

	GESTIÓN DE SERVICIOS ACADÉMICOS Y BIBLIOTECARIOS		CÓDIGO	FO-GS-15	
			VERSIÓN	02	
	ESQUEMA HOJA DE RESUMEN			FECHA	03/04/2017
				PÁGINA	1 de 246
ELABORÓ		REVISÓ	APROBÓ		
Jefe División de Biblioteca		Equipo Operativo de Calidad	Líder de Calidad		

RESUMEN TRABAJO DE GRADO

AUTOR(ES): NOMBRES Y APELLIDOS COMPLETOS

NOMBRE(S): GIAN FRANCO APELLIDOS: ZAPATA CASTRO

NOMBRE(S): JHOSMAN ALEXANDER APELLIDOS: OCHOA ORTIZ

FACULTAD: INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS: INGENIERÍA CIVIL

DIRECTOR:

NOMBRE(S): CIRO ALFONSO APELLIDOS: MELO PABÓN

NOMBRE(S): CARMEN TERESA APELLIDOS: MEDRANO LINDARTE

TÍTULO DEL TRABAJO (TESIS): FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN EL PROYECTO DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE FISICA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER EN LA CIUDAD DE CÚCUTA.

RESUMEN

Este trabajo de grado, se basó en la implementación de herramientas de la filosofía Lean Construction para las actividades de mampostería y pañetes, en la primera etapa del proyecto de construcción del edificio de laboratorios de física ubicado en la sede central de la universidad Francisco de Paula Santander en la ciudad de Cúcuta, Norte de Santander.

Para ello, mediante la utilización de la herramienta Lean de informe semanal de producción se analizó los rendimientos de mano de obra y consumos de material para las actividades de estudio, identificando desperdicios en tiempo y material. Por otro lado, se utilizó la herramienta Lean de Carta de balance determinando la productividad de la mano de obra, buscando mejorar el uso del tiempo y los procesos en cada actividad de estudio, también se desarrolló la metodología 5s con el fin de generar protocolos de limpieza permitiendo un adecuado manejo de espacios y materiales, y por último se desarrolló la gestión por procesos con el fin de estandarizar y optimizar las actividades técnicas y administrativas. El proyecto se basó en una investigación de tipo aplicada, teniendo como población la construcción del edificio y como muestra las actividades de mampostería y pañetes.

PALABRAS CLAVES: Lean Construction, Rendimiento, Productividad, Limpieza,

CARACTERÍSTICAS:

PÁGINAS: 246 PLANOS: ILUSTRACIONES: CD ROOM: 1

Copia No Controlada

FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN EL PROYECTO DEL
EDIFICIO DE LABORATORIOS DE FISICA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE
PAULA SANTANDER EN LA CIUDAD DE CUCUTA

GIAN FRANCO ZAPATA CASTRO
JHOSMAN ALEXANDER OCHOA ORTIZ

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS MEDIANTE LA
APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN EL PROYECTO DEL
EDIFICIO DE LABORATORIOS DE FISICA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE
PAULA SANTANDER EN LA CIUDAD DE CUCUTA

GIAN FRANCO ZAPATA CASTRO

JHOSMAN ALEXANDER OCHOA ORTIZ

Proyecto de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

Ciro Alfonso Melo Pabón

Ingeniero Civil

Codirector:

Carmen Teresa Medrano Lindarte

Ingeniera Civil

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍA

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL

SAN JOSÉ DE CÚCUTA

2023

ACTA DE SUSTENTACION DE TRABAJO DE GRADO

FECHA: 17 DE MARZO DE 2023 HORA: 10:00 a. m.

LUGAR: SALA DE JUNTAS - FU308 - UFPS

DE ESTUDIOS: INGENIERIA CIVIL

TITULO DE LA TESIS: "FORTALECIMIENTO DE LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN EL PROYECTO DEL EDIFICIO DE LABORATORIOS DE FISICA EN LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER, EN LA CIUDAD DE CUCUTA."

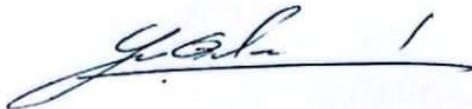
JURADOS: ING. JAVIER ANDRES ZAMBRANO GALVIS
ING. CARMEN MARINA HERRERA BUITRAGO

DIRECTOR: INGENIERO CIRO ALFONSO MELO PABON

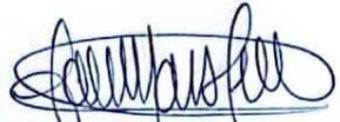
CODIRECTORA: INGENIERA CARMEN TERESA MEDRANO LINDARTE

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
JHOSMAN ALEXANDER OCHOA ORTIZ	1113485	4,4	CUATRO, CUATRO
GIAN FRANCO ZAPATA CASTRO	1112421	4,4	CUATRO, CUATRO

APROBADA



ING. JAVIER ANDRES ZAMBRANO GALVIS



ING. CARMEN MARINA HERRERA BUITRAGO

Vo. Bo.



JAVIER ALFONSO CARDENAS GUTIERREZ
Coordinador Comité Curricular

Betty M

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

En primer lugar gracias a Dios por guiarnos en cada etapa y permitirnos culminar este proceso con éxito, a nuestros padres, madres y abuelos ya que sin el apoyo de ellos nuestra formación no habría sido posible; por sus exigencias y forjar en nosotros personas con carácter y responsabilidad, a nuestras parejas por la paciencia y el ánimo permanente para no desfallecer, a nuestro director Ing. Ciro Melo y codirectora Ing. Carmen Medrano quienes con su conocimiento y enseñanzas apoyaron cada paso en este proceso de nuestro pregrado, Agradecemos infinitamente al Ing. Henry Felipe Pérez Contreras y a la contratista Claudia Rocio Morales Toledo por abrirnos las puertas a su conocimiento, hacernos crecer profesionalmente y como personas, a la Universidad Francisco de Paula Santander por formarme en mi etapa universitaria y finalmente a todas aquellas personas y familiares que aportaron su granito de arena con su comprensión, amor y ayuda!

Tabla de contenido

Introducción	1
1. Problema	3
1.1 Titulo	3
1.2 Objetivos.....	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.	3
1.3 Planteamiento del Problema	4
1.4 Formulación del Problema	5
1.5 Justificación.....	5
1.6 Alcances y Limitaciones.....	6
Alcances.....	6
Limitaciones.....	6
1.7 Delimitaciones.....	7
Delimitación Temporal.	8
Delimitación Conceptual.	8
2. Marco referencial	8
2.1 Antecedentes y estado del arte	9
2.1.1 Antecedentes Internacionales	9
2.1.2 Antecedentes Nacionales	10

2.1.3	Antecedentes A nivel Regional.....	12
2.2	Marco contextual.....	13
2.2.1	Descripción de la empresa.....	13
2.2.2	Descripción del proyecto.....	13
2.2.3	Objetivos del proyecto.....	14
2.2.4	Alcance del proyecto.....	14
2.3	Marco teórico.....	15
2.3.1	Lean Construction.....	15
2.3.2	Metodología de las 5s.....	16
2.4.	Marco conceptual.....	18
2.5.	Marco legal.....	21
3.	Diseño metodológico.....	22
3.1.	Tipo de investigación.....	22
3.2.	Población y muestra.....	22
	Población.....	22
	Muestra.....	23
3.3.	Instrumentos para la recolección de información.....	23
3.3.1.	Técnicas.....	23
3.3.2.	Instrumentos.....	23
	3.3.2.1 Fuentes primarias.....	24

3.3.2.2 Fuentes secundarias.....	24
3.4. Técnicas de análisis y procesamientos de datos	25
3.5. Fases y actividades específicas del proyecto	25
3.5.1 Fase 1	25
3.5.2 Fase 2	26
4. Desarrollo del proyecto.....	27
4.1 Descripción del proyecto.....	27
4.2 Selección de actividades constructivas.....	34
4.3 Evaluar los rendimientos de mano de obra y consumo de materiales para las actividades de estudio con la herramienta Lean de Informe semanal de producción con el fin de definir disminuir los desperdicios en tiempo y materiales.....	35
4.3.1 Análisis de Rendimientos de mano de obra.....	35
4.3.2 Distribución de cuadrillas	36
4.3.3 Formato utilizado en la toma de información en campo	38
4.3.4 Toma de Datos en campo.....	40
4.3.5 Resultados y análisis de los rendimientos de mano de obra obtenidos	41
4.3.5.1 Muro en bloque N°5.....	41
4.3.5.2 Muro en ladrillo a la vista	44
4.3.5.3 Pañetes interiores	46
4.3.5.4 Pañete lineal interior	48

4.3.5.5 Pañete exterior.....	51
4.3.5.6 Pañete lineal exterior.....	52
4.3.6 Comparación de los rendimientos (hH) con proyecto de grado realizado con anterioridad.....	54
4.3.6.1 Pañetes interiores y lineales interiores.....	55
4.3.6.1.1 Comparación rendimientos en M2/hH y ML/hH.....	55
4.3.6.2 Pañetes exteriores y lineales exteriores.....	56
4.3.6.2.1 Comparación rendimientos en M2/hH y ML/hH.....	57
4.3.7 Análisis de consumo de cemento.....	57
4.3.8 Formato utilizado para el análisis de consumo.....	58
4.3.8.1 Toma de datos.....	59
4.3.9 Consumo de cemento en las actividades.....	60
4.3.9.1 Consumo de cemento en muro en bloque N°5.....	60
4.3.9.1.1 Porcentaje de desperdicio.....	61
4.3.9.2 Consumo de cemento en muro en ladrillo a la vista.....	62
4.3.9.2.1 Porcentaje de desperdicio.....	63
4.3.9.3 Consumo de cemento en pañete interior.....	64
4.3.9.3.1 Porcentaje de desperdicio.....	65
4.3.9.4 Consumo de cemento en pañete exterior.....	66
4.3.9.4.1 Porcentaje de desperdicio.....	67

