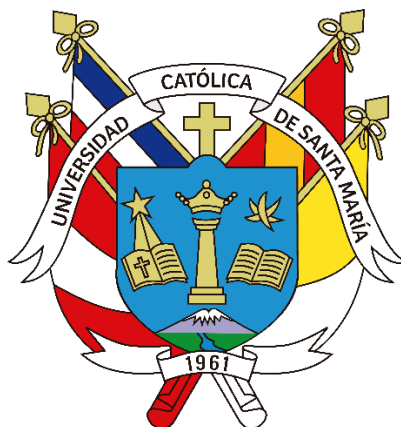


Universidad Católica de Santa María
Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**VALUE STREAM MAPPING, REPORTE A3 Y CHOOSING BY ADVANTAGES:
HERRAMIENTAS LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM (LPDS) APLICADAS EN
LA GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN, CASO EDIFICIO IFB CERTUS EN LA
CIUDAD DE AREQUIPA**

Tesis presentada por el Bachiller:
López Cayo, Heber Franklin
para optar el título profesional de:
Ingeniero Civil

Asesor:
**Mag. Ing. Ugarte Calderón,
Enrique Alfonso**

Arequipa – Perú
2022

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA CIVIL
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 04 de Septiembre del 2022

Dictamen: 002571-C-EPIC-2022

Visto el borrador del expediente 002571, presentado por:

2009241761 - LOPEZ CAYO HEBER FRANKLIN

Titulado:

**VALUE STREAM MAPPING, REPORTE A3 Y CHOOSING BY ADVANTAGES: HERRAMIENTAS LEAN
PROJECT DELIVERY SYSTEM (LPDS) APLICADAS EN LA GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN, CASO
EDIFICIO IFB CERTUS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA.**

Nuestro dictamen es:

APROBADO

**1949 - DIAZ GALDOS MIGUEL RENATO
DICTAMINADOR**



**2778 - UGARTE CALDERON ENRIQUE ALFONSO
DICTAMINADOR**



**9633 - TORRES ALMIRON JENIFFER CARLA
DICTAMINADOR**

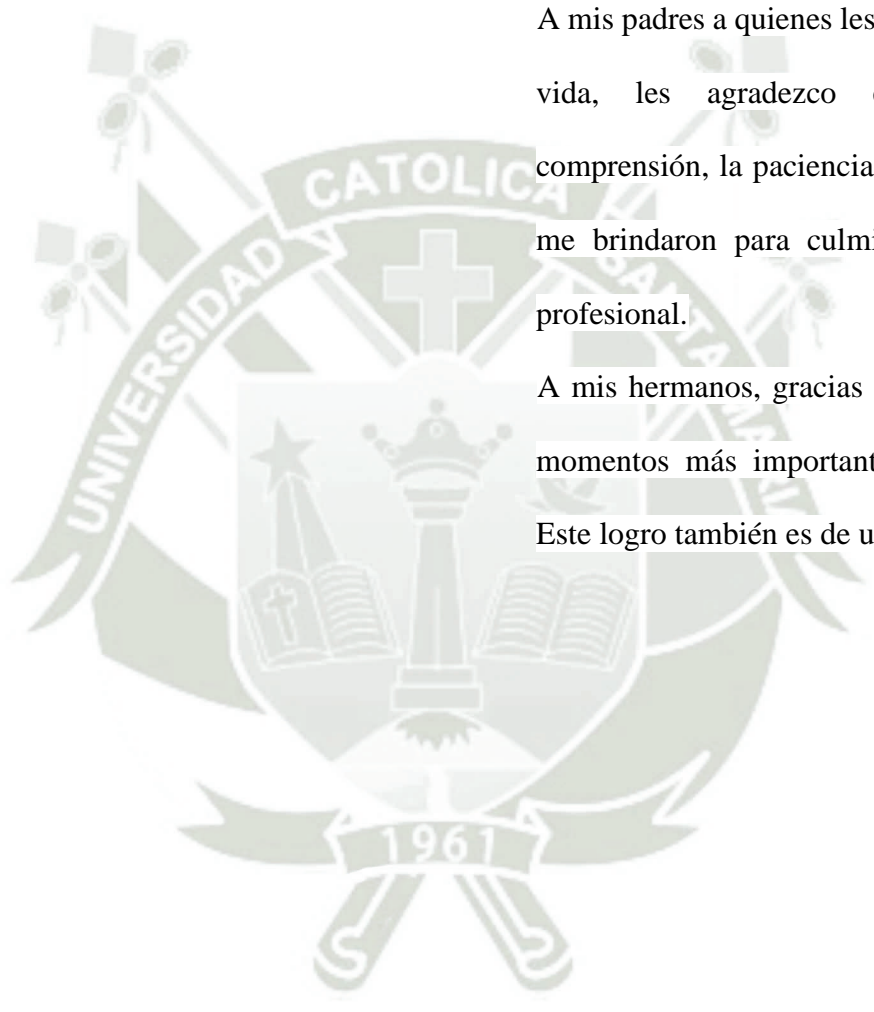


DEDICATORIA

Dedico este trabajo primeramente a Dios,
por ser nuestro creador y permitirme llegar
al lugar en el que estoy.

A mis padres a quienes les debo todo en la
vida, les agradezco el cariño, la
comprensión, la paciencia y el apoyo que
me brindaron para culminar mi carrera
profesional.

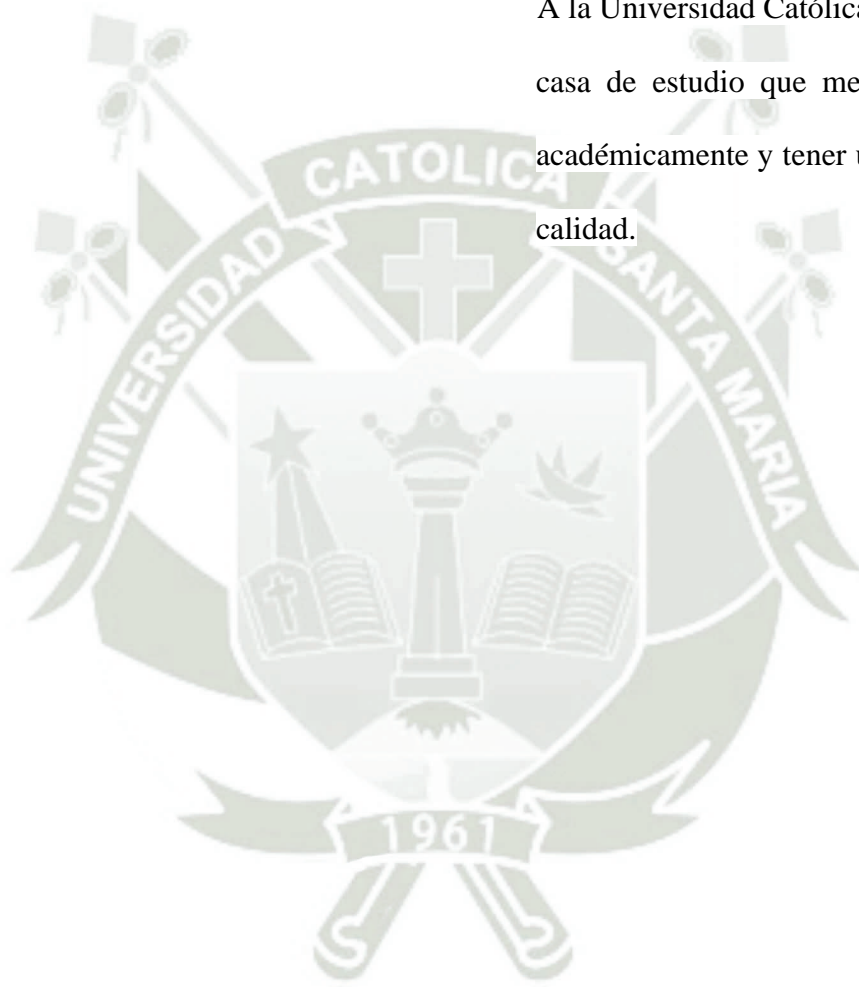
A mis hermanos, gracias por estar en los
momentos más importantes de mi vida.
Este logro también es de ustedes.



AGRADECIMIENTO

A mi Asesor de tesis Mag. Ing. Enrique Alfonso Ugarte Calderón por las enseñanzas y orientación para la elaboración de la presente tesis.

A la Universidad Católica de Santa María, casa de estudio que me permitió crecer académicamente y tener una educación de calidad.



RESUMEN

Las pérdidas, baja productividad, falta de transparencia y comunicación, uso de métodos tradicionales de planificación, son problemas frecuentes en la industria de la construcción. Así también, actualmente no existen métodos que se apliquen para la toma de decisiones, la resolución de problemas en las actividades de construcción y la identificación de desperdicios en los procesos productivos.

Con el fin de atacar el problema la presente investigación se enfoca en la aplicación de las herramientas Lean Project Delivery System en un proyecto de construcción desarrollado en la ciudad de Arequipa. En primer lugar, se desarrollaron los objetivos, justificación, alcance y limitaciones de la investigación, seguido del marco teórico que contiene los antecedentes, bases teóricas, origen y los beneficios de las herramientas Value Stream Mapping, Choosing by Advantages y Reporte a3 para tener una base teórica que respalde su aplicación y análisis de los resultados. Luego se realizó el desarrollo de la plantilla y la secuencia de aplicación para cada herramienta. La aplicación de las herramientas se inició con la toma de datos en campo por un periodo de 3 meses en la construcción del proyecto del “EDIFICIO IFB CERTUS.

La información recopilada permitió mediante El VSM elaborar los mapas de la cadena de valor, planteando propuestas de mejora, mediante el CBA se realizó la elección de proveedores, sistema constructivo y tipo de material adecuados para el proyecto. Así también mediante el Reporte A3 se planteó el procedimiento para la resolución del problema en el abastecimiento de material para las losas aligeradas. Finalmente se obtuvieron las conclusiones de la aplicación de las herramientas Lean Project Delivery System en el proyecto y recomendaciones para futuras investigaciones.

Palabras clave: Value Stream Mapping, Choosing by Advantages, Reporte A3, Productividad, desperdicios, Lean Project Delivery System

ABSTRACT

Losses, low productivity, lack of transparency and communication, use of traditional planning methods, are frequent problems in the construction industry. Also, currently there are no methods that are applied for decision making, problem solving in construction activities and the identification of waste in production processes.

In order to attack the problem, this research focuses on the application of Lean Project Delivery System tools in a construction project developed in the city of Arequipa. First, the objectives, justification, scope and limitations of the research were developed, followed by the theoretical framework containing the background, theoretical basis, origin and benefits of the Value Stream Mapping, Choosing by Advantages and a3 Report tools in order to have a theoretical basis to support its application and analysis of the results. Then, the development of the template and the application sequence for each tool was carried out. The application of the tools began with field data collection for a period of 3 months in the construction of the "IFB CERTUS BUILDING" project.

The information gathered made it possible, through the VSM, to draw up the value chain maps, proposing improvement proposals, and through the CBA, the choice of suppliers, construction system and type of material suitable for the project was made. Also, by means of Report A3, the procedure for the resolution of the problem in the supply of material for the lightened slabs was proposed. Finally, conclusions were drawn from the application of Lean Project Delivery System tools in the project and recommendations for future research.

Key words: Value Stream Mapping, Choosing by Advantages, A3 Report, Productivity, waste, Lean Project Delivery System.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
LISTA DE TABLAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPITULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1. Problemática de la investigación	1
1.2. Formulación del problema	3
1.2.1. Problema general	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Variables de la investigación	4
1.3.1. Variables independientes	4
1.3.2. Variables dependientes	4
1.4. Objetivos de la investigación	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Hipótesis	5
1.6. Justificación	5
1.6.1. Económica	5
1.6.2. Ambiental.....	5
1.6.3. Social	5
1.6.4. Tecnológica.....	6
1.6.5. Institucional	6
1.7. Alcance de la investigación	6
1.8. Limitaciones de la investigación.....	7
CAPITULO II:.....	8
2. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes de la investigación	8
2.1.1. Value Stream Mapping	8
2.1.2. Choosing by Advantages	9
2.1.3. Reporte A3.....	9

2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Lean Manufacturing.....	10
2.2.2. Lean Construction.....	11
2.2.3. Lean Project Delivery System (LPDS).....	13
2.2.4. Integrated Project Delivery.....	19
2.2.5. Herramientas Lean.....	20
2.2.6. Despilfarros o MUDA.....	29
2.2.7. Herramientas para la toma de decisiones.....	30
2.2.8. Herramientas para la resolución de problemas.....	31
2.2.9. Herramientas para identificar desperdicios.....	33
2.2.10. Value Stream Mapping.....	37
2.2.11. Reporte A3.....	42
2.2.12. Choosing By Advantages.....	45
2.2.13. Impacto de los desperdicios de la construcción al medio ambiente.....	49
CAPITULO III.....	50
3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN.....	50
3.1. Metodología.....	50
3.2. Tipo y nivel de investigación.....	51
3.3. Población y muestra.....	51
3.3.1. Población.....	51
3.3.2. Muestra.....	51
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	51
CAPITULO IV.....	53
4. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	53
4.1. Descripción del área de estudio.....	53
4.2. Descripción del proyecto.....	53
CAPÍTULO V.....	60
5. DESARROLLO DE LOS PROCESOS Y TERMINOLOGÍA PARA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LPDS.....	60
5.1. Value Stream Mapping.....	60
5.1.1. Adaptaciones del VSM a la construcción.....	60
5.1.2. Familia de productos a investigar.....	60
5.1.3. Procesos involucrados en la cadena de valor.....	61
5.1.4. Unidades que fluyen por la cadena de valor.....	61
5.1.5. Desarrollo de la plantilla y simbología de mapas.....	62
5.1.6. Definición de indicadores y datos necesarios.....	65
5.1.7. Secuencia de aplicación.....	67

5.1.8. Obtención de datos en terreno	68
5.1.9. Procesamiento de datos.....	70
5.1.10. Cartas balance	71
5.2. Reporte A3	75
5.2.1. Terminología y Secuencia de aplicación.	75
5.2.2. Desarrollo de plantilla.....	76
5.3. Choosing By Advantages.....	77
5.3.1. Terminología CBA	77
5.3.2. Desarrollo de plantilla.....	77
5.3.3. Secuencia de aplicación	78
CAPITULO VI:.....	79
6. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LPDS, DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE RESULTADOS	79
6.1. Value Stream Mapping	79
6.1.1. Diagnóstico inicial	79
6.1.2. Estado actual del VSM	83
6.1.3. Mapas del estado actual de los procesos seleccionados	84
6.1.4. Análisis de los resultados producto de la aplicación.	88
6.1.5. Estado futuro del VSM	116
6.1.6. Mapas del estado futuro de los procesos seleccionados	118
6.1.7. Mejoramiento General	122
6.1.8. Columnas y Placas	123
6.1.9. Vigas	125
6.1.10. Losas Aligeradas.....	126
6.2. Choosing by Advantages	127
6.2.1. Diagnóstico inicial	127
6.2.2. Aplicación y análisis de Choosing by Advantages	127
6.3. Reporte A3	139
6.3.1. Diagnóstico inicial	139
6.3.2. Aplicación y análisis de Reporte A3.....	139
CONCLUSIONES.....	145
RECOMENDACIONES	147
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	148
ANEXOS.....	152
ANEXO A: Datos Recopilados en Campo	152
ANEXO B: Datos Procesados	203
ANEXO C: Cartas Balance.....	216

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Sistema tradicional de gestión de proyectos vs Lean Project Delivery System	19
Tabla 2	Distribución de ambientes y áreas construidas.....	54
Tabla 3	Unidades de flujo de la cadena de valor	61
Tabla 4	Terminología de datos a medir en campo	65
Tabla 5	Terminología de Indicadores de Productividad	66
Tabla 6	Terminología Choosing By Advantages	77
Tabla 7	Análisis de tiempos de TNC – Acero Columnas	100
Tabla 8	Análisis de tiempos de TNC – Encofrado Columnas	101
Tabla 9	Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Columnas.....	102
Tabla 10	Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Columnas.....	103
Tabla 11	Análisis de tiempos de TNC – Acero Placas	104
Tabla 12	Análisis de tiempos de TNC – Encofrado Placas	105
Tabla 13	Análisis de tiempos de TNC – Vertido de Concreto Placas	106
Tabla 14	Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Placas.....	107
Tabla 15	Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Placas.....	108
Tabla 16	Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Placas.....	109
Tabla 17	Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Placas.....	110
Tabla 18	Análisis de tiempos de TNC – Encofrado Losa Aligerada.....	111
Tabla 19	Análisis de tiempos de TNC – Viguetas + Bovedillas.....	112
Tabla 20	Análisis de tiempos de TNC – Viguetas + Bovedillas.....	113
Tabla 21	Atributos - Alternativas de Concreto Premezclado	129
Tabla 22	Escala de Importancia – Alternativas Concreto Premezclado	129
Tabla 23	Costos por m3 de Concreto Premezclado	130
Tabla 24	Atributos - Alternativas de Muros divisorios.....	132
Tabla 25	Escala de Importancia – Alternativas Sistema constructivo Muros divisorios.....	133
Tabla 26	Costos por m2 de Sistema constructivo - Muros divisorios	134
Tabla 27	Atributos - Alternativas de Bovedillas.....	137
Tabla 28	Escala de Importancia – Alternativas Bovedillas	138
Tabla 29	Costos por metro lineal - Alternativas Bovedillas	138
Tabla 30	Procesamiento de datos: Acero Columnas.....	203
Tabla 31	Procesamiento de datos: Encofrado Columnas.....	204
Tabla 32	Procesamiento de datos: Vertido de Concreto Columnas.....	205
Tabla 33	Procesamiento de datos: Desencofrado Columnas	206
Tabla 34	Procesamiento de datos: Acero Placas.....	207
Tabla 35	Procesamiento de datos: Encofrado Placas.....	208
Tabla 36	Procesamiento de datos: Vertido de Concreto Placas.....	209
Tabla 37	Procesamiento de datos: Desencofrado Placas	210
Tabla 38	Procesamiento de datos: Encofrado Fondo de Vigas.....	211
Tabla 39	Procesamiento de datos: Acero Vigas.....	212
Tabla 40	Procesamiento de datos: Encofrado Costado de Vigas.....	213
Tabla 41	Procesamiento de datos: Encofrado Losa Aligerada	214
Tabla 42	Procesamiento de datos: Viguetas + Bovedillas - Losa Aligerada	215
Tabla 43	Procesamiento de datos: Acero – Losa Aligerada	215

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	PBI global y PBI de la construcción 2017 - 2019 (Evolución mensual porcentual)..	1
Figura 2	Lean Project Delivery System	15
Figura 3	Herramientas LPDS.....	18
Figura 4	Actores o agentes sociales que integra el IPD.....	20
Figura 5	Pasos para implementar la metodología Kaizen.....	21
Figura 6	Aplicabilidad de los principios de prueba de errores a las operaciones de trabajo. .	22
Figura 7	Modelo de Tablero Kanban	22
Figura 8	Pasos para aplicar Jidokaac	23
Figura 9	Etapas de Last Planner System.....	25
Figura 10	Ejemplo de planificación a medio plazo. Lookahead.....	26
Figura 11	Ejemplo de Plan Semanal.....	27
Figura 12	Ejemplo de planificación Pull	28
Figura 13	Los 5 principios de la 5S	29
Figura 14	Los 8 desperdicios de la construcción.....	30
Figura 15	Ejemplo de Reporte A3 para la solución de problemas.	32
Figura 16	Ejemplo de Procesamiento de datos del Nivel General de Actividad.....	36
Figura 17	Fases de Value Stream Mapping	39
Figura 18	Aspecto general de un Value Stream Mapping.....	40
Figura 19	Iconos para la elaboración del Value Stream Mapping.....	41
Figura 20	Indicaciones para realizar el Reporte A3	43
Figura 21	Ejemplo de Formato A3	44
Figura 22	Pasos para la aplicación de Choosing by Advantages.....	47
Figura 23	Ejemplo de Choosing by Advantages	48
Figura 24	Edificio IFC Certus sede Arequipa	56
Figura 25	Plano de ubicación del proyecto.....	57
Figura 26	Vista en elevación del proyecto.....	58
Figura 27	Plano en planta del tercer piso del proyecto.....	59
Figura 28	Adaptaciones de VSM a la construcción.....	60
Figura 29	Procesos Involucrados en la Cadena de Valor	61
Figura 30	Plantilla - Value Stream Mapping	63
Figura 31	Cuadro de Simbología de Value Stream Mapping	64
Figura 32	Sectorización para la obtención de datos in situ.....	68
Figura 33	Formato de toma de datos	69
Figura 34	Formato obtención de datos de Carta Balance	73
Figura 35	Formato para el análisis de los indicadores de productividad.....	74
Figura 36	Plantilla - Reporte A3.....	76
Figura 37	Plantilla - Choosing By Advantages	77
Figura 38	Diagrama de flujo del proceso constructivo de Placas y Columnas.....	80
Figura 39	Diagrama de flujo del proceso constructivo de Vigas.....	81
Figura 40	Diagrama de flujo del proceso constructivo de Losas Aligeradas	82
Figura 41	Value Stream Mapping Actual - Columnas	84
Figura 42	Value Stream Mapping Actual - Placas	85
Figura 43	Value Stream Mapping Actual - Vigas	86
Figura 44	Value Stream Mapping Actual - Losa Aligerada	87
Figura 45	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Acero Columnas	88
Figura 46	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Encofrado de Columnas.....	89
Figura 47	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Concreto Columnas.	90
Figura 48	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Encofrado Columnas	91
Figura 49	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Acero Columnas	92

Figura 50	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Encofrado Placas	93
Figura 51	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Concreto Placas	93
Figura 52	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Desencofrado Placas.....	94
Figura 53	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Encofrado Fondo de Vigas	95
Figura 54	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Acero Vigas	96
Figura 55	Variación del rendimiento y velocidad de producción-Encofrado Costado de Vigas	96
Figura 56	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Encofrado Losas Aligeradas	97
Figura 57	Variación del rendimiento y velocidad de producción - Colocación de Viguetas + Bovedillas en Losas Aligeradas.	98
Figura 58	Variación del rendimiento y velocidad de producción – Acero Losas Aligeradas	99
Figura 59	Variación del Porcentaje de Valor Agregado por Proceso.....	114
Figura 60	Value Stream Mapping Futuro - Columnas	118
Figura 61	Value Stream Mapping Futuro - Placas	119
Figura 62	Value Stream Mapping Futuro - Vigas	120
Figura 63	Value Stream Mapping Futuro – Losa Aligerada	121
Figura 64	CBA – Proveedor de Concreto Premezclado	130
Figura 65	Evaluación de Costo Vs Importancia – Proveedor de Concreto Premezclado.....	131
Figura 66	Análisis de precios unitarios – Muros divisorios Alternativa 01	133
Figura 67	Análisis de precios unitarios – Muros divisorios Alternativa 02	134
Figura 68	CBA – Sistema constructivo - Muros divisorios.....	135
Figura 69	Evaluación de Costo Vs Importancia – Sistema constructivo Muros Divisorios.	135
Figura 70	CBA – Selección de Bovedilla y proveedor.....	138
Figura 71	Evaluación de Costo Vs Importancia – Selección de Bovedilla y proveedor.....	139
Figura 72	Análisis de la causa raíz – Reporte A3	140
Figura 73	Reporte A3 – Plan de acción	142
Figura 74	Reporte A3 – Falta de inventario de bovedillas para losa aligerada	143
Figura 75	Reporte A3 – Aplicación de CBA.....	144
Figura 76	Reporte A3 – Resolución de problema por falta de inventario de bovedillas.....	144
Figura 77	Datos Recolectados en campo: Acero Columnas - Sector 1	152
Figura 78	Datos Recolectados en campo: Acero Columnas - Sector 2	153
Figura 79	Datos Recolectados en campo: Acero Columnas - Sector 3	154
Figura 80	Datos Recolectados en campo: Acero Columnas - Sector 4	155
Figura 81	Datos Recolectados en campo: Encofrado Columnas - Sector 1	156
Figura 82	Datos Recolectados en campo: Encofrado Columnas - Sector 2	157
Figura 83	Datos Recolectados en campo: Encofrado Columnas - Sector 3	158
Figura 84	Datos Recolectados en campo: Encofrado Columnas - Sector 4	159
Figura 85	Datos Recolectados en campo: Vertido de Concreto Columnas - Sector 1	160
Figura 86	Datos Recolectados en campo: Vertido de Concreto Columnas - Sector 2	161
Figura 87	Datos Recolectados en campo: Vertido de Concreto Columnas - Sector 3	162
Figura 88	Datos Recolectados en campo: Vertido de Concreto Columnas - Sector 4	163
Figura 89	Datos Recolectados en campo: Desencofrado Columnas - Sector 1	164
Figura 90	Datos Recolectados en campo: Desencofrado Columnas - Sector 2.....	165
Figura 91	Datos Recolectados en campo: Desencofrado Columnas - Sector 3.....	166
Figura 92	Datos Recolectados en campo: Desencofrado Columnas - Sector 4.....	167
Figura 93	Datos Recolectados en campo: Acero Placas - Sector 1	168
Figura 94	Datos Recolectados en campo: Acero Placas - Sector 2	169
Figura 95	Datos Recolectados en campo: Acero Placas - Sector 3	170

Figura 96 Datos Recolectados en campo: Acero Placas - Sector 4	171
Figura 97 Datos Recolectados en campo: Encofrado Placas - Sector 1	172
Figura 98 Datos Recolectados en campo: Encofrado Placas - Sector 2	173
Figura 99 Datos Recolectados en campo: Encofrado Placas - Sector 3	174
Figura 100 Datos Recolectados en campo: Encofrado Placas - Sector 4	175
Figura 101 Datos Recolectados en campo: Vertido de concreto Placas - Sector 1	176
Figura 102 Datos Recolectados en campo: Vertido de concreto Placas - Sector 2	177
Figura 103 Datos Recolectados en campo: Desencofrado Placas – Sector 1	178
Figura 104 Datos Recolectados en campo: Desencofrado Placas – Sector 2	179
Figura 105 Datos Recolectados en campo: Desencofrado Placas – Sector 3	180
Figura 106 Datos Recolectados en campo: Desencofrado Placas – Sector 4	181
Figura 107 Datos Recolectados en campo: Encofrado Fondo de Vigas – Sector 1.....	182
Figura 108 Datos Recolectados en campo: Encofrado Fondo de Vigas – Sector 2.....	183
Figura 109 Datos Recolectados en campo: Encofrado Fondo de Vigas – Sector 3.....	184
Figura 110 Datos Recolectados en campo: Acero Vigas – Sector 1	185
Figura 111 Datos Recolectados en campo: Acero Vigas – Sector 2	186
Figura 112 Datos Recolectados en campo: Acero Vigas – Sector 3	187
Figura 113 Datos Recolectados en campo: Encofrado Costado Vigas – Sector 1	188
Figura 114 Datos Recolectados en campo: Encofrado Costado Vigas – Sector 2	189
Figura 115 Datos Recolectados en campo: Encofrado Costado Vigas – Sector 3	190
Figura 116 Datos Recolectados en campo: Encofrado Losa Aligerada – Sector 1	191
Figura 117 Datos Recolectados en campo: Encofrado Losa Aligerada – Sector 2	192
Figura 118 Datos Recolectados en campo: Encofrado Losa Aligerada – Sector 3	193
Figura 119 Datos Recolectados en campo: Encofrado Losa Aligerada – Sector 4	194
Figura 120 Datos Recolectados en campo: Colocación de Viguetas + Bovedillas – Sector 1	195
Figura 121 Datos Recolectados en campo: Colocación de Viguetas + Bovedillas – Sector 2	196
Figura 122 Datos Recolectados en campo: Colocación de Viguetas + Bovedillas – Sector 3	197
Figura 123 Datos Recolectados en campo: Colocación de Viguetas + Bovedillas – Sector 4	198
Figura 124 Datos Recolectados en campo: Acero Losas Aligeradas – Sector 1	199
Figura 125 Datos Recolectados en campo: Acero Losas Aligeradas – Sector 2	200
Figura 126 Datos Recolectados en campo: Acero Losas Aligeradas – Sector 3	201
Figura 127 Datos Recolectados en campo: Acero Losas Aligeradas – Sector 3	202
Figura 128 Datos Cartas Balance – Acero Columnas y Placas	216
Figura 129 Resultados Carta Balance – Acero Columnas y Placas.....	218
Figura 130 Datos Cartas Balance – Encofrado Columnas y Placas	219
Figura 131 Resultados Carta Balance – Encofrado Columnas y Placas.....	221
Figura 132 Datos Carta Balance – Vertido de Concreto Columnas y Placas	222
Figura 133 Resultados Carta Balance – Vertido de Concreto Columnas y Placas.....	224
Figura 134 Datos Carta Balance – Desencofrado Columnas y Placas	225
Figura 135 Resultados Carta Balance – Desencofrado Columnas y Placas	227
Figura 136 Datos Carta Balance – Encofrado de Fondo de Vigas	228
Figura 137 Resultados Carta Balance – Encofrado de Fondo de Vigas	230
Figura 138 Datos Carta Balance –Acero Vigas	231
Figura 139 Resultados Carta Balance –Acero Vigas.....	233
Figura 140 Datos Carta Balance – Encofrado Costado de Vigas	234
Figura 141 Resultados Carta Balance – Encofrado Costado de Vigas	236

Figura 142 Datos Carta Balance – Encofrado Losas Aligeradas.....	237
Figura 143 Resultados Carta Balance – Encofrado Losas Aligeradas.....	240
Figura 144 Datos Carta Balance – Colocación de Viguetas + Bovedillas	241
Figura 145 Resultados Carta Balance – Colocación de Viguetas + Bovedillas	243
Figura 146 Datos Carta Balance – Acero Losas Aligerada	244
Figura 147 Datos Carta Balance – Acero Losas Aligeradas.....	246



LISTA DE ECUACIONES

Ecuación 1 Cálculo de Duración.....	70
Ecuación 2 Cálculo del Rendimiento.....	70
Ecuación 3 Cálculo de la Productividad	70
Ecuación 4 Cálculo de Velocidad de Producción	71
Ecuación 5 Cálculo de Porcentaje de Valor Agregado (PVA)	71



INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es uno de los sectores más influyentes en el Perú, de acuerdo con la información del INEI, en resumen, del año 2018 la actividad constructora alcanzó una tasa de crecimiento de 5.42 %, se destaca el hecho que el incremento del PBI construcción ha sido mayor que el PBI global. En cuanto a la realidad de las empresas constructoras del país se tiene en cuenta que las pérdidas, baja productividad, falta de transparencia y comunicación, uso de métodos tradicionales de planificación, son problemas frecuentes en la industria. Así también, que actualmente no existen métodos que se apliquen para la toma de decisiones, la resolución de problemas en las actividades de construcción y la identificación de pérdidas en los procesos productivos. Es por ello, que la propuesta de utilizar herramientas de Lean Project Delivery System para la toma de decisiones, identificación de pérdidas y resolución de problemas es el propósito de esta investigación.

Capítulo I: Planteamiento del problema, el capítulo está conformado por la problemática de la investigación, formulación del problema, variables, objetivos de la investigación, hipótesis seguido de la justificación económica, ambiental, social, tecnológica e institucional. Luego se realiza el alcance y las limitaciones de la investigación.

Capítulo II: Marco teórico, este capítulo aborda los antecedentes previos de la investigación seguido de las bases teóricas para el entendimiento de conceptos, metodología y aplicación de las herramientas LPDS, y en la parte final se tiene en cuenta el impacto de los desperdicios de construcción en el medio ambiente.

Capítulo III: Metodología de la investigación, este capítulo aborda la metodología, se describe el tipo de investigación, la población y muestra y finalmente las técnicas e instrumentos de recolección de datos para la aplicación de las herramientas.

Capítulo IV: Generalidades del proyecto, este capítulo se tiene la descripción del área de estudio denominando a las empresas que están encargadas de las actividades que conlleva la

ejecución del proyecto, también se tiene la descripción del proyecto incluyendo planos de ubicación, arquitectura y los elementos estructurales del proyecto.

Capítulo V: Desarrollo de los procesos y terminología para aplicación de herramientas LPDS, en este capítulo se plantea para Value Stream Mapping, el desarrollo de las adaptaciones para su aplicación en el caso de estudio, la metodología de procesamiento de los datos para la obtención de los indicadores, la aplicación de cartas balance para obtener los indicadores de productividad. Además, el capítulo aborda le terminología, desarrollo de plantilla, secuencia de aplicación para las herramientas Reporte A3 y Choosing by Advantages.

Capítulo VI: Aplicación de las herramientas LPDS, diagnóstico y análisis de los resultados, en este capítulo se realizó el diagnóstico inicial del proyecto, mediante la información obtenida en campo se realizó para Value Stream Mapping, la elaboración de los mapas de estado actual, el análisis de los resultados producto de la aplicación para poder así plantear un mejoramiento general y específico para cada proceso mapeado, finalmente elaborando los mapas de estado futuro. Para Choosing by Advantages se realizó la aplicación y análisis de la herramienta en las decisiones que requería el proyecto y por último para Reporte A3 se realizó el desarrollo de su aplicación y análisis de los problemas presentados durante la ejecución del proyecto Finalizando la investigación con conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

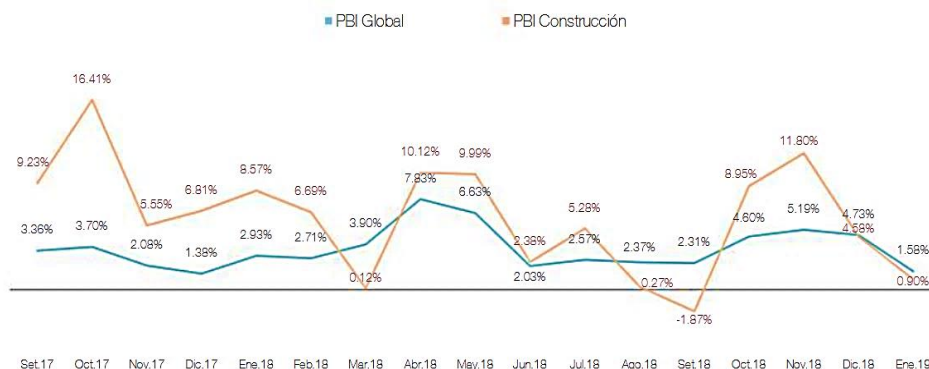
1.1. Problemática de la investigación

Lean Project Delivery System (LPDS) es un sistema estructurado que implementa principios y herramientas Lean en todo el ciclo de vida del proyecto, estas herramientas se integran permitiendo que el equipo de trabajo opere colaborativamente. Además, ayuda comprender y ofrecer el mejor valor al cliente y eliminar todas las actividades que no agregan valor, que son aquellas que generan pérdidas en la utilidad e incrementan el costo y tiempo de los proyectos de construcción.

De acuerdo con la información del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, la industria de la construcción es uno de los sectores más influyentes de nuestro país, en el periodo enero-diciembre 2018, la actividad constructora alcanzó una tasa de crecimiento de 5.42% (Figura 1), ello representa su mejor resultado de los últimos cinco años. En ese sentido se concluye que la importancia de la industria de la construcción para el país precisa a las empresas del sector integrar metodologías de trabajo colaborativo que proporcionen herramientas que ayuden a optimizar los resultados de los proyectos de construcción del país y de la región Arequipa.

Figura 1

PBI global y PBI de la construcción 2017 - 2019 (Evolución mensual porcentual)



Fuente: Informe Económico de la Construcción No. 23 – CAPECO

En la industria de la construcción tomar buenas decisiones es un punto fundamental en todas las fases del proyecto, ya que una selección errónea genera problemas como: mala calidad de materiales, deficiente manejo de proveedores y subcontratistas, retrasos en el proyecto y costos adicionales. En los proyectos de construcción no existe un método definido para la toma de decisiones; ya que se realiza en base a experiencia, criterio propio, sugerencias y las decisiones tomadas por estos no precisamente son las adecuadas para el proyecto es más muchas veces estas decisiones tomadas no son documentadas. Dentro de este orden de ideas es preciso desarrollar una metodología y herramienta para tomar decisiones de forma colaborativa y transparente.

Las pérdidas productivas es uno de los principales problemas en el sector de la construcción, a estas pérdidas nos referimos a las pérdidas de recursos asignados para el desarrollo del proyecto, dentro de estas pueden mencionarse mano de obra, materiales, información, etc. Además, las herramientas de gestión convencionales atacan principalmente a las pérdidas productivas de la construcción y se enfocan en problemas como la calidad del trabajo, confiabilidad en los plazos y explotación de recursos, pero presentan una perspectiva anticuada de producción, que falla en ver esta como un flujo de procesos, al cual se le introducen materias primas y arroja productos que deben satisfacer las necesidades de sus clientes, esto se conoce como cadena de valor. (Rother & Shook, 1999). En relación a la problemática expuesta es necesario el desarrollo de una herramienta para la identificación de pérdidas en los procesos constructivos.

La resolución de problemas es una tarea habitual en el tiempo de ejecución de los proyectos, sin embargo, si estas sugerencias de resolución de problemas no se hacen sobre la base de identificar su causa raíz, es probable que el mismo problema pueda surgir más adelante y tener un mayor impacto en el proyecto, por lo tanto, el costo de los cambios aumenta a medida que el proyecto se acerca al cierre y la efectividad de sus implementaciones es generalmente menor.

En función a lo planteado es necesario implementar una metodología y herramienta para la resolución de problemas y mejorar la gestión del proyecto.

En consecuencia, se entiende que las pérdidas, baja productividad, falta de transparencia y comunicación, uso de métodos tradicionales de planificación, son problemas frecuentes en la industria de la construcción. Así también, que actualmente no existen métodos que se apliquen para la toma de decisiones, la resolución de problemas en las actividades de construcción y la identificación de pérdidas en los procesos productivos es por ello, que la propuesta de utilizar herramientas para la toma de decisiones, identificación de pérdidas y resolución de problemas; que generen valor a los entregables del proyecto y a la organización; y a su vez este valor se traduzca en un costo-beneficio, forman parte de la presente investigación por medio del uso de herramientas Lean Project Delivery System.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. *Problema general*

¿Cómo mejora la gestión de un proyecto de construcción la aplicación de herramientas Lean Project Delivery System?

1.2.2. *Problemas específicos*

- ¿De qué manera la aplicación de la herramienta Value Stream Mapping influye en la identificación de desperdicios en proyectos de construcción de edificaciones?
- ¿De qué manera la aplicación de la herramienta Choosing By Advantages influye en la de toma de decisiones en proyectos de construcción de edificaciones?
- ¿De qué manera la aplicación de la herramienta Reporte A3 influye en la resolución de problemas en proyectos de construcción de edificaciones?

1.3. Variables de la investigación

1.3.1. *Variables independientes*

Herramientas Lean Project Delivery System:

- Value Stream Mapping
- Choosing By Advantages
- Reporte A3

1.3.2. *Variables dependientes*

- Gestión de la construcción

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. *Objetivo general*

Aplicar las herramientas del LPDS: Choosing by Advantages, Reporte A3 y Value Stream Mapping en la construcción de un Edificio Institucional; para mejorar la toma de decisiones, resolución de problemas e identificación de desperdicios en las actividades de construcción.

1.4.2. *Objetivos específicos*

- Desarrollar la secuencia de aplicación de las herramientas: Choosing by Advantages (CBA), Reporte A3 y Value Stream Mapping (VSM) en proyectos de construcción de edificaciones.
- Conocer la evolución y desarrollo de herramientas LPDS e IPD
- Contribuir a la difusión de estas herramientas para mejora en la toma de decisiones, resolución de problemas e identificación de desperdicios en las actividades de construcción.

1.5. Hipótesis

Es probable que mediante el uso de herramientas LPDS: Value Stream Mapping, Choosing by Advantages y Reporte A3 se mejore la toma de decisiones, resolución de problemas e identificación de desperdicios en las actividades de construcción en el proyecto en estudio en la ciudad de Arequipa.

1.6. Justificación

1.6.1. *Económica*

Los desperdicios de los recursos en las actividades de construcción representan el mayor problema en cuanto a la economía de este tipo de proyectos, la industria de la construcción es una de las industrias que genera mayores desperdicios, y ninguno de los cuales es medido o controlado y como resultado se tiene una baja productividad. Para poder mejorar la productividad se debe aplicar herramientas que ayuden a identificar estos desperdicios, la causa del problema y tomar decisiones que ayuden a mejorar la gestión de la construcción y tener una mejor gestión de los recursos y finalmente se refleje en los costos del proyecto.

1.6.2. *Ambiental*

La industria de la construcción tiene un papel fundamental en el impacto que causa al medio ambiente, tanto en la fase de construcción y la operación de sus proyectos. Se debe buscar que la industria de la construcción sea sostenible reduciendo los desperdicios de energía, agua y materiales utilizados durante la construcción, implementar una filosofía de buenas prácticas con respecto al medio ambiente. La industria de la construcción debe asumir el reto de incluir la gestión ambiental en la cadena de valor de sus flujos de procesos constructivos.

1.6.3. *Social*

Mejorar la gestión del proyecto con la aplicación de las herramientas del LPDS conlleva a tener un mejor control de los recursos, conocer el flujo de los procesos e información logrando tener una mejor relación con todos los involucrados en el proyecto. También optimizando los

rendimientos y la cadena valor del proyecto. Con la implementación de nuevas metodologías en un proyecto de construcción se revelará que se puede mejorar la gestión de un proyecto de construcción y de esta manera ser un ejemplo para otras empresas que usan la metodología tradicional basadas en la experiencia.

1.6.4. *Tecnológica*

La implementación de nuevas metodologías que aporten en la gestión de la construcción para lograr una correcta ejecución y control de los proyectos es de vital importancia. En otros países ya se aplican metodologías de control de proyectos con resultados altamente eficientes. Las herramientas de LPDS que serán aplicadas en esta investigación ayudarán a comprender la manera más adecuada para lograr resultados deseados y dar a conocer a las empresas de nuestra región que se pueden aplicar herramientas LPDS en la industria de la construcción con resultados eficientes.

1.6.5. *Institucional*

En la facultad de Arquitectura, Ingeniería Civil y del Ambiente de la Universidad Católica Santa María se tienen pocas investigaciones aplicadas con respecto a la metodología Lean, además esta investigación aborda un tipo de proyecto diferente con tecnologías constructivas que no son tradicionales como lo son gran parte de proyectos en la ciudad de Arequipa. La aplicación de herramientas LPDS en este tipo de proyectos proveerá un nuevo conocimiento y aportará de manera influyente en investigaciones futuras de la institución.

1.7. **Alcance de la investigación**

El alcance de esta investigación comprende las actividades de construcción que forman parte de la cadena de valor del proyecto en la que entran materias primas y salen productos para un cliente. se contempla el límite de dicha cadena al sitio mismo de la obra. No formarán parte de esta investigación los procesos que se desarrollen fuera de dicho límite. En cuanto a la

aplicación de las herramientas se tendrán en cuenta especialmente los procesos constructivos que forman parte del casco estructural del edificio.

El periodo de aplicación que contiene la observación en campo, toma de datos y recolección de información será por un tiempo cercano a los 4 meses, en consecuencia, el diagnóstico realizado se hará de todas las actividades y procesos que se realizan durante este periodo.

La aplicación de las herramientas se realizará desde el piso 3 hasta el piso 8, según el cronograma de obra del proyecto, analizando las actividades del casco estructural del proyecto, específicamente los siguientes elementos constructivos: Columnas, placas, vigas y losas aligeradas, se eligieron estos elementos debido a que son los más relevantes en cuanto a la producción durante el tiempo de observación en campo.

1.8. Limitaciones de la investigación

La accesibilidad restringida a algunos frentes de trabajo durante el proceso de construcción del casco gris del proyecto limita la obtención de datos. Por lo tanto, no necesariamente se diagnosticarán todos los procesos constructivos de los elementos estructurales mencionados en el alcance de esta investigación.

Otra de las limitantes de la investigación es encontrar una obra que cumpla con las condiciones para aplicar las herramientas Lean Project Delivery System.

CAPITULO II:

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. *Value Stream Mapping*

Björnfot et al., (2011) proporcionan las lecciones aprendidas de estudios exitosos de VSM en la construcción. Las lecciones aprendidas se pueden estructurar en tres fases; preparar el VSM (selección de “líderes de flujo de valor” y equipo VSM, clarificación de valores, etc.), realizar el VSM (uso de herramientas de mapeo, aproximación de indicadores clave, identificación de residuos, etc.), y dar seguimiento al VSM (Plan -Do-Check-Act, evaluando los valores del cliente, etc.).

Lima et al., (2010) presentan un estudio para investigar el desarrollo del diseño ejecutivo arquitectónico de proyectos de vivienda social. Los autores plantearon la hipótesis de que este proceso está plagado de ineficiencias que, a su vez, dan como resultado largos plazos de entrega del producto (planes y especificaciones). Para confirmar esta hipótesis y hacer visibles los atributos de este proceso, los autores utilizaron Value Stream Mapping (VSM) para analizar las actividades del proceso. Este estudio ha encontrado evidencia que respalda la hipótesis de trabajo y ha propuesto recomendaciones que, de implementarse, reducirían un tercio del tiempo total de entrega del proceso.

Bulhões et al., (2005) se enfoca en el uso de conceptos y herramientas de Lean Thinking buscando la implementación del flujo continuo en la construcción. Como resultado, se elaboró Value Stream Maps (VSM) de la ejecución de un apartamento tipo para una muestra de servicios, entre ellos drywall y revestimiento cerámico. Los mapas posibilitaron una discusión organizada sobre la aplicabilidad de importantes conceptos Lean.

2.1.2. *Choosing by Advantages*

Arroyo et al., (2019) analizan una variedad de estrategias para capacitar a los equipos de construcción para implementar el método de toma de decisiones Choosing By Advantages (CBA). Estas estrategias se analizan en base a las experiencias y observaciones de los entrenadores en términos de resultados de aprendizaje a corto y largo plazo.

Devkar et al., (2018) describen la experiencia con la enseñanza de esta herramienta a los estudiantes del programa de maestría en Ingeniería y Gestión de la Construcción en una universidad india. Como parte del ejercicio CBA, a los estudiantes se les pidió que seleccionaran problemas de diseño para un proyecto de construcción. El grupo de estudiantes estaba compuesto de ingenieros y arquitectos, lo que facilitó el juego de roles con el contratista, diseñador y cliente.

Parrish & Tommelein (2009) exploran el uso de CBA para seleccionar un diseño en una unión viga-columna. CBA, junto con el diseño basado en conjuntos, permite que el ingeniero considere explícitamente múltiples alternativas de diseño que cumplan con varios criterios de "debe" y "desea".

2.1.3. *Reporte A3*

Bordin et al., (2018) analizan los efectos posteriores a la implementación de la herramienta A3, que forma parte del método Kaizen. El método de investigación consistió en la recolección y evaluación de informes A3 producidos en los últimos siete años en una empresa de estructuras prefabricadas de acero.

Arroyo & Long (2018) presentan un estudio de caso que demuestra cómo la implementación de ideas y métodos lean, específicamente informes A3 y Choosing by Advantages (CBA), ayudó a un equipo a evolucionar su proceso más allá de una estrategia tradicional de toma de decisiones.

Gupta et al., (2009) explican como el Reporte A3 ha ganado prominencia para desarrollar un entendimiento compartido entre los colaboradores. Especialmente en proyectos dinámicos, los A3 ayudan a educar rápidamente a los nuevos participantes sobre la naturaleza y el estado del proyecto. En este documento, nos informan sobre qué son los A3, describen un marco para el desarrollo de A3 y su uso efectivo en proyectos.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Lean Manufacturing*

Lean manufacturing es una filosofía de trabajo centrada en el ser humano que define métodos para mejorar y optimizar los sistemas de producción, centrándose en identificar y eliminar todo tipo de "desperdicios", definidos como aquellos procesos o actividades que utilizan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica los diversos tipos de "desperdicio" que ocurren en la producción: sobreproducción, tiempos de entrega, transporte, sobre procesamiento, inventario, movimiento y defectos. Lean se enfoca en lo que no debemos hacer porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para lograr sus objetivos, despliega un amplio conjunto de aplicaciones sistemáticas y habituales de tecnologías que cubren prácticamente todas las áreas operativas de la fabricación: organización del trabajo, gestión de la calidad, procesos internos de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. Los beneficios obtenidos en la implementación Lean son obvios y probados. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Las investigaciones de la Fundación EOI confirman que la implantación de sistemas Lean Manufacturing aporta muchas mejoras y beneficios en muchos aspectos de una empresa, al tiempo que subrayan la utilidad del lean como apuesta clave en la competitividad de una empresa. Según este estudio, aproximadamente el 90 % de las empresas de consultoría cree que las mejoras en la reducción de costos, una mayor flexibilidad, el compromiso de los

empleados, la utilización de recursos y una mayor productividad son tanto o tanto como los beneficios clave de la implementación lean. (Pons Achell, 2014)

2.2.2. *Lean Construction*

La aplicación de nuevos modelos productivos en la construcción (lean construction) surgió a nivel académico en la década de 1990 y a nivel de implementación a partir de 2007, principalmente en Estados Unidos, y diversos estudios y análisis realizados hasta la fecha muestran que las empresas que han aplicado este tipo de Filosofía de producción alcanza altos niveles de desempeño en términos de reducción de costos, aumento de la productividad, cumplimiento de los plazos de entrega, mayor calidad, mayor seguridad, mejor gestión de riesgos y mayor satisfacción del cliente. El sistema Lean nos proporciona herramientas que facilitan una mayor integración entre los diferentes agentes sociales y empresas que intervienen a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, desde los directivos hasta los trabajadores de campo. Esto significa un nuevo enfoque para la gestión integral del proyecto. (Pons Achell, 2014)

Koskela (2002) describe Lean Construction como una forma de diseñar sistemas de producción para minimizar el desperdicio de materiales, tiempo y esfuerzo con el fin de generar la máxima cantidad posible de valor.

2.2.2.1. Principios de Lean Construction

La filosofía Lean se basa en 5 principios básicos definidos por Womack y Jones, sin embargo, (Pons Achell, 2014) considera que se deben considerar 2 principios más que son transparencia y capacitación:

2.2.2.1.1. *Identificar Valor*

Lean es crear valor para el cliente. Esto implica entender qué quiere el cliente. Una mejor comprensión de los valores desde el punto de vista del cliente proporciona las bases para un diseño del producto y el proceso para fabricarlo, más efectivos. El valor es el punto de partida del pensamiento Lean. Se puede definir como el aprecio que un cliente o consumidor le da a

un producto o servicio para satisfacer sus necesidades a un precio concreto, en un momento determinado. (Pons Achell, 2014)

2.2.2.1.2. *Value Stream*

El siguiente paso es identificar la cadena de valor. Entendemos por cadena de valor todas las actividades actualmente necesarias para la transformación de materiales e información en un producto o servicio terminado y entregado al cliente, desde la concepción de su diseño hasta su lanzamiento y desde el pedido hasta la entrega. Según el sistema Lean, desde el primer momento asumimos que algunas de estas actividades aportan valor añadido y otras no. (Pons Achell, 2014)

2.2.2.1.3. *Flujo*

Cuando se identifica el valor para el cliente y se eliminan las actividades significativas de desperdicio, el siguiente paso es evitar que estos procesos de creación se estanquen. La mayoría de los flujos de valor y las actividades que proporcionan valor son pilares fundamentales. El proceso de eliminación de residuos es también una forma de establecer un flujo continuo a lo largo de la cadena de valor. (Pons Achell, 2014)

2.2.2.1.4. *Sistema Pull*

La creación de flujos de trabajo confiables depende del trabajo que se libere en función de la demanda posterior. La construcción ajustada reconoce que esto es mejor para quienes realizan el trabajo, a menudo subcontratistas. Los participantes se comunican y colaboran estrechamente entre sí para determinar el cronograma de tareas. (Pons Achell, 2014)

2.2.2.1.5. *Perfección*

La creencia de que es posible y necesario mejorar continuamente los procesos y eliminar el desperdicio es el corazón de la filosofía de Lean Construction. Identificar y tomar acción sobre las oportunidades de mejora durante el proyecto y aplicarlas a proyectos futuros.

La industria de la construcción no puede evitar la tendencia a apegarse a las viejas costumbres y resistirse al cambio, pero los muchos beneficios de los métodos Lean están obligando a más y más empresas a aceptar el desafío. Cuando un proyecto se completa a tiempo, dentro del presupuesto y con el valor que esperan los clientes, todos los involucrados lo harán mejor. (Pons Achell, 2014)

2.2.2.1.6. *Transparencia*

La base es la confianza, y debemos eliminar del proceso los costos extras y elementos exagerados que encarecen el proceso. Desde el principio, los subcontratistas, proveedores y propiedades deben comprender el costo real de cada proyecto. En la filosofía de construcción esbelta, no hay lugar para "por si acaso" o "lo arreglaré en el acto". Si se optimizan los procesos, se investigan bien las soluciones y se mejora la calidad de la mano de obra, se reducirá la interminable lista de revisiones que se deben hacer al final de cada proyecto. (Pons Achell, 2014)

2.2.2.1.7. *Capacitación*

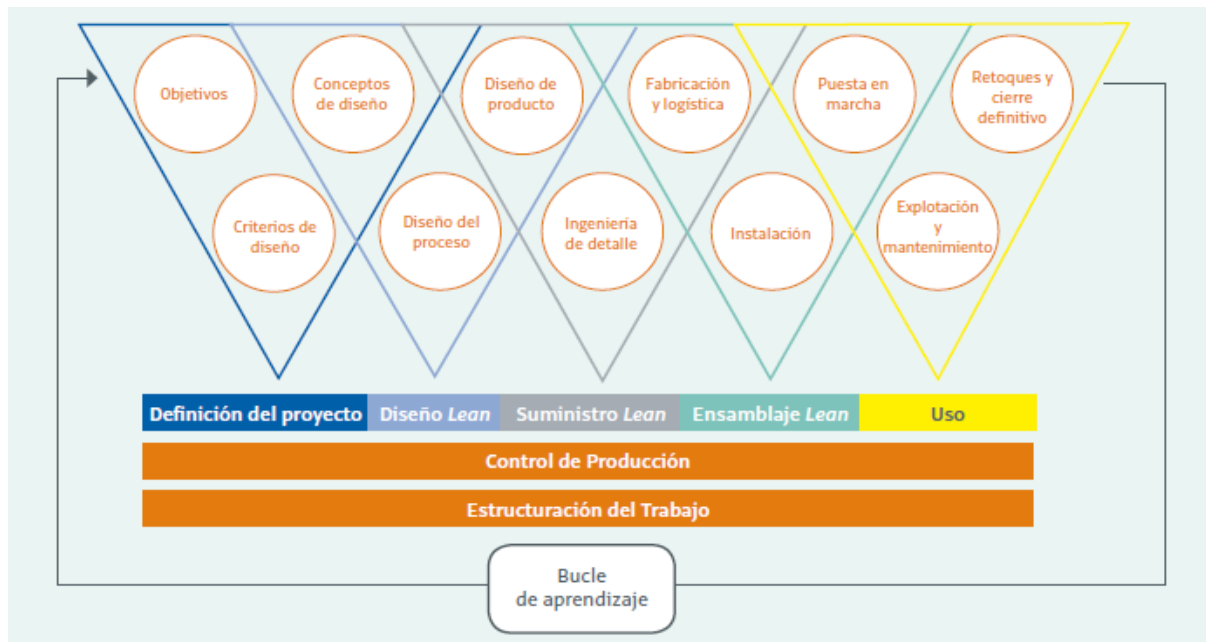
De nada sirve una cadena de valor bien definida si sus miembros carecen de la formación necesaria para ejecutarla con éxito. Los agentes involucrados en cada etapa deben ser capaces de manejar las herramientas que brindan soluciones para que ante cualquier imprevisto no se interrumpa el proceso. (Pons Achell, 2014)

2.2.3. *Lean Project Delivery System (LPDS)*

Hoy podemos entender mejor la implementación de Lean Construction a través de Lean Project Delivery System (LPDS) o Integrated Project Delivery (IPD) ya que son herramientas integradoras para darnos una visión general de todas las fases de un proyecto desde una perspectiva Lean. La primera versión teórica fue desarrollada por Glenn Ballard y publicada por LCI en 2000, aunque una versión más completa y actualizada se publicó en 2008. LPDS e IPD son dos términos diferentes que se usan indistintamente dentro del marco de Lean

Construction para definir el mismo sistema. LPDS se define como un proceso colaborativo para la gestión integral de proyectos a lo largo de su ciclo de vida. Se emplea un equipo durante todo el proceso para alinear objetivos, recursos y limitaciones. Es un enfoque por etapas que incluye la definición, diseño, suministro, montaje o ejecución de un proyecto y el uso y posterior mantenimiento de un edificio, instalación o infraestructura. El control de producción, la estructura de trabajo y el aprendizaje son cosas que suceden continuamente en cada proyecto, y cada fase contiene actividades e hitos que deben cumplirse a medida que avanza el proyecto. El propietario o cliente determina el costo permitido del proyecto, que es la cantidad máxima que el modelo de negocio puede soportar. La misión del equipo es comprender y ofrecer el mejor valor al cliente y eliminar todas las actividades que no agregan valor. (Pons Achell, 2014)

Como podemos ver en la imagen a continuación, la gestión de producción a lo largo del ciclo de vida del proyecto está representada por barras horizontales etiquetadas como Control de producción y estructuración de trabajo. El uso sistemático de los bucles de retroalimentación entre los procesos del proveedor y del cliente se simboliza mediante las evaluaciones de post-ocupación, entre proyectos. (Pons Achell, 2014)

Figura 2*Lean Project Delivery System*

Fuente: “Lean Construction Institute Journal” (Pons Achell, t2014, p.39).

Tradicionalmente, los proyectos se entienden por etapas, tales como: prediseño, diseñar, contratar y ejecutar, Según Pons Achell (2014) Lean Project Delivery System (LPDS) propone las siguientes 5 fases:

2.2.3.1. Definición del proyecto:

La fase de definición del proyecto incluye recomendaciones y valores del cliente y de las partes interesadas. Cada elemento de esta etapa puede afectar al otro, por lo que son necesarios los encuentros o encuentros entre diferentes participantes para comprender mejor los objetivos y valores que motivan a cada participante. Los representantes de todas las fases del ciclo de vida del proyecto deben participar en esta fase inicial, incluidos los miembros del equipo de producción, que son diseñadores o planificadores y constructores. (Pons Achell, 2014)

2.2.3.2. Diseño Lean

Durante la fase de diseño, el equipo crea múltiples alternativas basadas en los requisitos de diseño, Limitaciones del proyecto y costes objetivo. El objetivo es encontrar alternativas de diseño. El producto que mejor sirve al propósito del propietario y proporciona el mayor valor

al cliente. Los equipos pueden colaborar en esta etapa, y el costo de muchas contingencias se pueden eliminar o minimizar; estos ahorros se pueden utilizar directamente para un mayor beneficio o satisfacer más necesidades de los clientes. A lo largo del proyecto, cálculos rápidos y La sincronización de alternativas es importante para tomar decisiones en el mejor interés al negocio y al proyecto. (Pons Achell, 2014)

2.2.3.3. Fase de suministro Lean

El suministro Lean consiste en ingeniería de detalle, fabricación y entrega, lo que requiere como prerequisite indispensable el diseño del producto y del proceso para que el sistema conozca con detalle lo que debe producir y cuándo entregar esos componentes. Los planes de la cadena de suministro están diseñados para facilitar la entrega Just-in-Time de materiales a la obra. La filosofía detrás de estos acuerdos es suministrar sólo lo necesario, puntualmente en el tiempo requerido, solo en la cantidad necesaria. (Pons Achell, 2014)

2.2.3.4. Fase de montaje o ejecución Lean

El ensamblaje o ejecución de obra Lean se inicia con la entrega de información, materiales, mano de obra, herramientas, o componentes necesarios para la ejecución en la obra o instalación y termina con la finalización de las instalaciones y puesta en marcha del edificio o infraestructura. (Pons Achell, 2014)

2.2.3.5. Fase de uso y mantenimiento

El ensamblaje concluye cuando el cliente tiene un uso beneficioso de la instalación o edificio, que por regla general se produce después de la entrega y puesta en marcha del edificio, instalación o infraestructura. Esta fase termina con el cierre de la obra, los retoques definitivos, y la explotación y mantenimiento del edificio o instalaciones. (Pons Achell, 2014)

En un sistema de entrega de proyectos (LPDS), se han desarrollado muchas herramientas para cada fase con el fin de aplicar las enseñanzas teóricas de esta filosofía en la ejecución de

proyectos. Castillo Maguiña (2014) desarrolla un inventario de herramientas LPDS diferenciados por cada fase del proyecto que se muestran en la figura 3.



