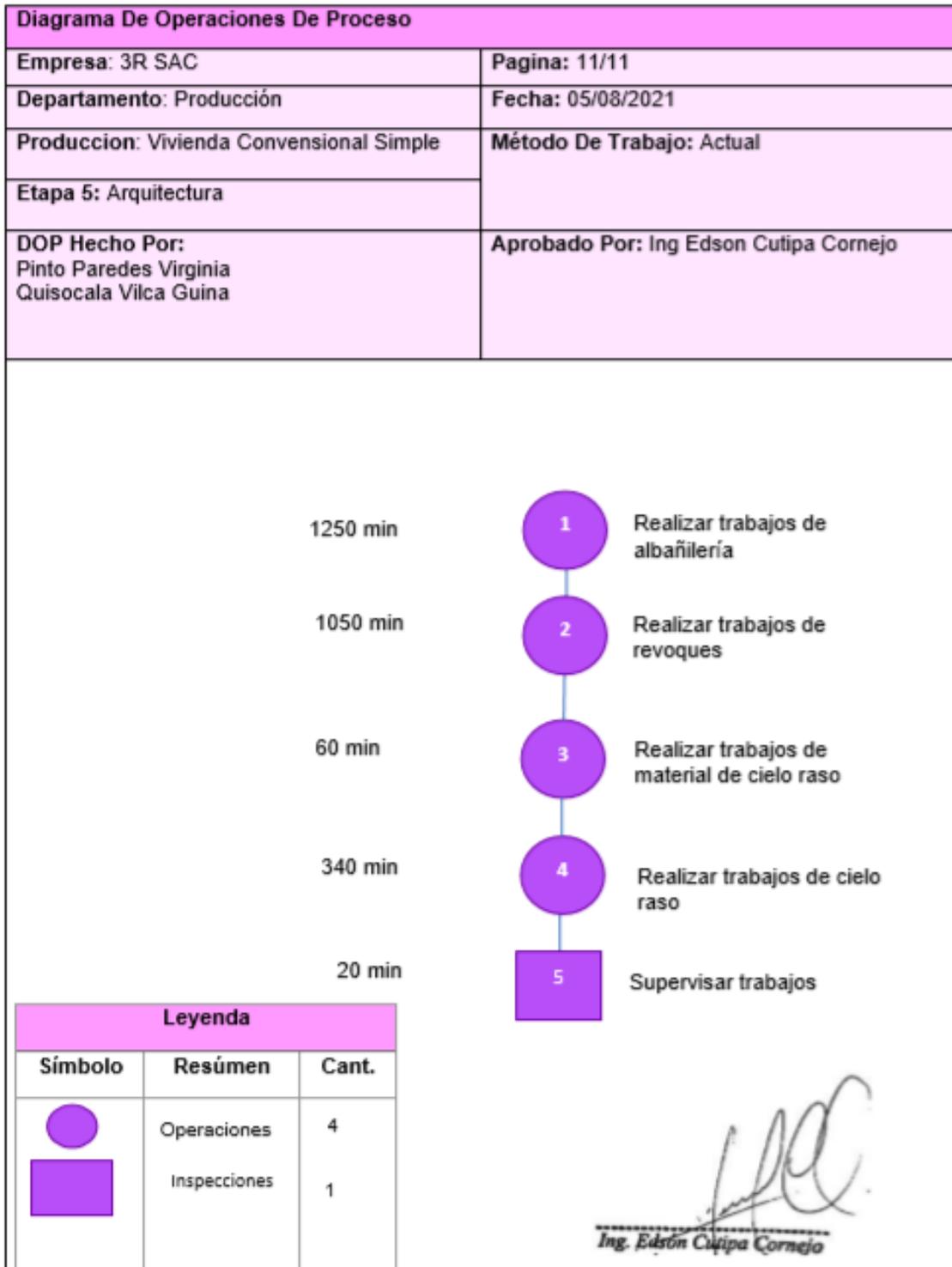


Figura 15. DOP Etapa 5

Los diagramas de operación de proceso observados desde la figura 5 a la figura 10 permiten observar las etapas de elaboración de una vivienda unifamiliar convencional de una planta, lo cual, fue obtenido mediante la técnica de la observación directa.

En dichas etapas, se ha presentado una problemática, a consecuencia, de un procedimiento convencional, originando elevados tiempos y fatiga en los trabajadores.



Figura 16. Evidencias de elaboración 1

Análisis Pre-test

La presente investigación se considerará en el proceso actual de elaboración de viviendas unifamiliares convencionales de $36m^2$ en casco gris. En tal sentido, para el análisis de datos pre-test, se enfocó en las 2 dimensiones del estudio del trabajo.

Tabla 11. Cuadro Resumen de actividades pre-test

Etapas	Actividades
Etapa 1	Obras preliminares y movimiento de tierra
Etapa 2	Concreto Simple
Etapa 3	Concreto Armado
Etapa 4	Instalaciones Eléctricas y Sanitarias
Etapa 5	Arquitectura

Fuente: Elaboración propia

Dimensión 1: Estudio de métodos

Por lo tanto, se realiza el análisis, por medio de la herramienta de diagrama de análisis de datos (DAP):

Tabla 12. DAP etapa 1

ETAPA 1							
Diagrama N°1:001	Hoja N°: 1	RESUMEN					
Objeto: ETAPA 1 CONSTRUCCIÓN DE CASA CONVENCIONA L 1 PLANTA	Actividad	Actual	Mejora	Economía			
	Operación	4		S/ 3978.31			
	Transporte	2					
Actividad: Obras preliminares y movimiento de tierras	Espera	0					
	Inspección	2					
	Almacenamiento	1					
Método: Actual	Tiempo (min)	1215					
Lugar: Empresa R3							
Operario: N° 1	Costo MO	S/3 658.31					
Compuesto por: Virginia Marilia Pinto y Guina Quisocala	Costo Material	S/. 320.00					
Aprobado por: E.C.C. Fecha: 05/08/21	Total	S/ 3.978.31					
Descripción:	t. (min)	○	⇒	◐	◑	▽	Observación
Traslado de material de construcción	360		●				5% de perdidas
Almacenamiento de material	120					●	
Limpieza de terreno	180	●					
Trabajos de topografía	200	●					
Supervisión de análisis de topografía	15					●	
Traslado de material de excavación	30		●				
Excavación de cimientos	260	●					

Supervisión de excavación	30						
Eliminación de material de excavación	20						
TOTAL	1215	4	2	0	2	1	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Resumen de actividades de etapa 1

Registro de actividad	
Actividad	Actual
Operación	4
Transporte	2
Espera	0
Inspección	2
Almacenamiento	1
Total	9

Fuente: Elaboracion propia

Indicador: Actividades Productivas

$$AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AP = \frac{4 + 2}{9} * 100 = 66.67 \%$$

Indicador: Actividades Improductivas

$$AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AI = \frac{1 + 2}{9} * 100 = 33.33 \%$$

En base a los resultados obtenidos se detectó que en la etapa 5 de la elaboración de una vivienda unifamiliar, se obtiene un 66.67% de actividades productivas y un 33.33% de actividades improductivas.

Tabla 14. DAP etapa 2

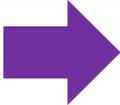
ETAPA 2							
Diagrama N°1: 002	Hoja N°: 2	RESUMEN					
Objeto: ETAPA 2 CONSTRUCCIÓN DE CASA CONVENCIONAL 1 PLANTA	Actividad	Actual	Mejora	Economía			
	Operación	6		S/ 5978.95			
	Transporte	5					
Actividad: Concreto simple	Espera	1					
	Inspección	6					
	Almacenamiento	0					
Método: Actual	Tiempo (min)	2870					
Lugar: Empresa R3							
Operario: N° 1	Costo MO	S/ 3 329.91					
Compuesto por: Virginia Marilia Pinto y Guina Quisocala	Costo Material	S/ 2 649.04					
Aprobado por: E.C.C. Fecha: 05/08/21	Total	S/ 5978.95					
Descripción:	t. (min)	○	⇒	◐	◑	▽	Observación
Traslado de material de concreto	50		●				5% de perdidas
Concreto parasolado	165	●					10% de perdidas
Supervisión de concreto parasolado	15				●		
Traslado de material de concreto	50		●				5% de perdidas

Concreto paracimientos corridos	340						10% de perdidas
Supervisión de concreto paracimientos corridos	15						
Traslado de material para encofrado	50						5% de perdidas
Trabajos de encofrados	335						10% de perdidas
Supervisión de trabajos de encofrados	15						
Traslado de material de concreto	60						5% de perdidas
Concreto para sobrecimientos	340						10% de perdidas
Supervisión de concreto para sobrecimientos	15						
Traslado de material de concreto	60						5% de perdidas
Concreto para falso piso	370						10% de perdidas
Supervisión de concreto para falso piso	15						
Dejar endurecer el concreto	750						
Trabajos de desencofrado	210						10% de perdidas
Supervisión de trabajos de desencofrado	15						
TOTAL	2870	6	5	1	6		

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 15. Resumen de actividades de etapa 2

Registro de actividad		
Actividad		Actual
Operación		6

Transporte		5
Espera		1
Inspección		6
Almacenamiento		0
Total		18

Fuente: Elaboración propia

Indicador: Actividades Productivas

$$AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AP = \frac{6 + 5}{18} * 100 = 61.11 \%$$

Indicador: Actividades Improductivas

$$AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AI = \frac{1 + 6}{18} * 100 = 38.89\%$$

Acorde a los resultados obtenidos se detectó que en la etapa 2 de la elaboración de una vivienda unifamiliar, se obtiene un 61.11% de actividades productivas y un 38.89% de actividades improductivas.

Tabla 16. DAP etapa 3

ETAPA 3

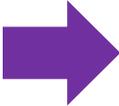
Diagrama N°1: 003	Hoja N°: 3	RESUMEN					
Objeto: ETAPA 3 CONSTRUCCIÓN DE CASA CONVENCIONAL 1 PLANTA	Actividad	Actual	Mejora	Economía			
	Operación	17		S/ 13069.00			
	Transporte	13					
Actividad: Concreto armado	Espera	4					
	Inspección	16					
	Almacenamiento	0					
Método: Actual	Tiempo (min)	12894					
Lugar: Empresa R3							
Operario: N° 1	Costo MO	S/ 4097.02					
Compuesto por: Virginia Marilia Pinto y Guina Quisocala	Costo Material	S/ 8971.98					
Aprobado por: E.C.C. Fecha: 05/08/21	Total	S/ 13069.00					
Descripción:	t. (min)	○	➔	◐	◑	▽	Observación
Traslado de acero	20		●				
Acero zapata	80	●					
Supervisión de acero de zapata	10				●		
Traslado de material de encofrado	20		●				
Encofrado zapata	80	●					5% de perdidas
Supervisión de encofrado de zapata	20				●		
Traslado del concreto	15		●				5% de perdidas
Concreto zapata	80	●					10% de perdidas
Supervisión de concreto de zapata	20				●		
Dejar endurecer el concreto zapata	340		●				
Desencofrado zapata	180	●					
Supervisión de desencofrado de zapata	15				●		

Traslado de acero	20					
Acero columna	720					
Supervisión de acero de columna	20					
Traslado de material de encofrado	30					5% de perdidas
Encofrado columna	1160					10% de perdidas
Supervisión de encofrado de columna	15					
Traslado de material de concreto	20					5% de perdidas
Concreto columna	730					10% de perdidas
Dejar endurecer el concreto de columnas	750					
Desencofrado columna	430					
Supervisión de desencofrado de columna	15					
Traslado de material de encofrado	15					
Encofrado vigas	500					5% de perdidas
Supervisión de encofrado de vigas	15					
Traslado de acero	20					
Acero vigas	360					
Supervisión de acero de vigas	15					
Traslado del concreto	20					5% de perdidas
Concreto vigas	380					10% de perdidas
Supervisión de concreto de vigas	15					
Dejar endurecer el concreto de vigas	2180					
Desencofrado de vigas	220					
Supervisión de desencofrado de vigas	15					

Traslado de ladrillo	20						
Trabajo con ladrillo	350						
Supervisión de ladrillo	15						
Traslado de material de encofrado	20						
Encofrado de loza	1220						5% de perdidas
Supervisión de encofrado de loza	20						
Traslado de acero	20						
Acero de loza	250						
Supervisión de acero de loza	15						
Traslado del concreto	20						5% de perdidas
Concreto de loza	380						10% de perdidas
Supervisión de concreto de loza	15						
Dejar endurecer el concreto de loza	1740						
Desencofrado de loza	240						
Supervisión de desencofrado de loza	10						
TOTAL	12894	17	13	4	16	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resumen de actividades de etapa 3

Registro de actividad		
Actividad		Actual
Operación		17
Transporte		13
Espera		4
Inspección		16

Almacenamiento		0
Total		50

Fuente: Elaboracion propia

Indicador: Actividades Productivas

$$AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AP = \frac{17 + 16}{50} * 100 = 66 \%$$

Indicador: Actividades Improductivas

$$AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AI = \frac{4 + 13}{50} * 100 = 34 \%$$

En base a los resultados obtenidos se detectó que en la etapa 3 de la elaboración de una vivienda unifamiliar, se obtiene un 66% de actividades productivas y un 34% de actividades improductivas.

Tabla 18. DAP etapa 4

ETAPA 4					
Diagrama N°1:004	Hoja N°: 4	RESUMEN			
Objeto: ETAPA 4 CONSTRUCCIÓN DE CASA CONVENCIONAL 1 PLANTA	Actividad	Actual	Mejora	Economía	
	Operación	8		S/ 7725.29	
	Transporte	8			
Actividad: Instalaciones eléctricas y sanitarias	Espera	0			
	Inspección	8			
	Almacenamiento	0			

Método: Actual	Tiempo (min)	2035					
Lugar: Empresa R3							
Operario: N° 1	Costo MO	S/ 2480.00					
Compuesto por: Virginia Marilia Pinto y Guina Quisocala	Costo Material	S/ 5249.29					
Aprobado por: E.C.C. Fecha: 05/08/21	Total	S/ 7725.29					
Descripción:	t. (min)	○	⇒	◐	◻	▽	Observación
Traslado de tuberías eléctricas	20		●				
Colocación de tuberías eléctricas	380	●					5% de perdidas
Supervisión de tuberías eléctricas	10				●		
Traslado de cajas eléctricas	20		●				
Colocación de cajas eléctricas	150	●					
Supervisión de cajas electricas	10				●		
Traslado de tableros de distribución	20		●				
Instalación de tableros de distribución	180	●					
Supervisión de tableros de distribución	10				●		
Traslado de material de cableado	20		●				
Cableado	410	●					
Supervisión de cableado	15				●		
Traslado de tuberías de desagüe	20		●				
Colocación de tuberías de desagüe	160	●					5% de perdidas
Supervisión de tuberías de desagüe	15				●		
Traslado de cajas de registro de tuberías de desagüe	20		●				

Instalación de cajas de registro de desagüe	165						
Supervisión de cajas de registro de desagüe	15						
Traslado de tuberías de agua	20						
Colocación de tuberías de agua	160						5% de pérdidas
Supervisión de tuberías de agua	15						
Traslado de cajas de agua	20						
Instalación de cajas de registro para agua	165						
Supervisión de cajas de registro para agua	15						
TOTAL	2035	8	8	0	8	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Resumen de actividades de etapa 4

Registro de actividad		
Actividad		Actual
Operación		8
Transporte		8
Espera		0
Inspección		8
Almacenamiento		0
Total		24

Fuente: Elaboración propia

Indicador: Actividades Productivas

$$AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AP = \frac{8 + 8}{24} * 100 = 66.67 \%$$

Indicador: Actividades Improductivas

$$AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AI = \frac{8}{24} * 100 = 33.33 \%$$

En los resultados obtenidos se detectó que en la etapa 4 de la elaboración de una vivienda unifamiliar, se obtiene un 66.67% de actividades productivas y un 33.33% de actividades improductivas.

Tabla 20. DAP etapa 5

ETAPA 5				
Diagrama N°1:005	Hoja N°: 5	RESUMEN		
Objeto: ETAPA 5 CONSTRUCCIÓN DE CASA CONVENCIONAL 1 PLANTA	Actividad	Actual	Mejora	Economía
	Operación	3		S/ 15542.64
	Transporte	3		
Actividad: Arquitectura	Espera	0		
	Inspección	1		
	Almacenamiento	0		
Método: Actual	Tiempo (min)	2950		
Lugar: Empresa R3				
Operario: N° 1	Costo MO	S/ 6777.85		
Compuesto por: Virginia Marilia Pinto y Guina Quisocala	Costo Material	S/ 8764.79		
Aprobado por: E.C.C. Fecha: 05/08/21	Total	S/ 15542.64		

Descripción:	t. (min)	○	⇒	D	□	▽	Observación
Traslado de material de albañilería	110		●				
Trabajos de albañilería	1250	●					5% de perdidas
Traslado de material de revoques	120		●				
Trabajos de revoques	1050	●					5% de perdidas
Traslado de material de cielo raso	60		●				
Trabajos de cielo raso	340	●					5% de perdidas
Supervisión de trabajos	20				●		
TOTAL	2950	3	3	0	1	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Resumen de actividades de etapa 5

Registro de actividad		
Actividad		Actual
Operación	●	3
Transporte	⇒	3
Espera	D	0
Inspección	□	1
Almacenamiento	▽	0
Total		7

Fuente: Elaboracion propia

Indicador: Actividades Productivas

$$AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AP = \frac{3 + 1}{7} * 100 = 57.14 \%$$

Indicador: Actividades Improductivas

$$AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AI = \frac{3}{7} * 100 = 42.86 \%$$

Acorde a los resultados obtenidos se detectó que en la etapa 5 de la elaboración de una vivienda unifamiliar, se obtiene un 57.14% de actividades productivas y un 42.86% de actividades improductivas.

En términos generales en el proceso de elaboración de viviendas unifamiliares se obtuvo lo siguiente:

Tabla 22. Promedios de Actividades

Etapa	1	2	3	4	5	Promedio
Actividad Productivas	66.67	61.11	66	66.67	57.14	63.52
Actividades Improductivas	33.33	38.89	34	33.33	42.86	36.48

Fuente: Elaboracion propia

Detectándose en un método de elaboración convencional de vivienda se tiene un 64.23% promedio de actividades productivas y un 35.77% promedio de actividades improductivas.

Variable dependiente: Productividad

A continuación, para el análisis de la productividad se inició con el cálculo de la capacidad de producción teórica mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Capacidad de producción teórica} = \frac{\text{Nº de trabajadores} * \text{tiempo de labor de cada trabajador}}{\text{tiempo estándar}}$$

Tabla 23. Cálculo de capacidad de producción teórica(unidades)

Número de trabajadores	Tiempo de labor de cada trabajador	Tiempo estándar (hrs)	Capacidad de producción teórica
5	85	450.6	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 23, se observó que la capacidad de producción teórica de la elaboración de una vivienda convencional en casco gris de 36m² es de 1 Unidad, teniendo en cuenta de que esta posee un tiempo de elaboración estándar de 45 días en promedio. Por lo tanto, se procedió a calcular las unidades planificadas.

$$\text{Vivienda} = \text{Capacidad de producción teórica} * \text{Factor de valoración}$$

En la tabla 24, se determinó que la unidad planificada de producción en un periodo de 45 de una vivienda unifamiliar en casco gris de una planta es de una 1 Unidad.

Tabla 24. Cálculo de unidades programadas

Capacidad de producción teórica	Factor de valoración	Unidades programadas
1	90%	1

Fuente: Elaboración propia

Dimensión 1: Eficiencia

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Tiempo programado}}$$

Tabla 25. Tabla de eficiencia

Meses	Tiempo trabajado (horas)	Tiempo programado (horas)	Eficiencia
Mes 1	328	376	0.87
Mes 2	320	360	0.89

Mes 3	336	368	0.91
Mes 4	344	376	0.91
Promedio			0.90

Fuente: Elaboracion propia

En base a los resultados obtenidos en la tabla 30, se obtuvo una eficiencia de 0.76, lo cual demuestra, debido a que se realiza tiempos suplementarios especiales como por ejemplo el desarrollo de capacitaciones, revisiones medicas por emergencia sanitaria, los altos niveles de fatiga por ende estos son los factores que influyen en los tiempos trabajados , por lo cual, no logran alcanzar sus tiempos programados.

Dimensión 2: Eficacia

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programados}}$$

Tabla 26. Tabla de Eficacia

Meses	Producción real	Producción programada	Eficacia
Mes 1	0.7	1	0.70
Mes 2	0.5	1	0.50
Mes 3	0.8	1	0.80
Mes 4	0.5	1	0.50
Promedio			0.63

Fuente: Elaboracion propia

Por los resultados obtenidos en la tabla 26. Se muestra el porcentaje de producción de las casas convencionales de una planta. Se logro una eficacia de 0.63, lo que indica, una baja producción, ya que, no logra alcanzar las metas establecidas en la culminación del proyecto.

Productividad

$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} * \text{Eficacia}$$

Tabla 27. Tabla de productividad

Meses	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Mes 1	0.73	0.70	0.51
Mes2	0.86	0.50	0.43
Mes 3	0.77	0.80	0.61
Mes 4	0.70	0.50	0.35

Promedio	0.48
-----------------	------

Fuente: Elaboracion propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 27, se halló una productividad promedio de 0.48, lo cual, indica que la ejecución de las viviendas unifamiliar de una planta a través del método convencional aun posee falencias que retrasan la culminación de proyectos mensuales razón, por la cual, se ratifica la necesidad de mejorar el método empleado para elevar la producción.

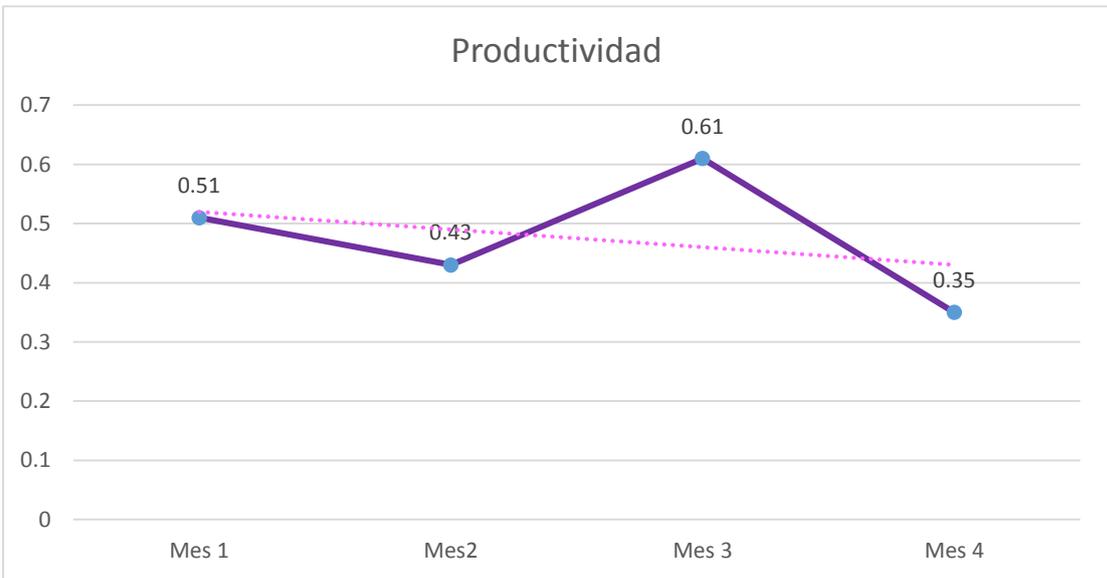


Figura 17. Productividad Pre-Test

Fuente: Datos de la empresa

En base a los resultados visualizados en la figura 17, se puede ratificar los resultados obtenidos, ya que, inclusive se observa una proyección de tendencia en largo plazo que muestra el decrecimiento en los niveles de productividad si se sigue utilizando el método actual.

Dimensión 2: Estudio de tiempos

Indicador: Tiempo estándar

Para la ejecución del estudio de tiempos se tomó en consideración en el cálculo de tiempos observados acorde a la teoría establecida por Palacios (2015) puesto que, cuando se estudian actividades que implican más de 2 minutos lo recomendable para hacer un estudio fiable y significativo deben realizarse 5

observaciones, destacando a la par la teoría de Gilbreth quien ratifica la necesidad de evaluar a los operarios de manera individual en la ejecución de actividades en una obra de construcción para la obtención de un tiempo más estandarizado, ya que, no todos poseen el mismo ritmo de trabajo, debido a que, cada uno trabaja a su manera siendo el mínimo recomendado 5.

Cabe resaltar que el cuadro base para la determinación de observaciones se encuentra en los Anexos 5, 6, 7, 8, y 9.