4.3.10	Análisis de pérdidas económicas.	68
4.3.11	Actividades constructivas estudiadas.....	73
4.3.12	Opciones de mejora para el consumo de cemento en el uso del mortero.	75
4.4	Medir la productividad de la mano de obra con la herramienta Lean de carta de Balance buscando mejorar el uso del tiempo y los procesos en cada actividad de estudio.	77
4.4.1	Actividades a realizar de muros.....	77
4.4.1.1	Muro en bloque N°5.....	77
4.4.1.2	Muro ladrillo a la vista.....	79
4.4.1.3	Clasificación de subactividades para muros.....	80
4.4.1.3.1	Subactividades de muros.....	88
4.4.1.4	Pañete exterior.....	89
4.4.1.5	Pañete lineal exterior.....	90
4.4.1.6	Pañete interior.....	91
4.4.1.7	Pañete lineal interior.....	92
4.4.1.8	Clasificación las subactividades para pañetes.....	93
4.4.1.3.2	Subactividades de pañetes.....	96
4.4.2	Tipo y cantidad de datos a medir.....	96
4.4.2.1	Determinación de la muestra para las diferentes actividades del ítem de mampostería.....	98
4.4.2.1.1	Tamaño muestral para muros en bloque N°5.....	99

4.4.2.1.2 Tamaño muestral para muros en ladrillo a la vista	99
4.4.2.1.3 Tamaño muestral para pañete interior.....	100
4.4.2.1.4 Tamaño muestral para pañete lineal interior.....	100
4.4.2.1.5 Tamaño muestral para pañete exterior	101
4.4.2.1.6 Tamaño muestral para pañete lineal exterior	101
4.4.2.2 Herramienta utilizada para la toma de información.....	102
4.4.2.3 Toma de datos	104
4.4.3 Resultados de la toma de información.....	108
4.4.4 Análisis de pérdidas detectadas.	109
4.4.4.1 Análisis de las actividades contributivas y no contributivas.....	110
4.4.4.1.1 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de muro en bloque N°5.	111
4.4.4.1.2 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de muro ladrillo a la vista.....	114
4.4.4.1.3 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de pañete interior.....	117
4.4.4.1.4 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de pañete lineal interior.....	120
4.4.4.1.5 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de pañete exterior.	123

4.4.4.1.6 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de pañete lineal exterior.	125
4.4.6 Índice de labor contributoria.	128
4.4.6.1 Comparación índice de labor contributoria con trabajo de grado realizado anteriormente.	130
4.4.7 Opciones de mejora en cuanto a los procesos productivos de mano de obra.	132
4.5 Desarrollar la metodología 5s con el fin de generar protocolos de orden y limpieza, que permitan un adecuado manejo de espacios y materiales en la ejecución de las actividades. ...	133
4.5.1 Implementación primera “s” Seiri (clasificar)	140
4.5.2. Implementación segunda “s” Seiton (Ordenar/organizar)	144
4.5.2.1 Selección y orden de los materiales en almacén y en espacio externo de la obra	146
4.5.2.2 Recolección de elementos a transferir, o para escombros.....	149
4.5.2.3 Orden de almacén.....	150
4.5.2.4 Etiquetado de los materiales e implementos de trabajo	151
4.5.3. Implementación tercera “s” Seiso (Limpieza)	155
4.5.3.1. Planificación de las jornadas de limpieza	155
4.5.4. Implementación cuarta “s” Seiketsu (Estandarizar)	161
4.5.4.1. Conformación de comités de las 5s:	161
4.5.4.2 Divulgación de las 5s:.....	163

4.6 .Desarrollar la gestión por procesos con el fin de estandarizar y optimizar las actividades técnicas y administrativas en la gestión del proyecto	171
4.6.1. Proceso estandarizado para ingreso de material, herramientas y equipos.	172
4.6.2. Proceso estandarizado para solicitud al almacén de materiales necesitados en obra.	174
4.6.3. Proceso estandarizado para solicitud de préstamo para herramientas o equipos necesitados en obra.	176
5. Conclusiones	180
6. Recomendaciones	185
7 Bibliografía	187
8. Anexos	189

Índice de tablas

Tabla 1. Presupuesto respecto a muros y pañetes edificio de laboratorios de física.....	35
Tabla 2. Ejemplo de formato (informe semanal de producción) diligenciado.....	40
Tabla 3. Formato de control de materiales (cemento).....	58
Tabla 4. Formato diligenciado de control de cemento en muro de ladrillo a la vista	60
Tabla 5. Consolidado del consumo de cemento en actividades estudiadas	68
Tabla 6. Formato de control de materiales (cemento).....	73
Tabla 7. Comparación entre cantidades proyectadas y cantidades ejecutadas.....	74
Tabla 8. Clasificación de las subactividades de muro en bloque N°5	88
Tabla 9. Clasificación de las subactividades de muro en ladrillo a la vista	89
Tabla 10. Clasificación de subactividades de pañetes.....	96
Tabla 11. Prueba piloto para la obtención de la muestra.	98
Tabla 12. Tamaño de muestra para muros en bloque N°5.	99
Tabla 13. Tamaño de muestra para muros en ladrillo a la vista.....	99
Tabla 14. Tamaño de muestra para pañete interior.	100
Tabla 15. Tamaño de muestra para pañete lineal interior.	100
Tabla 16. Tamaño de muestra para pañete exterior.	101
Tabla 17. Tamaño de muestra para pañete lineal exterior.	101
Tabla 18. Consolidado de cartas de balance	108
Tabla 19. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de muro bloque N°5.	112
Tabla 20. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de ladrillo a la vista.	115

Tabla 21. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de pañete interior.....	118
Tabla 22. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de pañete lineal interior.....	121
Tabla 23. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de pañete exterior.....	123
Tabla 24. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de pañete lineal exterior.....	126
Tabla 25. Cálculo de índice de labor contributiva de las actividades estudiadas.....	128
Tabla 26. Clasificación de eficiencia en la productividad.....	129
Tabla 27. Opciones de mejora para los procesos productivos de mano de obra.....	132
Tabla 28. Registro fotográfico del estado previo a la aplicación de la Metodología 5 S.....	135
Tabla 29. Clasificación de elementos encontrados en el diagnóstico.....	141
Tabla 30. Reseña fotográfica actividades inherentes a la clasificación.....	143
Tabla 31. Formato de diligenciamiento de la Seiton.....	145
Tabla 32. Capacitaciones para personal de la obra.....	163
Tabla 33. Formato de registro de actividades realizadas de mejora.....	164
Tabla 34. Formatos estandarizados.....	165
Tabla 35. Formato de auditoría.....	168
Tabla 36. Formato acta de reunión del comité 5s.....	169
Tabla 37. Formato plan de acción de problemas y propuestas de mejora.....	170
Tabla 38. Formato para ingreso de materiales, equipos y herramientas.....	173
Tabla 39. Formato de solicitud de materiales necesitados en obra al almacén.....	176

Tabla 40. Formato de solicitud de equipos o herramientas necesitados en obra al almacén.	179
Tabla 41. Rendimiento teorico de mano de obra en bloque N°5	179
Tabla 42. Rendimientos en construcción de edificio en la UPB	179
Tabla 43 Comparación de rendimientos m2/H	179

Índice de Figuras

Figura 1. Planta Proyecto	7
Figura 2. Planta primer piso	28
Figura 3. Planta segundo piso	29
Figura 4. Planta tercer piso.....	29
Figura 5. Planta cuarto piso.....	30
Figura 6. Planta Cubierta.....	30
Figura 7. Fachada este	31
Figura 8. Fachada sur	31
Figura 9. Fachada norte	32
Figura 10. Fachada noroeste	32
Figura 11. Fachada suroeste.....	33
Figura 12. Fachada noreste	33
Figura 13. Fachada sureste.....	34
Figura 14. Formato de informe semanal de producción.	38
Figura 15. Rendimiento de mano de obra en la actividad de muro en bloque N°5	42
Figura 16. Desplazamiento por transporte de mortero y elaboración de dintel.	43
Figura 17. Rendimiento de mano de obra en la actividad de muro en ladrillo a la vista	44
Figura 18. Desplazamiento producido por transporte de mortero y trabajo sobre andamio	46
Figura 19. Rendimiento de mano de obra en la actividad de muro en ladrillo a la vista	47
Figura 20. Punto de elaboración de mortero hasta donde se realiza la actividad.....	48
Figura 21. Rendimiento de mano de obra en la actividad de pañete lineal interior	49
Figura 22. Rendimiento de mano de obra en la actividad de pañete exterior	51

Figura 23. Rendimiento de mano de obra en la actividad de pañete lineal exterior	53
Figura 24. Diferencia entre cantidad proyectada y cantidad en obra de muros de bloque N°5	61
Figura 25. Porcentaje de desperdicio de cemento en muros de bloque N°5	62
Figura 26. Diferencia entre cantidad proyectada y cantidad en obra de muros de ladrillo a la vista	63
Figura 27. Porcentaje de desperdicio de cemento en muros de ladrillo a la vista.....	64
Figura 28. Diferencia entre cantidad proyectada y cantidad en obra de pañete interior	65
Figura 29. Porcentaje de desperdicio de cemento en pañete interior	66
Figura 30. Diferencia entre cantidad proyectada y cantidad en obra de pañete exterior	67
Figura 31. Porcentaje de desperdicio de cemento en pañete exterior	68
Figura 32. Desperdicio en juntas de separación de muro en bloque N°5	69
Figura 33. Desperdicio en ejecución de muro en ladrillo a la vista	70
Figura 34. Desperdicio por sobrellenado de mortero en la carretilla	70
Figura 35. Desperdicio por espesor de pañete	71
Figura 36. . Desperdicio de mortero que no se utiliza al caer al suelo en pañete interior	71
Figura 37. Desperdicio de mortero que no se utiliza al caer al suelo en pañete exterior	72
Figura 38. Desperdicio de mortero en transporte debido a carretillas rotas.....	72
Figura 39. Comparación entre cantidades proyectadas y cantidades ejecutadas	74
Figura 40. Plástico en el piso con el fin de que no se adhiera a este.....	76
Figura 41. Muro en bloque N°5	78
Figura 42. Realización de alzado de muro en ladrillo a la vista en fachada	80
Figura 43. Toma de nivel con plomada vertical.....	81