Figura 3
Herramientas LPDS

LDPS	Herramientas	Fuente
DEFINICION DEL PROYECTO	Matriz de selección del equipo de diseño	Pablo Orihuela et al 2011
	Cuaderno de diseño	Pablo Orihuela et al 2012
	Matriz de necesidades y valores del inversionista	Pablo Orihuela et al 2013
	Matriz de necesidades y valores del usuario	Pablo Orihuela et al 2014
	Base de datos y repositorios	Ines Castillo 2014
	Matriz de alineacion de propositos	Pablo Orihuela et al 2014
	Despliegue de la funcion de calidad (QFD)	Yoji Akao 1978
DISEÑO LEAN	Reporte A3	Toyota
	Estacionamiento	Cynthia Tsao et al 2002
	Matriz de responsabilidades	Carlos Formoso et al 1999
	Tabla de entradas y salidas	Carlos Formoso et al 2000
	Lista de tareas	Luis Alarcon et al 1998
	Lista de Chequeo	Luis Alarcon et al 1999
	Solicitud de informacion (RFI)	Grupo Internacional de Lean Construction
	Constructabilidad en el diseño	Instituto de la industria de la construccion 1986
ABASTECIMIENTO LEAN	Centros logísticos	Iris Tommelein et al 2007
	5S	Toyota
	Matriz multicriterio	Pablo Orihuela et al 2008
	Mapeo de la Cadena de Valor	Toyota
	Kanban	Toyota
EJECUCION LEAN	First Run Studies	Instituto de la construccion Lean
	Nivel de actividad	Alfredo Serpell 1990
	Carta Balance	Alfredo Serpell 1991
	Cuadro combinado de trabajo estandarizado	Nayagawa y Shimizu 2004
	Poka Yoke	Shingeo Shingo 1960
	Manuales de procesos	Ines Castillo 2014
	Andon	Toyota
	Andon	Glenn Ballard et al 2002
USO	Evaluaciones Post-ocupacion	Instituto de la construccion Lean
	Manual del cliente	Ines Castillo 2014
	Formulario de asistencia tecnica	Ines Castillo 2014
	Plan de inspecciones periodicas	Cupertino et al 2011
	Diagrama de flujo y tiempo de entrega de	Cupertino et al 2011
CONTROL DE PRODUCCION	Planificacion maestra	Grupo Internacional de Lean Construction
	Planificacion por fases	Glenn Ballard et al 2002
	Lookahead Planning	Glenn Ballard y Howell 2004
	Plan de trabajo semanal	Glenn Ballard y Howell 2004
	Porcentaje de plan cumplido	Glenn Ballard y Howell 2004
	Razones de no cumplimiento	Glenn Ballard y Howell 2004
	Lineas de Balance	Goodyear Tire & Rubber Company
TRABAJO ESTRUCTURADO	5 Whys	Toyota
	Buffers	Grupo Internacional de Lean Construction

Fuente: (Castillo Maguiña, 2014).

La comparación del LPDS con los sistemas más tradicionales muestra que este nuevo enfoque se aparta radicalmente de la práctica actual, en la tabla 1 se muestra la comparación de ambos sistemas.

Tabla 1

Sistema tradicional de gestión de proyectos vs Lean Project Delivery System

SISTEMA TRADICIONAL DE GESTION DE PROYECTOS	LEAN PROJECT DELIVERY SYSTEM
La atención se centra en las transacciones y los contratos.	La atención se centra en el sistema de producción.
Objetivos basados en la transformación.	Objetivos basados en la transformación, flujo continuo y generación de valor.
Un especialista toma las decisiones y las lanza para que estas se ejecuten.	Las partes interesadas aguas abajo participan de las decisiones que se toman aguas arriba.
Una vez que el producto está diseñado, entonces empieza el diseño del proceso.	El producto y los procesos se diseñan juntos.
No todas las etapas del ciclo de vida del producto se tienen en cuenta en la fase de diseño.	Todas las etapas del ciclo de vida del producto se tienen en cuenta en la fase de diseño.
Las actividades se llevan a cabo tan pronto como sea posible.	Las actividades se llevan a cabo en el último momento responsable.
Organizaciones distintas se unen a través del mercado y toman lo que el mercado ofrece.	Se hacen esfuerzos de manera sistemática para reducir los plazos de entrega de la cadena de suministro.
El aprendizaje se produce de forma esporádica.	El aprendizaje se incorpora al proyecto, la empresa y la gestión de la cadena de suministro.
Los intereses de las partes interesadas no están alineados.	Los intereses de las partes interesadas están alineados.
Los búferes están dimensionados y localizados para la optimización local.	Los búferes están dimensionados y localizados para realizar la función de absorber la variabilidad del sistema.

Fuente: Adaptado de “The foundations of Lean construction” (Koskela et al., 2002).

2.2.4. *Integrated Project Delivery*

IPD es una evolución de LPDS que también incluye diferentes niveles de colaboración y modelos de contrato entre múltiples partes. La gestión y ejecución integrada del proyecto o IPD es un enfoque para la ejecución de proyectos que integra personas, sistemas, estructuras y prácticas comerciales en un solo proceso que aprovecha sinérgicamente los talentos y los conocimientos de todos los involucrados para optimizar los resultados del proyecto, aumentar el valor para el cliente, reducir el desperdicio y maximizar la eficiencia en todas las etapas de diseño, fabricación y construcción. (Pons Achell, 2014)

Figura 4
Actores o agentes sociales que integra el IPD



Fuente: “Introducción a Lean Construction” (Pons Achell, 2014, p.45).

2.2.5. Herramientas Lean

2.2.5.1. Kaizen

Kaizen significa "cambio para mejorar", derivado de las palabras KAI-cambio y ZEN-bueno. Kaizen es un cambio en las actitudes de las personas. Es la actitud hacia la mejora, la actitud hacia el uso de las capacidades de todas las personas, lo que impulsa el desarrollo del sistema hasta que sea exitoso. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

Adoptar Kaizen supone una cultura de mejora continua enfocada en eliminar desperdicios y desperdicios de los sistemas de producción. Kaizen utiliza el círculo de Deming como herramienta para la mejora continua, también llamado el círculo DPCA. (Lean Construction México, 2020). Los pasos para implementar Kaizen se describen en la figura 5.

Figura 5
Pasos para implementar la metodología Kaizen.

Selecciona un tema y define objetivos	Los posibles temas a tratar pueden ser la productividad (mejora de tiempos), calidad (requerimientos del cliente) o la seguridad (reducción de accidentes)
Crea un equipo de trabajo	Elige un equipo multidisciplinario, es decir, formado por personas diferentes áreas o procesos, para que todas ellas aporten el conocimiento y la experiencia de su área de trabajo.
Recolecta y analiza datos	7 herramienta básicas.
Gembutsu Gemba (Observa el proceso)	Ir al lugar de los hechos y comparar con los datos obtenidos con lo real
Realiza un Plan de acción	Toma acciones para aquellos problemas que son críticos para la mejora del proceso de la empresa, regístralos en un plan que incluya fechas para implementarlas y su responsable.
Haz un seguimiento y evalúa los resultados	El equipo llevará un seguimiento mediante gráficos del problema y si es necesario volverá a realizar los pasos anteriores para su verificación en el área de trabajo.
Estandarización y expansión	Cambios introducidos y replicados en otras áreas.

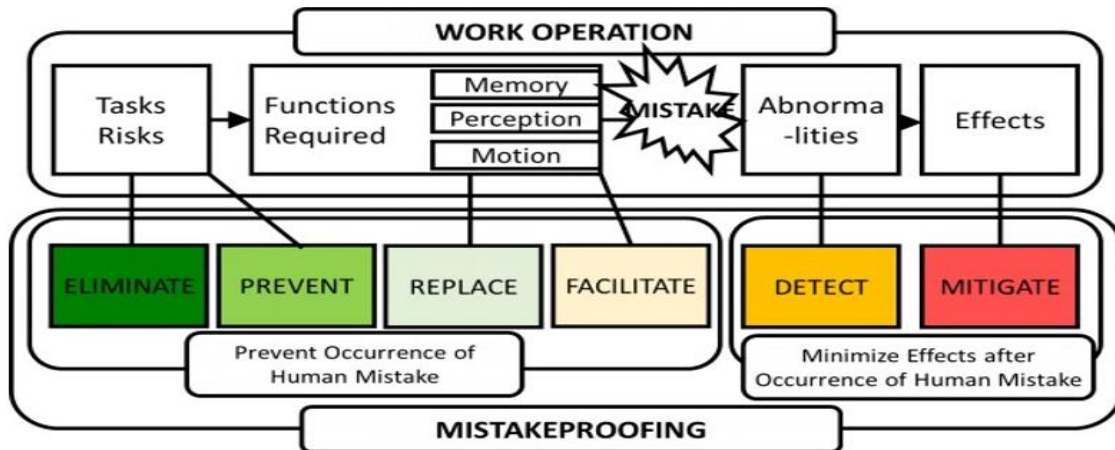
Fuente: “Filosofía Kaizen”. (Lean Construction México, 2020).

2.2.5.2. Poka yoke

Son mecanismos instalados en una máquina o proceso que distinguen entre condiciones normales y anormales, evitando la fabricación de productos defectuosos, ya que cuando detectan una condición anormal para la que han sido programados, detienen automáticamente la máquina o proceso, evitando así el defecto. Las piezas se siguen fabricando en serie o el proceso sigue avanzando. Estas técnicas se han probado con éxito en la construcción y, junto con la inspección de la fuente, ayudan a acabar con la vieja noción de que los defectos son una parte normal del proceso de fabricación o construcción. (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019)

Figura 6

Aplicabilidad de los principios de prueba de errores a las operaciones de trabajo.



Fuente: “Application of healthcare- focused error proofing: Principles and solution directions for reducing human errors”. (Godfrey et al., 2005).

2.2.5.3. Kanban

Kanban (etiquetas o tarjetas en japonés) es un mecanismo para gestionar y garantizar la producción justo a tiempo. Básicamente, es una forma de comunicación simple y directa que siempre está donde se necesita. En la mayoría de los casos, un Kanban es un pequeño trozo de papel laminado que contiene toda la información necesaria para la extracción o el montaje. (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019)

Figura 7

Modelo de Tablero Kanban

Ready	Analysis In Progress 3 Done	Construction In Progress 5 Done	To Verify 3	Ready for Production
Story 15 Story 14	Story 12 Story 8 Story 7 Story 6	Story 5 Story 9	Story 1 Story 3 Story 4	Story 2
Critical Bug				

Fuente: Otosection, (2021).

2.2.5.4. Jidoka

Jidoka es uno de los pilares del Sistema de Producción Toyota junto con Just In Time. El término Jidoka utilizado en el TPS (Toyota Production System) se puede definir como «automatización con un toque humano». Jidoka resalta las causas de los problemas debido a paradas de líneas de producción justo en el momento en que un problema se produce por primera vez, esto conduce a mejoras en los procesos, generando calidad eliminando las causas raíz de los defectos. Se enfoca en asegurar el control de calidad en la fuente, no permitiendo que pase un defecto al proceso siguiente. (Lean Construction Mexico, 2020)

Figura 8
Pasos para aplicar Jidokaac

Localiza el problema	Falla o error que es visto en producción por los colaboradores
Detención de la operación	Se detiene la línea de producción que posee el error para su revisión por un equipo definido
Emisión de la alerta	Un dispositivo automático o el operario deben alertar a toda la línea de producción acerca de la anomalía presentada. (poka yoke)
Acciones preventivas y soluciones rápidas	Se definen posibles soluciones de forma rápida para corregir los defectos del problema, con el fin de reanudar la productividad mientras se busca una solución definitiva.
Aplicar herramientas de apoyo para detectar y corregir la causa raíz	Control visual Trabajo estándar Aplicación del círculo de Deming.

Fuente: Apuntes de “Curso Lean Fundamentals”

2.2.5.5. **Just in time**

Just-in-Time (JIT) es un sistema de producción que fabrica y entrega el producto deseado en el momento deseado y en la cantidad deseada. Al hijo de Kiichiro Toyoda, Kiichiro Toyoda, se le ocurrió el concepto en la década de 1930. Fue él quien ordenó que las operaciones de Toyota no tuvieran exceso de inventario y que Toyota debería enfocarse en trabajar en colaboración con los proveedores para equilibrar la producción. Bajo la dirección del ingeniero Taiichi Ohno, JIT se convirtió en un único sistema de flujo de información y materiales para controlar la sobreproducción. (Pons Achell, 2014)

2.2.5.6. **Sistema Last Planner**

Last Planner® System es un método de planificación y control de la producción cuyo objetivo es lograr un flujo de trabajo continuo y confiable al involucrar a la unidad de producción (últimos planificadores) en el proceso de planificación del proyecto. El sistema mejora la comunicación entre todas las partes, ofrece un compromiso sólido para reducir el desperdicio y produce un flujo de trabajo continuo y confiable a través de procedimientos de trabajo y un pensamiento colaborativo. (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019)

Last Planner® System funciona como un Sistema en el que podemos identificar los siguientes 5 elementos:

1. Es una metodología, su implantación sigue un paso a paso claramente definido (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019).
2. Su implantación requiere de unos estándares, rutinas, reuniones periódicas de planificación y herramientas (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019).
3. Lleva implícito un proceso de mejora continua, puesto que se miden periódicamente una serie de indicadores, se analiza la causa raíz de los problemas y se toma acción cuando los resultados no son los esperados (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019).

4. Para su implantación requiere de una estructura organizacional y un tiempo asignado de dedicación (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019).
5. Requiere de un cambio de mentalidad respecto a la gestión tradicional de proyectos (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019).

Figura 9

Etapas de Last Planner System.

ETAPAS DE LAST PLANNER® SYSTEM	
PROGRAMA MAESTRO	Establecer hitos y primeros acuerdos.
PLANIFICACIÓN POR FASES	Especificar entregables y fechas de cada equipo/sector.
PLANIFICACIÓN INTERMEDIA	Preparar trabajo, identificando restricciones y gestionando su liberación.
PLANIFICACIÓN SEMANAL	Establecer compromisos de avance para el período.
APRENDIZAJE	Medir porcentaje de cumplimiento de compromisos del período (avance y gestión). Actuar sobre causas de no cumplimiento.

Fuente: “Lean Construction – Las 10 claves del éxito para su implantación”. (Pons Achell & Rubio Pérez, 2021)

2.2.5.7. Master Schedule

Un programa maestro Es un cronograma que identifica los principales eventos o hitos en un proyecto (puesta en marcha, entrega al cliente, pedido de componentes de entrega a largo plazo, movilización en el terreno, diseño completo, revisiones de la administración pública, etc.) y su timing. A menudo, es la base de los acuerdos contractuales entre el propietario y otros miembros del equipo. (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019)

2.2.5.8. Lookahead (Planificación a Medio Plazo)

El LCI define LAP como la porción del sistema del último planificador que se enfoca en preparar trabajo potencialmente ejecutable, asegurando que el trabajo que debe hacerse se puede hacer, identificando y eliminando las restricciones antes de ser necesarias. El LAP es un elemento del Last Planner® System que consiste en un plan a corto-medio plazo, que se extrae de la Pull Session o Plan de Hitos, que identifica todas las actividades a realizar en las siguientes

4 a 8 semanas (idealmente 6) El 6 Week Lookahead Plan se actualiza cada semana, siempre identificando nuevas actividades para las próximas 6 semanas de manera que el equipo de dirección del proyecto puede adoptar las medidas pertinentes para asegurar que el trabajo estará listo para llevarse a cabo en la semana indicada. (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019)

Figura 10
Ejemplo de planificación a medio plazo. Lookahead

PLANIFICACIÓN A MEDIO PLAZO (LOOKAHEAD)																												
ID. Actividad	ACTIVIDADES	FECHAS		RESPONSABLE	UBERADA	CALENDARIO																						
		INICIO	FIN			ENERO						FEBRERO																
						L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V							
		Semana 1				Semana 2		Semana 3		Semana 4		Semana 5		Semana 6														
07-ene	08-ene	09-ene	10-ene	11-ene	14-ene	15-ene	16-ene	17-ene	18-ene	21-ene	22-ene	23-ene	24-ene	25-ene	28-ene	31-ene	01-feb	02-feb	03-feb	04-feb	05-feb	08-feb	09-feb	11-feb	12-feb	13-feb	14-feb	15-feb
	ENCOFRADOS																											
	Encofrado ciclo 1	29/05	15/06		Si																							
	Encofrado ciclo 2	08/06	05/07		Si																							
	Encofrado ciclo 3	15/06	05/07		No																							
	HORMIGÓN																											
	Hormigón Ciclo 1 piso 1	30/05	31/05		Si																							
	Hormigón Ciclo 2 piso 1	06/06	07/06		Si																							
	Hormigón Ciclo 3 piso 1	13/06	14/06		Si																							
	Hormigón Ciclo 4 piso 1	20/06	21/06		Si																							
	ACERO																											
	Acero Ciclo 5 piso 2	27/06	05/07		No																							
	Acero Ciclo 6 piso 2	29/06	05/07		No																							

Fuente: “Lean Construcción y la planificación colaborativa metodología Last Planer System” (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019).

2.2.5.9. Plan de trabajo semanal Weekly Work Plan (WPP)

Es el paso de planificación a corto plazo del nivel de compromiso (WILL) de LPS que identifica la terminación de las tareas prometidas acordadas por los ejecutantes. El WWP se usa para determinar el éxito del esfuerzo de planificación y para determinar qué factores limitan el rendimiento. Es un nivel más detallado que el Look Ahead Plan y es la base para medir PPC (Plan de porcentaje completo). Es un nivel de planificación o elemento del Last Planner® System y también puede definirse como el proceso por el cual el Último Planificador establece el plan para el siguiente período, permitiendo que solo aquellas actividades cuyas restricciones hayan sido eliminadas puedan ser lanzadas para la selección de los planes de trabajo semanal. (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019)

Figura 11
Ejemplo de Plan Semanal

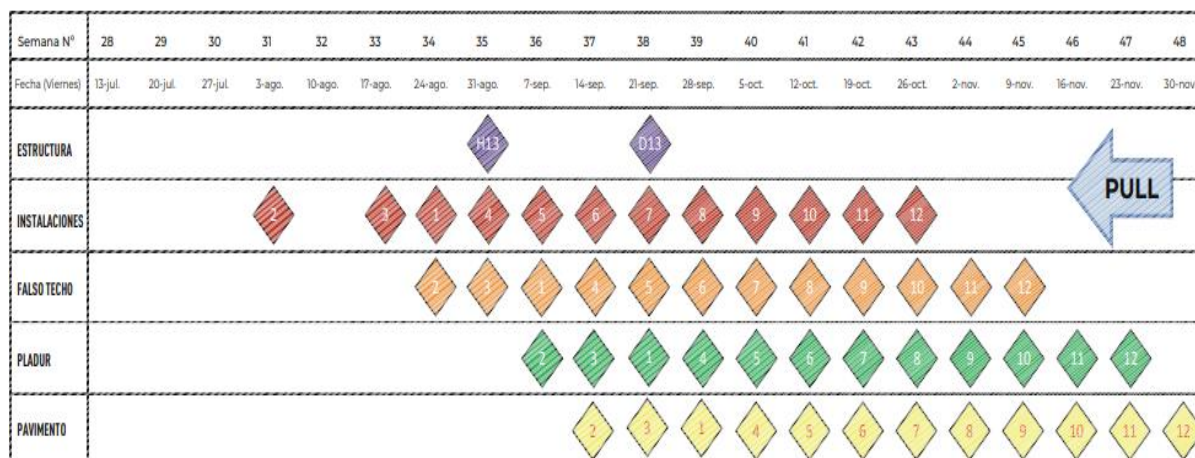
PLAN SEMANAL														
ID.	ACTIVIDAD	FECHAS		UD.	RESPONSABLE	META		COMPLETADA	SEMANA	Junio				
		INICIO	TERMINO			Comprometida	Alcanzada			V	L	M	M	J
										1	4	5	6	7
										1-jun	4-jun	5-jun	6-jun	7-jun
EDIFICIO														
Ciclo 1 Muros														
	Enfierradura	31/05	02/06		JP	100%	100%	1						
	Encofrado	04/06	05/06	m2	IR	100%	95%	0						
	Hormigón	05/06	05/06	m3	MA	100%	0%	0						
	Descimbre y Limpieza	06/06	06/06		IR	100%	0%	0						
Ciclo 2 Muros														
	Enfierradura	31/05	04/06		JP	100%	100%	1						
	Moldaje	05/06	06/06	m2	IR	100%	100%	1						
	Hormigón	06/06	06/06	m3	MA	100%	100%	1						
	Descimbre y Limpieza	07/06	07/06		IR	100%	0%	0						
Ciclo 3 Muros														
	Enfierradura	31/05	05/06		JP	50%	30%	0						
RESUMEN: Total Cumplidas (4) / Total Actividades (8) = 50%														

Fuente: “Lean Construcción y la planificación colaborativa metodología Last Planer System” (Pons Achell & Rubio Pérez, 2019).

2.2.5.10. Sistema Pull

Según Lean Construction Institute, (2015) es un sistema de control de la producción en el que las actividades aguas abajo señalan sus necesidades a las actividades aguas arriba en la cadena de valor, diciéndoles qué elementos o materiales necesitan, en qué cantidades, cuándo y dónde. Es decir, el proceso del proveedor aguas arriba no produce nada hasta que el proceso del cliente aguas abajo emite una señal. Son los clientes los que impulsan la demanda, no los fabricantes los que impulsan los materiales o los productos semiacabados. El sistema PULL es parte fundamental del Just-in-Time diseñado para eliminar el exceso de inventario y la sobreproducción. Por el contrario, un sistema PUSH se basa en producir artículos en grandes lotes a la máxima velocidad, moviéndolos o empujándolos al siguiente proceso aguas abajo o hacia el almacén de productos terminados en función de la demanda anticipada, sin tener en cuenta el progreso actual del trabajo del siguiente proceso.

Figura 12
Ejemplo de planificación Pull



Fuente: “Lean Construcción y la planificación colaborativa metodología Last Planner System”. (Pons Achell y Rubio Pérez, 2019).

2.2.5.11. 5s

El método 5S es una técnica de gestión japonesa derivada de la industria automotriz (Toyota, 1960) y se basa en cinco principios simples. Cada uno de ellos corresponde a una palabra que comienza con la letra "S", de ahí el nombre.

Sus objetivos se centran en involucrar a los equipos de trabajo para lograr lugares de trabajo mejor organizados, más ordenados y más limpios a largo plazo, lo que resulta en una mayor productividad, seguridad y un mejor ambiente de trabajo en general en todas las áreas de la empresa. Como herramienta lean, se ha implantado con éxito en la industria, empresas de todos los ámbitos, en diferentes entornos laborales e incluso en entornos domésticos. Es por tanto un paso lógico para adaptarse a la industria de la construcción que busca mejorar la eficiencia, la calidad y la productividad. (Think Productivity, 2021)

Figura 13

Los 5 principios de la 5S

SEIRI (IDENTIFICAR)	Este principio implica una reflexión inicial sobre la eficiencia y el desperdicio. Consiste en identificar, separar y eliminar los materiales innecesarios o inútiles.
SEITON (ORGANIZAR)	Ordenamos y organizamos el espacio de trabajo de forma eficaz bajo la idea de “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”.
SEISON (LIMPIEZA)	Suprimimos la suciedad para mantener limpia la zona de trabajo.
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Crea la metodología que permite mantener las 3 primeras S. Para ello se establecen normas y procedimientos para evitar la suciedad y el desorden.
SHITSUKE (CREAR HÁBITO)	Consiste en crear el hábito, trabajando con el equipo según el procedimiento acordado para consolidar las 3 primeras S. Se apoya en el concepto de mejora continua.

Fuente: “Cómo aplicar la metodología 5S en la construcción” (Think Productivity, 2021).

2.2.6. *Despilfarros o MUDA*

Lean se trata de crear valor para los clientes y eliminar el desperdicio. Según la filosofía Lean, todo lo que no tiene valor para el cliente es muda o desperdicio que se puede eliminar o minimizar.

Muda es una palabra japonesa que significa desperdicio, en el sentido de todas las actividades humanas, que absorben recursos, pero no crean valor: errores que deben corregirse, producción de artículos que nadie quiere y la consiguiente acumulación de inventario y productos excedentes, Pasos en el proceso que no son realmente necesarios, el movimiento de empleados y el transporte sin propósito de productos de un lugar a otro, debido a que las actividades anteriores no se entregan a tiempo, los grupos de personas en las actividades posteriores quedan en espera, y los bienes y servicios no puede satisfacer las necesidades del cliente servicio. (Pons Achell, 2014)

Figura 14

Los 8 desperdicios de la construcción



Fuente: Elaboración propia.

2.2.7. *Herramientas para la toma de decisiones*

2.2.7.1. **Choosing by Advantages**

CBA se usa a menudo cuando se deben considerar múltiples variables para tomar una decisión informada. Esto puede significar múltiples soluciones. existen, pero un equipo no puede determinar el mejor resultado. Este proceso suele ser útil cuando varios constituyentes se centran en sus necesidades individuales y no las de otras partes interesadas. CBA a menudo conduce a alternativas previamente no consideradas como participantes obtener una comprensión más profunda de los atributos, factores, criterios, y ventajas Esta es una excelente herramienta para documentar las razones detrás de las decisiones, particularmente si las partes que no están involucradas en el proceso necesitan una justificación para estas decisiones críticas.

CBA ofrece múltiples formas de llegar a decisiones simples y complejas. Para ser eficaz y sostenible, el CBA debe aplicarse a cualquier decisión que enfrenta un equipo. Equipos que

frecuentemente usan CBA fácilmente generar confianza y familiaridad con el sistema. (Lean Construction Institute, 2015)

2.2.7.2. Técnica Delphi

El método Delphi se engloba dentro de los métodos de prospectiva, que estudian el futuro, en lo que se refiere a la evolución de los factores del entorno tecno-socio-económico y sus interacciones. Es un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo. La capacidad de predicción de la Delphi se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos. (Bustamante Figueroa, 2012)

2.2.8. Herramientas para la resolución de problemas

2.2.8.1. Reporte A3

Mediante el Reporte A3 se puede solucionar continuamente problemas de raíz generando un aprendizaje organizativo. Para ello se lo emplea no sólo en la toma de decisiones sino también en el proceso de resolución de problemas.

La estructura que presenta un informe A3 es simple: Se trata de un modelo estándar que se distribuye en una serie de apartados. Su lectura debe realizarse de arriba a abajo, primero la columna de la izquierda y después la de la derecha. El informe A3 comienza con un profundo conocimiento de la situación actual y termina con el seguimiento de la implantación de las soluciones seleccionadas.

El informe se divide en varios cuadros que deben rellenarse en un orden concreto trabajando sobre cada uno de ellos (Think Productivity, 2017).

- Definición del problema.
- Situación Actual.
- El análisis de las causas.
- Objetivos.
- Propuestas de mejora.
- El plan de acción o implementación.
- Seguimiento y resultados.

2.2.8.2. Metodología 8D

Las Ocho disciplinas para la resolución de problemas es un método diseñado para encontrar la causa raíz de un problema, idear una solución a corto plazo e implementar una solución a largo plazo que evite la recurrencia del mismo.

El origen de esta metodología se atribuye a Ford Motor Company, en 1987, quien estandarizó el proceso para resolver problemas complejos en una secuencia de 8 pasos sistemáticos en el manual titulado «Team Oriented Problem Solving». El objetivo del método es eliminar o minimizar el riesgo de la reincidencia de los errores, al tomar acciones tanto en los efectos evidentes de los problemas, como en sus causas raíces.

Cada paso es denominado “disciplina”, pues el éxito de proceso depende de la sinergia y compromiso de cada una de las personas involucradas. Los pasos de las 8 disciplinas son:

- Define un Equipo para la solución del problema
- Describe del problema
- Desarrolla e implementa una solución inmediata / Contención temporal
- Analiza e identifica la(s) causa(s) Raíz (RCA)
- Desarrolla e implementa soluciones permanentes / Acciones correctivas permanentes.
- Verifica y monitorea las soluciones
- Evita que el problema se repita
- Cierra el problema y reconoce contribuciones (Nueva iso 9001-2015, 2020).

2.2.9. Herramientas para identificar desperdicios.

2.2.9.1. Carta balance

La carta balance de una cuadrilla es un gráfico de barras verticales, que tiene una ordenada de tiempo, y una abscisa en la que se indican los recursos (hombre, máquina, etc.) que participan en actividad que se estudia, asignándole una barra vertical a cada recurso. Tal barra se subdivide en el tiempo según la secuencia de actividades en que participa el respectivo

recurso, incluyéndose los lapsos improductivos y de trabajo inefectivo. Dado que cada elemento de la cuadrilla es graneado en el mismo período de tiempo, la relación de éstos se puede observar mediante una comparación de líneas horizontales de referencia, pudiendo descubrirse patrones comunes que incidan en los ciclos de trabajo. Las vías para mejorar la eficiencia del grupo de trabajo que materializa las actividades de interés son la reasignación de tareas entre sus miembros y/o la modificación del tamaño del grupo que conforma la cuadrilla. Una consideración que se debe tener presente, es la de enfocar preferentemente el estudio a una reducción de los tiempos improductivos y aumentar los niveles de actividad real y de rendimiento. Para ello se propone que en general se respete la siguiente propuesta por (Serpell B y Verbal R, 1990).

- I. Revisar el proceso constructivo seleccionado y buscar otro método que permita cuestionar comparativamente su conveniencia (Serpell B y Verbal R, 1990).
- II. Cuantificar previamente un grado de utilización eficiente de los recursos de mano de obra, maquinaria y equipos, materiales, energía, etc, para el proceso seleccionado (Serpell B y Verbal R, 1990).
- III. Analizar con más detalle el diagrama de proceso de los recursos, en especial en actividades que se desarrollan en espacios extensos (Serpell B y Verbal R, 1990).
- IV. Muestrear la operación y determinar las condiciones reales de trabajo de los recursos. Conviene realizar no menos de tres muestreos, y en días distintos (Serpell B y Verbal R, 1990).
- V. Procesar la información, concluir y discutir resultados. Determinar mejoras necesarias y describir en una carta de balance ideal el procedimiento mejorado propuesto (Serpell B y Verbal R, 1990).

- **Trabajo Productivo:** Todo aquel trabajo que aporta directamente al avance físico del proyecto (Serpell B & Verbal R, 1990).
- **Trabajo Contributorio:** Todo aquel trabajo que aporta indirectamente al avance físico del proyecto (Serpell B & Verbal R, 1990).
- **Trabajo No Contributorio:** Todo aquel trabajo que NO aporta al avance físico del proyecto (Serpell B & Verbal R, 1990).

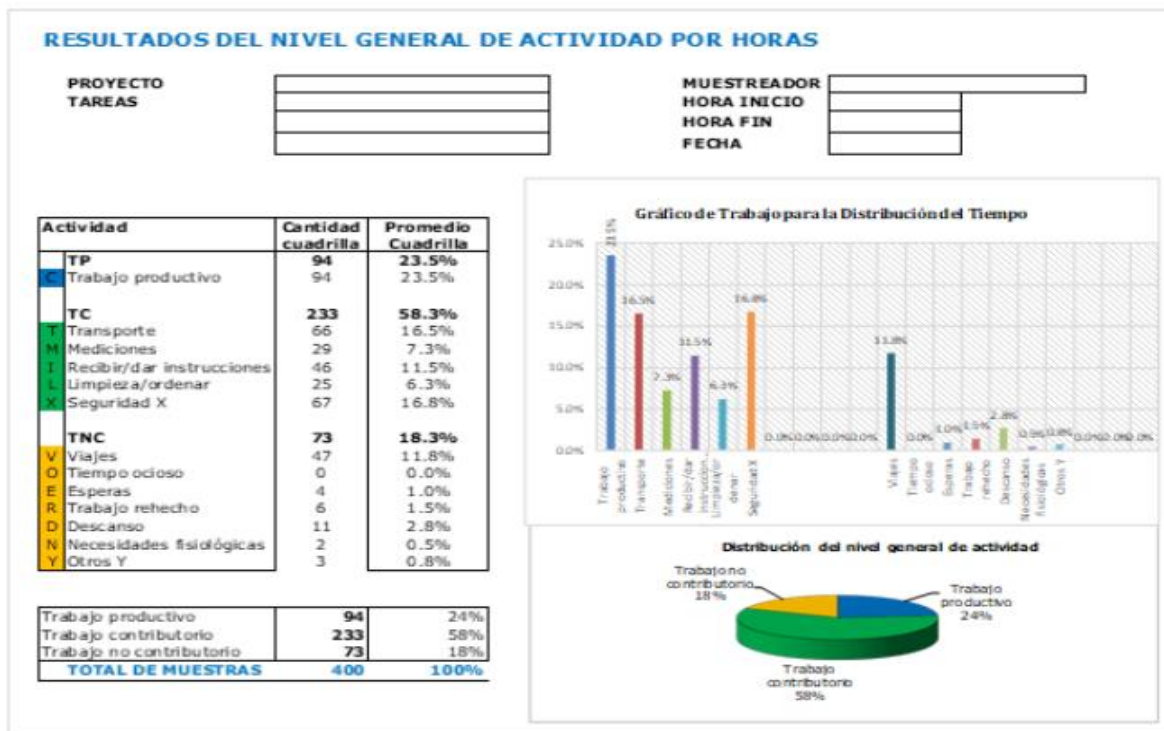
2.2.9.2. Nivel general de actividad

Es un diagnóstico de cómo se distribuye el tiempo del personal de toda la obra. El Nivel General de Actividad se realiza de manera aleatoria en toda la obra y sus resultados permiten su comparación con estándares internacionales. Se propone seguir los siguientes pasos:

- I. Definir las horas de observación.
- II. Colocación del observador en un punto desde donde se pueda visualizar la mayor cantidad posible de trabajadores.
- III. Registrar las actividades que realiza el personal y hacer una clasificación de ser TP, TC o TNC. Los TC y TNC se clasificarán con un mayor detalle.
- IV. Procesamiento de datos observados, se realiza un conteo sobre el tipo de trabajo realizado por los trabajadores y con los cuales se hallarán los respectivos porcentajes que representan (Bombilla y Hidalgo, 2021).

Figura 16

Ejemplo de Procesamiento de datos del Nivel General de Actividad.



Fuente: “Control y mejora de la productividad” (Bombilla y Hidalgo, 2021).

2.2.10. *Value Stream Mapping*

2.2.10.1. **Origen del Value Stream Mapping**

El Value Stream Mapping paso desapercibido durante mucho tiempo hasta que en 1999 se publica el manual "Learning to See" editado por el Lean Enterprise Institute y cuyos autores son Mike Rother y Jhon Shook, reconocidas referencias en el mundo Lean. El VSM fue descubierto en una investigación que los autores llevaron a cabo en Toyota y no fue hasta ese año que pudimos conocer la existencia de esta herramienta fundamental en la transición a un sistema lean. (Buzón Quijada, 2018)

2.2.10.2. **Sobre el Value Stream Mapping**

Value Stream Mapping como herramienta Lean nos ayuda a visualizar procesos y definir escenarios futuros deseados a través de mapeos de cadena de valor definiendo una situación futura ambicionada, identificando fuentes de ventaja competitiva, ayuda a establecer un lenguaje común entre todos los stakeholders del proyecto los cuales aportan ideas para mejorar el propósito de dicho proyecto. Un flujo de valor muestra la secuencia y el movimiento de lo que los clientes priorizan en sus necesidades e incluye materiales, información y procesos que ayudan a obtener el producto que los clientes están interesados en comprar. Es una técnica de dibujar un "mapa" o diagrama de flujo que muestra cómo los materiales y la información fluyen "de puerta a puerta" de los proveedores a los clientes, diseñado para reducir y eliminar el desperdicio, y puede usarse para la planificación estratégica y la gestión del cambio. (Rother y Shook, 1999)

De acuerdo con (Rother & Shook, 1999) una cadena de valor corresponde al flujo de actividades (tanto de valor agregado como las que no agregan valor), realizadas para entregar un producto a un cliente, desde que un cliente hace un pedido hasta que lo recibe. Se distinguen tres tipos de cadenas de valor:

- a. **De Transformación:** Representan procesos de fabricación, ensamblaje, construcción, servicios, etc.
- b. **De Diseño/Desarrollo:** Representan procesos de diseño o desarrollo de los productos, tecnologías e ideas.
- c. **De soporte:** Representan procesos que no agregan valor por si mismos pero que permiten agregar valor a los procesos que asisten, como por ejemplo selección de personal, control de calidad, abastecimiento de recursos, etc.

2.2.10.3. Mapeo de la cadena de valor

Value Stream Mapping comprende de dos tipos: el VSM Actual que nos aporta una visión de la situación real, del cómo se está ejecutando el proyecto y como se están dando los flujos de información y de materiales en un determinado tiempo o frente de trabajo. Por otra parte, se tiene el VSM Futuro que nos da un panorama de la situación a la que se desea llegar, después de haber realizado el diagnóstico con el VSM Actual y haber implantado o propuesto situaciones de mejora.

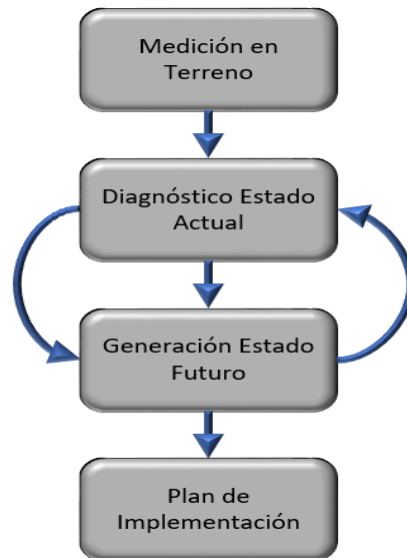
Se debe tener en cuenta que en cualquier organización que maneje personas y procesos tendrá cadenas de valor. Es de conocimiento que al emplear la metodología Lean se tienen ciertos pensamientos que resisten la implantación de dicha metodología y sus herramientas, pero esto no da lugar para no implantar Lean en la industria de la construcción, puesto que se debe tener conciencia de que donde exista una cadena de valor, ésta puede ser mapeada y proponer situaciones de mejora para optimizar la producción de un proyecto de construcción.

“Siempre que haya un producto para un cliente, hay una cadena de valor. El desafío está en verla” (Rother & Shook, 1999).

Con base en (Rother & Shook, 1999) el Value Stream Mapping es una herramienta Lean que ayuda a ver y comprender el flujo de material e información mientras que el producto pasa

por la cadena de valor, para así poder detectar y eliminar las pérdidas en el sistema de producción. El VSM tiene un esquema de fases para su aplicación.

Figura 17
Fases de Value Stream Mapping



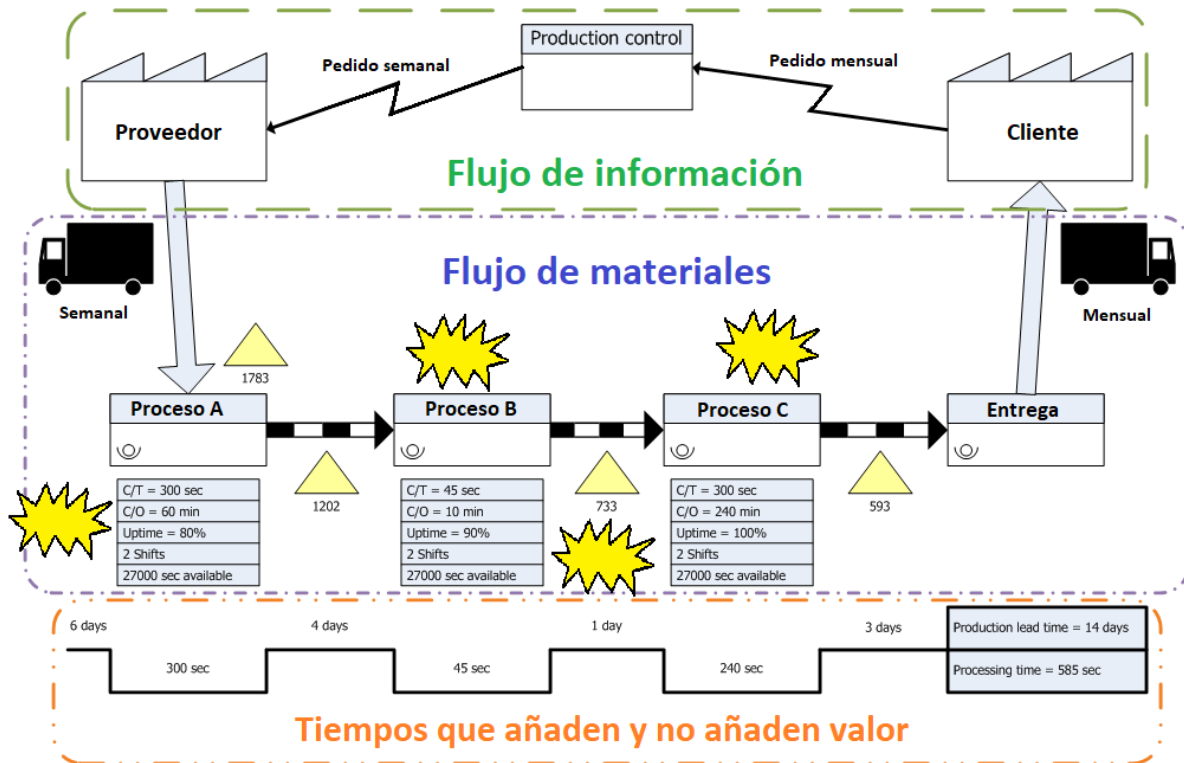
Fuente: “Value stream mapping to create value and eliminate muda” (Rother & Shook, 1999, p.9).

Para la implementación de la herramienta VSM en proyectos de construcción, se inicia con elegir la familia de productos dentro de todas las que se producen en el lugar de trabajo y enfocar el análisis sólo en esta. Posteriormente, se pasa a mapear la situación de producción actual, esto se realiza recorriendo físicamente la cadena de valor (Gembutsu Gemba) y registrar los datos en campo que permitan obtener indicadores para el análisis del estado actual del proceso. El mapa actual debe representar fielmente tanto el recorrido de cada unidad de producción a través de la cadena de valor como el de la información que circula entre el control de producción y los proveedores, clientes o entes reguladores.

El recorrido de las unidades de producto se dibuja en la mitad inferior del mapa y fluye de izquierda a derecha, iniciando con el transporte de material desde el proveedor hasta la entrega al cliente. El flujo de información se dibuja en la mitad superior, de derecha a izquierda, surgiendo desde el cliente hasta llegar al proveedor, los diagramas se deben realizar con

simbología estándar (Rother & Shook, 1999) En la figura 18 se muestra un aspecto general de un VSM.

Figura 18
Aspecto general de un Value Stream Mapping



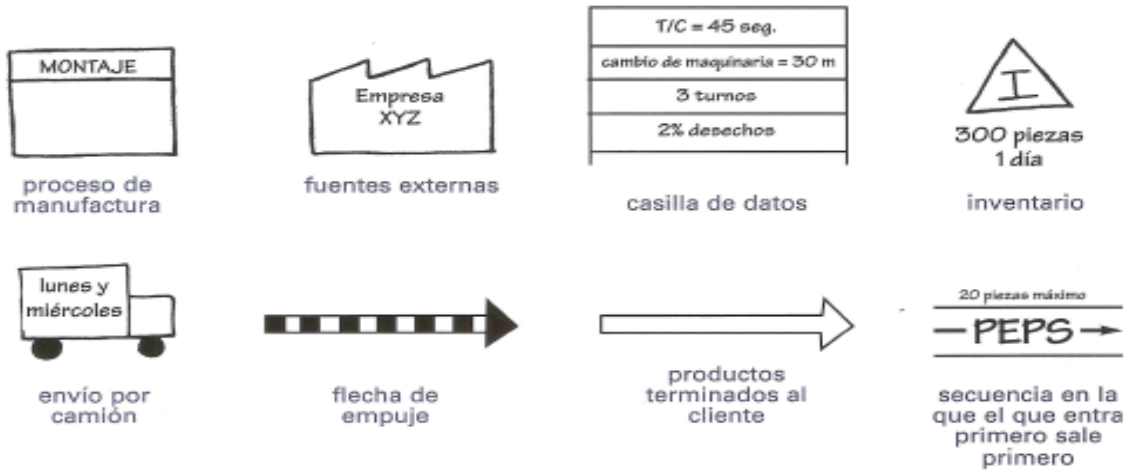
Fuente: “Value Stream Mapping: Qué es, beneficios y cómo realizarlo” (Lean Manufacturing 10, 2020).

Algunos de los iconos utilizados para la elaboración del Value Stream Mapping se muestran en la figura 19:

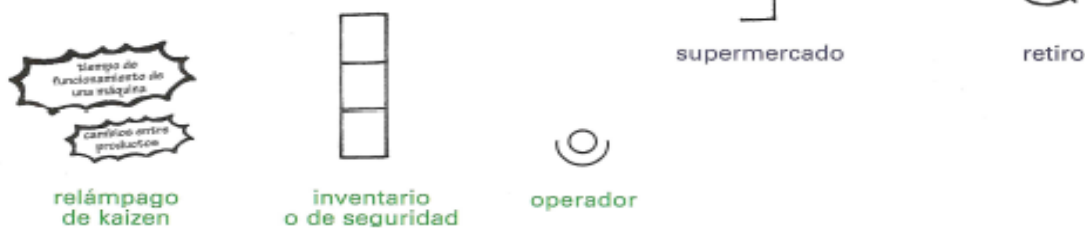
Figura 19

Iconos para la elaboración del Value Stream Mapping

ICONOS DEL FLUJO DE MATERIAL



ICONOS GENERALES



ICONOS DE INFORMACIÓN



Fuente: “Value stream mapping to create value and eliminate muda” (Rother & Shook, 1999).

2.2.10.4. Beneficios del Value Stream Mapping.

De acuerdo con (Rother & Shook, 1999) Los beneficios de la aplicación de la herramienta Value Stream Mapping son:

- Ayuda a ver más que el desperdicio. Los mapas ayudan a ver las fuentes del desperdicio en su cadena de valor.
- Suministra un lenguaje común para hablar acerca de los procesos que se tienen en el proyecto.
- Pone en relieve las decisiones acerca del flujo de trabajo, de manera que se puedan discutir con el equipo del proyecto.
- Vincula los conceptos y técnicas Lean.
- Muestra el enlace entre el flujo de información y el del material.
- Es una herramienta clave para la optimización de los procesos.

2.2.11. *Reporte A3*

2.2.11.1. Origen del Reporte A3

La herramienta principal que emplea Lean Construction para la resolución de problemas es el Informe A3, el instrumento de gestión clave que surge en el sistema de producción de Toyota TPS. Uno de los principios básicos de este sistema, también denominado “Toyota Way” y fundamentado en el Ciclo de Deming (PDCA), es solucionar continuamente problemas de raíz generando un aprendizaje organizativo. Para ello se emplea el informe A3 no sólo en la toma de decisiones sino también en el proceso de resolución de problemas. (Think Productivity, 2017)

2.2.11.2. Sobre el Reporte A3

El nombre de la herramienta viene dado por el tamaño del papel A3 (297 x 420 mm), y el concepto detrás de ella es resumir y comunicar el proceso de mejora de un proyecto o la solución a un problema específico en una hoja de papel de tamaño A3. Su uso nos permite el

desarrollo e implantación de la cultura Lean dentro de la organización buscando la mejora continua.

La estructura que presenta un informe A3 es simple: Se trata de un modelo estándar que se distribuye en una serie de apartados. Su lectura debe realizarse de arriba a abajo, primero la columna de la izquierda y después la de la derecha. El informe A3 comienza con un profundo conocimiento de la situación actual y termina con el seguimiento de la implantación de las soluciones seleccionadas. (Think Productivity, 2017)

Figura 20
Indicaciones para realizar el Reporte A3

INFORME A3. Nombre del proceso		THiNK www.think-productivity.com
<p>1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA</p> <p>Descripción clara y concisa del problema utilizando en la medida de lo posible datos cuantitativos. Importante detallar únicamente lo necesario para hacer que el problema sea comprensible.</p>	<p>5 PROPUESTAS DE MEJORA</p> <p>Indicar cuales son las propuestas de mejora para intentar lograr los objetivos anteriormente indicados.</p>	
<p>2 SITUACIÓN ACTUAL</p> <p>Descripción del proceso en el que surge el problema. Para el mejor entendimiento es aconsejable utilizar esquemas y diagramas. Lean Construction emplea una técnica llamada VSM (Value Stream Mapping), mediante la cual se realiza un estudio y se mapean los procesos de construcción. En este apartado puede introducirse el mapa del estado actual del proceso. Se deben utilizar en la medida de lo posible datos cuantitativos y es muy importante resaltar el problema dentro del proceso.</p>	<p>6 PLAN DE ACCIÓN</p> <p>Desarrollar, en un plan de acción, las propuestas de mejora detalladas anteriormente para alcanzar los objetivos, determinando responsables, que se espera obtener con cada medida y la fecha prevista de inicio y fin. Además, se debe determinar los indicadores de evaluación de la implementación de las mejoras.</p>	
<p>3 ANÁLISIS DE LA CAUSA RAÍZ</p> <p>Análisis detallado del problema y sus causas para identificar la causa raíz. Para ello se emplea principalmente la técnica de los 5 porqués, en la que simplemente nos preguntamos 5 veces por qué ocurre el problema que planteamos en cada contestación. También se puede emplear en este apartado el diagrama de Ishikawa.</p>	<p>7 SEGUIMIENTO Y RESULTADOS</p> <p>Definir las instrucciones para la medición de los resultados de la ejecución y la documentación de estos. Además, se debe fijar un periodo para que, si los resultados obtenidos difieren de los esperados, se investigue el por qué y se apliquen contramedidas que permitan obtener los resultados previstos.</p>	
<p>4 OBJETIVOS</p> <p>Establecer cuales son los objetivos a los que se quiere llegar. Pueden ser objetivos de coste, de tiempo, de calidad etc. Se aconseja que los datos sean lo más cuantitativos posible.</p>		

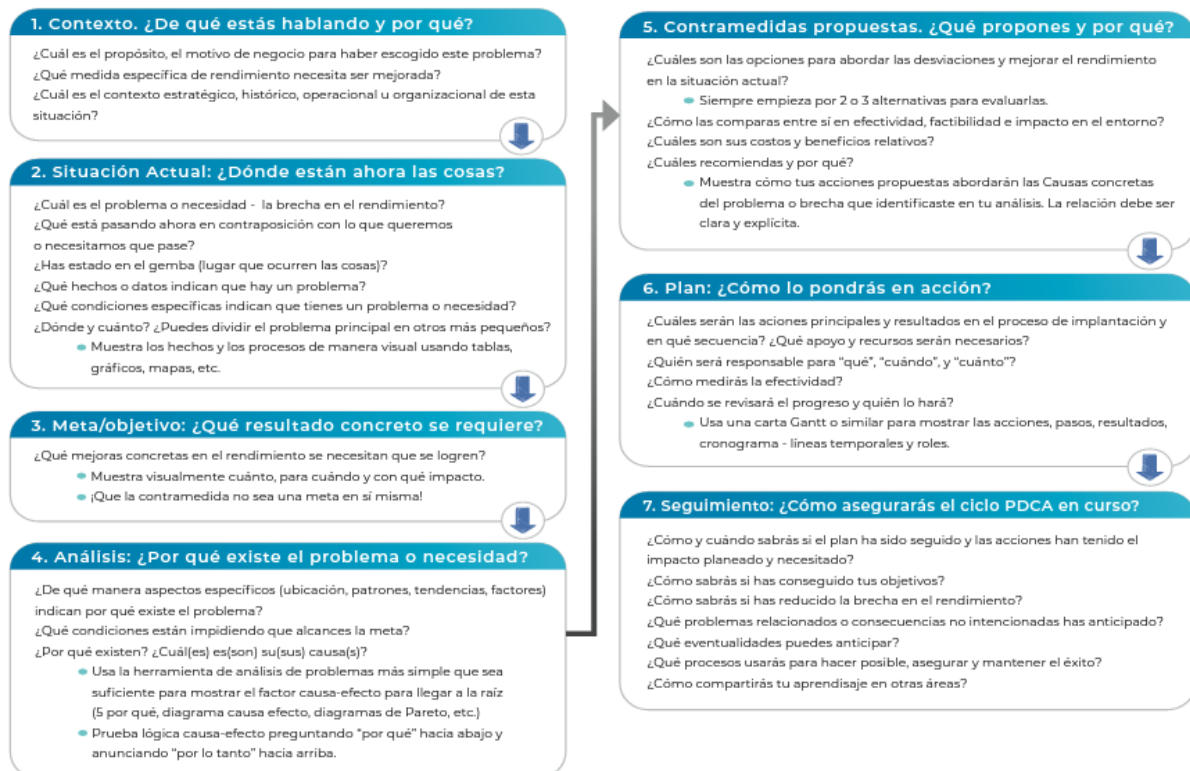
Fuente: “Resolución de problemas en la construcción” (Think Productivity, 2017).

2.2.11.3. Beneficios del reporte A3

De acuerdo con (Pons Achell, 2014) Los beneficios del reporte A3 son:

- Proporciona un enfoque metódico a la resolución de problemas.
- Proporciona un formato breve para la presentación de informes y hechos a los demás.
- documenta un camino que otros pueden seguir y utilizar para entender las acciones y los resultados de la resolución del problema.
- Proporciona un lenguaje común y un método dentro de una organización.
- Crea una cultura que tiende a mantener los conceptos de Lean.
- Proporciona un estándar sobre la cual empezar a trabajar y sienta las bases para cambios futuros.

Figura 21
Ejemplo de Formato A3



Fuente: "Lean Construction – Las 10 claves del éxito para su implantación" (Pons Achell y Rubio Pérez, 2021).

2.2.12. *Choosing By Advantages*

2.2.12.1. **Origen del Choosing By Advantages.**

El CBA es un sistema de toma de decisiones que apoya la toma de decisiones acertada mediante comparaciones entre las ventajas de las alternativas. Este método fue desarrollado por Jim Suhr en 1999, lo desarrolló mientras trabajaba en el Servicio Forestal de Estados Unidos.

En los últimos años, CBA ha cobrado mayor protagonismo en el sector de la construcción. Este aumento ha sido impulsado por la demanda de organizaciones de proyectos más colaborativas y procesos de toma de decisiones transparentes; por la sinergia de la CBA con otras agendas como la mejora de la sostenibilidad y la seguridad; y por una creciente necesidad de incorporar múltiples factores en el proceso de toma de decisiones. (Arroyo et al., 2019)

2.2.12.2. **Sobre Choosing by Advantages**

La elección por ventajas (CBA) es un sistema sólido para tomar decisiones utilizando un vocabulario bien definido que garantiza la claridad y la transparencia en el proceso de toma de decisiones. La toma de decisiones de diseño acertadas contribuye a la aplicación exitosa del diseño basado en conjuntos. Dado que la toma de decisiones es subjetiva, es importante documentar por qué y en qué se basan las decisiones tomadas para que puedan ser revisadas más adelante. Los responsables de la toma de decisiones que utilizan el CBA enumeran los atributos y las ventajas (la diferencia beneficiosa entre dos alternativas) de cada alternativa y, a continuación, asignan un grado de importancia a cada ventaja en relación con la menos preferida. (Parrish y Tommelein, 2009)

Según (Arroyo et al., 2019) CBA es un sistema de toma de decisiones desarrollado por Jim Suhr y se basa en cuatro principios:

- **Principio 1:** “Los responsables de la toma de decisiones deben aprender y utilizar hábilmente métodos sólidos de toma de decisiones”.

- **Principio 2:** “Las decisiones deben basarse en la importancia de la ventaja”.
- **Principio 3:** “Las decisiones deben basarse en los hechos relevantes”.
- **Principio 4:** “Diferentes decisiones requieren diferentes métodos”.

En el CBA, las decisiones se basan únicamente en las ventajas (Principio 2) (y no en las ventajas y desventajas), evitando así la doble contabilidad. Una vez encontradas las ventajas, las partes interesadas deben valorar la importancia de las mismas haciendo comparaciones entre ellas. El proceso de ponderación debe basarse específicamente en la importancia de estas ventajas, y no en general en criterios, factores u otros tipos de datos. (Suhr, 1999, p.80)

(Suhr, 1999) Describe en su libro algunos conceptos que se tienen que tener claros para poder aplicar de manera correcta la herramienta Choosing By Advantages en proyectos de construcción, son 5 conceptos que se detallan a continuación:

- **Alternativa:** Dos o más métodos de construcción, materiales, tipos de diseño o sistemas de construcción, entre los que debe elegirse uno o una combinación de ellos.
- **Atributo:** Característica, cualidad o consecuencia de una alternativa.
- **Ventaja:** Beneficio, ganancia, mejora o perfeccionamiento. En concreto, una ventaja es una diferencia beneficiosa entre los atributos de dos alternativas.
- **Factor:** Un elemento, parte o componente de una decisión. Para evaluar la sostenibilidad, los factores deben representar aspectos económicos, sociales y medioambientales.
- **Criterio:** Regla de decisión o directriz, de tipo obligatorio que representa las condiciones que toda alternativa debe satisfacer o de tipo deseado que representa las preferencias de uno o varios de los responsables de la toma de decisiones.

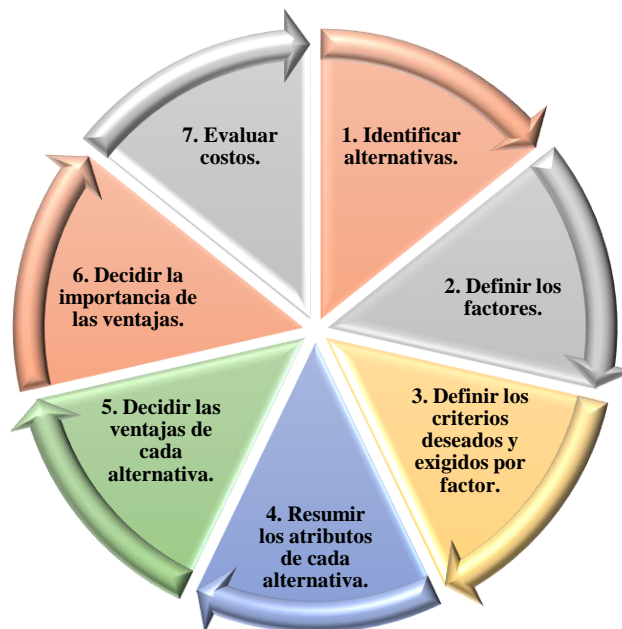
2.2.12.3. Beneficios de Choosing by Advantages

De acuerdo con (Lean Construction Institute, 2015). Los beneficios de la aplicación de la herramienta Value Stream Mapping son:

- Se logra tomar decisiones de modo más visual y transparente.
- Se alinea con los valores y cultura deseados en las implementaciones Lean/IPD.
- Permite a los equipos enfatizar el valor del proyecto para sus stakeholders.
- Los tomadores de decisiones pueden alcanzar el consenso, focalizarse en los resultados y comprender todos los factores considerados en el proceso de toma de decisiones

(Suhr, 1999) detalla en su libro los pasos para su aplicación, se listan en la siguiente en la figura (22).


Figura 22
Pasos para la aplicación de Choosing by Advantages.



Fuente: Suhr, (1999).