Tabla 28. Estudio de tiempos etapa 1

N°	Actividad	Tiempos observados															Tiempo observado promedio
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	
1	Traslado de material de construcción	360	364	360	362	368	359										362.17
2	Almacenamiento de material	120	125	123	124	120	119	117	122	125	123						121.80
3	Limpieza de terreno	180	188	179	183	182	182	180	186								182.50
4	Trabajos de topografía	200	204	206	200	198	214	211	216	218	202	203	200				206.00
5	Supervisión de análisis de topografía	15	17	14	11	13	15										14.17
6	Traslado de material de excavación	30	32	37	30	33	31	36	33								32.75
7	Excavación de cimientos	260	264	261	263	260	267	258	256								261.13
8	Supervisión de excavación	30	30	31	30	29	33	37	34								31.75
9	Eliminación de material de excavación	20	22	24	19	17	20										20.33
Total tiempos observados etapa 1																1232.59	

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 29. Estudio de tiempos etapa 2

N°	Actividad	Tiempos observados															Tiempo observado promedio
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	
1	Traslado de material de concreto	50	52	56	49	52	54										52.17
2	Concreto parasolado	165	162	161	163	167	165	159	166								163.50
3	Supervisión de concreto parasolado	15	14	18	14	11	12										14.00
4	Traslado de material de concreto	50	53	56	49	54	52										52.33

5	Concreto paracimientos corridos	340	341	346	342	348	340	339	346									342.75
6	Supervisión de concreto paracimientos corridos	15	16	18	15	11	13	14	9	15	12	14	16					14.00
7	Traslado de material para encofrado	50	52	57	52	51	49											51.83
8	Trabajos de encofrados	335	333	333	336	331	330											333.00
9	Supervisión de trabajos de encofrados	15	14	12	11	15	16											13.83
10	Traslado de material de concreto	60	66	63	62	60	65											62.67
11	Concreto para sobrecimientos	340	341	345	341	342	344	339	346									342.25
12	Supervisión de concreto para sobrecimientos	15	14	16	12	15	14											14.33
13	Traslado de material de concreto	60	62	67	60	61	63											62.17
14	Concreto para falso piso	370	371	372	376	378	371											373.00
15	Supervisión de concreto para falso piso	15	16	17	12	10	15	9	16	14	15	13	11					13.58
16	Dejar endurecer el concreto	750	751	752	749	750	752											750.67
17	Trabajos de desencofrado	210	216	207	210	209	213	219	214	216	210							212.40
18	Supervisión de trabajos de desencofrado	15	17	16	15	18	19											16.67
Total tiempos observados etapa 2																	2885.15	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Estudio de tiempos etapa 3

N°	Actividad	Tiempos observados															Tiempo observado promedio
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	
1	Traslado de acero	20	19	15	17	19	18										18.00
2	Acero zapata	80	81	75	70	68	65	70	72	76	73						73.00
3	Supervisión de acero de zapata	10	9	15	10	10	12	8	11								10.63
4	Traslado de material de encofrado	20	18	15	19	21	18										18.50
5	Encofrado zapata	80	75	70	66	81	70										73.67
6	Supervisión de encofrado de zapata	20	16	18	21	15	20	14	16	18	17						17.50
7	Traslado del concreto	15	13	17	12	15	11	14									13.86
8	Concreto zapata	80	75	70	81	76	74	81	73								76.25
9	Supervisión de concreto de zapata	20	16	15	18	19	15	16	20	15	13						16.70
10	Dejar endurecer el concreto zapata	340	325	339	325	335	315										329.83
11	Desencofrado zapata	180	175	170	164	168	163										170.00
12	Supervisión de desencofrado zapata	15	14	12	15	10	12	15	11	10	13						12.70
13	Traslado de acero	20	17	15	19	20	16	17	18	20	15						17.70
14	Acero columna	735	725	720	731	723	720										725.67
15	Supervisión de acero de columna	20	15	17	14	20	16	16	20								17.25
16	Traslado de material de encofrado	30	25	26	28	25	28	24	28								26.75
17	Encofrado columna	1160	1145	1130	1142	1146	1130	1149	1142	1155	1145						1144.40
18	Supervisión de encofrado de columna	15	13	12	15	10	12	13	15	13	11	13	14				13.00
19	Traslado de material de concreto	20	18	16	20	15	14										17.17
20	Concreto columna	730	720	721	715	710	712	715	718	719	713	726	715				717.83
21	Dejar endurecer el concreto de columnas	750	740	735	741	745	725										739.33
22	Desencofrado columna	430	425	415	415	418	413										419.33

23	Supervisión de desencofrado de columna	15	13	14	10	10	12	13	10	13	12	10	15				12.25
24	Traslado de material de encofrado	15	15	12	12	15	11	14	13								13.38
25	Encofrado vigas	500	494	482	475	470	479										483.33
26	Supervisión de encofrado de vigas	15	16	13	12	17	12	15	15								14.38
27	Traslado de acero	20	16	18	20	13	18										17.50
28	Acero vigas	360	345	350	342	340	347										347.33
29	Supervisión de acero de vigas	14	16	15	17	13	12	14	13	12	15						14.10
30	Traslado del concreto	20	15	16	16	15	13										15.83
31	Concreto vigas	380	350	358	370	355	345										359.67
32	Supervisión de concreto de vigas	15	13	16	15	12	11	15	10	14	12	15	13				13.42
33	Dejar endurecer el concreto de vigas	2180	2140	2147	2140	2171	2152	2155	2143								2153.50
34	Desencofrado de vigas	220	225	227	210	216	214										218.67
35	Supervisión de desencofrado de vigas	15	16	14	12	14	13	15	13	15	12	12	14				13.75
36	Traslado de ladrillo	20	18	16	14	15	20	14	18	17	15						16.70
37	trabajo con ladrillo	350	340	333	330	341	328										337.00
38	supervisión del ladrillo	15	17	14	13	18	15	14	17	12	11						14.60
39	Traslado de material de encofrado	20	16	16	18	15	17	15	18	16	14	18					16.64
40	Encofrado de loza	1220	1200	1210	1200	1180	1189	1178	1160	1185	1182	1167					1188.27
41	Supervisión de encofrado de loza	20	17	14	15	19	15	18	14	19	15	15	14				16.25
42	Traslado de acero	20	29	26	33	38	25										28.50
43	Acero de loza	250	240	245	225	226	225										235.17
44	Supervisión de acero de loza	15	15	14	12	15	12	14	13	15	12	11	14				13.50
45	Traslado del concreto	20	22	15	18	19	18										18.67
46	Concreto de loza	380	367	365	354	345	370										363.50
47	Supervisión de concreto de loza	15	15	13	11	13	14	11	12	15	12	14	13				13.17

48	Dejar endurecer el concreto de loza	1740	1732	1725	1720	1731	1715	1713	1715									1723.88
49	Desencofrado de loza	240	246	249	237	239	244	241	246									242.75
50	Supervisión de desencofrado de loza	10	12	9	8	10	7	8	9	7	7	9	11					8.92
Total																	12583.67	

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 31. Estudio de tiempos etapa 4

N°	Actividad	Tiempos observados															Tiempo observado promedio
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	
1	Traslado de tuberías eléctricas	20	22	20	24	19	23										21.33
2	Colocación de tuberías eléctricas	380	384	378	382	380	387	384	382								382.13
3	Supervisión de tuberías eléctricas	10	12	15	13	9	11	10	15	12	13	14	10				12.00
4	Traslado de cajas eléctricas	20	20	24	19	23	22										21.33
5	Colocación de cajas eléctricas	150	152	149	147	156	150										150.67
6	Supervisión de cajas eléctricas	10	10	14	13	12	15	10	11	9	13	12	15				12.00
7	Traslado de tableros de distribución	20	22	18	23	20	19	20	17	22	18						19.90
8	Instalación de tableros de distribución	180	186	179	177	180	188	186	178								181.75
9	Supervisión de tableros de distribución	10	11	10	14	12	15	13	10	11	14	12	10				11.83
10	Traslado de material de cableado	20	21	23	20	18	20										20.33
11	Cableado	410	413	410	408	413	416										411.67
12	Supervisión de cableado	15	13	11	15	17	15										14.33
13	Traslado de tuberías de desagüe	20	21	24	19	20	22										21.00
14	Colocación de tuberías de desagüe	160	166	159	157	162	160										160.67

15	Supervisión de tuberías de desagüe	15	18	10	11	13	15											13.67
16	Traslado de cajas de registro de tuberías de desagüe	20	22	24	20	19	20	22	18	20	23							20.80
17	Instalación de cajas de registro de desagüe	165	161	163	167	165	164											164.17
18	Supervisión de cajas de registro de desagüe	15	15	18	13	10	14											14.17
19	Traslado de tuberías de agua	20	22	24	20	19	21											21.00
20	Colocación de tuberías de agua	160	164	161	160	159	157											160.17
21	Supervisión de tuberías de agua	15	13	15	12	11	15											13.50
22	Traslado de cajas de agua	20	22	24	19	20	17	21	23	20	24							21.00
23	Instalación de cajas de registro para agua	165	165	163	161	162	164											163.33
24	Supervisión de cajas de registro para agua	15	12	10	16	14	15											13.67
Total tiempos observados etapa 4																	2046.41	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32. Estudio de tiempos etapa 5

N°	Actividad	Tiempos observados															Tiempo observado promedio
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	
1	Traslado de material de albañilería	110	115	105	110	112	109	111	114								110.75
2	Trabajos de albañilería	1250	1245	1250	1265	1252	1256										1253.00
3	Traslado de material de revoques	120	126	122	121	118	120										121.17
4	Trabajos de revoques	1050	1054	1053	1043	1046	1050										1049.33
5	Traslado de material de cielo raso	60	66	62	61	60	65	61	66								62.63
6	Trabajos de cielo raso	340	344	341	339	345	340										341.50
7	Supervisión de trabajos	20	25	21	24	23	20										22.17
Total tiempos observados etapa 5																2960.54	

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 33. Método Westinghouse

Etapas del Proceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia
Etapa 1	0.03	0.05	0.02	0.01
Etapa 2	-0.05	0.02	-0.03	0
Etapa 3	-0.16	-0.04	0	-0.2
Etapa 4	0	-0.08	0.02	0
Etapa 5	-0.05	0	0.02	0.01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Tiempo normal

Etapas del Proceso	Tiempo promedio Observado	Factor de valoración	Tiempo Normal
Etapa 1	1232.59	1.11	1368.18
Etapa 2	2885.15	0.94	2712.04
Etapa 3	12583.67	0.78	9815.26
Etapa 4	2046.41	0.94	1923.62
Etapa 5	2960.54	0.98	2901.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Suplementos

Etapas del Proceso	Necesidades Personales	Fatiga	Especiales	Suplementos (%)
Etapa 1	7%	27%	5%	39
Etapa 2	6%	30%	6%	42
Etapa 3	7%	35%	7%	49
Etapa 4	6%	28%	7%	41
Etapa 5	6%	27%	3%	36

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36. Tiempo Estándar

Etapas del Proceso	Tiempo normal (min)	Suplementos (min)	Tiempo estándar (min)
Etapa 1	1368.18	0.39	1901.77
Etapa 2	2712.04	0.42	3851.10
Etapa 3	9815.26	0.49	14624.74
Etapa 4	1923.62	0.41	2712.31
Etapa 5	2901.33	0.36	3945.81
Total			42352.28

Fuente: Elaboración propia

Etapa 1. Desarrollo del estudio de trabajo

Se desarrollo la aplicación del estudio del trabajo en base, a la problemática en las etapas de producción, puesto que el método convencional de elaboración de una casa convencional en casco gris, que presento las siguientes desventajas encontradas:

- Inconformidades en los tiempos de producción.
- Desperdicio de materiales (concreto , ladrillo, acero , agregados)
- Altos tiempos en nivel de construcción.
- Elevados nivel de fátiga.
- Mayores costos en la producción.
- Desaprovechamiento de la tecnología en el ambito de la construcción.



Figura 18. Detección de problemática

Paso 2. Registrar información en este paso se toma los tiempos y definir los procesos

Por lo tanto, se utilizaron para el análisis, las siguientes actividades:

- Reunión con gerente y supervisor de obra de la empresa R3 Real SAC.
- Observación directa de proceso de creación de una casa convencional de un piso de 36 m² en casco gris.
- Elaboración de DOP cuya visualización se presenta en las figuras 5, 6, 7, 8, 9 y 10 y DAP que se evidencia en las tablas 12,14, 16,18, y 20.
- Adquisición de información de niveles de productividad, eficiencia y eficacia, evidenciados en las presentes tablas 25, 23 y 24.

- Registro de actividades implicadas en cada una de las etapas del proceso de elaboración de una casa convencional y toma de tiempos en actividades, para posteriormente determinar el tiempo estándar, lo cual se demuestra en la tabla 34.
- Uso de instrumentos de Anexo 2 instrumentos de variable 1 registro de tiempos, anexo 3 instrumentos de variable 2 ficha de registro de tiempos de muestra.

Paso 3. Examinar

De acuerdo a las actividades generadas en el DAP actual de cada etapa del proceso de elaboración de una casa convencional de un piso de 36 m^2 en casco gris, se realizó la toma de tiempos en la Tabla 26, Tabla 27, Tabla 28, Tabla 29 y Tabla 30.

Encontrándose en dicho análisis que la aplicación del método convencional, que presenta insatisfacción en el proceso de producción de construcción de una vivienda de una planta, motivo por el cual, conlleva la necesidad de encontrar una solución, ya que, reduciendo etapas del proceso de logrará incrementar los niveles de productividad, razón por la cual, se ejecutará etapas optimas con menores actividades.

El Estudio de Trabajo es una alternativa que permite incrementar la productividad de un sistema rentable por lo que en el presente trabajo se empleó la metodología de reorganización de trabajo, puesto que, este método regularmente requiere una pequeña o ninguna inversión de capital para infraestructura, equipo y herramienta.

Paso 4. Establecer

Luego de haber realizado el análisis pre-test, se desarrolló el análisis de data adquirido con el fin de evaluar y hallar alternativas con acciones correctivas que daría como una medida de salida a todas las complicaciones que detienen el objetivo principal de la empresa.

Para la determinación de problemas existentes con el método convencional de elaboración de casas se procedió a realizar un estudio de aquellas actividades improductivas que generaban elevados niveles de fatigas además de tiempos muertos, con la finalidad de establecer una versión mejorada del método de

elaboración de viviendas con ayuda del desarrollo de la tecnología en construcción sin alterar el manejo de los materiales.

Siendo aquellas actividades que no generan valor las que se presentan a continuación:

Tabla 37. Actividades improductivas etapa 1

Estudio del trabajo
Etapa 1
Traslado de material de construcción
Almacenamiento de material
Traslado de material de excavación

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38. Actividades improductivas etapa 2

Estudio del trabajo
Etapa 2
Traslado de material de concreto
Traslado de material de encofrado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Actividades improductivas etapa 3

Estudio del trabajo
Etapa 3
Traslado de acero
Traslado de material de encofrado
Traslado de ladrillo
Traslado de material de concreto
Traslado del concreto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Actividades improductivas etapa 4

Estudio del trabajo
Etapa 4
Traslado de tuberías eléctricas
Traslado de cajas eléctricas
Traslado de tableros de distribución
Traslado de material de cableado
Traslado de tuberías de desagüe
Traslado de cajas de registro de tuberías de desagüe
Traslado de tuberías de agua
Traslado de cajas de agua

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Actividades improductivas etapa 5

Estudio del trabajo	
Etapa 5	
Traslado de material de albañilería	
Traslado de material de revoques	
Traslado de material de cielo raso	

Fuente: Elaboración propia

Por ello, en un análisis comparativo entre las actividades existentes en el pre-test y la mejora en las actividades, se pretende dar a conocer la alternativa de solución planteada, para una mayor comprensión de la mejora.

Cabe resaltar que aquellas operaciones que no han sido modificadas ni eliminadas son las de traslado de material, almacenamiento y trabajos de topografía.

Tabla 42. Mejoras en la etapa 1.

Estudio del trabajo			
Etapa 1			
N°	Actividades actuales	N°	Actividades mejoradas
1	Traslado de material de construcción	1	Traslado de material de trabajo
2	Almacenamiento de material	2	Almacenamiento de material
3	Limpieza de terreno	3	Trazo y replanteo
4	Trabajos de topografía	4	Nivelación de terreno
5	Supervisión de análisis de topografía	5	Supervisión del análisis, trazo, replanteo y nivelación
6	Traslado de material de excavación		
7	Excavación de cimientos		
8	Supervisión de excavación		
9	Eliminación de material de excavación		

Fuente: Elaboración propia

- La actividad actual 1 consta de un traslado de material total requerido en la construcción y la actividad mejorada 1 se encuentra conformada por el traslado de material necesario para las actividades de trazo, replanteo y nivelación del terreno.
- La actividad actual 2 se encuentra conformada por el almacenamiento total de los materiales y la actividad mejorada 2 consta de un almacenamiento de dichos materiales requeridos para el trazo replanteo y nivelación.

- Las actividades actuales 3, 5, 6, 7, 8 y 9 son eliminadas, ya que, la nueva mejora solo necesita nivelación de terreno, mas no actividades de excavación por un tema estructural en la mejora.
- La actividad mejorada 5 se encuentra en una supervisión de forma global.

Por otra parte, se destaca que las operaciones que no han sido modificadas ni eliminadas son las de traslado de material, trabajos de encofrado, concreto para falso piso, y dejar endurecer el concreto.

Tabla 43. Cuadro comparativo etapa 2

Estudio del trabajo			
Etapas			
N°	Actividades actuales	N°	Actividades mejoradas
1	Traslado de material de concreto	1	Traslado de material (ladrillo, acero, concreto)
2	Concreto parasolado	2	Trabajos de encofrado perimetral
3	Supervisión de concreto parasolado	3	Supervisión de trabajo de encofrado
4	Concreto para cimientos corridos	4	Colocación de la malla de acero y columna
5	Supervisión de concreto paracimientos corridos	5	Colocación de ladrillo
6	Traslado de material para encofrado	6	Conexión de tuberías, eléctricas, sanitarias y cajas de registro
7	Trabajos de encofrados	7	Supervisión de colocación
8	Supervisión de trabajos de encofrados	8	Vaciado de concreto
9	Traslado de material de concreto	9	Supervisión del concreto
10	Concreto para falso piso	10	Pulir el concreto
11	Supervisión de concreto para falso piso	11	Curado de concreto(secado)
12	Dejar endurecer el concreto	12	Supervisión de curado
13	Trabajos de desencofrado		
14	Supervisión de trabajos de desencofrado		

Fuente: Elaboración propia

- La etapa de mejora planteada establece la elaboración de las paredes en moldes en la sede central de la empresa, con el inicio de la actividad 1, la cual, consta del traslado de materiales, como el ladrillo, acero y concreto, posterior a ello, la actividad 2 se centra en la realización de los trabajos de encofrado perimetral siendo una tarea conformada por el armado de

un molde de acero, en el cual, se realizará los muros, prosiguiendo con la actividad 3, enfocada en la realización de una supervisión de dicho encofrado, luego en la actividad 4 se procede a la colocación de malla de acero y columnas requeridas en cada muro, seguidamente en la actividad 5 se realiza la colocación de los ladrillos requeridos, siendo la actividad 6 aquella en la que se realiza la conexión de tuberías sanitarias, eléctricas, cajas de registro y tableros, mientras que en la actividad 7 se procede a realizar una supervisión del trabajo realizado, continuando con la actividad 8 donde se realiza el vaciado de concreto en todo el encofrado, seguidamente la actividad 9 se centra en la aplicación de una supervisión del encofrado, con respecto a la actividad 10, en esta se realiza el pulido de concreto en las zonas requeridas, dejando un tiempo de espera para el curado de concreto y finalmente se supervisa el curado, razón por la cual, se suprime las actividades de 2, 3, 4, 5 y 6 ya que, se dejara de realizar las paredes con un método de trabajo vertical.

- Las actividades actuales 8,9,11, 13 y 14 de supervisión y traslado son eliminadas porque realizo una actividad de supervisión global, así como un único traslado de material de trabajo.
- La actividad 10 de vaciado de concreto para falso piso, se reemplaza en la etapa 3 en la actividad 2 colocación de encofrado perimetral, ya que, esta actividad conlleva a una realización del piso de la casa, por lo que, con ello se pretende reducir la ejecución de actividades repetitivas.

Cabe resaltar que aquellas operaciones que no han sido modificadas ni eliminadas son las de acero de zapata, acero columna, supervisión de acero de columna, encofrado de vigas, trabajo con ladrillo, acero vigas, concreto vigas, dejar endurecer el concreto de vigas, desencofrado de vigas, encofrado de loza, supervisión de encofrado de loza, acero de loza, concreto de loza, dejar endurecer el concreto de loza y desencofrado de loza.

Tabla 44. Cuadro comparativo etapa 3.

Estudio del trabajo			
Etapla 3			
N°	Actividades actuales	N°	Actividades mejoradas
1	Traslado de acero	1	Traslado de material
2	Acero zapata	2	Colocación de encofrado perimetral
3	Supervisión de acero de zapata	3	Supervisión de encofrado

4	Traslado de material de encofrado	4	Colocación de tuberías agua y desagüe
5	Encofrado zapata	5	Supervisión de tuberías agua y desagüe
6	Supervisión de encofrado de zapata	6	Vaciado de concreto
7	Traslado del concreto	7	Curado de concreto
8	Concreto zapata		
9	Supervisión de concreto de zapata		
10	Dejar endurecer el concreto zapata		
11	Desencofrado zapata		
12	Supervisión de desencofrado de zapata		
13	Traslado de acero		
14	Acero columna		
15	Supervisión de acero de columna		
16	Traslado de material de encofrado		
17	Encofrado columna		
18	Supervisión de encofrado de columna		
19	Traslado de material de concreto		
20	Concreto columna		
21	Dejar endurecer el concreto de columnas		
22	Desencofrado columna		
23	Supervisión de desencofrado de columna		
24	Traslado de material de encofrado		
25	Encofrado vigas		
26	Supervisión de encofrado de vigas		
27	Traslado de ladrillo		
28	Trabajo con ladrillo		
29	Supervisión de ladrillo		
30	Traslado de acero		
31	Acero vigas		
32	Supervisión de acero de vigas		
33	Traslado del concreto		
34	Concreto vigas		
35	Supervisión de concreto de vigas		
36	Dejar endurecer el concreto de vigas		
37	Desencofrado de vigas		
38	Supervisión de desencofrado de vigas		
39	Traslado de material de encofrado		
40	Encofrado de loza		
41	Supervisión de encofrado de loza		
42	Traslado de acero		
43	Acero de loza		
44	Supervisión de acero de loza		
45	Traslado del concreto		

46	Concreto de loza		
47	Supervisión de concreto de loza		
48	Dejar endurecer el concreto de loza		
49	Desencofrado de loza		
50	Supervisión de desencofrado de loza		

Fuente: Elaboración propia

- Las actividades 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 12 son eliminadas, ya que, en el nuevo metodo no es necesario una sedimentación superficial, porque el método mejorado solo requiere de una nivelación.
- Las actividades 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23 y 24 son remplazadas en la Etapa 2 en la actividad 4 con la colocación de columnas de menor dimensión porque al hallar mayor cantidad de problemas en el método convencional como elevados tiempos de elaboración y un alto nivel de fatiga se pretendio reducir dichas acciones mediante la colocación de columnas que poseen una misma estructura que las convencionales caracterizándose por tener un menor dimensionamiento que aligera su proceso.
- Las actividades 1, 3, 4, 26, 27, 29, 30, 32, 33, 35, 38, 39, 41, 42, 44, 45, 47, y 50 concernientes a supervisión y traslado son eliminadas, ya que, se realizan en una actividad global de la Etapa 2.
- La actividad actual 2 se mantiene en la Etapa 2, ya que, en esta etapa se realiza las actividades concernientes al proceso de elaboración de muros.
- La actividad mejorada 2 de la etapa 3 reemplaza la actividad actual 10 de la etapa 2 de concreto para falso piso puesto que se establece un orden en el proceso de construcción entrado en la previa elaboración de muros para posterior a ello elaborar el encofrado perimetral como simientos para la actividad de acoplamiento de muros.

Por otra parte, se destaca que las operaciones que no han sido modificadas ni eliminadas son las de colocación de tuberías eléctricas, colocación de cajas eléctricas, instalación de tableros de distribución, cableado, Colocación de tuberías de desagüe, Instalación de cajas de registro de desagüe, Instalación de cajas de registro para agua, Colocación de tuberías de agua e Instalación de cajas de registro para agua.

Tabla 45. Cuadro comparativo etapa 4.

Estudio del trabajo			
Etapa 4			
N°	Actividades actuales	N°	Actividades mejoradas
1	Traslado de tuberías eléctricas	1	Actividad realizada en etapa 2
2	Colocación de tuberías eléctricas		
3	Supervisión de tuberías eléctricas		
4	Traslado de cajas eléctricas		
5	Colocación de cajas eléctricas		
6	Supervisión de cajas eléctricas		
7	Traslado de tableros de distribución		
8	Instalación de tableros de distribución		
9	Supervisión de tableros de distribución		
10	Traslado de material de cableado		
11	Cableado		
12	Supervisión de cableado		
13	Traslado de tuberías de desagüe		
14	Colocación de tuberías de desagüe		
15	Supervisión de tuberías de desagüe		
16	Traslado de cajas de registro de tuberías de desagüe		
17	Instalación de cajas de registro de desagüe		
18	Supervisión de cajas de registro de desagüe		
19	Traslado de tuberías de agua		
20	Colocación de tuberías de agua		
21	Supervisión de tuberías de agua		
22	Traslado de cajas de agua		
23	Instalación de cajas de registro para agua		
24	Supervisión de cajas de registro para agua		
25	Traslado de tuberías de agua		
26	Colocación de tuberías de agua		
27	Supervisión de tuberías de agua		
28	Traslado de cajas de agua		
29	Instalación de cajas de registro para agua		
30	Supervisión de cajas de registro para agua		

Fuente: Elaboración propia

- Las actividades actuales número 2, 5, 8, 11, 14, 16, 20, 23, 26 y 29 se mantienen en la Etapa 2 en la actividad 6 porque es la etapa en la cual se realizan los muros acelerando así el proceso de instalaciones de tuberías eléctricas, sanitarias, cajas de registro y tableros.