Figura 44. Alzado de muro.....	81
Figura 45. Preparación de mortero.....	82
Figura 46. Instalación de anclaje en ladrillo a la vista.	82
Figura 47. Transporte de material (ladrillo a la vista).....	83
Figura 48. Transporte de mortero de pega	83
Figura 49. Transporte de herramienta	84
Figura 50. Acomodo de la zona (armado y desarmado de andamios en interiores y exteriores)	84
Figura 51. En otra actividad, (Estaba realizando una actividad diferente a la observada).....	85
Figura 52. Conversación	85
Figura 53. Desplazamiento innecesario por la obra	86
Figura 54. Hidratación (obrero tomando gaseosa).....	86
Figura 55. Descanso en horas no programadas	87
Figura 56. Espera.	87
Figura 57. Mirando el celular.....	88
Figura 58. Pañete exterior	90
Figura 59. Pañete lineal exterior	91
Figura 60. Pañete interior.....	91
Figura 61. Pañete lineal interior.....	92
Figura 62. Aplicación de mortero.	93
Figura 63. Alistado de pañete.....	93
Figura 64. Preparación de mortero.....	94
Figura 65. Toma de nivel vertical con plomada.....	94

Figura 66. Transporte de mortero para pañete.	95
Figura 67. Acomodo de la zona (transporte de andamio e instalación de codales)	95
Figura 68. Conversación.	96
Figura 69. Formato de Carta de Balance.....	103
Figura 70. Ejemplo de clasificación de trabajo en la actividad de muros en bloque N°5.....	105
Figura 71. Ejemplo de clasificación de recurso en la actividad de muros en bloque N°5.	105
Figura 72. Formato diligenciado de carta de balance para la actividad de muros en bloque N°5.	107
Figura 73. Consolidado de cartas de balance en las actividades observadas.	108
Figura 74. Análisis de actividades contributivas de muro en bloque N°5.	112
Figura 75. Análisis de actividades no contributivas de muro en bloque N°5.	113
Figura 76. Análisis de actividades contributivas de muro en ladrillo a la vista.....	115
Figura 77. Acomodo de zona (armado y desarmado de andamios)	116
Figura 78. Análisis de actividades no contributivas de muro en ladrillo a la vista.....	117
Figura 79. Análisis de actividades contributivas de pañete interior.....	119
Figura 80. Análisis de actividades no contributivas de pañete interior.....	119
Figura 81. Análisis de actividades contributivas de pañete lineal interior.....	121
Figura 82. Análisis de actividades no contributivas de pañete lineal interior.....	122
Figura 83. Análisis de actividades no contributivas de pañete exterior.	124
Figura 84. Análisis de actividades no contributivas de pañete exterior.	124
Figura 85. Análisis de actividades no contributivas de pañete lineal exterior.	126
Figura 86. Análisis de actividades no contributivas de pañete lineal exterior.	127
Figura 87. Índice de labor contributiva de las actividades estudiadas.	128

Figura 88 Índice de labor contributiva para acabados internos – Tesis German Andres.....	131
Figura 89. Índice de labor contributiva para acabados externos - Tesis German Andres.....	132
Figura 90. Orden de los materiales en almacén.	147
Figura 91. Orden de espacio externo de la obra, selección de los materiales para su adecuado orden.....	147
Figura 92. Selección y orden de palas y picas.	148
Figura 93. Orden de tablas y tubería.	148
Figura 94. Orden de andamios que próximamente serán devueltos.....	149
Figura 95. Recolección de los escombros y otros materiales en el exterior.....	149
Figura 96. Proceso de orden de almacén.....	150
Figura 97. Orden específico del almacén, delimitando la utilidad de los materiales en orden con los requerimientos de la obra.....	151
Figura 98. Etiquetado de los implementos de trabajo.	152
Figura 99. Proceso de etiquetado para el Cemento.	152
Figura 100. Etiquetado definitivo de los implementos del trabajo.	153
Figura 101. Etiquetado para equipos de construcción.	153
Figura 102. Etiquetado para tubería de hidráulica y eléctrica.....	154
Figura 103. Etiquetado para implementos de seguridad y salud en el trabajo.	154
Figura 104. Proceso de recolección de materiales no utilizables y desechos.	156
Figura 105.Retiro de icopor utilizable a obra de los patios.....	157
Figura 106. Retiro de retazos de madera u otros desechos de la construcción a escombrera. 157	
Figura 107. Limpieza a exterior de la construcción y retiro a escombrera.	158
Figura 108. Resultado final de la limpieza externa.....	158

Figura 109. Desorden en el interior de la obra	159
Figura 110. Resultado final de la limpieza interna en la obra.....	159
Figura 111. Limpieza de almacén.	160
Figura 112. Resultado final de limpieza de almacén.	160
Figura 113. Resultado final de limpieza de almacén.	161
Figura 114. Diagrama de flujo para ingreso de material, herramientas y equipos al almacén.	173
Figura 115. Diagrama de flujo para solicitud de materiales necesitados en obra.	175
Figura 116. Solicitud de préstamo para herramienta o equipo del almacén.	178

Índice de Anexos

Anexo 1. Informe semanal de producción de la semana 1 a 21 de la actividad muro en bloque N°5 en M2.	190
Anexo 2. Informe semanal de producción de la semana 1 a 20 de la actividad muro en ladrillo a la vista en M2.	193
Anexo 3. Informe semanal de producción de la semana 1 a 22 de la actividad pañete interior en M2.	196
Anexo 4. Informe semanal de producción de la semana 1 a 21 de la actividad pañete lineal interior en ML.	199
Anexo 5. Informe semanal de producción de la semana 1 a 10 de la actividad pañete exterior en M2.	202
Anexo 6. Informe semanal de producción de la semana 1 a 17 de la actividad pañete lineal exterior en ML.	204
Anexo 7. Control semanal de cemento en la actividad de muro en bloque N°5.	207
Anexo 8. Control semanal de cemento en la actividad de muro en ladrillo a la vista.	210
Anexo 9. Control semanal de cemento en la actividad de pañete interior.	213
Anexo 10. Control semanal de cemento en la actividad de pañete exterior.	216
Anexo 11. Carta de balance utilizada en muro en bloque N°5.	218
Anexo 12. Carta de balance utilizada en ladrillo a la vista.	219
Anexo 13. Carta de balance utilizada en pañete interior.	220
Anexo 14. Carta de balance utilizada en pañete lineal interior.	221
Anexo 15. Carta de balance utilizada en pañete exterior.	222
Anexo 16. Carta de balance utilizada en pañete lineal exterior.	223

Introducción

Actualmente diversas entidades de la construcción han escogido por adoptar y avanzar en nuevas herramientas de las cuales se dispone de la filosofía Lean Construction y de esta manera obtener mejoras tanto en la gestión administrativa como en la gestión técnica de los sistemas constructivos. Lean construction se basa en construir disminuyendo las pérdidas, ya sean en tiempo, materiales o mano de obra y de esta manera poder proporcionar óptimos resultados.

Últimamente en la ciudad de Cúcuta se ha venido adoptando la implementación de la filosofía Lean Construction, en gran parte a los diferentes proyectos investigativos que se han venido desarrollando gracias a la guía que se ha ofrecido por el semillero de investigación SITOC del programa de ingeniería civil el cual pertenece a la Universidad Francisco de Paula Santander, quienes han demostrado estar totalmente comprometidos con la continua mejora del sector constructivo, logrando así identificar cuáles han sido las principales causas que generan pérdidas en un proyecto de construcción.

Una de las herramientas de la filosofía Lean que ha venido representando mejoras significativas en los proyectos de infraestructura, es la metodología 5s, obteniendo excelentes resultados en el sector de la construcción, ya que su fin es generar protocolos de orden y limpieza que han permitido un adecuado manejo de los espacios y materiales en la ejecución de las actividades a desarrollar.

El presente proyecto de investigación se orienta en aplicar algunas herramientas de la filosofía lean y estandarizar ciertos procesos que se consideran de gran importancia en el desarrollo de la construcción del edificio de laboratorios de física, buscando así optimización de las actividades técnicas y administrativas en la gestión del proyecto, proporcionando a su vez un plan de trabajo

para ser aplicado, y así lograr tener una continua mejora durante la construcción, mejora que también será aprovechable implementando las herramientas de informe semanal y de carta de balance, como también la metodología 5s.

El edificio de laboratorios de física, en la actualidad enfrenta la necesidad de optimizar los procesos técnicos, administrativos y constructivos presentes en el proyecto liderado por la empresa contratista Claudia Rocío Morales Toledo, por lo tanto, se implementaron algunas capacitaciones y acompañamiento de los directores del presente proyecto, el ingeniero Ciro Alfonso Melo y la ingeniera Carmen Teresa Medrano.

El proyecto de edificación la Universidad lo construirá en dos etapas, la primera de ellas va desde el proceso de cimentación hasta la obra gris de mampostería y pañetes. Por lo tanto, el tiempo establecido para la realización del proyecto fue de seis meses, contados a partir de la aprobación del anteproyecto y la obtención de la Arl por parte de Recursos Humanos de la institución.

1. Problema

1.1 Título

Fortalecimiento de los procesos administrativos mediante la aplicación de la filosofía lean construction en el proyecto del edificio de laboratorios de física en la universidad Francisco de paula Santander en la ciudad de Cúcuta

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General.

Implementar herramientas de la filosofía Lean Construction para la aplicación de mejoras en los procesos administrativos en la construcción del edificio de laboratorios de física en la Universidad Francisco de Paula Santander.

1.2.2 Objetivos Específicos.

Para las actividades de mampostería (muros) y acabados (pañetes interiores, exteriores, lineales exteriores e interiores), se realizaron los siguientes objetivos:

Evaluar los rendimientos de mano de obra y consumo de materiales para las actividades de estudio con la herramienta Lean de Informe semanal de producción con el fin de identificar los desperdicios en tiempo y materiales.

Medir la productividad de la mano de obra con la herramienta Lean de carta de balance buscando mejorar el uso del tiempo y los procesos en cada actividad de estudio.

Desarrollar la metodología 5s con el fin de generar protocolos de orden y limpieza, que permitan un adecuado manejo de espacios y materiales en la ejecución de las actividades.

Desarrollar la gestión por procesos con el fin de estandarizar y optimizar las actividades técnicas y administrativas en la gestión del proyecto.