Figura 23

Ejemplo de Choosing by Advantages

	CHOOSING BY ADVANTAGES				UCSM	
Decisión a tomar:	Descripción:					
Factor (Criterio)	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Atributo		Atributo		Atributo	
	Ventaja	Importancia de la Ventaja	Ventaja	Importancia de la Ventaja	Ventaja	Importancia de la Ventaja
Factor:						
Criterio:						
Factor:						
Criterio:						
Factor:						
Criterio:						
Factor:						
Criterio:						
IMPORTANCIA TOTAL						
COSTO						

Fuente: Elaboración propia.

2.2.13. *Impacto de los desperdicios de la construcción al medio ambiente*

La industria de la construcción tiene un papel fundamental en el impacto que causa al medio ambiente, tanto durante la construcción como durante la operación.

Lean promueve la sostenibilidad en los sistemas de producción. Más precisamente, las prácticas sostenibles o “verdes” que son una extensión natural de la filosofía lean a nivel operativo. La construcción verde también busca reducir el desperdicio de energía, agua y materiales utilizados durante la construcción. Lean y los enfoques verdes comparten muchas de las mejores prácticas para reducir los desechos desde el punto de vista de la minimización de residuos, un concepto común tanto de Lean Construction y construcción verde.

Las variables ambientales y de producción son simultáneamente evaluados en un mismo modelo de simulación, y los impactos ambientales se discuten en la implementación de prácticas ecológicas. Por lo tanto, se demuestra no solamente una mejor utilización de los recursos y un mejor rendimiento del costo del tiempo, sino también ahorro energético y disminución de emisiones de gases de efecto invernadero en cualquier proyecto. (Golzarpoor y González, 2013)

CAPITULO III

3. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología

Se realizará una investigación bibliográfica sobre las herramientas a utilizar: Choosing by Advantages, Reporte A3 y Value Stream Mapping; así como el surgimiento de LPDS e IPD. También se tomará como parte de la bibliografía indispensable tesis y artículos de investigación a nivel regional, nacional y mundial. El presente tema está alineado a la investigación sobre herramientas y metodologías que generen valor en los procesos de construcción, enfocado a la ingeniería civil.

La metodología se realizará primero con el desarrollo teórico y aplicativo, partiendo con los capítulos correspondientes al planteamiento del problema analizando la problemática de la investigación, la formulación del problema seguido de las variables, objetivos, hipótesis, justificación, alcances de la investigación y evaluando las limitaciones frente al caso de estudio. Seguidamente se analizarán los antecedentes y describir las bases teóricas de esta investigación

Asimismo, se describirá el paso a paso de la aplicación, así como la metodología para desarrollar cada herramienta. Con la información obtenida en campo se realizará un análisis estadístico donde se cuantificarán los datos reunidos en campo y se ordenarán en tablas y gráficos que facilitarán la interpretación de los resultados obtenidos para finalmente plantear alternativas de mejora generales.

Posteriormente se tendrán las conclusiones y recomendaciones considerando los resultados y el análisis producto de la aplicación de las herramientas del LPDS. Y por último se tiene la bibliografía y anexos al final de este informe.

3.2. Tipo y nivel de investigación

- Aplicada debido a que se aplican nuevos conocimientos y cuenta con objetivos prácticos y determinados que se enfocan en dar una solución a un problema existente.
- Descriptiva ya que describe la realidad y la situación actual del caso en estudio.
- Cuantitativa porque se basa en la recolección de datos en campo y un análisis posterior para la obtención de los indicadores que se obtienen mediante el uso de herramientas matemáticas, estadísticas e informáticas.
- Transversal porque se tiene un tiempo determinado para la recolección de los datos en campo.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población de estudio son todas las actividades de construcción que se desarrollan en el proyecto “Edificio institucional IFB CERTUS”.

3.3.2. Muestra

La muestra son las partidas que se ejecutan en el proceso constructivo de los elementos que integran el casco estructural del proyecto “Edificio institucional IFB CERTUS”. Estas partidas son Columnas, placas, vigas, losas aligeradas a partir del piso 3 específicamente puesto que los pisos siguientes en cuanto a elementos de concreto armado horizontales y verticales son típicos.

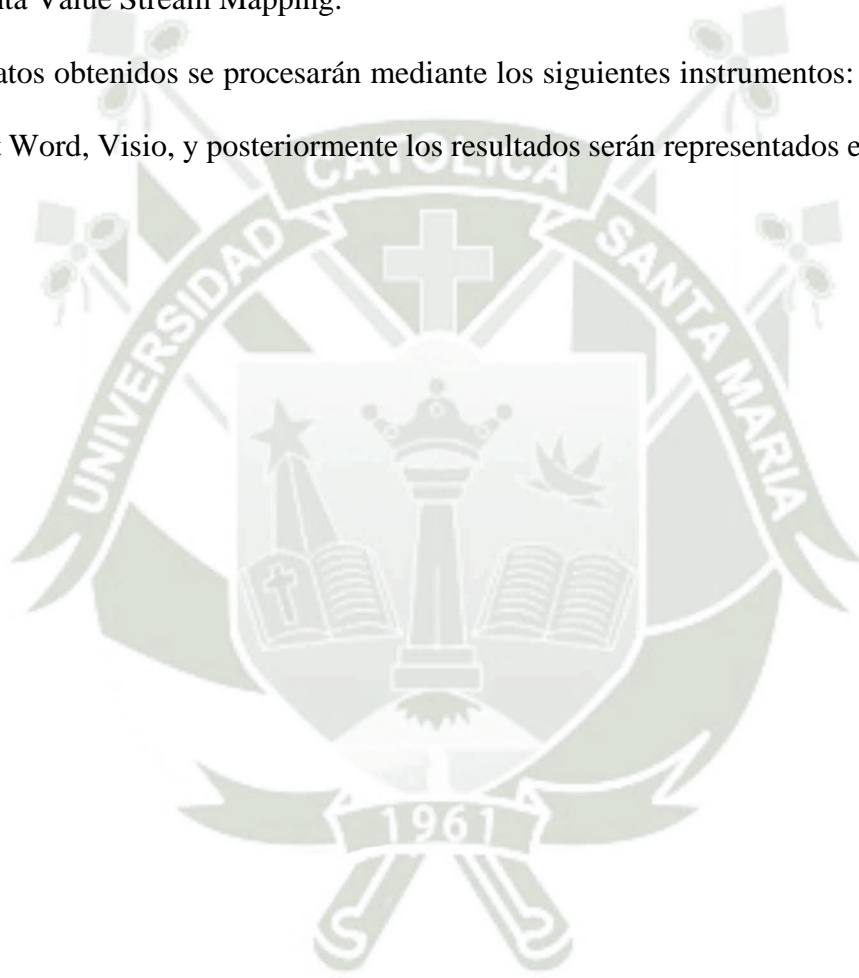
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica de recolección de datos fue la observación directa, la principal técnica fue realizar el Gembutso Gemba que consistió en realizar caminatas observando las actividades del personal obrero y como llegaban los materiales hasta el frente de trabajo para su instalación en coordinación con los capataces de cada frente de trabajo.

Así también las entrevistas con el área de oficina técnica específicamente con el jefe de oficina técnica y residente de obra que son tomadores de decisiones en el proyecto en estudio.

El instrumento para la recolección de datos y aplicación de las herramientas son los formatos y plantillas que se desarrollaran en el capítulo V de la investigación, además se utilizará la herramienta “carta balance” para la obtención de indicadores que integran parte de la herramienta Value Stream Mapping.

Los datos obtenidos se procesarán mediante los siguientes instrumentos: Microsoft Excel, Microsoft Word, Visio, y posteriormente los resultados serán representados en gráficos, tablas y figuras.



CAPITULO IV

4. GENERALIDADES DEL PROYECTO

4.1. Descripción del área de estudio

El proyecto “Edificio IFB CERTUS CEDE AREQUIPA” lo ejecutó la empresa De Vicente Constructora que es parte del Grupo Flesan, DVC es una empresa dedicada a la ejecución integral de diversos proyectos de edificación, el Edificio IFB CERTUS pertenece a la cartera de proyectos educacionales, ejecutados por dicha constructora.

La supervisión de este proyecto fue realizada por la organización peruana DECHINI dedicada a la dirección de proyectos de ingeniería y construcción; con amplia experiencia en el sector de edificaciones urbanas e industriales.

4.2. Descripción del proyecto

El proyecto trata de una nueva sede para el Instituto Superior CERTUS sobre un terreno de aproximadamente 2878.38 m². El objetivo de este proyecto es dotar al distrito de una institución educativa superior de alto nivel, para lo que albergará aulas y diferentes servicios pensados para la comodidad y beneficio del futuro alumnado. El edificio consta de nueve (9) pisos, Azotea y un (1) Sótano. Se presenta la distribución de ambientes a continuación:

Tabla 2
Distribución de ambientes y áreas construidas.

CUADRO DE ÁREAS M2				
PISOS	Descripción	A. Construida	No computable	Total, Construcción
Planta de Cisternas Semisótano	Cisternas y cuarto de bombas		413.7	413.7
	62 plazas		1178.92	1178.92
1° piso	SUM, Ha II Principal, Cafetería, Servicios y Área de ventas.	1084.12		1084.12
2° piso	Area de profesores, LEARNING COMMONS	542.84		542.84
3° piso	Biblioteca, Administración y Módulos de atención	847.80		847.8
4° piso	Aulas 5 (Aforo 40) y Aulas de Cómputo 2 (Aforo 40)	893.28		893.28
5° piso	Aulas 6 (Aforo 40) y Aulas de Cómputo 2 (Aforo 40)	893.28		893.28
6° piso	Aulas 4 (Aforo 40) y Aulas de Cómputo 2 (Aforo 40) y Cafetería.	847.80		847.8
7° piso	Aulas 5 (Aforo 40) y Aulas de Cómputo 2 (Aforo 40)	893.28		893.28
8° piso	Aulas 6 (Aforo 40) y Aulas de Cómputo 2 (Aforo 40)	893.28		893.28
9° piso	Aulas 6 (Aforo 40) y Aulas de Cómputo 2 (Aforo 40)	893.28		893.28
Azotea	Escaleras, Café, Terraza	139.54		139.54
A. Construida		7928.50	1592.62	9521.12
TOTAL A.		9521.12		
A. Libre		922.50		
A. Terreno		2878.38		

Fuente: “Expediente técnico Instituto superior Certus. Inversiones Educa”

Para el diseño del proyecto que se presenta se ha tomado en consideración los Parámetros Urbanísticos proporcionados por la Municipalidad de Arequipa, el R.N.E y las normas del Sector Educación correspondientes (Educa, Inversiones, 2018).

Se tiene en cuenta el área libre descontando la huella del edificio teniendo en cuenta aleros y volados y el área de estacionamiento que suma 922.50 m2 más del 30% de área del terreno que exige la norma (Educa, Inversiones, 2018).

El conjunto cuenta con dos tipos de accesos debidamente diferenciados, el primer Acceso es peatonal y se realiza desde la Av. Los Incas a través de escaleras y una rampa que llevan al hall principal del primer piso y permiten el acceso a los ascensores y escaleras, así como al patio y vestíbulo de la Sala de Usos Múltiples (SUM). El otro acceso es vehicular y se realiza desde la Av. Los Incas (Educa, Inversiones, 2018).

El ancho de los pasadizos en las áreas educativas no es menor a 1.80 m libre en ningún caso, lo cual permite una fácil y segura circulación de los estudiantes y los parapetos tienen una altura mínima de 1.10 m (Educa, Inversiones, 2018).

Adicionalmente a las circulaciones horizontales descritas, se cuenta con una dotación de cuatro (4) ascensores con capacidad para 16 personas cada uno y un (1) ascensor negativo con capacidad para 4 personas (Educa, Inversiones, 2018).

Este nuevo edificio cuenta con dos escaleras de escape cerradas y presurizadas. El ancho de las mismas es de 1.80 m (Escalera 1) y 1.20 m (Escalera 2) medido entre barandas que es el mínimo que se establece según el cálculo de aforo.

Se tiene en cuenta el área libre descontando la huella del edificio teniendo en cuenta aleros y volados y el área de estacionamiento. Dicho cálculo da un resultado de 922.50m² de Área Libre (Educa, Inversiones, 2018).

Adicionalmente a esos 922.50 m², esta edificación permite una dotación integrada de espacio de recreación o patio de 109.00m² en el tercer nivel. Este patio se complementa con el área de 211.46 m² ubicada en la azotea del conjunto (Educa, Inversiones, 2018).

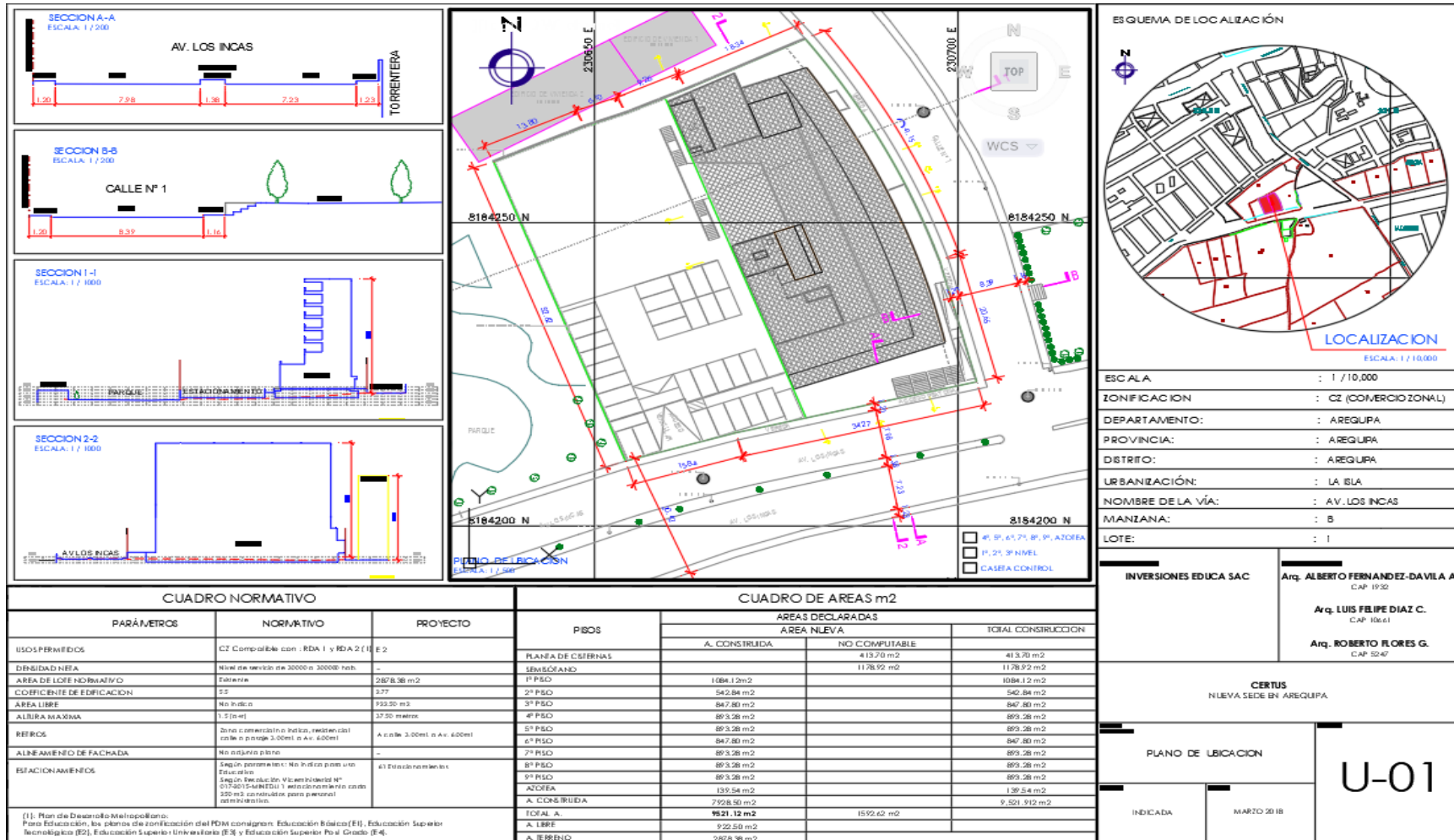
Figura 24

Edificio IFC Certus sede Arequipa



Fuente: “Expediente técnico Instituto superior Certus. Inversiones Educa”

Figura 25
Plano de ubicación del proyecto

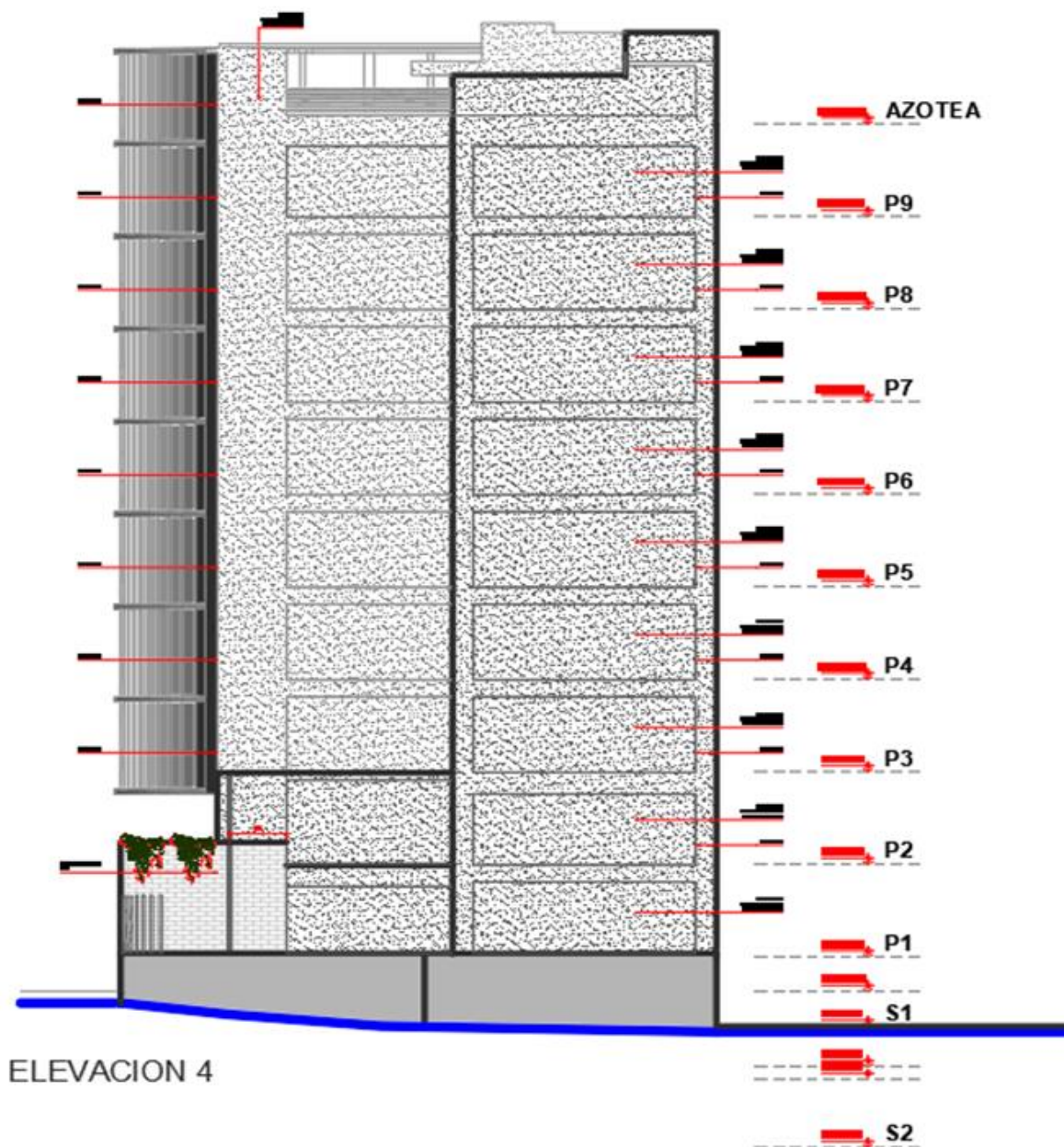


Fuente: “Expediente técnico Instituto superior Certus. Inversiones Educa”

Como se mencionó con anterioridad el alcance de la investigación estará acotado al sitio de la obra del edificio institucional, a partir del piso 3 específicamente puesto que los pisos siguientes en cuanto a elementos de concreto armado horizontales y verticales son típicos.

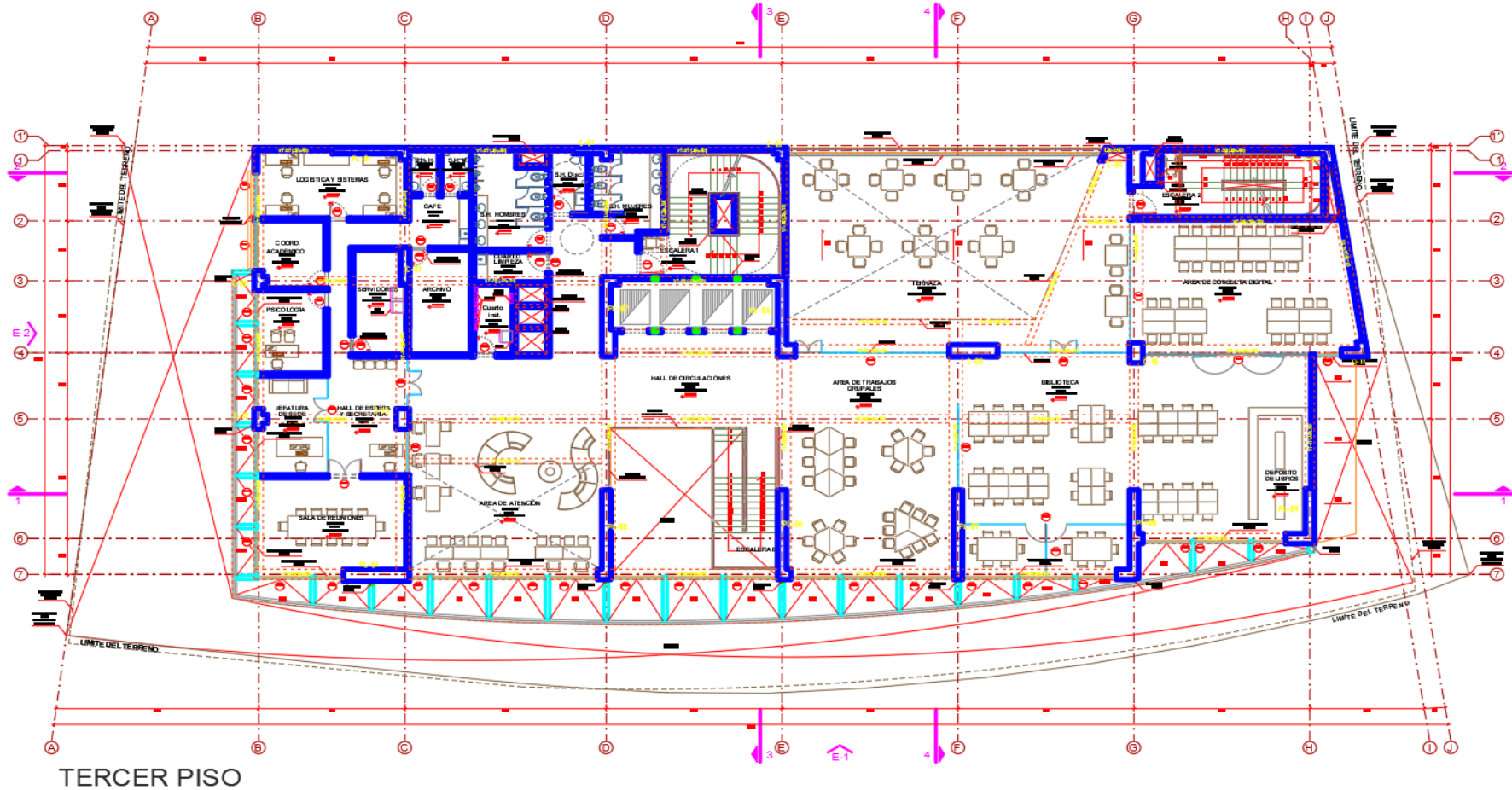
Figura 26

Vista en elevación del proyecto.



Fuente: “Expediente técnico Instituto superior Certus. Inversiones Educa”

Figura 27
Plano en planta del tercer piso del proyecto



Fuente: “Expediente técnico Instituto superior Certus. Inversiones Educa”

CAPÍTULO V

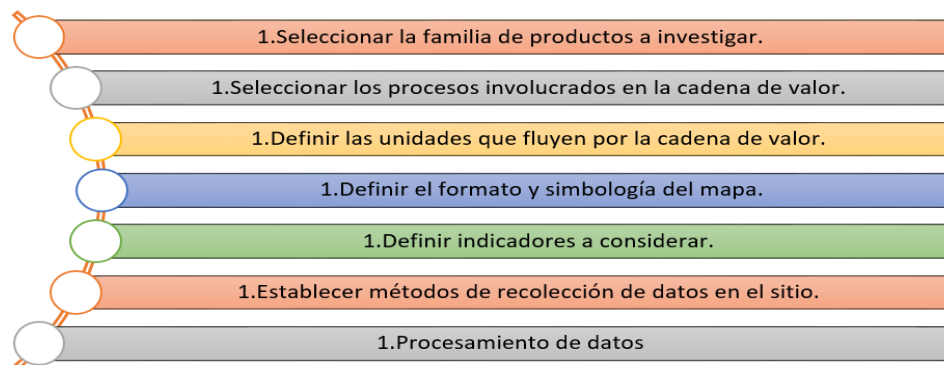
5. DESARROLLO DE LOS PROCESOS Y TERMINOLOGÍA PARA APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS LPDS

5.1. Value Stream Mapping

5.1.1. *Adaptaciones del VSM a la construcción*

Con base en (Rosenbaum Videla, 2012), para usar VSM correctamente en el proyecto, se requieren ciertas adaptaciones y selecciones preliminares, estas son fundamentalmente las siguientes:

Figura 28
Adaptaciones de VSM a la construcción



Fuente: Elaboración propia.

En construcción, es imposible construir toda la cadena de valor del proyecto a escala global, debido en gran parte a su alta complejidad y al gran número de actividades diferentes que se requieren para ejecutar el proyecto.

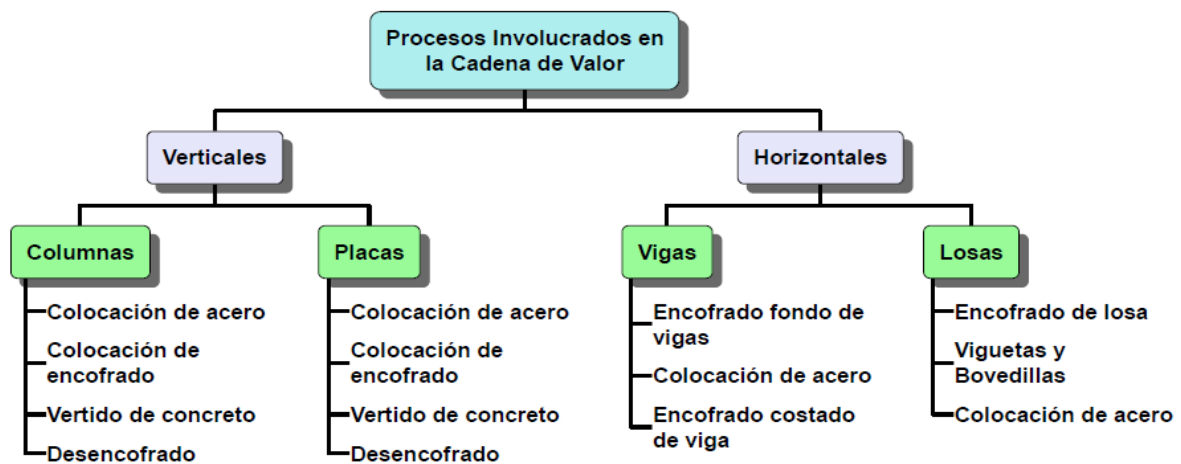
5.1.2. *Familia de productos a investigar.*

En principio, es necesario definir qué procesos o familias de productos se mapearán, porque no es muy factible mapear todo lo que sucede. Se han definido 2 familias de productos que corresponden a elementos constructivos verticales (Columnas y Placas) y horizontales (Vigas y Losas), se tomaron estos elementos en consecuencia de la revisión de los planos puesto que los elementos son típicos a partir del 3er nivel hasta el 9no del edificio en estudio.

5.1.3. *Procesos involucrados en la cadena de valor.*

Simultáneamente, se deben identificar los procesos involucrados en la cadena de valor de estas familias de productos, estas corresponden a las actividades constructivas que se realizan para cada proceso involucrado, se hizo un análisis de las actividades a considerar por tipo de elemento y se muestran en la siguiente figura.

Figura 29
Procesos Involucrados en la Cadena de Valor



Fuente: Elaboración propia.

5.1.4. *Unidades que fluyen por la cadena de valor.*

Otro punto fundamental que es importante identificar son las unidades que fluyen en el proceso productivo. Las cuales se denominan unidades de flujo y dependen del elemento constructivo a mapear. Se definieron las siguientes:

Tabla 3
Unidades de flujo de la cadena de valor

TABLA DE UNIDADES		
Colocación de acero	Kilogramos	kg
Colocación de encofrado	Metros Cuadrados	m ²
Viguetas y bovedillas	Metros Cuadrados	m ²
Vertido de concreto	Metros Cúbicos	m ³
Desencofrado	Metros Cuadrados	m ²

Fuente: Elaboración propia.

5.1.5. *Desarrollo de la plantilla y simbología de mapas*

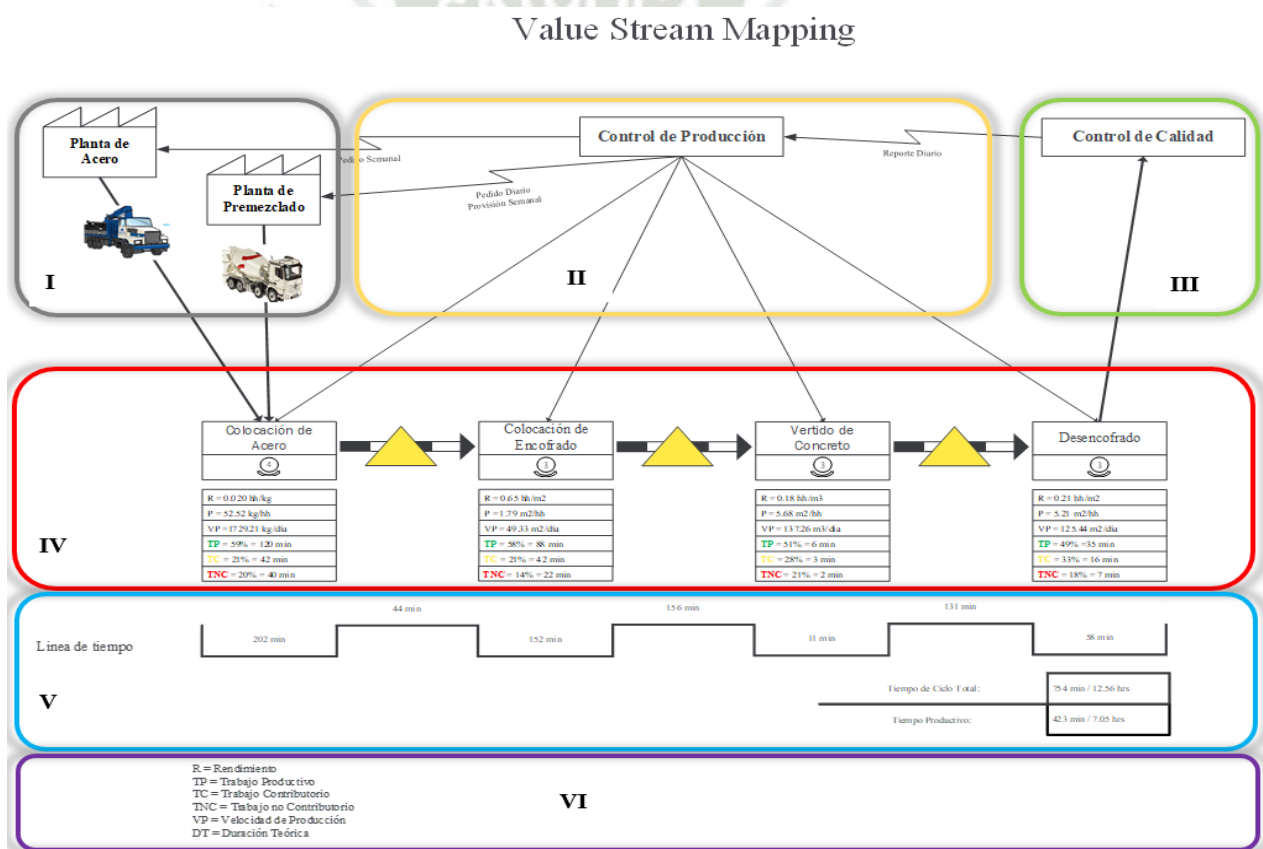
Para el correcto uso de esta herramienta necesitamos conocer y facilitar el entendimiento de la simbología, la simbología empleada para la elaboración de los Value stream mapping se describen a continuación, esta corresponde a la definida por (Rother & Shook, 1999).

Para comprender y describir mejor el Value Stream Mapping, se presenta uno a modo de ejemplo para la cadena de valor de elementos verticales (placas) en la figura 30. Se ha realizado una sectorización, los detalles son los siguientes:

- I. **Sector de materias primas:** Contiene los materiales que son proporcionados por los proveedores, ya sean materias primas o material prefabricado, elementos prefabricados, pre mezclado en el caso del concreto y estos son transportados desde las fábricas de los proveedores hasta la obra.
- II. **Sector de flujos de información:** Contiene los diferentes flujos de información, ya sean manuales o electrónicos, que se tiene entre los involucrados que participan en cada actividad del flujo del proceso. Se maneja toda la información relacionada control de producción, como ordenes de producción, procedimientos, sistemas de planificación, difusión de órdenes, informes diarios, etc.
- III. **Sector de salida de productos:** Contiene productos que han sido procesados por la cadena de valor y entregados a sus clientes designados. Por ejemplo, el proceso de finalización de los elementos verticales como columnas se entrega directamente a sus clientes para el control de calidad y la supervisión.
- IV. **Sector de flujos de material:** Contiene unidades de producto que pasan por cada actividad en la cadena de valor de izquierda a derecha. Se muestran las actividades, el tipo de flujo de producción que se tiene también el inventario acumulado y la casilla de indicadores, donde se muestran los indicadores para los datos de campo de cada actividad.


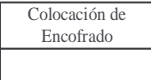

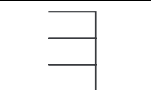




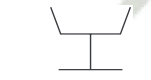

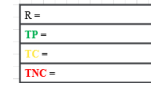




- V. **Sector de línea de tiempo:** Contiene la línea de tiempo de la cadena de valor, se puede visualizar los tiempos finales de cada actividad, el tiempo de ciclo total (TCC), tiempo de valor agregado (TVA) y el porcentaje de valor agregado.
- VI. **Sector de ayudas de lectura:** Contiene el cuadro de leyenda y el cuadro de abreviaturas para los indicadores que van en la casilla indicadores de nuestro mapeo de la cadena de valor.

Figura 30
Plantilla - Value Stream Mapping



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31
Cuadro de Simbología de Value Stream Mapping.

Símbolo	Nombre	Significado
	Agente Externo	Representa un proveedor o Cliente.
	Actividad	Representa una actividad procesando unidades.
	Flujo Empujado	Representa unidades siendo empujadas por la producción de una actividad.
	Supermercado	Representa un supermercado Kanban.
	Inventario	Representa el inventario acumulado.
	Control de Producción	Representa la entidad en control de la producción.
	Información Manual	Representa un flujo de información por medios manuales.
	Información Electrónica	Representa un flujo de información electrónica.
	Puesto Kanban	Representa un depósito de tarjetas Kanban.
	Línea de Tiempo	Muestra en sus valles el tiempo de actividades que agregan valor y en los montes el de las que no.
	Casilla de Datos	Contiene los indicadores correspondientes a la actividad.
	Transporte	Representa el transporte de material de un lugar externo, al sitio de obra.
	Kanban de retiro	Representa el flujo de tarjetas Kanban de retiro.
	Evento Kaizen	Representa un evento Kaizen y las mejoras a Implementar.
	Operario	Representa un operario ejecutando una actividad.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.6. Definición de indicadores y datos necesarios

Se definieron los indicadores que se incluirán en los mapas y sus métodos de cálculo, estos determinaron el conjunto de datos necesarios que se deben recopilar en el sitio. Los datos a medir directamente en terreno se muestran en la tabla 4.

Tabla 4
Terminología de datos a medir en campo

NOMBRE	ABREV.	UNIDAD	CONCEPTO
Identificación	ID	-	Identificación del elemento en estudio.
Fecha de Inicio	FI	dd/mm/aa	Fecha de inicio de la actividad en estudio.
Fecha de Término	FT	dd/mm/aa	Fecha de Término de la actividad en estudio.
Hora de Inicio	HI	hh:mm	Hora de inicio de la actividad
Hora de Término	HT	hh:mm	Hora de término de la actividad
Número de operarios	#O	und	Número de operarios de la actividad
Duración Total	DT	hh:mm	Duración total Duración de la actividad
Tiempo de Esperas	TE	hh:mm	Tiempo de esperas durante el monitoreo de la actividad (refrigerios, almuerzo, etc.)
Espera de Inventario	I	hh:mm	Tiempo de espera del elemento en inventario.
Fecha de actividad siguiente	FAS	dd/mm/aa	Fecha de inicio de la actividad siguiente.
Metrado a Controlar	M	(kg, m2, m3)	Cantidad de obra a ejecutar, según la actividad realizada

Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos en campo se utilizaron para calcular una serie de indicadores que estarán contenidos en el Value Stream Mapping actual del proceso constructivo a su vez dichos datos se han estructurado para evaluar el desempeño productivo del proceso. Se muestra en la tabla 5.

Tabla 5
Terminología de Indicadores de Productividad

NOMBRE	ABREV.	UNIDAD	CONCEPTO
Duración	D	min	Tiempo que transcurre entre el principio y el fin de realización de la actividad.
Trabajo Productivo	TP	%	Es el fragmento de tiempo de la duración de una actividad que aporta directamente a la producción.
Trabajo Contributorio	TC	%	Es el fragmento de tiempo de la duración de una actividad que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el TP.
Trabajo No Contributorio	TNC	%	Es el fragmento de tiempo de la duración de una actividad que no agrega valor a la cadena de producción, por lo tanto, se consideran pérdidas.
Rendimiento	R	hh/dim	Es la cantidad de recursos empleados para generar una unidad de producción.
Productividad	P	dim/hh	Es la relación existente entre la producción obtenida y los recursos empleados para llegar a obtenerla.
Velocidad de Producción	VP	dim/día	Es la cantidad de producción que se genera en un determinado plazo, analizada por cuadrilla.
Tiempo de Ciclo Total	TCT	hrs	Tiempo que demora una unidad de flujo en recorrer la cadena de valor completa.
Tiempo de valor Agregado	TVA	hrs	Suma de tiempos de la cadena de valor en los que se agrega valor al producto.
Porcentaje de Valor Agregado	PVA	%	Entrega el porcentaje de tiempo que representa el TVA sobre el TCT.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.7. *Secuencia de aplicación*

(Shook, 2010), describe en su libro "Lean Thinking", como un proceso de paso a paso para determinar los desperdicios en producción y poder determinar un estado actual, estado futuro y crear los mapas respectivos:

1. Dibuje los iconos del cliente, proveedor y control de producción.
2. Ingrese los requisitos del Cliente por mes y por día.
3. Calcule la producción diaria y los requisitos de contenedores.
4. Dibuje el icono que sale de embarque y el camión con la frecuencia de entrega.
5. Dibuje el icono que entra, el camión y la frecuencia de entrega.
6. Agregue las cajas de los procesos en secuencia, de izquierda a derecha.
7. Agregue las cajas de datos abajo de cada proceso.
8. Agregue las flechas de comunicación y anote los métodos y frecuencias.
9. Obtenga los datos de los procesos y agréguelos a las cajas de datos. Obsérvelos directamente todo el tiempo.
10. Agregue los símbolos y el número de los operadores.
11. Agregue los sitios de inventario y nivel en días de demanda y el gráfico más abajo.
12. Agregue las flechas de empuje, de jalar y de primeras entradas primeras salidas.
13. Agregue otra información que pueda ser útil.
14. Agregue las horas de trabajo en la línea de tiempo.
15. Agregue el tiempo de ciclo y el tiempo de procesamiento.
16. Calcule el tiempo de ciclo total y el tiempo total de procesamiento.

5.1.8. *Obtención de datos en terreno*

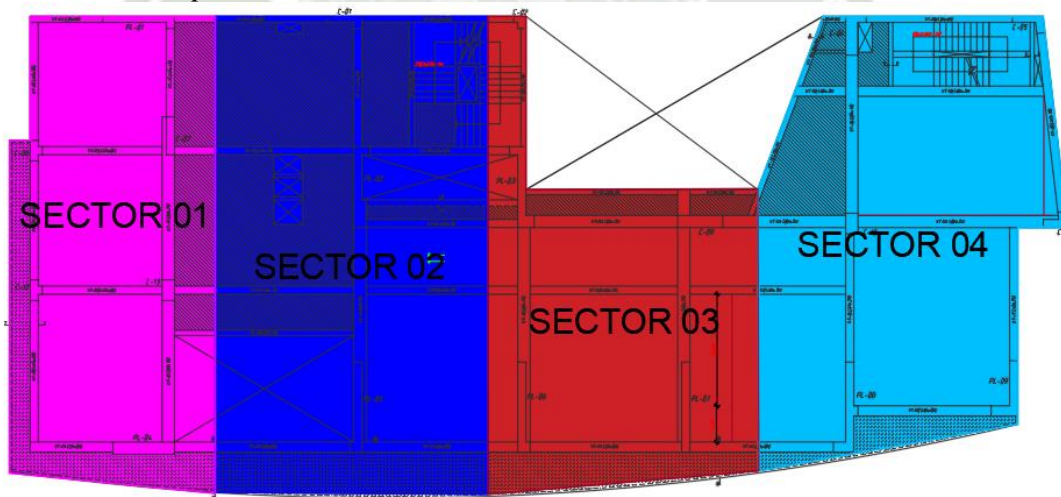
Los datos utilizados fueron tomados en el sitio del proyecto “Edificio Institucional IFB CERTUS” a través de visitas diarias en un periodo cercano a los 4 meses, Dichas mediciones fueron realizadas por el mismo autor del trabajo.

Los elementos constructivos observados en las mediciones fueron: losas, vigas, columnas y placas, Para cada elemento constructivo se efectuaron varias mediciones con el fin de obtener valores promedio de las cuantificaciones necesarias para el cálculo de los indicadores que se contendrán en la casilla de datos del mapeo de la cadena de valor.

Se hizo un análisis en los primeros días antes de la toma de datos y se dio la realidad que se tenía que trabajar por sectores, se tomaron en cuenta 4 sectores y que no presenten mayor variabilidad en todo el tiempo que se hará la toma de datos, se muestran los sectores a continuación:

Figura 32

Sectorización para la obtención de datos in situ




Fuente: Elaboración propia.

Para el método de registro de los datos se elaboró un formato de toma de datos que se puede ver en la siguiente figura 33. Los datos recopilados en campo se incluyen en el Anexo A al final de este informe.

Figura 33

Formato de toma de datos

 DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING			
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo			
Fecha de Inicio:	Fecha de Término:		
Hora de Inicio:	Hora de Término:		
DATOS DEL ELEMENTO			
Identificación	P4S1C-07		
Piso			
Sector			
Elemento			
Metrado a Controlar			
PERSONAL EMPLEADO			
Cuadrilla:			
Operario			
Oficial			
Peón			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING			
Fecha de Actividad Siguiente	FAS		Observaciones:
Tiempo de esperas	TE		
Duración	D		
Productividad	P		
Rendimiento	R		
Velocidad de Producción	VP		
PANEL FOTOGRÁFICO			

Fuente: Elaboración propia.

Los implementos para la recolección se utilizaron las siguientes herramientas:

- Formato de recolección de datos.
- Reloj Cronometro.
- Lapiceros.
- Cámara fotográfica.
- Tablero.

5.1.9. *Procesamiento de datos*

Se calcularon los diferentes indicadores para cada elemento del monitoreo de campo. El indicador final se define como el valor promedio obtenido de todas las mediciones realizadas.

- **Duración:** Es el tiempo necesario para culminar una actividad.

Ecuación 1 *Cálculo de Duración*

$$D = \text{Hora de Terminación} - \text{Hora de inicio} \quad (1)$$

- **Rendimiento:** Es la cantidad de recursos empleados para generar una unidad de producción.

Ecuación 2 *Cálculo del Rendimiento*

$$R = \frac{HH}{\text{Metrado Ejecutado}} \quad (2)$$

$$HH = N^{\circ} \text{ cuadrilla} \times \text{horas de trabajo}$$

Productividad: Se puede establecer que este concepto es la relación existente entre la producción obtenida y los recursos empleados para llegar a obtenerla.

Ecuación 3 *Cálculo de la Productividad*

$$P = \frac{\text{Metrado Ejecutado}}{HH} \quad (3)$$

$$HH = N^{\circ} \text{ cuadrilla} \times \text{horas de trabajo}$$

Velocidad de Producción: La velocidad se define como la cantidad de producción que se genera en un determinado plazo, analizada por cuadrilla:

Ecuación 4
Cálculo de Velocidad de Producción

$$VP = \frac{\text{Metrado Ejecutado}}{\text{horas de trabajo}} \times \text{Jornada Laboral} \quad (4)$$

Espera de Inventario (EI): Mide el tiempo transcurrido desde que un elemento es procesado por una actividad hasta que la actividad sucesora comienza a procesarla.

Tiempo de Ciclo Total (TCT): Para la obtención del tiempo total del ciclo, se debe sumar la duración de todas las actividades y la espera de inventario del mismo elemento.

Tiempo de Valor Agregado (TVA): Para la obtención del tiempo de valor agregado, se deben sumar todas las horas de trabajo efectivas de cada actividad.

Porcentaje de Valor Agregado (PVA): Se obtiene dividiendo el tiempo de valor agregado entre el tiempo de ciclo total en porcentaje.

Ecuación 5
Cálculo de Porcentaje de Valor Agregado (PVA)

$$PVA = \frac{TVA}{TCT} \times 100 \quad (5)$$

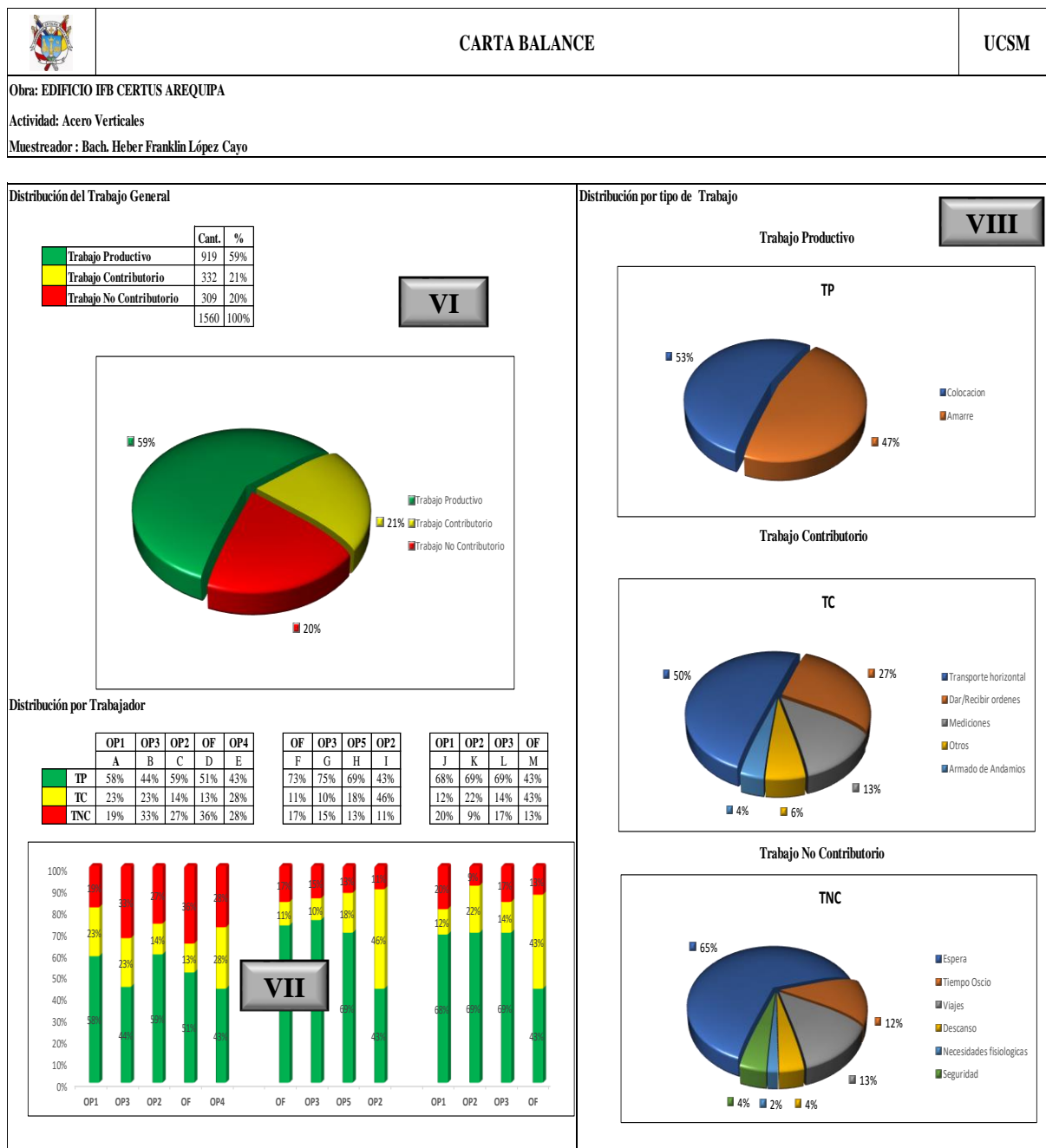
5.1.10. *Cartas balance*

Para la obtención de los indicadores de productividad de trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC), trabajo no contributivo (TNC) utilizaremos esta herramienta desarrollando un formato para la toma de datos en campo, así como también para el posterior análisis de los indicadores. Los datos de las mediciones en campo se muestran en el Anexo A. Se tiene el detalle del formato para la obtención y análisis de datos, es el siguiente:

- I. Contiene el nombre del proyecto, los datos del muestreador y la actividad que será muestreada.

- II. Contiene el listado de las actividades que se realizan durante el proceso constructivo con su respectiva codificación para la toma de los datos.
- III. Contiene los datos generales como: hora de inicio, hora de final, descripción del elemento.
- IV. Contiene el listado de los trabajadores involucrados en la actividad (cuadrilla).
- V. Contiene los datos obtenidos en campo de acuerdo a la codificación dada en el listado de las actividades (II).
- VI. Contiene el resumen de los datos obtenidos en campo y el porcentaje de los indicadores de productividad que se obtuvo.
- VII. Contiene los resultados de productividad de cada trabajador involucrado.
- VIII. Del total de datos que se obtuvo en VI, se analiza la distribución en porcentajes de las actividades por cada tipo de trabajo.

Figura 35
Formato para el análisis de los indicadores de productividad.



Fuente: Elaboración propia.

5.2. Reporte A3

5.2.1. Terminología y Secuencia de aplicación.

- I. **Definición del problema:** Se identifica el problema y se entra en contexto de lo que se quiere resolver.
- II. **Situación actual:** Definimos la situación actual que el problema genera, es recomendable cuantificarlo y representarlo mediante esquemas o diagramas de proceso.
- III. **Análisis de la causa raíz:** Identificar las causas de fondo del problema aplicando la herramienta de la espina de pescado (Diagrama de Ishikawa).
- IV. **Meta/objetivos:** Establecer cuáles son los objetivos a los que se quiere llegar. Pueden ser objetivos de tiempo, costo o calidad.
- V. **Propuestas de mejora:** Indicar cuales son las propuestas de mejora para procurar alcanzar los objetivos planteados en el paso anterior.
- VI. **Plan de acción:** Desarrollar un plan de acción/ejecución, determinando las actividades, responsables, y plantear una fecha de cumplimiento. Se determinan indicadores de control y cumplimiento de lo solicitado en el plan de acción.
- VII. **Seguimiento y Resultados:** Definir las instrucciones para la medición de los resultados de la ejecución y la documentación de estos. Además, se debe comparar los resultados obtenidos con los esperados, si difieren identificar el por qué y aplicar contramedidas.

5.3. Choosing By Advantages

5.3.1. Terminología CBA

(Suhr, 1999). Describe en su libro algunos términos que se utilizan en la aplicación de esta herramienta, 5 conceptos que se detallan en la siguiente tabla.


Tabla 6
Terminología Choosing By Advantages

TÉRMINO	CONCEPTO
Alternativa	Método de construcción, materiales, tipos de diseño o sistemas de construcción, etc.
Atributo	Característica, cualidad de la Alternativa.
Ventaja	Diferencia beneficiosa entre los atributos de las alternativas.
Factor	Elemento, parte o componente de una decisión.
Criterio	Patrón de decisión.

Fuente: Elaboración propia.

5.3.2. Desarrollo de plantilla

Figura 37
Plantilla - Choosing By Advantages

	CHOOSING BY ADVANTAGES						UCSM
Decisión a tomar:	I Descripción:						
II Factor (Criterio)	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C		
	Atributo		Atributo		Atributo		
	Ventaja	Importancia de la Ventaja	Ventaja	Importancia de la Ventaja	Ventaja	Importancia de la Ventaja	
Factor:	IV		V		VI		
Criterio:							
Factor:							
Criterio:							
Factor:	III						
Criterio:							
Factor:							
Criterio:							
IMPORTANCIA TOTAL							VII
COSTO							

Fuente: Elaboración propia.

5.3.3. *Secuencia de aplicación*

- I. **Identificar alternativas:** las partes interesadas eligen alternativas que probablemente ofrezcan ventajas importantes sobre otras alternativas.
- II. **Definir factores:** Se proponen factores que ayuden a valorar cada alternativa elegida por los tomadores de decisiones.
- III. **Definir criterios deseados y exigidos por cada factor:** las partes interesadas acuerdan los criterios dentro de cada factor. Los criterios se utilizarán para evaluar los atributos de las alternativas. Un criterio puede ser una regla de decisión deseable (querer) u obligatoria (debe). Las alternativas que no cumplan con un criterio obligatorio no se consideran en los siguientes pasos.
- IV. **Resumir Atributos de cada alternativa:** las partes interesadas resumen los atributos de cada alternativa.
- V. **Decidir ventajas de cada alternativa:** Identificar el atributo menos preferido para cada criterio y, a continuación, decidir la ventaja de cada uno de los atributos de las demás alternativas en relación con el menos preferido.
- VI. **Decidir la importancia de las ventajas:** Decidir la importancia de cada ventaja. En primer lugar, de la ventaja principal, que es la más importante de todas, y utilizarla para asignar una escala de importancia. A continuación, las partes interesadas utilizan esta escala para ponderar las demás ventajas, comparándolas entre sí. Finalmente sumar las importancias de la ventaja de cada alternativa.
- VII. **Evaluar costos:** Una vez que se tenga la sumatoria de ventajas de cada alternativa las partes interesadas evalúan los datos de costos y seleccionan entre las alternativas.

CAPITULO VI:

6. APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LPDS, DIAGNOSTICO Y ANALISIS DE RESULTADOS

6.1. Value Stream Mapping

6.1.1. *Diagnóstico inicial*

Para comprender el flujo de la cadena de valor del proyecto, es preciso vislumbrar a profundidad la situación actual. Debemos aplicar uno de los principios de Lean precisamente el Gembutsu Gemba, que es parte de una de las herramientas Lean descrita en los inicios de esta investigación, trata de ir al lugar de la creación de valor, necesitamos entrar al lugar de trabajo y ver con nuestros propios ojos lo que allí está sucediendo. Lo que interesa es mirar el proceso y detectar lo que está ocurriendo y mapearlo.

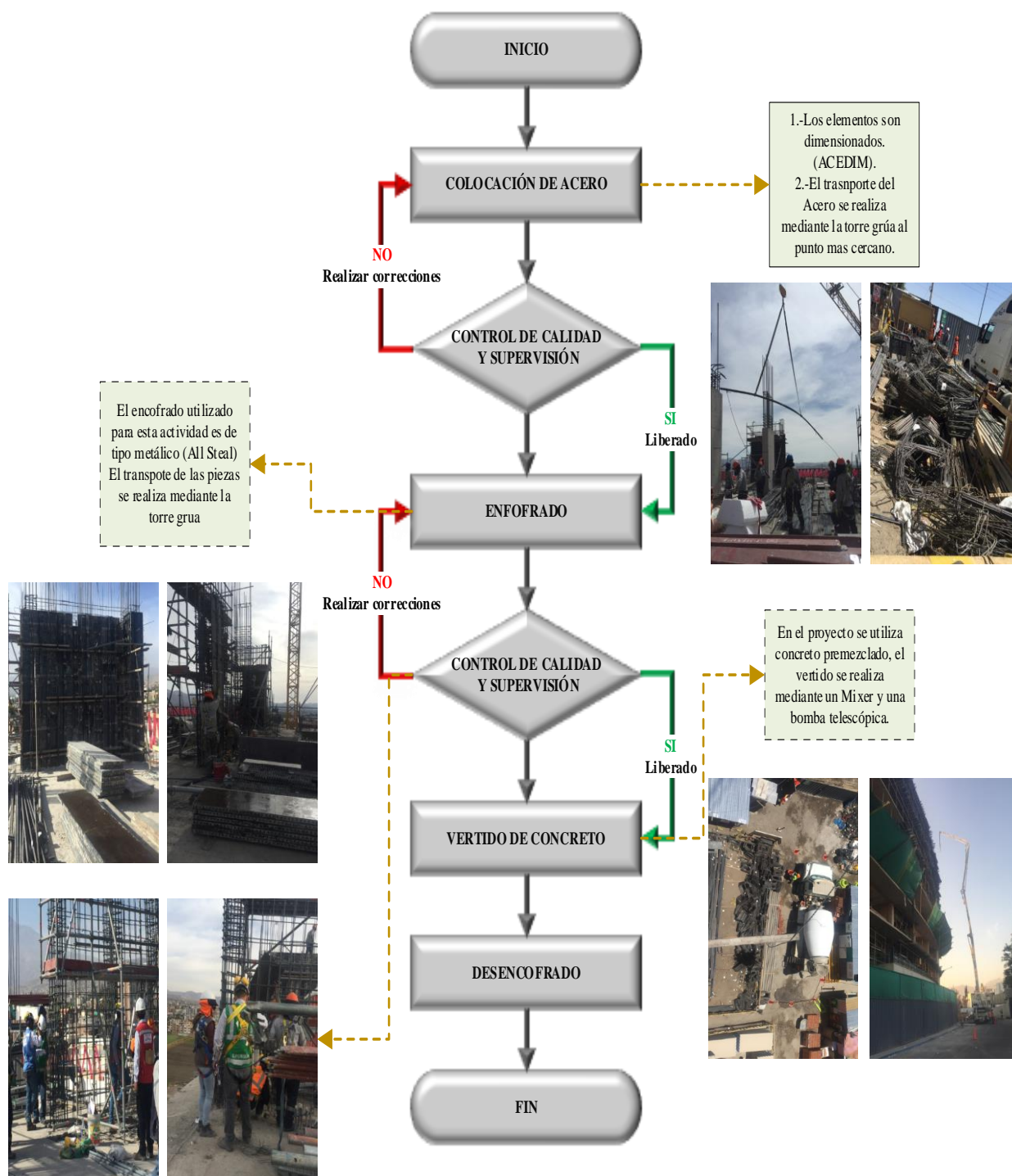
Recordemos que no podemos construir la cadena de valor de todo el proyecto, por este motivo definimos la familia de productos a investigar y elegimos minuciosamente las actividades a investigar.