- Las actividades actuales 1, 3,4,6,7,8,9,10, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 27, 28 y 30 de Supervisión y traslado se realizan en conjunto en la Etapa 2 en la actividad número 7 al hacer más eficaz el proceso de instalaciones en dicha etapa por la elaboración de muros con un método horizontal en la sede central de la empresa.

Cabe resaltar que aquellas operaciones que no han sido modificadas ni eliminadas son la de trabajo de revoques.

Tabla 46. Cuadro comparativo etapa 5.

Estudio del trabajo			
Etapa 5			
N°	Actividades actuales	N°	Actividades mejoradas
1	Traslado de material de albañilería	1	Traslado de muros
2	Trabajos de albañilería	2	Izaje de muros(armado)
3	Traslado de material de revoques	3	Supervisión del armado
4	Trabajos de revoques	4	Trabajos de remate
5	Traslado de material de cielo raso		
6	Trabajos de cielo raso		
7	Supervisión de trabajos		

Fuente: Elaboración propia

- Las actividades actuales 1, 3, 5 y 7 de traslado y supervisión son reemplazadas por las actividades 1 y 3 en el método mejorado, debido a que, ya no se realiza ningún traslado de materiales al trabajar con los muros ya elaborados previamente en la etapa 2, asimismo la supervisión de trabajos se reemplaza con la supervisión del armado de muros para la culminación de la vivienda.
- Las actividades actuales 2, 4 y 6 son reemplazadas por la actividad 4 concerniente a los trabajos de remate, por lo que, se realiza las actividades que conlleva a la culminación de la obra acorde de los estándares requeridos.

Siendo ello, la base para la muestra y planteamiento inicial de la mejora a implementar.

Tabla 47. Actividades de la Etapa 1 mejorado

Etapa 1

N°	Actividad
1	Traslado de material de trabajo
2	Almacenamiento de material
3	Trazo y replanteo
4	Nivelación de terreno
5	Supervisión del análisis de trazo y replanteo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48. Actividades de la Etapa 2 mejorado

Etapa 2	
N°	Actividad
1	Traslado de material(concreto)
2	Trabajos de enconcreto perimetral
3	Supervisión de trabajos de encofrado
4	Colocación de la malla de acero
5	Colocación de ladrillo
6	Conexión de tuberías eléctricas, sanitarias, cajas de registro y tablero.
7	Supervisión de conexión
8	Vaciado de concreto
9	Supervisión del concreto
10	Pulir el concreto
11	Curado de concreto(secado)
12	Supervisión de curado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 49. Actividades de la Etapa 3 mejorado

Etapa 3	
N°	Actividad
1	Traslado de material
2	Colocación de encofrado perimetral
3	Supervisión de encofrado
4	Colocación de tuberías agua y desagüe
5	Supervisión de tuberías agua y desagüe
6	Vaciado de concreto
7	Curado de concreto

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50. Actividades de la Etapa 4 mejorado

Etapa 4	
N°	Actividad
1	Traslado de muros
2	Izaje de muros(armado)
3	Supervisión del armado
4	Trabajos de remate

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta reducir los tiempos y actividades repetitivas, ediantes el cambio del etodo a utilizar el cual se presenta en el siguientes diagramas de procesos de operaciones (DOP).

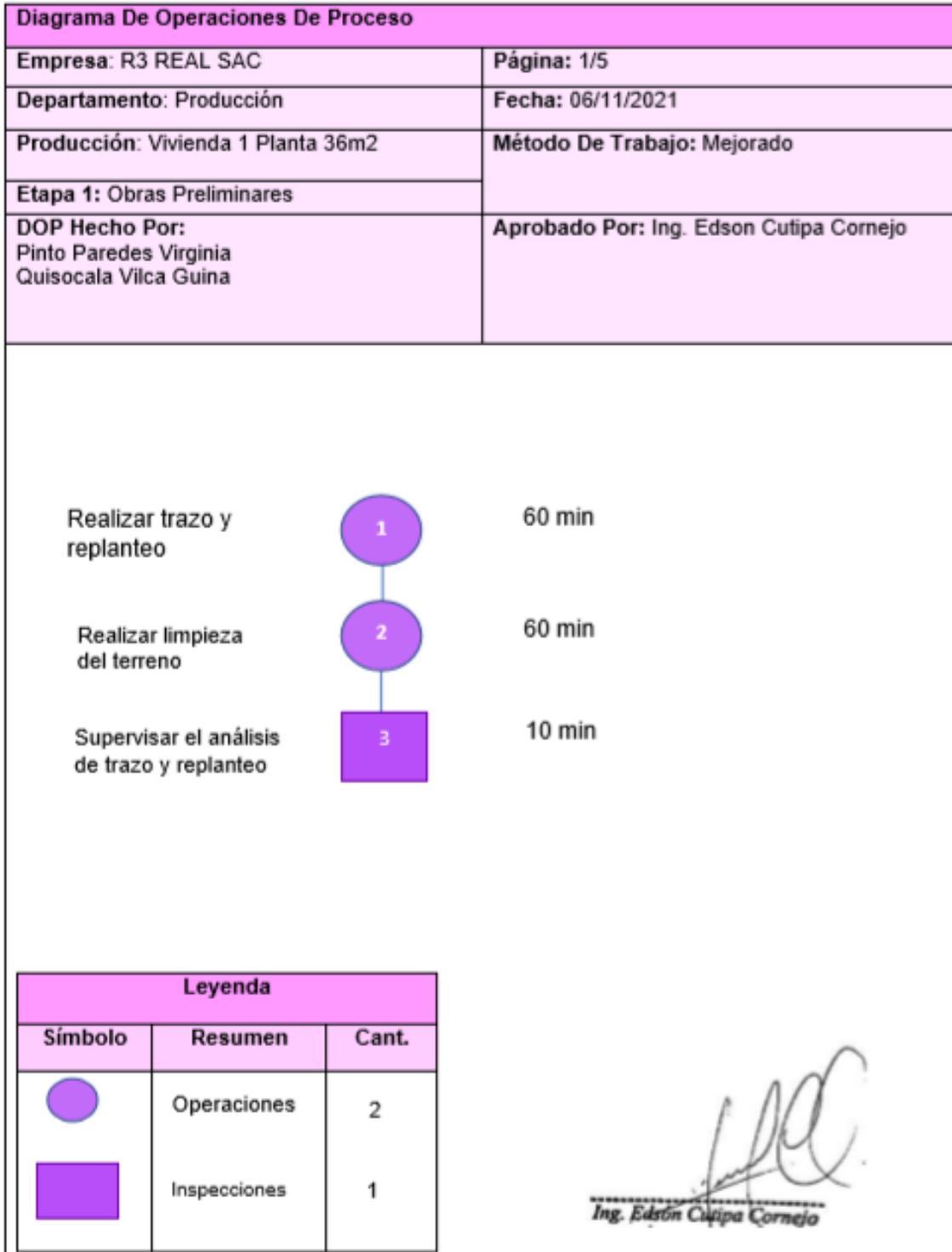


Figura 19. DOP Etapa 1 Mejorado

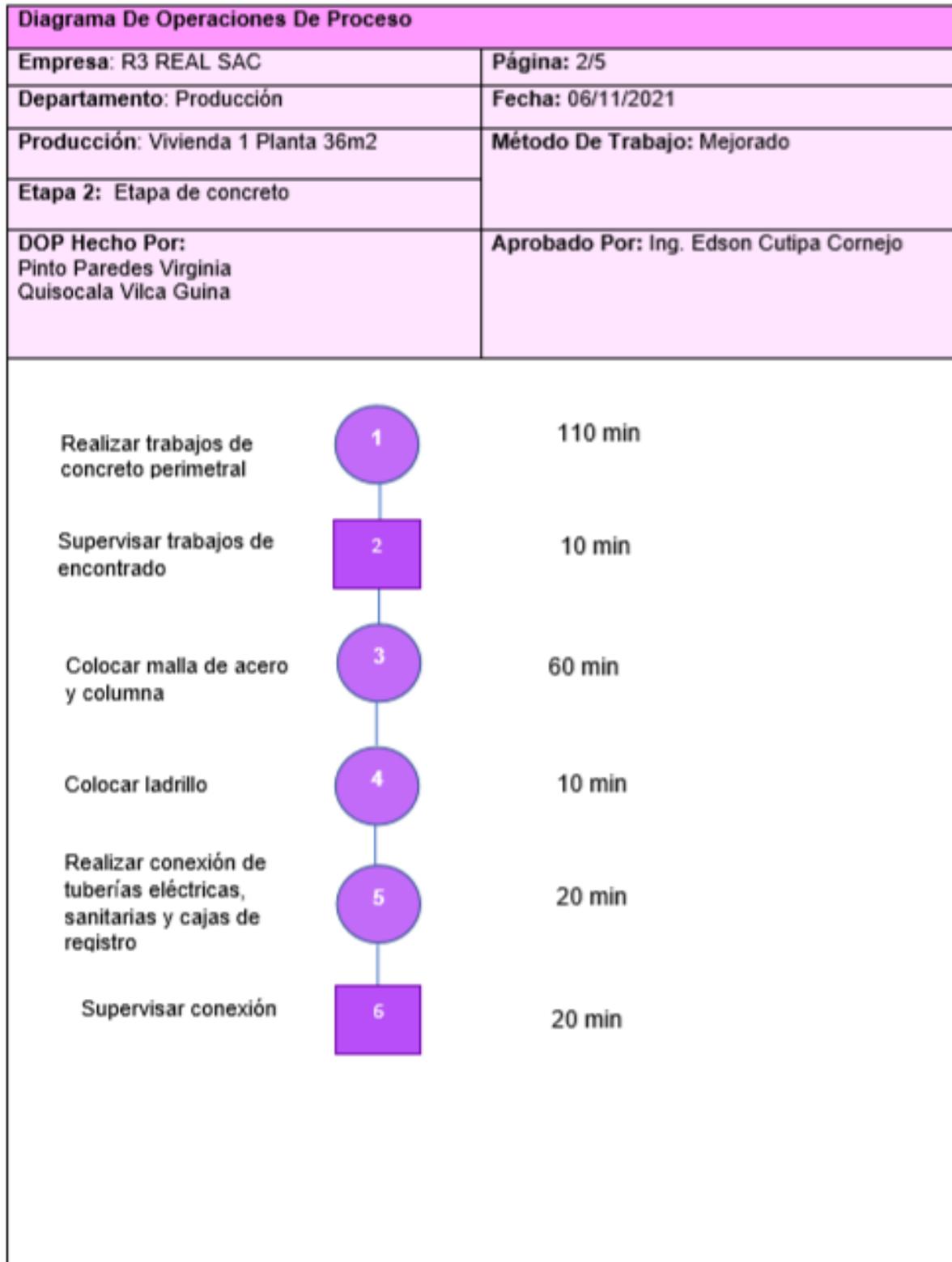


Figura 20. DOP Etapa 2 Mejorado

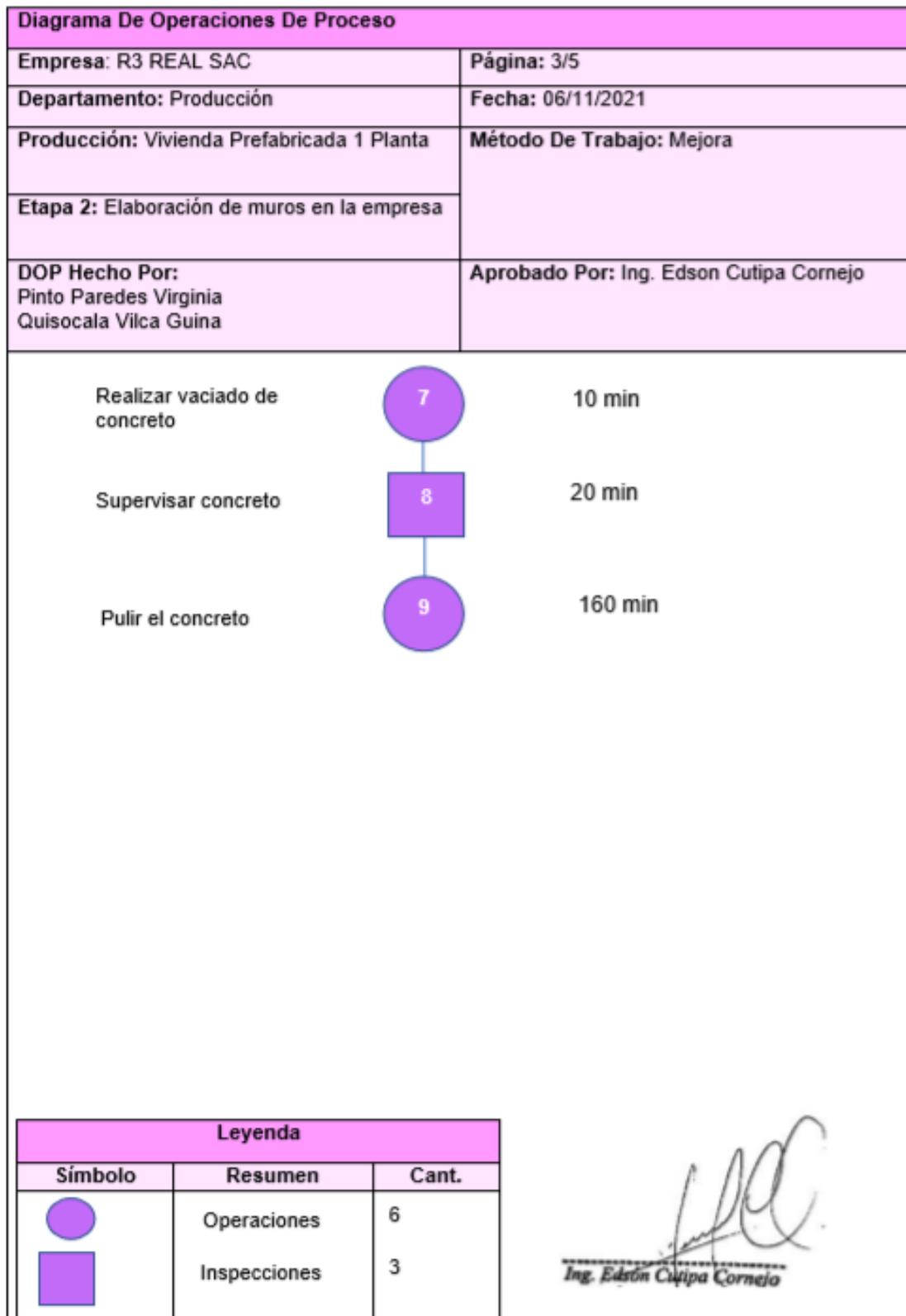


Figura 21. DOP E tapa 2 Mejorado

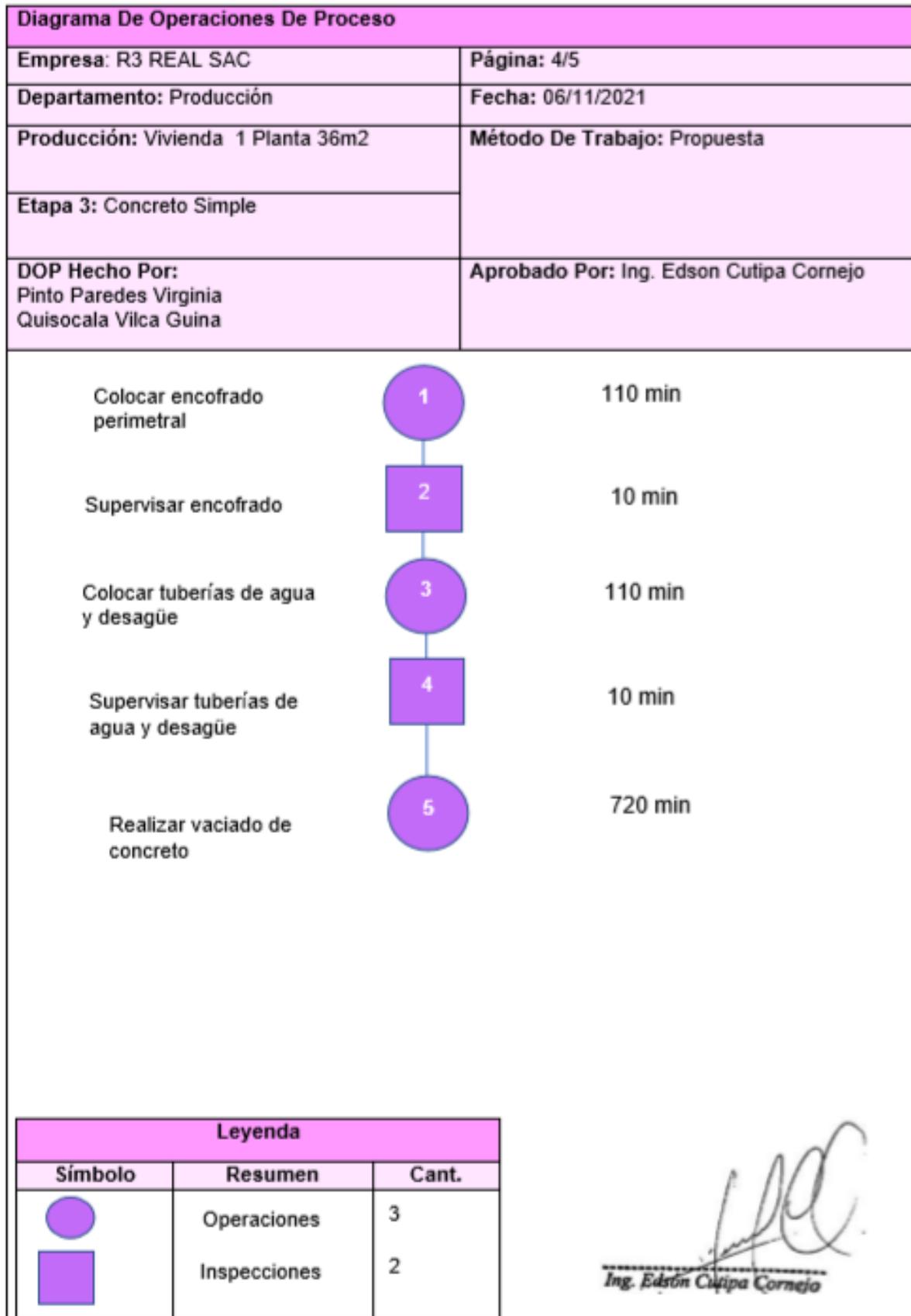


Figura 22. DOP Etapa 3 Mejorado

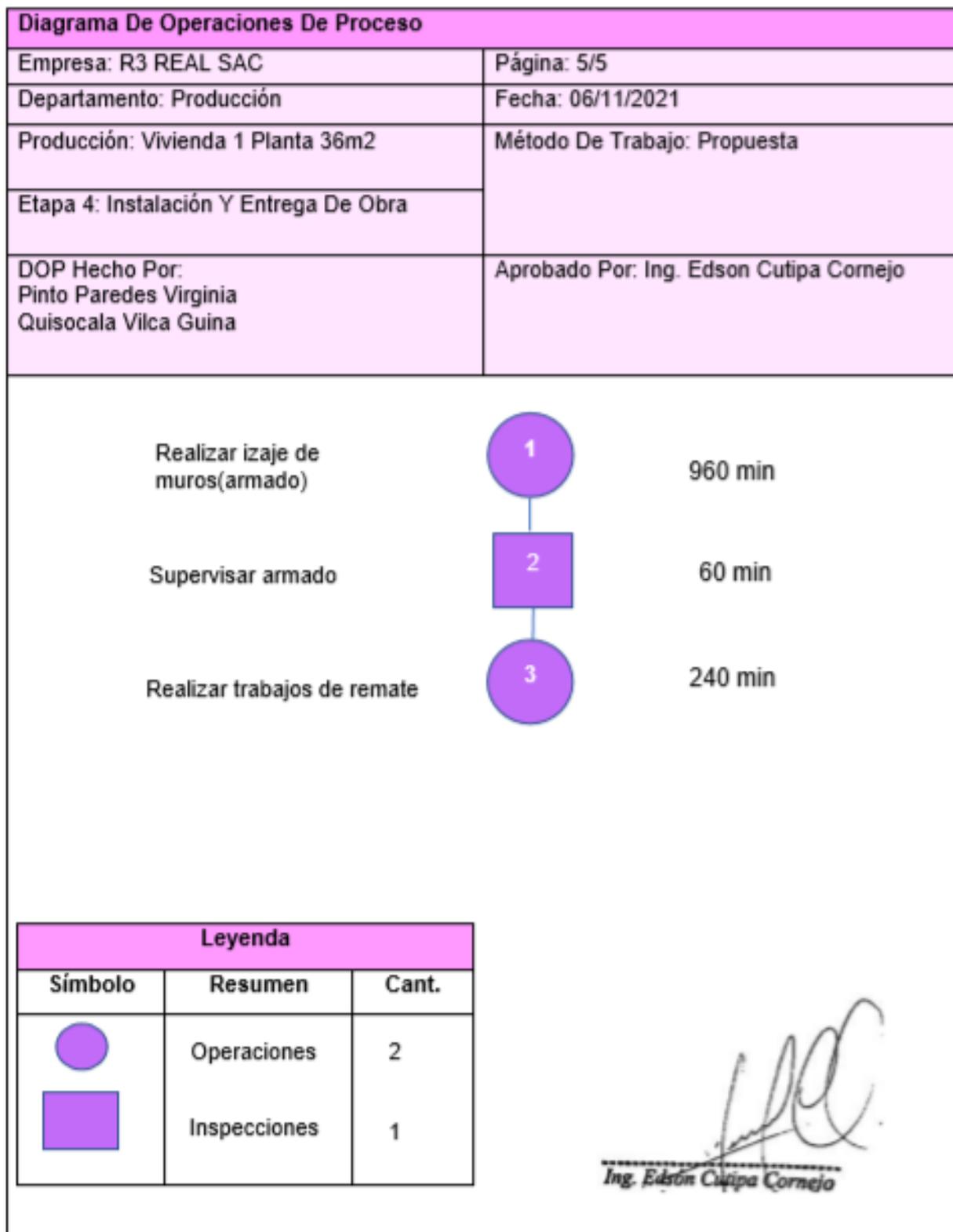


Figura 23. DOP Etapa 4 Mejorado

Etapas 5. Evaluar

En el análisis de la mejora, se desarrolló la aplicación de un método mejorado, con menores actividades disminuyendo los tiempos de producción, presentando las mismas actividades en cuanto a conexión como tuberías eléctricas, sanitarias y cajas de registro, así mismo, los trabajos de encofrado en menor cantidad de subactividades, cabe resaltar, que se optimizará los costos de producción al elaborar las paredes en la sede principal de la empresa las cuales facilitarían la ejecución de tiempos de trabajo al ser elaboradas previamente para después su respectiva ejecución.

Por consiguiente, para determinar la mejora a implementar, se mostró a la Gerencia de la empresa R3 REAL el presupuesto del proyecto en el área de producción de viviendas convencional en casco gris, el que, figura a continuación.

Tabla 51. Costos de método mejorado

Ítem	Descripción	Und	Metrado	P.U (s/.)	Parcial (s/.)
1.0	Muros				34,269.61
1.1	Colocación de concreto f'c = 28 Mpa.	m3	8.78	319.65	2,804.96
	Panel 6		1.48		
	Panel 1		1.48		
	Panel 3		1.48		
	Panel 5		1.48		
	Panel Central		1.48		
	Panel Habitación		0.75		
	Panel SS.HH.		0.65		
1.3	Desmoldante de encofrado	Lit.	8.00	18.00	144.00
1.4	Suministro y habilitación de acero A-60	Kg.	808.44	6.00	4,850.65
1.5	Ladrillo	Und	450.00	3.00	1350.00
1.6	Ganchos de izaje	Und.	16.00	105.00	1,680.00
1.7	Maquila de moldes	Glb.	1.00	550.00	550.00
1.8	Encofrado (tablero fenólico 15 mm.)	Und.	4.00	160.00	640.00
1.9	Encofrado cuartón madera 2"x3"x8'	Und.	22.00	25.00	550.00
1.10	Curado con Yute y agua	Und.	60.00	0.50	30.00
1.11	Separadores FTP	Und.	250.00	0.40	100.00
1.12	Mano de obra	Glb.	1.00	5,600.00	15,600.00
1.13	Conectores Spanchloss	Und.	24.00	55.00	1,320.00
1.14	Ingeniería	Glb.	1.00	550.00	550.00
1.15	Montaje	Glb.	1.00	1,700.00	1,700.00
1.16	Flete a obra	Glb.	1.00	1,200.00	1,200.00
1.17	Sellado de juntas	Glb.	1.00	1,200.00	1,200.00
2.0	Losa de piso in situ				4,287.34
	Colocación de concreto f'c = 28 Mpa.	m3	4.68	280.00	1,310.40
	Desmoldante de encofrado	lit.	2.00	18.00	36.00
	Suministro y habilitación de acero A-60	Kg.	149.74	6.00	898.44
	Curado con Yute y agua	m3	5.00	50.00	250.00
	Separadores FTP	Und.	150.00	0.40	60.00
	Encofrado	m2	14.50	85.00	1,232.50
	Mano de obra	Glb.	1.00	500.00	500.00
Costo Directo Muros				S/.	34,269.61
Costo Directo Losa				S/.	4,287.34
				S/.	38,556.96
Gastos Generales				8%	S/. 3,084.56
Utilidad				25%	S/. 9,639.24
Total (sin IGV)					S/. 51,280.75

Fuente: Elaboración propia

Etapas 6. Definir

Al conseguir la aprobación del gerente general de R3 REAL sobre el presupuesto comprendido en la implementación del nuevo método de producción, a continuación, se dio la realización de documentos escritos para el trabajador que participa en la elaboración, demostrando lo siguiente:

- Acciones a seguir
- Instrumentos a usar
 - DAP, evidenciadas en el análisis post-test, en la Tabla 59, Tabla 61, Tabla 63 y Tabla 65.
 - Estudio de tiempos, evidenciadas en el análisis post-test, en la Tabla 51, Tabla 52, Tabla 53 y Tabla 54.
 - Estudio de productividad, evidenciadas en el análisis post-test, en la Tabla 70.