1.3 Planteamiento del Problema

Lo significativo del fortalecimiento de los procesos administrativos de proyectos, se basan en llevar a cabo un buen manejo de personal y trabajo en equipo, incitándonos al uso de una de las principales herramientas de la filosofía lean construction, que lo podemos entender como un proceso colaborativo para la gestión integral del proyecto. En el actual proceso constructivo del edificio de laboratorios de física de la universidad Francisco de Paula Santander, que al día de la presentación del anteproyecto se encontraba en etapa de cimentación, allí se logró descubrir que la actual contratista Claudia Rocío Morales Toledo, tiene la necesidad de mejorar los procesos administrativos, ya que se pudo detectar que no había la mejor distribución en cuanto a la asignación de tareas a los trabajadores, lo que simplemente se pudo interpretar como pérdida de tiempo y mano de obra, lo que también afecta directamente la economía de la contratista y el tiempo de ejecución del proyecto.

También se evidenció la necesidad de establecer un orden estandarizado en cuanto a los pedidos de obra, haciéndose necesario tener un balance donde se pueda obedecer por parte de los solicitantes de material (almacenistas y residentes), como también por parte de los compradores (área administrativa), quienes no cuentan con formatos estandarizados, motivo por el cual se genera confusión en los materiales que se solicitan a los proveedores.

La Filosofía Lean Construction tiene como función principal buscar la optimización de costos, tiempos y recursos, orientando los resultados a la identificación y eliminación de pérdidas y aquellas acciones que no generen valor dentro del proceso de ejecución del proyecto.

En el proyecto de laboratorios de física de la universidad Francisco de Paula Santander, se deseó implementar herramientas de la filosofía Lean Construction con el fin de reducir desperdicios que generalmente son presentados por mala utilización de mano de obra, incorrecto manejo de materiales e indebida ejecución de actividades.

1.4 Formulación del Problema

¿Qué beneficios se pueden obtener al optimizar y estandarizar los procesos administrativos para el contratista y para el proyecto de construcción del edificio de laboratorios de física en la Universidad Francisco de Paula Santander?

1.5 Justificación

Las herramientas Lean y las 5s, son el pilar más fuerte en la base organizacional de la ejecución en la investigación realizada en la construcción del edificio de laboratorios de física. Por lo tanto, Para la implementación de herramientas de la filosofía de Lean Construction en el proyecto, es necesario que el personal tanto administrativo como obrero, opten por adoptar el compromiso de generar cultura de aprendizaje y mejora continua de producción, de modo que al aplicar correctamente estos principios (Lean) a la gerencia del proyecto, se puedan obtener resultados óptimos, beneficiando también a la contratista. Por ende es de vital importancia que en primera instancia la contratista Claudia Rocio Morales Toledo se logre apropiarse de las herramientas que ofrece la filosofía Lean construction para proyectos de ingeniería civil, en este caso las edificaciones, que en la actualidad se tienden a presentar problemas en la ejecución en cuanto a la calidad, como también las demoras en los plazos de entrega y sobrecostos.

Por lo tanto se requiere aplicar herramientas de la filosofía de Lean Construction como cartas de balance, informe semanal de producción, 5s, con el fin de obtener mejoras en la producción,

disminución desperdicios en tiempo y materiales, adecuación de manejos de espacio y materiales.

Para la fase administrativa de la construcción, es importante la estandarización de procesos de ejecución de las actividades ya sean de obra o de oficina, el control de desperdicios de materiales de construcción y pérdida de tiempo e inclusive la prevención de accidentes laborales; son objetivos que al lograrse cumplir, aportan valor significativo evitando sobrecostos y demoras en los plazos de entrega del proyecto. Por ello es importante la realización del presente proyecto que definió las pautas y estableció las bases para la inclusión en la política organizacional de la contratista Claudia Rocio Morales Toledo, en estandarización de procesos y Lean Construction.

1.6 Alcances y Limitaciones

Alcances.

Se implementaron metodologías y herramientas de la filosofía Lean Construction con el fin de diagnosticar y proponer estrategias de gestión que permiten la reducción de las pérdidas identificadas y mejora en los procesos para las actividades de mampostería en muros (bloque N°5 y ladrillo a la vista) y acabados (pañetes interiores, exteriores, lineales exteriores e interiores).

Limitaciones.

Debido a que no se pudo gestionar por medio de la universidad el ARL en el mes de mayo, no había posibilidad de ingresar a la obra para la toma de datos, por lo tanto, se tuvo que iniciar con la aplicación de las 5s en el almacén. Continuamente se comenzaron a hacer actividades de campo a partir de la cuarta semana del mes de julio, fecha en la que se inició el alzado de muros en el primer piso. No se presentaron limitaciones al momento de aplicar las herramientas Lean en

obra, como tampoco dificultades en los procesos de toma de toma de información, cumpliéndose con lo establecido en el anteproyecto.

1.7 Delimitaciones.

Delimitación Espacial.



Figura 1. Planta Proyecto

Fuente: Google Earth Pro

La construcción del edificio de laboratorios de física, se encuentra localizada en la universidad Francisco de Paula Santander en la dirección #0- a Avenida Gran Colombia No. 12E-96, Cúcuta, Norte de Santander, ($7^{\circ}53'53,47''N - 72^{\circ}29'08,15''O$), esta edificación será de interés educativo y considera la construcción en un sistema estructural aporticado (vigas y columnas) con mampostería (muros en bloque). Esta edificación cuenta con dos fases de construcción, en la primera fase, la contratista Claudia Roció Morales Toledo fue quien estuvo a cargo de la construcción del edificio en obra gris, en la segunda etapa se desconoce la empresa contratista y esta será la encargada de determinar los acabados. Este edificio cuenta

principalmente con 4 pisos, donde en el primer piso contará con oficinas y dos baños, en el segundo piso dos laboratorios y dos baños tanto masculinos como femeninos, el tercer piso cuenta con un laboratorio, una bodega, baños masculinos y femeninos. Y por último el cuarto piso cuenta con las mismas especificaciones que el segundo piso. Los laboratorios contarán con sus respectivos mesones que harán parte de la construcción y brindando para la etapa de funcionamiento mayor comodidad a los estudiantes.

Delimitación Temporal.

El tiempo para dar por finalizada la realización del proyecto fue de seis meses, contados a partir de la aprobación del anteproyecto, momento se inició con la mampostería del edificio. Donde se cumplieron con los objetivos definidos en la investigación.

Delimitación Conceptual.

En este proyecto se emplearán como referentes primarios los siguientes conceptos:

- Productividad
- Fases del proyecto
- Cartas de balance
- Consumos de mano de obra
- Rendimiento de mano de obra
- Cuadrilla
- Control de obra
- Planificación de obra

2. Marco referencial

2.1 Antecedentes y estado del arte

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Gonzalo José Francisco Pérez Gómez Martínez, Héctor Yair Del Toro Botello y Areli Magdiel López Montelongo (2019) “Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio” se basa en la implementación de conceptos de Lean Construction y BIM en cuanto a la gestión administrativa del proceso constructivo de una vivienda de tipo popular hasta de 42.5 m² y 200 salarios mínimos, este proyecto fue llevado a cabo en Torreón, Coahuila, México, con la intención de evaluar el potencial económico de las cartas de balance, y así demostrando el nivel de producción obrera, únicamente enfocándose en las etapas de análisis y construcción. Con los datos obtenidos y en relación al análisis de productividad, se lograron expresar soluciones claras y concisas.

Madeleyne Calderón Rivera, valencia (2020) “Implementación de Lean Construction en Cusco - Perú”, 71 páginas, Master en edificación ETSIE, Ingeniería de edificación, se basó en la implementación de diversas metodologías de la filosofía de Lean Construction, en la ejecución de proyectos de edificaciones en el departamento de Cusco – Perú, se evaluó el estado del arte en cuanto a las herramientas que ofrece Lean Construction y se escogieron las herramientas más adecuadas para implementar en los procesos, analizando también el entorno empresarial a desarrollar, se consiguió mejorar los métodos tradicionales de planificación, organización y gestión logística en la construcción, permitiendo obtener mejores niveles de resultado en cuanto a la calidad, costos y plazos en la ejecución.

Guillermo Mariano Pérez, Argentina (2021), “implementación de Lean Construction en la construcción argentina”, 75 páginas, Ingeniero Civil, Facultad de ingeniería y ciencias agrarias,

se implementó la metodología de Lean Construction, con la intención de cambiar el pensamiento tradicional de trabajo en el sector de la construcción argentina, por medio de los sistemas de gestión innovadoras que ofrece la filosofía Lean, fundamentándose en el análisis de pérdidas y planificando las actividades con el objetivo de mejorar la productividad en la construcción, dando solución y descartando las actividades que no aportan para los resultados de las obras.

Gilbert Adrián; Sánchez Buri, Johnny Cristian y Añazco Campoverde, (2016) “Pérdidas Operacionales Generadas en la Construcción de una Urbanización: Análisis de sus Causas y Soluciones Mediante la Filosofía de Lean Construction”, Se analizan las metodologías para mejorar la productividad basadas en la filosofía de Lean Construction, permitiendo optimizar recursos, reduciendo el tiempo invertido en las actividades que no generan valor agregado al producto final. Y se consideró que las posibles soluciones pueden servir como guía para futuros proyectos de la ingeniería civil, incentivando a obtener mejores niveles de productividad, competitividad y rentabilidad.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Jeyson Leonardo Cubaque Sarmiento, Bogotá D.C. (2014), “Diseño de una propuesta para la implementación de la metodología lean construcción en una empresa del sector construcción”, 18 páginas, especialización en gerencia integral de proyectos, facultad de ingeniería, se basó en la problemática actual de la industria de la construcción en Colombia, tratando de disminuir la variabilidad de las actividades a ejecutar en la construcción, por lo tanto se procedió a utilizar una de las herramientas de la filosofía Lean Construction, Last planner la cual se puede presentar como un flujo de información de recursos desde la materia prima hasta la entrega del producto final. Buscando aumentar la confiabilidad del flujo de trabajo, mediante la medición de

actividades programadas y que no se cumplieron, aplicando acciones correctivas eliminando la variabilidad.

Jesús Bernardo Valencia Rivera, Bogotá D.C. (2018), “aplicación de Lean Construction al sector de la infraestructura vial en Colombia”, 59 páginas, especialista en gerencia de empresas constructoras, facultad de educación permanente y avanzada, expresa que las construcciones de infraestructura vial en Colombia tiende a ser tradicionalista a la hora de ejecutar y controlar las actividades operativas, y se entendió que una de las causas que genera pérdidas en el sector de la infraestructura vial son las esperas en los procesos constructivos, razón que dio a proceder el uso de la filosofía Lean Construction, ya que esta se fundamenta en la administración de la producción, con el objetivo principal de eliminar todas aquellas actividades que no generan valor a los proyectos y se planteó un sistema de producción que minimizó residuos y desperdicios en los proyectos.