En las primeras visitas al lugar de trabajo podemos identificar que no se hace ningún mapeo del flujo de los procesos, por lo cual planteamos inicialmente unos diagramas de flujo las actividades de los procesos constructivos involucrados en la cadena de valor; así también, el método constructivo utilizado para cada actividad. Estos diagramas de flujo nos ayudaran en el proceso de identificar el flujo de valor y poder mapearlo.

Seguidamente se presentan el estado actual de cada uno de los procesos involucrados que se consideraron para realizar el Value Stream Mapping actual y hacer un diagnóstico general del cómo se está desarrollando el flujo de materiales y de información.

Figura 38

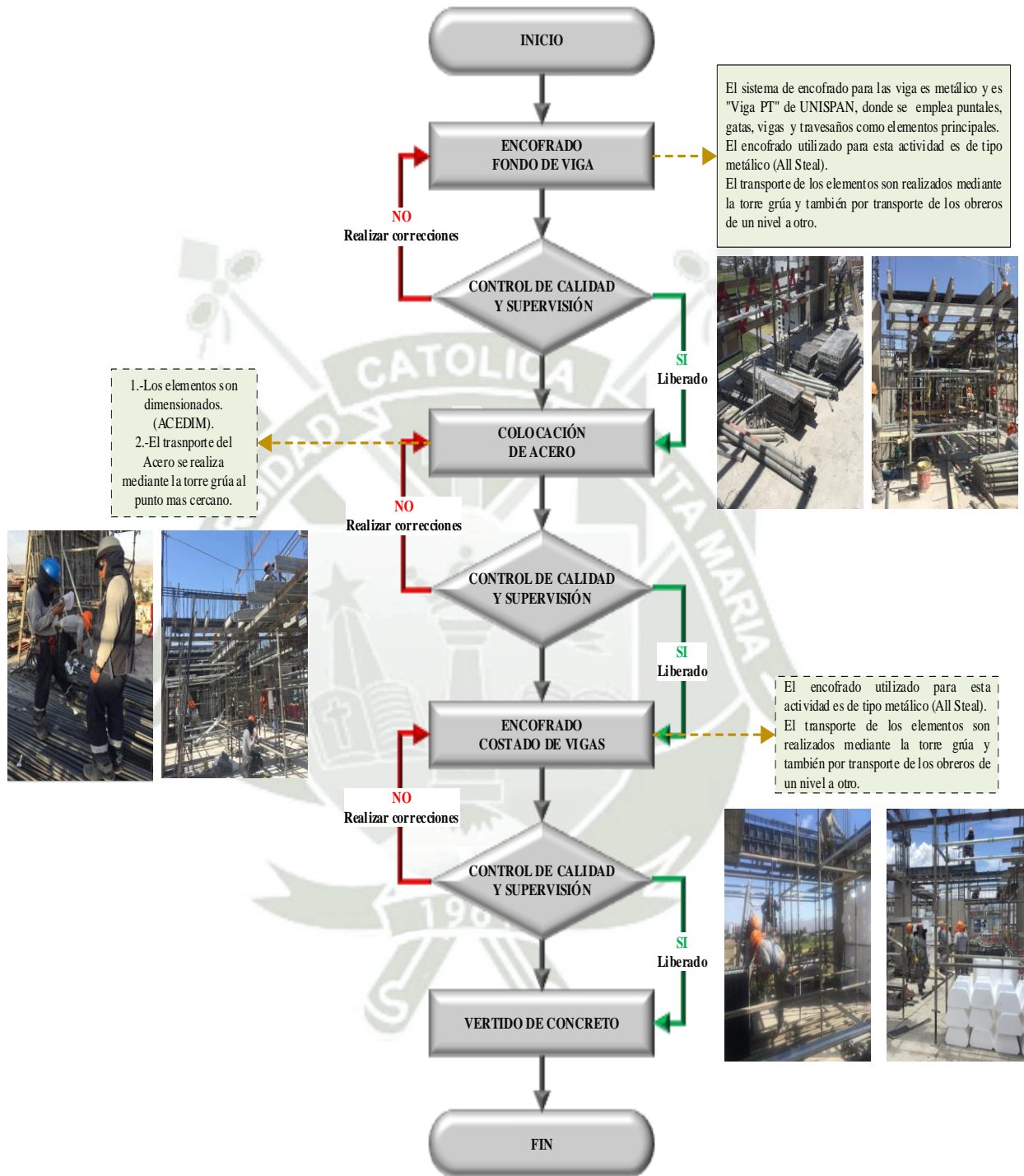
Diagrama de flujo del proceso constructivo de Placas y Columnas.



Fuente: Elaboración propia.

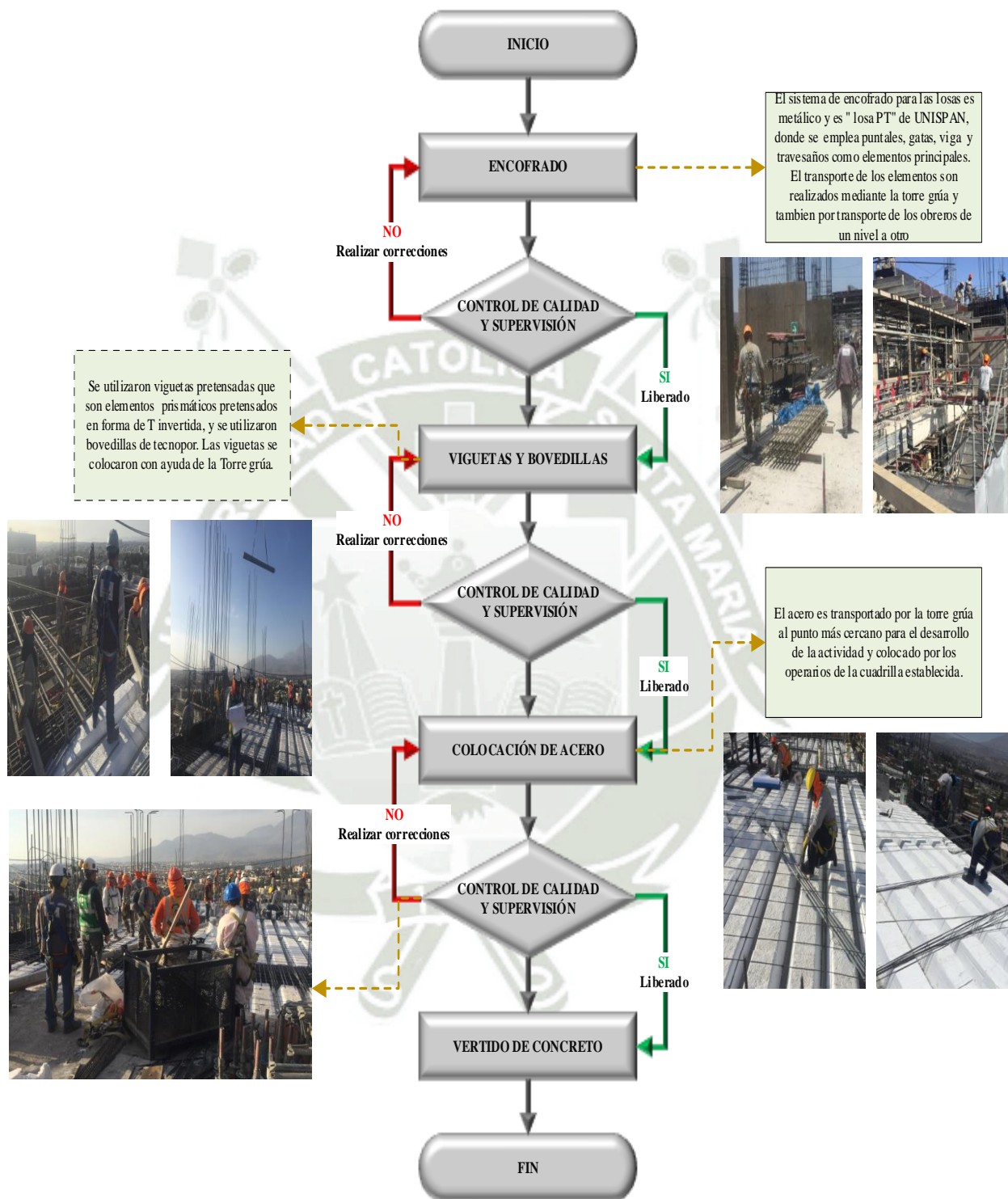
Figura 39

Diagrama de flujo del proceso constructivo de Vigas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40
Diagrama de flujo del proceso constructivo de Losas Aligeradas



Fuente: Elaboración propia.

6.1.2. *Estado actual del VSM*

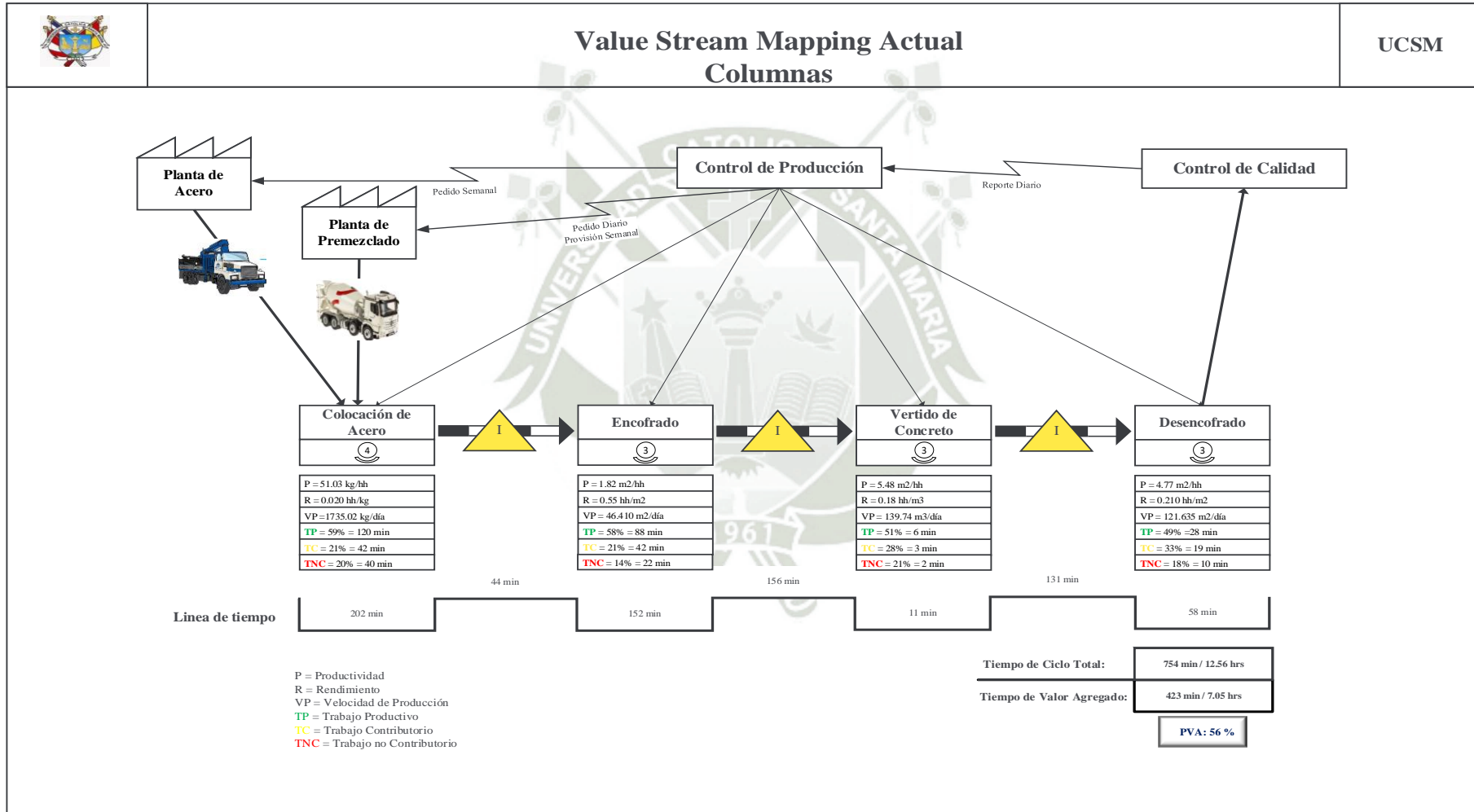
En este punto se presentarán los mapas actuales de las cadenas de valor de los procesos constructivos de los elementos que previamente seleccionamos para su estudio tomando en cuenta los diagramas de flujo con las actividades que contiene cada proceso constructivo. En estos mapas se tiene un diagnóstico de las cualidades y problemas que se tienen en la cadena de valor de cada proceso.



6.1.3. Mapas del estado actual de los procesos seleccionados

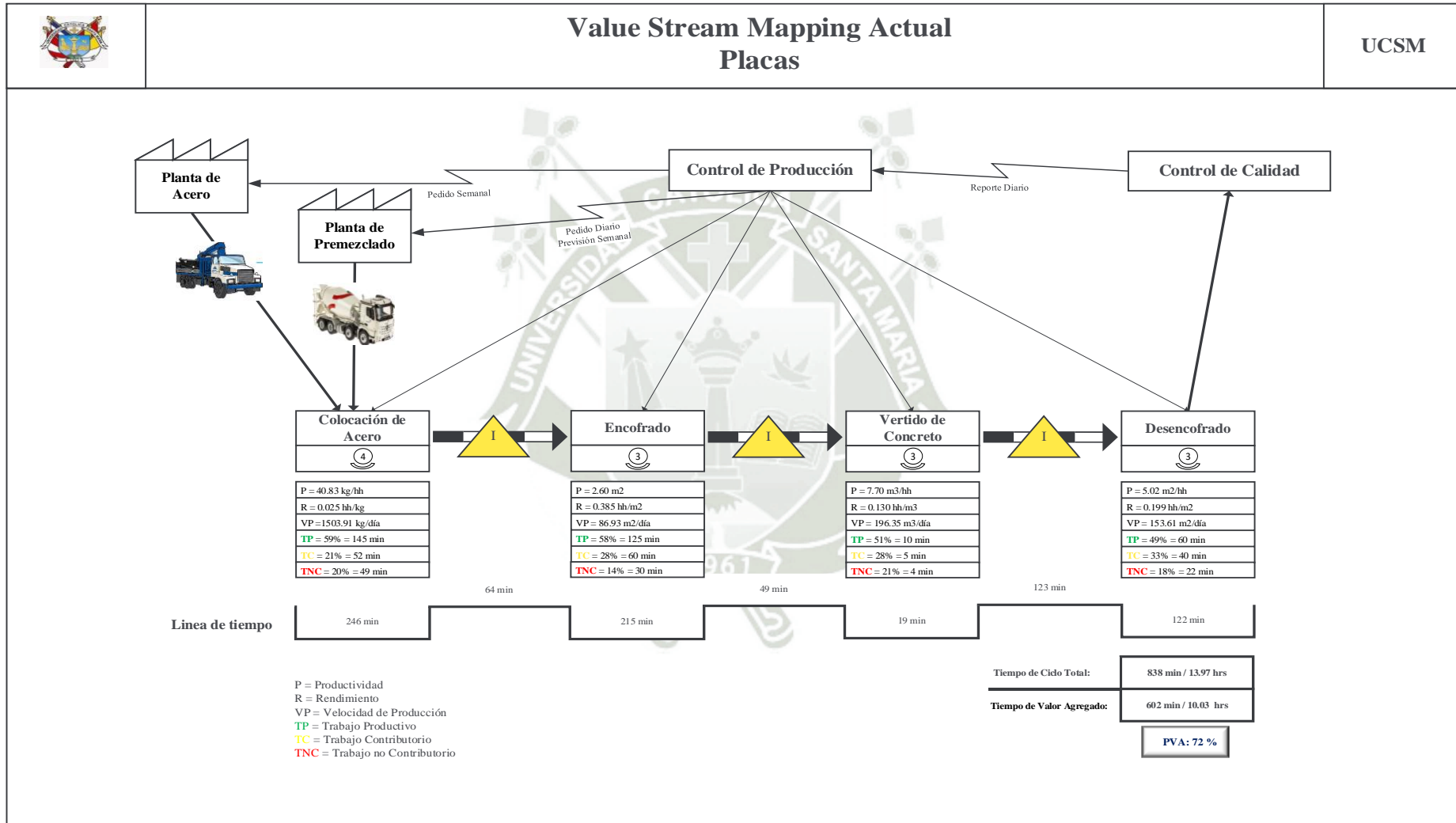
Figura 41

Value Stream Mapping Actual - Columnas



Fuente: Elaboración propia.

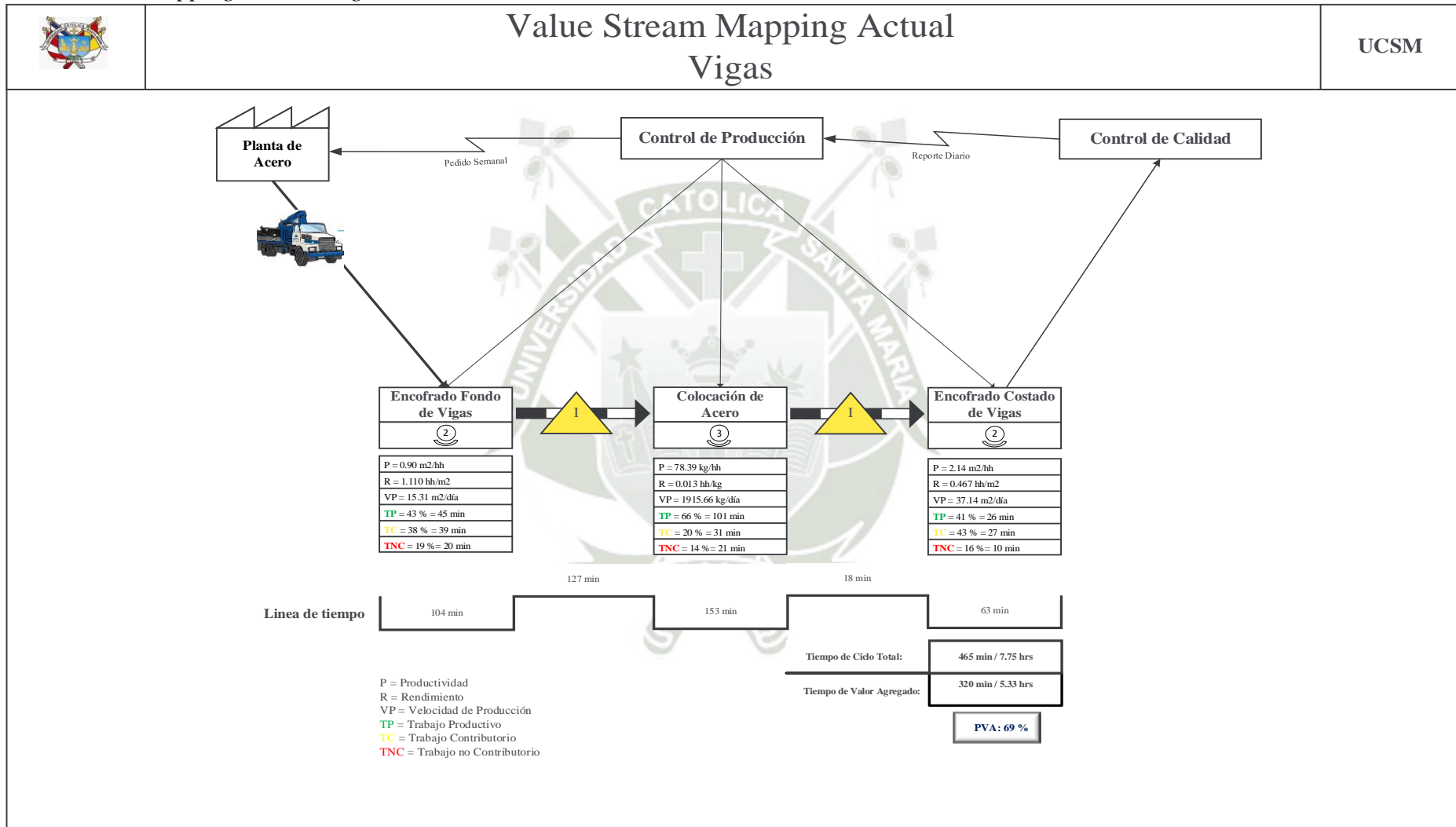
Figura 42
Value Stream Mapping Actual - Placas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 43

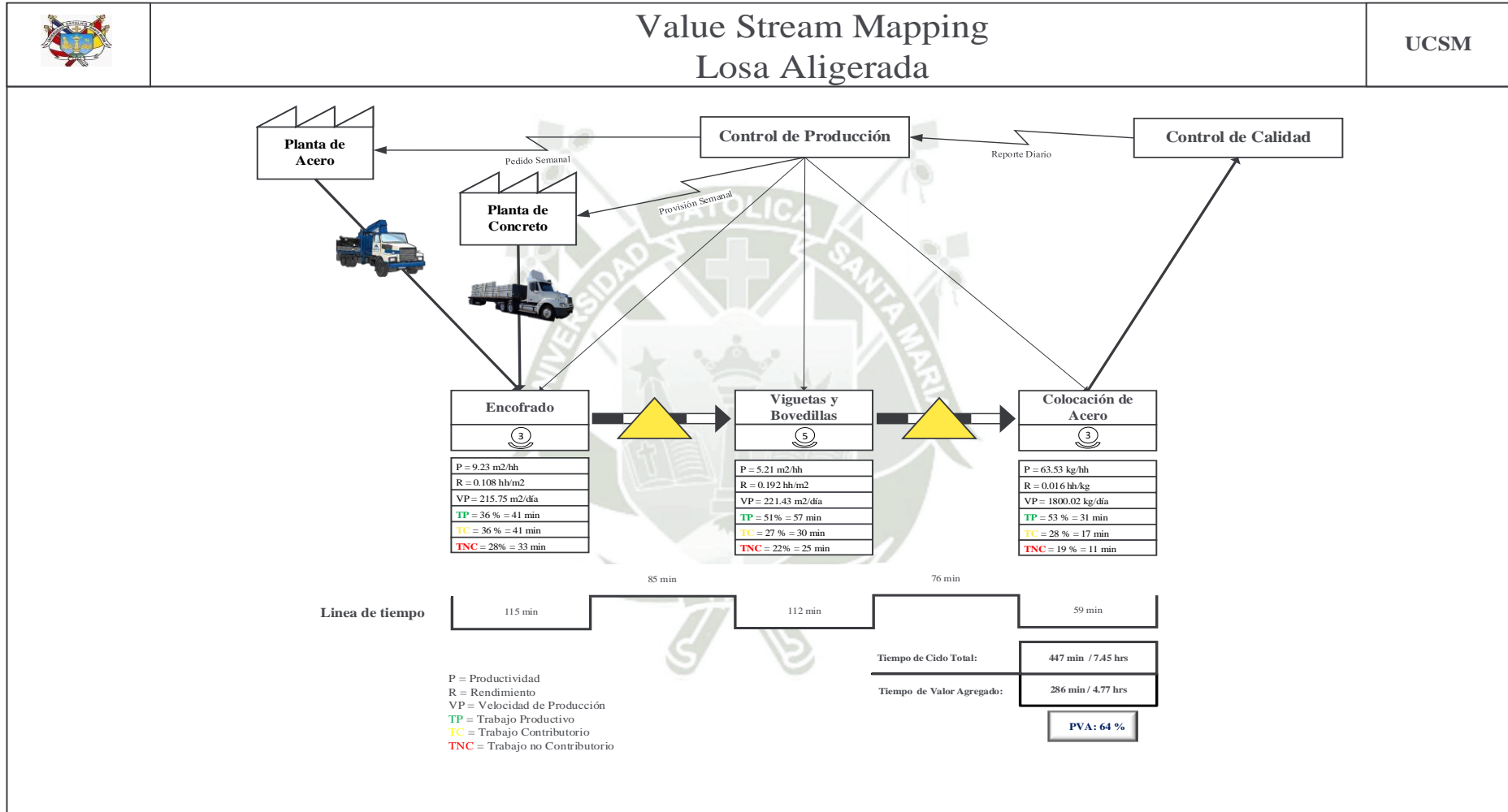
Value Stream Mapping Actual - Vigas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 44

Value Stream Mapping Actual - Losa Aligerada



Fuente: Elaboración propia.

6.1.4. *Análisis de los resultados producto de la aplicación.*

6.1.4.1. **Rendimientos y Velocidad de producción.**

6.1.4.1.1. *Columnas.*

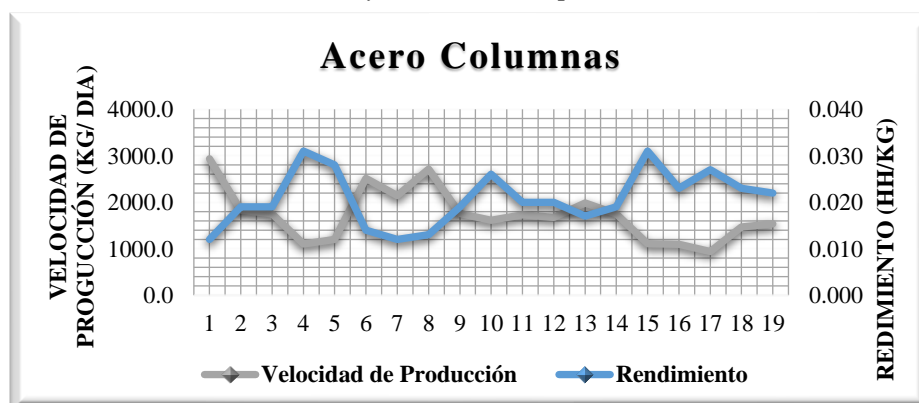
De la obtención de datos en terreno se obtuvieron en total 19 muestras, mediante estas se realizaron cálculos para asumir un promedio para cada uno de los indicadores de productividad y plasmarlos en las casillas de datos del “Value Stream Mapping Actual” para el flujo del proceso constructivo de columnas. (colocación de acero, encofrado, vertido de concreto y desencofrado). Así mismo el procesamiento los datos obtenidos en campo se exponen en el anexo B.

– **Colocación de Acero Columnas:**

En la figura 45 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción de cada uno de los elementos muestreados; así podemos ver que el rendimiento promedio de colocación de acero dimensionado fue de 0.020 hh/kg, lo cual para una cuadrilla compuesta por 03 operarios y 01 oficial equivale a una velocidad de producción promedio de 1735.02 kg/día. Como se ve son indicadores óptimos, esto debido a la metodología constructiva, un frente de trabajo ordenado igualmente el apoyo que se tiene por parte de la torre grúa que proporciona el material al punto más cercano reduciendo así el tiempo de transporte del acero para su colocación.

Figura 45

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Acero Columnas



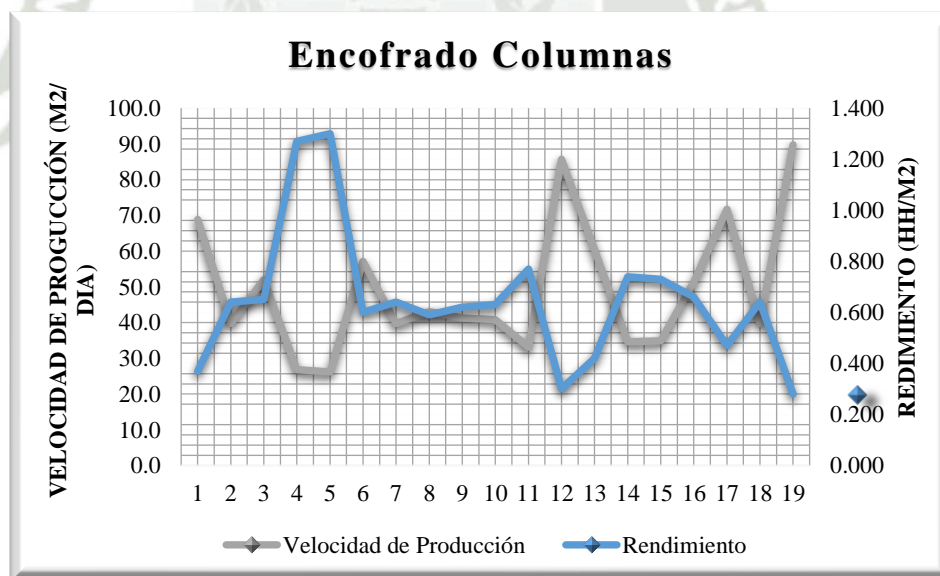
Fuente: Elaboración propia.

– **Encofrado Columnas**

En la figura 46 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción de cada uno de los elementos muestreados; así podemos ver que el rendimiento promedio de colocación de encofrado fue de 0.55 hh/m², lo cual, para una cuadrilla compuesta por 03 operarios, 01 oficial y 01 peón equivale a una velocidad de producción promedio de 46.410 m²/día. Como se ve son indicadores óptimos, esto se justifica porque al utilizar encofrado metálico tipo All Steal la colocación permite un trabajo continuo y eficiente, también se observó que se tiene un frente de trabajo ordenado, de igual manera que en el acero se el apoyo de la torre grúa que proporciona el material al punto más cercano reduciendo el tiempo de transporte de los elementos para el ensamble del encofrado y su colocación.

Figura 46

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Encofrado de Columnas.



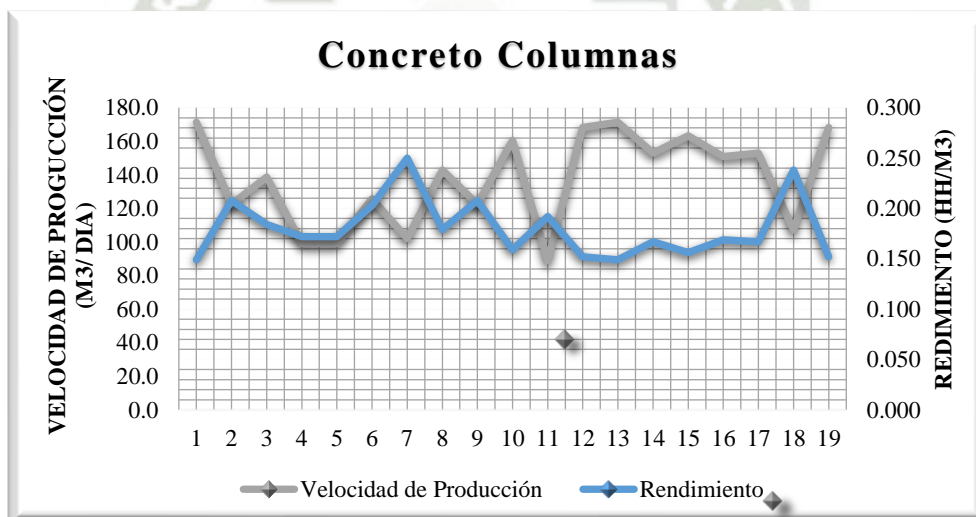
Fuente: Elaboración propia.

– **Vertido de concreto Columnas**

En la figura 47 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción de cada uno de los elementos muestreados; así podemos constatar que el rendimiento promedio de vertido de concreto fue de 0.181 hh/m³, lo cual, para una cuadrilla compuesta por 02 operarios y 01 peón equivale a una velocidad de producción promedio de 139.74 m³/día. En todos los elementos muestreados la actividad se realizó utilizando concreto premezclado y el procedimiento de vertido se realizó con mixer y bomba telescópica obteniendo los resultados mencionados.

Figura 47

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Concreto Columnas.



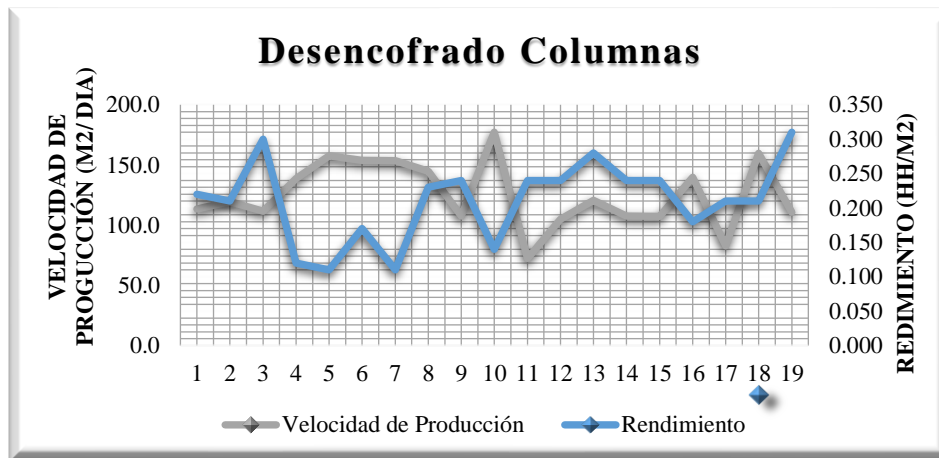
Fuente: Elaboración propia.

– **Desencofrado Columnas**

En la figura 48 la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción de los elementos muestreados para esta actividad; se calculó un rendimiento promedio de 0.210 hh/m² y con una cuadrilla compuesta por 02 operarios y 01 peón se obtuvo una velocidad de producción promedio de 121.64 m²/día.

Figura 48

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Encofrado Columnas



Fuente: Elaboración propia.

6.1.4.1.2. Placas

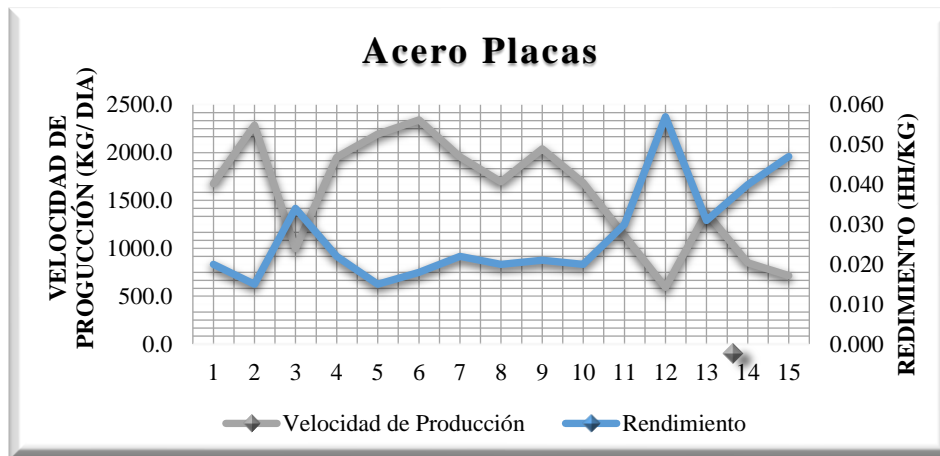
De la obtención de datos en terreno se obtuvieron en total 15 muestras, mediante estas se realizaron cálculos para asumir un promedio para cada uno de los indicadores de productividad y plasmarlos en las casillas de datos del “Value Stream mapping Actual” de flujo del proceso constructivo de Placas. (colocación de acero, encofrado, vertido de concreto y desencofrado). El procesamiento los datos obtenidos en campo se exponen en el anexo B.

– Colocación de Acero Placas

En la figura 49 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción de cada uno de los elementos muestreados; así podemos ver que el rendimiento promedio de colocación de acero dimensionado fue de 0.025 hh/kg, lo cual para una cuadrilla compuesta por 03 operarios y 01 oficial equivale a una velocidad de producción promedio de 1503.91 kg/día.

Figura 49

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Acero Columnas



Fuente: Elaboración propia.

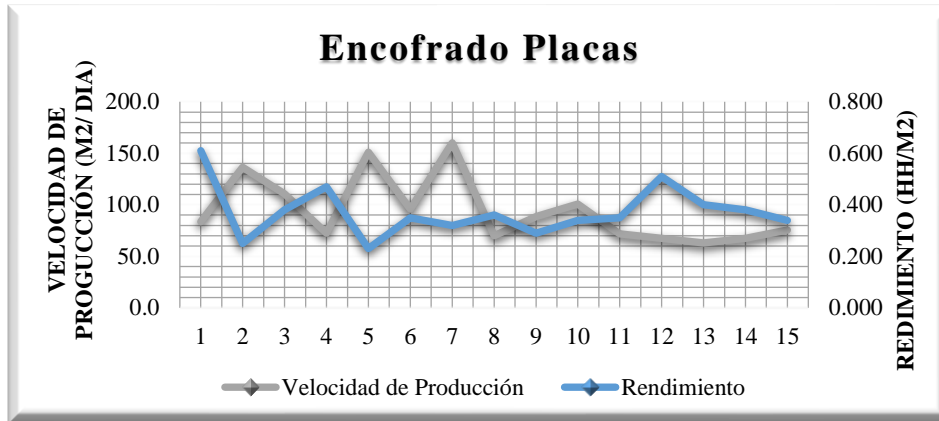
– **Encofrado Placas**

En la figura 50 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción para la actividad de encofrado de placas; con estos datos se calculó un rendimiento promedio de colocación de encofrado de 0.385 hh/m², lo cual, para una cuadrilla compuesta por 03 operarios, 01 oficial equivale a una velocidad de producción promedio de 86.93 m²/día.

Para esta actividad se puede constatar un rendimiento y una velocidad de producción óptimos, esto se justifica porque al utilizar encofrado metálico tipo All Steel la colocación permite un trabajo continuo y eficiente, también se observó que se tiene un frente de trabajo ordenado, de igual manera que en el acero se cuenta con el apoyo de la torre grúa que proporciona el material al punto más cercano reduciendo el tiempo de transporte de los elementos para el ensamble del encofrado y su colocación.

Figura 50

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Encofrado Placas



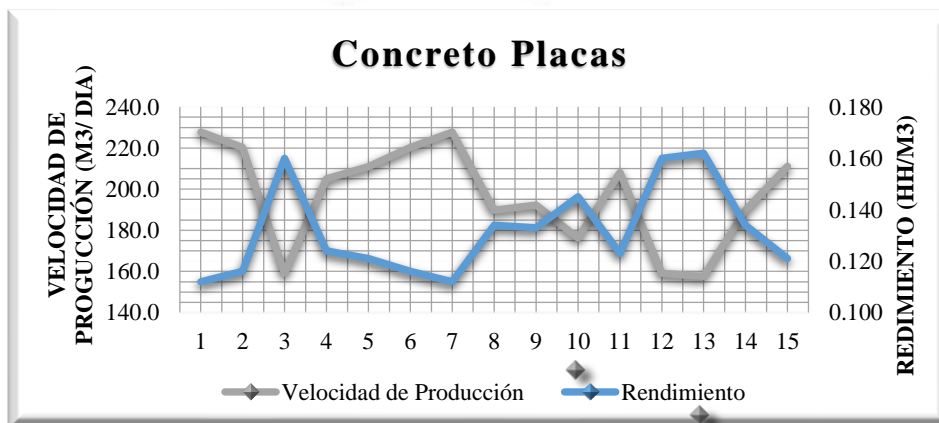
Fuente: Elaboración propia.

– **Vertido de concreto Placas**

En la figura 51 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción de la actividad de vertido de concreto en placas obtenidas de la obtención de datos en campo. Realizando el procesamiento de los datos se obtuvo un rendimiento promedio de 0.130 hh/m³, lo cual, para una cuadrilla compuesta por 02 operarios y 01 peón equivale a una velocidad de producción promedio de 196.35 m³/día. En todos los elementos muestreados la actividad se realizó utilizando concreto premezclado y el procedimiento de vertido se realizó con mixer y bomba telescópica obteniendo los resultados mencionados.

Figura 51

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Concreto Placas



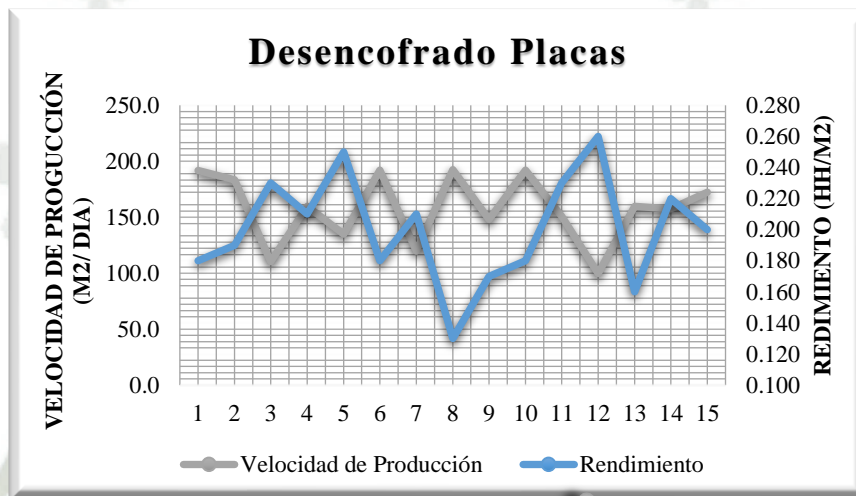
Fuente: Elaboración propia.

– **Desenfofrado de Placas**

En la figura 52 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción de los elementos muestreados para esta actividad; se calculó un rendimiento promedio de 0.199 hh/m² y con una cuadrilla compuesta por 02 operarios y 01 peón se obtuvo una velocidad de producción promedio de 153.61 m²/día.

Figura 52

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Desenfofrado Placas



Fuente: Elaboración propia.

6.1.4.1.3. **Vigas**

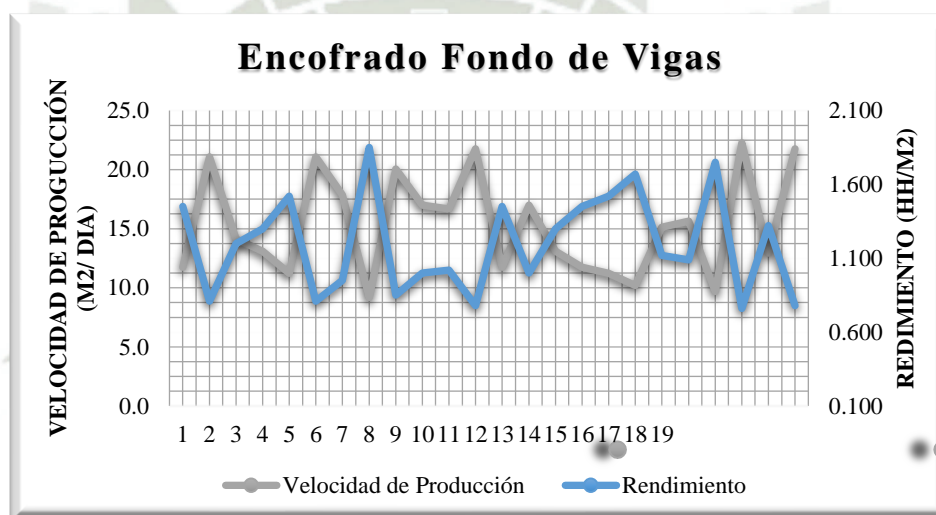
Teniendo los datos obtenidos en terreno se alcanzaron en total 24 muestras identificadas por sectores y tipo de elemento, mediante estas se realizaron cálculos para tomar un promedio para cada uno de los indicadores de productividad y plasmarlos en las casillas de datos del “Value Stream mapping Actual” de flujo del proceso constructivo de Vigas. (enfofrado de fondo de viga, colocación de acero, enfocrado de costado de viga). El procesamiento los datos obtenidos en campo se exponen en el anexo B.

– **Encofrado de Fondo de Viga**

En la figura 53 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción para la actividad de colocación de encofrado de fondo de viga. Realizando el procesamiento de los datos el resultado del rendimiento promedio para esta actividad es de 1.11 hh/m², lo cual, para una cuadrilla compuesta por 02 operarios equivale a una velocidad de producción promedio de 15.31 m²/día.

Figura 53

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Encofrado Fondo de Vigas



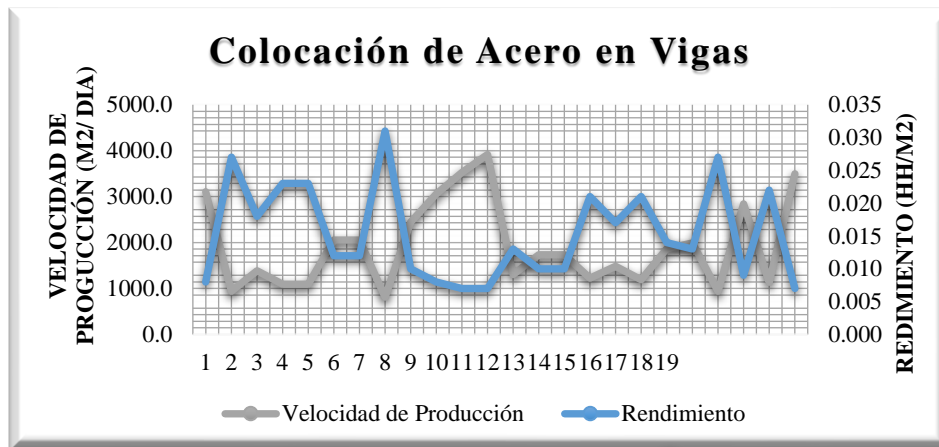
Fuente: Elaboración propia.

– **Colocación de Acero en Vigas**

En la figura 54 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción para la actividad de colocación de acero en vigas. Realizando el procesamiento de los datos el resultado del rendimiento promedio para esta actividad es de 0.013 hh/kg, lo cual, para una cuadrilla compuesta por 02 operarios y 01 peón equivale a una velocidad de producción promedio de 1915.66 kg/día.

Figura 54

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Acero Vigas



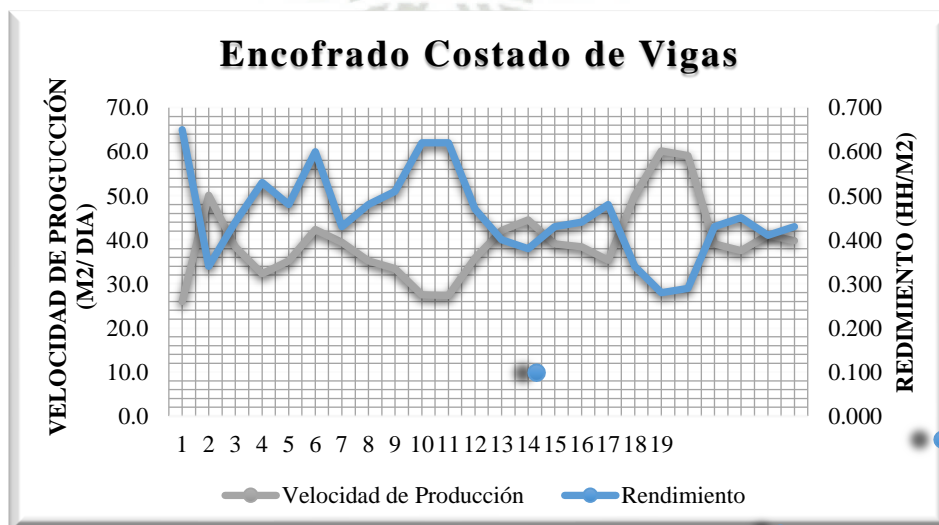
Fuente: Elaboración propia.

– **Encofrado de Costado de Viga**

En la figura 55 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción para la actividad de colocación de encofrado de costado de viga. Realizando el procesamiento de los datos el resultado del rendimiento promedio para esta actividad es de 0.467 hh/m², lo cual, para una cuadrilla compuesta por 02 operarios equivale a una velocidad de producción promedio de 37.14 m²/día.

Figura 55

Variación del rendimiento y velocidad de producción-Encofrado Costado de Vigas



Fuente: Elaboración propia.

6.1.4.1.4. Losas

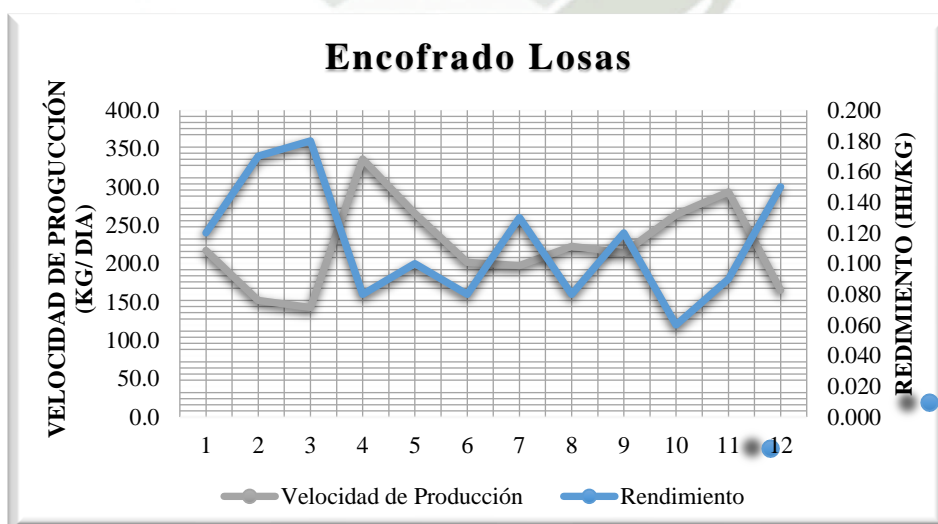
De la obtención de datos en terreno se obtuvieron en total 12 muestras identificadas por sectores y tipo de elemento, mediante estas se realizaron cálculos para asumir un promedio para cada uno de los indicadores de productividad y plasmarlos en las casillas de datos del “Value Stream mappng Actual” de flujo del proceso constructivo de Losas. (encofrado, viguetas y bovedillas, colocación de acero). El procesamiento los datos obtenidos en campo se exponen en el anexo B.

– Encofrado de Losa

En la figura 56 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción para la actividad de encofrado de Losas. Realizando el procesamiento de los datos se obtuvo un rendimiento promedio de colocación de encofrado de 0.108 hh/m², lo cual, para una cuadrilla compuesta por 02 operarios, 01 peón equivale a una velocidad de producción promedio de 215.75 m²/día.

Figura 56

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Encofrado Losas Aligeradas



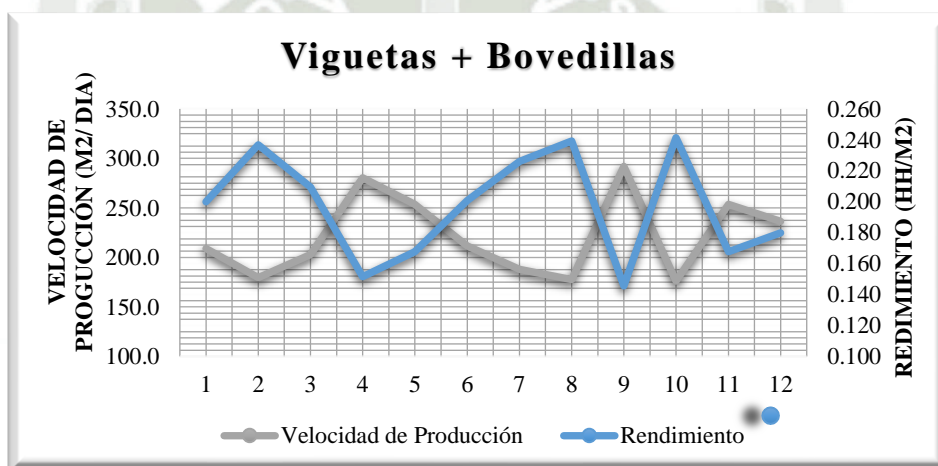
Fuente: Elaboración propia.

– **Viguetas y Bovedillas**

En la figura 57 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción para la actividad de colocación de viguetas + bovedillas. Realizando el procesamiento de los datos el resultado del rendimiento promedio es de 0.192 hh/m², lo cual, para una cuadrilla compuesta por 03 operarios, 01 oficial y 01 peón equivale a una velocidad de producción promedio de 221.43 m²/día.

Figura 57

Variación del rendimiento y velocidad de producción - Colocación de Viguetas + Bovedillas en Losas Aligeradas.



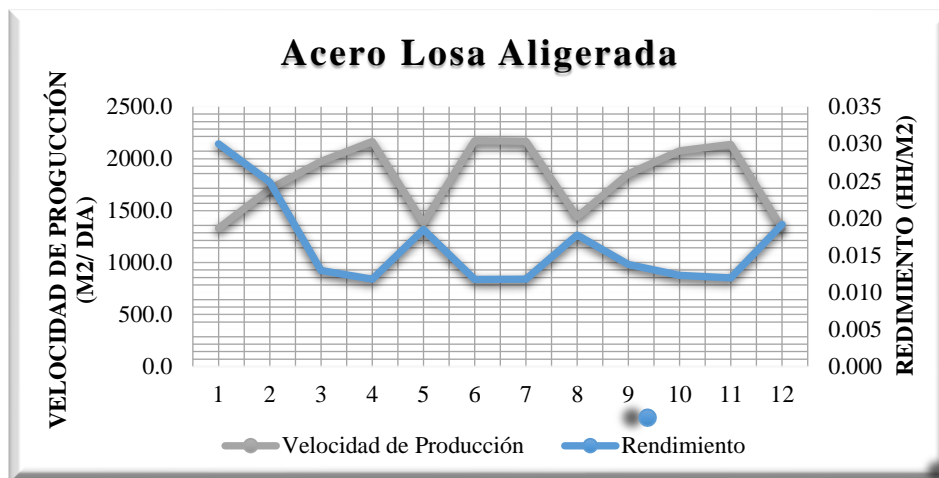
Fuente: Elaboración propia.

– **Colocación de Acero**

En la figura 58 se muestra la variación que se tiene de los rendimientos y las velocidades de producción para la actividad de colocación de acero en losa aligerada. Realizando el procesamiento de los datos el resultado del rendimiento promedio para esta actividad es de 0.016 hh/kg, lo cual, para una cuadrilla compuesta por 02 operarios y 01 peón equivale a una velocidad de producción promedio de 1800.02 kg/día.

Figura 58

Variación del rendimiento y velocidad de producción – Acero Losas Aligeradas



Fuente: Elaboración propia.

6.1.4.2. Cartas Balance (TP, TC, TNC)

Mediante esta herramienta obtuvimos porcentajes de la distribución del trabajo de cada actividad, esto nos ayuda a comprender de cómo se está utilizando el recurso de mano de obra y que tipo de desperdicios se tienen respecto al trabajo No contributorio; así mismo calcularemos el tiempo en minutos de las actividades que no son contributivas y analizar qué medidas podemos tomar para reducir este tiempo de TNC. Finalmente tomaremos medidas para optimizar el proceso de las actividades y mejorar el tiempo de valor agregado para poder plasmar nuestro Value Stream Mapping Futuro o deseado.

Por otro lado, también podremos verificar si nuestra cuadrilla esta balanceada o podemos modificar el tipo de cuadrilla para mejorar el uso de recurso de mano de obra que es muy incidente en el presupuesto en proyectos de construcción de edificios.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos con las cartas balance para cada proceso constructivo identificados en la realización del Value Stream Mapping. El procesamiento de las mediciones obtenidas en campo para cada actividad de acuerdo a los Value Stream Mapping Actuales desarrollados se muestran en el Anexo C al final de este informe.

6.1.4.2.1. *Columnas*

– **Acero Columnas**

Para esta actividad se realizaron 3 mediciones en diferentes fechas, obteniendo un TP de 59%, 21% de TC y 20% de TNC, del VSM actual tenemos que la duración para esta actividad es de 202 min esto en minutos teniendo 120 min de TP, 42 min de TC y 40 min de TNC con esta información se calcula el tiempo de TNC no contributivo que son las que interesan; para evaluar medidas correctivas y mejorar el TVA en nuestro VSM. en la tabla 7 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de columnas.

Tabla 7
Análisis de tiempos de TNC – Acero Columnas

TNC	%	MIN
Espera	65%	26
Tiempo Ocio	12%	5
Viajes	13%	5
Descanso	4%	2
Necesidades fisiológicas	2%	1
Trabajo Rehecho	0%	0
Otros	0%	0
Interrupciones	0%	0
Seguridad	4%	2
TOTAL	100%	40

Fuente: Elaboración propia

Del VSM actual para el flujo de proceso de columnas tenemos una duración de 202 min para esta actividad de los cuales 40 min son de tiempo perdidos en trabajos que no agregan valor y por tanto disminuyen nuestro tiempo de valor agregado en nuestro flujo del proceso. Calculamos que 26 min es tiempo perdido por la espera de los operarios por material para su colocación y amarre.

Así también se tienen otras labores, pero en menor influencia que son el tiempo de ocio por la espera de material y los viajes que se hace por material que no está cerca al punto de frente de trabajo.

Con respecto al balance de las cuadrillas para esta actividad podemos concluir con el análisis de los resultados que una cuadrilla de 03 operarios y 01 oficial es óptima para la realización de esta actividad.

– Encofrado Columnas

Para esta actividad se realizaron 3 mediciones de 120 minutos cada una, y en diferentes fechas, logrando un TP de 58%, 28% de TC y 14% de TNC, del VSM actual tenemos que la duración para esta actividad es de 152 min teniendo 88 min de TP, 42 min de TC y 22 min de TNC con esta información se calcula el tiempo de los trabajos no contributorios para evaluar qué medidas correctivas se pueden tomar y mejorar el TVA en nuestro VSM deseado, en la tabla 8 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Columnas.

Tabla 8
Análisis de tiempos de TNC – Encofrado Columnas

TNC	%	MIN
Espera	54%	12
Tiempo Ocio	0%	0
Viajes	11%	2
Descanso	2%	1
Necesidades fisiológicas	5%	1
Trabajo Rehecho	0%	0
Otros	0%	0
Interrupciones	4%	1
Seguridad	23%	5
TOTAL	100%	22

Fuente: Elaboración propia.

La actividad presenta 22 min de TNC de este tiempo 12 min son de espera que se entiende que es por espera de material. Por otro lado, tenemos 23 % de Seguridad que son 5 min este tiempo perdido es por incumplir las medidas de seguridad durante el proceso de realizar esta actividad.

Podemos decir que esta actividad presenta un porcentaje de TP alto por la metodología de proceso constructivo utilizada.

Con respecto al balance de la cuadrilla se verifica que con 02 operarios y 01 peón es suficiente puesto que la metodología contractiva ayuda y se logra un buen porcentaje de Trabajo Productivo.

– **Vertido de Concreto Columnas**

Para esta actividad se realizaron 2 mediciones de 120 minutos cada una en diferentes fechas, alcanzando un TP de 51%, 28% de TC y 21% de TNC. Del VSM actual tenemos que la duración para esta actividad es de 11 min teniendo 6 min de TP, 3 min de TC y 2 min de TNC. El vertido de concreto en columnas se realizó con concreto premezclado y el vertido se realizó utilizando una bomba telescópica, el análisis de las cartas balance para esta actividad se hizo desde el inicio del vertido de concreto hasta la finalización del vibrado y las mediciones correspondientes. La actividad incidente de TNC es la de esperas teniendo un 77% con un tiempo de 2 min, lo cual para el tiempo que analizamos en nuestra cadena de flujo de valor en esta actividad es mínimo que su variación no afecta mucho en el TVA del proceso constructivo de Columnas.

Tabla 9
Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Columnas

TNC	%	MIN
Espera	77%	1.8
Viajes	0%	0.0
Descanso	5%	0.1
Necesidades fisiológicas	0%	0.0
Trabajo Rehecho	0%	0.0
Otros	0%	0.0
Interrupciones	5%	0.1
Seguridad	13%	0.3
TOTAL	100%	2.33

Fuente: Elaboración propia.

– **Desenfofrado Columnas**

Para esta actividad se realizaron 3 mediciones de 120 minutos cada una en diferentes fechas, obteniendo un TP de 49%, 33% de TC y 18% de TNC. Del VSM actual tenemos que la duración para esta actividad es de 58 min teniendo 29 min de TP, 19 min de TC y 10 min de TNC.

Se refleja con los resultados obtenidos que se tiene un porcentaje de TP optimo, y que el tiempo de TNC para esta actividad es mínimo, Se realiza el análisis para saber qué trabajos son los que tienen mayor incidencia en aportar al TNC. En la tabla 10 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Columnas.