Por otro lado, se tomo en consideración el siguiente cronograma en la tabla N 52, para la implementación de la metodología de mejora mediante el estudio del trabajo.

Tabla 52. Cronograma de implementación del Estudio del trabajo

Cronograma de la implementación del estudio del trabajo																											
N°	Descripción de actividades	Agosto			Setiembre			Octubre			Noviembre			Diciembre			Enero			Febrero			Marzo				
1	Evaluación del proyecto	■																									
2	Definir situación actual de la empresa		■																								
3	Selección del trabajo a realizar			■	■																						
4	Registro de información de toma de tiempos					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■											
5	Desarrollar DAP y DOP													■	■												
6	Identificar actividades improductivas													■	■												
7	Evaluar el análisis de mejora													■	■												
8	Definir las actividades a ejecutar													■	■												
9	Implementar las actividades															■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10	Controlar los resultados de la implementación																■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
11	Contrastar cambios																									■	■

Fuente: Elaboración propia

Etapa 7: Implementación

Luego, de tener la aceptación por la Gerencia y la Jefatura del área de producción, se inicio con la implementación de la mejora a los trabajadores, presentando las siguientes figuras.

Esta mejora fue elaborada en consideración, de la detección de actividades improductivas que demandaba mucho tiempo además de originar un elevado nivel de fatiga, para garantizar un producto de calidad, pero que demande un tiempo de elaboración mas corto.

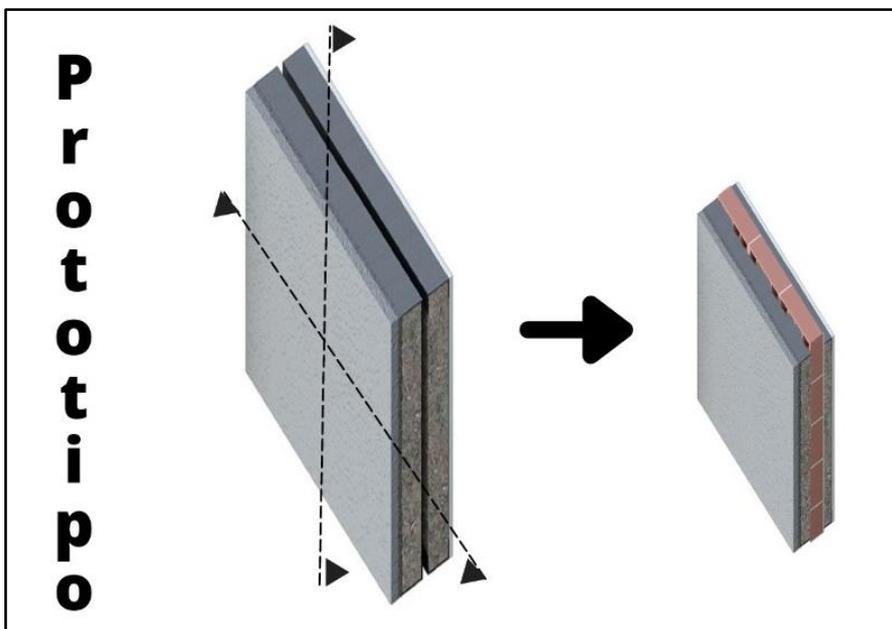


Figura 24. Modelo de mejora de muro

Fuente: Elaboración propia

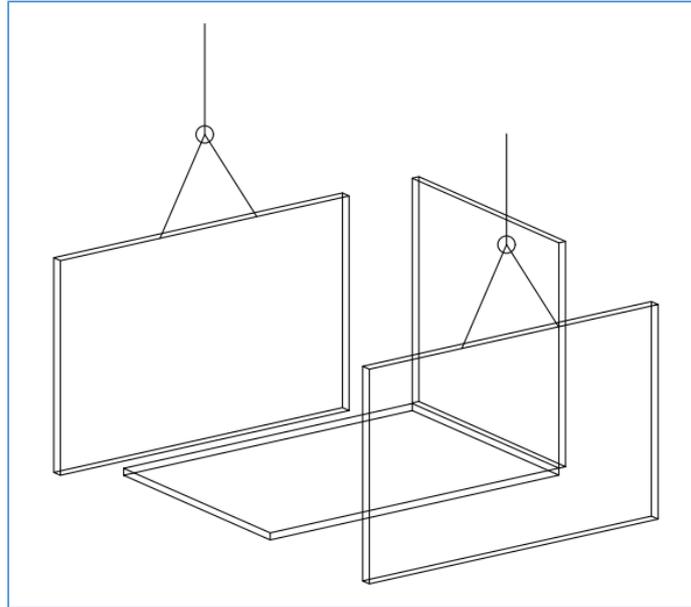


Figura 25. Modelo de mejora de casa unifamiliar 1 piso
Fuente: Elaboración propia



Figura 26. Modelo 3D de Mejora de casa unifamiliar vista frontal
Fuente: Elaboración propia



Figura 27. Modelo 3D de mejora de casa unifamiliar vista de planta

Fuente: Elaboración propia

Etapa 8: Controlar

Por ultimo, al implantar el nuevo método, se considera prevenir que los trabajadores desarrollen las actividades mejoradas, para así prevenir que se retome el proceso inicial, por lo tanto, debe implementar seguimientos por parte del Ingeniero a cargo, para un debido control de ejecución de método, teniendo en cuenta, la supervisión de la información mejorada al inicio de dicha actividad.



Figura 28. Traslado de malla de acero
Fuente: Elaboración propia



Figura 29. Colocación de malla de acero
Fuente: Elaboración propia



Figura 30. Colocación de columnas

Fuente: Elaboración propia



Figura 31. Colocación de ladrillo

Fuente: Elaboración propia



Figura 32. Colocación de malla de acero

Fuente: Elaboración propia



Figura 33. Preparación de concreto

Fuente: Elaboración propia



Figura 34. Colocación de concreto

Fuente: Elaboración propia



Figura 35. Traslado de muros

Fuente: Elaboración propia



Figura 36. Transporte de muros
Fuente: Elaboración propia



Figura 37. Colocación de encofrado perimetral
Fuente: Elaboración propia



Figura 38. Instalación de muros
Fuente: Elaboración propia



Figura 39. Acoplamiento de muros
Fuente: Elaboración propia



Figura 40. Proceso de armado de la casa de 1 planta
Fuente: Elaboración propia



Figura 41. Casa de 1 planta de 36m2 en casco gris
Fuente: Elaboración propia

Post-test

Dimensión 1: Estudio de tiempos

Indicador: Tiempo estándar

El análisis de tiempo estándar, se procedió a utilizar el método del cociente en la determinación de tiempos observados en el procedimiento mejorado de la producción de vivienda, realizando 5 observaciones según la teoría de Palacios (2015), por lo que, cuando se estudian actividades que implican más de 2 minutos lo recomendable para hacer un estudio fiable y significativo deben realizarse 5 observaciones, destacando a la par la teoría de Gilbreth quien ratifica la necesidad de evaluar a los operarios de manera individual en la ejecución de actividades en una obra de construcción para la obtención de un tiempo más estandarizado, ya que, no todos poseen el mismo ritmo de trabajo, debido a que, cada uno trabaja a su manera siendo el mínimo recomendado 5.

Tabla 53. Tiempos observados en etapa 1 mejorado

N°	Actividad	Tiempos observados															Tiempo observado promedio	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
1	Traslado de material de trabajo	30	36	34	32	31	29	36	30									32.25
2	Almacenamiento de material	10	11	9	13	10	8	11	7	12	13	10	8					10.17
3	Limpieza de terreno	60	58	62	60	59	61	64	66									61.25
4	Trazo y replanteo	60	60	62	59	60	63	60	58									60.25
5	Supervisión del análisis de trazo y replanteo	10	13	11	9	10	11	13	9	11	8	10	12					10.58
Total, Tiempo observado Etapa 1																	174.50	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54. Tiempos observados en etapa 2 mejorado

N°	Actividad	Tiempos observados															Tiempo observado promedio	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
1	Traslado de material (concreto, acero, ladrillo)	20	23	25	19	20	22	21	18									21.00
2	Trabajos de concreto perimetral	110	116	118	110	111	113											113.00
3	Supervisión de trabajo de encofrado	10	9	11	13	10	12	13	10	8	11	10	14					10.92
4	Colocación de la malla de acero	60	62	57	58	61	59	65	63									60.63
5	Colocación de ladrillo	10	10	13	9	14	11	8	10	11	13							10.90
6	Conexión de tuberías eléctricas, sanitarias y cajas de registro.	20	25	19	20	22	18											20.67
7	Supervisión de conexión	100	112	109	99	101	100	103	107	109	98	105	108					104.25
8	Vaciado de concreto	10	11	13	9	10	13											11.00
9	Supervisión del concreto	20	18	21	22	20	19	25	23	21	29	20	20					21.50

10	Pulir el concreto	60	64	62	63	60	59											61.33
11	Curado de concreto (secado)	1430	1433	1436	1432	1430	1428											1431.50
12	Supervisión de curado	20	26	25	20	18	22	17	23	26	24	22	20					21.92
Total, Tiempo observado Etapa 2																		1888.61

Fuente: Elaboración propia

Tabla 55. Tiempos observados en etapa 3 mejorado

N°	Actividad	Tiempos observados															Tiempo observado promedio	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
1	Traslado de material	15	16	18	15	12	11											14.50
2	Colocación de encofrado perimetral	110	118	107	115	103	109											110.33
3	Supervisión de encofrado	10	9	12	8	11	10	11	9	7	10							9.70
4	Colocación de tuberías agua y desagüe	110	105	112	109	111	107											109.00
5	Supervisión de tuberías agua y desagüe	10	8	9	11	8	10	7	9	11	10	7	11					9.25
6	Vaciado de concreto	720	715	730	710	720	725											720.00
7	Curado de concreto	1200	1220	1210	1192	1215	1207	1202	1190									1204.50
Total, Tiempo observado Etapa 3																		2177.28

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56. Tiempos observados en etapa 4 mejorado

N°	Actividad	Tiempos observados															Tiempo observado promedio	
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15		
1	Traslado de muros	180	175	173	178	182	179											177.83
2	Izaje de muros (armado)	960	958	962	953	961	954											958.00

3	Supervisión del armado	60	62	57	54	61	60	55	57	61	60						58.70
4	Trabajos de remate	240	235	244	238	241	234										238.67
Total Tiempo observado Etapa 4																1433.20	

Fuente: Elaboración propia

A continuación, la mejora se determinó mediante la herramienta de diagrama de análisis de datos (DAP).

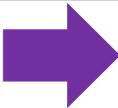
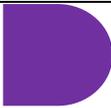
Tabla 61. DAP Mejorado de etapa 1 de producción de casa de 1 piso

ETAPA 1							
Diagrama N°1: 001	Hoja N°: 1	RESUMEN					
Objeto: ETAPA 1 CONSTRUCCIÓN DE CASA 1 PLANTA	Actividad	Actual	Mejorado	Economía			
	Operación	4	2	S/. 4030			
	Transporte	2	1				
Actividad: Obras preliminares y movimiento de tierras	Espera	0	0				
	Inspección	2	1				
	Almacenamiento	1	1				
Método: Mejora	Tiempo (min)	170					
Lugar: Empresa R3							
Operario: N° 1	Costo MO	S/. 3780					
Compuesto por: Virginia Marilia Pinto y Guina Quisocala	Costo Material	S/. 250					
Aprobado por: E.C.C. Fecha: 6/11/21	Total	S/. 4030					
Descripción:	t. (min)	○	⇒	◐	◻	▽	Observación
Traslado de material de trabajo	30		●				
Almacenamiento de material	10					●	
Limpieza de terreno	60	●					
Trazo y replanteo	60	●					
Supervisión del análisis de trazo y replanteo	10				●		
TOTAL	170	2	1	0	1	1	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 62. Resumen de actividades de etapa 1 mejorado.

Registro de actividad	
Actividad	Mejorado
Operación	2

Transporte		1
Espera		0
Inspección		1
Almacenamiento		1
Total		5

Fuente: Elaboración propia

Indicador: Actividades Productivas

$$AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AP = \frac{2 + 1}{5} * 100 = 60 \%$$

Indicador: Actividades Improductivas

$$AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AI = \frac{1 + 1}{5} * 100 = 40 \%$$

En base a los resultados obtenidos se detectó que en la etapa 1 de la elaboración de una vivienda unifamiliar de concreto, se obtiene un 60% de actividades productivas y un 40% de actividades improductivas.

Tabla 63. DAP Mejorado de etapa 1 de producción de casa de 1 piso

ETAPA 2		
Diagrama Nº1: 001	Hoja Nº: 1	RESUMEN

Objeto: ETAPA 2	Actividad	Actual	Mejorado	Economía			
	Operación	6	6	S/. 11561.00			
	Transporte	5	1				
Actividad:	Espera	1	1				
Etapa de concreto	Inspección	5	4				
	Almacenamiento	0	0				
	Método: Mejora	Tiempo (min)	1780				
Lugar: Empresa R3							
Operario: N° 1	Costo MO	S/. 4220.00					
Compuesto por: Virginia Marilia Pinto y Guina Quisocala	Costo Material	S/. 7341. 00					
Aprobado por: E.C.C. Fecha: 6/11/21	Total	S/. 11561.00					
Descripción:	t. (min)	○	⇒	◐	◻	▽	Observación
Traslado de material (concreto, acero, ladrillo)	20						
Trabajos de concreto perimetral	110						
Supervisión de trabajo de encofrado	10						
Colocación de la malla de acero	60						
Colocación de ladrillo	10						
Conexión de tuberías eléctricas, sanitarias y cajas de registro.	20						
Supervisión de conexión	100						
Vaciado de concreto	10						
Supervisión del concreto	20						
Pulir el concreto	160						
Curado de concreto (secado)	1430						
Supervisión de curado	20						
TOTAL	1780	6	1	1	4	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 64. Resumen de actividades de etapa 1 mejorado

Registro de actividad		
Actividad		Mejorado
Operación		6
Transporte		1
Espera		1
Inspección		4
Almacenamiento		0
Total		12

Fuente: Elaboración propia

Indicador: Actividades Productivas

$$AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AP = \frac{6 + 4}{12} * 100 = 83.33 \%$$

Indicador: Actividades Improductivas

$$AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AI = \frac{1 + 1}{12} * 100 = 16.67 \%$$

En los resultados obtenidos se detectó que en la etapa 2 de la elaboración de una vivienda unifamiliar de concreto, se obtiene un 83.33% de actividades productivas y un 16.67% de actividades improductivas.

Tabla 65. DAP Mejorado de etapa 1 de producción de casa de 1 piso

ETAPA 3							
Diagrama N°1: 001	Hoja N°: 1	RESUMEN					
Objeto: ETAPA 3	Actividad	Actual	Mejorado			Economía	
	Operación	6	3			S/.12086.7	
	Transporte	5	1				
Actividad: Etapa de concreto	Espera	1	1				
	Inspección	5	2				
	Almacenamiento	0	0				
Método: Mejora	Tiempo (min)	2175					
Lugar: Empresa R3							
Operario: N° 1	Costo MO	S/. 3960					
Compuesto por: Virginia Marilia Pinto y Guina Quisocala	Costo Material	S/. 8126.70					
Aprobado por: E.C.C. Fecha: 6/11/21	Total	S/.12086.7					
Descripción:	t. (min)	○	⇒	◐	◻	▽	Observación
Traslado de material	15		●				
Colocación de encofrado perimetral	110	●					
Supervisión de encofrado	10				●		
Colocación de tuberías agua y desagüe	110	●					
Supervisión de tuberías agua y desagüe	10				●		
Vaciado de concreto	720	●					
Curado de concreto	1200				●		
TOTAL	2175	3	1	1	2	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 66. Resumen de actividades de etapa 1 mejorado

Registro de actividad		
Actividad		Mejorado
Operación		3

Transporte		1
Espera		1
Inspección		2
Almacenamiento		0
Total		7

Fuente: Elaboración propia

Indicador: Actividades Productivas

$$AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AP = \frac{3 + 2}{7} * 100 = 71.42 \%$$

Indicador: Actividades Improductivas

$$AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AI = \frac{1 + 1}{7} * 100 = 28.57 \%$$

Acorde a los resultados obtenidos se detectó que en la etapa 3 de la elaboración de una vivienda unifamiliar, se obtiene un 71.42% de actividades productivas y un 28.57% de actividades improductivas.

Tabla 67. DAP Mejorado de etapa 1 de producción de casa de 1 piso

ETAPA 4		
Diagrama Nº1: 001	Hoja Nº: 1	RESUMEN

Objeto: ETAPA 4	Actividad	Actual	Mejorado	Economía			
	Operación	6	2	S/. 8007.00			
	Transporte	5	1				
Actividad: Etapa de concreto	Espera	1	0				
	Inspección	5	1				
	Almacenamiento	0	0				
Método: Mejora	Tiempo (min)	1440					
Lugar: Empresa R3							
Operario: N° 1	Costo MO	S/. 3640					
Compuesto por: Virginia Marilia Pinto y Guina Quisocala	Costo Material	S/. 4367.00					
Aprobado por: E.C.C. Fecha: 6/11/21	Total	S/. 8007.00					
Descripción:	t. (min)	○	⇒	◐	◻	▽	Observación
Traslado de muros	180						
Izaje de muros(armado)	960						
Supervisión del armado	60						
Trabajos de remate	240						
TOTAL	1440	2	1	0	1	0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 68. Resumen de actividades de etapa 4 mejorado

Registro de actividad		
Actividad		Mejorado
Operación	●	2
Transporte	➔	1
Espera	◐	0
Inspección	◻	1

Almacenamiento		0
Total		4

Fuente: Elaboración propia

Indicador: Actividades Productivas

$$AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AP = \frac{2 + 1}{4} * 100 = 75 \%$$

Indicador: Actividades Improductivas

$$AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100$$

$$AI = \frac{1 + 0}{4} * 100 = 25 \%$$

En base a los resultados obtenidos se detectó que en la etapa 4 de la elaboración de una vivienda unifamiliar de concreto, se obtiene un 75% de actividades productivas y un 25% de actividades improductivas.

En términos generales en el proceso de elaboración de una casa de 1 piso se obtuvo lo siguiente:

Tabla 69. Resumen de actividades mejorado de casa de 1 piso

Etapas	1	2	3	4	Promedio
Actividad Productivas	60	83.33	71.42	75	72.44
Actividades Improductivas	40	16.67	28.57	25	27.56

Fuente: Elaboración propia

Detectándose en un método de elaboración de vivienda se tiene un 72.44% promedio de actividades productivas y un 27.56% promedio de actividades improductivas.

Variable dependiente: Productividad

A continuación, para el análisis de la productividad se inició con el cálculo de la capacidad de producción teórica mediante la siguiente fórmula.

$$\text{Capacidad de producción teórica} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de trabajadores} * \text{tiempo de labor de cada trabajador}}{\text{tiempo estándar}}$$

Tabla 70. Cálculo de capacidad de producción teórica(unidades)

Número de trabajadores	Tiempo de labor de cada trabajador	Tiempo estándar (hrs)	Capacidad de producción teórica
4	51	136.35	1

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 70, se observó que la capacidad de producción teórica de la elaboración de la vivienda mejorada en casco gris de 36m² es de 1 Unidad, teniendo en cuenta de que esta posee un tiempo de elaboración estándar de 30 días en promedio. Por lo tanto, se procedió a calcular las unidades planificadas.

$$\text{Vivienda} = \text{Capacidad de producción teórica} * \text{Factor de valoración}$$

En la tabla 71, se determinó que la unidad planificada de producción en un periodo de 30 días de la vivienda mejorada en casco gris de una planta es de una 1 Unidad.

Tabla 71. Cálculo de unidades programadas

Capacidad de producción teórica	Factor de valoración	Unidades programadas
1	100%	1

Fuente: Elaboración propia

Dimensión 1: Eficiencia

Indicador: Eficiencia

Tabla 72. Índice de eficiencia post-test

Meses	Tiempo trabajado (horas)	Tiempo programado (horas)	Eficiencia
Mes 1	224	224	1
Mes 2	210	216	0.97
Mes 3	220	224	0.98
Mes 4	216	216	1

Promedio	0.99
-----------------	------

Fuente: Elaboración propia

En el análisis del índice de eficacia mediante el método mejorado, se logró una reducción a 0.99 promedio, esto se debe, a la diferencia de procesos del nuevo método y a la automatización del proceso, lo cual, como se observa en la figura 42, esto afirma que seguirá disminuyendo si se mantiene el método mejorado.

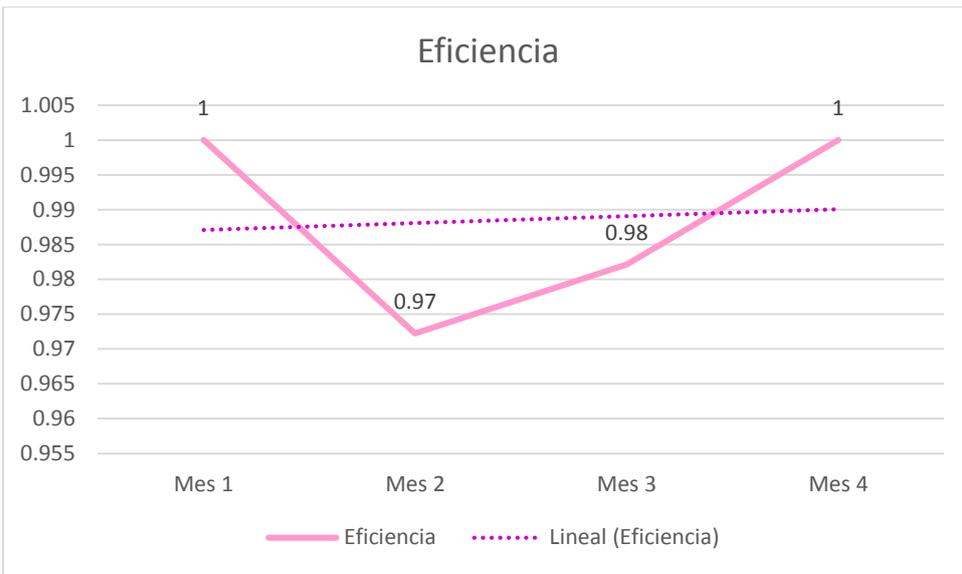


Figura 42. Índice de merma post-test

Fuente: Elaboración propia

Dimensión 2: Eficacia

Indicador: Eficacia

Tabla 73. Índice de eficiencia post-test

Meses	Producción real	Producción programada	Eficacia
Mes 1	1	1	1
Mes 2	0.94	1	0.94
Mes 3	0.98	1	0.98
Mes 4	0.96	1	0.96
Promedio			0.97

Fuente: Elaboración propia

Mediante el análisis post-test se halló una mejora en la producción eficaz a 0.97, por lo que, con el método planteado, se logró mejorar y reducir procesos donde se obtenía tiempos innecesarios, lo cual, como se visualiza en la figura 43, muestra una tendencia de mejora si se sigue aplicando el método implementado.

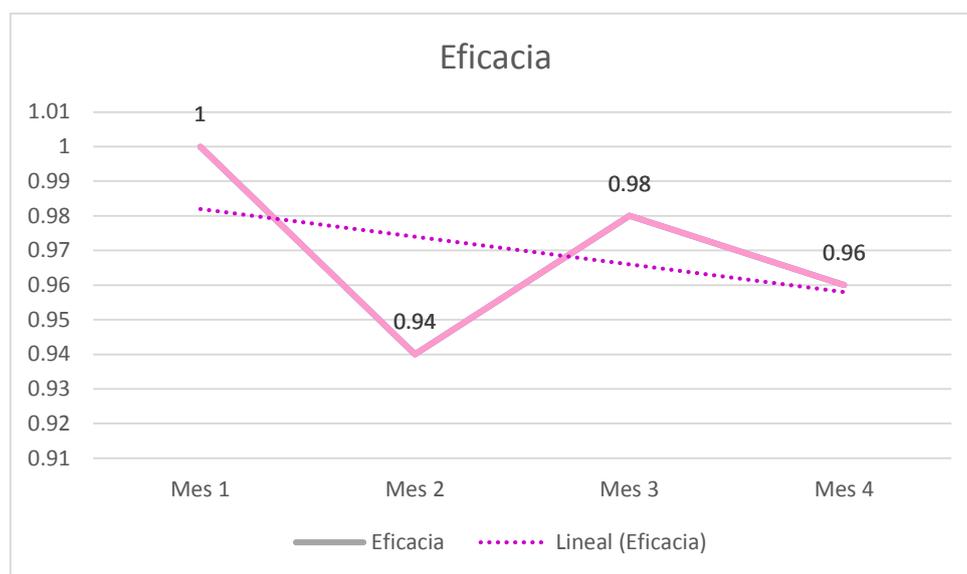


Figura 43. Índice de merma post-test

Fuente: Elaboración propia

Tabla 74. Productividad post-test

Meses	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Mes 1	1	1	1
Mes2	0.97	0.94	0.91
Mes 3	0.98	0.98	0.96
Mes 4	1	0.96	0.96
Promedio			0.96

Fuente: Elaboracion propia.