Tatiana Lisveth Parra Rodríguez y Jessica Juliet Luna Quiñones Bogotá D.C. (2019), “diseño de metodología lean construction bajo lineamientos gerenciales para la optimización de recursos en la empresa Ardisek”, 70 páginas, especialización en gerencia de obras, facultad de ingeniería, se implementó el diseño gerencial teniendo en cuenta la metodología de Lean Construction y la guía PMBOK 6 ED, se detectaron los factores que generan pérdida y se determinó la metodología a utilizar, generando estrategias a través de la medición de indicadores, permitiendo aumentar el desempeño y la disciplina en equipo, también se optimizaron los procesos deficientes de ejecución teniendo en cuenta las herramientas de Lean Construction, contribuyendo a la mejora continua de la empresa.

2.1.3 Antecedentes A nivel Regional

María Fernanda Ordoñez Suarez , Cúcuta (2017) “estandarización de procesos para la dirección de proyectos en la constructora yadel con fundamentos lean construction y el project management institute (pmi)”, 210 páginas, ingeniera civil, facultad de ingeniería, este trabajo de grado se basó en la implementación de herramientas de la filosofía Lean Construction en proyectos de la constructora yadel en la ciudad de Cúcuta, estandarizando igualmente procesos mediante formatos PMI, realizándose a su vez la implementación de las 5s, con el fin de tener un área de trabajo limpia, ordenada y segura aumentando la eficiencia y logrando mejoras en los procesos administrativos y técnicos.

German Andrés Barrera Casanova y María Teresa Becerra Cañas, Cúcuta (2019)

“Análisis de la productividad, rendimientos de mano de obra consumo de material con la implementación de la herramienta value stream mapping en la etapa de acabados del proyecto bienestar universitario de la universidad francisco de paula santander”, 224 páginas, ingeniería civil, facultad de ingeniería, este trabajo trató de identificar las pérdidas de productividad, impulsándose por las consecuencias de las demoras en mano de obra, desperdicios de materiales, etc. Produciendo perdidas monetarias logrando dar solución mediante la implementación de la herramienta Lean Construction “value stream mapping”, también logrando un área de trabajo limpia y segura mediante la aplicación de las 5s, se procedió a establecer procesos y estrategias de mejoras logrando la seguridad, eficiencia y un pensamiento de construcción limpio por la empresa.

Marcela Alexandra Acosta Salcedo, Cúcuta (2018) “Análisis de la productividad, rendimientos de mano de obra y consumos de material durante la etapa de ejecución de la estructura en la torre 1 de la obra Asturias imperial aplicando herramientas de la filosofía lean

construction”, 166 páginas, ingeniera civil, facultad de ingeniería, Este proyecto de grado tuvo como finalidad analizar la productividad en rendimientos de mano de obra y consumos de material durante la etapa de ejecución del proyecto, aplicando herramientas de la filosofía Lean Construction, analizando el rendimiento de la mano de obra y comparando las cantidades de material presupuestado con las cantidades de material ejecutado, y finalmente, se determinó la incidencia que tienen los desperdicios de los materiales en los costos.

2.2 Marco contextual

2.2.1 Descripción de la empresa.

La ingeniera civil CLAUDIA ROCÍO MORALES TOLEDO presentó a la universidad Francisco de Paula Santander, de una propuesta para la adjudicación, celebración y ejecución del contrato **“Construcción estructura, mampostería y electricidad del edificio de laboratorios de física de la universidad Francisco de Paula Santander.”** licitación privada N°3 del 2022, en la cual se compromete a la realización a cabalidad de los trabajos dentro de las normas exigidas por la entidad y en general del cumplimiento de las obligaciones que se deriven de su ejecución.

2.2.2 Descripción del proyecto.

La construcción del edificio de laboratorios de física en la universidad francisco de paula Santander Cúcuta está enfocada en una unidad de construcción con uso institucional de cuatro niveles que será ejecutado en varias fases, inicialmente en la primera fase se construyó los elementos estructurales, la mampostería en bloque y acabados exteriores.

Este edificio fue creado para uso institucional en pro de reflejar la comodidad de los usuarios en espacios que permitirá la educación y la investigación, explotando así la creatividad propia de los estudiantes que hagan uso de los laboratorios que allí se ubicarán, posicionando a la

universidad francisco de paula Santander con mayores recursos institucionales y llevándola así a la acreditación en alta calidad.

El horario laboral para la construcción de esta edificación es jornada de obra; es decir de 7:00 am a 12:00 y de 1:00 a 5:00 pm; durante la planeación del proyecto se contempló para la comodidad del personal de trabajo tanto administrativo como operativo, la construcción de oficina para la estadía del ingeniero durante la jornada, almacén para depósito de herramientas y materiales necesarios para la ejecución de la obra.

El personal de la empresa en la obra se encuentra conformado por:

- ✓ 1 Ingeniero Residente de obra
- ✓ 1 Auxiliar de ingeniero residente
- ✓ 1 Profesional SISO (encargado de seguridad en la obra)
- ✓ 1 Almacenista

2.2.3 Objetivos del proyecto.

- ✓ Construcción de laboratorios de física.
- ✓ Mayores recursos institucionales para el desarrollo investigativo.
- ✓ Encaminar la universidad en alta calidad.

2.2.4 Alcance del proyecto.

El proyecto contempla las siguientes actividades:

Construcción: Para la construcción se ejecuta en una serie de pasos que deben ser secuenciales para poder llevar a cabo cada actividad de forma óptima, entre ellos se encuentran

generalizados: Localización y replanteo, limpieza y descapote, movimiento de tierras, cimentaciones, levantamiento de estructura.

1. Instalaciones sanitarias, eléctricas e hidrosanitarias: Son aquellas que proporcionan los servicios una edificación para uso administrativo e institucional.
2. Garantizar el normal desarrollo de las actividades académicas de la institución educativa.

2.3 Marco teórico

2.3.1 Lean Construction.

Lean Construction es un sistema derivado del método Lean Manufacturing, (Barrera, 2019) desarrollado en Japón por Toyota Motors a finales de los años 80, con el objetivo de descubrir por qué perdieron su competitividad y qué razones preferían para la existencia de plantas ensambladoras de automóviles que parecen ser mucho más eficiente que otros. Fruto de este estudio, realizado por el Instituto Tecnológico de Massachusetts, MIT, descubrieron que hay fábricas en Japón que pueden producir con la mitad de los recursos y la mitad de tiempo, y con la energía un 50% menos de producción y menos defectos de fabricación que para las industrias americanas.

En Universidad de Stanford, California, USA (1992), el finlandés Lauri Koskela en “Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción” el nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. Koskela fue quien desarrolló una corriente de investigación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción.

El Lean Construction Institute (LCI) define así en su página web el término Lean Construction: “Lean Construction es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto - una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción Lean ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado a la gestión integral de proyectos, desde su diseño hasta su entrega, Lean cambia la forma en que se realiza el trabajo a través de todo el proceso de entrega. Lean Construction se extiende desde los objetivos de un sistema de producción ajustada - maximizar el valor y minimizar los desperdicios - hasta las técnicas específicas, y las aplica en un nuevo proceso de entrega y ejecución del proyecto.

2.3.2 Metodología de las 5s

Las 5S´s establece una metodología para alcanzar mejoras en la organización del lugar de trabajo mediante la formación de hábitos de orden y limpieza, desarrollada por primera vez en Toyota en el año de 1960 por Eili Toyota, en el entorno industrial (Liker, 2006).

El método de la 5S, es denominado por la primera letra del nombre que, en japonés, se designa cada una de las cinco etapas, es una técnica de Gestión Japonesa, basada en cinco principios simples. El movimiento de la 5S's es una concepción ligada a la orientación hacia la Calidad Total, orientada por W.E. Deming, hace unos 40 años y está incluido dentro del Mejoramiento Continuo.

De acuerdo al libro “implementación de la metodología 5s en proyectos de construcción”, (Pabón, 2020), se puede establecer que las 5s son:

- SEIRI (Seleccionar). Retirar los artículos que no se necesitan en el área de trabajo y deshacerse de ellos.

- SEITON (Organizar). Ordenar los artículos necesarios, estableciendo lugares específicos, de modo que se puedan ubicar y utilizar fácilmente.
- SEISO (Limpiar). Eliminar la suciedad y mantener el área de trabajo limpio de tal manera no hay polvo en los pisos, máquinas y equipos.
- SEIKEITSU (Estandarizar). Lograr que los procedimientos, prácticas y actividades logrados en las tres primeras etapas se elaboren conscientemente y de manera regular para asegurar un alto estándar de limpieza y organización, en el área de trabajo.
- SHITSUKE (Disciplina y Hábito). Entrenar al personal para que las actividades de las 5S, se conviertan en un hábito, manteniendo correctamente los procesos generados por el compromiso de todo el personal.

Los beneficios que se logra aplicando las 5S's (Pabón, 2020).

- Aumento en la productividad
- Minimiza los errores en los procedimientos y, por ende los imperfectos.
- Minimiza los tiempos de espera del producto.
- Minimiza los tiempos de producción en cuanto se implementan las tres primeras s, además, los espacios se reducirán y cada herramienta se encontrará organizada en el área de trabajo según su uso
- Aumenta la calidad de los productos porque se disminuyen los defectos en ellos.
- La disminución de desperdicios reduce costos.
- Disminuye accidentes laborales debido a que el orden mejora la seguridad.
- Disminuye el daño en el producto ya que el buen uso reduce la necesidad de mantenimiento.

2.4. Marco conceptual

Productividad

Al respecto, Robbins y Judge (2013), consideran que la productividad es el nivel de análisis más elevado en el comportamiento organizacional. Productividad la definen como la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados. En la fabricación, la productividad sirve para evaluar el rendimiento de los talleres, las máquinas, los equipos de trabajo y los empleados. Una empresa es productiva si logra sus metas al transformar insumos en productos, al menor costo. Por lo tanto, la productividad requiere tanto de eficacia como de eficiencia. Una compañía de negocios es eficaz cuando.

Fases del proyecto.