Tabla 10
Análisis de tiempos de TNC – Desenfofrado Columnas

TNC	%	MIN
Espera	53%	6
Tiempo Ocio	0%	0
Viajes	11%	1
Descanso	18%	2
Necesidades fisiológicas	6%	1
Trabajo Rehecho	0%	0
Otros	0%	0
Interrupciones	0%	0
Seguridad	9%	0
TOTAL	100%	10

Fuente: Elaboración propia.

El 53 % de TNC es debido a la espera que se tiene en que un trabajador termine una tarea para que siguiente continúe con su labor. Este tiempo es mínimo y es parte del procedimiento para concluir con esta actividad.

6.1.4.2.2. *Placas*– **Acero Placas**

Para esta actividad se realizaron 3 mediciones en diferentes fechas, obteniendo un TP de 59%, 21% de TC y 20% de TNC esto en minutos es 145 min de TP, 52 min de TC y 49 min de TNC con esta información se calcula el tiempo de trabajos no contributivos que son los que interesan para evaluar medidas correctivas y mejorar el TVA en nuestro VSM, en la tabla 11 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Placas.

Tabla 11
Análisis de tiempos de TNC – Acero Placas

TNC	%	MIN
Espera	65%	32
Tiempo Ocio	12%	6
Viajes	13%	7
Descanso	4%	2
Necesidades fisiológicas	2%	1
Trabajo Rehecho	0%	0
Otros	0%	0
Interrupciones	0%	0
Seguridad	4%	2
TOTAL	100%	49

Fuente: Elaboración propia.

Del VSM actual para el flujo de proceso de columnas tenemos una duración de 246 min para esta actividad de los cuales 49 min son de tiempo perdido en acciones que no agregan valor y por tanto disminuyen nuestro TVA en nuestro flujo del proceso. Calculamos que 32 min es tiempo perdido por la espera de los operarios por material para su colocación y amarre.

Así también se tienen otras actividades, como el tiempo de ocio que en un porcentaje de 13% y con lo cual tenemos un tiempo perdido de 6 min, también los viajes por falta de material que son 7 min, estas 3 acciones son las que tienen mayor incidencia en esta actividad de colocación de acero.

Con respecto al balance de las cuadrillas para esta actividad podemos concluir con el análisis de los resultados que una cuadrilla de 03 operarios y 01 oficial es óptima para la realización de esta actividad.

– **Encofrado Placas**

Para esta actividad se efectuaron 3 mediciones de 120 minutos cada una, y en diferentes fechas, alcanzando un TP de 58%, 28% de TC y 14% de TNC, del VSM actual tenemos que la duración para esta actividad es de 215 min teniendo 125 min de TP, 60 min de TC y 30 min de TNC con esta información se calcula el tiempo de los trabajos no contributivos para evaluar qué medidas correctivas se pueden tomar y mejorar el TVA en nuestro VSM deseado. en la tabla 12 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Placas.

Tabla 12
Análisis de tiempos de TNC – Encofrado Placas

TNC	%	MIN
Espera	54%	16
Tiempo Ocio	0%	0
Viajes	11%	3
Descanso	2%	1
Necesidades fisiológicas	5%	1
Trabajo Rehecho	1%	0
Otros	0%	0
Interrupciones	4%	1
Seguridad	23%	7
TOTAL	100%	30

Fuente: Elaboración propia.

Esta actividad presenta 30 min de TNC, de este tiempo 16 min son de espera que se entiende que es por espera de material. Por otro lado, tenemos 23 % de Seguridad que son 7 min este tiempo perdido es por incumplir las medidas de seguridad durante el proceso de realizar esta actividad.

Podemos decir que esta actividad presenta un porcentaje de TP alto por la metodología de proceso constructivo utilizada. Además, el TC es tiene un porcentaje moderado por que son trabajos que se tienen que realizar para poder cumplir con las tareas que son netamente productivas.

Con relación al balance de la cuadrilla se verifica que una cuadrilla compuesta por 03 operarios y 01 peón es suficiente puesto que la metodología contractiva ayuda y se logra un buen porcentaje de Trabajo Productivo.

– **Vertido de Concreto en Placas**

Para esta actividad se realizaron 2 mediciones de 120 minutos cada una en diferentes fechas, alcanzando un TP de 51%, 28% de TC y 21% de TNC. Del VSM actual tenemos que la duración para esta actividad es de 19 min teniendo 10 min de TP, 5 min de TC y 4 min de TNC. El vertido de concreto en placas se realizó con concreto premezclado y el vertido se realizó utilizando una bomba telescópica, el análisis de las cartas balance para esta actividad se hizo desde el inicio del vertido de concreto hasta la finalización del vibrado y las mediciones correspondientes. en la tabla 13 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Placas.

Tabla 13
Análisis de tiempos de TNC – Vertido de Concreto Placas

TNC	%	MIN
Espera	77%	3
Tiempo Ocio	0%	0
Viajes	0%	0
Descanso	5%	0
Necesidades fisiológicas	0%	0
Trabajo Rehecho	0%	0
Otros	0%	0
Interrupciones	5%	0
Seguridad	13%	1
TOTAL	100%	4

Fuente: Elaboración propia.

La actividad incidente de TNC es la de esperas teniendo un 77% y un 13 % de seguridad. El desarrollo de esta actividad se da con normalidad debido a una programación, así también el suministro del concreto premezclado es continuo en estos elementos y por esto se tiene un porcentaje de TP de 51%.

Con relación al balance de las cuadrillas para esta actividad podemos concluir con el análisis de los resultados que una cuadrilla de 02 operarios y 01 peón es óptima para la realización de esta actividad

– **Desencofrado Placas**

Para esta actividad se realizaron 3 mediciones de 120 minutos cada una en diferentes fechas, obteniendo un TP de 49%, 33% de TC y 18% de TNC. Del VSM actual tenemos que la duración para esta actividad es de 122 min teniendo 60 min de TP, 40 min de TC y 22 min de TNC.

Se refleja con los resultados obtenidos que se tiene un porcentaje de TP optimo, y que el tiempo de TNC para esta actividad es mínimo, pero aun así haremos un análisis para saber qué trabajos son los que tienen mayor incidencia en aportar al TNC. Se realiza el análisis calculando los tiempos de cada actividad que no agrega valor y saber cuál es la de mayor influencia en el TNC. En la tabla 14 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Placas.

Tabla 14

Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Placas

TNC	%	MIN
Espera	53%	12
Tiempo Ocio	3%	1
Viajes	11%	2
Descanso	18%	4
Necesidades fisiológicas	6%	1
Trabajo Rehecho	0%	0
Otros	0%	0
Interrupciones	0%	0
Seguridad	9%	2
TOTAL	100%	22

Fuente: Elaboración propia.

El 53 % de TNC es debido a la espera que se tiene en que un trabajador termine una tarea para que siguiente continúe con su labor.

Con respecto al balance de las cuadrillas para esta actividad podemos concluir con el análisis de los resultados que una cuadrilla de 03 operarios y 01 peón es óptima para la realización de esta actividad.

6.1.4.2.3. Vigas

– Encofrado de Fondo de Vigas

Para esta actividad se realizaron 3 mediciones de 120 min cada una y en diferentes fechas, obteniendo un TP de 43%, 38% de TC y 19% de TNC esto en minutos de acuerdo al promedio de duración para esta actividad es de 104 min teniendo así un tiempo de 44 min de TP, 40 min de TC y 20 min de TNC con esta información se calcula el tiempo de trabajos no contributivos que son los que interesan para evaluar medidas correctivas y mejorar el TVA en nuestro VSM, en la tabla 15 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Vigas.

Tabla 15

Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Placas

TNC	%	MIN
Espera	22%	4
Tiempo Ocio	0%	0
Viajes	66%	13
Descanso	8%	2
Otros	0%	0
Interrupciones	0%	0
Seguridad	3%	1
TOTAL	100%	20

Fuente: Elaboración propia.

Según el análisis de los tiempos de TNC se tiene la actividad con mayor porcentaje y con un tiempo de 13 min es la de “viajes” como se constató en campo esto es debido a que el peón

es el que hace la labor de transportarse de su frente de trabajo a otro, también desde el piso en que se está realizando la actividad a pisos inferiores en busca de material para completar el trabajo. Así mismo se tiene el 22% con 4 min de tiempo en “Espera” de material para el catreado y de las piezas metálicas para realizar la actividad.

Referente al balance de la cuadrilla se verifica con los resultados que es óptima y está compuesta por 01 operario y 01 peón con el análisis por trabajador se observa que en promedio se tiene un porcentaje de TP por encima del 50% para el operario y el TC sobre el 50% en mayor en el peón.

– **Colocación de Acero Vigas**

Para esta actividad se realizaron 4 mediciones en diferentes fechas con una duración total de 360 min, obteniendo un TP de 66%, 20% de TC y 14% de TNC esto en minutos de acuerdo al promedio de duración para esta actividad es de 153 min teniendo así un tiempo de 101 min de TP, 30 min de TC y 22 min de TNC con esta información se calcula el tiempo de trabajos no contributivos que son los que interesan para evaluar medidas correctivas y mejorar el TVA en nuestro VSM, en la tabla 16 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Vigas.

Tabla 16

Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Placas

TNC	%	MIN
Espera	67%	14
Tiempo Ocio	0%	0
Viajes	2%	1
Descanso	17%	4
Necesidades fisiológicas	0%	0
Trabajo Rehecho	5%	1
Otros	0%	0
Interrupciones	7%	2
Seguridad	2%	0
TOTAL	100%	22

Fuente: Elaboración propia.

Del análisis tenemos que la actividad con mayor porcentaje y con un tiempo de 14 min es la “Espera” esto es debido al tiempo que tiene el operario en espera a que el peón haga el transporte del punto donde dejo material la grúa al punto donde se realiza la actividad de colocación de acero la segunda actividad con un porcentaje considerado es la de “Descanso” con un 17% lo cual en tiempo es 4 min y las demás son mínimas.

En relación al balance de la cuadrilla, según el análisis se determina que una cuadrilla de 2 operarios y 01 peón es óptima para la realización de esta actividad.

– **Encofrado de Costado de Vigas**

Para esta actividad se realizaron 03 mediciones en diferentes fechas con un tiempo total de 300 min, con resultados calculados de un TP de 41%, 43% de TC y 16% de TNC esto en minutos de acuerdo al promedio de duración para esta actividad es de 63 min, teniendo así un tiempo de 26 min de TP, 27 min de TC y 10 min de TNC con esta información se calcula el tiempo de trabajos no contributivos para evaluar medidas correctivas y mejorar el TVA en nuestro VSM, en la tabla 17 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Vigas.

Tabla 17

Análisis de tiempos de TNC – Desencofrado Placas

TNC	%	MIN
Espera	16%	2
Tiempo Ocio	7%	1
Viajes	43%	4
Descanso	8%	1
Necesidades fisiológicas	10%	1
Interrupciones	6%	1
Seguridad	9%	1
TOTAL	100%	10

Fuente: Elaboración propia.

Tenemos que un 43 % con 4 min con respecto al tiempo promedio de la duración de esta actividad es los “Viajes” que se realiza el peón por la falta de material en el frente de trabajo. También se tiene un 16% con tiempo de 2 min en esperas que concuerda por el tiempo en que el peón se tarda en proporcionarle el material al operario.

En cuanto al balance de la cuadrilla de acuerdo a los resultados de análisis por trabajador se tiene que la cuadrilla está bien balanceada y compuesta por 01 operario y 01 peón, cumpliendo cada uno con su labor.

6.1.4.2.4. *Losas Aligeradas*

– **Encofrado Losa Aligerada**

Para esta actividad se realizaron 02 mediciones en diferentes fechas con un tiempo total de 300 min, con resultados calculados de un TP de 36%, 36% de TC y 28% de TNC, de acuerdo al promedio de duración para esta actividad que es de 115 min, se tiene un tiempo de 41 min de TP, 41 min de TC y 33 min de TNC con esta información se calcula el tiempo de trabajos no contributivos para evaluar medidas correctivas y mejorar el TVA en nuestro VSM, en la tabla 18 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Vigas.

Tabla 18

Análisis de tiempos de TNC – Encofrado Losa Aligerada

TNC	%	MIN
Espera	36%	12
Tiempo Ocio	2%	1
Viajes	49%	16
Descanso	4%	1
Necesidades fisiológicas	0%	0
Trabajo Rehecho	8%	3
Seguridad	0%	0
TOTAL	100%	32

Fuente: Elaboración propia.

Según el análisis de los tiempos de TNC se tiene la actividad con mayor porcentaje de 49% con un tiempo de 16 min es la de “viajes” como se constató en campo esto es debido a que el peón es el que hace la labor de transportarse de su frente de trabajo a otro punto lejano por material, también desde el piso en que se está realizando la actividad a pisos inferiores en busca de material para completar el trabajo. Así mismo se tiene el 36% con 4 min de tiempo en “Espera” de material para el catreado para posteriormente colocar sobre este las viguetas y bovedillas.

En relación al balance de la cuadrilla, según el análisis de distribución del trabajo por trabajador se determina que una cuadrilla de 2 operarios y 01 peón es la más adecuada para la realización de esta actividad.

– **Viguetas + Bovedillas**

Para esta actividad se realizaron 02 mediciones en diferentes fechas con un tiempo de 120 min cada una, con resultados calculados de un TP de 51%, 27% de TC y 22% de TNC, de acuerdo al promedio de duración para esta actividad que es de 112 min, se tiene un tiempo de 57 min de TP, 30 min de TC y 24 min de TNC con esta información se calcula el tiempo de trabajos no contributivos para evaluar medidas correctivas y mejorar el TVA en nuestro VSM, en la tabla 19 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Vigas.

Tabla 19

Análisis de tiempos de TNC – Viguetas + Bovedillas

TNC	%	MIN
Espera	46%	11
Tiempo Ocio	0%	0
Viajes	30%	7
Descanso	7%	2
Necesidades fisiológicas	0%	0
Trabajo Rehecho	0%	0
Otros	0%	0
Interrupciones	16%	4
TOTAL	100%	24

Fuente: Elaboración propia.

Según el análisis de los tiempos de TNC se tiene la actividad con mayor porcentaje con un 46% y un tiempo de 11 min es la de “Espera” está dada por el tiempo en que la grúa transporta la vigueta para que la coloquen y aseguren los trabajadores. También tenemos la actividad de “Viajes” con un 30% y un tiempo de 7 min que es por el transporte que realizan desde el punto de almacenaje de las bovedillas hacia el punto de colocación de éstas.

En relación al balance de la cuadrilla, según el análisis por trabajador se determina que una cuadrilla compuesta por 3 operarios y 01 peón es ideal para cumplir correctamente esta actividad.

– **Colocación de Acero Losa Aligerada**

Para esta actividad se realizaron 03 mediciones en diferentes fechas con un tiempo de 120 min cada una, con resultados calculados de un TP de 53%, 28% de TC y 19% de TNC, de acuerdo al promedio de duración para esta actividad que es de 59 min, se tiene un tiempo de 31 min de TP, 17 min de TC y 11 min de TNC con esta información se calcula el tiempo de trabajos no contributorios para evaluar medidas correctivas y mejorar el TVA en nuestro VSM, en la tabla 20 podemos ver el porcentaje y tiempo en minutos de los trabajos que no agregan valor al flujo del proceso constructivo de Vigas.

Tabla 20

Análisis de tiempos de TNC – Viguetas + Bovedillas

TNC	%	MIN
Espera	48%	5
Tiempo Ocio	3%	0.5
Viajes	3%	0.5
Descanso	24%	3
Necesidades fisiológicas	2%	0
Trabajo Rehecho	2%	0
Interrupciones	17%	2
TOTAL	100%	11

Fuente: Elaboración propia.

Según el análisis de los tiempos de TNC se tiene la actividad con mayor porcentaje con un 48% y un tiempo de 5 min es la de “Espera” por el transporte del material por parte del peón. También se tiene las “interrupciones” esto debido a la gran cantidad de trabajadores que se tienen en el frente de trabajo realizando las diferentes actividades para tener todo listo para el vertido de concreto en losa.

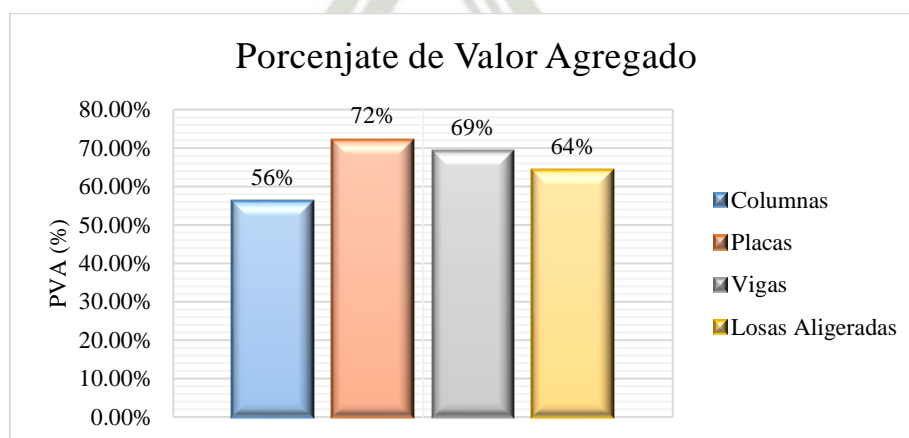
En relación al balance de la cuadrilla, según el análisis por trabajador se determina que una cuadrilla compuesta por 01 operario y 01 peón es ideal para cumplir correctamente esta actividad.

6.1.4.3. Tiempo de Valor Agregado

De acuerdo con los datos obtenidos en campo y con el dibujo del “Value stream Mapping Actual” de cada uno de los procesos seleccionados, se calcularon los porcentajes de valor agregado (PVA) para los procesos mapeados, en la figura 59 se muestra la comparación de estos porcentajes. Se determina que los resultados obtenidos indican que en la mayor porción de la duración del proceso se está agregando valor al producto. Se constata que existe un avance producto de los recursos invertidos. Se explica que los valores de PVA obtenidos son resultado del tipo de planificación y control que se tiene en el proyecto.

Figura 59

Variación del Porcentaje de Valor Agregado por Proceso.



Fuente: Elaboración propia.

6.1.4.4. **Abastecimiento y recepción de Acero**

Para el abastecimiento del acero en este proyecto se solicitó el servicio de ACEDIM para la fabricación de las piezas para cada elemento estructural analizado, el coordinador de la obra proporciona planos de arquitectura y estructuras y un cronograma de entrega.

Se ha verificado que el abastecimiento de acero, desde el inicio de las actividades se realizó de acuerdo a la planificación. El proveedor cumplió con las fechas de entrega. Cabe mencionar que el contratista cumplió con los requerimientos del proveedor teniendo un coordinador de ingeniería de detalle, un responsable de la obra para la coordinación del suministro de material, también un área dentro de la obra para almacenamiento de las piezas dimensionadas para su posterior transporte con la torre grúa y finalmente su colocación.

Se constato que el ritmo de producción con esta metodología es continuo y ayuda que el flujo de proceso no pare por el abastecimiento de este material. En cuanto al productividad se coteja que ésta se incrementa ya que las barras vienen dimensionadas y dobladas, evitando la merma y facilitando su colocación.

6.1.4.5. **Abastecimiento de Concreto Premezclado.**

Para el abastecimiento del concreto se efectúa un pedido semanal al proveedor que se va ajustando por día debido a la variabilidad de la producción. Se tiene una coordinación con el proveedor considerando el plan semanal, se observa que la metodología es adecuada, pero presenta algunos problemas en cuanto a cantidades mayores de pedidos por el poco compromiso del proveedor al no cumplir con los horarios de llegada de los camiones en algunas ocasiones, específicamente en horas de la noche para el vaciado de los elementos horizontales ocasionando así un retraso y espera de inventario.

Los pedidos diarios de concreto premezclado se efectúan a través del metrado y considerando la planificación diaria, por parte del proveedor en ocasiones la cantidad de material a veces es mayor y en otras menores al solicitado teniendo como resultado pérdidas de material y espera de inventario de los elementos programados.

6.1.4.6. **Abastecimiento de Viguetas y Bovedillas**

Para el abastecimiento de estos materiales que forman parte de la Losa Aligerada se tuvo un proveedor acordando pedidos semanales de acuerdo a una planificación semanal. Se constato que el abastecimiento fue normal por parte del proveedor hasta el 5 nivel, en el siguiente nivel se presentaron problemas por falta de stock de material, específicamente de las bovedillas generando así un problema que se tuvo que solucionar con coordinación del staff de oficina técnica obteniendo así un material de reemplazo que fue el ladrillo bovedilla. Pese a que este inconveniente pudo afectar de manera directa al cronograma del proyecto, gracias a la planificación se pudo obtener una solución antes que se produzca una interrupción en la línea de producción.

Por otro lado, el abastecimiento de las viguetas fue de manera semanal de acuerdo a la planificación y teniendo coordinaciones diarias debido a la variabilidad del proyecto.

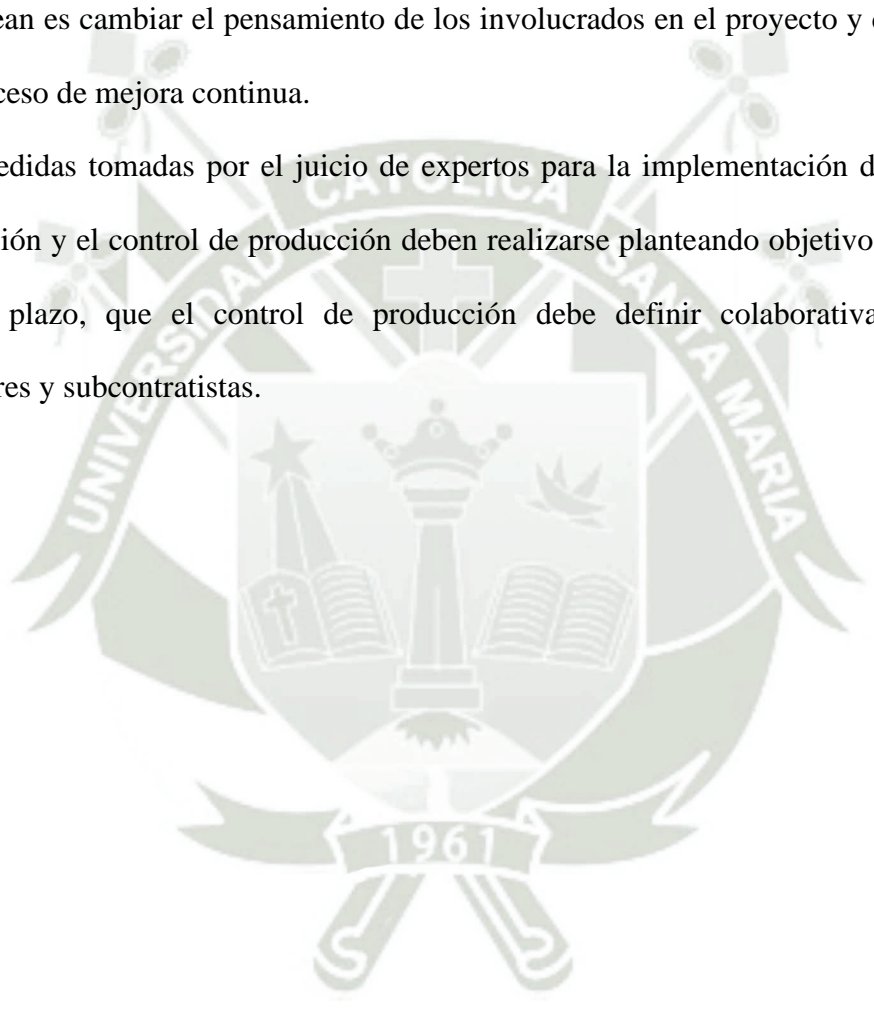
6.1.5. *Estado futuro del VSM*

En este punto se presentarán los mapas de estado futuro de las cadenas de valor de los elementos constructivos estudiados, estos mapas representan el último paso de la herramienta Value Stream Mapping, siendo estos el resultado de un análisis del mapeo del estado actual considerando medidas correctivas efectuadas por medio del juicio de expertos realizadas con ayuda del equipo técnico del proyecto para obtener valores deseados de indicadores de productividad, reducir los tiempos de desperdicio del recurso de mano obra por el trabajo no contributorio, elevar porcentaje de valor agregado de cada cadena de valor analizada y

finalmente reducir el tiempo del ciclo total optimizando indicadores y reduciendo tiempos perdidos en la cadena de valor.

Cabe resaltar que las mejoras planteadas para el estado futuro o deseado es un proceso, no es implementar una herramienta o técnica Lean y obtener resultados inmediatos, esto debido a la variabilidad que se tiene en los proyectos de construcción de edificios. Sabemos bien que aplicar Lean es cambiar el pensamiento de los involucrados en el proyecto y de igual manera es un proceso de mejora continua.

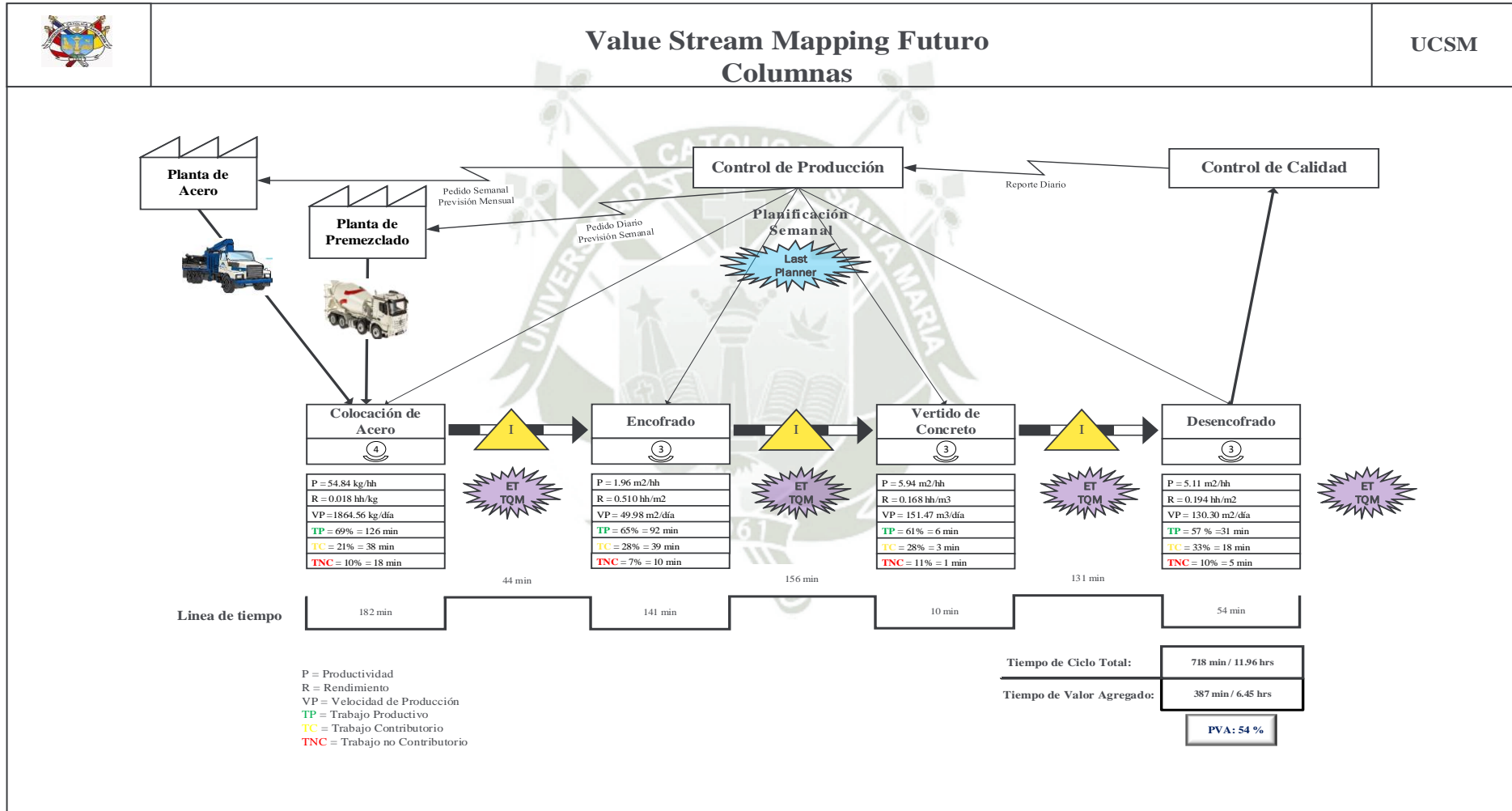
Las medidas tomadas por el juicio de expertos para la implementación de mejoras en la planificación y el control de producción deben realizarse planteando objetivos y metas claras de corto plazo, que el control de producción debe definir colaborativamente con los proveedores y subcontratistas.



6.1.6. Mapas del estado futuro de los procesos seleccionados

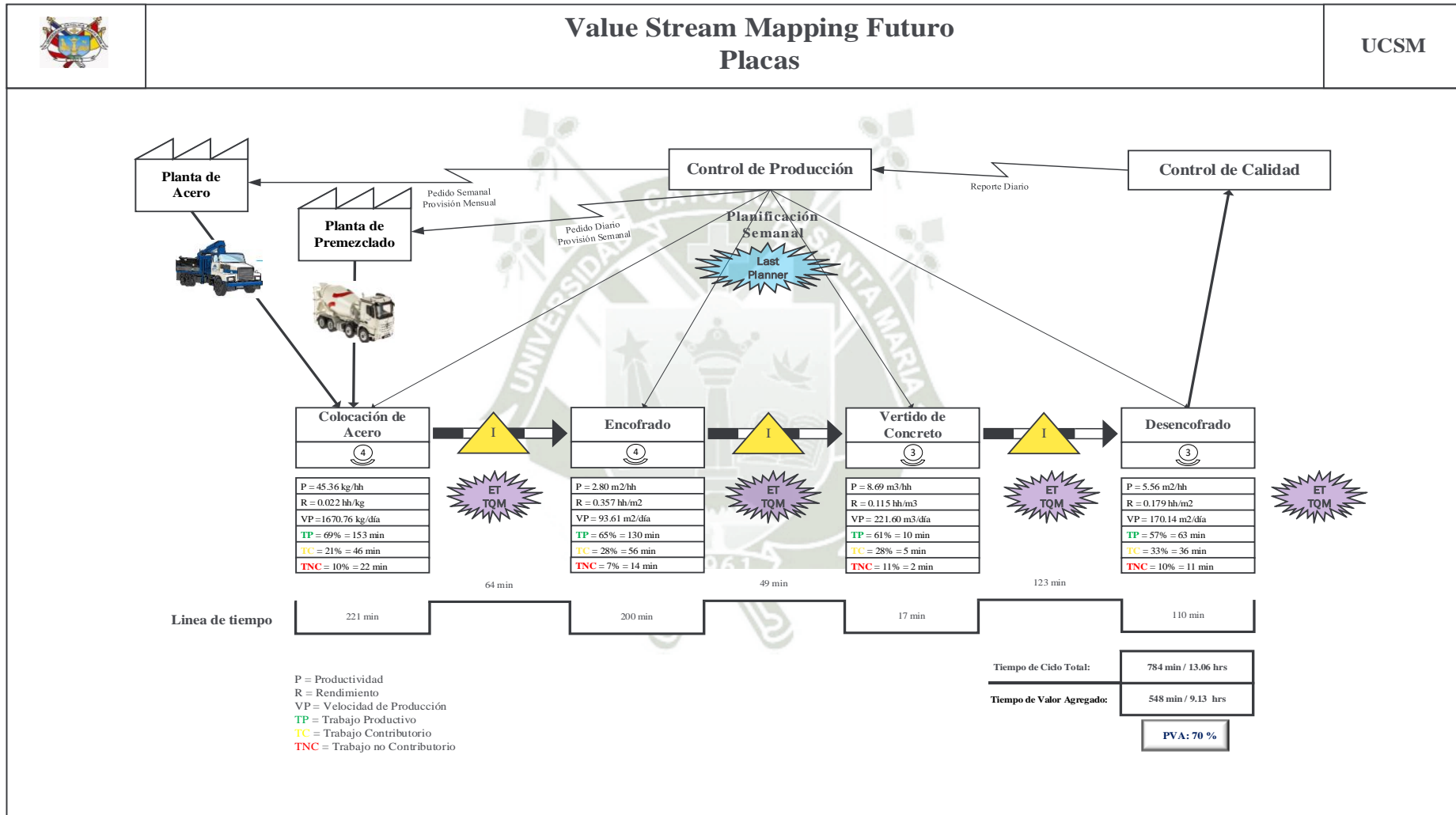
Figura 60

Value Stream Mapping Futuro - Columnas



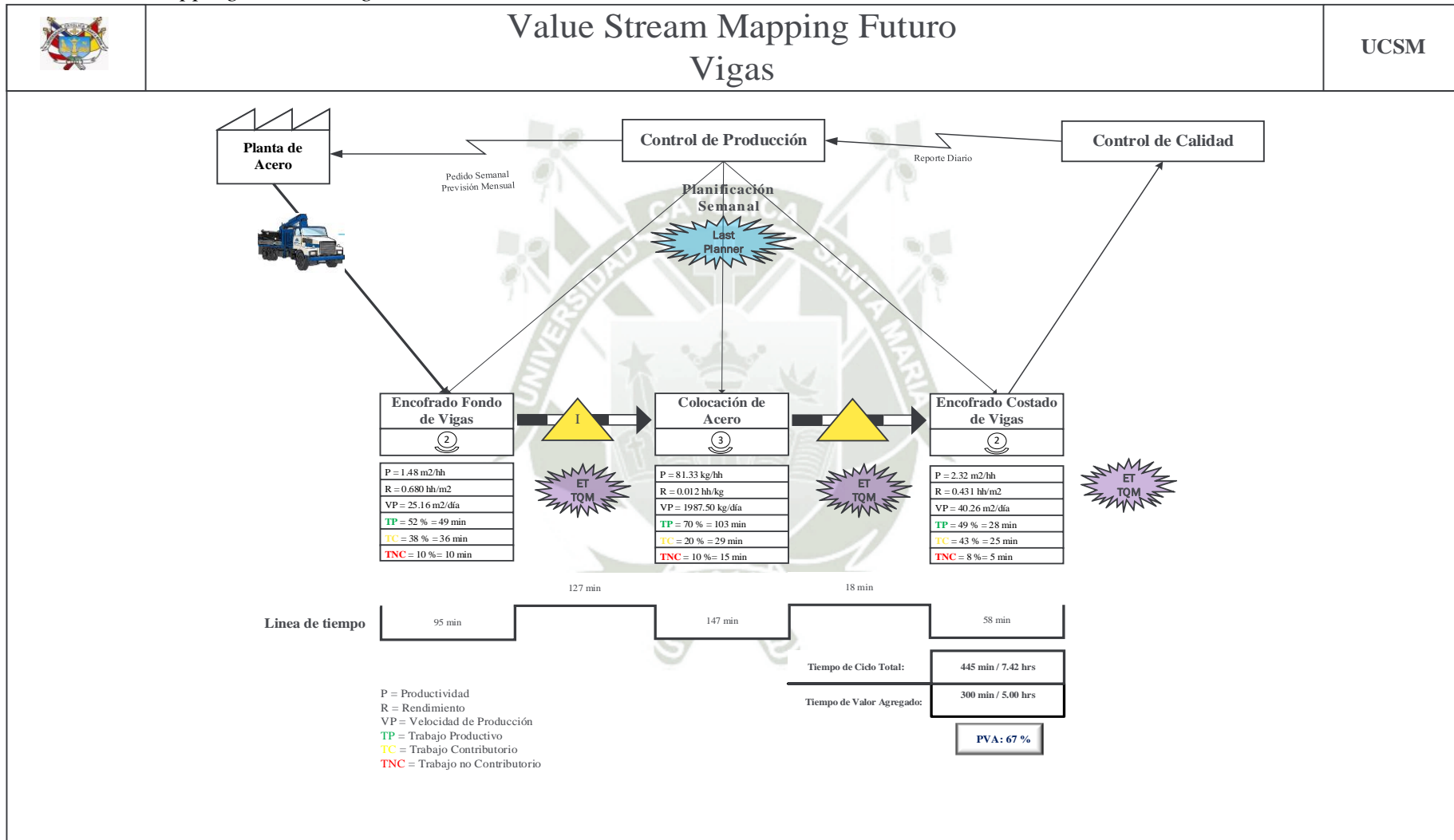
Fuente: Elaboración propia.

Figura 61
Value Stream Mapping Futuro - Placas



Fuente: Elaboración propia.

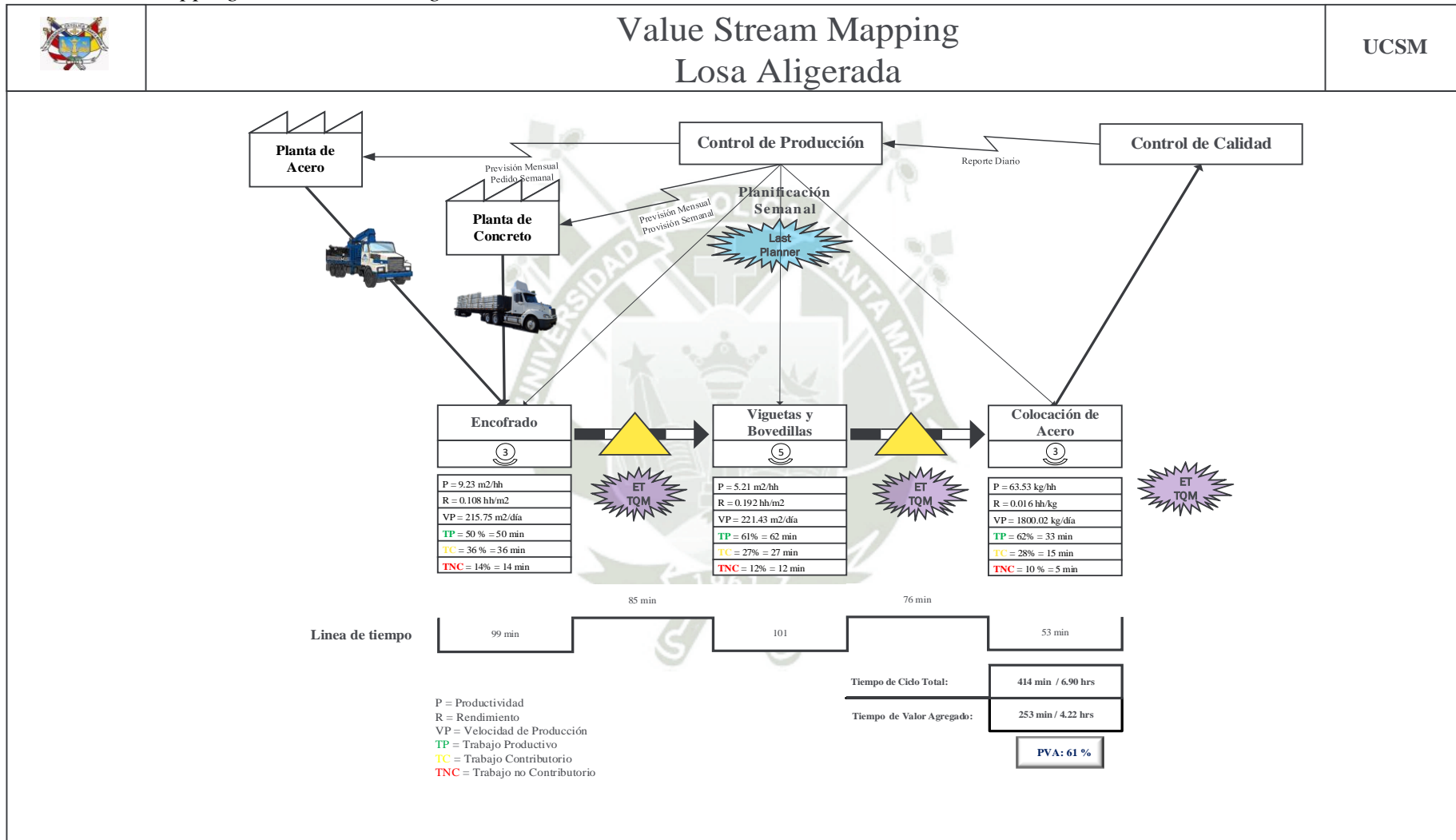
Figura 62
Value Stream Mapping Futuro - Vigas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 63

Value Stream Mapping Futuro – Losa Aligerada



Fuente: Elaboración propia.

6.1.7. *Mejoramiento General*

6.1.7.1. **Abastecimiento de Concreto Premezclado:**

Para el abastecimiento del concreto premezclado se debe tener una coordinación mediante una comunicación electrónica ya que es una herramienta óptima para concretar operaciones logísticas. Mediante esta comunicación se debe asegurar la previsión semanal de la cantidad de metros cúbicos de concreto estimados a partir de una planificación semanal, de esta manera se asegura la reserva de material para el despacho diario del proveedor, con horarios coordinados y comunicación constante con el responsable en obra.

Para el pedido diario de concreto premezclado se debe cuantificar de forma detallada la cantidad de material con respecto a los elementos que están programados y considerando un orden de vertido de concreto premezclado y de esta manera optimizar el proceso de esta actividad.

Por otra parte, se debe exigir al proveedor cumplir con los horarios coordinados de llegada de los camiones mixer, considerando y previniendo los tiempos perdidos que se pueden dar durante el transporte del material durante el trayecto de planta a obra, ya que es muy influyente la llegada a tiempo del material para que no existan demoras ni esperas en la actividad de vertido de concreto en todos los elementos (horizontales y verticales).

6.1.7.2. **Abastecimiento de Bovedillas.**

Para asegurar el abastecimiento de este material de igual manera que con el concreto se debe verificar y asegurar el stock mediante una comunicación electrónica y constante con el proveedor, detallando de manera exacta los pedidos y los pagos de éstos. De modo que se tenga una fidelización con el proveedor y se tenga el aseguramiento con una previsión mensual de este material y realizando pedidos semanales por la cantidad de espacio que ocupa este material en obra.

6.1.7.3. Estandarización del trabajo

Se debe tener claro el alcance de cada actividad y considerar un responsable encargado del correcto proceso de ellas. Definir claramente como debe estar completado el trabajo de una actividad para su entrega al cliente que en definitiva es la actividad sucesora, definir metas, plazos y cumplir con los estándares de calidad. En función de lo planteado se obtendrá un correcto flujo del proceso de cada elemento estudiado en el proyecto.

6.1.7.4. Total Quality Management

Se plantea requerir que las actividades desarrolladas por sub contratistas cumplan con el chequeo inmediato de los trabajos completados por sus cuadrillas teniendo un responsable en su frente de trabajo. De esta manera constatar el cumplimiento de los estándares de calidad del trabajo.

6.1.7.5. Planificación y control del proyecto

Se recomienda la aplicación y potenciación de todas las herramientas que incluyen la metodología del Sistema Last Planner que ayudan a optimizar el flujo de trabajo influyendo en la planificación y el control de producción de proyectos de construcción de edificios reduciendo el desperdicio y produciendo un flujo de trabajo continuo. Se debe tener una consideración en la planificación a medio plazo y especialmente en el plan de trabajo semanal y diaria.

6.1.8. Columnas y Placas

- **Colocación de Acero.** – De acuerdo al análisis que se hizo de los resultados de cartas balance obtuvimos un 20 % de TNC, se establece como meta reducir en un 10 % el TNC con el fin de acortar la duración de esta actividad e incrementar el rendimiento y velocidad de producción de la cuadrilla. Para lograr esto se debe tener énfasis en la planificación del suministro de los materiales al punto exacto o más cercano posible al frente de trabajo para evitar los viajes por materiales y reducir el tiempo de esperas.

Es indispensable tener una coordinación de parte del sub contratista de instalación de acero con la torre grúa acordando el punto de traslado de este material para tener el mejor flujo de trabajo con respecto a los elementos a instalar de acuerdo a la programación diaria.

- **Encofrado.** – Con respecto al análisis que se hizo de los resultados de cartas balance obtuvimos un 14 % de TNC, se establece como meta reducir en un 7% el TNC con el fin de acortar la duración de esta actividad e incrementar el rendimiento y velocidad de producción de la cuadrilla. Para conseguir se debe tener en cuenta la correcta gestión de la cuadrilla, eliminar las esperas por viajes a falta de material y corregir las faltas a la seguridad durante el trabajo. De igual manera considerar la estandarización del trabajo y el control de calidad después de terminar la actividad.
- **Vertido de Concreto.** – De acuerdo al análisis que se hizo de los resultados de cartas balance obtuvimos un 21% de TNC, se establece como meta reducir en un 11% el TNC con el fin de acortar la duración de esta actividad e incrementar el rendimiento y velocidad de producción de la cuadrilla. Esto sería posible cumpliendo con los horarios establecidos en la programación de acuerdo a los pedidos planificados con el proveedor del concreto premezclado. También se debe tener bien definido el orden de vertido de los elementos verticales.
- **Desencofrado.** – En relación al análisis que se hizo de los resultados de cartas balance obtuvimos un 18% de TNC, se establece como meta reducir en un 10 % el TNC con el fin de acortar la duración de esta actividad e incrementar el rendimiento y velocidad de producción de la cuadrilla. Considerar la estandarización de trabajo y plantear el apoyo de la Torre grúa para el desarmado de las piezas.

6.1.9. Vigas

- **Encofrado de Fondo de Vigas.** – Con relación al análisis que se hizo de los resultados de cartas balance obtuvimos un 19 % de TNC, se establece como meta reducir en un 10% el TNC con el fin de acortar la duración de esta actividad e incrementar el rendimiento y velocidad de producción de la cuadrilla. Para lograr esto se debe tener énfasis en la planificación del suministro de los materiales al punto exacto o más cercano posible al frente de trabajo para evitar los viajes por materiales y reducir el tiempo de esperas.
- **Colocación de Acero.** – Con relación al análisis que se hizo de los resultados de cartas balance obtuvimos un 14 % de TNC, se establece como meta reducir en un 4% el TNC con la finalidad de reducir el tiempo de duración de esta actividad e incrementar el rendimiento y velocidad de producción de la cuadrilla. Para conseguir lo planteado se deberá tener una coordinación del punto del transporte de material por parte de la grúa, para evitar viajes y esperas por parte de la cuadrilla. Es necesario tener una coordinación de parte del sub contratista de instalación de acero con la torre grúa acordando el punto de traslado de este material para tener el mejor flujo de trabajo con respecto a los elementos a instalar de acuerdo a la programación diaria.
- **Encofrado de Costado de Vigas.** – Con respecto a esta actividad de acuerdo al análisis que se hizo de los resultados de cartas balance obtuvimos un 16% de TNC, se establece como meta reducir en un 8% el TNC con el fin de reducir el tiempo de duración de esta actividad e incrementar el rendimiento y velocidad de producción de la cuadrilla. A fin de lograr esta meta se deberá eliminar los viajes y tiempos de espera por falta de material. También mejorar la seguridad en la realización de los trabajos en altura por parte de la cuadrilla y evitar tiempos perdidos por paralizaciones.

6.1.10. *Losas Aligeradas*

- **Encofrado de Losa Aligerada.** – En relación a esta actividad de acuerdo al análisis que se hizo de los resultados de cartas balance se calculó un 28% de TNC, se establece como meta reducir en un 14% el TNC con el fin de reducir el tiempo de duración de esta actividad e incrementar el rendimiento y velocidad de producción de la cuadrilla. A fin de lograr esta meta se debe tener claro que la espera y los viajes deben ser eliminados mediante una planificación del punto de transporte del material mediante la torre grúa de almacén hacia el punto más óptimo en el piso de trabajo para tener un mejor flujo de trabajo con relación a los paños que se van a encofrar de acuerdo a la planificación semanal.
- **Colocación de Viguetas y Bovedillas.** – Para esta actividad de acuerdo al análisis que se hizo de los resultados de cartas balance se calculó un 22% de TNC, se establece como meta reducir en un 10% el TNC con el fin de reducir el tiempo de duración de esta actividad e incrementar el rendimiento y velocidad de producción de la cuadrilla. Para esto se debe planificar el espacio, tiempo, cantidad para el almacén de las bovedillas y así evitar viajes por el transporte de este material.
- **Colocación de Acero en Losa Aligerada.** – Para esta actividad de acuerdo al análisis que se hizo de los resultados de cartas balance se calculó un 19% de TNC, se establece como meta reducir en un 9% el TNC con el fin de reducir el tiempo de duración de esta actividad e incrementar el rendimiento y velocidad de producción de la cuadrilla. Para esto se debe planificar tiempo y espacio de las actividades para evitar interferencia entre trabajadores de diferentes cuadrillas.

6.2. Choosing by Advantages

6.2.1. *Diagnóstico inicial*

Se tiene en evidencia de acuerdo a las entrevistas con los tomadores de decisiones del proyecto que éstas se realizan considerando experiencias previas de otros proyectos, analizando los costos, la calidad del trabajo y referencias de proveedores y subcontratistas brindadas por otros ingenieros de la cartera de proyectos de la empresa.

Por otra parte, no se cuenta con documentación del método de toma de decisiones y del análisis que se realiza para tomar una decisión frente a la gestión del proyecto en sus diferentes etapas.

6.2.2. *Aplicación y análisis de Choosing by Advantages*

La aplicación de esta herramienta es realizada para las decisiones que se tienen que tomar dentro del tiempo que se describe en el alcance de la investigación, a continuación, se desarrolla la aplicación y análisis de las decisiones que se tomaron durante la ejecución de la investigación.

Asimismo, en cada decisión se siguen la secuencia de aplicación descrita en el capítulo V, considerando un análisis de los costos de acuerdo al tipo de decisión que se tiene que tomar, cada caso tiene sus particularidades.

6.2.2.1. **Concreto Premezclado**

- **Identificar Alternativas**

Para decidir por un proveedor de concreto premezclado se tienen 3 opciones en el mercado de la región Arequipa que realizan este servicio.

- Proveedor 01: Concretos Super Mix
- Proveedor 02: Supercon
- Proveedor 03: Ecocret

- **Definir factores**

Se debe identificar los factores que ayudarán a diferencias entre las alternativas, estos fueron elegidos con la colaboración de oficina técnica del proyecto. Los que se tomaron en cuenta para el análisis fueron los siguientes:

- Calidad: Considera el nivel de gestión de calidad que tiene la empresa, en concreto verificar si el proveedor cuenta con una certificación de calidad, como por ejemplo la ISO 9001.
- Experiencia acreditada: Se considera el tiempo que va laborando la empresa en la región.
- Ubicación: Implica la distancia que hay desde el pie de obra hacia el punto de la o las plantas de concreto premezclado.
- Capacidad de producción: Se necesita saber que no se verá afectado la provisión de este material debido a una falta de producción ya sea por falta de materiales o por poca capacidad de producción de la empresa.

- **Definir Criterios**

Asimismo, se definieron los criterios que ayudan a diferenciar cada factor entre las alternativas.

- Calidad / Mayor gestión de calidad es mejor.
- Experiencia Acreditada / Mayor experiencia es mejor.
- Ubicación / Más cercana al proyecto es mejor.
- Capacidad de producción / Mayor capacidad de producción es mejor.

- **Atributos**

También se analizaron los atributos con respecto a cada factor para cada alternativa.

Tabla 21

Atributos - Alternativas de Concreto Premezclado

Factor	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Calidad	Certificación ISO 9001 - 2015	Certificación ISO 9001 - 2019	Sin certificación
Experiencia	Más de 15 años en el sector	4 años en el sector	Nueva en el sector
Ubicación	6 km - 9 km - 15 km	13 km	12 km
Capacidad de Producción	01 planta de agregados / 04 plantas de premezclado	01 planta	01 planta

Fuente: Elaboración propia.

- **Ventajas de las alternativas**

- Calidad / Mayor gestión de calidad.
- Experiencia Acreditada / Mayor experiencia.
- Ubicación / Más cercana.
- Capacidad de producción / Mayor producción.

- **Importancia de las ventajas:**

Decidir la importancia de cada ventaja. En primer lugar, de la ventaja principal, que es la más importante de todas, y utilizarla para asignar una escala de importancia.

Tabla 22

Escala de Importancia – Alternativas Concreto Premezclado

ESCALA	VENTAJA
100	Mayor gestión de calidad
90	
80	Más cercano a la obra
70	
60	Mayor experiencia
50	
40	Mayor Producción

Fuente: Elaboración propia.

- **Evaluar Costos**


Para la evaluación de costos se realiza una cotización a cada proveedor y posteriormente se hace el análisis costo vs importancia.

Tabla 23
Costos por m³ de Concreto Premezclado

Concreto f'c = 210 kg/cm ²	Costo m ³ + Bombeo (S/.)
Alternativa A	330
Alternativa B	320
Alternativa C	310

Fuente: Elaboración propia.

Figura 64
CBA – Proveedor de Concreto Premezclado

	CHOOSING BY ADVANTAGES						UCSM
Decisión a tomar:	Descripción: Selección de Proveedor de Concreto Premezclado						
Factor (Criterio)	Alternativa A Concretos Super Mix		Alternativa B Ecocret S.A.		Alternativa C Supercon		
	Atributo		Atributo		Atributo		
	Ventaja	Importancia de la Ventaja	Ventaja	Importancia de la Ventaja	Ventaja	Importancia de la Ventaja	
Factor: Calidad	Certificación ISO 9001 - 2015		Certificación ISO 9001 - 2019		Sin certificación		
Criterio: Mayor gestión de calidad es mejor	Mayor gestión de calidad	100	Mayor gestión de calidad	100		0	
Factor: Experiencia en el mercado	más de 15 años en el sector		4 años en el sector		Nueva en el sector		
Criterio: Mayor experiencia es mejor	Mayor experiencia	60		0		0	
Factor: Ubicación	6 km - 9 km - 15 km		13 km		12 km		
Criterio: Más cercano a la obra es mejor	Más cercana	80		0		0	
Factor: Capacidad de Producción	01 planta de agregados / 04 plantas de premezclado		01 planta		01 planta		
Criterio: Mayor producción es mejor	Mayor producción	40		0		0	
IMPORTANCIA TOTAL		280		100		0	
COSTO	Costo m ³ + bombeo	S/ 330.00	Costo m ³ + bombeo	S/ 320.00	Costo m ³ + bombeo	S/ 310.00	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 65

Evaluación de Costo Vs Importancia – Proveedor de Concreto Premezclado



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis que se hizo para la toma de la decisión sobre la “Selección de proveedor de concreto premezclado” para el proyecto, se obtiene que el más adecuado es el de la **Alternativa A.**

6.2.2.2. Muros Divisorios

- **Identificar Alternativas**

Para decidir sobre el sistema constructivo para los muros divisorios se evaluarán 2 alternativas que se plantean por parte de los colaboradores de toma de decisiones del proyecto.

- Sistema constructivo 01: Tabiquería en Drywall
- Sistema constructivo 02: Muro de ladrillo KK de sogá

- **Definir factores**

Se debe identificar los factores que ayudarán a diferencias entre las alternativas, estos fueron elegidos con la colaboración de oficina técnica del proyecto. Los que se tomaron en cuenta para el análisis fueron los siguientes:

- Tiempo de Duración
- Tipo de mano de obra
- Disponibilidad de materiales
- Velocidad de la actividad

• **Definir Criterios**

Asimismo, se definieron los criterios que ayudan a diferenciar cada factor entre las alternativas.

- Tiempo de Duración / Menor tiempo es mejor
- Tipo de mano de obra / Más accesible es mejor
- Disponibilidad de materiales / Más accesible es mejor
- Velocidad de la actividad / Mayor velocidad es mejor

• **Atributos**

De esta forma se analizaron los atributos con respecto a cada factor para cada alternativa.

Tabla 24
Atributos - Alternativas de Muros divisorios

Factor	Alternativa A	Alternativa B
Tiempo de Duración	Duración = 262 Días	Duración = 524 Días
Tipo de mano de Obra	Personal especializado y calificado para su instalación	Personal que cuenta el proyecto
Disponibilidad de materiales	Mediana Accesibilidad	Varios proveedores de Ladrillo KK
Velocidad de la actividad	20 m ² /día	10m ² /día

Fuente: Elaboración propia.

• **Ventajas de las alternativas**

- Tiempo de Duración / Menor tiempo de duración.
- Tipo de mano de obra / Mayor accesibilidad de mano de obra.
- Disponibilidad de materiales / Mayor accesibilidad de materiales.
- Velocidad de la actividad / Mayor velocidad de Producción.

- **Importancia de las ventajas:**

Decidir la importancia de cada ventaja. En primer lugar, de la ventaja principal, que es la más importante de todas, y utilizarla para asignar una escala de importancia.

Tabla 25

*Escala de Importancia – Alternativas Sistema constructivo
Muros divisorios*

ESCALA	VENTAJA
100	Mayor accesibilidad de materiales
90	
80	Mayor accesibilidad de mano de obra
70	
60	Menor tiempo de duración
50	
40	Mayor Velocidad de Producción

Fuente: Elaboración propia.

- **Evaluar Costos**

Para la evaluación de costos realiza el análisis de precios unitarios de cada alternativa:

Figura 66

Análisis de precios unitarios – Muros divisorios Alternativa 01

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Obra	:					
Partida	: TABIQUERIA DE DRYWALL DOS CARAS ESTRUCTURA METALICA CON PLACA DE YESO					
Item						
Unidad	: m2					
Cantidad	: 5233.09					
Rendimiento	20m2/día					
N°	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Precio Total (S/)	
OMO0001	CAPATAZ	HH	0.04	24.79	0.99	
OMO0002	OPERARIO	HH	0.40	21.39	8.56	
OMO0003	OFICIAL	HH	0.40	17.37	6.95	
OMO0004	PEON	HH	0.80	15.60	12.48	
			1.64		Subtotal	28.98
N°	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Precio Total (S/)	
MPY0001	PLACA DE YESO 2.44X1.22M	UND	0.71	42	29.61	
MTA0001	TORNILLO AUTORROSCANTE	UND	4.00	0.15	0.60	
FVC0013	FULMINANTE VERDE CALIBRE 22 RAMSET CW	UND	4.00	0.35	1.40	
RM0029	RIEL METALICO L=3.00M	UND	0.35	8.5	2.98	
PG0024	PARANTES GALVANIZADOS 89X38 L=3.00M	UND	2.00	10.5	21.00	
					Subtotal	55.59
N°	EQUIPOS	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Precio Total (S/)	
%3	EQUIPO PROPORCIONAL	%	0.32	3.00	0.96	
					Subtotal	0.96
Costo Directo						85.52
Gasto General		0%				-
Utilidad		0%				-
Valor Neto						85.52

Fuente: Elaboración propia.

Figura 67

Análisis de precios unitarios – Muros divisorios Alternativa 02

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Obra	:					
Partida	: MURO LADRILLO K.K.DE ARCILLA 18 H (0.09x0.13x0.24) AMARRE DE SOGA JUNTA 1.5 cm. M					
Item						
Unidad	: m2					
Cantidad	: 5233.09					
Rendimiento	10m2/día					
N°	Mano de Obra	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Precio Total (S/)	
OMO0001	CAPATAZ	HH	0.08	24.79	2.09	
OMO0002	OPERARIO	HH	0.84	21.39	18.02	
OMO0004	PEON	HH	0.42	15.60	6.57	
			1.35		Subtotal	26.68
N°	Materiales	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Precio Total (S/)	
MAG0001	ARENA GRUESA	M3	0.03	40.00	1.16	
MCE0001	CEMENTO TIPO I SOL	BOL	0.20	17.00	3.47	
MLA0028	LADRILLO DE ARCILLA KK	UND	39.00	0.53	20.79	
					Subtotal	25.42
Costo Directo						52.10
Gasto General			0%			-
Utilidad			0%			-
Valor Neto						52.10

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente calculamos el Costo para la cantidad de m2 de muros divisorios que se tienen en el proyecto.