En el análisis de productividad posterior a la implementación de mejora, se obtuvo una mejora en la productividad a 0.96 en promedio, lo cual, conforme a la proyección en la figura 44 muestra que, si se sigue manejando la implementación, el nivel de productividad seguirá progresando.

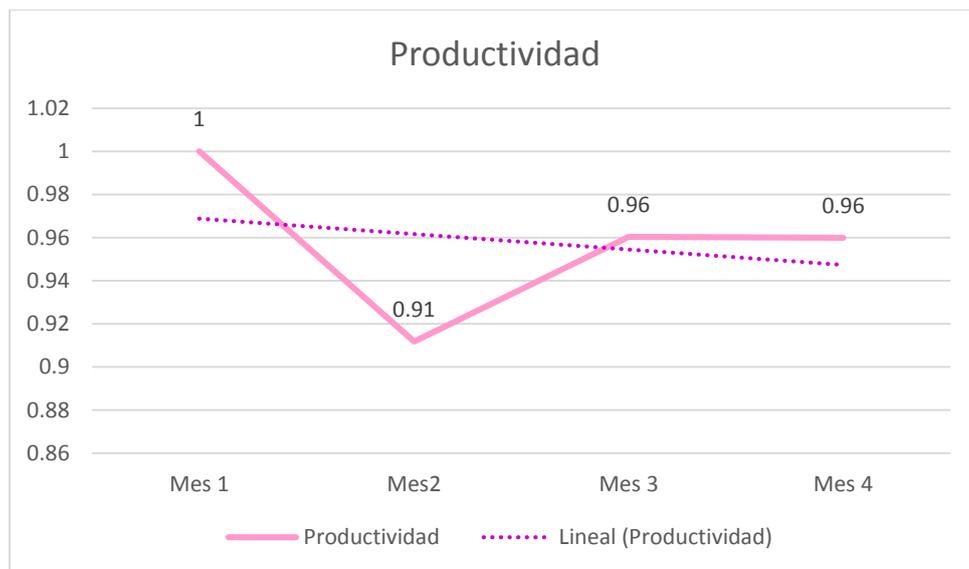


Figura 44. Productividad post-test
Fuente: Elaboración propia

Análisis económico financiero

El análisis económico financiero de esta investigación se basa en comprobar si el proyecto es productivo para la empresa constructora, por consiguiente, se utilizó la base de datos, enfocada en las inversiones tangibles e intangibles.

Tabla 75. Inversiones Intangibles del Proyecto

Clasificación	Recursos	Medida	Cant	Costo unitario (s/.)	Costo total (s/.)
Capacitación preoperativa	Horas/hombre	Total			S/1,074.23
Servicio de suministro de energía	Luz	Mensual	6	S/100.00	S/600.00
Servicio de agua y desagüe	Agua	Mensual	6	S/40.00	S/240.00
Viáticos y asignaciones	Movilidad	Mensual	6	S/240.00	S/1,440.00
	Alimentación	Mensual	6	S/450.00	S/2,700.00
Otros gastos	Capacitación preoperativa	Total			S/1,074.23
	Tiempo invertido de tesis	Total			S/18,200.00
				Total invertido	S/25,328.46

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 76. Inversiones Tangibles del Proyecto

Clasificación	Recursos	Um	Cantidad	Costo unitario (s/.)	Costo total (s/.)
Papeleria en general, útiles y materiales de oficina	Hojas bond	Mill	1	S/18.00	S/18.00
	Lapiceros	Und	8	S/1.00	S/8.00
	Tablero	Und	2	S/9.50	S/19.00
	Usb 16gb	Und	2	S/50.00	S/100.00
	Lápiz	Und	2	S/2.00	S/4.00
	Borrador	Und	2	S/0.50	S/1.00
Bienes y servicios	Cronómetro	Und	1	S/40.00	S/40.00
				Total invertido	S/190.00

Fuente: Elaboracion propia

En consecuencia, se empleó los costos pre y post test, para estimar los valores mensuales de la viabilidad económica para la mejora.

Tabla 77. Costos de Operación Pre-test

COSTOS de operación PRE	
PRODUCCIÓN PROMEDIO casa/mes	46,294
MANO DE OBRA	S/20,343.09
MERMA	S/610.29
CIF	S/9,500.72

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 78. Costos de Operación Post-test

COSTOS de operación POST	
PRODUCCIÓN PROMEDIO casa/mes	38,557
MANO DE OBRA	S/15,600.00
MERMA	S/374.40
CIF	S/9,500.72

Fuente: Elaboracion propia

Conforme se visualiza en la figura 45 al realizar una verificación con respecto a la variabilidad en los costos de producción se denota una reducción de S/7,737.00 debido a que en el pre-test se demandaba mayor cantidad de mano obra, la cual se disminuyo en consecuencia al cambio de método de trabajo mediante las mejoras del proceso mejorado ejecutando la elaboración de muros en forma horizontal, así se logró ajustar el control de tiempos empleados en el proceso asimismo disminuyendo los requerimientos de mano de obra en los procesos que implican fatiga.

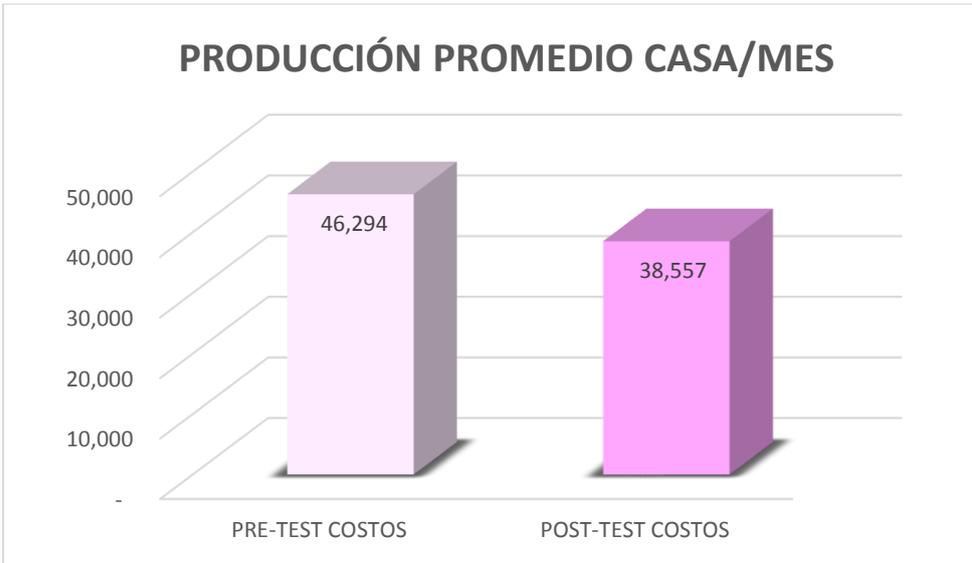


Figura 45. Comparación de costos de producción promedio

Fuente: Elaboración propia

Dada la figura 46, muestra una reducción de S/ 4,743.09 en los costos de mano de obra, puesto que, se disminuyó el tiempo empleado con la mejora en el método de elaboración de vivienda en los procesos de las etapas al reducir la ejecución de tiempos de actividades repetitivas que demandaban sobre esfuerzo, aligerando la carga de trabajo, por lo que, se redujo la mano de obra.

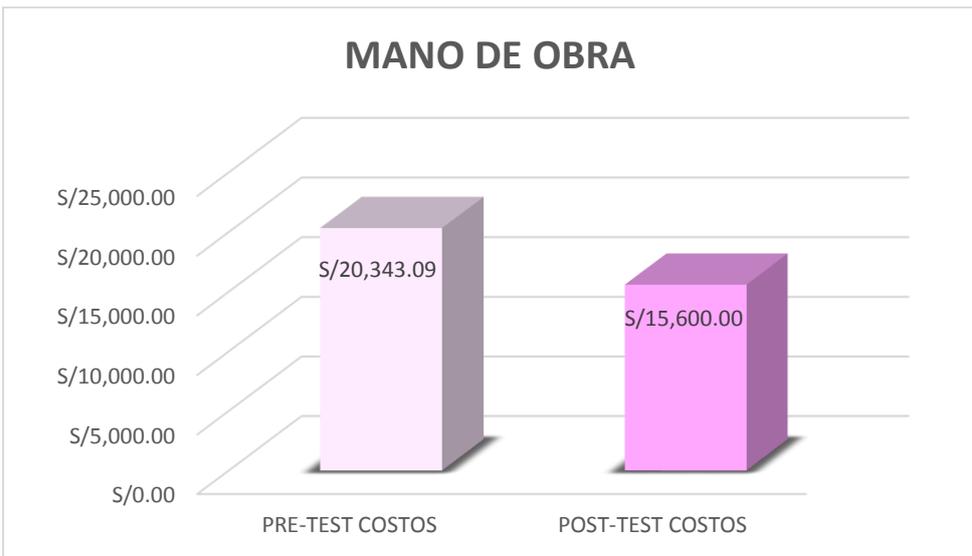


Figura 46. Comparación de costos de materia prima

Fuente: Elaboración propia

En lo que respecta a la merma, como se visualiza en la Figura 47, se obtuvo una disminución S/235.89 soles, debido a que, con la disminución de procesos también se disminuye las mermas, por lo que, los procesos como los traslados de materiales, en la ejecución de la vivienda se evita los procesos de desperdicio, ya que, se cuenta con moldes y estos permiten el control de adición de materiales, disminuyendo así el desperdicio de recursos de materiales.

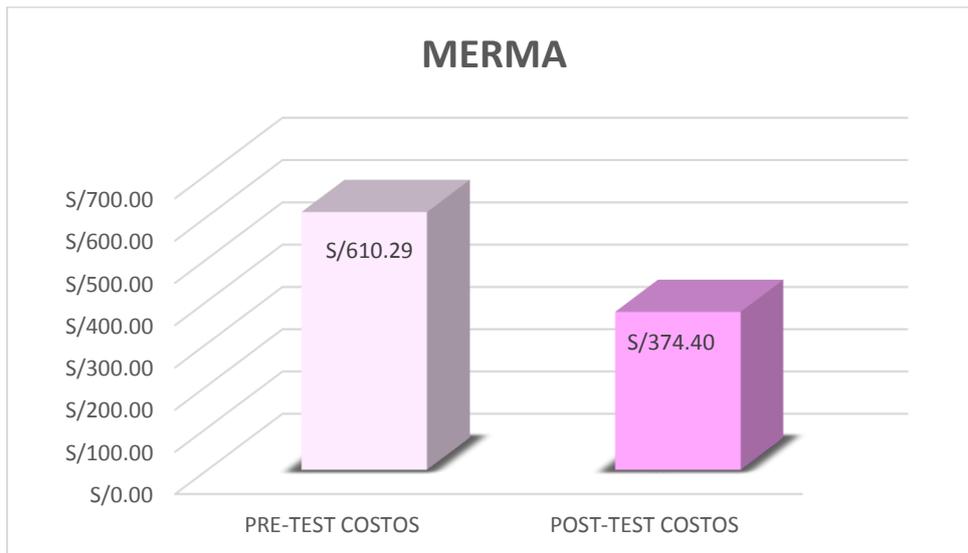


Figura 47. Comparación de costos de merma

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los costos indirectos de fabricación, como se visualiza en la figura 48 estos se mantienen igual, por lo que, el método de la mejora se desarrolló en la ejecución de la vivienda de una planta.

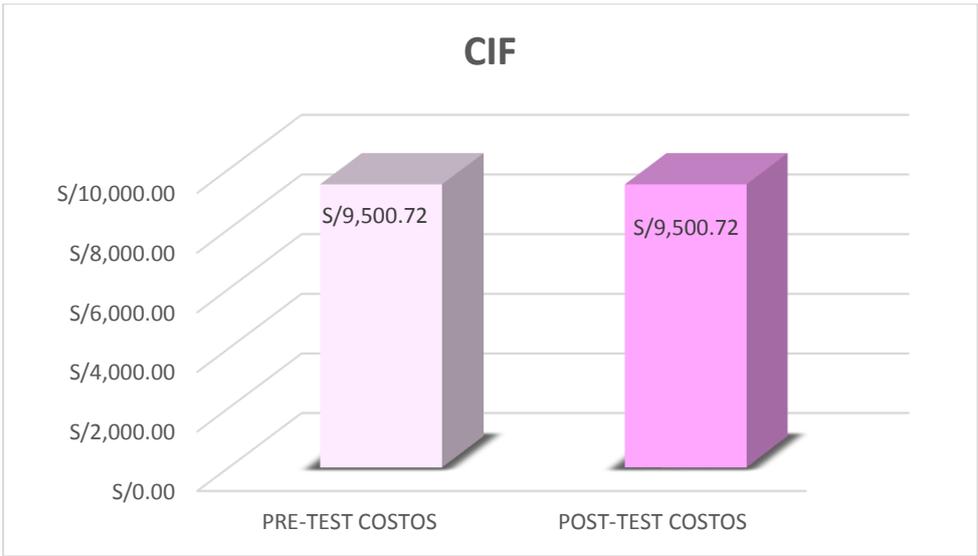


Figura 48. Comparación de costos de CIF

Fuente: Elaboración propia

Tabla 79. Flujo de caja económico

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
COSTOS de operación PRE		30,454	30,454	30,454	30,454	30,454	30,454	30,454	30,454	30,454	30,454	30,454	30,454
Mano de obra		20,343	20,343	20,343	20,343	20,343	20,343	20,343	20,343	20,343	20,343	20,343	20,343
Merma		610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610	610
CIF		9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501
COSTOS de operación POST		25,475	25,475	25,475	25,475	25,475	25,475	25,475	25,475	25,475	25,475	25,475	25,475
Mano de obra		15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600	15,600
Merma		374	374	374	374	374	374	374	374	374	374	374	374
CIF		9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501	9,501
Beneficio		4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979
Inversiones Tangibles	190												
Bienes y servicios	150												

Papelera y útiles de oficina	40													
Inversiones Intangibles	24,254													
Servicio de agua y desagüe	240													
Servicio de suministro de energía	600													
Viáticos y asignaciones	4,140													
Invers Investigación y otros	19,274													
Imprevistos (5%)	1,222													
TOTALES NETOS	-25,666	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979	4,979

Fuente: Elaboracion propia

Tabla 80. Cálculo del Van

Cálculo del VAN	27,574.81
Costo de Oportunidad del capital (COK)	1.8%
Cálculo de la TIR	16.20%
Cálculo del ratio Beneficio / Costo	2.07

Fuente: Elaboracion propia

En el análisis del flujo económico, mediante una evaluación de 12 meses, se obtuvo un VAN de S/. 27,574.81 del proyecto, de igual manera, el proyecto se acepta, además, considerando un TIR de 16.20% que al ser superior a la tasa mínima de rentabilidad mensual

de 1.8% , la cual, fue obtenida por la data obtenida por el área de contabilidad de la empresa R3, tomando en consideración que esta posee fondos por parte de la empresa e inversionistas, considerando así una tasa mínima de rentabilidad anual de 24.16% y un ratio de beneficio costo de 2.07 que es superior a 1, asegurando así la viabilidad de la mejora.

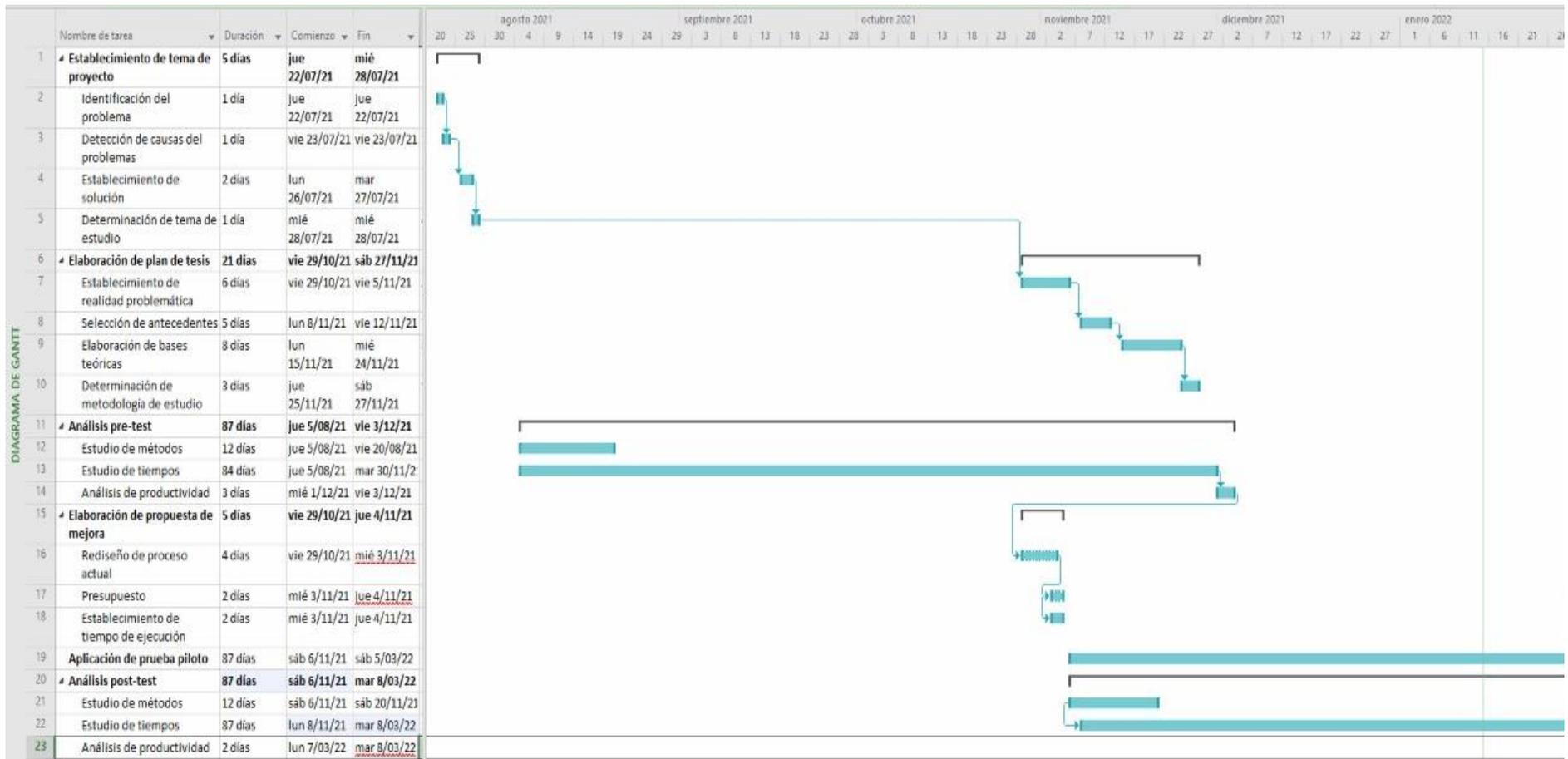
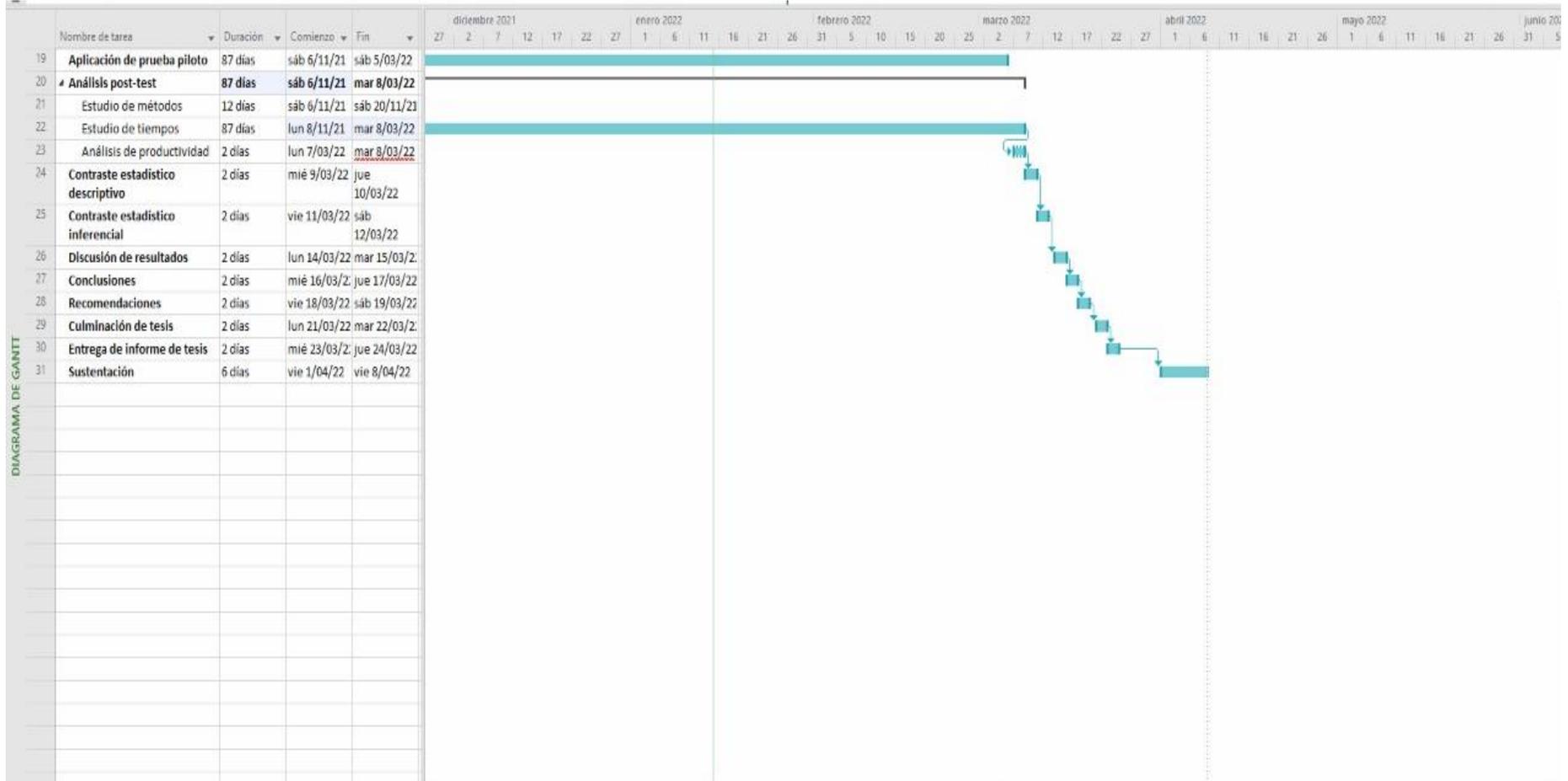


Figura 49. Diagrama de Gantt

Fuente: Elaboracion propia

Figura 50. Diagrama de Gant



Fuente: Elaboración propia

3.6 Análisis de datos

Para el análisis de los datos obtenidos en los resultados, se empleará el uso del programa estadístico SPSS V.26., ya que, comenzará con el manejo de la estadística descriptiva, que se concibe como aquella aplicación de procedimiento y técnicas para la ejecución del paso inicial del análisis estadístico de una investigación para la obtención de un resumen claro que permita la interpretación de una serie de datos para su respectivo contraste (Sullivan y Bova, 2014), por lo tanto, ello se medirá en el análisis de frecuencias, media y desviación estándar de los datos de pre-test y post-test, lo cual, se apreciará en tabulaciones y gráficas.

Posterior a ello, se realizará un análisis mediante el análisis inferencial que se concibe como la estadística inferencial tiene como objetivo la toma de decisiones así mismo la ejecución de generalizaciones sobre las características de todas las observaciones tomando en cuenta el fundamento de la información parcial o incompleta (Porrás, 2019). Por lo tanto, se realizará una prueba de normalidad de Shapiro Wilk para la determinación de la distribución de datos que al ser normal permitirá el uso de la prueba de T-student o al ser no normal permitirá el manejo de la prueba Wilcoxon para la determinación de la prueba de muestras relacionadas con la que se aclarará la validez de las hipótesis de la investigación.

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación se realizará considerando el código de ética en la investigación de la UCV dado en la resolución N° 0126-2017/UCV , en cuanto al respeto por las personas en su integridad y autonomía, también de los derechos del autor, la política antiplagio, la competencia profesional y científica, la investigación con seres humanos y los establecimientos del investigador principal y personal investigador, igualmente de los lineamientos estipulados por la misma; ejecutando con el código de ética de la ISO690 con la respectiva mención de las referencias consideradas de artículos, libros e investigaciones utilizadas, del mismo modo de la utilización del aplicativo Turnitin para asegurar la originalidad del presente estudio,

además del código de ética y conducta profesional de la Association of Computing Machinery, ACM, al prevenir originar daños, trabajando con honestidad, respetando la confidencialidad y privacidad de la empresa objeto de estudio.