Según el PMI define a este modelo de 5 fases en la guía PMBOK®, Independientemente de su alcance, objetivo y particularidades, el ciclo de vida de todo proyecto se estructura en: inicio, planificación, ejecución, seguimiento y cierre. En esta guía queremos explicar en qué consiste cada una, cuál es su objetivo, de qué actividades se componen y cuáles son los documentos esenciales que se prepararán en cada momento.

Cartas de balance.

La carta de balance o carta de equilibrio de una cuadrilla es un gráfico de barras verticales, que tiene una ordenada de tiempo, y una abscisa en la que se indican los recursos (hombre, máquina, etc.) que participan en actividad que se estudia, asignándole una barra vertical a cada recurso. Serpell A, Verbal R (1990)

Consumo de mano de obra.

Se define como la cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH / um (horas - Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra. Botero L. (2002)

Rendimiento de mano de obra.

Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um / hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre). (Barrera, 2019)

Cuadrilla.

Es cada uno de los grupos de personas reunidas para el desempeño de algunos oficios, generalmente relacionados con la albañilería, en la ejecución de los trabajos de una obra. Cada una de ellas está formada normalmente por un oficial y un ayudante. (Barrera, 2019)

Control de obra.

Es la coordinación de todos los recursos tanto humanos, materiales, equipos y financieros, en un programa, tiempo y costo determinado, para lograr alcanzar los objetivos. (Barrera, 2019)

Planificación en obra.

Es el conjunto de actividades tendentes a simular la realización de un trabajo, ordenándolo de la manera más económica y previendo todas las acciones para ejecución del mismo. (Barrera, 2019)

Pérdidas.

Es aquella actividad que representa un costo para la contratista, pero que no agrega un valor significativo al producto, generando un costo innecesario. (Barrera, 2019)

Mano de obra.

Representa el esfuerzo físico y mental que emplea una persona para construir, mantener o reparar un bien, generando producción debido al trabajo humano, que sin cuya intervención no se podrían llevar a cabo construcciones civiles. (Barrera, 2019)

Trabajo Productivo (TP).

En cuanto a la producción de alguna actividad de construcción, corresponde a las sub-actividades que aportan en forma directa al cumplimiento de dicha actividad. Ejemplo, preparación de mortero, aplicación de mortero de pañete, alzado de muro, toma de nivel, etc. (Barrera, 2019)

Trabajo Contributivo (TC).

En cuanto a la producción de alguna actividad de construcción, representa en sí el trabajo de apoyo a las actividades que permiten la ejecución del trabajo productivo, pero que en parte no representa valor a la actividad de construcción, por lo tanto, esta sub-actividad es considerada una pérdida de segunda categoría, por esta razón son acciones que se deben minimizar al

máximo posible con el fin de mejorar la productividad en obra. Ejemplo, transporte de material, transporte de herramienta, acomodo de la zona, etc. (Barrera, 2019)

Trabajo No Contributivo (TNC).

En cuanto a la producción de alguna actividad de construcción, corresponde a todo tipo de acción realizada por el trabajador debido a que no se clasifica entre las categorías antes mencionadas, es decir que no le aportan productiva ni contributivamente a la ejecución de las actividades de construcción del proyecto. Por ello son consideradas como perdidas, ya que representan pérdidas de tiempo puesto que no son necesarias y tienen un costo, por lo tanto al ser acciones que no representan valor significativo, se busca eliminarlas con el fin de mejorar el proceso productivo. (Barrera, 2019)

2.5 Marco legal

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE — NSR-10 (Creada por la Ley 400 de 1997). — El diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones en el territorio de la República de Colombia debe someterse a los criterios y requisitos mínimos que se establecen en la Normas Sismo Resistentes Colombianas, las cuales comprenden: (a) La Ley 400 de 1997, (b) La Ley 1229 de 2008, (c) El presente Reglamento Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes, NSR-10, y (d) Las resoluciones expedidas por la “Comisión Asesora Permanente del Régimen de Construcciones Sismo Resistentes” del Gobierno Nacional, adscrita al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, y creada por el Artículo 39 de la Ley 400 de 1997.

Acuerdo N° 065, UFPS.

El Consejo Superior Universitario de la Universidad Francisco de Paula Santander en su el Estatuto estudiantil el día 26 de agosto de 1996, mediante el acuerdo N° 065, artículo 140, define las opciones que, del estudiante para realizar su trabajo de grado, los posibles proyectos, trabajos de investigación y sistematizaron del conocimiento, proyectos de extensión, pasantías, trabajos dirigidos y reglamentado por el acuerdo 069 del 5 de septiembre de 1997. En el inciso G de este acuerdo manifiesta que el trabajo dirigido consiste en el desarrollo, por parte del estudiante y bajo la dirección de un profesional en el área del conocimiento a la que es inherente el trabajo, de un proyecto específico que debe realizarse siguiendo el plan previamente establecido en el anteproyecto correspondiente, debidamente aprobado. Se deberá cumplir con todos los objetivos, requisitos, estatutos y procedimientos propios de la constructora.

3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

El proyecto se basa en la investigación de tipo aplicada, pues lleva a la práctica las teorías generales, para resolver las necesidades concretas que se plantea el ser humano en su diario vivir o cambiando radicalmente algún aspecto de su realidad social y para ello aplica los conocimientos desarrollados en las ciencias puras. (Vargas, 2009)

3.2 Población y muestra

Población.

La población en la que se realiza el presente proyecto es la construcción de muros y pañetes del Laboratorio de física de la Universidad Francisco de Paula Santander en la ciudad de Cúcuta.

Muestra.

La muestra elegida para el desarrollo del presente proyecto son las actividades de: Muros en bloque N°5, muros en ladrillo a la vista, pañetes interiores, pañetes exteriores, pañetes lineales interiores, pañetes lineales exteriores y las cuadrillas involucradas en la ejecución de estas actividades.

3.3 Instrumentos para la recolección de información

3.3.1 Técnicas.

La recolección de datos necesaria en la elaboración del proyecto se realizó en campo durante la construcción del proyecto, de la siguiente manera:

- Para la toma de información para los rendimientos y consumos de cemento se utilizó la herramienta de informe semanal de producción a las cuadrillas de trabajadores que realizan las actividades de estudio, para el control de rendimientos se tomó diariamente con lo producido en la jornada laboral.
- Para la toma de información de la productividad se dio inicio con pruebas piloto para poder identificar y clasificar las actividades en productiva, contributiva y no contributiva, para su posterior procesamiento de datos.
- Para la aplicación de la metodología 5s, se realizó sobre el almacén y todo el entorno físico de la obra.
- Para el diagnóstico de la forma en que se realizan los procesos en el tema administrativo se realizó mediante entrevistas personales a los colaboradores que realizan cada cargo y por observación directa.

3.3.2 Instrumentos

3.3.2.1 Fuentes primarias.

- Para el informe semanal de producción y el control de rendimientos, se tuvo en cuenta diariamente el avance en metros cuadrados o metros lineales de acuerdo a la actividad estudiada, teniendo en cuenta la jornada laboral y el consumo de material como el cemento.
- Se realizaron pruebas piloto en el primer piso de la obra, donde se pudo identificar las actividades para las cartas de balance, definiendo y clasificando las acciones como productivas, contributivas y no contributivas para su posterior procesamiento y análisis de datos.
- La observación directa fue un proceso sistemático durante el tiempo de ejecución del proyecto para las actividades escogidas en el estudio
- Para la realización de este proyecto se consultó en primera instancia el personal y las actividades de la contratista La ingeniera civil Claudia Rocío Morales Toledo la que ejecuta la primera fase del presente proyecto.

3.3.2.2 Fuentes secundarias.

Las fuentes secundarias fueron los siguientes:

- Investigación del estado del arte: sobre metodología y herramientas Lean Construction como artículos de investigación, trabajos de grado e informes.
- En la toma de datos de productividad se utilizaron cartas de balance, y para el rendimiento y los consumos de material, se utilizaron formatos en Excel con el fin de tener un control respecto a la producción diaria en la unidad de medida de cada actividad y el consumo de cemento para ejecutarlas.

3.4 Técnicas de análisis y procesamientos de datos

- Para el análisis y procesamiento de datos se usaron inicialmente tablas en Excel, posteriormente se utilizaron métodos estadísticos para la obtención de promedios para los datos recolectados y así pasar a representarlos en las gráficas.
- Para el rendimiento se utilizó Excel, el cual fue programado con el fin de calcular la cantidad de obra ejecutada diariamente. Y para los consumos de cemento se utilizó Excel con el fin de calcular la cantidad de cemento utilizada diariamente y luego analizar los desperdicios producidos.
- Para la aplicación de la metodología 5s, se aplicaron formatos y herramientas ya aplicadas por el semillero de investigación en anteriores proyectos.
- Para la estandarización de procesos se aplicó las directrices de la Norma ISO 10013

3.5 Fases y actividades específicas del proyecto

3.5.1 Fase 1

Para realizar los objetivos de “evaluar los rendimientos de mano de obra y consumo de materiales para las actividades de estudio con la herramienta Lean de Informe semanal de producción con el fin de definir disminuir los desperdicios en tiempo y materiales, y medir la productividad de la mano de obra con la herramienta Lean de carta de Balance buscando mejorar el uso del tiempo y los procesos en cada actividad de estudio, se realizaron las siguientes actividades:

- Toma de información en campo de rendimientos, consumos y productividad.
- Diagnóstico de procesos administrativos en las actividades de estudio.
- Digitalización y procesamiento de información.

- Análisis e interpretación de resultados y de procesos necesarios para mejorar de acuerdo con el diagnóstico realizado.
- Teniendo en cuenta la información obtenida realizar propuestas de mejora.

3.5.2 Fase 2

Para realizar los objetivos “Desarrollar la metodología 5s con el propósito de crear estándares y protocolos de orden y limpieza en el manejo de espacios y materiales del proyecto, y desarrollar la gestión por procesos con el fin de estandarizar y optimizar las actividades técnicas y administrativas en la gestión del proyecto” se realizarán las siguientes actividades:

- Diagnóstico en campo del estado actual
- Aplicación de las S1 a la S3
- Propuesta para la aplicación futura de las S4 y S5

4. Desarrollo del proyecto

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto consistió y se llevó a cabo en base a la mampostería en bloque N°5 y ladrillo a la vista, como también acabados tales como el pañete interior, pañete exterior, pañete lineal interior y pañete lineal exterior de la fase I, del edificio de laboratorios de física de la universidad Francisco de Paula Santander, ubicado en la ciudad de Cúcuta, N/S y comprende el inicio de la edificación haciendo énfasis principalmente en mampostería en muros (bloque N°5 y ladrillo a la vista) y pañete (interior, exterior, lineal interior y lineal exterior). Por otro lado también se hizo énfasis en la metodología 5s tanto en el almacén de la obra, como en la obra misma, con el fin de generar protocolos de orden y limpieza, que permitan un adecuado manejo de espacios y materiales en la ejecución de las actividades.