Tabla 26

Costos por m2 de Sistema constructivo - Muros divisorios

	Metrado	P.U.	TOTAL (S/.)
Alternativa A	5233.09	85.52	S/ 447,545.00
Alternativa B	5233.09	52.10	S/ 272,629.00

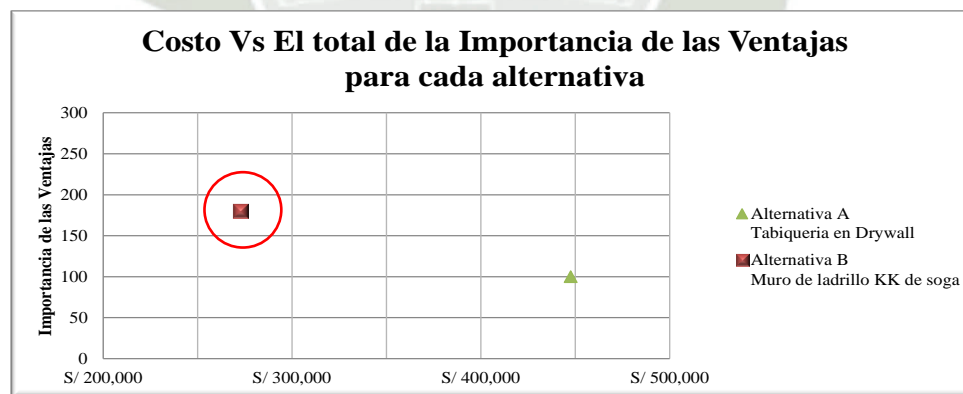
Fuente: Elaboración propia.

Figura 68
CBA – Sistema constructivo - Muros divisorios

	CHOOSING BY ADVANTAGES				UCSM	
Decisión a tomar:	Descripción: Selección de metodología constructiva para muros divisorios					
Factor (Criterio)	Alternativa A Tabiquería en Drywall			Alternativa B Muro de ladrillo KK de sogá		
	Atributo			Atributo		
	Ventaja		Importancia de la Ventaja	Ventaja		Importancia de la Ventaja
Factor: Tiempo de duración	Duración = 262 Días			Duración = 524 Días		
Criterio: Menor tiempo es mejor	Menor tiempo de duración		60			0
Factor: Tipo de mano de obra	Personal especializado y calificado para su instalación			Personal que cuenta el proyecto		
Criterio: Más accesible es mejor			0	Mayor accesibilidad de mano de obra		80
Factor: Disponibilidad de materiales	Mediana Accesibilidad			Varios proveedores de Ladrillo KK		
Criterio: Más accesible mejor			0	Mayor accesibilidad de materiales		100
Factor: Velocidad de la actividad	20 m ² /día			10m ² /día		
Criterio: Mayor velocidad es mejor	Mayor velocidad de producción		40			0
IMPORTANCIA TOTAL			100			180
COSTO			S/ 447,545.00			S/ 272,629.00

Fuente: Elaboración propia.

Figura 69
Evaluación de Costo Vs Importancia – Sistema constructivo Muros Divisorios



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis que se hizo para la tomar la decisión sobre la “Selección de sistema constructivo de Muros divisorios” para el proyecto, se obtiene que el más adecuado es el de la **Alternativa B.**

6.2.2.3. Bovedillas

- **Identificar Alternativas**

Para decidir sobre la selección de material y proveedor para las bovedillas de losa aligerada

Se tienen 3 opciones en el mercado de la región Arequipa se describen a continuación:

- Alternativa 01: Bovedilla de concreto
- Alternativa 02: Bovedilla de poliestireno
- Alternativa 03: Bovedilla de Ladrillo

- **Definir factores**

Se debe identificar los factores que ayudarán a diferencias entre las alternativas, estos fueron elegidos con la colaboración de oficina técnica del proyecto. Los que se tomaron en cuenta para el análisis fueron los siguientes:

- Calidad: Considera el nivel de gestión de calidad que tiene la empresa, es preciso verificar si el proveedor cuenta con una certificación de calidad, como por ejemplo la ISO 9001
- Disponibilidad de Stock: Se refiere a que el proveedor cuente con stock de inventario, se debe tener seguridad que el proveedor cuente con el material en almacén de su empresa.
- Método de pago: Se refiere al tipo de métodos de compra, pago y facturación que cuente el proveedor.
- Experiencia en el mercado: Se considera el tiempo que va laborando la empresa en la región, específicamente proveyendo el material en proyectos de construcción.

- **Definir Criterios**

Asimismo, se definieron los criterios que ayudan a diferenciar cada factor entre las alternativas.

- Calidad / Mayor calidad del material es mejor.
- Disponibilidad de stock / Mayor disponibilidad es mejor
- Método de pago / Más métodos de es mejor
- Experiencia en el mercado / Mayor experiencia es mejor

- **Atributos**

También se analizaron los atributos con respecto a cada factor para cada alternativa.

Tabla 27

Atributos - Alternativas de Bovedillas

Factor	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Calidad	Altos estándares de calidad - ISO 9001	Certificación ISO 9001 - 2019	Altos estándares de calidad - ISO 9001
Disponibilidad de Stock	Pedido	Pedido	Disponible
Método de pago / compra	Electrónico	Presencial	Electrónico
Experiencia en el mercado	más de 15 años en el mercado	5 años en el mercado	más de 30 años en el mercado

Fuente: Elaboración propia.

- **Ventajas de las alternativas**

- Calidad / Mayor calidad
- Disponibilidad de stock / mayor disponibilidad
- Método (pago, facturación) / mejor método
- Experiencia en el mercado / Mayor experiencia

- **Importancia de las ventajas:**

Decidir la importancia de cada ventaja. En primer lugar, de la ventaja principal, que es la más importante de todas, y utilizarla para asignar una escala de importancia.

Tabla 28
Escala de Importancia – Alternativas Bovedillas

ESCALA	VENTAJA
100	Mayor calidad
90	
80	Mayor disponibilidad
70	
60	Mejor método
50	
40	Mayor experiencia

Fuente: Elaboración propia.

- Evaluar Costos**


Para la evaluación de costos se realiza una cotización a cada proveedor y posteriormente se hace el análisis costo vs importancia.

Tabla 29
Costos por metro lineal - Alternativas Bovedillas

Bovedillas ML.	Costo ml (S/.)
Alternativa A	15.99
Alternativa B	20.69
Alternativa C	11.85

Fuente: Elaboración propia.

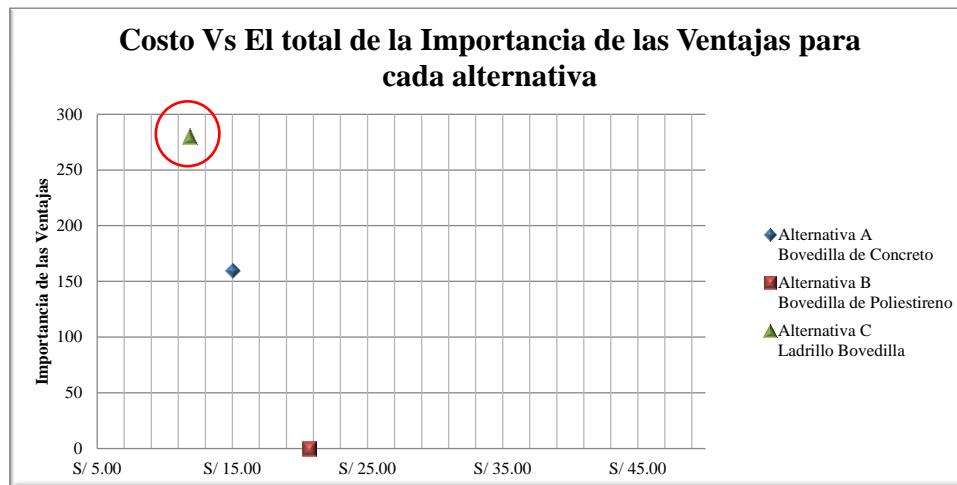
Figura 70
CBA – Selección de Bovedilla y proveedor

	CHOOSING BY ADVANTAGES						UCSM
Decisión a tomar:	Descripción: Selección de Bovedilla y Proveedor						
Factor (Criterio)	Alternativa A Bovedilla de Concreto		Alternativa B Bovedilla de Poliestireno		Alternativa C Ladrillo Bovedilla		
	Atributo		Atributo		Atributo		
	Ventaja	Importancia de la Ventaja	Ventaja	Importancia de la Ventaja	Ventaja	Importancia de la Ventaja	
Factor: Calidad	Altos estándares de calidad - ISO 9001		-		Altos estándares de calidad - ISO 9001		
Criterio: mayor calidad del material es mejor	Mayor calidad	100		0	Mayor calidad	100	
Factor: Disponibilidad de stock	Pedido		Pedido		Disponible		
Criterio: mayor disponibilidad es mejor		0		0	cuenta con inventario	80	
Factor: Metodo de (pago, facturación)	Electrónico		Presencial		Electrónico		
Criterio: mejor método es mejor	Mejor método	60		0	Mejor método	60	
Factor: Experiencia en el mercado	más de 15 años en el mercado		5 años en el mercado		más de 30 años en el mercado		
Criterio: mayor experiencia es mejor		0		0	Mayor experiencia	40	
IMPORTANCIA TOTAL		160		0		280	
COSTO	S/	14.99	S/	20.69	S/	11.85	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 71

Evaluación de Costo Vs Importancia – Selección de Bovedilla y proveedor



Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al análisis que se hizo para la tomar la decisión sobre la “Selección de Bovedilla y proveedor” para el proyecto, se obtiene que el más adecuado es el de la **Alternativa C**.

6.3. Reporte A3

6.3.1. *Diagnóstico inicial*

Se constató la falta de una metodología que mejore la resolución de problemas, como también la falta de documentación de los problemas que se presentan en la ejecución del proyecto. Se verifica que una herramienta para mejorar el análisis de los problemas impactará de manera positiva en la gestión del proyecto.

6.3.2. *Aplicación y análisis de Reporte A3*

Durante el tiempo y de acuerdo con el alcance de esta investigación se pudo obtener información, constatación y seguimiento de un problema que se identificó dentro de las actividades de construcción que involucran el sitio mismo de obra. Este problema está involucrado con el proceso constructivo de las “Losas aligeradas” específicamente con la provisión del material de Bovedillas. Se abordó este problema empleando la plantilla y secuencia de aplicación desarrolladas propuestas en el capítulo V de esta investigación.

- **Definición del problema:**

Se detectó que el proveedor de bovedillas no cuenta con stock de inventario para la siguiente semana y esto puede ser perjudicial para la programación del proyecto y se puede tener un posible retraso en el cronograma y en consecuencia no poder cumplir con los hitos planteados en este.

- **Situación actual:**

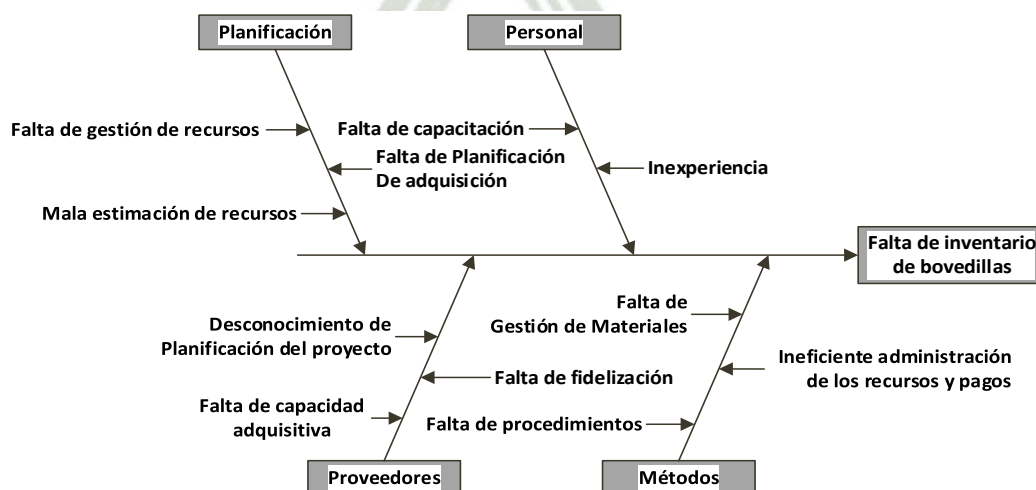
Actualmente se cuenta con stock en almacén para terminar el techo del nivel 4, pero para la próxima semana se requerirá más material para los sectores 1 y 2 del 5to nivel.

Se requiere buscar un proveedor provisional, o de otra forma buscar un material que pueda reemplazar a las bovedillas y que este cumpla con las especificaciones técnicas de calidad y la aprobación del proyectista y de supervisión.

- **Análisis de la causa raíz**

Se identificaron las causas de fondo del problema aplicando el diagrama de Ishikawa, analizando la planificación, personal, proveedores y los métodos para así poder detectar las falencias que como consecuencia se tiene la falta de material para la actividad de colocación de bovedillas.

Figura 72
Análisis de la causa raíz – Reporte A3



Fuente: Elaboración propia.

- **Meta/objetivos:**

En este punto se establecieron los objetivos deseados considerando tiempo, calidad, gestión de los recursos y el cronograma del proyecto. Los objetivos planteados son los siguientes:

1. Prevenir la paralización de actividades y frentes de trabajo por falta de bovedillas.
 2. Tener un proveedor y material de respaldo para el adecuado cumplimiento en tiempo y calidad de la actividad de "Colocación de Bovedillas"
 3. Lograr una fidelización con los proveedores.
 4. Tener una planificación y buena gestión de los recursos.
 5. Elegir la mejor opción de proveedor de material para la actividad de "Colocación de Bovedillas"
 6. Cumplir con los hitos del proyecto.
- **Propuestas de mejora:**
1. Contar con una cartera de proveedores de material, contar con los materiales justo a tiempo y cuando se necesiten.
 2. Aplicar la herramienta Choosing by Advantages para tomar la mejor decisión en cuanto alternativas de proveedores y tipo de material.
 3. Tener una mejor comunicación con el proveedor exigir mejor eficiencia y ser eficientes con ellos, pagando precios justos y en su debido tiempo, buscar la manera correcta de integrarlos a los objetivos de la empresa.
 4. Manejar y cuantificar los materiales de acuerdo al cronograma del proyecto para no poder cumplir los hitos del proyecto.
 5. Plan de acción: Desarrollar un plan de acción/ejecución, determinando las actividades, responsables, y plantear una fecha de cumplimiento. Se determinan indicadores de control y cumplimiento de lo solicitado en el plan de acción.

- **Plan de acción:**

Figura 73

Reporte A3 – Plan de acción

Item	Actividad	Acciones	Responsables	Fecha de Cumplimiento
1	Colocación de Bovedillas en Losa Aligerada	Realizar CBA	Oficina Técnica	12-Oct
		Realizar Cotizaciones	Logística / Oficina Técnica	12-Oct
		Revisar Especificaciones técnicas del material	Oficina Técnica	13-Oct
		Aseguramiento de inventario en Almacén	Jefe de Almacén	-
		Establecer planes de contingencia	Control de proyectos	14-Oct

Fuente: Elaboración propia.


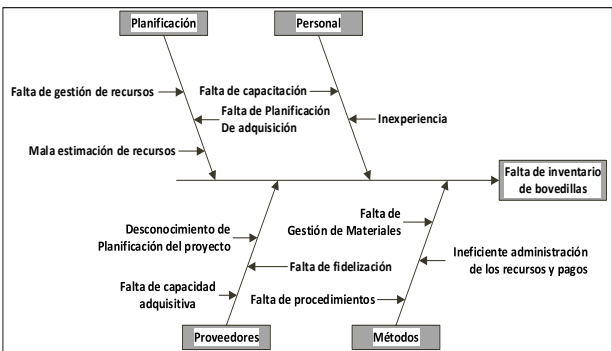
- **Seguimiento y Resultados:**

Se definieron algunas medidas de seguimiento y verificación de los resultados obtenidos y esperados en concordancia con los objetivos para la resolución del problema de falta de inventario de bovedillas para losa aligerada.

- Se implementó el uso de Choosing By Advantages al proyecto para tomar decisiones durante la planificación y ejecución de este en apoyo de la resolución de problemas críticos durante la ejecución del proyecto.
- Se eligió la mejor alternativa de proveedor y material de respaldo para el adecuado cumplimiento de la actividad de "Colocación de Bovedillas"
- Se plantea realizar reuniones semanales
- Se plantea optimizar la gestión de comunicaciones entre todos los interesados del proyecto.


Figura 74

Reporte A3 – Falta de inventario de bovedillas para losa aligerada

 REPORTE A3		UCSM																						
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA		Departamento: Oficina Técnica																						
Realizado por: Bach. Heber Franklin López Cayo		Fecha: 20/10/2018																						
Título: Falta de Inventario de Bovedillas para Losa Aligerada																								
<p>1.-Definición del problema:</p> <p>- Se detectó que el proveedor de bovedillas no cuenta con stock de inventario para la siguiente semana y esto puede ser perjudicial para la programación del proyecto y se puede tener un posible retraso en el cronograma y en consecuencia no poder cumplir con los hitos planteados en este.</p>		<p>1.-Propuesta de mejora</p> <ul style="list-style-type: none"> - Contar con una cartera de proveedores de material, contar con los materiales justo a tiempo y cuando se necesiten. - Aplicar la herramienta Choosing By Advantages para tomar la mejor decisión en cuanto alternativas de proveedores y tipo de material. - Tener una mejor comunicación con el proveedor exigir mejor eficiencia y ser eficientes con ellos, pagando precios justos y en su debido tiempo, buscar la manera correcta de integrarlos a los objetivos de la empresa. - Manejar y cuantificar los materiales de acuerdo al cronograma del proyecto para no poder cumplir los hitos del proyecto. - Plan de acción: Desarrollar un plan de acción/ejecución, determinando las actividades, responsables, y plantear una fecha de cumplimiento. Se determinan indicadores de control y cumplimiento de lo solicitado en el plan de acción. 																						
<p>2.-Situación actual</p> <p>- Actualmente se cuenta con stock en almacén para terminar el techo del nivel 4, pero para la próxima semana se requerirá más material para los sectores 1 y 2 del 5to nivel.</p> <p>- Se requiere buscar un proveedor provisional, o de otra forma buscar un material que pueda reemplazar a las bovedillas y que este cumpla con las especificaciones técnicas de calidad y la aprobación del proyectista y de supervisión.</p>																								
<p>3.-Análisis de la causa raíz</p> 		<p>6.-Plan de puntos de acción / Ejecución</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Actividad</th> <th>Acciones</th> <th>Responsables</th> <th>Fecha de Cumplimiento</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="5">1</td> <td rowspan="5">Colocación de Bovedillas en Losa Aligerada</td> <td>Realizar CBA</td> <td>Oficina Técnica</td> <td>12-Oct</td> </tr> <tr> <td>Realizar Cotizaciones</td> <td>Logística / Oficina Técnica</td> <td>12-Oct</td> </tr> <tr> <td>Revisar Especificaciones técnicas del material</td> <td>Oficina Técnica</td> <td>13-Oct</td> </tr> <tr> <td>Aseguramiento de inventario en Almacén</td> <td>Jefe de Almacén</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>Establecer planes de contingencia</td> <td>Control de proyectos</td> <td>14-Oct</td> </tr> </tbody> </table>	Item	Actividad	Acciones	Responsables	Fecha de Cumplimiento	1	Colocación de Bovedillas en Losa Aligerada	Realizar CBA	Oficina Técnica	12-Oct	Realizar Cotizaciones	Logística / Oficina Técnica	12-Oct	Revisar Especificaciones técnicas del material	Oficina Técnica	13-Oct	Aseguramiento de inventario en Almacén	Jefe de Almacén	-	Establecer planes de contingencia	Control de proyectos	14-Oct
Item	Actividad		Acciones	Responsables	Fecha de Cumplimiento																			
1	Colocación de Bovedillas en Losa Aligerada	Realizar CBA	Oficina Técnica	12-Oct																				
		Realizar Cotizaciones	Logística / Oficina Técnica	12-Oct																				
		Revisar Especificaciones técnicas del material	Oficina Técnica	13-Oct																				
		Aseguramiento de inventario en Almacén	Jefe de Almacén	-																				
		Establecer planes de contingencia	Control de proyectos	14-Oct																				
<p>4.-Meta/Objetivos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.- Prevenir la paralización de actividades y frentes de trabajo por falta de bovedillas. 2.- Tener un proveedor y material de respaldo para el adecuado cumplimiento en tiempo y calidad de la actividad de "Colocación de Bovedillas" 3.- Lograr una fidelización con los proveedores. 4.- Tener una planificación y buena gestión de los recursos. 5.- Elegir la mejor opción de proveedor de material para la actividad de "Colocación de Bovedillas" 		<p>7.- Seguimiento y Resultados</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se implementó el uso de Choosing By Advantages al proyecto para tomar decisiones durante la planificación y ejecución de este en apoyo de las resoluciones de problemas críticos durante la ejecución del proyecto. - Se eligió la mejor alternativa de proveedor y material de respaldo para el adecuado cumplimiento de la actividad de "Colocación de Bovedillas" - Se plantea realizar reuniones semanales - Se plantea optimizar la gestión de comunicaciones entre todos los interesados del proyecto. 																						

Fuente: Elaboración propia.

Figura 75
Reporte A3 – Aplicación de CBA

	CHOOSING BY ADVANTAGES						UCSM	
	Alternativa A Bovedilla de Concreto		Alternativa B Bovedilla de Poliestireno		Alternativa C Ladrillo Bovedilla			
Factor (Criterio)	Atributo		Atributo		Atributo			
	Ventaja	Importancia de la Ventaja	Ventaja	Importancia de la Ventaja	Ventaja	Importancia de la Ventaja		
Factor: Calidad	Altos estándares de calidad - ISO 9001		-		Altos estándares de calidad - ISO 9001			
Criterio: mayor calidad del material es mejor	Mayor calidad	100		0	Mayor calidad	100		
Factor: Disponibilidad de stock	Pedido		Pedido		Disponible			
Criterio: mayor disponibilidad es mejor		0		0	cuenta con inventario	80		
Factor: Metodo de (pago, facturación)	Electrónico		Presencial		Electrónico			
Criterio: mejor método es mejor	Mejor método	60		0	Mejor método	60		
Factor: Experiencia en el mercado	más de 15 años en el mercado		5 años en el mercado		más de 30 años en el mercado			
Criterio: mayor experiencia es mejor		0		0	Mayor experiencia	40		
IMPORTANCIA TOTAL		160		0		280		
COSTO	S/	14.99	S/	20.69	S/	11.85		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 76
Reporte A3 – Resolución de problema por falta de inventario de bovedillas



Fuente: Fotografía propia

CONCLUSIONES

- Con aplicación de las herramientas Lean Project Delivery System se logró mejorar la toma de decisiones, resolución de problemas e identificación de desperdicios en las actividades de construcción del edificio “IFB CERTUS”.
- Choosing by Advantages, con la aplicación de esta herramienta se validó que mejora la toma de decisiones ayudando a diferenciar las alternativas y comprender la importancia de esas diferencias, permitiendo elegir la mejor alternativa de forma transparente y eficaz en beneficio del proyecto. Se logró elegir la alternativa más adecuada de: proveedor de concreto premezclado, tipo de sistema constructivo para muros divisorios, material y proveedor de respaldo para las bovedillas de las losas aligeradas. En suma, a los resultados obtenidos se cuenta con la documentación que justifica las decisiones tomadas.
- Reporte A3, con la aplicación de esta herramienta se confirmó mediante el caso aplicativo que es una herramienta simple, visual y concisa que ayuda a identificar un problema, proponiendo una solución para la falta de inventario de bovedillas para losa aligerada, se plantearon metas claras, propuestas de mejora y un plan de acción y se impulsó el trabajo colaborativo del equipo de proyecto. Así también se verificó con la aplicación de CBA en el reporte A3 que las herramientas Lean se integran potenciando sus beneficios.
- Value Stream Mapping, con la aplicación de esta herramienta se logró identificar las pérdidas productivas en la construcción del edificio “IFB CERTUS”, mediante el mapeo del estado actual se pudo identificar las pérdidas de los recursos en cada uno de los procesos, también se pudo determinar el tiempo de ciclo total de producción de cada elemento estudiado. Así mismo se determinó cuáles son las fuentes de desperdicio dentro del flujo de información y del material, dando la oportunidad de poder plantear mejoras generales por el equipo del proyecto en cuanto al abastecimiento de materiales, estandarización del trabajo, calidad, planificación y control del proyecto.

- Mediante la integración de Cartas Balance y Value Stream Mapping, planteando mejoras y aplicando medidas correctivas se pudo reducir el tiempo de ciclo total del flujo de proceso de los elementos estructurales mapeados teniendo como resultado: en Columnas una reducción de 0.60 hrs, en Placas una reducción de 0.90 hrs, en vigas de 0.33 hrs y finalmente en Losas aligeradas una reducción del tiempo de ciclo total de 0.55 hrs.
- Se desarrollo la secuencia de aplicación formulando una plantilla que va de la mano de la terminología de cada una de las herramientas para su aplicación en proyectos de construcción.
- A partir de la revisión bibliográfica se pudo desarrollar las bases teóricas de esta investigación logrando así poder tener un entendimiento y conocimiento de la evolución de la metodología y del proceso de aplicación de las herramientas que incluyen la metodología Lean Project Delivery System e Integrated Project Delivery.
- Mediante el desarrollo de esta investigación y su aplicación en un proyecto en la ciudad de Arequipa, se dio a conocer que se pueden aplicar nuevas metodologías para la mejora en la toma de decisiones, resolución de problemas e identificación de desperdicios con resultados que mejoran la gestión de proyectos de construcción de edificios.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda aplicar Value Stream Mapping en todos los niveles de la organización ya que es una herramienta practica para visualizar lo flujos de trabajo, y proponer mejoras.
- Se recomienda la capacitación sobre la filosofía Lean tanto de los directivos como de los trabajadores más involucrados en la gestión de la construcción de modo que mejore la cultura organizacional de la empresa.
- Se recomienda la aplicación conjunta de herramientas Lean porque mejora su efectividad y potencia los resultados en la gestión del proyecto.
- Se recomienda para investigaciones futuras evaluar los resultados de aplicación de herramientas Lean en nuestro país para poder difundir los beneficios de su implementación y poder lograr la competitividad entre empresas del sector de la construcción.
- Se recomienda que, con ayuda de los formatos y secuencias de aplicación planteadas en esta investigación, se apliquen las herramientas LPDS a los diferentes tipos de proyectos construcción, porque en todos los proyectos se tienen que tomar decisiones, resolver problemas y mapear el flujo de procesos e identificar los desperdicios.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arroyo, P., & Long, D. (Julio de 2018). *Collaborative Design Decisions*.
<https://doi.org/10.24928/2018/0509>
- Arroyo, P., Christensen, R., Schöttle, A., & Long, D. (July de 2019). *Lessons Learned on Teaching Choosing by Advantages*. <https://doi.org/10.24928/2019/0249>
- Ballard, G. (2008). The Lean Project Delivery System: An update. *Lean Construction Institute Journal*.
- Björnfot, A., Bildsten, L., Erikshammar, J., Haller, M., & Simonsson, P. (2011). *Lessons Learned From Successful Value Stream Mapping (VSM)*. IGLC.net:
<https://www.iglc.net/papers/Details/1126>
- Bombilla, G., & Hidalgo, A. (18 de Junio de 2021). *CONTROL Y MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD [Universidad Nacional de San Agustín]*. Repositorio institucional.
Arequipa: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/12620>.
- Bordin, M., Agnol, A. D., Agnol, A. D., Lantelme, E., & Costella, M. (Julio de 2018). *Kaizen - Analysis of the Implementation of the A3 Reporting Tool in a Steel Structure Company*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.24928/2018/0265>
- Bulhões, I. R., Picchi, F., & Granja, A. (21 de Julio de 2005). *Combining Value Stream and Process Levels Analysis for Continuous Flow Implementation in Construction*.
IGLC.net: <https://iglc.net/Papers/Details/354>
- Bustamante Figueroa, N. S. (11 de Febrero de 2012). *¿QUÉ ES EL MÉTODO DELPHI?*
Escuela de Organización Industrial (EOI): <https://www.eoi.es/blogs/nataliasuarez-bustamante/2012/02/11/%C2%BFque-es-el-metodo-delphi/>
- Buzón Quijada, J. (2018). *Lean Manufacturing*. Editorial Elearning.

- Castillo Maguiña, I. R. (2014). *Inventario de herramientas del sistema de entrega de proyectos Lean (LPDS) [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio institucional, Lima. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/5387>
- Devkar, G., Trivedi, J., & Pandit, D. (Julio de 2018). *Teaching Choosing by Advantages: Learnings & Challenges*. <https://doi.org/10.24928/2018/0445>
- Godfrey, B., Clapp, T., Takeshi, N., & Chad, S. (2005). *Application of healthcare- focused error proofing: Principles and solution directions for reducing human errors*. https://www.researchgate.net/publication/270800120_Error_proofing_healthcare_An_analysis_of_low_cost_easy_to_implement_and_effective_solutions
- Golzarpour, H., & González, V. (2 de Agosto de 2013). *A Green-Lean Simulation Model for Assessing Environmental and Production Waste in Construction*. IGLC.net: <https://iglc.net/Papers/Details/905>
- Gupta, A., Tommelein, I., & Blume, K. (2009). *Framework for Using A3s to Develop Shared Understanding on Projects*. IGLC.net: <https://iglc.net/Papers/Details/642>
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean Manufacturing*. https://www.researchgate.net/publication/313931573_Lean_Manufacturing_Conceptos_tecnicas_e_implantacion
- Koskela, L. (2002). *The Theory of Project Management: Explanation to Novel Methods*. IGLC.net: <https://iglc.net/Papers/Details/195>
- Koskela, L., Ballard, G., Tommelein, I., & Howellt, G. (2002). The foundations of lean. En U. o. Sydney, *Design and Construction: Building in Value*. Elsevier Science.
- Lean Construction Institute. (2015). *Choosing by Advantages*. Arlington.
- Lean Construction Mexico. (11 de Agosto de 2020). *Definición de Jidoka. Control automático de defectos*. <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/definici%C3%B3n-de-jidoka-control-autom%C3%A1tico-de-defectos>

- Lean Construction México. (23 de septiembre de 2020). *Qué es y en qué consiste la filosofía Kaizen Pasos y ejemplos*.
<https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/qu%C3%A9-es-y-en-qu%C3%A9-consiste-la-filosofia-kaizen-pasos-y-ejemplos>
- Lean Manufacturing 10. (Mayo de 2020). *Value Stream Mapping: Qué es, beneficios y cómo realizarlo*. <https://leanmanufacturing10.com/vsm-value-stream-mapping>
- Lima, M., Rolim, L., & Alves, T. (Junio de 2010). *Value Stream Mapping of the Architectural Executive Design in a Governmental Organization*. IGLC.net:
<https://iglc.net/Papers/Details/731>
- Nueva iso 9001-2015. (30 de Junio de 2020). *Metodología de las 8D para la resolución de problemas*. <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2020/06/metodologia-de-las-8d-para-la-resolucion-de-problemas-la-conoces/>
- Parrish, K., & Tommelein, I. (2009). *Making Design Decisions Using Choosing by Advantages*. IGLC.net: <https://iglc.net/Papers/Details/663>
- Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción.
- Pons Achell, J. F., & Rubio Pérez, I. (2019). *Lean construction y planificación colaborativa*. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- Rosenbaum Videla, S. A. (2012). *Aplicación de mapeo de cadenas de valor para la detección de pérdidas productivas y medioambientales en la construcción: Estudio de caso en obra "Clínica Universidad de los Andes"*. Santiago de Chile, Chile.
<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/104360>
- Rother, M., & Shook, J. (1999). *Value stream mapping to create value and eliminate muda*. Brookline, Massachusetts, USA: Lean Enterprise Institute.

Serpell B, A., & Verbal R, R. (Diciembre de 1990). *Análisis de operaciones mediante cartas de balance*. Revista Ingeniería de Construcción:

<https://repositorio.uc.cl/handle/11534/10010>

Shook, R. (2010). Learning to see. Whashington D.C.: Remus.

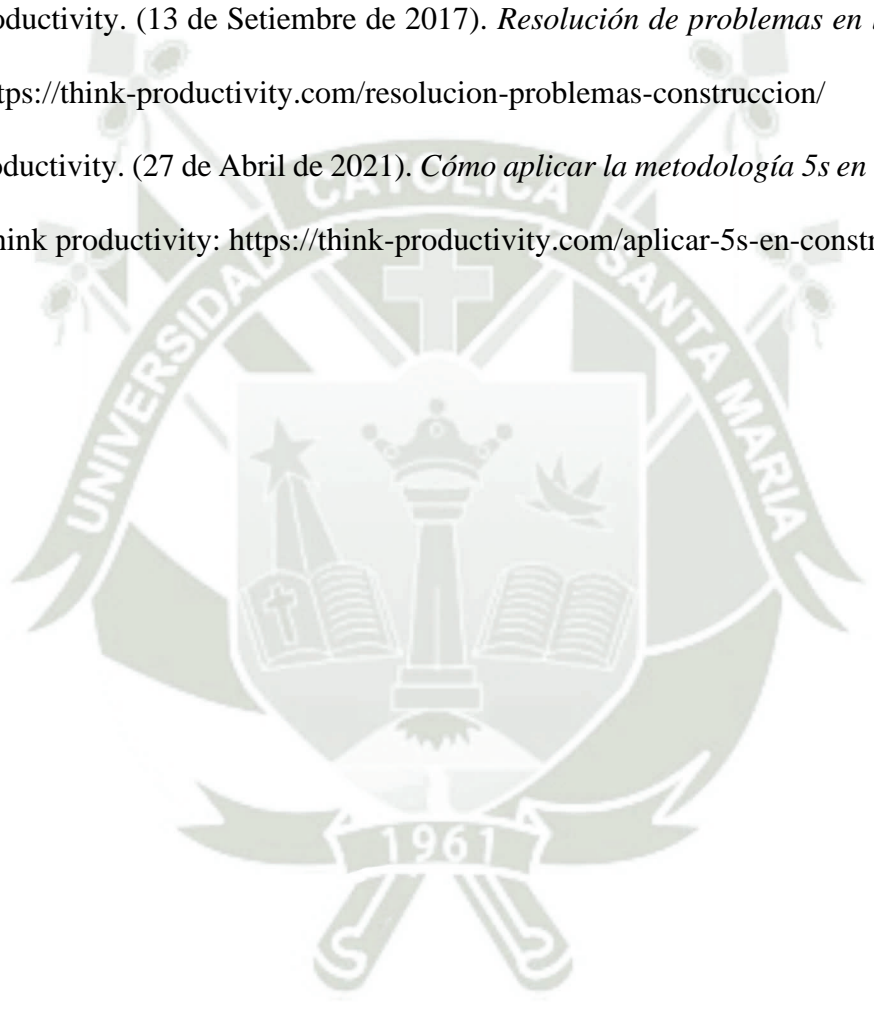
Suhr, J. (1999). *The Choosing By Advantages Decisionmaking System*. Quorum Books.

Think Productivity. (13 de Setiembre de 2017). *Resolución de problemas en la construcción*.

<https://think-productivity.com/resolucion-problemas-construccion/>

Think Productivity. (27 de Abril de 2021). *Cómo aplicar la metodología 5s en la construcción*.

Think productivity: <https://think-productivity.com/aplicar-5s-en-construccion/>



ANEXOS

ANEXO A: Datos Recopilados en Campo

- Columnas: Colocación de Acero

Figura 77

Datos Recolectados en campo: Acero Columnas - Sector 1

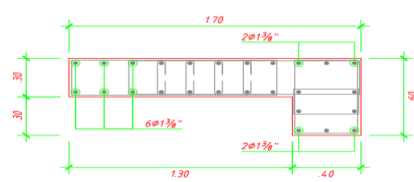
		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 05/10/2018		05/10/2018		Fecha de Término: 05/10/2018
Hora de Inicio:		11:05:00		Hora de Término: 14:40:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S1C-07			
Piso	4			
Sector	1			
Elemento	C-07			
Metrado a Controlar	764.6	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	05/10/2018	-	Observaciones: El tiempo de espera durante la actividad es 1 hora del almuerzo. Los elementos de acero son dimensionados , y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la columna C-07.
Tiempo de esperas	TE	01:00:00	hrs	
Duración	D	02:35:00	hrs	
Productividad	P	74.020	kg/hh	
Rendimiento	R	0.014	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	2516.680	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 78

Datos Recolectados en campo: Acero Columnas - Sector 2

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 06/10/2018		06/10/2018		Fecha de Término: 06/10/2018
Hora de Inicio:		10:00:00		Hora de Término: 12:50:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2C-01			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	C-01			
Metrado a Controlar	903.99	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	06/10/2018	-	Observaciones: Los elementos de acero son dimensionados y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la columna C-01.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	02:50:00	hrs	
Productividad	P	79.790	kg/hh	
Rendimiento	R	0.013	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	2712.860	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				



Fuente: Elaboración propia.

Figura 79

Datos Recolectados en campo: Acero Columnas - Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 16/10/2018		16/10/2018		Fecha de Término: 16/10/2018
Hora de Inicio:		09:30:00		Hora de Término: 14:10:00
DATOS DEL ELEMENTO			<p style="color: red; font-size: small;">20ø1"-12ø3/4" 6C-2 C ø3/8" 1@05, 9@10, 1R@25 (Desde cada Extremo)</p>	
Identificación	P5S3C-09			
Piso	5			
Sector	3			
Elemento	C-09			
Metrado a Controlar	722.67	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	16/10/2018	-	Observaciones: El tiempo de espera durante la actividad es 1 hora del almuerzo. Los elementos de acero son dimensionados y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la columna C-09.
Tiempo de esperas	TE	01:00:00	hrs	
Duración	D	03:40:00	hrs	
Productividad	P	49.260	kg/hh	
Rendimiento	R	0.020	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	1674.840	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 80

Datos Recolectados en campo: Acero Columnas - Sector 4



		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 17/10/2018		17/10/2018		Fecha de Término: 17/10/2018
Hora de Inicio:		09:00:00		Hora de Término: 12:15:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P5S4C-10			
Piso	5			
Sector	4			
Elemento	C-10			
Metrado a Controlar	669.42	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	17/10/2018	-	Observaciones: Los elementos de acero son dimensionados y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la columna C-10.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	03:15	hrs	
Productividad	P	51.490	kg/hh	
Rendimiento	R	0.019	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	1750.660	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

- Columnas: Encofrado

Figura 81

Datos Recolectados en campo: Encofrado Columnas - Sector 1

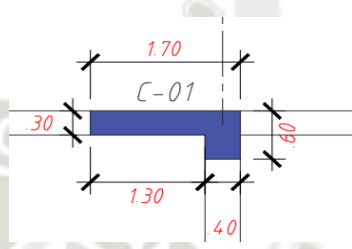
		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 05/10/2018		05/10/2018		Fecha de Término: 05/10/2018
Hora de Inicio:		15:10:00		Hora de Término: 17:25:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S1C-07			
Piso	4			
Sector	1			
Elemento	C-07			
Metrado a Controlar	15.08	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	05/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la columna, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la columna C-07.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	02:15	hrs	
Productividad	P	1.680	m2/hh	
Rendimiento	R	0.600	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	57.120	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 82

Datos Recolectados en campo: Encofrado Columnas - Sector 2



		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 06/10/2018		06/10/2018		Fecha de Término: 06/10/2018
Hora de Inicio:		13:30:00		Hora de Término: 16:35:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2C-01			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	C-01			
Metrado a Controlar	15.64	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	06/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la columna, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la columna C-01.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	03:05:00	hrs	
Productividad	P	1.690	m2/hh	
Rendimiento	R	0.590	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	43.095	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				



Fuente: Elaboración propia.

Figura 83


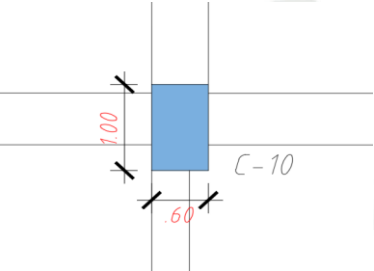

Datos Recolectados en campo: Encofrado Columnas - Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 16/10/2018		16/10/2018		Fecha de Término: 16/10/2018
Hora de Inicio:		14:25:00		Hora de Término: 16:15:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P5S3C-09			
Piso	5			
Sector	3			
Elemento	C-09			
Metrado a Controlar	18.48	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	16/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la columna, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la columna C-09.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:50:00	hrs	
Productividad	P	3.360	m2/hh	
Rendimiento	R	0.300	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	85.680	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 84

Datos Recolectados en campo: Encofrado Columnas - Sector 4



		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 17/10/2018		17/10/2018		Fecha de Término: 17/10/2018
Hora de Inicio:		13:00:00		Hora de Término: 15:35:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P5S4C-10			
Piso	5			
Sector	4			
Elemento	C-10			
Metrado a Controlar	10.56	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	17/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la columna, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la columna C-10.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	02:35:00	hrs	
Productividad	P	1.360	m2/hh	
Rendimiento	R	0.740	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	34.680	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

- Columnas: Vertido de Concreto

Figura 85

Datos Recolectados en campo: Vertido de Concreto Columnas - Sector 1

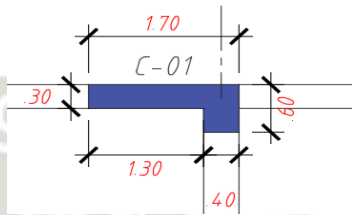
		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Concreto Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 05/10/2018		05/10/2018		Fecha de Término: 05/10/2018
Hora de Inicio:		19:28:00		Hora de Término: 19:40:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S1C-07			
Piso	4			
Sector	1			
Elemento	C-07			
Metrado a Controlar	2.96	m3		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	06/10/2018	-	Observaciones: Para el concreto en columnas se utiliza concreto premezclado y el vertido se realiza mediante un mixer y una bomba telescópica, con la ayuda de una cuadrilla de vertido de concreto para la columna C - 07.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:12	hrs	
Productividad	P	4.930	m3/hh	
Rendimiento	R	0.203	hh/m3	
Velocidad de Producción	VP	125.715	m3/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 86

Datos Recolectados en campo: Vertido de Concreto Columnas - Sector 2



		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Concreto Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		06/10/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		19:10:00		Hora de Término:
				06/10/2018
				19:19:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2C-01			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	C-01			
Metrado a Controlar	2.52	m3		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	07/10/2018	-	Observaciones: Para el concreto en columnas se utiliza concreto premezclado y el vertido se realiza mediante un mixer y una bomba telescópica, con la ayuda de una cuadrilla de vertido de concreto para la columna C - 01.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:09	hrs	
Productividad	P	5.600	m3/hh	
Rendimiento	R	0.179	hh/m3	
Velocidad de Producción	VP	142.800	m3/día	01.
PANEL FOTOGRÁFICO				



Fuente: Elaboración propia.

Figura 87



Datos Recolectados en campo: Vertido de Concreto Columnas - Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Concreto Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		16/10/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		19:38:00		Hora de Término:
				16/10/2018
				19:54:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P5S3C-09			
Piso	5			
Sector	3			
Elemento	C-09			
Metrado a Controlar	5.28	m3		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	-			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	17/10/2018	-	Observaciones: - Para el concreto en columnas se utiliza concreto premezclado y el vertido se realiza mediante un mixer y una bomba telescópica, con la ayuda de una cuadrilla de vertido de concreto para la columna C - 09.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:16	hrs	
Productividad	P	6.600	m3/hh	
Rendimiento	R	0.152	hh/m3	
Velocidad de Producción	VP	168.300	m3/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 88

Datos Recolectados en campo: Vertido de Concreto Columnas - Sector 4


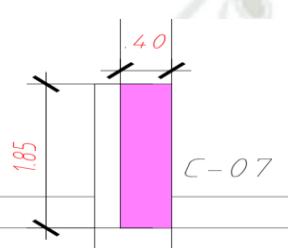

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Concreto Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		17/10/2018	Fecha de Término:	
Hora de Inicio:		20:17:00	Hora de Término:	
20:25:00				
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P5S4C-10			
Piso	5			
Sector	4			
Elemento	C-10			
Metrado a Controlar	2.4	m3		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	18/10/2018	-	Observaciones: Para el concreto en columnas se utiliza concreto premezclado y el vertido se realiza mediante un mixer y una bomba telescópica, con la ayuda de una cuadrilla de vertido de concreto para la columna C - 10.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:08	hrs	
Productividad	P	6.000	m3/hh	
Rendimiento	R	0.167	hh/m3	
Velocidad de Producción	VP	153.000	m3/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

- Columnas: Desencofrado

Figura 89



Datos Recolectados en campo: Desencofrado Columnas - Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Desencofrado Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		06/10/2018	Fecha de Término:	
Hora de Inicio:		10:15:00	Hora de Término:	
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S1C-07			
Piso	4			
Sector	1			
Elemento	C-07			
Metrado a Controlar	15.08 m2			
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	-	Observaciones:	
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	El desencofrado se realizo al día siguiente del vertido de concreto, se instaló andamios y se procedio con el desencofrado de la Columna C - 07.
Duración	D	00:50:00	hrs	
Productividad	P	6.030	m2/hh	
Rendimiento	R	0.170	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	153.765	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 90



Datos Recolectados en campo: Desencofrado Columnas - Sector 2

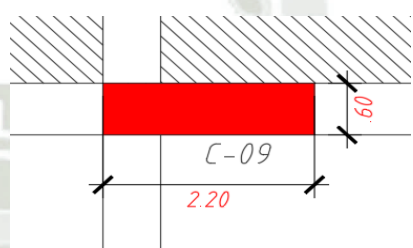
		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Desencofrado Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		08/10/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		08:00:00		Hora de Término:
Hora de Término:		08:55:00		
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2C-01			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	C-01			
Metrado a Controlar	15.64	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguijente	FAS	-	-	Observaciones: El desencofrado se realizo al día siguiente del vertido de concreto, se instaló andamios y se procedio con el desencofrado de la Columna C - 09.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:55:00	hrs	
Productividad	P	4.260	m2/hh	
Rendimiento	R	0.230	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	144.840	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 91

Datos Recolectados en campo: Desencofrado Columnas - Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Desencofrado Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		17/10/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		09:30:00		Hora de Término:
Fecha de Término:		17/10/2018		Hora de Término:
Hora de Término:		11:00:00		
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P5S3C-09			
Piso	5			
Sector	3			
Elemento	C-09			
Metrado a Controlar	18.48	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	-	-	Observaciones: - El desencofrado se realizo al día siguiente del vertido de concreto, se instaló andamios y se procedio con el desencofrado de la Columna C-09.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:30:00	hrs	
Productividad	P	4.110	m2/hh	
Rendimiento	R	0.240	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	104.805	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				



Fuente: Elaboración propia.

Figura 92

Datos Recolectados en campo: Desencofrado Columnas - Sector 4



		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Desencofrado Columnas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		18/10/2018	Fecha de Término:	
Hora de Inicio:		10:30:00	Hora de Término:	
Hora de Término:		18/10/2018		
Hora de Término:		11:20:00		
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P5S4C-10			
Piso	5			
Sector	4			
Elemento	C-10			
Metrado a Controlar	10.56	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	-	-	Observaciones: El desencofrado se realizo al día siguiente del vertido de concreto, se instaló andamios y se procedio con el desencofrado de la Columna C - 10.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:50:00	hrs	
Productividad	P	4.220	m2/hh	
Rendimiento	R	0.240	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	107.610	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

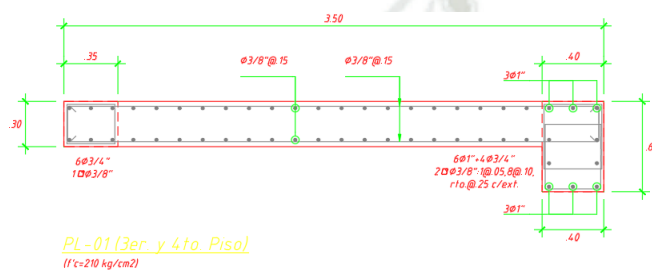
Fuente: Elaboración propia.

- Placas: Colocación de Acero

Figura 93

Datos Recolectados en campo: Acero Placas - Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 05/10/2018		05/10/2018		Fecha de Término: 05/10/2018
Hora de Inicio:		12:20:00		Hora de Término: 17:15:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S1PL-01			
Piso	4			
Sector	1			
Elemento	PL-01			
Metrado a Controlar	459.36	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	05/10/2018	-	Observaciones: El tiempo de espera durante la actividad es 1 hora del almuerzo. Los elementos de acero son dimensionados y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la columna PL-01
Tiempo de esperas	TE	01:00:00	hrs	
Duración	D	03:55:00	hrs	
Productividad	P	29.310	kg/hh	
Rendimiento	R	0.034	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	996.540	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				



PL-01 (3er. y 4to. Piso)
(1'c=210 kg/cm2)

Fuente: Elaboración propia.

Figura 94

Datos Recolectados en campo: Acero Placas - Sector 2

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
<p>Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo</p>				
Fecha de Inicio: 06/10/2018		06/10/2018		Fecha de Término: 06/10/2018
Hora de Inicio:		09:15:00		Hora de Término: 13:30:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2PL-05			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	PL-05			
Metrado a Controlar	838.76	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	06/10/2018	-	Observaciones: El tiempo de espera durante la actividad es 1 hora del almuerzo. Los elementos de acero son dimensionados y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la columna PL-05
Tiempo de esperas	TE	01:00:00	hrs	
Duración	D	03:15:00	hrs	
Productividad	P	64.520	kg/hh	
Rendimiento	R	0.015	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	2193.680	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
<p><i>PL-05 (3er. y 4to. Piso)</i> <i>172=210 kg/cm2</i></p>				


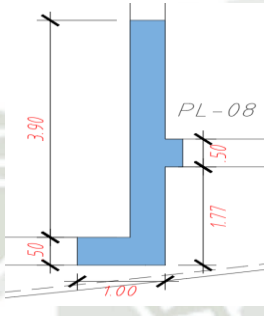
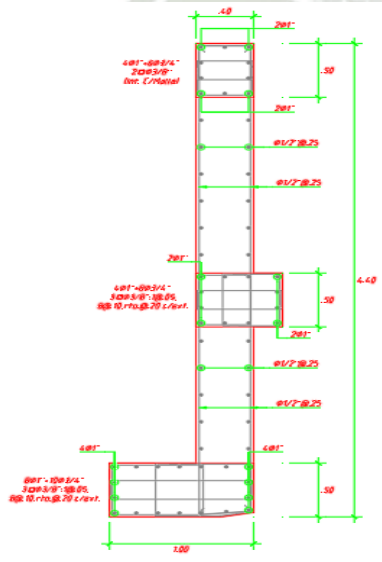

Fuente: Elaboración propia.

Figura 95
Datos Recolectados en campo: Acero Placas - Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 16/10/2018		31/10/2018		Fecha de Término: 31/10/2018
Hora de Inicio:		08:00:00		Hora de Término: 13:00:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P7S3PL-07			
Piso	7			
Sector	3			
Elemento	PL-07			
Metrado a Controlar	421.52	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	31/10/2018	-	Observaciones: El tiempo de espera durante la actividad es 1 hora del almuerzo. Los elementos de acero son dimensionados y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la columna PL-07.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	05:00:00	hrs	
Productividad	P	21.080	kg/hh	
Rendimiento	R	0.047	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	716.720	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
<p style="text-align: center;"><i>PL-07 (7mo y 8vo. Piso)</i> <i>(Fca=270 kg/m²)</i></p>				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 96
Datos Recolectados en campo: Acero Placas - Sector 4

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 17/10/2018		02/10/2018		Fecha de Término: 02/10/2018
Hora de Inicio:		10:10:00		Hora de Término: 14:50:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P3S4PL-08			
Piso	3			
Sector	4			
Elemento	PL-08			
Metrado a Controlar	843.1	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	0			
				
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	02/10/2018	-	Observaciones: El tiempo de espera durante la actividad es 1 hora del almuerzo. Los elementos de acero son dimensionados y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la columna C-10.
Tiempo de esperas	TE	01:00:00	hrs	
Duración	D	03:40	hrs	
Productividad	P	67.310	kg/hh	
Rendimiento	R	0.015	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	2288.540	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				
<p><i>PL-08 (3er. y 4to. Piso)</i> <i>(1 x 270 kg/cm2)</i></p>				

Fuente: Elaboración propia.