Por otra parte, se cumple con el código de ética IEEE, Advancing Technology for Humanity, al estimar elevados estándares de ética en el manejo de tecnología, también de alcanzar la responsabilidad respectiva en la toma de decisiones, colaboración profesional y justicia en el trato; a su vez, se cumple con el código de ética de American Educational Research Association – AERA al utilizar el consentimiento informado para la aplicación del estudio, además de la protección de la autonomía y privacidad de aquellos que participaron con la investigación, utilizando también la American British Educational Research Association – BERA en torno al seguimiento de pautas éticas en la investigación considerando el respeto al conocimiento, la persona, la libertad académica, los valores democráticos y la calidad del presente estudio.

Además, se contó con el consentimiento de la empresa R3 REAL para la utilización de datos y aplicación de la prueba piloto, respetando a su vez, con el código de ética nacional de Integridad Científica del Consejo Nacional de Integridad Científica del Consejo Nacional de Integridad Científica, al no desarrollar modificación alguna en la información utilizada para respaldar la autenticidad del estudio, así como su viabilidad técnica (CONCYTEC, 2019).

Tabla 81. Recursos y mejora del proyecto

Códigos de Ética de la Universidad César Vallejo	
Artículo 3°	“Respeto por las personas en su integridad y autonomía”
Artículo 8°	“Competencia profesional y científica”
Artículo 10°	“La investigación con seres humanos”
Artículo 15°	“De la política antiplagio”
Artículo 16°	“De los derechos del autor”
Artículo 17°	“Del investigador principal y personal investigador”

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis descriptivo

Variable Independiente: Estudio del Trabajo

Dimensión 1: Estudio de métodos

Tabla 82. Contraste descriptivo de estudio de métodos

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
Actividad Productivas Pre-test	66.67	61.11	66	66.67	57.14
Actividad Productivas Post-test	60	83.33	71.42	75	

Fuente: Elaboración propia

Acorde a los resultados obtenidos en las actividades post-test surgió una disminución en la etapa 2 de 38.89% a 16.67%, la etapa 3 de 34% a 28.57%, la etapa 4 de 33.33% a 25% y se realizó la eliminación de la etapa 5, puesto que, al ejecutar el nuevo método dio como resultado una reducción de actividades improductivas, debido a que, se suprimió las actividades de traslado y tiempos muertas.

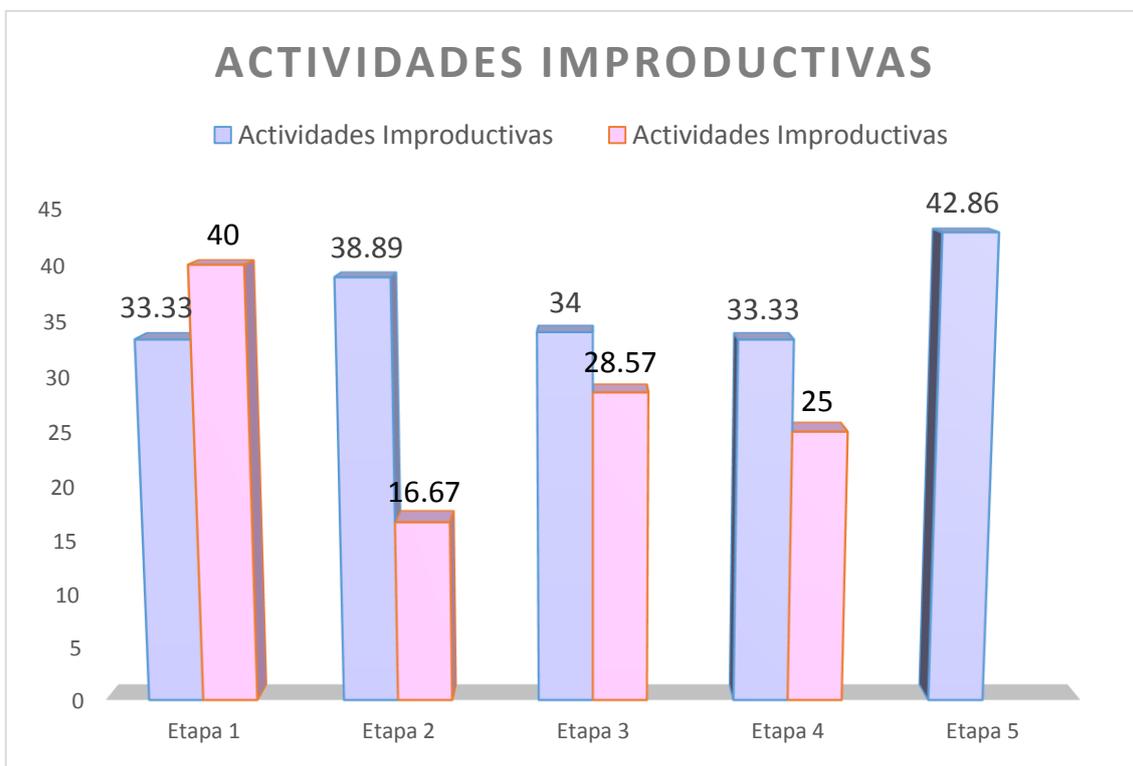


Figura 51. Diagrama

Fuente: Elaboración Propia

Mediante la aplicación del análisis descriptivo, por medio del software estadístico SPSS V.26 se aplicará a continuación los siguientes elementos de acuerdo a Salazar y Del castillo (2018).

La media: Esta medida de tendencia central, es el resultado del valor que resulta la suma de todos los valores, dividida por la cantidad total de empleados.

Desviación estándar: Se aprecia como la medida de variabilidad o desviación que adquieren los valores de datos de la media, dicho conjunto de valores es muestral.

Asimetría: Es una medida de forma, de una distribución que permite identificar y describir la manera como los datos tiende a reunirse de acuerdo con la frecuencia con que se hallen dentro de la distribución. Permite identificar las características de la distribución de datos.

Curtosis: mide el grado de agudeza o achatamiento de una distribución con relación a la distribución normal, es decir mide cuan puntiaguda es una distribución

Por lo tanto, a continuación, se detalla el resumen del procesamiento de datos y su respectivo análisis descriptivo de la eficiencia, eficacia y la variable dependiente productividad.

Dimensión 1: Eficiencia

Tabla 83. Contraste descriptivo de eficiencia

		Pre-test	Post-test
Eficiencia	Media	0.8950	0.9875
	Desviación estándar	0.01915	0.01500
	Mínimo	0.87	0.97
	Máximo	0.91	1.00
	Asimetría	-0.855	-0.370
	Curtosis	-1.289	-3.901

Fuente: SPSS V.26

En base a la Tabla79 se obtuvo una media pretest de 89.50% que mejoro en post test a 98.75% siendo el valor de diferencia de mejora 9.25 %, con respecto a la desviación estándar de un valor pretest 0.01915 se logró una diferencia de -21.67% generando un valor post test 0.01500 con ello se denota una mejora en la variabilidad porque los datos

se acercan más a la media. Por otra parte, se denota la mejora en el incremento del valor mínimo de 0.87 a 0.97 y en el valor máximo de 0.91 a 1.00 en asimetría se ve una mejora que disminuye el surgimiento de errores por defecto o exceso en la medición, en cuanto al análisis de curtosis no hubo una mejora en la concentración de datos a la línea de tendencia al pasar de una curtosis pre-test de -1.289 a -3.901.

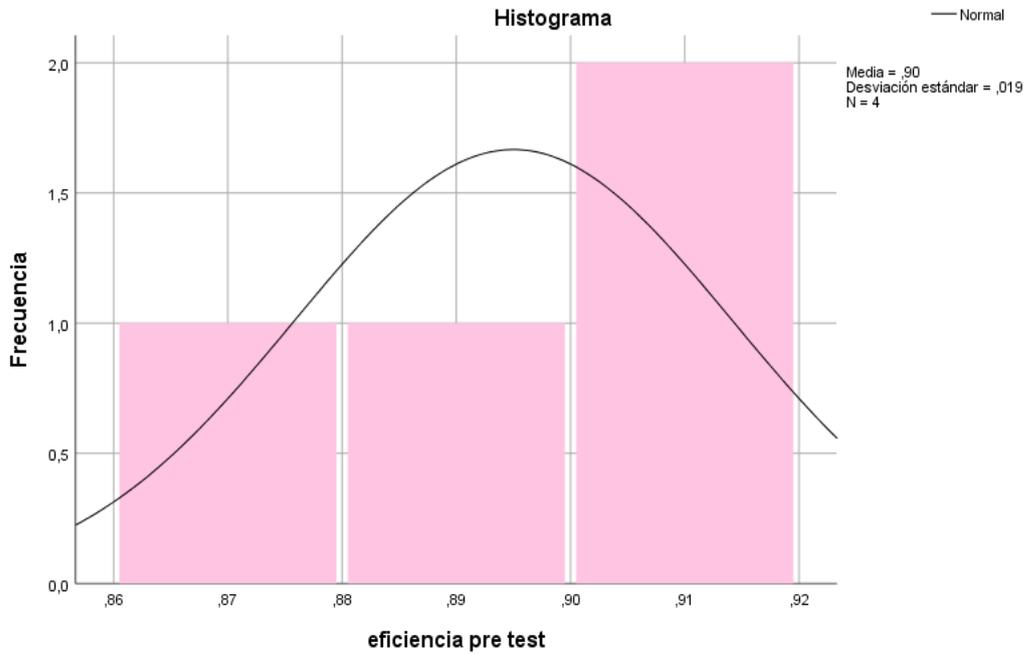


Figura 52. Eficiencia Pre-test
Fuente: Elaboración Propia

Acorde al análisis del histograma de pre test se obtiene una curtosis que posee una mayor concentración de datos a la línea de tendencia central, con respecto a la asimetría es negativa ya que tiene tendencia hacia la izquierda, por lo que los datos se alejan de la media.

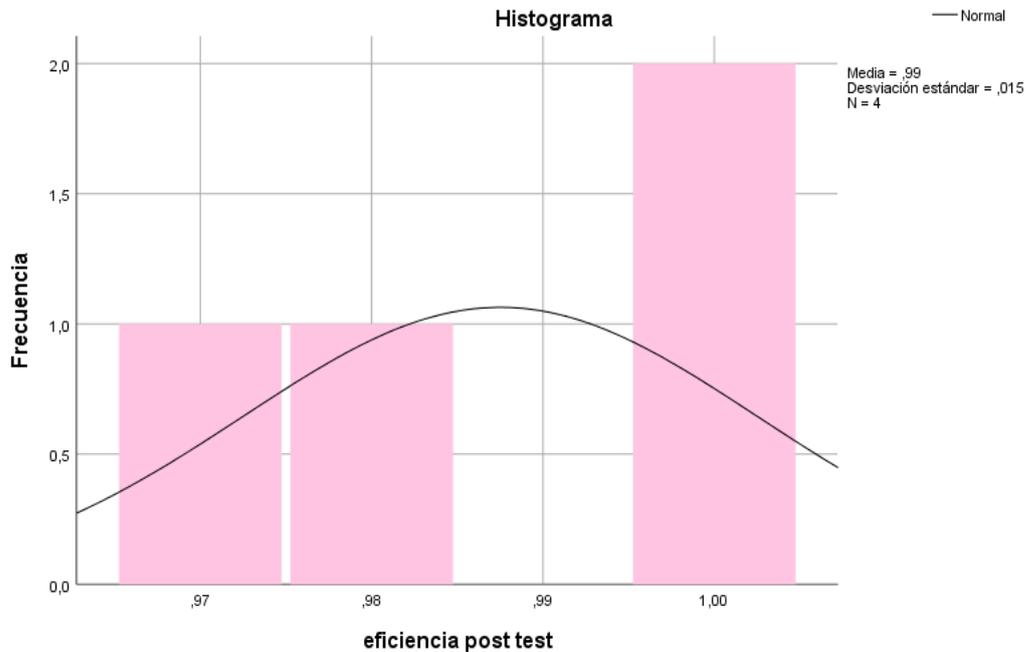


Figura 53. Eficiencia Post-test
Fuente: Elaboración Propia

Según el análisis del histograma post- Test se denota una menor concentración a la línea de tendencia, con respecto a la asimetría se denota una asimetría negativa por ello se afirma que por defecto existen valores más separados de la media.

Dimensión 2: Eficacia

Tabla 84. Contraste descriptivo de eficacia

		Pre-test	Post-test
Eficacia	Media	0.625	0.9700
	Desviación estándar	0.1500	0.02582
	Mínimo	0.5	0.94
	Máximo	0.8	1.00
	Asimetría	0.370	0.000
	Curtosis	-3.901	-1.200

Fuente: SPSS V.26

Entorno al análisis en la Tabla 80 se obtuvo una media pre-test de 62.5% que mejoró en el post-test a 97% siendo el valor de diferencia de mejora 34.5%, con respecto a la desviación estándar de un valor pre-test 0.1500 se logró una diferencia de -82.79% generando un valor post-test 0.02582 con ello se denota una mejora en la variabilidad porque los datos se acercan más a la media, por otra parte se denota la mejora en el incremento del valor mínimo de 0.5 a 0.94 y el valor máximo de 0.8 a 1.00, en asimetría

se ve una mejora que disminuye el surgimiento de errores por defecto o exceso en la medición , en cuanto al análisis de curtosis, hubo una mejora en la concentración de datos a la línea de tendencia al pasar una curtosis pre-test de -3.901 a -1.200.

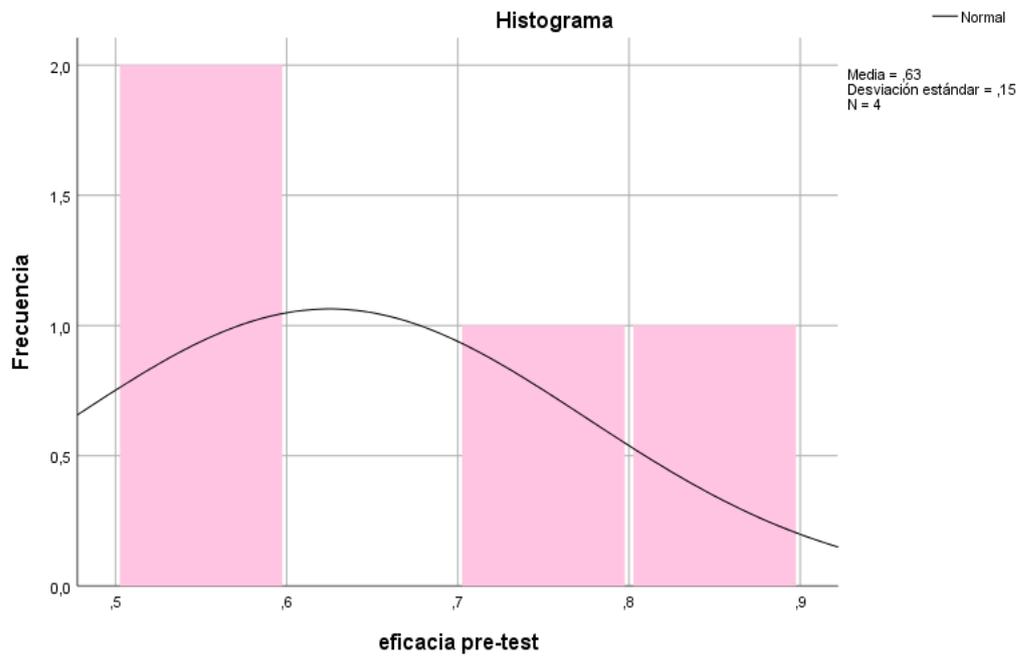


Figura 54. Eficiencia Pre-test
Fuente: Elaboración Propia

En base al análisis de curtosis se denota que los datos se encuentran alejados de la línea de tendencia, mientras que se aprecia una asimetría negativa, por lo que los datos se encuentran lejos de la media.



Figura 55. Eficiencia Post-test
Fuente: Elaboración Propia

En base al análisis de curtosis se denota que los datos se encuentran alejados de la línea de tendencia, mientras que se aprecia una asimetría negativa, por lo que los datos se encuentran lejos de la media

Variable Dependiente: Productividad

Tabla 85. Contraste descriptivo de productividad

		Pre-test	Post-test
Productividad	Media	0.4750	0.9575
	Desviación estándar	0.11121	0.03686
	Mínimo	0.35	0.91
	Máximo	0.61	1.00
	Asimetría	0.223	-0.404
	Curtosis	-0.817	1.591

Fuente: SPSS V.26

En base al análisis en la Tabla 81 se obtuvo una media pre-test de 47.50% que mejoro en el post-test a 95.75% siendo el valor de diferencia de mejora 48.25%, con respecto a la desviación estándar de un valor pre-test 0.11121 se logró una diferencia de -66.86% generando un valor post-test 0.03686 con ello se denota una mejora en la variabilidad porque los datos se acercan más a la media, por otra, parte se denota la mejora en el incremento del valor mínimo de 0.35 a 0.91 y el valor máximo de 0.61 a 1.00, en asimetría se ve una mejora que disminuye el surgimiento de errores por defecto o exceso en la medición , en cuanto al análisis de curtosis, hubo una mejora en la concentración de datos a la línea de tendencia al pasar una curtosis pre-test de -0.817 a 1.591.

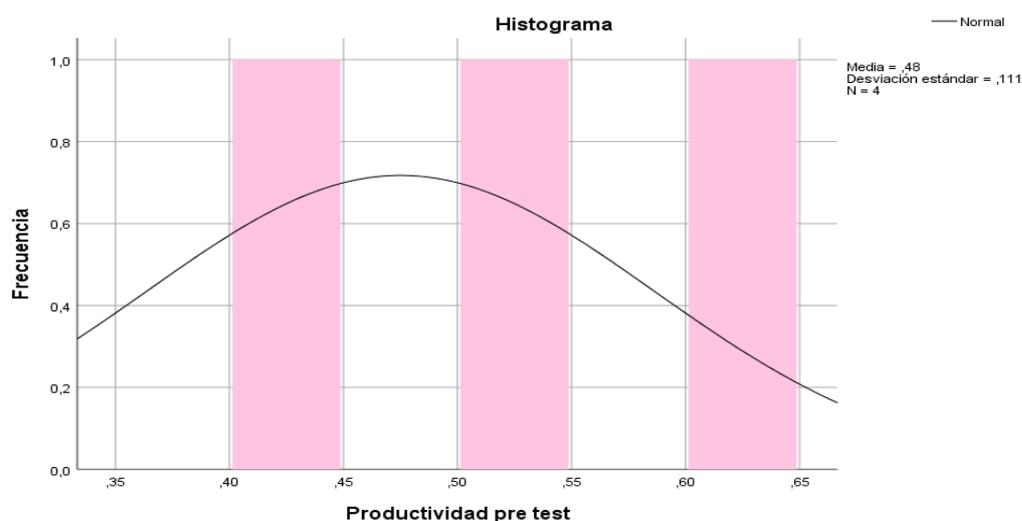


Figura 56. Productividad Pre-test

Fuente: Elaboración Propia

Se muestra en el histograma acorde al análisis de curtosis una lejanía de datos a la línea de tendencia, lo cual, según el análisis de asimetría esta es negativa, por lo que, los datos se alejan de la media.

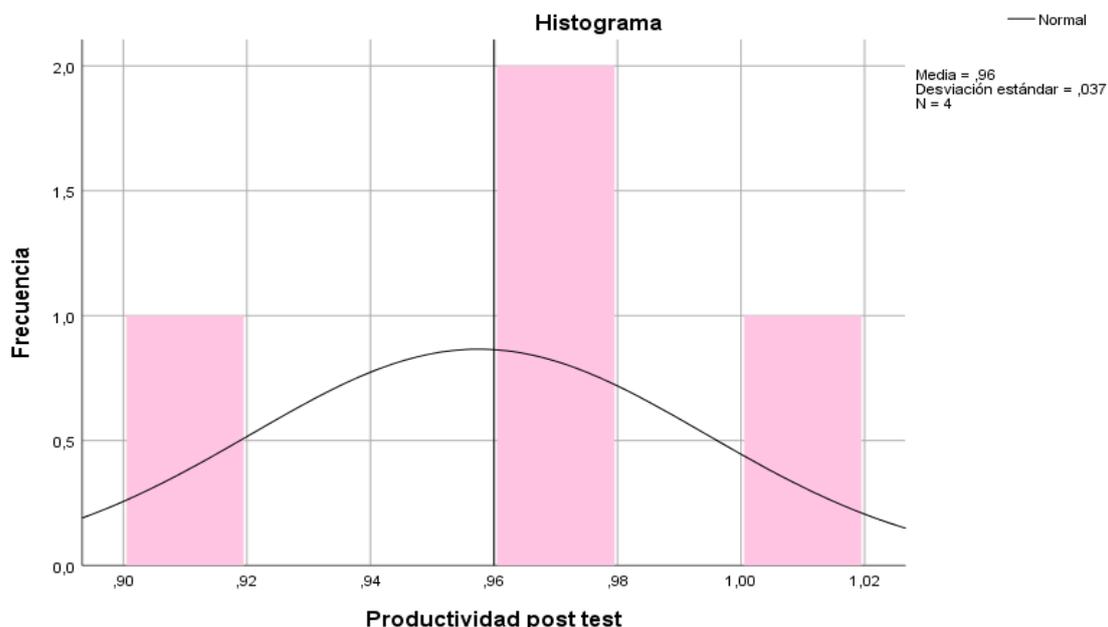


Figura 57. Productividad Post-test
Fuente: Elaboración Propia

En base al análisis de curtosis se presenta una cercanía de datos a la línea de tendencia, por lo que, demuestra que no mejora, debido a que, esta asimetría presenta un mayor sesgo.

Dimensión 2: Estudio de tiempos

Tabla 86. Contraste descriptivo de estudio de tiempos

	Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
Tiempo Estándar Pre-test	1901.77	3851.1	14624.74	2712.31	3945.81
Tiempo Estándar Post-test	238.72	2694.67	3131.8	2115.69	

Fuente: Elaboración propia

En base a los resultados obtenidos, tiene como resultado en la etapa 1 una disminución de 1901.77 min a 238.72, ya que, se redujeron dichas tareas, en la etapa 2 de 3851.1 a 2694.67 min, puesto que, se encuentran actividades combinadas, la etapa 3 una reducción de 14624.74 a 3131.8 min, debido a que, se minimizo tareas y de tal manera en la etapa 4 de 2712.31 a 2115.69 min, ya

que, el nuevo método presenta 4 etapas, suprimiendo la 5 etapa al combinar actividades.

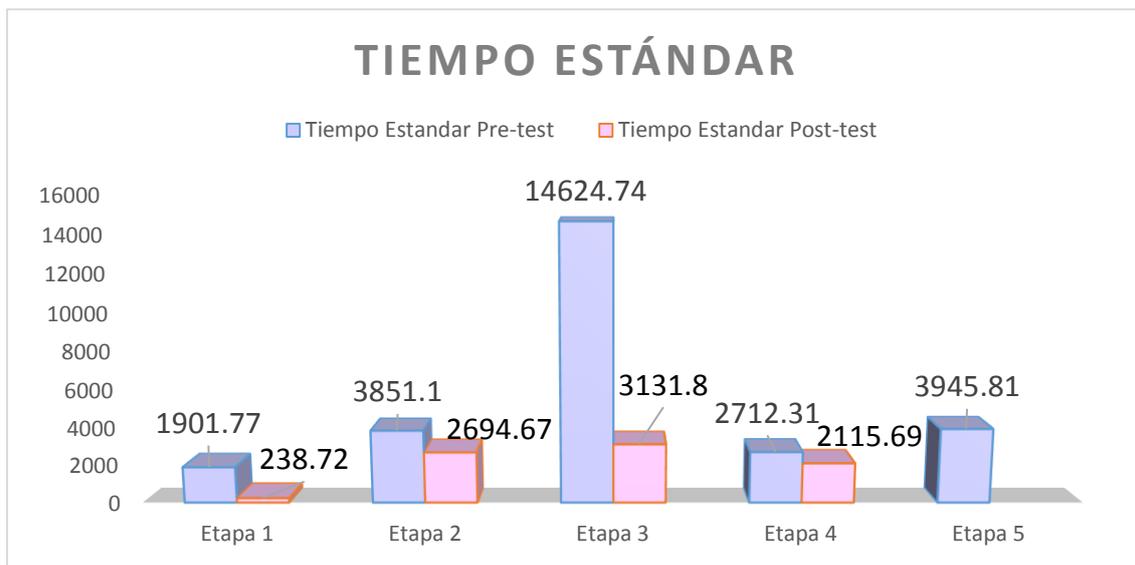


Figura 58. Contraste de tiempo estándar
Fuente: Elaboración Propia

4.2 Análisis inferencial

En el presente análisis inferencial, se procederá a la utilización de la prueba de normalidad de Shapiro Wilk, por lo que, el estadígrafo se calculó acorde al tamaño de la muestra, de acuerdo a los siguientes criterios:

$N \leq 30$, se emplea el estadígrafo de Shapiro Wilk

$N \geq 30$, se emplea el estadígrafo de Kolmogórov Smirnov.

Precisando que “N” resulta siendo la muestra.