La obra presentó un horario laboral de lunes a sábado, donde de lunes a viernes se debía cumplir de 7:00 am hasta las 5:00 pm, presentando un breve descanso para el almuerzo de 12:00 pm a 1:00 pm y los sábados de 7:00 am hasta las 12:00 pm, cabe resaltar que esta fase contó con varios subcontratistas con la finalidad de cumplir con ciertas actividades necesarias de la edificación, el personal administrativo de obra estuvo conformado por un ingeniero residente, un ingeniero auxiliar, un practicante de ingeniería civil, un profesional en Sistema de seguridad y salud en el trabajo SST (encargado de la seguridad en la obra) y un almacenista. Por otro lado en esta primera fase del proyecto también se contó con una interventoría externa con el fin de supervisar la obra y hacerle seguimiento, interventoría la cual fue contratada por la universidad Francisco de Paula Santander, esta interventoría estaba conformada por un ingeniero de interventoría y un practicante de ingeniería civil el cual cumplía el cargo de auxiliar de interventoría.

Esta particular edificación presenta cuatro pisos y una cubierta, algo interesante es que cada uno de los pisos de este edificio presenta distintos espacios internos en su configuración en planta tal y como se presenta en las siguientes figuras, permitiendo que la fachada de cada piso sea un tanto diferente cada una de las otras.