- Placas: Encofrado

Figura 97



Datos Recolectados en campo: Encofrado Placas - Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 05/10/2018		05/10/2018		Fecha de Término: 05/10/2018
Hora de Inicio:		17:30:00		Hora de Término: 19:50:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S1PL-01			
Piso	4			
Sector	1			
Elemento	PL-01			
Metrado a Controlar	30.34	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	05/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la columna, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la columna PL-01.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	02:20	hrs	
Productividad	P	2.600	m2/hh	
Rendimiento	R	0.380	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	110.500	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 98


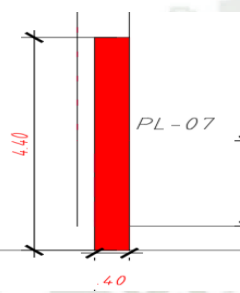

Datos Recolectados en campo: Encofrado Placas - Sector 2

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 06/10/2018		06/10/2018		Fecha de Término: 06/10/2018
Hora de Inicio:		16:45:00		Hora de Término: 18:50:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2PL-05			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	PL-05			
Metrado a Controlar	37	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	06/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la columna, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la columna PL-05.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	02:05:00	hrs	
Productividad	P	4.440	m2/hh	
Rendimiento	R	0.230	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	150.960	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 99

Datos Recolectados en campo: Encofrado Placas - Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 16/10/2018		31/10/2018		Fecha de Término: 31/10/2018
Hora de Inicio:		14:30:00		Hora de Término: 18:30:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P7S3PL-07			
Piso	7			
Sector	3			
Elemento	PL-07			
Metrado a Controlar	35.52	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	0			
				
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	31/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la columna, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la columna PL-07.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	04:00:00	hrs	
Productividad	P	2.960	m2/hh	
Rendimiento	R	0.340	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	75.480	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 100

Datos Recolectados en campo: Encofrado Placas - Sector 4



		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 17/10/2018		02/10/2018		Fecha de Término: 02/10/2018
Hora de Inicio:		15:35:00		Hora de Término: 18:10:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P3S4PL-08			
Piso	3			
Sector	4			
Elemento	PL-08			
Metrado a Controlar	41.44	m ²		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	02/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la columna, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la columna PL-08.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	02:35:00	hrs	
Productividad	P	4.010	m ² /hh	
Rendimiento	R	0.250	hh/m ²	
Velocidad de Producción	VP	136.340	m ² /día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

- Placas: Vertido de Concreto

Figura 101




Datos Recolectados en campo: Vertido de concreto Placas - Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Concreto Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 05/10/2018		05/10/2018		Fecha de Término: 05/10/2018
Hora de Inicio:		20:15:00		Hora de Término: 20:30:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4SIPL-01			
Piso	4			
Sector	1			
Elemento	PL-01			
Metrado a Controlar	4.68	m3		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	06/10/2018	-	Observaciones: Para el concreto en columnas se utiliza concreto premezclado y el vertido se realiza mediante un mixer y una bomba telescópica, con la ayuda de una cuadrilla de vertido de concreto para la columna PL-01.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:15:00	hrs	
Productividad	P	6.240	m3/hh	
Rendimiento	R	0.160	hh/m3	
Velocidad de Producción	VP	159.120	m3/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 102

Datos Recolectados en campo: Vertido de concreto Placas - Sector 2


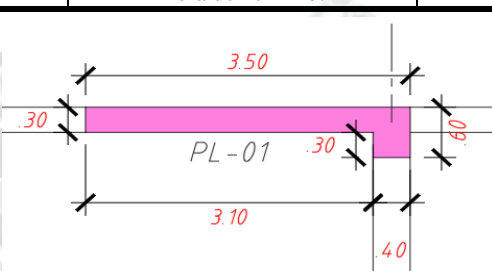

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Concreto Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		06/10/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		19:40:00		Hora de Término:
				06/10/2018
				19:58:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2PL-05			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	PL-05			
Metrado a Controlar	7.44	m3		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguijente	FAS	08/10/2018	-	Observaciones: Para el concreto en columnas se utiliza concreto premezclado y el vertido se realiza mediante un mixer y una bomba telescópica, con la ayuda de una cuadrilla de vertido de concreto para la columna PL-05.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:18	hrs	
Productividad	P	8.270	m3/hh	
Rendimiento	R	0.121	hh/m3	
Velocidad de Producción	VP	210.890	m3/día	05.
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

- Placas: Desencofrado

Figura 103



Datos Recolectados en campo: Desencofrado Placas – Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Desencofrado Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		06/10/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		08:00:00		Hora de Término:
				10:20:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4SIPL-01			
Piso	4			
Sector	1			
Elemento	PL-01			
Metrado a Controlar	30.34	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón				
				
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	-		Observaciones:
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	El desencofrado se realizó al día siguiente del vertido de concreto, se instaló andamios y se procedió con el desencofrado de la Columna PL-01.
Duración	D	02:20:00	hrs	
Productividad	P	4.330	m2/hh	
Rendimiento	R	0.230	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	110.420	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 104

Datos Recolectados en campo: Desencofrado Placas – Sector 2

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Desencofrado Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		08/10/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		09:00:00		Hora de Término:
				08/10/2018
				11:20:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2PL-05			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	PL-05			
Metrado a Controlar	37	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguijente	FAS	-	-	Observaciones: El desencofrado se realizo al día siguiente del vertido de concreto, se instaló andamios y se procedio con el desencofrado de la Columna PL-05.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	02:20:00	hrs	
Productividad	P	3.970	m2/hh	
Rendimiento	R	0.250	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	134.980	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 105



Datos Recolectados en campo: Desencofrado Placas – Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Desencofrado Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		01/11/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		10:30:00		Hora de Término:
				01/11/2018
				12:15:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P6S3PL-07			
Piso	7			
Sector	3			
Elemento	PL-07			
Metrado a Controlar	35.52	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	-	-	Observaciones:
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	-
Duración	D	01:45:00	hrs	El desencofrado se realizo al día siguiente del vertido de concreto, se instaló andamios y se procedio con el desencofrado de la Columna PL-07.
Productividad	P	5.070	m2/hh	
Rendimiento	R	0.200	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	172.380	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 106

Datos Recolectados en campo: Desencofrado Placas – Sector 4



		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Desencofrado Placas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		03/10/2018	Fecha de Término:	
Hora de Inicio:		08:30:00	Hora de Término:	
Hora de Término:		10:25:00		
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P3S4PL-08			
Piso	3			
Sector	4			
Elemento	PL-08			
Metrado a Controlar	41.44	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	-	-	Observaciones: El desencofrado se realizó al día siguiente del vertido de concreto, se instaló andamios y se procedió con el desencofrado de la Columna PL-08.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:55:00	hrs	
Productividad	P	5.400	m2/hh	
Rendimiento	R	0.190	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	183.600	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

- Vigas: Encofrado Fondo de Vigas

Figura 107


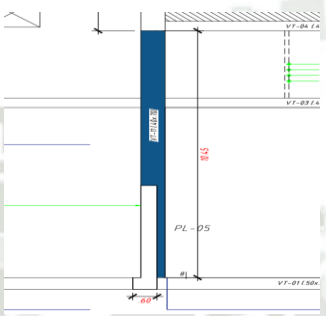

Datos Recolectados en campo: Encofrado Fondo de Vigas – Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Fondo de Vigas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		07/11/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		10:50:00		Hora de Término:
				07/11/2018
				14:10:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8S1VT-10			
Piso	8			
Sector	1			
Elemento	VT-10			
Metrado a Controlar	50.00	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	07/11/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para el fondo de la viga, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la viga VT-10 entre ejes 7 y 5.
Tiempo de esperas	TE	01:00:00	hrs	
Duración	D	02:20:00	hrs	
Productividad	P	0.890	m2/hh	
Rendimiento	R	1.120	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	15.130	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 108

Datos Recolectados en campo: Encofrado Fondo de Vigas – Sector 2

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Fondo de Vigas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		10/10/2018	Fecha de Término:	
Hora de Inicio:		10:25:00	Hora de Término:	
Hora de Término:		12:00:00		
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2VT-11			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	VT-11			
Metrado a Controlar	3.93	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	10/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para el fondo de la viga, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la viga VT-11 entre ejes 4 y 7.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:35:00	hrs	
Productividad	P	1.240	m2/hh	
Rendimiento	R	0.810	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	21.080	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 109

Datos Recolectados en campo: Encofrado Fondo de Vigas – Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Fondo de Vigas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		17/10/2018	Fecha de Término:	
Hora de Inicio:		09:20:00	Hora de Término:	
Hora de Término:		11:00:00		
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P5S3VT-13			
Piso	5			
Sector	3			
Elemento	VT-13			
Metrado a Controlar	3.93	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	17/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para el fondo de la viga, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la viga VT-13 entre ejes 4 y 7.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:40:00	hrs	
Productividad	P	1.180	m2/hh	
Rendimiento	R	0.850	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	20.060	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

- Vigas: Acero Vigas

Figura 110

Datos Recolectados en campo: Acero Vigas – Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero en Vigas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		07/11/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		15:00:00		Hora de Término:
				07/11/2018
				17:40:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8S1VT-10			
Piso	8			
Sector	1			
Elemento	VT-10			
Metrado a Controlar	585.30	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	07/11/2018	-	Observaciones: Los elementos de acero son dimensionados y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la viga VT-10 entre ejes 7 y 5.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	02:40	hrs	
Productividad	P	73.160	kg/hh	
Rendimiento	R	0.014	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	1865.580	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 111

Datos Recolectados en campo: Acero Vigas – Sector 2

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero en Vigas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 06/10/2018		10/10/2018		Fecha de Término: 10/10/2018
Hora de Inicio:		13:00:00		Hora de Término: 16:25:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2VT-11			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	VT-11			
Metrado a Controlar	378.62	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	10/10/2018	-	Observaciones: - Los elementos de acero son dimensionados y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la viga VT-11 entre ejes 4 y 7.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	03:25:00	hrs	
Productividad	P	36.940	kg/hh	
Rendimiento	R	0.027	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	941.970	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 112
Datos Recolectados en campo: Acero Vigas – Sector 3


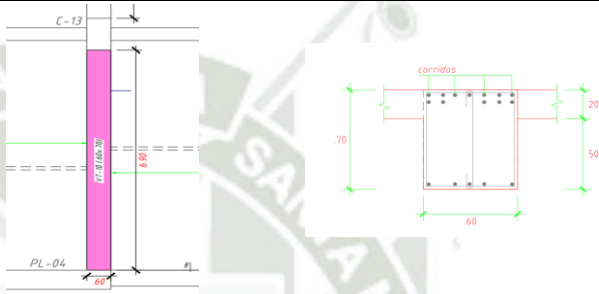

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero en Vigas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 16/10/2018		17/10/2018		Fecha de Término: 17/10/2018
Hora de Inicio:		12:30:00		Hora de Término: 15:30:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P5S2VT-13			
Piso	5			
Sector	3			
Elemento	VT-13			
Metrado a Controlar	863.85	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	17/10/2018	-	Observaciones: Los elementos de acero son dimensionados y el transporte de ellos fue realizado por medio de la Torre Grúa hacia el punto mas cercano para realizar la actividad de colocación de acero en la viga VT-13 entre ejes 4 y 7.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	03:00:00	hrs	
Productividad	P	95.980	kg/hh	
Rendimiento	R	0.010	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	2447.490	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

- Vigas: Encofrado Costado Vigas

Figura 113

Datos Recolectados en campo: Encofrado Costado Vigas – Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Costado Vigas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 05/10/2018		07/11/2018		Fecha de Término: 07/11/2018
Hora de Inicio:		17:50:00		Hora de Término: 18:25:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8S1VT-10			
Piso	8			
Sector	1			
Elemento	VT-10			
Metrado a Controlar	4.14	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	07/11/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la Viga, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la viga VT-10 entre ejes 7 y 5.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:35:00	hrs	
Productividad	P	3.540	m2/hh	
Rendimiento	R	0.280	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	60.180	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 114

Datos Recolectados en campo: Encofrado Costado Vigas – Sector 2

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Costado Vigas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		10/10/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		16:35:00		Hora de Término:
Fecha de Término:		10/10/2018		Hora de Término:
Hora de Término:		17:15:00		
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P4S2VT-11			
Piso	4			
Sector	2			
Elemento	VT-11			
Metrado a Controlar	3.93	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	10/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la Viga, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la viga VT-10 entre ejes 7 y 5.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:40	hrs	
Productividad	P	2.950	m2/hh	
Rendimiento	R	0.340	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	50.150	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 115

Datos Recolectados en campo: Encofrado Costado Vigas – Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Costado Vigas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		17/10/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		15:45:00		Hora de Término:
17/10/2018		16:30:00		17/10/2018
16:30:00				
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P5S2VT-13			
Piso	5			
Sector	3			
Elemento	VT-13			
Metrado a Controlar	5.90	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiende	FAS	17/10/2018	-	Observaciones: El encofrado utilizado es del tipo metálico de piezas similares para el montaje de los elementos para cada lado de la Viga, el transporte de estas piezas se da mediante la Torre Grúa para realizar la actividad de encofrado en la viga VT-10 entre ejes 7 y 5.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:45	hrs	
Productividad	P	1.970	m2/hh	
Rendimiento	R	0.510	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	33.490	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

- Losa Aligerada: Encofrado

Figura 116

Datos Recolectados en campo: Encofrado Losa Aligerada – Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Losas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		08/11/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		10:00:00		Hora de Término:
				08/11/2018
				11:40:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8SIPA-02			
Piso	8			
Sector	1			
Elemento	PA - 02			
Metrado a Controlar	38.72	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	08/11/2018	-	Observaciones: El sistema de encofrado para las losas es metálico y es " losa PT" de UNISPAN, donde se emplea puntales, gatas, viga y travesaños como elementos principales.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:40:00	hrs	
Productividad	P	7.740	m2/hh	
Rendimiento	R	0.130	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	197.370	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 117


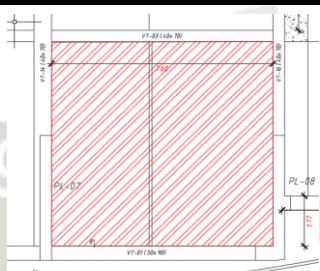

Datos Recolectados en campo: Encofrado Losa Aligerada – Sector 2

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
<p>Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Losas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo</p>				
Fecha de Inicio: 06/10/2018		08/11/2018		Fecha de Término: 08/11/2018
Hora de Inicio:		12:50:00		Hora de Término: 15:20:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8S2PA-04			
Piso	8			
Sector	2			
Elemento	PA-04			
Metrado a Controlar	63.00	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	2			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	08/11/2018	-	Observaciones: El sistema de encofrado para las losas es metálico y es " losa PT" de UNISPAN, donde se emplea puntales, gatas, viga y travesaños como elementos principales.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	02:30:00	hrs	
Productividad	P	8.400	m2/hh	
Rendimiento	R	0.120	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	214.200	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 118

Datos Recolectados en campo: Encofrado Losa Aligerada – Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Losas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 16/10/2018		06/11/2018		Fecha de Término: 06/11/2018
Hora de Inicio:		08:00:00		Hora de Término: 09:45:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P7S3PA-10			
Piso	7			
Sector	3			
Elemento	PA-10			
Metrado a Controlar	54.69	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	06/11/2018	-	Observaciones: El sistema de encofrado para las losas es metálico y es "losa PT" de UNISPAN, donde se emplea puntales, gatas, viga y travesaños como elementos principales.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:45:00	hrs	
Productividad	P	10.420	m2/hh	
Rendimiento	R	0.100	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	265.710	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 119

Datos Recolectados en campo: Encofrado Losa Aligerada – Sector 4



		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Encofrado Losas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 17/10/2018		14/11/2018		Fecha de Término: 14/11/2018
Hora de Inicio:		08:00:00		Hora de Término: 10:30:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8S4PA-12			
Piso	8			
Sector	4			
Elemento	PA-12			
Metrado a Controlar	48.65	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	0			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	14/11/2018	-	Observaciones: El tiempo de espera durante la actividad es 1 hora del almuerzo. El sistema de encofrado para las losas es metálico y es " losa PT" de UNISPAN, donde se emplea puntales, gatas, viga y travesaños como elementos principales.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	02:30	hrs	
Productividad	P	6.490	m2/hh	
Rendimiento	R	0.150	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	165.500	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				

Fuente: Elaboración propia.

- Losa Aligerada: Colocación de Viguetas + Bovedillas

Figura 120

Datos Recolectados en campo: Colocación de Viguetas + Bovedillas – Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
<p>Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Colocación de Viguetas + Bovedillas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo</p>				
Fecha de Inicio:		08/11/2018		Fecha de Término:
Hora de Inicio:		13:30:00		Hora de Término:
				08/11/2018
				15:15:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8SIPA-02			
Piso	8			
Sector	1			
Elemento	PA - 02			
Metrado a Controlar	38.72	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 4				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	08/11/2018	-	Observaciones: - Se utilizaron viguetas pretensadas SUPERMIX que son elementos prismáticos pretensados en forma de T invertida, las bovedillas, y se utilizaron bovedillas de tecnopor. Las viguetas se colocaron con ayuda de la Torre grúa.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:45	hrs	
Productividad	P	4.425	m2/hh	
Rendimiento	R	0.226	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	188.069	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 121

Datos Recolectados en campo: Colocación de Viguetas + Bovedillas – Sector 2

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Colocación de Viguetas + Bovedillas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 06/10/2018		08/11/2018		Fecha de Término: 08/11/2018
Hora de Inicio:		13:30:00		Hora de Término: 15:15:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8S2PA-04			
Piso	8			
Sector	2			
Elemento	PA-04			
Metrado a Controlar	63.00	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	08/11/2018	-	Observaciones: - Se utilizaron viguetas pretensadas SUPERMIX que son elementos prismáticos pretensados en forma de T invertida, las bovedillas, y se utilizaron bovedillas de tecnopor. Las viguetas se colocaron con ayuda de la Torre grúa.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:50:00	hrs	
Productividad	P	6.870	m2/hh	
Rendimiento	R	0.146	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	291.985	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 122



Datos Recolectados en campo: Colocación de Viguetas + Bovedillas – Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Colocación de Viguetas + Bovedillas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 16/10/2018		06/11/2018		Fecha de Término: 06/11/2018
Hora de Inicio:		10:25:00		Hora de Término: 12:15:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P7S3PA-10			
Piso	7			
Sector	3			
Elemento	PA-10			
Metrado a Controlar	54.69	m2		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	1			
				
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	06/11/2018	-	Observaciones: Se utilizaron viguetas pretensadas SUPERMIX que son elementos prismáticos pretensados en forma de T invertida, las bovedillas, y se utilizaron bovedillas de tecnopor. Las viguetas se colocaron con ayuda de la Torre grúa.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:50:00	hrs	
Productividad	P	5.964	m2/hh	
Rendimiento	R	0.168	hh/m2	
Velocidad de Producción	VP	253.471	m2/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 123

Datos Recolectados en campo: Colocación de Viguetas + Bovedillas – Sector 4



		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA				
Actividad: Colocación de Viguetas + Bovedillas				
Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 17/10/2018		14/11/2018		Fecha de Término: 14/11/2018
Hora de Inicio:		13:30:00		Hora de Término: 15:15:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8S4PA-12			
Piso	8			
Sector	4			
Elemento	PA-12			
Metrado a Controlar	41.44	m ²		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	3			
Oficial	1			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	14/11/2018	-	Observaciones: Se utilizaron viguetas pretensadas SUPERMIX que son elementos prismáticos pretensados en forma de T invertida, las bovedillas, y se utilizaron bovedillas de tecnopor. Las viguetas se colocaron con ayuda de la Torre grúa.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:45:00	hrs	
Productividad	P	5.560	m ² /hh	
Rendimiento	R	0.180	hh/m ²	
Velocidad de Producción	VP	236.290	m ² /día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

- Losa Aligerada: Colocación de Acero

Figura 124



Datos Recolectados en campo: Acero Losas Aligeradas – Sector 1

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Losas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio: 05/10/2018		08/11/2018		Fecha de Término: 08/11/2018
Hora de Inicio:		16:30:00		Hora de Término: 17:30:00
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8SIPA-02			
Piso	8			
Sector	1			
Elemento	PA-02			
Metrado a Controlar	255.08	m3		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguierte	FAS	08/11/2018	-	Observaciones: - Se colocó el acero de Temperatura tomando en cuenta los planos y las especificaciones técnicas del material.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:00:00	hrs	
Productividad	P	85.027	kg/hh	
Rendimiento	R	0.012	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	2168.180	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 125

Datos Recolectados en campo: Acero Losas Aligeradas – Sector 2

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Losas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		08/11/2018	Fecha de Término:	
Hora de Inicio:		17:50:00	Hora de Término:	
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8S2PA-04			
Piso	8			
Sector	2			
Elemento	PA-04			
Metrado a Controlar	199.88	m3		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	08/11/2018	-	Observaciones: - Se colocó el acero de Temperatura tomando en cuenta los planos y las especificaciones técnicas del material.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:55	hrs	
Productividad	P	72.684	kg/hh	
Rendimiento	R	0.014	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	1853.433	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 126


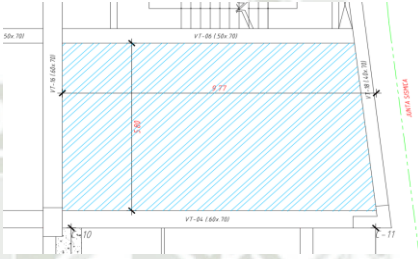


Datos Recolectados en campo: Acero Losas Aligeradas – Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Losas Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		06/11/2018	Fecha de Término:	
Hora de Inicio:		13:30:00	Hora de Término:	
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P7S3PA-10			
Piso	7			
Sector	3			
Elemento	PA-10			
Metrado a Controlar	244.18	kg		
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiete	FAS	06/11/2018	-	Observaciones: - Se colocó el acero de Temperatura tomando en cuenta los planos y las especificaciones técnicas del material.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	01:30	hrs	
Productividad	P	54.262	kg/hh	
Rendimiento	R	0.018	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	1383.687	kg/día	
PANEL FOTOGRÁFICO				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 127

Datos Recolectados en campo: Acero Losas Aligeradas – Sector 3

		DATOS RECOLECTADOS EN CAMPO : VALUE STREAM MAPPING		UCSM
Obra : EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA				
Actividad: Acero Losas				
Muestreador: Bach. Heber Franklin López Cayo				
Fecha de Inicio:		14/11/2018	Fecha de Término:	
Hora de Inicio:		16:20:00	Hora de Término:	
DATOS DEL ELEMENTO				
Identificación	P8S4PA-12			
Piso	8			
Sector	4			
Elemento	PA-12			
Metrado a Controlar	130.54 kg			
PERSONAL EMPLEADO				
Cuadrilla: 3				
Operario	2			
Oficial	0			
Peón	1			
DATOS PARA ESTADO ACTUAL DEL VALUE STREAM MAPPING				
Fecha de Actividad Siguiente	FAS	14/11/2018	-	Observaciones: Se colocó el acero de Temperatura tomando en cuenta los planos y las especificaciones técnicas del material.
Tiempo de esperas	TE	00:00:00	hrs	
Duración	D	00:50	hrs	
Productividad	P	52.216	kg/hh	
Rendimiento	R	0.019	hh/kg	
Velocidad de Producción	VP	1331.508	kg/dfa	
PANEL FOTOGRÁFICO				
				

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO B: Datos Procesados

- Columnas:

Tabla 30

Procesamiento de datos: Acero Columnas

Muestra	ID	O	D	I	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	min	Kg	hh	kg/hh	hh/kg	kg/dia
1	P3S4C-04	4	195	15	1122.31	13.00	86.33	0.012	2935.22
2	P3S4C-10	4	230	30	827.3	15.33	53.97	0.019	1834.98
3	P3S4C-05	4	225	15	772.87	15.00	51.52	0.019	1751.68
4	P4S1C-06	4	210	30	454.07	14.00	32.43	0.031	1102.62
5	P4S1C-12	4	195	45	457.47	13.00	35.19	0.028	1196.46
6	P4S1C-07	4	155	30	764.6	10.33	74.02	0.014	2516.68
7	P4S1C-13	3	155	25	651.76	7.75	84.10	0.012	2144.55
8	P4S2C-01	4	170	40	903.99	11.33	79.79	0.013	2712.86
9	P4S4C-10	4	240	140	827.3	16.00	51.71	0.019	1758.14
10	P5S2C-01	5	190	125	600.92	15.83	37.96	0.026	1613.30
11	P5S3C-02	4	125	15	423.68	8.33	50.86	0.020	1729.24
12	P5S3C-09	4	220	15	722.67	14.67	49.26	0.020	1674.84
13	P5S4C-04	4	180	15	701.3	12.00	58.44	0.017	1986.96
14	P5S4C-10	4	195	45	669.42	13.00	51.49	0.019	1750.66
15	P5S4C-11	4	220	35	478.04	14.67	32.59	0.031	1108.06
16	P7S1C-07	3	280	45	601.07	14.00	42.93	0.023	1094.71
17	P7S1C-13	3	230	60	423.71	11.50	36.84	0.027	939.42
18	P7S2C-01	4	180	60	518.36	12.00	43.20	0.023	1468.80
19	P7S3C-09	4	240	60	722.67	16.00	45.17	0.022	1535.78
Promedio		4	202	44	665.45	13.04	51.03	0.020	1735.02
Max		5.00	280	140	1122.31	16.00	86.33	0.031	2935.22
Min		3.00	125	15	423.68	7.75	32.43	0.012	939.42

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31

Procesamiento de datos: Encofrado Columnas

Muestra	ID	O	D	I	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	min	m ²	hh	m ² /hh	hh/m ²	m ² /día
1	P3S4C-04	3	140	127	18.92	7.00	2.70	0.370	68.850
2	P3S4C-10	3	135	220	10.56	6.75	1.56	0.640	39.780
3	P3S4C-05	4	150	70	15.3	10.00	1.53	0.650	52.020
4	P4S1C-06	4	205	169	10.84	13.67	0.79	1.270	26.860
5	P4S1C-12	4	210	150	10.84	14.00	0.77	1.300	26.180
6	P4S1C-07	4	135	123	15.08	9.00	1.68	0.600	57.120
7	P4S1C-13	3	135	119	10.56	6.75	1.56	0.640	39.780
8	P4S2C-01	3	185	155	15.64	9.25	1.69	0.590	43.095
9	P4S4C-10	3	130	75	10.56	6.50	1.62	0.620	41.310
10	P5S2C-01	3	195	170	15.64	9.75	1.60	0.630	40.800
11	P5S3C-02	3	120	25	7.78	6.00	1.30	0.770	33.150
12	P5S3C-09	3	110	203	18.48	5.50	3.36	0.300	85.680
13	P5S4C-04	3	160	165	18.92	8.00	2.37	0.420	60.435
14	P5S4C-10	3	155	282	10.56	7.75	1.36	0.740	34.680
15	P5S4C-11	3	185	127	12.64	9.25	1.37	0.730	34.935
16	P7S1C-07	4	150	71	15.08	10.00	1.51	0.660	51.340
17	P7S1C-13	4	75	235	10.56	5.00	2.11	0.470	71.740
18	P7S2C-01	3	200	255	15.64	10.00	1.56	0.640	39.780
19	P7S3C-09	3	105	215	18.48	5.25	3.52	0.280	89.760
Promedio		3	152	156	13.79	7.58	1.82	0.55	46.41
Max		4.00	210	282	18.92	14.00	3.52	1.300	89.76
Min		3.00	75	25	7.78	5.00	0.77	0.280	26.18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32

Procesamiento de datos: Vertido de Concreto Columnas

Muestra	ID	O	D	I	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	min	m3	hh	m3/hh	hh/m3	m3/día
1	P3S4C-04	3	15	60	5.04	0.75	6.72	0.149	171.360
2	P3S4C-10	3	10	75	2.4	0.50	4.80	0.208	122.400
3	P3S4C-05	3	10	60	2.72	0.50	5.44	0.184	138.720
4	P4S1C-06	2	10	250	1.92	0.33	5.82	0.172	98.940
5	P4S1C-12	2	10	245	1.92	0.33	5.82	0.172	98.940
6	P4S1C-07	3	12	195	2.96	0.60	4.93	0.203	125.715
7	P4S1C-13	3	12	180	2.4	0.60	4.00	0.250	102.000
8	P4S2C-01	3	9	60	2.52	0.45	5.60	0.179	142.800
9	P4S4C-10	3	10	60	2.4	0.50	4.80	0.208	122.400
10	P5S2C-01	3	8	60	2.52	0.40	6.30	0.159	160.650
11	P5S3C-02	2	7	150	1.2	0.23	5.22	0.192	88.740
12	P5S3C-09	3	16	150	5.28	0.80	6.60	0.152	168.300
13	P5S4C-04	3	15	120	5.04	0.75	6.72	0.149	171.360
14	P5S4C-10	3	8	210	2.4	0.40	6.00	0.167	153.000
15	P5S4C-11	3	8	75	2.56	0.40	6.40	0.156	163.200
16	P7S1C-07	3	10	135	2.96	0.50	5.92	0.169	150.960
17	P7S1C-13	3	8	200	2.4	0.40	6.00	0.167	153.000
18	P7S2C-01	3	12	90	2.52	0.60	4.20	0.238	107.100
19	P7S3C-09	3	16	120	5.28	0.80	6.60	0.152	168.300
Promedio		3	11	131	2.97	0.54	5.48	0.180	139.74
Max		3.00	16	250	5.28	0.80	6.72	0.250	171.36
Min		2.00	7	60	1.20	0.23	4.00	0.149	88.74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33

Procesamiento de datos: Desencofrado Columnas

Muestra	ID	O	D	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	m2	hh	m2/hh	hh/m2	m2/día
1	P3S4C-04	3	85	18.92	4.25	4.45	0.220	113.475
2	P3S4C-10	3	45	10.56	2.25	4.69	0.210	119.595
3	P3S4C-05	4	70	15.3	4.67	3.28	0.300	111.520
4	P4S1C-06	2	40	10.84	1.33	8.15	0.120	138.550
5	P4S1C-12	2	35	10.84	1.17	9.26	0.110	157.420
6	P4S1C-07	3	50	15.08	2.50	6.03	0.170	153.765
7	P4S1C-13	2	35	10.56	1.17	9.03	0.110	153.510
8	P4S2C-01	4	55	15.64	3.67	4.26	0.230	144.840
9	P4S4C-10	3	50	10.56	2.50	4.22	0.240	107.610
10	P5S2C-01	3	45	15.64	2.25	6.95	0.140	177.225
11	P5S3C-02	2	55	7.78	1.83	4.25	0.240	72.250
12	P5S3C-09	3	90	18.48	4.50	4.11	0.240	104.805
13	P5S4C-04	4	80	18.92	5.33	3.55	0.280	120.700
14	P5S4C-10	3	50	10.56	2.50	4.22	0.240	107.610
15	P5S4C-11	3	60	12.64	3.00	4.21	0.240	107.355
16	P7S1C-07	3	55	15.08	2.75	5.48	0.180	139.740
17	P7S1C-13	2	65	10.56	2.17	4.87	0.210	82.790
18	P7S2C-01	4	50	15.64	3.33	4.70	0.210	159.800
19	P7S3C-09	4	85	18.48	5.67	3.26	0.310	110.840
Promedio		3	58	13.79	2.89	4.77	0.210	121.635
Max		4.00	90	18.92	5.67	9.26	0.310	177.23
Min		2.00	35	7.78	1.17	3.26	0.110	72.25

Fuente: Elaboración propia.

- Placas:

Tabla 34

Procesamiento de datos: Acero Placas

Muestra	ID	O	D	I	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	min	Kg	hh	kg/hh	hh/kg	kg/día
1	P3S2PL-02	4	280	15	919.37	18.67	49.24	0.020	1674.16
2	P3S4PL-08	4	220	45	987.38	14.67	67.31	0.015	2288.54
3	P4S1PL-01	4	235	15	459.36	15.67	29.31	0.034	996.54
4	P4S2PL-02	5	240	50	919.37	20.00	45.97	0.022	1953.73
5	P4S2PL-05	4	195	195	838.76	13.00	64.52	0.015	2193.68
6	P4S4PL-08	5	215	50	987.38	17.92	55.10	0.018	2341.75
7	P5S2PL-02	5	230	10	881.58	19.17	45.99	0.022	1954.58
8	P5S2PL-05	4	210	60	698.13	14.00	49.87	0.020	1695.58
9	P5S3PL-03	5	190	185	759.33	15.83	47.97	0.021	2038.73
10	P5S4PL-08	4	255	60	843.1	17.00	49.59	0.020	1686.06
11	P5S4PL-09	4	240	30	532.82	16.00	33.30	0.030	1132.20
12	P7S1PL-01	4	280	50	325.37	18.67	17.43	0.057	592.62
13	P7S2PL-02	5	300	25	807.87	25.00	32.31	0.031	1373.18
14	P7S2PL-05	4	300	80	498.87	20.00	24.94	0.040	847.96
15	P7S3PL-07	4	300	90	421.52	20.00	21.08	0.047	716.72
Promedio		4	246	64	725.35	16.40	44.23	0.023	1503.82
Max		5	300	195	987.38	25.00	67.31	0.057	2341.75
Min		4	190	10	325.37	13.00	17.43	0.015	592.62

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35

Procesamiento de datos: Encofrado Placas

Muestra	ID	O	D	I	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	min	m2	hh	m2/hh	hh/m2	m2/día
1	P3S2PL-02	6	230	25	37.62	23.00	1.64	0.610	83.64
2	P3S4PL-08	4	155	20	41.44	10.33	4.01	0.250	136.34
3	P4S1PL-01	5	140	25	30.34	11.67	2.60	0.380	110.50
4	P4S2PL-02	4	265	65	37.62	17.67	2.13	0.470	72.42
5	P4S2PL-05	4	125	50	37	8.33	4.44	0.230	150.96
6	P4S4PL-08	4	220	45	41.44	14.67	2.82	0.350	95.88
7	P5S2PL-02	6	120	30	37.62	12.00	3.14	0.320	160.14
8	P5S2PL-05	3	270	125	37	13.50	2.74	0.360	69.87
9	P5S3PL-03	3	225	75	39.14	11.25	3.48	0.290	88.74
10	P5S4PL-08	4	210	35	41.44	14.00	2.96	0.340	100.64
11	P5S4PL-09	3	210	35	29.6	10.50	2.82	0.350	71.91
12	P7S1PL-01	4	230	35	30.34	15.33	1.98	0.510	67.32
13	P7S2PL-02	3	305	94	37.62	15.25	2.47	0.400	62.99
14	P7S2PL-05	3	280	40	37	14.00	2.64	0.380	67.32
15	P7S3PL-07	3	240	30	35.52	12.00	2.96	0.340	75.48
Promedio		4	215	49	36.72	14.33	2.56	0.39	87.04
Max		6.00	305	125	41.44	23.00	4.44	0.610	160.14
Mín		3.00	120	20	29.6	8.33	1.64	0.230	62.99

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36

Procesamiento de datos: Vertido de Concreto Placas

Muestra	ID	O	D	I	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	min	m3	hh	m3/hh	hh/m3	m3/día
1	P3S2PL-02	3	18	120	8.04	0.90	8.93	0.112	227.72
2	P3S4PL-08	3	20	90	8.64	1.00	8.64	0.116	220.32
3	P4S1PL-01	3	15	60	4.68	0.75	6.24	0.160	159.12
4	P4S2PL-02	3	20	120	8.04	1.00	8.04	0.124	205.02
5	P4S2PL-05	3	18	120	7.44	0.90	8.27	0.121	210.89
6	P4S4PL-08	3	20	150	8.64	1.00	8.64	0.116	220.32
7	P5S2PL-02	3	18	90	8.04	0.90	8.93	0.112	227.72
8	P5S2PL-05	3	20	150	7.44	1.00	7.44	0.134	189.72
9	P5S3PL-03	3	21	150	7.92	1.05	7.54	0.133	192.27
10	P5S4PL-08	3	25	110	8.64	1.25	6.91	0.145	176.21
11	P5S4PL-09	3	15	120	6.12	0.75	8.16	0.123	208.08
12	P7S1PL-01	3	15	120	4.68	0.75	6.24	0.160	159.12
13	P7S2PL-02	3	26	120	8.04	1.30	6.18	0.162	157.59
14	P7S2PL-05	3	20	120	7.44	1.00	7.44	0.134	189.72
15	P7S3PL-07	3	17	210	7.04	0.85	8.28	0.121	211.14
Promedio		3	19	123	7.39	0.96	7.70	0.130	196.35
Max		3	26	210	8.64	1.30	8.93	0.162	227.72
Min		3	15	60	4.68	0.75	6.18	0.112	157.59

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Procesamiento de datos: Desencofrado Placas

Muestra	ID	O	D	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	m2	hh	m2/hh	hh/m2	m2/día
1	P3S2PL-02	4	100	37.620	6.67	5.64	0.180	191.76
2	P3S4PL-08	4	115	41.440	7.67	5.40	0.190	183.60
3	P4S1PL-01	3	140	30.340	7.00	4.33	0.230	110.42
4	P4S2PL-02	4	120	37.620	8.00	4.70	0.210	159.80
5	P4S2PL-05	4	140	37.000	9.33	3.97	0.250	134.98
6	P4S4PL-08	4	110	41.440	7.33	5.65	0.180	192.10
7	P4S2PL-02	3	160	37.620	8.00	4.70	0.210	119.85
8	P4S2PL-05	3	98	37.000	4.90	7.55	0.130	192.53
9	P5S3PL-03	3	135	39.140	6.75	5.80	0.170	147.90
10	P5S4PL-08	4	110	41.440	7.33	5.65	0.180	192.10
11	P5S4PL-09	4	100	29.600	6.67	4.44	0.230	150.96
12	P7S1PL-01	3	155	30.340	7.75	3.91	0.260	99.71
13	P6S2PL-02	3	120	37.620	6.00	6.27	0.160	159.89
14	P6S2PL-05	4	120	37.000	8.00	4.63	0.220	157.42
15	P6S3PL-07	4	105	35.520	7.00	5.07	0.200	172.38
Promedio		4	122	36.72	8.12	5.02	0.20	153.61
Max		4.00	160	41.440	9.330	7.55	0.260	192.53
Min		3.00	98	29.600	4.900	3.91	0.130	99.71

Fuente: Elaboración propia.

- Vigas:

Tabla 38

Procesamiento de datos: Encofrado Fondo de Vigas

Muestra	ID	O	D	I	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	min	m2	hh	m2/hh	hh/m2	m2/dia
1	P4S2VT-11	2	100	80	2.30	3.33	0.69	1.450	11.73
2	P4S2VT-11	2	95	60	3.93	3.17	1.24	0.810	21.08
3	P5S1VT-09	2	100	130	2.76	3.33	0.83	1.200	14.11
4	P5S1VT-09	2	90	100	2.32	3.00	0.77	1.300	13.09
5	P5S1VT-09	2	105	75	2.30	3.50	0.66	1.520	11.22
6	P5S1VT-10	2	100	25	4.14	3.33	1.24	0.810	21.08
7	P5S1VT-10	2	105	30	3.66	3.50	1.05	0.950	17.85
8	P5S1VT-10	2	95	185	1.72	3.17	0.54	1.850	9.18
9	P5S3VT-13	2	100	90	3.93	3.33	1.18	0.850	20.06
10	P5S3VT-14	2	140	25	4.68	4.67	1.00	1.000	17.00
11	P6S3VT-13	2	120	100	3.93	4.00	0.98	1.020	16.66
12	P6S3VT-14	2	110	55	4.68	3.67	1.28	0.780	21.76
13	P7S1VT-09	2	120	210	2.76	4.00	0.69	1.450	11.73
14	P7S1VT-09	2	70	270	2.32	2.33	1.00	1.000	17.00
15	P7S1VT-09	2	90	360	2.30	3.00	0.77	1.300	13.09
16	P8S1VT-08	2	120	90	2.76	4.00	0.69	1.450	11.73
17	P8S1VT-08	2	105	210	2.32	3.50	0.66	1.520	11.22
18	P8S1VT-08	2	115	200	2.30	3.83	0.60	1.670	10.20
19	P8S1VT-10	2	140	50	4.14	4.67	0.89	1.120	15.13
20	P8S1VT-10	2	120	60	3.66	4.00	0.92	1.090	15.64
21	P8S1VT-10	2	90	165	1.72	3.00	0.57	1.750	9.69
22	P5S2VT-13	2	90	105	3.93	3.00	1.31	0.760	22.27
23	P8S2VT-12	2	60	240	1.51	2.00	0.76	1.320	12.92
24	P8S3VT-14	2	110	130	4.68	3.67	1.28	0.780	21.76
Promedio		2	104	127	3.11	3.46	0.90	1.110	15.31
Max		2	140	360	4.68	4.67	1.31	1.85	22.27
Min		2	60	25	1.51	2.00	0.54	0.76	9.18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39

Procesamiento de datos: Acero Vigas

Muestra	ID	O	D	I	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	min	Kg	hh	kg/hh	hh/kg	kg/día
1	P4S2VT-11	3	205	10	1247.88	10.25	121.74	0.008	3104.37
2	P4S2VT-11	3	205	10	378.62	10.25	36.94	0.027	941.97
3	P5S1VT-10	3	150	85	407.66	7.50	54.35	0.018	1385.93
4	P5S1VT-10	3	190	70	407.66	9.50	42.91	0.023	1094.21
5	P5S1VT-10	3	190	20	407.66	9.50	42.91	0.023	1094.21
6	P5S1VT-10	3	145	10	585.30	7.25	80.73	0.012	2058.62
7	P5S1VT-10	3	145	10	585.30	7.25	80.73	0.012	2058.62
8	P5S1VT-10	3	145	10	230.82	7.25	31.84	0.031	811.92
9	P5S2VT-13	3	180	15	863.85	9.00	95.98	0.010	2447.49
10	P5S2VT-14	3	160	20	960.10	8.00	120.01	0.008	3060.26
11	P6S3VT-13	3	125	15	863.85	6.25	138.22	0.007	3524.61
12	P6S3VT-14	3	125	15	960.10	6.25	153.62	0.007	3917.31
13	P7S1VT-09	2	160	10	407.66	5.33	76.48	0.013	1300.16
14	P7S1VT-09	2	120	10	407.66	4.00	101.92	0.010	1732.64
15	P7S1VT-09	2	120	10	407.66	4.00	101.92	0.010	1732.64
16	P8S1VT-09	3	170	10	407.66	8.50	47.96	0.021	1222.98
17	P8S1VT-09	3	140	10	407.66	7.00	58.24	0.017	1485.12
18	P8S1VT-09	3	175	10	407.66	8.75	46.59	0.021	1188.05
19	P8S1VT-10	3	160	10	585.30	8.00	73.16	0.014	1865.58
20	P8S1VT-10	3	150	10	585.30	7.50	78.04	0.013	1990.02
21	P8S1VT-10	3	125	10	230.82	6.25	36.93	0.027	941.72
22	P8S2VT-13	3	155	10	863.85	7.75	111.46	0.009	2842.23
23	P8S2VT-12	3	80	25	178.00	4.00	44.50	0.022	1134.75
24	P8S3VT-14	3	140	15	960.10	7.00	137.16	0.007	3497.58
Promedio		3	153	18	572.84	7.31	78.39	0.013	1915.66
Max		3	205	85	1247.88	10.25	153.62	0.03	3917.31
Min		2	80	10	178.00	4.00	31.84	0.01	811.92

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40
Procesamiento de datos: Encofrado Costado de Vigas

Muestra	ID	O	D	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	m2	hh	m2/hh	hh/m2	m2/día
1	P4S2VT-11	2	90	4.60	3.00	1.53	0.650	26.01
2	P4S2VT-11	2	40	3.93	1.33	2.95	0.340	50.15
3	P5S1VT-10	2	55	4.14	1.83	2.26	0.440	38.42
4	P5S1VT-10	2	55	3.48	1.83	1.90	0.530	32.30
5	P5S1VT-10	2	50	3.45	1.67	2.07	0.480	35.19
6	P5S1VT-10	3	50	4.14	2.50	1.66	0.600	42.33
7	P5S1VT-10	2	45	3.48	1.50	2.32	0.430	39.44
8	P5S1VT-10	2	50	3.45	1.67	2.07	0.480	35.19
9	P5S2VT-13	2	90	5.90	3.00	1.97	0.510	33.49
10	P5S2VT-14	2	130	7.02	4.33	1.62	0.620	27.54
11	P6S3VT-13	2	110	5.90	3.67	1.61	0.620	27.37
12	P6S3VT-14	2	100	7.02	3.33	2.11	0.470	35.87
13	P7S1VT-09	2	50	4.14	1.67	2.48	0.400	42.16
14	P7S1VT-09	2	40	3.48	1.33	2.62	0.380	44.54
15	P7S1VT-09	2	45	3.45	1.50	2.30	0.430	39.10
16	P8S1VT-09	2	55	4.14	1.83	2.26	0.440	38.42
17	P8S1VT-09	2	50	3.48	1.67	2.08	0.480	35.36
18	P8S1VT-09	2	35	3.45	1.17	2.95	0.340	50.15
19	P8S1VT-10	2	35	4.14	1.17	3.54	0.280	60.18
20	P8S1VT-10	2	30	3.48	1.00	3.48	0.290	59.16
21	P8S1VT-10	2	45	3.45	1.50	2.30	0.430	39.10
22	P8S2VT-13	2	80	5.90	2.67	2.21	0.450	37.57
23	P8S2VT-12	2	90	7.26	3.00	2.42	0.410	41.14
24	P8S3VT-14	2	90	7.02	3.00	2.34	0.430	39.78
Promedio		2	63	4.58	2.14	2.14	0.467	37.14
Max		3	130	7.26	4.33	3.54	0.65	60.18
Min		2	30	3.45	1.00	1.53	0.28	26.01

Fuente: Elaboración propia.

- Losas Aligeradas:

Tabla 41

Procesamiento de datos: Encofrado Losa Aligerada

Muestra	ID	O	D	I	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	min	m ²	hh	m ² /hh	hh/m ²	m ² /día
1	P6S4PA-12	3	125	195	53.28	6.25	8.52	0.120	217.26
2	P6S4PA-13	3	130	5	38.72	6.50	5.96	0.170	151.98
3	P7S4PA-12	3	135	320	37.81	6.75	5.60	0.180	142.80
4	P7S4PA-13	3	100	20	65.97	5.00	13.19	0.080	336.35
5	P7S3PA-10	3	105	40	54.69	5.25	10.42	0.100	265.71
6	P8S1PA-01	2	110	10	43.56	3.67	11.87	0.080	201.79
7	P8S1PA-02	3	100	110	38.72	5.00	7.74	0.130	197.37
8	P8S1PA-03	2	100	50	43.56	3.33	13.08	0.080	222.36
9	P8S2PA-04	3	150	10	63.00	7.50	8.40	0.120	214.20
10	P8S3PA-10	2	80	65	41.42	2.67	15.51	0.060	263.67
11	P8S4PA-13	3	95	15	54.69	4.75	11.51	0.090	293.51
12	P8S4PA-12	3	150	180	48.65	7.50	6.49	0.150	165.50
Promedio		3	115	85	48.67	5.27	9.23	0.108	215.75
Max		3	150	320	65.97	7.50	15.510	0.180	336.35
Min		2	80	5	37.81	2.67	5.600	0.060	142.80

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 42

Procesamiento de datos: Viguetas + Bovedillas - Losa Aligerada

Muestra	ID	O	D	I	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	min	m2	hh	m2/hh	hh/m2	kg/día
1	P6S4PA-12	5	130	25	53.28	10.83	4.92	0.200	209.10
2	P6S4PA-13	5	110	40	38.72	9.17	4.222	0.237	179.45
3	P7S4PA-12	5	95	15	37.81	7.92	4.774	0.209	202.89
4	P7S4PA-13	5	120	80	65.97	10.00	6.597	0.152	280.37
5	P7S3PA-10	5	110	75	54.69	9.17	5.964	0.168	253.47
6	P8S1PA-01	5	105	245	43.56	8.75	4.978	0.201	211.58
7	P8S1PA-02	5	105	75	38.72	8.75	4.425	0.226	188.07
8	P8S1PA-03	5	125	15	43.56	10.42	4.180	0.239	177.67
9	P8S2PA-04	5	110	30	63.00	9.17	6.870	0.146	291.98
10	P8S3PA-10	5	120	155	41.42	10.00	4.142	0.241	176.04
11	P8S4PA-13	5	110	90	54.69	9.17	5.964	0.168	253.47
12	P8S4PA-12	5	105	65	48.65	8.75	5.560	0.180	236.29
Promedio		5	112	76	48.67	9.34	5.21	0.192	221.43
Max		5	130	245	65.97	10.83	6.870	0.241	291.98
Min		5	95	15	37.81	7.92	4.142	0.146	176.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43

Procesamiento de datos: Acero – Losa Aligerada

Muestra	ID	O	D	M	HH	P	R	VP
#	-	#	min	Kg	hh	kg/hh	hh/kg	kg/día
1	P6S4PA-12	5	50	130.54	4.17	31.30	0.030	1330.25
2	P6S4PA-13	5	75	251.51	6.25	40.242	0.025	1710.27
3	P7S4PA-12	3	60	232.21	3.00	77.403	0.013	1973.79
4	P7S4PA-13	3	50	212.28	2.50	84.912	0.012	2165.26
5	P7S3PA-10	3	90	244.18	4.50	54.262	0.018	1383.69
6	P8S1PA-01	3	50	213.07	2.50	85.228	0.012	2173.31
7	P8S1PA-02	3	60	255.08	3.00	85.027	0.012	2168.18
8	P8S1PA-03	3	50	140.94	2.50	56.376	0.018	1437.59
9	P8S2PA-04	3	55	199.88	2.75	72.684	0.014	1853.43
10	P8S3PA-10	3	60	244.18	3.00	81.393	0.012	2075.53
11	P8S4PA-13	3	60	251.51	3.00	83.837	0.012	2137.84
12	P8S4PA-12	3	50	130.54	2.50	52.216	0.019	1331.51
Promedio		3	59	208.83	3.29	63.53	0.016	1800.02
Max		5	90	255.08	6.25	85.228	0.030	2173.31
Min		3	50	130.54	2.50	31.300	0.012	1330.25

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO C: Cartas Balance

- Columnas y Placas

Figura 128

Datos Cartas Balance – Acero Columnas y Placas

	CARTA BALANCE	UCSM
Obra: EDIFICIO IFB CERTUS AREQUIPA Actividad: Acero Verticales Muestreador : Bach. Heber Franklin López Cayo		

Cod.	Trabajo Productivo	Cant.
H	Habilitacion	0
C	Colocacion	488
A	Amarre	431
Pr	Prearmado	0
Total		919

Cod.	Trabajo Contributorio	Cant.
T	Transporte horizontal	166
L	Limpieza	0
I	Dar/Recibir ordenes	90
M	Mediciones	44
X	Otros Trabajos con bajo rendimiento operacional	20
U	Trabajos con bajo rendimiento operacional	0
D	Colocacion de dados	0
J	Hizaje	0
F	Remates	0
AA	Armado de Andamios	12
Total		332

Cod.	Trabajo No Contributorio	Cant.
E	España	200
O	Tiempo Ocio	37
V	Viajes	41
Z	Descanso	12
B	Necesidades fisiologicas	5
R	Trabajo Rehecho	1
Y	Otros	0
W	Interrupciones	0
SE	Seguridad	13
Total		309

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE

Medic	Descripción: Piso 3 - SECTOR 2 - PL - 02					Descripción: Piso 4 - SECTOR 2 - PL - 02					Descripción: Piso 7 - SECTOR 2 - PL - 02				
	Fecha : 27/10/2018					Fecha : 06/10/2018					Fecha : 30/10/2018				
	Cuadrilla : 5					Cuadrilla : 4					Cuadrilla : 4				
	OP1	OP3	OP2	OF	OP4	OF	OP3	OP5	OP2	OP1	OP2	OP3	OF		
1	A	A	A	C	T	C	C	C	C	E	E	A	T		
2	E	C	E	A	I	C	C	C	C	C	C	A	T		
3	A	M	C	T	A	A	C	C	A	C	C	A	T		
4	A	M	C	T	A	A	C	C	C	C	C	A	C		
5	A	A	O	T	I	A	C	C	C	C	C	E	C		
6	E	A	A	O	A	I	C	C	C	A	C	A	T		
7	A	O	O	O	T	E	I	I	T	C	C	I	T		
8	E	O	C	A	E	I	C	C	Z	C	C	E	T		
9	O	O	A	A	O	I	C	C	Z	E	E	A	T		
10	I	A	O	A	C	I	C	C	C	C	C	A	T		
11	I	I	I	I	I	E	C	C	M	C	C	A	T		
12	T	O	A	C	T	I	C	C	I	A	A	A	E		
13	O	A	C	A	E	A	C	C	C	SE	A	A	T		
14	I	A	E	E	I	A	C	C	C	C	A	B	C		
15	I	X	C	O	O	A	C	C	C	C	A	SE	C		
16	A	O	T	T	C	A	A	M	C	A	A	A	C		
17	C	C	E	C	C	E	A	M	C	A	A	A	C		
18	A	C	A	E	C	A	I	I	I	A	A	A	C		
19	A	C	A	E	C	AA	AA	AA	AA	A	A	A	C		
20	A	A	C	E	E	AA	AA	AA	AA	E	E	E	C		
21	A	E	A	C	C	A	C	AA	AA	C	C	C	T		
22	I	C	A	E	E	A	C	AA	AA	C	A	C	T		
23	M	E	A	C	C	I	A	C	A	C	A	C	T		
24	I	C	A	O	E	A	E	I	M	C	C	I	V		
25	V	C	A	E	C	A	E	I	M	E	A	B	V		
26	T	T	T	C	C	A	E	M	M	E	A	B	V		
27	V	C	A	E	E	A	E	C	I	E	A	B	V		
28	V	C	A	C	C	A	E	C	I	A	C	SE	SE		
29	I	E	A	O	I	A	E	A	E	I	A	I	C		
30	V	C	A	O	I	A	E	A	C	A	A	A	C		
31	I	E	A	E	I	A	A	A	C	A	A	A	C		
32	T	C	A	E	C	A	C	C	C	A	C	A	C		
33	T	T	A	O	C	A	C	C	C	A	C	A	C		
34	C	T	E	O	A	A	A	A	SE	A	C	A	T		
35	I	T	A	O	A	A	A	A	A	A	A	A	T		
36	C	O	E	O	C	A	A	A	A	SE	A	SE	E		
37	I	T	E	C	A	A	A	C	C	A	A	SE	E		
38	A	E	E	C	E	A	A	A	A	A	A	SE	E		
39	T	T	T	C	E	A	A	A	A	A	A	SE	E		
40	C	T	T	C	O	C	C	C	C	A	A	C	E		

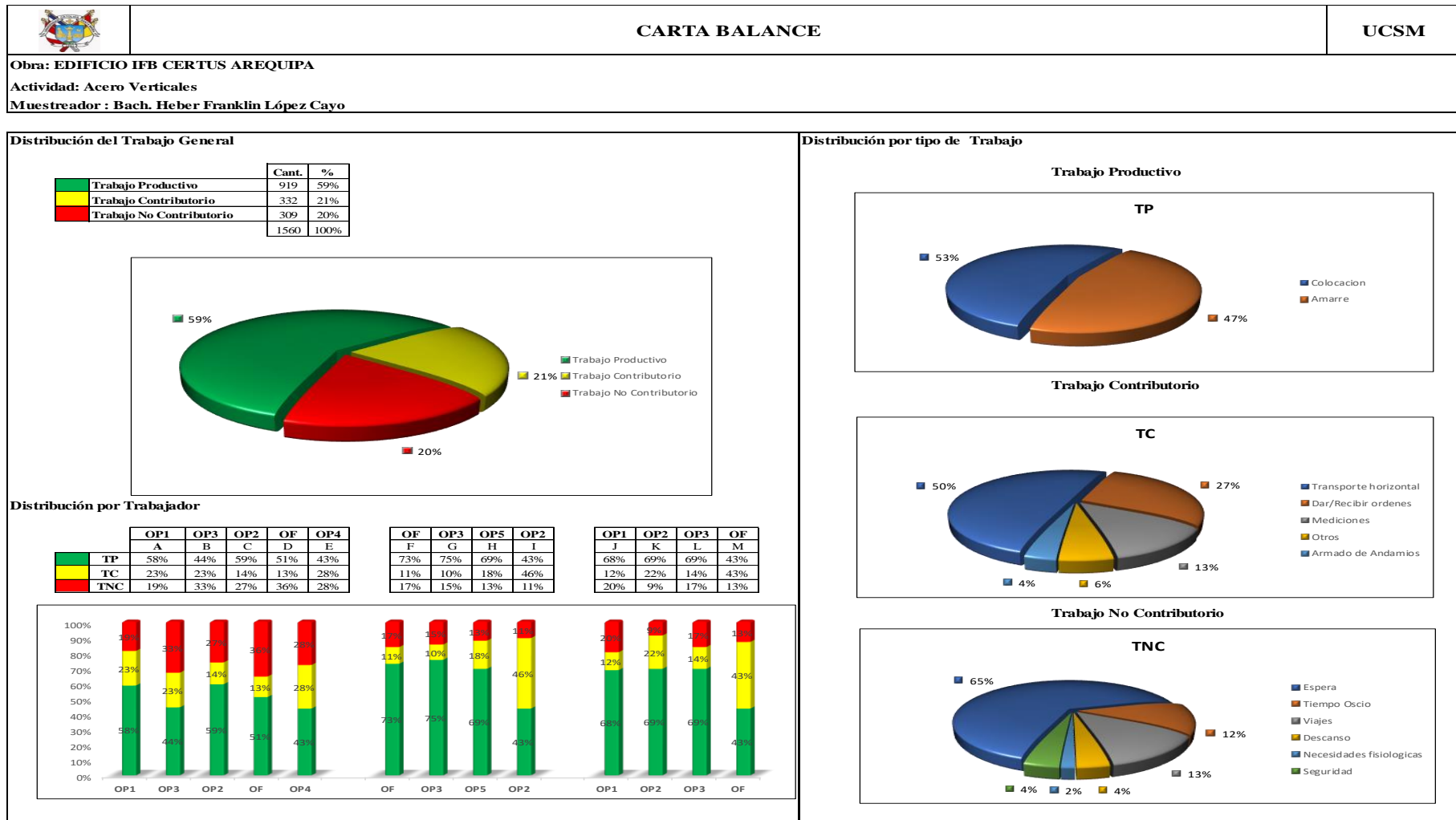
Cod.	Trabajadores involucrados:	
A	OPERARIO 1	OP1
B	OPERARIO 3	OP3
C	OPERARIO 2	OP2
D	OFICIAL	OF
E	OPERARIO 4	OP4
F	OFICIAL	OF
G	OPERARIO 3	OP3
H	OPERARIO 5	OP5
I	OPERARIO 2	OP2
J	OPERARIO 1	OP1
K	OPERARIO 2	OP2
L	OPERARIO 3	OP3
M	OFICIAL	OF

Fuente: Elaboración propia.

41	C	T	C	E	A		C	C	C	C		A	A	C	T
42	C	T	C	C	O		C	C	C	C		E	M	C	M
43	C	E	C	C	E		C	C	C	C		E	M	C	M
44	A	T	A	C	E		C	A	A	A		E	A	C	T
45	A	T	E	E	O		C	C	C	C		A	C	C	T
46	C	Z	C	E	O		A	A	A	C		A	E	C	E
47	A	T	E	C	O		A	A	A	C		A	E	C	E
48	A	T	A	E	C		A	A	A	A		A	C	I	C
49	A	T	A	E	C		A	A	A	A		E	E	A	T
50	A	X	A	E	C		A	C	C	A		E	E	A	T
51	I	E	A	A	O		A	C	C	A		E	E	A	T
52	I	E	T	E	C		A	A	C	A		A	C	A	T
53	A	E	C	E	C		C	A	C	A		A	C	A	C
54	A	E	E	T	C		E	C	C	A		A	C	A	C
55	V	E	E	V	C		E	C	A	A		A	C	A	C
56	A	E	C	V	C		A	A	A	A		A	C	A	C
57	A	T	E	V	C		A	A	A	A		A	A	A	A
58	I	E	C	V	C		A	C	C	A		A	C	A	C
59	I	E	A	V	C		A	C	C	A		A	C	A	C
60	I	T	C	E	C		C	A	C	A		A	C	A	C
61	A	M	M	A	E		T	T	T	T		A	C	A	C
62	A	A	I	T	I		C	E	E	I		A	C	A	C
63	A	E	A	E	A		C	C	I	I		A	C	A	C
64	E	C	V	E	E		C	C	I	M		A	C	A	C
65	C	C	A	T	C		C	E	E	M		A	C	A	C
66	C	C	M	T	C		C	C	A	M		E	C	A	C
67	C	C	C	C	C		C	C	T	E		E	C	E	A
68	T	C	T	C	C		C	C	C	I		E	E	A	C
69	A	I	A	C	I		C	C	C	I		C	Z	C	E
70	I	I	I	A	I		C	E	C	M		A	X	E	M
71	A	A	A	A	A		C	C	C	E		A	X	E	M
72	E	E	A	A	E		C	C	C	C		T	C	C	M
73	E	E	V	C	E		C	C	C	T		C	C	C	T
74	E	E	V	C	E		C	M	C	X		C	C	C	T
75	E	E	V	A	E		C	E	C	T		C	A	C	T
76	O	E	V	V	E		C	C	C	T		A	A	E	R
77	O	A	V	V	A		T	C	C	T		A	M	C	T
78	A	O	V	V	O		T	C	C	T		C	A	C	T
79	A	O	V	T	O		C	M	M	T		C	A	C	T
80	A	I	V	T	I		C	C	C	E		C	A	C	T
81	A	E	V	C	E		C	E	E	E		C	A	C	T
82	A	E	V	C	E		C	E	M	T		C	A	C	T
83	E	E	V	C	E		E	E	C	T		C	A	C	T
84	E	E	V	A	C		C	C	I	M		C	A	C	T
85	C	C	V	A	C		C	E	C	T		C	A	C	T
86	C	C	C	A	E		C	C	C	E		A	A	T	X
87	E	E	T	C	C		I	I	E	T		B	A	M	X
88	C	C	C	C	T		C	C	C	T		T	A	C	C
89	C	C	C	A	T		C	C	C	T		T	A	C	T
90	C	C	E	A	T		E	E	E	T		E	A	T	A
91	C	C	A	A	T		C	C	C	T		T	A	E	T
92	I	I	T	E	T		C	T	C	I		E	T	E	T
93	C	C	C	C	T		C	C	C	M		E	T	E	T
94	C	C	T	E	T		C	M	C	M		E	T	T	T
95	I	E	A	I	T		I	I	I	I		T	T	T	T
96	C	C	C	A	T		C	T	C	I		T	T	T	T
97	C	C	C	C	T		A	C	E	V		T	C	T	C
98	C	C	C	I	T		C	A	E	I		C	C	X	T
99	C	E	C	A	T		C	A	E	I		C	T	X	A
100	C	I	C	C	T		C	A	E	I		C	C	C	A
101	C	C	C	C	T		A	C	E	E		E	C	C	A
102	C	C	C	E	T		A	A	T	T		I	M	M	A
103	C	C	E	E	T		A	A	T	T		I	T	M	A
104	I	A	C	C	T		A	O	E	I		A	X	A	E
105	E	A	C	C	T		A	A	E	E		C	T	C	A
106	A	E	M	M	E		A	C	C	T		X	X	A	A
107	A	A	M	M	M		V	C	C	C		X	X	A	A
108	A	A	M	M	I		V	A	C	A		X	X	A	A
109	C	C	A	A	A		V	A	C	A		X	X	A	A
110	E	E	A	C	A		V	C	C	T		A	X	A	A
111	E	E	A	C	A		V	C	C	C		A	X	A	A
112	A	A	A	A	A		V	C	C	C		A	C	A	A
113	A	A	A	A	A		V	C	C	T		C	I	C	A
114	A	A	A	A	SE		V	C	C	T		C	I	C	A
115	A	A	A	E	E		V	A	C	A		SE	SE	T	A
116	A	E	E	A	A		Z	A	Z	Z		A	A	A	A
117	I	C	A	C	A		Z	Z	Z	Z		A	A	A	A
118	A	C	A	A	A		Z	C	C	C		C	T	C	T
119	A	A	A	A	A		O	A	C	I		C	T	I	T
120	A	A	A	A	A		A	A	T	T		A	T	A	T

Fuente: Elaboración propia.

Figura 129
Resultados Carta Balance – Acero Columnas y Placas



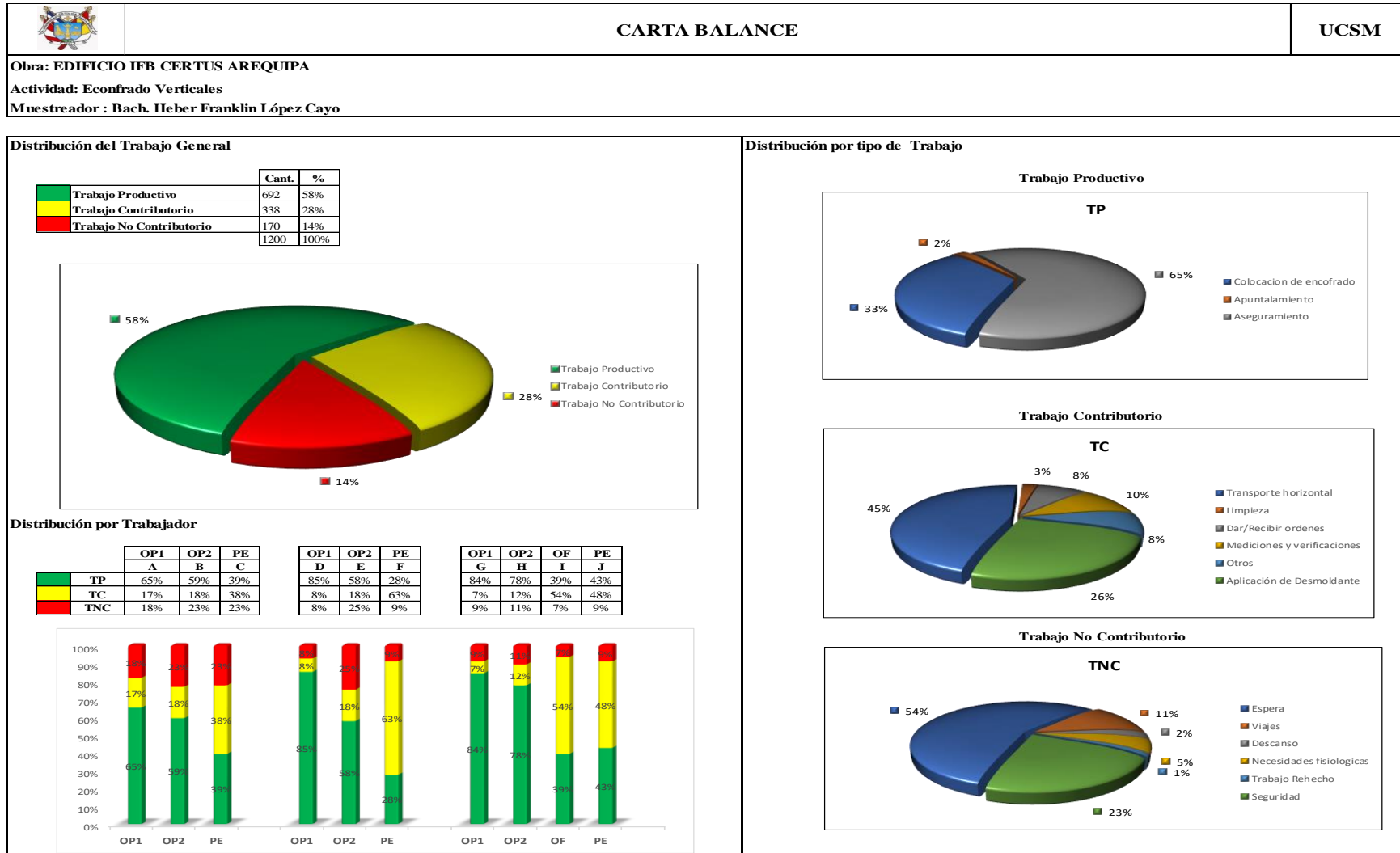
Fuente: Elaboración propia.