Prueba de normalidad de Eficiencia

H₀. La distribución de datos es normal

H₁. La distribución de datos no es normal

Tabla 87. Prueba de normalidad de eficiencia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia pre test	0.863	4	0.272
Eficiencia post test	0.849	4	0.224

Fuente: SPSS V.26

Por consiguiente, se presenta que para la interpretación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, se deberá aplicar la presente regla de decisión:

Si $p\text{valor} \leq 0.05$ los datos de la serie poseen un comportamiento no normal

Si $p\text{valor} > 0.05$ los datos de la serie poseen un comportamiento normal

Por lo tanto, en la prueba de normalidad de eficiencia se obtiene un valor mayor al $p\text{valor}$ de 0.05 en pre test de 0.272 y en post test 0.224 respectivamente, por ello se ratifica que los datos poseen un comportamiento normal, en tal sentido se utilizara la prueba de muestra relacionadas T-student.

Contrastación de hipótesis específica 1

H₀. La aplicación del estudio del trabajo no mejora la eficiencia en una empresa constructora, Arequipa 2022.

H₁. La aplicación del estudio del trabajo mejora la eficiencia en una empresa constructora, Arequipa 2022.

Tabla 88. Contrastación de hipótesis de eficiencia

Prueba de muestras emparejadas								
Eficiencia pre test - Eficiencia post test	Diferencias emparejadas					t	g l	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
	- 0.09250	0.02630	0.01315	- 0.13435	- 0.05065			

Fuente: SPSS V.26

Por consiguiente, se destaca para la siguiente interpretación de la prueba de muestras de T-student al determinar la distribución de datos es normal, se debe aplicar la siguiente regla de decisión:

Si $\sigma \leq 0.05$ se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1)

Si $\sigma > 0.05$ se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_1)

Por ello, mediante el análisis de la prueba de T-student, se halló una significancia de 0.006 menor al pvalor 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula. Con ello se afirma que la aplicación del estudio del trabajo mejora la eficiencia en una empresa constructora, Arequipa 2022.

Prueba de normalidad de Eficacia

H₀. La distribución de datos es normal

H₁. La distribución de datos no es normal

Tabla 89. Prueba de normalidad de eficacia

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia pre-test	0.849	4	0.224
Eficacia post-test	0.993	4	0.972

Fuente: SPSS V.26

Por lo tanto, se destaca para la siguiente interpretación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, de debe tomar en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $pvalor \leq 0.05$ los datos de la serie poseen un comportamiento no normal

Si $pvalor > 0.05$ los datos de la serie poseen un comportamiento normal

Por ello, mediante el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, se halló una significancia en la eficacia pre-test de 0.224 y en post-test de 0.972, lo cual, al ser mayor al p valor de 0.05 en ambos casos, acorde a la regla de decisión, permite afirmar que la distribución de datos es normal, por ello, se empleará la prueba de análisis de muestras relacionadas de T-student.

Contrastación de hipótesis específica 2

H₀. La aplicación del estudio del trabajo no mejora la eficacia en una empresa constructora, Arequipa 2022.

H₁. La aplicación del estudio del trabajo mejora la eficacia en una empresa constructora, Arequipa 2022.

Tabla 90. Contrastación de hipótesis de eficacia

Prueba de muestras emparejadas								
Eficacia pre-test - Eficacia post-test	Diferencias emparejadas					T	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
	-0.34500	0.13102	0.06551	-0.55348	-0.13652	-5.266	3	0.013

Fuente: SPSS V.26

Por lo tanto, se destaca para la siguiente interpretación de la prueba de muestras de T-student al determinar la distribución de datos es normal, se debe aplicar la siguiente regla de decisión:

Si $\sigma \leq 0.05$ se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_1)

Si $\sigma > 0.05$ se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1)

Por ello, mediante el análisis de la prueba de T-student, se halló una significancia de 0.013 menor al pvalor 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula. Con ello se afirma que la aplicación del estudio del trabajo mejora la eficacia en una empresa constructora, Arequipa 2022.

Prueba de normalidad de Productividad

H₀. La distribución de datos es normal

H₁. La distribución de datos no es normal

Tabla 91. Prueba de normalidad de productividad

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad pre test	0.994	4	0.975
Productividad post test	0.939	4	0.647

Fuente: SPSS V.26

Por lo tanto, se resalta para la siguiente interpretación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, de debe tomar en cuenta la siguiente regla de decisión:

Si $p \text{ valor} \leq 0.05$ los datos de la serie poseen un comportamiento no normal

Si $p \text{ valor} > 0.05$ los datos de la serie poseen un comportamiento normal

Por lo tanto, en el análisis de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, se halló una significancia en la productividad pre-test de 0.975 y en post-test de 0.647, lo cual, al ser superior que el p valor de 0.05 en ambos casos, acorde a la regla de decisión, permite rechazar la hipótesis alterna, aceptando la hipótesis nula, por lo que, se afirma que la distribución de datos es normal, por ello, se empleará la prueba de análisis de muestras relacionadas de T-student.

Contrastación de hipótesis general

H₀. La aplicación del estudio del trabajo no mejora la productividad en una empresa constructora, Arequipa 2022.

H₁. La aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad en una empresa constructora, Arequipa 2022.

Tabla 92. Contrastación de hipótesis de productividad

Prueba de muestras emparejadas								
Productividad pre test - Productividad post test	Diferencias emparejadas					t	g l	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
	-0.48250	0.10626	0.05313	-0.65159	-0.31341	-9.081	3	0.003

Fuente: SPSS V.26

Por lo tanto, se destaca para la siguiente interpretación de la prueba de muestras de T-student al determinar la distribución de datos es normal, se debe aplicar la siguiente regla de decisión:

Si $\sigma \leq 0.05$ se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis alterna (H_1)

Si $\sigma > 0.05$ se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alterna (H_1)

Por ello, mediante el análisis de la prueba de T-student, se halló una significancia de 0.003 menor al pvalor 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la nula. Con ello se afirma que la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad en una empresa constructora, Arequipa 2022

V. DISCUSIÓN

El presente estudio surge en consideración de la problemática, de elevados tiempos y costos en la producción de viviendas en la empresa R3, lo cual ha originado una reducción en los niveles de productividad, por ello, tomando como una alternativa de solución al estudio del trabajo se pretende a discutir los resultados obtenidos con el manejo de esta herramienta, a continuación, en contraste con los estudios previos detectados y las revisiones teóricas.

En cuanto a la metodología utilizada, se tomó en cuenta la aplicación de una averiguación de tipo aplicada, de nivel explicativo, en función a un diseño experimental de tipo pre-experimental, como parte de consideración de la viabilidad de su empleo en estudios como los de Hernández y Mendoza (2018) y Valderrama (2013) con el fin de tener resultados significativos.

Con respecto al objetivo general de una productividad pre-test 0.4750 se logró una productividad post-test de 0.9575 generando un valor de diferencia de 0.4825, a través de la implementación de mejora del estudio del trabajo, puesto que, a denotarse una problemática en torno a los excesivos tiempos de elaboración en el método convencional, ya que, las jornadas laborales y exigencias son extensas, lo cual, incrementa el nivel de fatiga de los colaboradores, asimismo la insatisfacción en el cumplimiento de tiempos predeterminados en las actividades requeridas, y elevado nivel de mano de obra, la cual, con la intervención del estudio del trabajo permitió mejorar el proceso de elaboración de una vivienda, optimizando el proceso productivo mediante un nuevo método que conlleva tareas globales que disminuyen tareas improductivas, por lo que, acorde a una significancia de 0.003 se acepta la hipótesis de la investigación corroborando que la aplicación del estudio del trabajo mejora la productividad en una empresa constructora, Arequipa 2022.

Mediante esta perspectiva, se respaldan los resultados obtenidos por Castillo (2020) quien, por medio de la aplicación del estudio del trabajo, convalida que surgen mejorías en los niveles de producción a obtener de 30.51% a 51.38%, se produjo una mejoría en la productividad en el sector de confección incrementando el tiempo útil. Por otra parte, posee similitudes con el estudio de

Medina (2020) quien por medio del estudio del trabajo produjo un incremento en la productividad en el método de trabajo de 6.6% logrando una mejoría en la producción de mano de obra.

Bajo esta posición, se corrobora el estudio de Mejía, López y Rodríguez (2018) que al aplicar el estudio del trabajo incrementa la productividad en el proceso de realización de una vivienda mediante la aplicación de un método mejorado que orientado a la reducción de tareas daban como resultado el cumplimiento del desarrollo de construcción de una vivienda.

En ese marco, se suma el estudio con los resultados de Bernal j. y Ramos L. (2012) quien, con la herramienta del estudio de trabajo, se elaboró un método adecuado con enfoque hacia las necesidades y carencias en cuanto al trabajo de la empresa constructora asistiendo de esta manera a los requerimientos de esta. Resaltando a su vez lo obtenido por Megh, P et al. (2017) quien demuestra que la realización del estudio del trabajo de tipo aplicada en construcción mejora favorablemente en cuanto a la eliminación de tiempos muertos y los beneficios en la reducción de los costos. Por otro lado, se respalda el estudio de Bello D, Murrieta F. y Corts C. (2020) quien al identificar los inconvenientes en la productividad por parte de los colaboradores se permitió reducir los niveles de fatiga en consecuencias a los largos periodos de trabajo, elevando de esa manera la calidad y dedicación en la realización de sus tareas en el área más adecuado, con lo cual se obtiene un producto de mejor calidad en acabado y una reducción en cuanto a la cantidad de merma.

En tal sentido, se ratifica la teoría de Kanawaty (1996) quien destaca que el estudio del trabajo es una herramienta útil en la optimización de procesos lo cual, vinculado a la teoría de Khushboo (2018), corrobora que la productividad es un indicador complementario para mejorar la mejora de las intervenciones de los procesos.

Por lo tanto, se ratifica la teoría de Andrade (2008) quien destaca que el estudio del trabajo es un instrumento el cual se utiliza para evaluar el sistema minimizando la aplicación de recursos, vinculado a la teoría de Arias (2012) corrobora que la eficiencia es la utilización mínima de recursos y tiempo.

Por consiguiente, se ratifica la teoría de Calvo, Pelegrín y Gil (2018) quienes destacan alcanzar un óptimo nivel de producción, vinculado a la teoría de Fernández y Sánchez (2017) corrobora que la eficacia es aquella destreza que tiene una empresa por alcanzar los objetivos establecidos añadiendo la eficacia y factores del entorno.

En el primer objetivo específico se logró una mejoría en el nivel de eficiencia de una media pre-test 0.8950 se obtuvo una eficiencia post-test de 0.9875, obteniendo un valor de diferencia de 0.0925, motivo por el cual, al presentar problemática de la existencia de actividades reiterativas que conllevaban a generar demoras en su producción y por ende elevados nivel de fatigas , por lo que, mediante la implementación del estudio del trabajo, con el nuevo método aplicado se disminuyeron actividades que no agregan valor, al elaborar las paredes de las viviendas de forma horizontal se logró reducir el tiempo empleado en las etapas de la vivienda, por lo tanto, en base a una significancia obtenida de 0.006 se acepta la hipótesis específica del estudio, por ello, se ratifica que la aplicación del estudio del trabajo mejora la eficiencia en una empresa constructora, Arequipa 2022.

Acorde a los resultados obtenidos, se respalda el estudio de Medina (2020) quien mediante la aplicación del estudio del trabajo obtuvo una intervención en las tareas que no agregan valor, disminuyendo así las actividades de 36 a 29. Asimismo, se ratifica los resultados obtenidos de Castillo (2020) se realizaron cambios en los métodos de trabajo, disminuyendo la cantidad de tareas que no agregan valor y se alcanzó una mejora en la eficiencia de 56.15% a 67.92%. Por otra parte, Alarcón y Jiménez (2020) que, mediante la aplicación del estudio del trabajo, logró mejoras en el aprovechamiento en el tiempo.

En el segundo objetivo específico, se logró una mejora en el nivel de eficacia de una media de 62.5% pre-test a una media de 97% post-test, generando un valor diferencia de 34.5%, ya que, con anticipación se encontró actividades de espera y de traslado, las cuales ocasionaban tiempos muertos en el desarrollo de la vivienda , que se debía a la existencia de un tiempo estándar de 1901.77 minutos en la etapa1 seguidamente 3851.1 minutos en la etapa 2 luego 14624.74 minutos en la etapa 3 siguiendo con ello 2712.31 minutos en la etapa 4 y finalmente

3945.81 minutos en la etapa 5, esto ocasionaba retraso en la entrega de la vivienda y no lograban la satisfacción total tanto de la empresa como en los clientes, debido a esto, con la aplicación del estudio del trabajo y la aplicación de un nuevo método donde permita la realización del proceso con menores etapas, se obtuvo una disminución de tiempos en la etapa 1 de 238.72 minutos seguidamente etapa 2 de 2694.67 minutos luego etapa 3 de 3131.8 minutos finalmente la etapa 4 de 2115.69 minutos , puesto que, se obtuvo una mejora en la cantidad de tareas de realización de cada etapa del proceso de producción de una vivienda mejorando la calidad y adicionando beneficios monetarios y materiales, sumando a esto la entrega de la vivienda en el tiempo planteado previamente, en tanto, considerando la adquisición de una significancia de 0.972 es aceptada la hipótesis específica del estudio, en base a ello se confirma que la aplicación del estudio de trabajo mejora la eficacia en la producción de viviendas en la empresa constructora, Arequipa 2022.

En tal sentido, se respalda el estudio de Canales W, Valdivia y Matus (2017) quienes mediante la aplicación de un método de estandarización de tiempos se reestableció los tiempos estándar del proceso y las operaciones que lo componen puesto que se vio reflejada en el resultado de la eficiencia de 0.8950 a una elevación de 0.9875 con una diferencia de 0.0925 lo cual muestra la viabilidad de la herramienta estudio del trabajo. Así mismo se corrobora la investigación de Kanawaty (1996) quien considera como dimensión del estudio de trabajo; al estudio de métodos que es el análisis crítico sistemático de los modos de ejecutar las tareas de manera eficaz reduciendo el desgaste innecesario de la mano del hombre, para la optimización de las etapas del proceso de elaboración a un bajo costo en contraste con la rentabilidad.

Acorde a los resultados extraídos, se ampara la investigación de Castillo, J (2020) destacando en su estudio que, se adoptó el estudio de trabajo, por medio de sus sistemas del estudio de métodos y de tiempos, se disminuyen los retrasos de entrega elevando así la eficiencia a un de 56.15% a 67.92%. Por otra parte, Alarcón K. y Jiménez J. (2020) que, mediante la aplicación del estudio del trabajo, logró mejoras en el aprovechamiento en el tiempo de elaboración de viviendas.

Bajo esta posición se afirma el estudio de Medina R, (2020) que, al aplicar la herramienta del estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de producción, mediante la identificación de actividades improductivas para proceder a su eliminación, mejorando la productividad a un 51.38% con lo cual al reducir tareas el tiempo de entrega de la vivienda es dada en el tiempo previamente pactado.

VI. CONCLUSIONES

En el presente proyecto de investigación, en base a los resultados obtenidos, se obtuvo las siguientes conclusiones:

PRIMERA. Se determinó que mediante la aplicación del estudio del trabajo se logra un incremento en los niveles de productividad de 0.48 a 0.96 puesto que al realizar un mayor aprovechamiento de la tecnología en construcción fue posible dejar de lado la elaboración de una vivienda con un método convencional cambiando el método de trabajo hacia uno más moderno.

SEGUNDA. Se concluye que, mediante la aplicación del estudio del trabajo, se aumenta los niveles de eficiencia en una empresa constructora, puesto que, se obtuvo como resultado un incremento de 0.90 a 0.99, por lo que al disminuir tareas que carecen de valor se logró reducir la cantidad utilizada de mano de obra de los procesos de producción, a su vez, una disminución de la cantidad de merma.

TERCERA. Se concluye que, mediante la aplicación del estudio del trabajo, se aumenta los niveles de eficacia en una empresa constructora, debido a que, se obtuvo como resultado un incremento de 0.63 a 0.97, puesto que, al acrecentar mejoras en las etapas del proceso de elaboración, se logra una producción beneficiosa y adecuada a los niveles de demanda en base a ello, la reducción de fatiga por parte de los colaboradores finalmente logrando así la reducción de demoras en cuanto a la entrega del producto final.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda al gerente de la empresa R3, profundizar más en el estudio del trabajo en manera especial en la mano de obra, puesto que, se ha percibido falencias en la distribución de funciones que aún generan demoras, razón por la cual, si se genera una intervención de mejora en la delegación de tareas por el método de cuadrillas de mano de obra se podrá mejorar la productividad.

Se recomienda al ingeniero de obra de la empresa R3 incrementar las capacitaciones ya que de esa manera aumentaría la competitividad y capacidad de los colaboradores.

Se recomienda al gerente de la empresa R3, profundizar más en la búsqueda de métodos de trabajo asociados al desarrollo de la tecnología de construcción de países como España, Australia, Estados Unidos, Letonia, Tokio y Bali, puesto que, al tomar en consideración dichos avances para la implementación de mejoras en el método propuesto se podrá optimizar más los tiempos de ejecución de la vivienda unifamiliar.

REFERENCIAS

- ALARCÓN K. and JIMÉNEZ J., 2020. *Estudio del trabajo para mejorar la productividad en la fabricación de estructuras metálicas en Maquiser E.I.R.L. Comas, 2020*. Lima: s.n.
- ANDINA, 2021. Ministerio de Vivienda ejecutó el 95.6% de su presupuesto del 2021. .
- ANDRADE, A., A. DEL RIO, C. and ALVEAR, D., 2019. Estudio de Tiempos y Movimientos para Incrementar la Eficiencia en una Empresa de Producción de Calzado. , pp. 83–94.
- ANDRADE A., DEL RIO C. and ALVEAR D., 2019. Estudio de tiempos y movimientos para incrementar la eficiencia en una empresa de calzado.
- ANDRADE, S., 2008. Definición de Eficiencia.
- ARIAS, F., 2012. *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. 6. Venezuela : s.n.
- BACA, G., 2014. *Evaluación de Proyectos*. 4. S.l.: s.n.
- BELLO D., MURRIETA F. and CORTES C., 2020. Análisis de tiempos y movimientos en el proceso de producción de vapor de una empresa generadora de energías limpias.
- BERNAL J. and RAMOS L., 2012. Procedure for studying the organization of work in Cuban Company.
- BETANCOURT D., 2019. Qué es el estudio de métodos y cómo se hace en 8 etapas.
- BOCANGEL G., ROSAS C., BOCANGEL G., PERALES R., HILARIO J. and MONTESINOS F., 2021. *INGENIERIA DE PROCESOS* . 1. S.l.: s.n.
- CADENA K. and VASQUEZ M., 2021. plan de mejora para aumentar la productividad de la empresa Limarice S.A. , vol. 8, no. 2313–1926.
- CALVO ROJAS, J., PELEGRÍN MESA, A. and GIL BASULTO, M., 2018. Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer

- nivel de atención médica de los servicios de salud del sector público. , vol. 12, pp. 96–118.
- CANALES W., VALDIVIA and MATUS R., 2017. Importancia de un Método de Estandarización de tiempo y movimiento de la marca (Salomon, torpedo y belicoso) selección privada de la fábrica MY FATHERS Cigars S.A. .
- CANTÚ, LOPEZ M. and PEIRONE P., 2018. Análisis de los factores que afectan la productividad de obras civiles. .
- CAPECO, 2021. Empresas del sector construcción esperan crecer 11.9% este 2021. .
- CASTILLO J., 2020. *Aplicación del estudio del trabajo para mejorar la productividad del área de confección de la empresa DACARO E.I.R.L., Carabayllo 2020*. Lima: s.n.
- CRUELLES J., 2012. *Productividad e Incentivos*. 1. S.l.: s.n.
- FERNÁNDEZ, C., BAPTISTA, P. and HERNÁNDEZ R., 2014. *Metodología de la investigación*. 6. Mexico: s.n.
- FERNANDEZ, M., RIOS, M. and SANCHEZ, J., 1997. *EFICACIA ORGANIZACIONAL*. 1. Madrid: s.n.
- FONTALVO, T., DE LA HOZ, E. and MORELOS, J., 2018. PRODUCTIVITY AND ITS FACTORS: IMPACT ON ORGANIZATIONAL IMPROVEMENT.
- GARCIA R., 2005. *Estudio del Trabajo* . 2. S.l.: s.n.
- GARCÍA, R., 2005. *Estudio del trabajo : ingeniería de métodos y medición del trabajo*. 2. S.l.: s.n.
- GONZÁLEZ-VÁZQUEZ, I., ARTEAGA-ITURRARÁN, R., GARÍA, M. and PÉREZ-PIÑA, E., 2017. Estudio de tiempos y movimientos para la Implementación de métricos de control de acuerdo a las necesidades de los clientes. , pp. 32–38.
- GUJAR, S. and SHAHARE, A., 2018. Increasing in Productivity by Using Work Study in a Manufacturing Industry. , vol. 5, pp. 1982–1991.

- HARIKRISHNAN, R., RAJESWARAN, M., SATHISH KUMAR, S. and DINESH, K., 2020. Productivity improvement in poly-cover packing line through line balancing and automation. , vol. 33.
- HERNÁNDEZ, R. and MENDOZA, C., 2018. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México : s.n.
- IPE, 2020. Señales de un sector en construcción. .
- KAMBLE, R. and KULKARNI, V., 2014. PRODUCTIVITY IMPROVEMENT AT ASSEMBLY STATION USING WORK STUDY TECHNIQUES. , vol. 3, no. 9, pp. 480–487.
- KANAWATY, G., 1996. *Introducción al estudio del trabajo*. 4. México: s.n.
- KHUSHBOO, K., SURESH, S., ARISUTHA, S. and SUDHAKAR, K., 2018. Anaerobic co-digestion of different wastes in a UASB reactor. ,
- LOPEZ J., ALARCON E. and ROCHA M., 2014. *Estudio del trabajo* . 1. México : s.n.
- MEDINA R., 2020. *Estudio del trabajo para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa de acabados de cuero, 2020*. Trujillo: s.n.
- MEGH P., NISARG P., YASH P. and KHUSHBU V., 2017. A Case Study for Increasing the Productivity in a Construction Equipment Manufacturing Company. .
- MOKTADR, A., AHMED, S., TUJ-ZOHRA, F. and SULTANA, R., 2017. Productivity Improvement by Work Study Technique: A Case on Leather Products Industry of Bangladesh. , vol. 6, no. 1, pp. 1–11.
- MONTERO L., CANALES E., LUNA R., MALLQUI J., MURO R., SANTILLANA P., ARIAS J. and GUTIERREZ J., 2018. Estudio de tiempos con Crystal Ball y su relación con la productividad en condiciones de laboratorio. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho, 2017.
- NIEBEL, B. and FREIVALDS, A., 2014. *MÉTODOS ESTANDARES Y DISEÑO DE TRABAJO*. 12. S.l.: s.n.