51	X	N	X			AS	N	N			AS	N	AS	E	
52	I	T	E			AS	SE	T			AS	AS	AS	E	
53	I	I	I			AS	SE	T			AS	AS	AS	E	
54	X	DES	E			AS	SE	T			M	M	T	T	
55	N	N	E			AS	SE	E			M	M	T	T	
56	N	N	E			AS	E	E			M	M	AS	AS	
57	N	N	T			AS	E	E			AS	M	T	T	
58	N	N	DES			E	E	E			AS	AS	AS	I	
59	AS	N	N			E	E	E			AS	AS	AS	AS	
60	N	N	N			E	E	E			AS	AS	AS	AS	
61	M	V	M			N	V	DES			AS	N	DES	AS	
62	M	V	M			N	V	DES			AS	AS	DES	AS	
63	AS	V	T			N	V	DES			AS	AS	DES	DES	
64	AS	V	T			N	V	DES			N	N	N	N	
65	AS	V	T			N	V	N			AS	N	DES	AS	
66	AP	V	AP			N	V	E			AS	AS	T	AS	
67	AP	V	AP			N	V	T			AS	AS	T	AS	
68	AP	E	AP			N	V	T			N	N	N	I	
69	AP	E	AP			N	V	DES			N	N	DES	N	
70	AP	E	AP			N	V	T			SE	SE	T	T	
71	I	E	AP			AS	V	T			N	SE	N	N	
72	T	E	E			N	V	N			SE	SE	AS	AS	
73	E	E	E			N	T	N			AS	SE	DES	AS	
74	E	E	E			AS	T	AS			AS	AS	DES	AS	
75	B	AP	AP			E	T	T			AS	AS	DES	DES	
76	B	I	I			E	T	T			AS	AS	DES	DES	
77	B	I	I			N	AS	N			AS	AS	DES	DES	
78	E	E	E			N	AS	T			AS	AS	N	N	
79	E	E	E			N	AS	N			AS	AS	DES	AS	
80	E	E	E			I	I	X			AS	AS	T	T	
81	E	E	E			AS	AS	X			AS	AS	X	T	
82	E	E	E			AS	AS	X			AS	AS	T	T	
83	E	E	E			AS	AS	AS			AS	AS	DES	T	
84	E	DES	DES			I	I	I			AS	AS	T	T	
85	E	DES	DES			M	M	M			AS	AS	T	T	
86	N	DES	DES			N	N	E			AS	N	DES	T	
87	N	N	N			N	N	E			AS	AS	DES	DES	
88	N	N	N			AS	E	E			AS	N	N	T	
89	N	N	N			AS	AS	AS			AS	N	N	T	
90	N	N	N			AS	AS	DES			AS	AS	AS	T	
91	AS	AS	AS			AS	AS	DES			AS	AS	AS	T	
92	AS	AS	AS			AS	T	DES			AS	AS	T	T	
93	AS	AS	AS			AS	T	DES			AS	AS	T	T	
94	AS	AS	AS			AS	AS	T			AS	AS	E	E	
95	AS	AS	AS			AS	N	T			AS	AS	T	T	
96	AS	AS	AS			AS	N	T			AS	I	DES	DES	
97	AS	AS	AS			AS	AS	T			AS	SE	E	DES	
98	AS	AS	AS			AS	AS	T			AS	SE	T	DES	
99	AS	AS	AS			AS	E	T			AS	SE	T	T	
100	AS	AS	AS			SE	T	T			N	N	N	N	
101	AS	AS	AS			SE	T	T			N	N	N	N	
102	AS	AS	AS			SE	AS	T			AS	AS	AS	AS	
103	AS	AS	AS			AS	T	T			AS	AS	T	AS	
104	AS	AS	AS			AS	T	T			AS	AS	T	SE	
105	AS	AS	AS			AS	AS	T			AS	AS	T	SE	
106	AS	AS	AS			AS	AS	T			AS	AS	DES	T	
107	AS	AS	AS			AS	AS	T			AS	AS	DES	T	
108	AS	AS	AS			AS	AS	T			AS	T	T	T	
109	E	R	T			AS	AS	T			AS	DES	DES	AS	
110	E	R	T			AS	AS	T			SE	DES	DES	AS	
111	E	M	B			AS	AS	T			SE	T	E	AS	
112	E	M	B			E	E	T			SE	T	T	AS	
113	Z	N	B			AS	N	T			N	N	N	N	AS
114	Z	N	B			AS	AS	T			N	N	N	AS	
115	Z	AS	B			AS	AS	T			AS	AS	T	AS	
116	Z	AS	T			AS	AS	AS			AS	AS	T	AS	
117	AS	AS	T			AS	AS	AS			AS	I	T	AS	
118	AS	AS	W			I	I	I			AS	AS	T	W	
119	AS	AS	W			M	I	I			AS	AS	X	W	
120	T	AS	W			M	I	I			AS	AS	X	W	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 131

Resultados Carta Balance – Encofrado Columnas y Placas



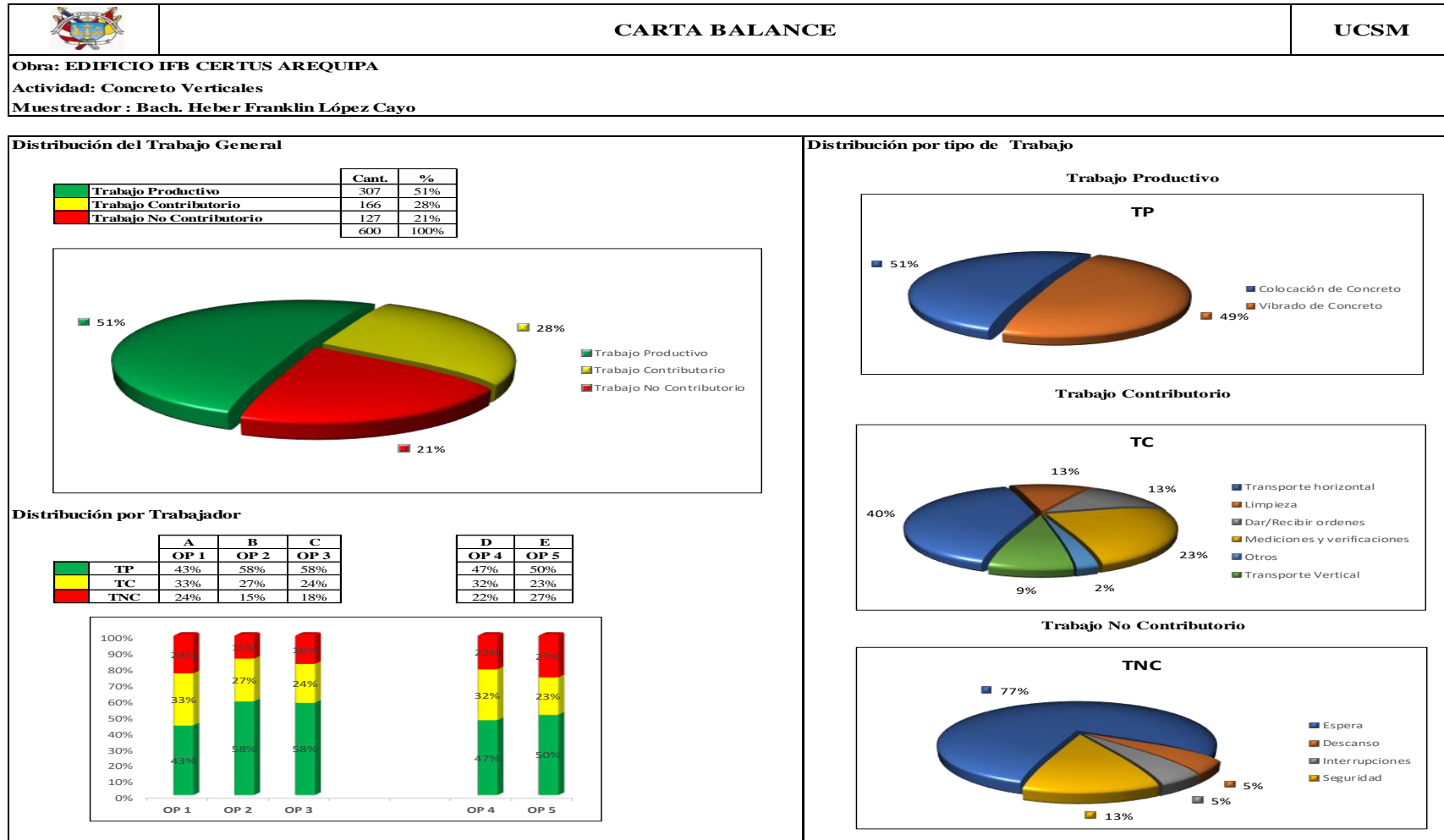
Fuente: Elaboración propia.

46	CC	CC	VI			CC	VI				
47	CC	CC	E			CC	VI				
48	CC	VI	E			M	VI				
49	CC	E	CC			M	VI				
50	E	E	CC			CC	VI				
51	T	CC	VI			E	E				
52	T	T	T			E	E				
53	T	T	T			CC	VI				
54	T	T	T			CC	E				
55	T	T	T			CC	E				
56	T	T	T			CC	VI				
57	CC	CC	VI			CC	VI				
58	CC	CC	E			CC	VI				
59	E	E	E			M	VI				
60	E	E	E			M	VI				
61	CC	CC	VI			CC	VI				
62	CC	CC	VI			CC	VI				
63	CC	CC	VI			CC	VI				
64	CC	M	VI			CC	VI				
65	CC	M	VI			CC	VI				
66	T	T	T			CC	M				
67	T	T	T			CC	M				
68	T	T	T			E	E				
69	E	T	T			E	E				
70	T	T	T			CC	VI				
71	T	T	T			CC	VI				
72	I	VI	VI			CC	VI				
73	E	VI	VI			Z	Z				
74	E	VI	CC			Z	Z				
75	E	E	E			Z	Z				
76	CC	VI	CC			T	T				
77	CC	VI	CC			T	T				
78	E	VI	I			CC	M				
79	E	VI	E			CC	VI				
80	CC	CC	E			CC	VI				
81	CC	CC	E			CC	VI				
82	E	VI	CC			M	VI				
83	E	VI	CC			M	VI				
84	E	E	E			CC	VI				
85	CC	CC	E			SE	SE				
86	CC	CC	CC			SE	SE				
87	CC	VI	CC			CC	VI				
88	CC	VI	E			CC	E				
89	CC	CC	E			CC	E				
90	CC	CC	E			X	VI				
91	CC	CC	CC			X	VI				
92	CC	CC	VI			CC	VI				
93	E	CC	VI			M	VI				
94	E	E	VI			M	VI				
95	E	E	VI			CC	VI				
96	T	T	T			CC	VI				
97	T	T	T			I	I				
98	T	L	TV			I	VI				
99	T	L	TV			TV	TV				
100	E	VI	TV			TV	TV				
101	E	E	M			SE	SE				
102	CC	CC	M			SE	SE				
103	CC	VI	M			T	T				
104	M	VI	CC			T	T				
105	M	VI	VI			E	E				
106	E	E	VI			E	E				
107	CC	CC	VI			TV	TV				
108	CC	VI	VI			TV	TV				
109	E	VI	VI			I	I				
110	E	E	CC			I	I				
111	CC	CC	VI			CC	VI				
112	CC	VI	VI			CC	VI				
113	M	VI	E			X	VI				
114	M	E	CC			X	E				
115	M	E	E			CC	E				
116	CC	CC	E			CC	VI				
117	CC	CC	VI			CC	VI				
118	I	VI	VI			CC	VI				
119	I	VI	L			M	VI				
120	M	L	L			M	VI				

Fuente: Elaboración propia.

Figura 133

Resultados Carta Balance – Vertido de Concreto Columnas y Placas



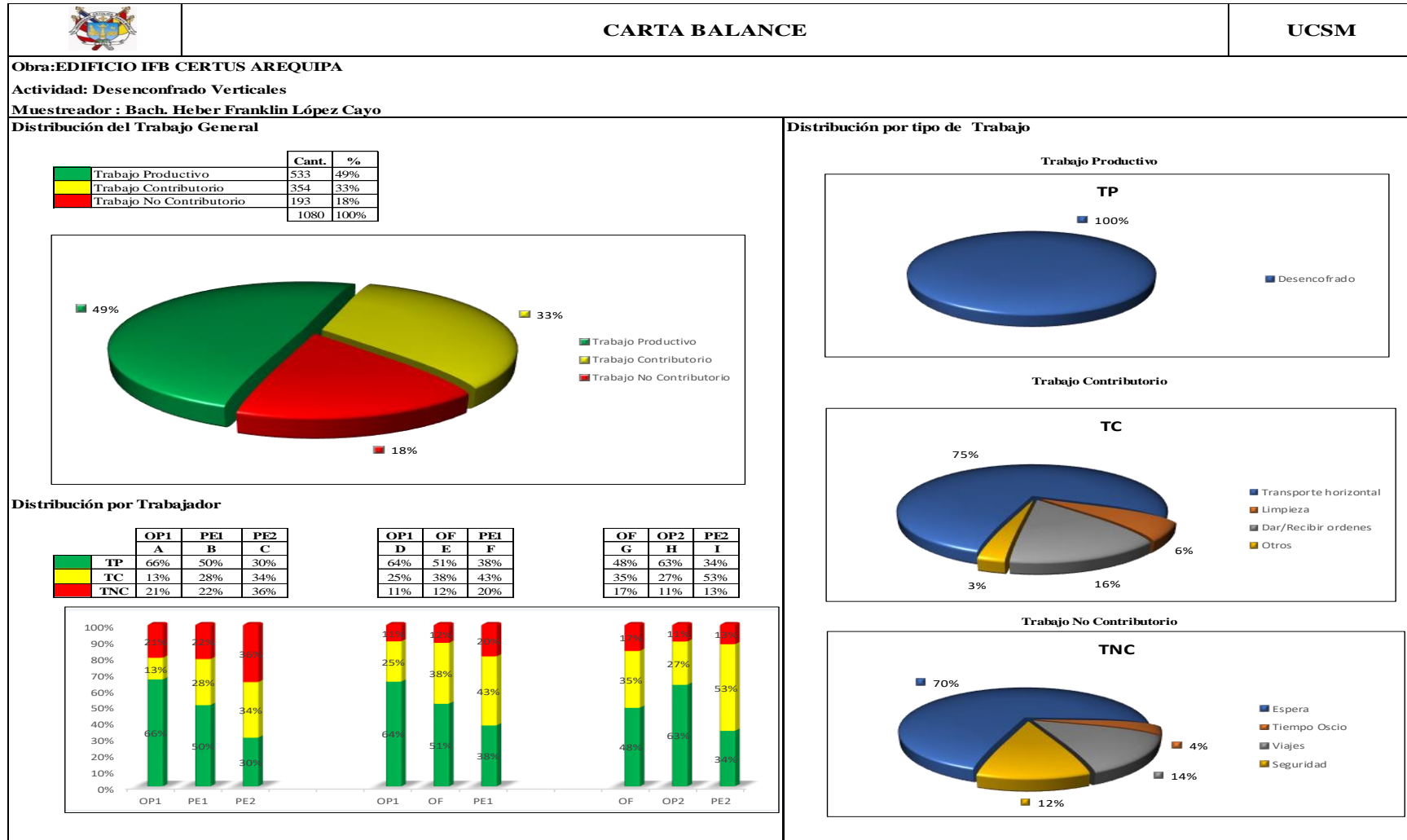
Fuente: Elaboración propia.

46	S	T	V			E	T	B			S	S	T		
47	S	T	V			T	E	B			S	S	E		
48	B	T	T			S	T	B			S	S	E		
49	B	T	T			S	T	B			S	S	E		
50	B	T	E			S	T	T			S	S	T		
51	E	T	T			S	S	T			S	S	E		
52	S	S	T			S	S	S			E	T	E		
53	S	S	T			I	I	S			T	S	T		
54	S	S	E			I	I	S			T	S	T		
55	S	S	T			S	T	S			E	S	T		
56	S	S	T			S	T	S			E	S	S		
57	S	S	E			S	T	S			E	S	S		
58	S	E	T			S	T	E			T	I	I		
59	S	S	E			S	T	S			T	I	I		
60	S	S	T			T	S	S			T	S	T		
61	S	S	T			T	S	S			T	S	T		
62	S	S	T			S	S	T			T	S	T		
63	S	S	T			S	S	T			T	S	T		
64	S	S	T			S	S	T			T	S	T		
65	S	E	E			S	S	T			S	T	S		
66	S	T	E			S	S	T			S	T	S		
67	S	T	T			S	S	S			S	S	S		
68	S	E	E			S	S	S			S	S	S		
69	S	E	E			S	S	S			S	S	S		
70	S	T	E			S	I	S			S	S	S		
71	S	T	E			S	I	S			S	S	S		
72	S	S	E			S	I	S			S	S	S		
73	S	S	E			S	E	S			S	S	S		
74	S	S	T			S	S	S			S	S	S		
75	S	S	E			S	S	S			S	SE	S		
76	SE	T	E			S	S	S			S	SE	S		
77	SE	S	T			S	S	S			S	SE	S		
78	SE	S	T			S	S	S			S	SE	S		
79	SE	S	T			I	S	T			S	S	S		
80	SE	S	I			I	T	T			S	S	S		
81	I	E	I			I	T	T			S	S	S		
82	I	S	I			E	S	L			S	S	S		
83	I	E	I			S	S	E			S	S	I		
84	I	S	I			S	S	L			S	S	I		
85	I	S	I			S	S	I			S	S	I		
86	S	S	T			S	S	V			S	S	E		
87	S	S	E			S	S	V			T	S	S		
88	S	S	S			S	S	V			T	T	S		
89	S	S	S			E	L	V			S	T	S		
90	S	S	S			S	L	O			S	S	S		
91	S	S	T			S	L	S			S	S	S		
92	S	S	S			S	L	S			S	S	S		
93	I	I	S			S	E	S			S	S	E		
94	I	I	S			S	T	S			S	S	S		
95	I	I	S			S	T	S			S	S	T		
96	E	S	E			T	T	S			L	S	S		
97	S	S	S			T	T	S			L	L	S		
98	S	S	S			S	S	I			L	L	S		
99	S	S	S			T	S	T			L	L	S		
100	S	S	E			T	S	T			E	L	E		
101	S	S	E			T	T	T			T	E	T		
102	S	S	E			S	S	S			T	E	T		
103	E	E	E			S	S	S			T	S	T		
104	S	E	S			S	S	S			T	S	T		
105	S	E	S			S	S	T			E	S	SE		
106	S	E	S			S	E	S			E	S	SE		
107	E	E	S			S	S	S			E	S	I		
108	E	S	E			S	S	S			E	S	I		
109	E	S	S			S	S	S			E	S	I		
110	S	S	E			S	E	S			T	S	S		
111	S	S	S			S	E	S			T	S	S		
112	V	T	S			S	E	T			T	S	S		
113	V	T	S			I	E	T			T	S	S		
114	T	T	T			I	S	T			T	T	S		
115	T	T	T			I	S	E			T	T	S		
116	T	T	T			S	S	E			S	T	S		
117	T	S	S			S	S	E			S	T	E		
118	T	S	S			S	S	E			S	T	S		
119	T	S	S			S	S	E			S	T	S		
120	T	S	S			S	S	E			S	T	S		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 135

Resultados Carta Balance – Desenfrado Columnas y Placas



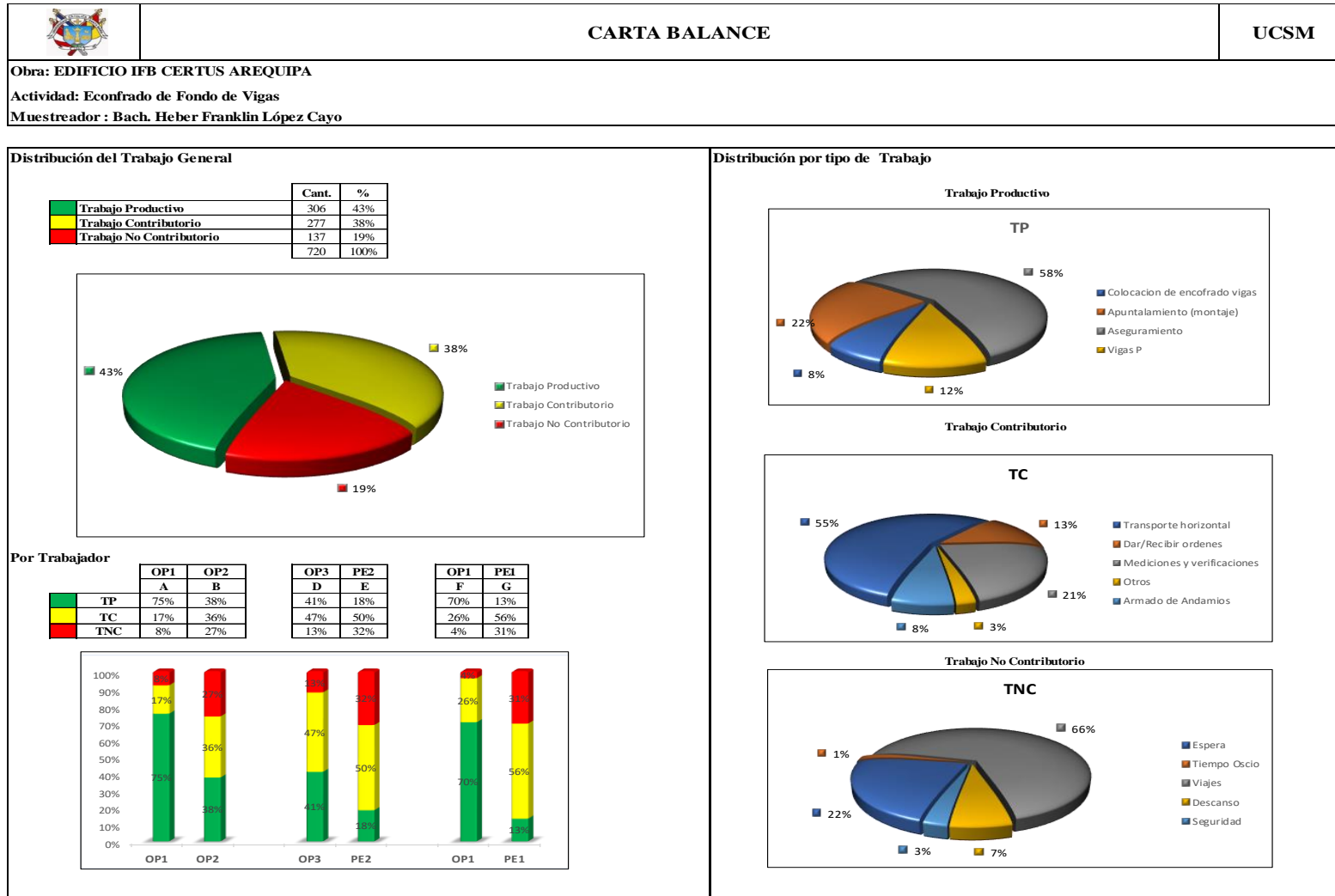
Fuente. Elaboración propia

46	AS	M				AP	E				M	M							
47	VP	M				AP	T				M	M							
48	NV	AP				AP	V				M	M							
49	AS	AP				AP	V				M	M							
50	AS	AP				AP	V				M	M							
51	AS	AP				AP	V				AP	M							
52	AS	AP				M	V				AP	M							
53	AS	AP				AP	V				AP	AP							
54	AS	AP				AP	T				M	M							
55	M	AP				V	M				M	M							
56	M	AP				V	M				M	M							
57	AS	AP				T	SE				M	M							
58	AS	AP				AP	M				M	M							
59	AS	AP				AP	I				M	M							
60	AS	AP				AP	T				M	M							
61	AS	AP				NV	AS				AS	AS							
62	T	AP				AS	AS				AS	AS							
63	M	AP				AS	AS				AS	AS							
64	M	X				AS	M				AS	AS							
65	M	AP				AS	M				AS	AS							
66	VP	AP				AS	VP				AS	V							
67	VP	AP				AS	VP				AS	V							
68	VP	T				AS	VP				AS	V							
69	AS	V				VP	AS				AS	V							
70	AS	V				VP	AS				M	V							
71	AS	V				AS	AS				M	V							
72	T	V				AS	NV				M	V							
73	T	V				AS	NV				AS	V							
74	AP	T				AS	AS				AS	V							
75	NV	AP				AS	VP				AS	V							
76	AS	AP				AS	AS				M	T							
77	M	AP				AS	AS				M	T							
78	NV	AP				AS	NV				AS	T							
79	AS	AP				AS	AP				AS	T							
80	AS	AP				T	V				AS	T							
81	I	AP				T	V				AS	M							
82	VP	AP				T	V				I	I							
83	VP	AP				T	V				M	T							
84	AS	AS				T	V				M	T							
85	NV	T				T	V				AS	M							
86	NV	T				T	V				AS	M							
87	NV	T				T	V				AS	M							
88	NV	AP				AP	V				AS	M							
89	T	AP				AP	T				M	T							
90	AS	AP				AP	T				T	T							
91	AS	T				VP	T				E	E							
92	AS	T				T	T				AS	AS							
93	NV	T				T	T				AS	AS							
94	AS	AP				VP	X				AS	AS							
95	AS	AP				VP	X				AS	AS							
96	I	AS				VP	I				AS	AS							
97	I	AS				T	I				AS	AS							
98	E	AP				T	E				AS	AS							
99	E	T				T	E				AS	AS							
100	NV	T				E	T				AS	T							
101	NV	T				E	T				I	T							
102	AS	AP				T	T				AS	V							
103	AS	I				T	T				AS	V							
104	AS	I				T	T				AS	V							
105	AS	T				T	T				AS	V							
106	AS	AA				AA	T				AS	V							
107	AS	AA				AA	T				AS	V							
108	AS	T				AA	T				AS	V							
109	AS	AP				AA	T				AS	V							
110	AS	I				I	T				AS	V							
111	AS	I				M	T				AS	T							
112	AS	I				I	O				AS	T							
113	AS	V				V	O				AS	T							
114	NV	V				V	V				AS	T							
115	NV	V				V	V				AS	Z							
116	AS	V				V	V				AS	Z							
117	AS	V				V	V				Z	Z							
118	AS	V				V	V				Z	Z							
119	AS	V				V	V				Z	Z							
120	AS	V				V	V				Z	Z							

Fuente: Elaboración propia.

Figura 137

Resultados Carta Balance – Encofrado de Fondo de Vigas



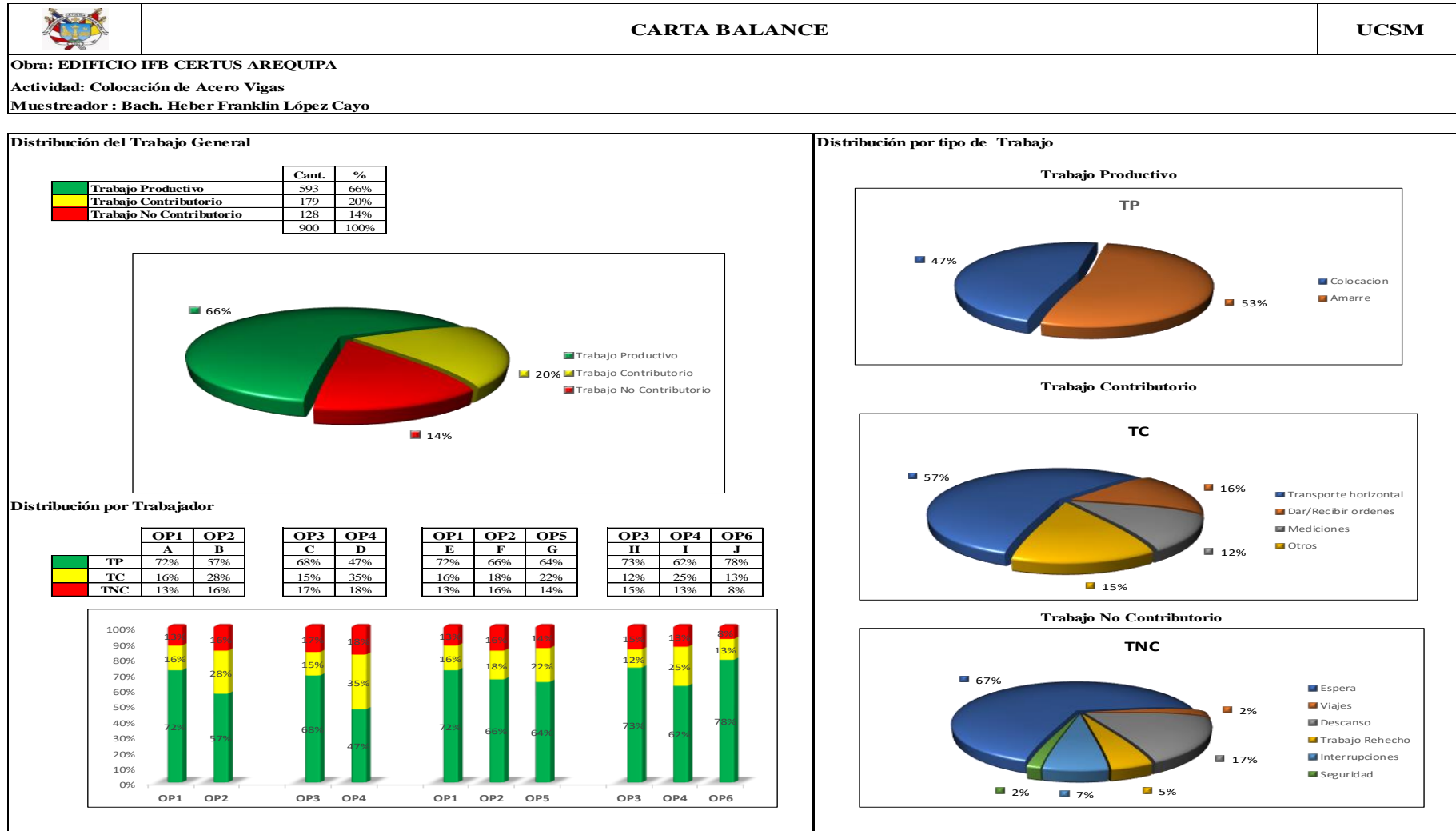
Fuente: Elaboración propia.

46	A	A					A	Z				T	T	T				A	A	A
47	A	A					A	Z				T	E	T				A	A	A
48	A	A					A	Z				T	T	T				A	A	A
49	A	A					A	Z				T	T	T				A	A	A
50	A	A					E	T				I	I	T				A	I	E
51	C	T					E	T				W	W	W				T	T	A
52	C	T					E	T				W	W	W				T	T	A
53	C	T					E	T				W	W	W				T	C	C
54	A	T					A	T				E	E	T				E	E	V
55	A	T					A	T				E	E	T				E	E	V
56	A	T					A	T				E	E	T				E	E	E
57	A	T					A	T				E	E	T				E	E	E
58	E	E					A	A				I	I	T				A	A	T
59	E	E					A	A				C	C	C				A	A	T
60	E	E					A	A				C	C	C				A	A	T
61	C	C										C	C	C						
62	C	C										C	C	C						
63	C	C										C	C	C						
64	C	C										C	C	C						
65	C	C										C	X	T						
66	C	C										A	X	T						
67	M	M										A	I	T						
68	A	I										C	C	C						
69	A	A										C	C	C						
70	A	A										C	C	C						
71	A	C										C	C	C						
72	A	E										C	C	C						
73	A	E										C	I	C						
74	A	I										C	C	C						
75	T	C										C	C	C						
76	T	C										C	E	C						
77	C	C										C	E	C						
78	C	C										I	E	C						
79	C	M										M	I	I						
80	C	M										A	C	C						
81	C	A										C	C	C						
82	C	A										T	C	C						
83	M	A										C	C	C						
84	M	A										C	A	C						
85	A	A										C	A	C						
86	A	A										C	A	C						
87	A	A										C	C	C						
88	T	T										I	I	I						
89	T	T										C	A	C						
90	C	C										C	A	C						
91	SE	I										C	C	A						
92	SE	I										C	C	A						
93	C	C										C	C	A						
94	C	C										C	C	A						
95	R	R										C	C	A						
96	R	R										C	C	C						
97	R	R										A	I	A						
98	X	A										C	C	C						
99	X	A										C	C	C						
100	C	A										C	C	A						
101	C	C										C	C	A						
102	C	C										C	C	A						
103	C	C										C	C	A						
104	C	C										C	A	A						
105	C	C										A	A	A						
106	Z	Z										A	A	A						
107	Z	Z										A	A	A						
108	Z	Z										A	A	A						
109	C	T										A	A	A						
110	C	T										A	A	A						
111	C	T										A	A	A						
112	A	T										A	A	A						
113	A	T										A	A	A						
114	C	T										Z	Z	Z						
115	C	T										Z	Z	Z						
116	T	T										Z	Z	Z						
117	T	A										T	T	E						
118	A	A										T	T	E						
119	A	A										C	C	C						
120	A	A										C	C	C						

Fuente: Elaboración propia.

Figura 139

Resultados Carta Balance –Acero Vigas



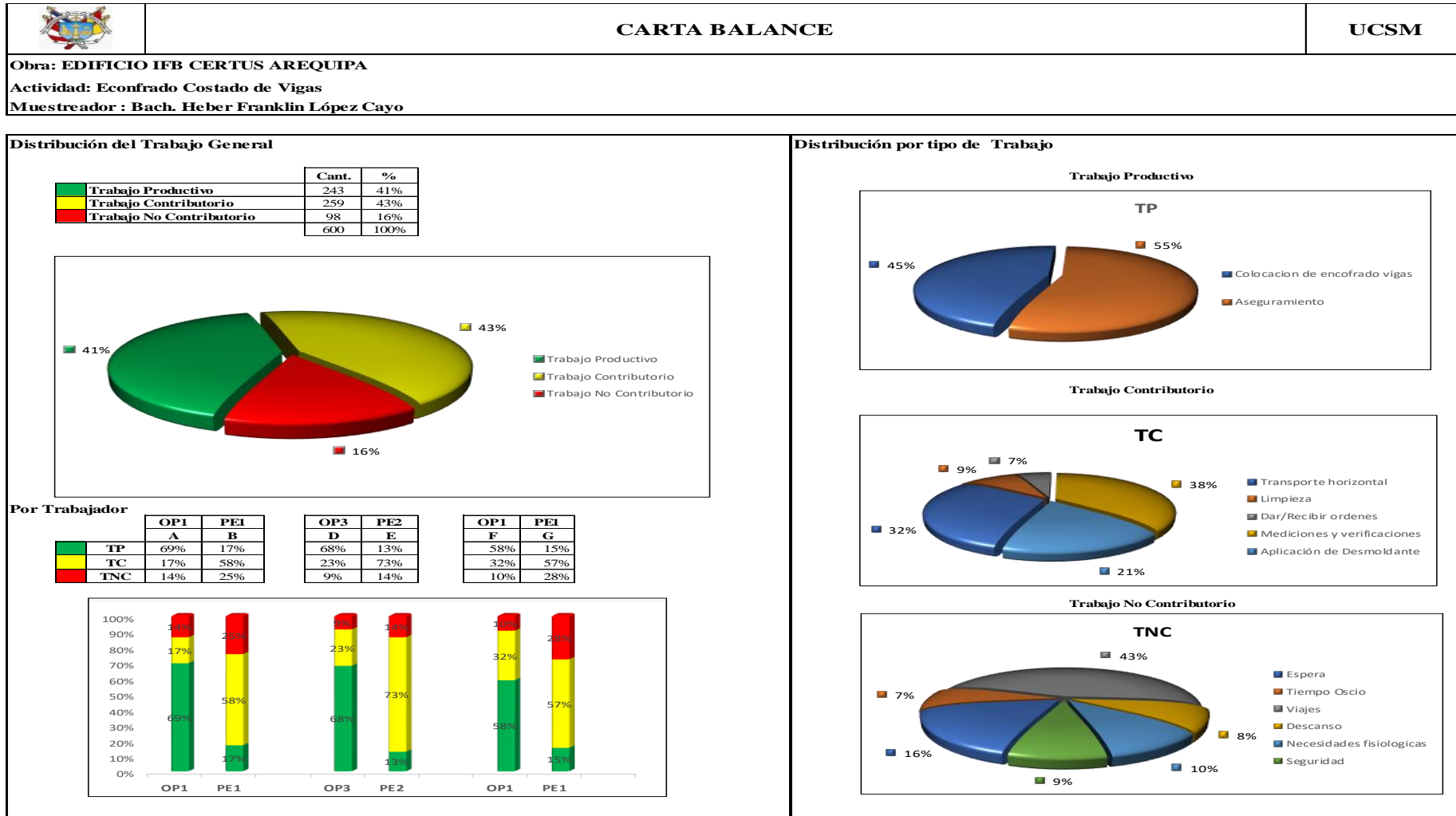
Fuente: Elaboración propia.

46	NV	M				AS	M					M	V						
47	NV	V				AS	M					I	I						
48	NV	V				AS	M					I	I						
49	AS	V				M	M					I	I						
50	AS	V				M	M					AS	M						
51	AS	V				AS	V					AS	M						
52	AS	V				AS	V					AS	M						
53	AS	V				AS	V					AS	M						
54	AS	V				AS	V					AS	M						
55	AS	V				AS	V					AS	NV						
56	AS	O				AS	V					AS	Z						
57	AS	O				AS	V					AS	Z						
58	AS	O				AS	V					AS	AS						
59	AS	O				AS	V					AS	AS						
60	AS	O				AS	V					AS	AS						
61	AS	O				AS	V												
62	AS	O				M	M												
63	AS	V				M	M												
64	Z	Z				M	M												
65	Z	Z				M	M												
66	Z	Z				B	L												
67	E	T				B	L												
68	E	L				B	L												
69	E	L				B	L												
70	E	L				B	L												
71	E	L				NV	L												
72	I	DES				NV	DES												
73	I	DES				NV	DES												
74	I	DES				NV	DES												
75	I	DES				NV	DES												
76	I	DES				AS	DES												
77	I	DES				AS	DES												
78	NV	B				AS	T												
79	NV	B				AS	T												
80	NV	B				AS	T												
81	NV	B				AS	T												
82	NV	B				M	T												
83	AS	T				M	T												
84	AS	T				M	T												
85	AS	T				M	M												
86	AS	T				M	M												
87	AS	T				M	M												
88	AS	T				M	M												
89	AS	T				NV	NV												
90	M	E				NV	NV												
91	W	W				NV	NV												
92	W	W				NV	NV												
93	W	W				NV	NV												
94	SE	E				NV	NV												
95	SE	DES				AS	DES												
96	SE	DES				AS	DES												
97	AS	DES				AS	DES												
98	AS	DES				AS	DES												
99	AS	DES				AS	DES												
100	AS	T				AS	T												
101	AS	T				AS	T												
102	E	T				AS	T												
103	E	T				AS	T												
104	E	T				AS	M												
105	NV	NV				AS	M												
106	NV	NV				AS	M												
107	NV	NV				AS	M												
108	NV	NV				AS	M												
109	NV	NV				AS	M												
110	NV	M				AS	M												
111	NV	M				AS	M												
112	NV	M				NV	NV												
113	NV	M				NV	NV												
114	NV	M				NV	NV												
115	AS	AS				NV	NV												
116	AS	AS				AS	NV												
117	AS	AS				AS	AS												
118	AS	AS				M	AS												
119	AS	M				M	AS												
120	AS	M				M	AS												

Fuente: Elaboración propia.

Figura 141

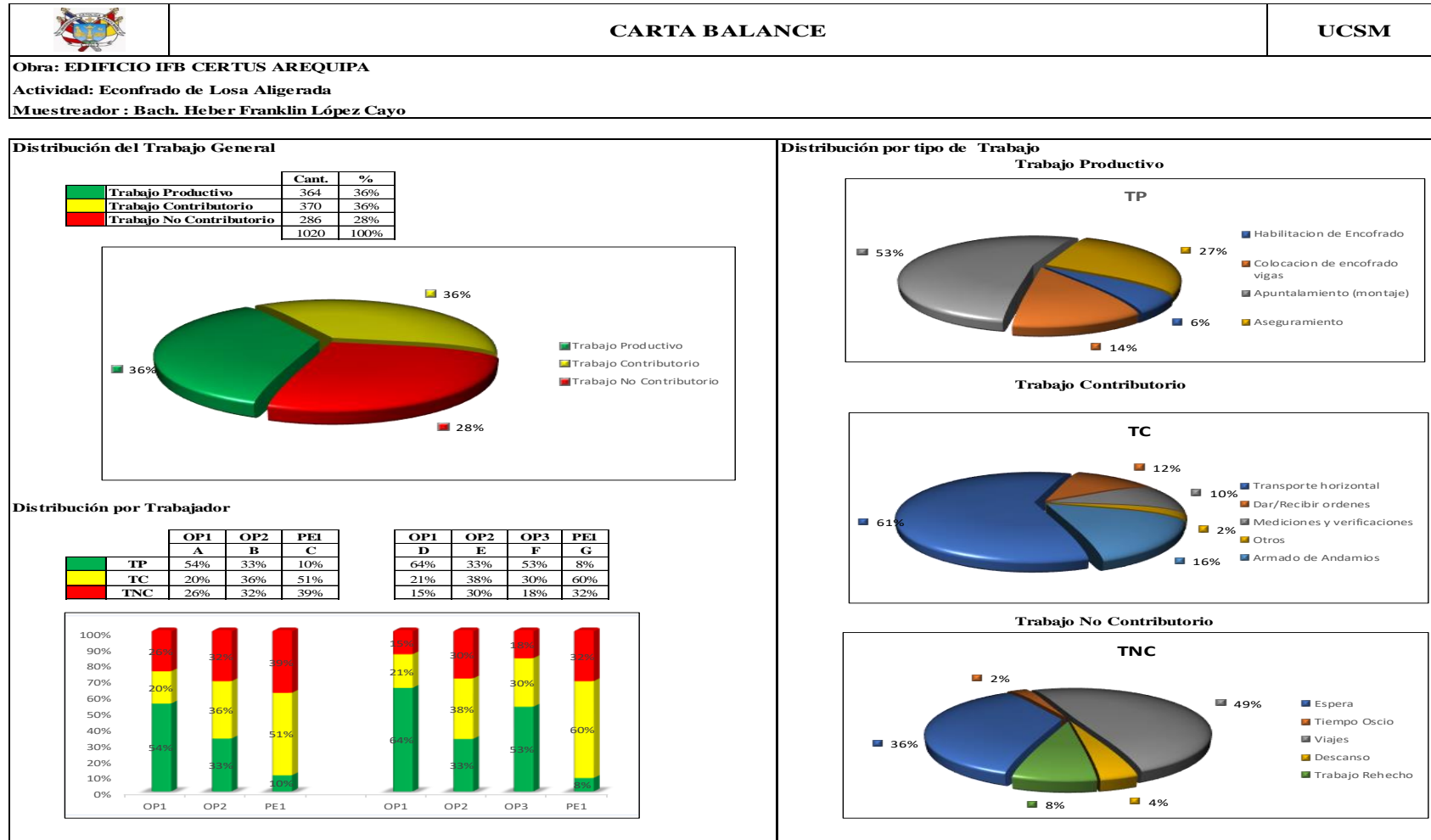
Resultados Carta Balance – Encofrado Costado de Vigas



Fuente: Elaboración propia.

Figura 143

Resultados Carta Balance – Encofrado Losas Aligeradas



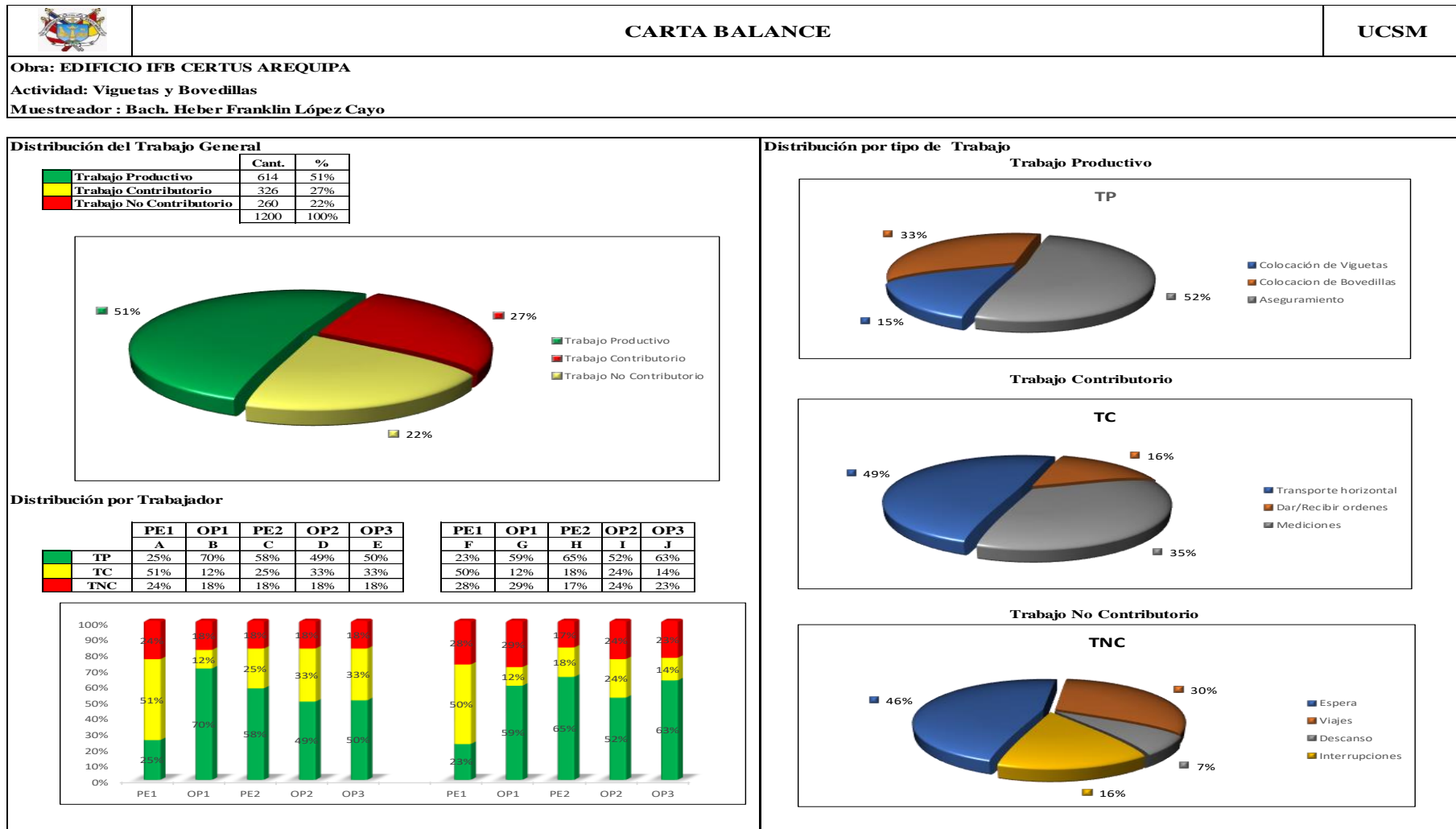
Fuente: Elaboración propia.

46	W	W	W	W	I		V	AS	CB	W	W
47	W	E	I	E	I		V	V	CB	W	W
48	I	E	I	E	I		V	V	CB	W	W
49	I	E	M	M	M		V	V	CB	AS	M
50	I	AS	M	M	M		V	AS	CB	CB	M
51	I	CV	AS	CV	AS		AS	V	CB	CB	M
52	I	CV	AS	CV	AS		V	V	CB	CB	M
53	T	CV	AS	CV	CV		V	E	CB	AS	M
54	T	CV	AS	CV	CV		E	E	CB	E	M
55	T	AS	AS	CV	CV		E	AS	CB	E	M
56	T	AS	AS	CV	T		V	AS	CB	E	M
57	AS	AS	AS	CV	T		AS	V	CB	AS	AS
58	AS	M	E	M	T		V	V	CB	CB	AS
59	AS	M	E	M	T		V	AS	CB	CB	CB
60	AS	AS	AS	M	T		AS	M	CB	CB	CB
61	AS	CB	AS	V	AS		T	M	AS	M	CB
62	CB	CB	AS	V	V		T	M	AS	M	CB
63	CB	AS	AS	E	V		T	M	AS	M	W
64	AS	CB	CB	AS	V		M	M	CB	W	W
65	M	AS	M	AS	AS		M	CB	CB	AS	W
66	T	AS	M	CB	V		AS	CB	CB	CB	W
67	T	CB	M	CB	V		AS	CB	CB	CB	AS
68	AS	CB	M	CB	E		AS	CB	CB	CB	AS
69	W	W	W	CB	AS		V	CB	CB	AS	AS
70	W	W	W	CB	AS		V	CB	CB	E	AS
71	M	E	M	CB	CB		V	CB	CB	E	CB
72	M	AS	M	T	CB		V	CB	CB	E	E
73	M	CB	AS	CB	CB		V	CB	T	AS	E
74	T	CB	AS	CB	CB		V	CB	T	CB	E
75	T	CB	AS	AS	CB		V	CB	AS	CB	AS
76	T	CB	AS	T	CB		AS	CB	T	CB	CB
77	T	AS	AS	AS	T		V	CB	Z	CB	CB
78	AS	AS	AS	T	CB		V	V	Z	AS	CB
79	AS	AS	AS	CB	CB		E	V	Z	E	CB
80	V	M	E	CB	AS		E	AS	Z	E	M
81	V	M	E	CB	T		V	V	CB	E	M
82	V	AS	AS	AS	AS		AS	V	AS	AS	M
83	V	CB	AS	CB	T		V	E	AS	CB	M
84	V	CB	AS	AS	CB		V	E	AS	AS	AS
85	V	AS	AS	AS	CB		E	AS	CB	CB	AS
86	V	CB	CB	CB	CB		E	AS	CB	CB	AS
87	AS	AS	M	CB	AS		V	V	CB	CB	AS
88	V	AS	M	W	CB		AS	V	CB	CB	CB
89	V	CB	M	W	AS		V	AS	CB	AS	E
90	I	CB	M	E	AS		V	M	CB	E	E
91	I	W	W	E	CB		AS	CB	CB	E	E
92	I	W	W	E	AS		T	CB	CB	E	AS
93	I	AS	CB	E	AS		T	CB	CB	E	CB
94	T	AS	CB	W	AS		T	CB	CB	E	CB
95	T	AS	CB	I	AS		M	CB	T	AS	CB
96	T	AS	AS	I	AS		M	CB	T	CB	AS
97	E	AS	AS	I	E		T	CB	AS	CB	E
98	CB	E	AS	M	E		T	CB	T	CB	E
99	CB	E	M	M	AS		T	CB	Z	M	E
100	E	AS	M	AS	AS		T	V	Z	M	E
101	CB	AS	AS	AS	AS		T	V	Z	M	CB
102	I	AS	CB	CB	AS		T	AS	Z	M	CB
103	I	AS	CB	CB	CB		M	V	CB	M	CB
104	I	CB	AS	CB	M		M	V	AS	M	CB
105	I	M	CB	T	AS		AS	E	AS	M	CB
106	T	M	AS	T	AS		T	E	AS	M	CB
107	T	W	W	T	AS		M	AS	CB	M	CB
108	T	AS	CB	T	M		M	AS	CB	M	V
109	E	AS	CB	E	M		AS	CB	CB	CB	AS
110	CB	AS	CB	E	AS		AS	CB	T	CB	AS
111	CB	AS	AS	W	CB		AS	CB	T	CB	AS
112	E	AS	AS	I	CB		T	CB	T	CB	AS
113	CB	E	AS	I	CB		T	CB	T	CB	E
114	T	M	AS	I	AS		T	CB	T	CB	CB
115	T	M	AS	M	W		T	CB	T	V	CB
116	T	W	AS	M	CB		T	V	T	AS	V
117	T	W	AS	I	CB		T	V	T	AS	AS
118	T	CB	AS	M	CB		T	AS	AS	AS	AS
119	T	AS	AS	M	CB		T	AS	AS	AS	AS
120	T	AS	AS	M	CB		T	AS	AS	AS	AS

Fuente: Elaboración propia.

Figura 145

Resultados Carta Balance – Colocación de Viguetas + Bovedillas



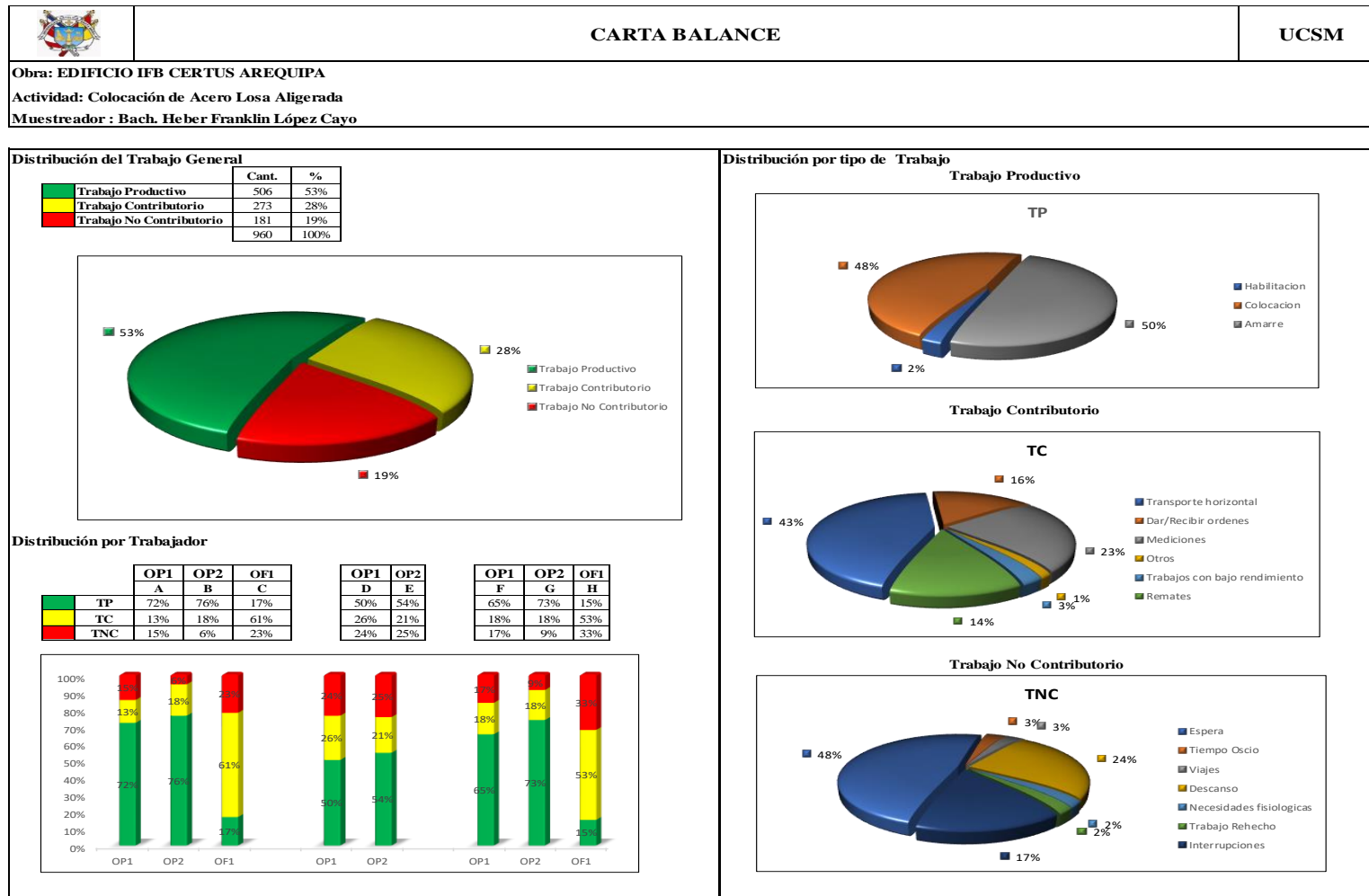
Fuente: Elaboración propia.

46	A	A	A			C	C				Z	A	Z		
47	C	C	T			C	C				Z	A	Z		
48	C	C	T			W	C				Z	C	Z		
49	C	C	T			W	C				B	C	F		
50	C	C	T			W	C				B	C	F		
51	C	C	T			I	I				B	C	F		
52	C	C	T			I	I				B	C	F		
53	C	C	T			I	I				C	A	F		
54	C	C	T			Z	Z				W	W	F		
55	A	A	T			Z	Z				W	W	F		
56	A	A	T			C	C				A	A	F		
57	A	A	E			C	C				A	C	F		
58	A	A	E			C	C				A	C	F		
59	A	A	E			W	W				C	C	F		
60	A	A	E			W	W				C	C	F		
61	I	I	T			C	C				E	A	T		
62	M	M	T			C	C				E	A	T		
63	M	M	I			C	C				E	C	T		
64	C	M	E			C	C				E	C	T		
65	C	M	E			O	O				A	C	T		
66	C	I	T			O	O				A	E	T		
67	C	M	T			A	C				A	E	E		
68	C	M	E			A	W				C	A	E		
69	C	C	E			A	W				C	W	E		
70	C	C	T			A	W				A	W	A		
71	E	C	T			A	W				A	A	A		
72	C	C	T			A	W				I	I	A		
73	C	I	T			C	A				I	I	H		
74	C	C	T			C	A				I	I	H		
75	C	C	E			C	A				I	I	H		
76	A	A	A			C	A				C	C	H		
77	A	A	A			A	A				A	C	H		
78	A	A	A			A	A				A	C	E		
79	A	A	A			A	C				C	W	E		
80	C	C	I			C	C				A	W	E		
81	C	T	E			T	T				A	W	E		
82	T	C	E			T	T				A	A	H		
83	C	C	E			T	T				C	C	F		
84	C	C	T			T	T				C	C	Z		
85	E	C	X			Z	Z				A	C	Z		
86	C	C	X			A	Z				A	C	Z		
87	M	C	T			Z	Z				A	A	E		
88	C	M	T			A	A				A	A	F		
89	A	A	I			A	A				C	A	F		
90	A	A	A			A	A				C	C	F		
91	A	A	A			A	A				C	C	F		
92	A	A	A			A	A				Z	C	F		
93	E	E	T			M	Z				A	C	T		
94	E	E	T			M	Z				A	A	T		
95	E	E	T			M	Z				A	A	T		
96	C	C	T			M	I				A	C	T		
97	C	C	T			E	C				A	Z	T		
98	C	C	I			C	C				U	A	T		
99	C	T	E			E	A				U	A	T		
100	T	C	E			E	A				U	C	E		
101	C	C	E			A	A				C	C	E		
102	M	C	T			A	A				Z	C	E		
103	C	M	T			A	A				A	C	E		
104	A	A	T			W	W				A	A	E		
105	Z	A	A			W	W				A	A	E		
106	Z	A	A			I	I				A	C	E		
107	Z	A	A			C	W				C	C	E		
108	Z	A	V			E	A				A	U	F		
109	Z	A	V			E	A				A	U	F		
110	A	A	T			M	A				C	U	F		
111	A	A	T			M	E				C	U	F		
112	A	A	T			R	R				Z	C	F		
113	A	A	T			R	R				A	C	F		
114	A	A	F			C	M				A	A	F		
115	A	A	F			A	A				M	A	F		
116	A	A	F			A	M				M	A	F		
117	A	A	F			A	A				M	M	F		
118	A	A	F			A	A				M	M	F		
119	A	A	F			A	A				M	M	F		
120	A	A	F			A	A				M	M	F		

Fuente: Elaboración propia.

Figura 147

Datos Carta Balance – Acero Losas Aligeradas



Fuente: Elaboración propia.