- ÑAUPAS, H., VALDIVIA, M., PALACIOS, J. and ROMERO, H., 2018. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. 5. Bogota: s.n.
- RICHTER, A., 2020. El impacto de la crisis del coronavirus en el sector de la construcción pública.
- SANTAMARÍA, A., AGUILUZ, J., RAMÍREZ, M., RIVERA, E. and MEJÍA, M., 2018. *DISEÑO PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE Y LA HABITABILIDAD SEGURA E INCLUYENTE*. 1. México : s.n.
- TEJADA, G., RUIZ, G.. and OLAZABALAGA, M., 2017. VALUATION OF THE EDUCATIONAL OBJECTS WITH AUGMENTED REALITY: EXPERIENCE WITH POSGRADUATES STUDENTS. , pp. 19–31.
- TEJADA N., GISBERT V. and PÉREZ A., 2017. METHODOLOGY OF STUDY OF TIME AND MOVEMENT; INTRODUCTION TO THE GSD. , no. 2254–3376.
- TERRAZAS, B., 2021. Uso alterno del cronómetro de un teléfono celular en la medición del período de oscilación de un péndulo para experimentación en educación a distancia. , vol. 15.
- VIDES, E., DÍAZ, L. and GUTIÉRREZ, J., 2017. Análisis metodológico para la realización de estudios de métodos y tiempos. , pp. 3–10.
- VIVALLO, A., 2018. *FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS* . S.I.: s.n.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente: Estudio de trabajo	Es un instrumento principal para aumentar la productividad y eficiencia apta para toda área de realización de una empresa (Baca, 2014).	El estudio del trabajo a considerado las dos dimensiones estudio de métodos y de tiempo, con el fin, de optimizar las labores ejecutadas por el trabajador.	Estudio de Métodos	$AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100\%$ <p>Leyenda AP: Actividades productivas</p> <hr/> $AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100\%$ <p>Leyenda AI: Actividades improductivas</p>	Razón
			Estudio de Tiempo	$TE = (TN) * (1 + S)$ <p>Leyenda TE: Tiempo estándar (min) TN: Tiempo normal (min) S: Suplemento</p>	Razón
Variable dependiente: Productividad	Productividad es el nivel de rentabilidad que utilizan los requerimientos para lograr los objetivos predispuestos (García, 2005).	La productividad, es el resultado entre la cantidad de productos realizados y los recursos que se utilizaron para su elaboración.	Eficiencia	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Tiempo programado}} * 100\%$	Razón
			Eficacia		Razón

				$\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programados}} \times 100\%$	
--	--	--	--	---	--

EMPRESA REAL R3**Ficha de Registro de Tiempos**

Etapas del Proceso	Tiempo promedio Observado	Factor de valoración	Tiempo Normal
Etapa 1			
Etapa 2			
Etapa 3			
Etapa 4			
Etapa 5			

Etapas	Necesidades Personales	Fatiga	Especiales	Suplementos(%)
Etapa 1				
Etapa 2				
Etapa 3				
Etapa 4				
Etapa 5				

Etapas del Proceso	Tiempo normal (min)	Suplementos (min)	Tiempo estándar (min)
Etapa 1			
Etapa 2			
Etapa 3			
Etapa 4			
Etapa 5			
Total			

Anexo 03. Instrumentos Variable 2

EMPRESA REAL R3						
Ficha de Productividad						
Etapa	1	2	3	4	5	Promedio
Actividad Productivas						
Actividades Improductivas						

Meses	Eficiencia	Eficacia	Productividad
Mes 1			
Mes2			
Mes 3			
Mes 4			
Promedio			

Meses	Tiempo trabajado (días)	Tiempo programado (días)	Eficiencia
Mes 1			
Mes 2			
Mes 3			
Etapa 4			
Promedio			

Anexo 04. Certificado de Validez



c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

N°	DIMENSIONES / Items	Coherencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO							
1	Dimensión 1: Estudio de Métodos $AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} \cdot 100\%$ $AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} \cdot 100\%$	X		X		X		
2	Dimensión 2: Estudio de Tiempo $TE = (TN) \cdot (1 + S)$	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
3	Dimensión 1: Eficiencia $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Tiempo programado}} \cdot 100\%$	X		X		X		
4	Dimensión 2: Eficacia $\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programada}} \cdot 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Molina Vélchez Jaime Enrique DNI: 06019540

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial CIP 100497

07 de enero 2022

¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo
² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específicos del constructo
³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

N°	DIMENSIONES / ítems	Coherencia		Relevancia ¹		Claridad ²		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO	Si	No	Si	No	Si	No	
1	Dimensión 1: Estudio de Métodos $AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100\%$ $AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100\%$	X		X		X		
2	Dimensión 2: Estudio de Tiempo $TE = (TN) * (1 + S)$	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Dimensión 1: Eficiencia $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Tiempo programado}} * 100\%$	X		X		X		
4	Dimensión 2: Eficacia $\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programados}} * 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA
Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Sunohara Ramirez, Percy DNI: 40608759

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

07 de marzo 2022
¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


Firma del Experto Informante.

c) Certificado de validez de contenido del instrumento que mide

N°	DIMENSIONES / ítems	Coheren cial		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: ESTUDIO DEL TRABAJO							
1	Dimensión 1: Estudio de Métodos $AP = \frac{\sum \text{actividades productivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100\%$ $AI = \frac{\sum \text{actividades improductivas}}{\sum \text{total de actividades}} * 100\%$	X		X		X		
2	Dimensión 2: Estudio de Tiempo $TE = (TN) * (1 + S)$	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
3	Dimensión 1: Eficiencia $\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo trabajado}}{\text{Tiempo programado}} * 100\%$	X		X		X		
4	Dimensión 2: Eficacia $\text{Eficacia} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción programados}} * 100\%$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): HAY SUFICIENCIA

Opinión de aplicabilidad: Aplicable [X] Aplicable después de corregir [] No aplicable []

Apellidos y nombres del juez validador: Rodríguez Alegre Lino CIP DNI: 06535058

Especialidad del validador: Ingeniero Pesquero Tecnólogo Mg Administrac. CIP 25095

07 de enero 2022

¹ Coherencia: El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo

² Relevancia: El ítem es esencial o importante, para representar al componente o dimensión específica del constructo

³ Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

Firma del Experto Informante.

Anexo 05. Tiempos observados pre-test etapa 1

T1ET1	T2ET1	T3ET1	T4ET1	T5ET1	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo	Rango	Cociente	N° de observaciones
360	389	340	362	349	360	18.48	389.00	340.00	49.00	0.14	6
120	124	116	139	118	123.4	9.21	139.00	116.00	23.00	0.19	10
180	180	190	185	160	179	11.40	190.00	160.00	30.00	0.17	8
200	180	170	210	190	190	15.81	210.00	170.00	40.00	0.21	12
15	13	15	13	14	14	1.00	15.00	13.00	2.00	0.14	6
30	30	30	31	35	31.2	2.17	35.00	30.00	5.00	0.16	8
260	280	245	262	240	257.4	15.77	280.00	240.00	40.00	0.16	8
30	30	31	30	35	31.2	2.17	35.00	30.00	5.00	0.16	8
20	20	23	22	22	21.4	1.34	23.00	20.00	3.00	0.14	6

Anexo 06. Tiempos observados pre-test etapa 2

T1ET2	T2ET2	T3ET2	T4ET2	T5ET2	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo	Rango	Cociente	Nº de observaciones
50	57	50	58	56	54.2	3.90	58.00	50.00	8.00	0.15	6
165	180	190	180	160	175	12.25	190.00	160.00	30.00	0.17	8
15	13	15	13	14	14	1.00	15.00	13.00	2.00	0.14	6
50	50	57	58	56	54.2	3.90	58.00	50.00	8.00	0.15	6
340	365	310	346	348	341.8	20.05	365.00	310.00	55.00	0.16	8
15	15	13	14	16	14.6	1.14	16.00	13.00	3.00	0.21	12
50	57	58	56	55	55.2	3.11	58.00	50.00	8.00	0.14	6
335	330	345	360	310	336	18.51	360.00	310.00	50.00	0.15	6
15	15	13	13	14	14	1.00	15.00	13.00	2.00	0.14	6
60	64	57	66	58	61	3.87	66.00	57.00	9.00	0.15	6
340	348	346	310	365	341.8	20.05	365.00	310.00	55.00	0.16	8
15	14	15	16	14	14.8	0.84	16.00	14.00	2.00	0.14	6
60	67	60	68	70	65	4.69	70.00	60.00	10.00	0.15	6
370	390	365	375	340	368	18.23	390.00	340.00	50.00	0.14	6
15	15	16	14	13	14.6	1.1401754	16	13	3	0.21	12
750	780	810	790	705	767	40.87	810.00	705.00	105.00	0.14	6
210	210	250	250	210	226	21.91	250.00	210.00	40.00	0.18	10
15	13	13	14	15	14	1.00	15.00	13.00	2.00	0.14	6

Anexo 07. Tiempos observados pre-test etapa 3

T1ET3	T2ET3	T3ET3	T4ET3	T5ET3	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MAXIMO	MINIMO	RANGO	COCIENTE	Nº de Observaciones
55	60	61	57	63	59.2	3.19	63.00	55.00	8.00	0.14	6
95	105	92	100	111	100.6	7.64	111.00	92.00	19.00	0.19	10
28	30	33	31	28	30	2.12	33.00	28.00	5.00	0.17	8
64	57	60	66	58	61	3.87	66.00	57.00	9.00	0.15	6
105	100	98	99	112	102.8	5.81	112.00	98.00	14.00	0.14	6
30	29	25	28	28	28	1.87	30.00	25.00	5.00	0.18	10
55	59	63	60	57	58.8	3.03	63.00	55.00	8.00	0.14	6
99	111	100	103	95	101.6	5.98	111.00	95.00	16.00	0.16	8
29	30	27	25	28	27.8	1.92	30.00	25.00	5.00	0.18	10
875	878	960	856	984	910.6	57.31	984.00	856.00	128.00	0.14	6
249	240	234	246	216	237	13.08	249.00	216.00	33.00	0.14	6
33	27	33	30	31	30.8	2.49	33.00	27.00	6.00	0.19	10
124	116	120	139	118	123.4	9.21	139.00	116.00	23.00	0.19	10
851	840	809	918	804	844.4	45.73	918.00	804.00	114.00	0.14	6
33	30	29	31	28	30.2	1.92	33.00	28.00	5.00	0.17	8
117	123	138	120	119	123.4	8.44	138.00	117.00	21.00	0.17	8
1378	1320	1489	1230	1250	1333.4	104.91	1489.00	1230.00	259.00	0.19	10
27	33	30	31	29	30	2.24	33.00	27.00	6.00	0.20	12
118	122	124	120	136	124	7.07	136.00	118.00	18.00	0.15	6
876	840	896	801	987	880	69.93	987.00	801.00	186.00	0.21	12
989	997	960	870	871	937.4	62.60	997.00	870.00	127.00	0.14	6

421	480	481	423	483	457.6	32.52	483.00	421.00	62.00	0.14	6
27	33	31	30	29	30	2.24	33.00	27.00	6.00	0.20	12
117	123	103	120	121	116.8	8.01	123.00	103.00	20.00	0.17	8
609	695	660	607	697	653.6	44.16	697.00	607.00	90.00	0.14	6
28	30	32	31	27	29.6	2.07	32.00	27.00	5.00	0.17	8
120	106	123	120	122	118.2	6.94	123.00	106.00	17.00	0.14	6
406	459	420	416	468	433.8	27.77	468.00	406.00	62.00	0.14	6
33	27	33	30	31	30.8	2.49	33.00	27.00	6.00	0.19	10
55	61	60	57	63	59.2	3.19	63.00	55.00	8.00	0.14	6
416	459	420	401	422	423.6	21.43	459.00	401.00	58.00	0.14	6
33	27	29	30	31	30	2.24	33.00	27.00	6.00	0.20	12
3129	3360	3420	3680	3280	3373.8	202.98	3680.00	3129.00	551.00	0.16	8
240	249	234	246	216	237	13.08	249.00	216.00	33.00	0.14	6
27	33	30	29	28	29.4	2.30	33.00	27.00	6.00	0.20	12
20	24	20	24	24	22.4	2.19	24.00	20.00	4.00	0.18	10
380	375	390	395	340	376	21.62	395.00	340.00	55.00	0.15	6
15	16	16	16	18	16.2	1.10	18.00	15.00	3.00	0.19	10
124	116	139	120	121	124	8.86	139.00	116.00	23.00	0.19	10
1378	1489	1320	1230	1250	1333.4	104.91	1489.00	1230.00	259.00	0.19	10
28	30	32	27	33	30	2.55	33.00	27.00	6.00	0.20	12
55	59	63	60	57	58.8	3.03	63.00	55.00	8.00	0.14	6
416	459	420	401	423	423.8	21.42	459.00	401.00	58.00	0.14	6
27	30	33	28	32	30	2.55	33.00	27.00	6.00	0.20	12
58	62	60	57	66	60.6	3.58	66.00	57.00	9.00	0.15	6
416	420	459	401	421	423.4	21.45	459.00	401.00	58.00	0.14	6
33	27	29	31	30	30	2.24	33.00	27.00	6.00	0.20	12
3129	3526	3360	3680	3280	3395	214.24	3680.00	3129.00	551.00	0.16	8

230	244	269	240	239	244.4	14.67	269.00	230.00	39.00	0.16	8
30	33	27	29	31	30	2.24	33.00	27.00	6.00	0.20	12

Anexo 08. Tiempos observados pre-test etapa 4

T1ET4	T2ET4	T3ET4	T4ET4	T5ET4	Media	Desviación estándar	máximo	Mínimo	Rango	Cociente	N° de observaciones
20	20	23	22	22	21.4	1.34	23.00	20.00	3.00	0.14	6
380	370	385	360	420	383	22.80	420.00	360.00	60.00	0.16	8
10	10	9	11	9	9.8	0.84	11.00	9.00	2.00	0.20	12
20	22	22	23	20	21.4	1.34	23.00	20.00	3.00	0.14	6
150	130	130	150	140	140	10.00	150.00	130.00	20.00	0.14	6
10	9	10	11	11	10.2	0.84	11.00	9.00	2.00	0.20	12
20	22	22	23	24	22.2	1.48	24.00	20.00	4.00	0.18	10
180	170	180	195	165	178	11.51	195.00	165.00	30.00	0.17	8
10	9	10	11	11	10.2	0.84	11.00	9.00	2.00	0.20	12
20	22	22	20	23	21.4	1.34	23.00	20.00	3.00	0.14	6
410	419	410	452	475	433.2	29.06	475.00	410.00	65.00	0.15	6
15	13	13	14	15	14	1.00	15.00	13.00	2.00	0.14	6
20	22	23	22	20	21.4	1.34	23.00	20.00	3.00	0.14	6
160	170	160	179	155	164.8	9.63	179.00	155.00	24.00	0.15	6
15	14	13	15	13	14	1.00	15.00	13.00	2.00	0.14	6
20	22	23	22	24	22.2	1.48	24.00	20.00	4.00	0.18	10
165	182	165	171	159	168.4	8.71	182.00	159.00	23.00	0.14	6
15	15	13	13	14	14	1.00	15.00	13.00	2.00	0.14	6
20	23	22	22	20	21.4	1.34	23.00	20.00	3.00	0.14	6
160	155	170	160	179	164.8	9.63	179.00	155.00	24.00	0.15	6
15	13	13	14	15	14	1.00	15.00	13.00	2.00	0.14	6
20	24	23	22	22	22.2	1.48	24.00	20.00	4.00	0.18	10
165	165	182	171	159	168.4	8.71	182.00	159.00	23.00	0.14	6

15	13	13	14	15	14	1.00	15.00	13.00	2.00	0.14	6
----	----	----	----	----	----	------	-------	-------	------	------	---

Anexo 09. Tiempos observados pre-test etapa 5

T1ET5	T2ET5	T3ET5	T4ET5	T5ET5	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo	Rango	Cociente	N° de observaciones
110	98	115	110	110	108.6	6.31	115.00	98.00	17.00	0.16	8
1250	1250	1255	1450	1270	1295	87.03	1450.00	1250.00	200.00	0.15	6
120	125	117	135	120	123.4	7.09	135.00	117.00	18.00	0.15	6
1050	1050	1200	1090	1045	1087	65.73	1200.00	1045.00	155.00	0.14	6
60	60	50	59	60	57.8	4.38	60.00	50.00	10.00	0.17	8
340	360	370	330	320	344	20.74	370.00	320.00	50.00	0.15	6
20	20	23	22	22	21.4	1.34	23.00	20.00	3.00	0.14	6

Anexo 10. Tiempos observados post-test etapa 1

T1ET1	T2ET1	T3ET1	T4ET1	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo	Rango	Cociente	N° de observaciones
30	30	30	35	31.25	2.50	35.00	30.00	5.00	0.16	8
10	10	9	11	10	0.82	11.00	9.00	2.00	0.20	12
60	60	50	59	57.25	4.86	60.00	50.00	10.00	0.17	8
60	60	50	59	57.25	4.86	60.00	50.00	10.00	0.17	8
10	10	9	11	10	0.82	11.00	9.00	2.00	0.20	12

Anexo 11. Tiempos observados post-test etapa 2

T1ET2	T2ET2	T3ET2	T4ET2	Media	Desviación estándar	Máximo	Mínimo	Rango	Cociente	N° de observaciones
30	32	31	35	32	2.16	35.00	30.00	5.00	0.16	8
60	57	64	66	61.75	4.03	66.00	57.00	9.00	0.15	6
10	10	11	9	10	0.82	11.00	9.00	2.00	0.20	12
30	31	35	33	32.25	2.22	35.00	30.00	5.00	0.16	8
30	29	35	33	31.75	2.75	35.00	29.00	6.00	0.19	10
40	39	35	41	38.75	2.63	41.00	35.00	6.00	0.15	6
10	11	10	9	10	0.82	11.00	9.00	2.00	0.20	12
60	57	66	64	61.75	4.03	66.00	57.00	9.00	0.15	6
10	11	9	10	10	0.82	11.00	9.00	2.00	0.20	12
60	57	66	58	60.25	4.03	66.00	57.00	9.00	0.15	6
1430	1430	1547	1336	1435.75	86.40	1547.00	1336.00	211.00	0.15	6
10	10	9	11	10	0.82	11.00	9.00	2.00	0.20	12

Anexo 12. Tiempos observados post-test etapa 3

T1ET3	T2ET3	T3ET3	T4ET3	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MAXIMO	MINIMO	RANGO	COCIENTE	N° de Observaciones
15	13	15	14	14.25	0.96	15.00	13.00	2.00	0.14	6
110	107	95	110	105.5	7.14	110.00	95.00	15.00	0.14	6
11	9	11	11	10.5	1.00	11.00	9.00	2.00	0.19	10
110	105	120	109	111	6.38	120.00	105.00	15.00	0.14	6
10	9	11	10	10	0.82	11.00	9.00	2.00	0.20	12
720	680	726	780	726.5	41.10	780.00	680.00	100.00	0.14	6
1200	1300	1108	1305	1228.25	93.62	1305.00	1108.00	197.00	0.16	8

Anexo 13. Tiempos observados post-test etapa 4

T1ET4	T2ET4	T3ET4	T4ET4	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MAXIMO	MINIMO	RANGO	COCIENTE	N° de Observaciones
180	170	176	195	180.25	10.66	195.00	170.00	25.00	0.14	6
960	990	860	970	945	58.02	990.00	860.00	130.00	0.14	6
60	70	60	72	65.5	6.40	72.00	60.00	12.00	0.18	10
240	230	250	265	246.25	14.93	265.00	230.00	35.00	0.14	6

Anexo 14. Presupuesto de casa convencional de 1 planta

Item	Descripción	Unid	Metrado	Precio \$/	Parcial \$/
01	ESTRUCTURAS				25,573.05
01.01	OBRAS PRELIMINARES				4,650.00
01.01.03	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	sem	6.00	775.00	4,650.00
01.02	OBRAS CONSTANTES				392.72
01.02.01	TRANSPORTE VERTICAL Y HORIZONTAL DE MATERIALES EN OBRA	vje	4.00	96.18	392.72
01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,089.70
01.04.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	36.00	3.25	117.36
01.04.02	EXCAVACION PARA CIMIENTOS HASTA 1.00 m TERRENO NORMAL	m3	9.60	34.21	328.42
01.04.04	ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUO A MANO) R=25 m/día	m3	8.00	80.49	643.92
01.05	CONCRETO SIMPLE				6,139.66
01.05.01	SOLADOS CONCRETO f'c=100 kg/m ² h=2"	m2	2.24	31.79	71.21
01.05.02	CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:10 CEMENTO-HORMIGON 30%PIEDRA	m3	7.24	246.96	1,788.14
01.05.03	ENDOFRADO Y DESENOFRADO NORMAL PARA SOBRECIMIENTO HASTA 0.30 m	m2	24.80	35.99	892.55
01.05.04	CONCRETO 1:8+2% FM PARA SOBRECIMIENTOS	m3	3.72	611.87	2,276.16
01.05.05	CONCRETO EN FALSO PISO MEZCLA 1:8 CEMENTO-HORMIGON E=4"	m2	35.00	31.76	1,111.60
01.06	CONCRETO ARMADO				13,300.97
01.06.02	COLUMNAS				5,023.87
01.06.02.01	ACERO fy=4200 kg/m ² GRADO 60 en COLUMNAS	kg	312.00	6.05	1,890.72
01.06.02.02	ENDOFRADO Y DESENOFRADO NORMAL EN COLUMNAS	m2	24.00	60.80	1,459.20
01.06.02.03	CONCRETO EN COLUMNAS f'c=210 kg/m ²	m3	3.98	420.59	1,673.95
01.06.03	VIGAS				3,555.48
01.06.03.01	ENDOFRADO Y DESENOFRADO NORMAL EN VIGAS	m2	18.00	69.47	1,250.46
01.06.03.02	ACERO fy=4200 kg/m ² GRADO 60 en VIGAS	kg	210.00	6.05	1,272.60
01.06.03.03	CONCRETO EN VIGAS f'c=210 kg/m ²	m3	2.50	412.97	1,032.43
01.06.04	LOSAS ALIGERADAS				4,721.61
01.06.04.01	ENDOFRADO Y DESENOFRADO NORMAL EN LOSAS ALIGERADAS	m2	35.00	45.88	1,605.80
01.06.04.02	LADRILLO HUECO DE ARCILLA h=15 cm PARA TECHO ALIGERADO	pza	310.00	0.92	285.20
01.06.04.03	ACERO fy=4200 kg/m ² GRADO 60 en LOSAS ALIGERADAS	kg	204.00	6.05	1,236.24
01.06.04.04	CONCRETO EN LOSAS ALIGERADAS f'c=210 kg/m ²	m3	3.80	419.57	1,594.37
01	ARQUITECTURA				15,675.93
01.01	ALBANILERIA				9,774.00
01.01.02	MURO LADRILLO KIK DE ARCILLA 18 H (0.09x0.13x0.24) AMARRE DE CANTO, MORTERO 1:1.5, JUNTA 1.5 cm	m2	75.00	130.32	9,774.00
01.02	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				4,284.93
01.02.02	TARRAJEO DE MUROS INTERIORES	m2	91.00	26.51	2,412.41
01.02.03	TARRAJEO DE MUROS EXTERIORES	m2	52.00	36.01	1,872.52
01.03	CIELORRASOS				964.95
01.03.01	TARRAJEO DE CIELORASO	m2	35.00	27.57	964.95
01.04	FISOS Y PAVIMENTOS				652.05
01.04.01	CONTRAPISO DE 2"	m2	35.00	18.63	652.05
01	INSTALACIONES ELECTRICAS				5,195.00
01.01	TUBERIAS Y CAJAS PARA INSTALACIONES ELECTRICAS DEL PRIMER NIVEL	gb	1.00	3,195.00	3,195.00
01.04	TABLEROS DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 12 POLOS	pza	1.00	2,000.00	2,000.00
01	INSTALACIONES SANITARIAS				2,530.27
01	INSTALACIONES SANITARIAS				2,530.27
01.01	SISTEMA DE DESAGUE				1,157.55
01.01.01	INSTALACION DE DESAGUE PRIMER NIVEL	gb	1.00	1,157.55	1,157.55
01.02	SISTEMA DE AGUA FRIA Y CONTRA INCENDIO				686.36
01.02.01	SALIDA DE AGUA CALIENTE CON TUBERIA CPVC PRIMER NIVEL	gb	1.00	686.36	686.36
01.03	SISTEMA DE AGUA CALIENTE				686.36
01.03.01	SALIDA DE AGUA CALIENTE CON TUBERIA CPVC PRIMER NIVEL	gb	1.00	686.36	686.36
	COSTO DIRECTO				48,974.25

Anexo 15. Evidencias



Anexo 16. Carta de autorización

TABLA PARA CALCULO DEL NUMERO DE OBSERVACIONES					
R/X	5	10	R/X	5	10
0	0	0	0.48	68	39
0.01	1	1	0.50	74	42
0.02	1	1	0.52	80	46
0.03	1	1	0.54	86	49
0.04	1	1	0.56	93	53
0.05	1	1	0.58	100	57
0.06	1	1	0.60	107	61
0.07	1	1	0.62	114	65
0.08	1	1	0.64	121	69
0.09	1	1	0.66	129	74
0.10	3	2	0.68	137	78
0.12	4	2	0.70	145	83
0.14	6	3	0.72	153	88
0.16	8	4	0.74	162	93
0.18	10	6	0.76	171	98
0.20	12	7	0.78	180	103
0.22	14	8	0.80	190	108
0.24	13	10	0.82	199	113
0.26	20	11	0.84	209	119
0.28	23	13	0.86	218	126
0.30	27	15	0.88	229	131
0.32	30	17	0.90	239	138
0.34	34	20	0.92	250	143
0.36	38	22	0.94	261	149
0.38	43	24	0.96	273	156
0.40	47	27	0.98	284	162
0.42	52	30	1.00	296	169
0.44	57	33	1.02	303	173
0.46	63	36	1.04	313	179

Anexo 17. Tabla para calcular observaciones

 **R3 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS**

Arequipa, 07 de enero del 2022

ASUNTO:

Autorización para realizar tesis de investigación en nuestras instalaciones

Srta. Guina Quisocala Vilca y Srta. Virginia Marilia Pinto Paredes

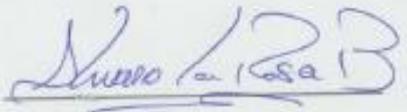
Presente. -

Yo, Alvaro la Rosa Barrios, identificado con DNI 29722474 de AREQUIPA, en mi calidad de Gerente G. de la empresa **R3 SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS**, autorizo al Srta. Guina Quisocala Vilca y al Srta. Virginia Marilia Pinto Paredes, identificados con el DNI **72559095** y el DNI **73031126** respectivamente, a utilizar la información confidencial de la empresa para el desarrollo del proyecto de tesis denominado "APLICACIÓN DEL ESTUDIO DEL TRABAJO PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA, AREQUIPA 2022". Como condiciones contractuales, se obliga a los investigadores a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le fue suministrada, (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente, información alguna de las actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología, procesos y demás) relacionados con el proyecto. Por ende, los estudiantes asumen que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela Profesional de ingeniería industrial.

Saludos

ATENTAMENTE,





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MOLINA VILCHEZ JAIME ENRIQUE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "Aplicación del estudio del trabajo para incrementar la productividad en una empresa constructora, Arequipa 2022", cuyos autores son QUISOCALA VILCA GUINA, PINTO PAREDES VIRGINIA MARILIA, constato que la investigación cumple con el índice de similitud establecido, y verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 31 de Marzo del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MOLINA VILCHEZ JAIME ENRIQUE DNI: 06019540 ORCID 0000-0001-7320-0618	Firmado digitalmente por: MVILCHEZJA el 18-04- 2022 23:35:37

Código documento Trilce: TRI - 0293540