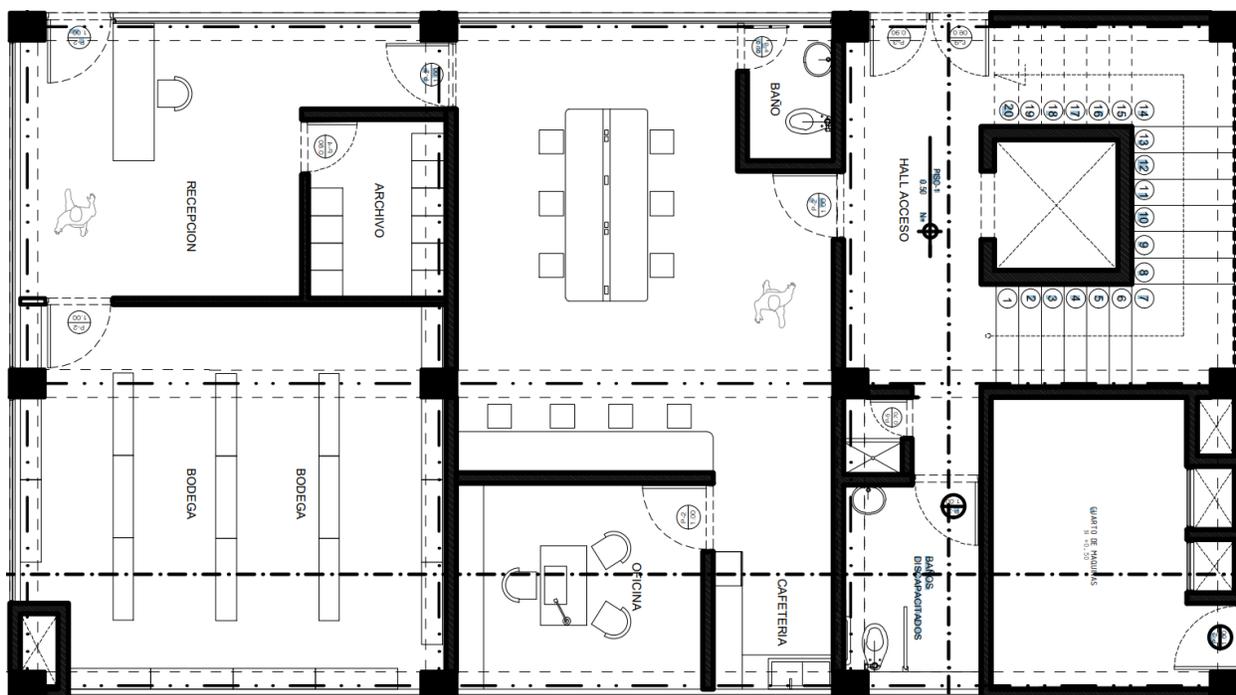


Figura 2. Planta primer piso

Fuente: Diseño arquitectónico

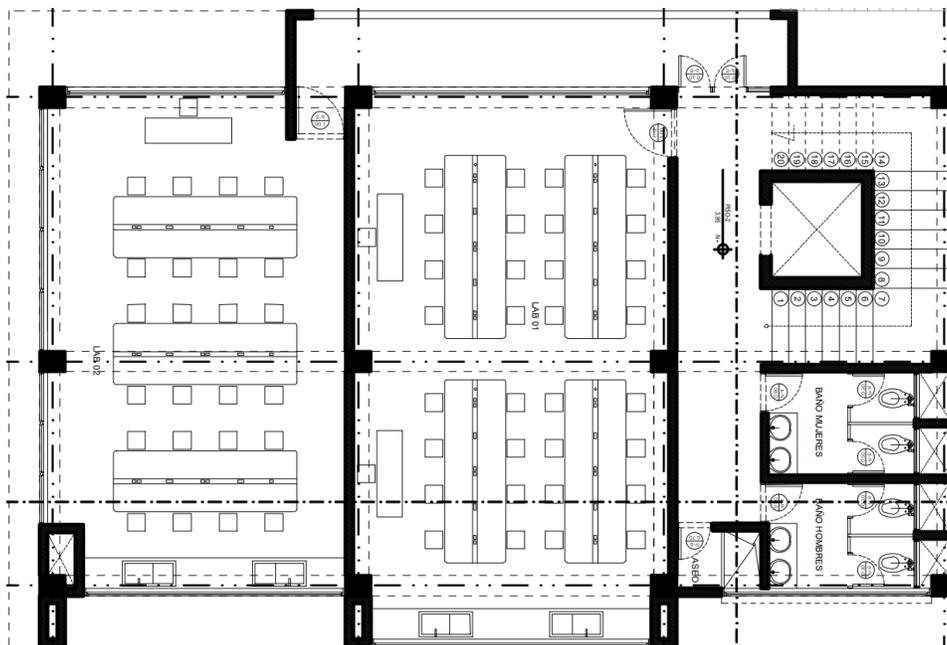


Figura 3. Planta segundo piso

Fuente: Diseño arquitectónico

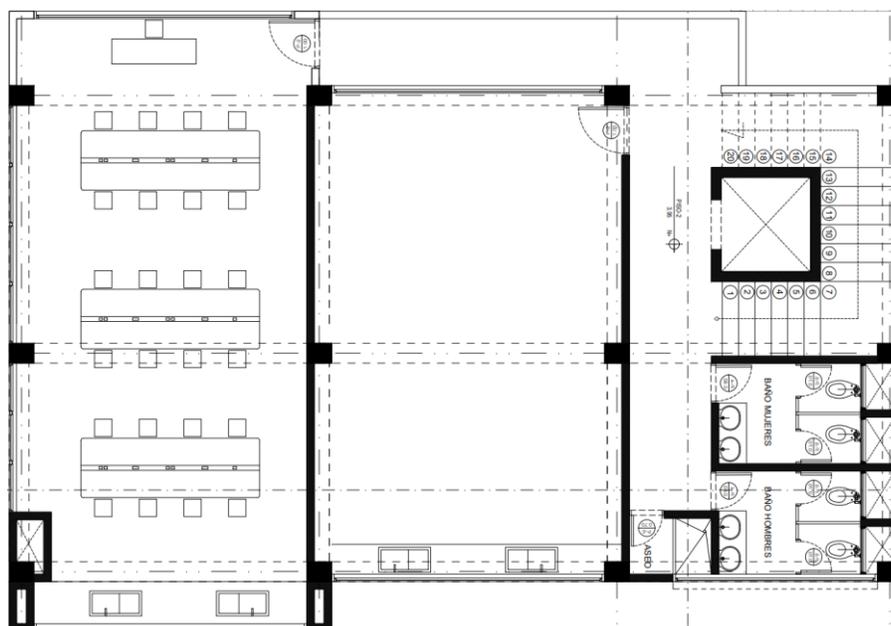


Figura 4. Planta tercer piso

Fuente: Diseño arquitectónico

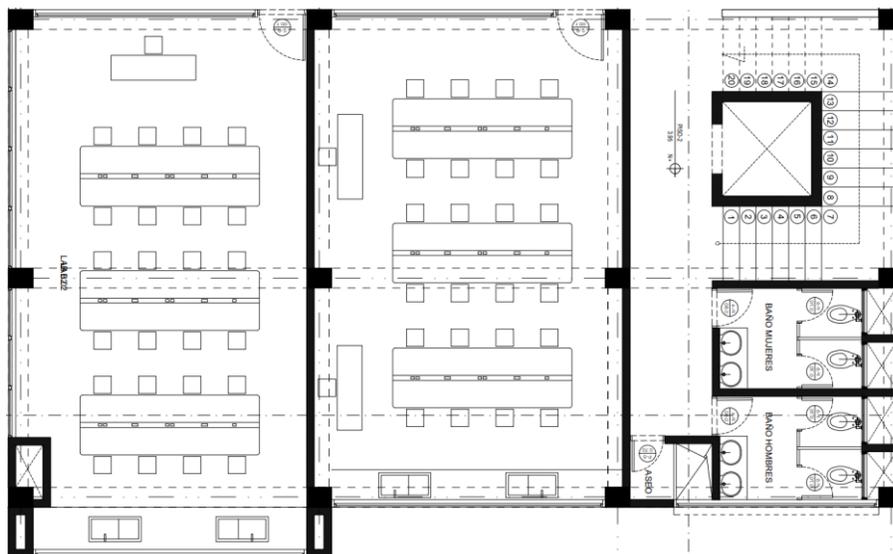


Figura 5. Planta cuarto piso

Fuente: Diseño arquitectónico

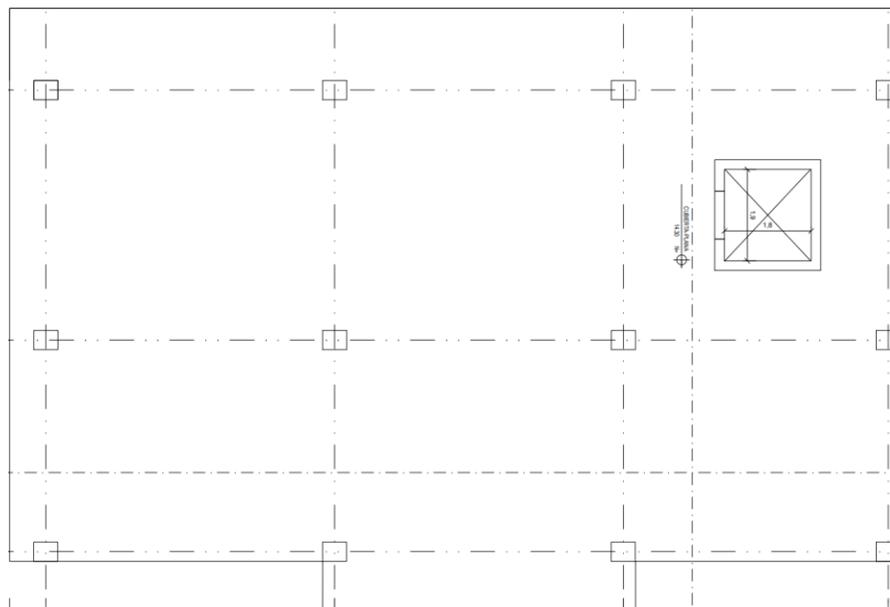


Figura 6. Planta Cubierta

Fuente: Diseño arquitectónico



Figura 7. Fachada este

Fuente: Fotografía tomada en sitio



Figura 8. Fachada sur

Fuente: Fotografía tomada en sitio



Figura 9. Fachada norte

Fuente: Fotografía tomada en sitio



Figura 10. Fachada noroeste

Fuente: Fotografía tomada en sitio



Figura 11. Fachada suroeste

Fuente: Fotografía tomada en sitio



Figura 12. Fachada noreste

Fuente: Fotografía tomada en sitio



Figura 13. Fachada sureste

Fuente: Fotografía tomada en sitio

4.2 Selección de actividades constructivas

Para poder desarrollar cada uno de los objetivos planteados en este proyecto, se procedió a observar y verificar cada una de las actividades a las que se les tomó información, analizándose con el presupuesto inicial y teniendo en cuenta reajustes arquitectónicos que se hicieron luego de firmada el acta de inicio, se tuvo en cuenta la incidencia en cuanto a la cantidad en metro lineal, metro cuadrado y la relevancia de las actividades, puesto que al ser tan extensas, son parte de las más importantes en una edificación.

Tabla 1. *Presupuesto respecto a muros y pañetes edificio de laboratorios de física*

PRESUPUESTO INICIAL RESPECTO A MAMPOSTERIA Y PAÑETES EDIFICIO DE LABORATORIOS DE FISICA			
ITEM	ACTIVIDAD	INCIDENCIA	VALOR TOTAL
1	Muro en bloque No. 5	35%	\$ 21.170.500,00
2	Pañete de interiores	21%	\$ 12.717.900,00
3	Pañete elementos lineales interiores	6%	\$ 3.809.000,00
4	Pañete de exteriores	25%	\$ 15.149.550,00
5	Pañete elementos lineales de fachada	7%	\$ 4.541.550,00
6	Filos y dilataciones	5%	\$ 2.874.040,00
7	Meson en concreto (ancho = 0,60m)	2%	\$ 1.043.284,00

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en el cuadro, las actividades de filos y dilataciones, al igual que los mesones en concreto fueron descartadas, ya que en cuanto a los mesones en concreto son muy pocos y en cuanto a los filos y dilataciones, estos se hacen al mismo tiempo que se ejecutan actividades de pañete. Por lo tanto, solo se refleja representativas las actividades de mampostería en muros (bloque N°5) y pañete (interior, exterior, lineal interior y lineal exterior), pues respecto a sus características en cuanto al cumplimiento de actividades estas fueron escogidas para el análisis del presente estudio, considerando que son las apropiadas para la aplicación de las herramientas Lean, los rendimientos de mano de obra y el cumplimiento de los objetivos que el presente proyecto busca.

4.3 Evaluar los rendimientos de mano de obra y consumo de materiales para las actividades de estudio con la herramienta Lean de Informe semanal de producción con el fin de definir disminuir los desperdicios en tiempo y materiales

4.3.1 Análisis de Rendimientos de mano de obra

Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/ hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre). (Barrera, 2019)

Teniendo en cuenta las herramientas que ofrece la filosofía Lean Construction, se puede comprender que estas herramientas son fundamentales y necesarias para este tipo de obra, puesto que en este proyecto, ni en las obras ejecutadas anteriormente por la contratista se ha llevado una correcta organización, como tampoco una base de rendimientos de obras anteriores, últimamente se ha comenzado por aplicar la cultura de la medición, con el fin de poder llevar en la toma de información para la contratista Claudia Rocío Morales Toledo un correcto orden y constancia, permitiendo la creación de bases de datos, por este motivo se estableció analizar los rendimientos de mano de obra y seguidamente se establecen propuestas de opciones de mejora. Por lo tanto, en este proyecto se permite establecer una comparación de los rendimientos que obtiene una cuadrilla comparándose con la cantidad de obra que esta ejecutó, con el fin de poder determinar las variables que en sí afectan el rendimiento por cuadrilla.

4.3.2 Distribución de cuadrillas

En cumplimiento de las actividades que se analizaron, se tuvo en cuenta una gran cantidad de personal con el fin de dar cumplimiento a la ejecución de las actividades del proceso constructivo, por tal motivo se tuvo en cuenta que constantemente la cantidad de personal variaba dependiendo principalmente de las actividades que se estuvieran ejecutando en el momento, por ejemplo:

- Actividad de pañete interior: Debido a la gran cantidad en metros cuadrados (1550m^2) de pañete interior que presenta toda la edificación, se requirió en varias ocasiones un total de hasta 12 personas repartidas en varias cuadrillas diferentes pero que no se mantuvieron constantes ya que este complejo proceso requirió de varias cuadrillas en diferentes zonas, con el fin de obtener una alta cantidad de obra ejecutada semanalmente intensificando el rendimiento de las cuadrillas.
- Actividad de pañete exterior: Debido a la cantidad en metros cuadrados (255m^2) de pañete exterior que presenta toda la edificación, se requirió en varias ocasiones un total de hasta 5 personas repartidas en dos cuadrillas diferentes (una de dos oficiales y un ayudante, y otra de un oficial y un ayudante) pero que no se mantuvieron constantes.
- Actividad de pañete lineal exterior: la variada cantidad en metros cuadrados (686m^2) de pañete lineal exterior que presenta toda la edificación, se requirió en varias ocasiones un total de hasta 4 personas repartidas en dos cuadrillas de (un oficial y un ayudante) pero que no se mantuvieron constantes.
- Actividad de pañete lineal interior: la gran cantidad en metros cuadrados (875m^2) de pañete lineal interior que presenta toda la edificación, se requirió en varias ocasiones un total de hasta 5 personas repartidas en dos cuadrillas diferentes (una de dos oficiales y un ayudante, y otra de un oficial y un ayudante) pero que no se mantuvieron constantes.
- Actividad de muro en bloque N°5: En esta actividad las cuadrillas fueron bastante variables, ya que en principio el personal trabajador era de dos oficiales y un ayudante, pero como se presentó un repunte de 3 personas más, se finalizó con cuadrillas de 1:1 (un oficial de construcción y un ayudante construcción).

- Actividad de muro en ladrillo a la vista: En esta actividad las cuadrillas fueron mucho más cortas pero más demoradas, ya que normalmente había solo una cuadrilla conformada por 1:1 (un oficial de construcción y un ayudante construcción), y en ocasiones se presentaban cuadrillas 2:1 (dos oficiales de construcción y un ayudante construcción).

4.3.3 Formato utilizado en la toma de información en campo

Este formato se tomó a base de otro proyecto de grado, en el cual fue utilizado con el fin de medir rendimientos y productividad de obra. Este proyecto de grado tiene el siguiente título “Análisis de la productividad, rendimientos de mano de obra y consumos de material durante la etapa de ejecución de la estructura en la torre 1 de la obra Asturias Imperial aplicando herramientas de la filosofía Lean Construction” presentado por la ingeniera Marcela Acosta en el año 2018, siendo perteneciente al semillero Gitoc, en especial a la línea de investigación de la filosofía Lean Construction. Este formato se adaptó y modificó al actual proyecto, con el fin de mejorar la presentación de los resultados.

INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (ISP)									
ACTIVIDAD _____ UNIDAD DE MEDIDA (UM): _____ INFORMACIÓN TOMADA POR: _____									
SEMANA	DIA	CUADRILLA		HORAS	CANTIDAD DE METRAJE REALIZADO	RENDIMIENTO UM/Hh	RENDIMIENTO UM/díaH	CONSUMO hH/díaH	OBSERVACIÓN
		O	A						
1	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	PROMEDIO SEMANAL =								
2	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	PROMEDIO SEMANAL =								

Figura 14. Formato de informe semanal de producción.

Fuente: Figura 50 Formato del Informa Semanal de Producción por Acosta, M. (2018).

El formato que se utilizó está compuesto de la siguiente manera:

Cuadro rojo

- **Semana:** Hace referencia a la semana consecutiva de trabajo realizado en campo, donde es tomada la información.
- **Día:** Está compuesta por los 6 días laborales de la semana, los cuales son de lunes a sábado.
- **Cuadrilla:** Representa a la cantidad del personal trabajador, ya sean oficiales (O) o ayudantes (A), los cuales componen la cuadrilla.
- **Cantidad de metraje realizado:** Es la cantidad de obra ejecutada durante el periodo en el cual se realizó la medición.
- **Rendimiento UM/Hh:** Representa el cálculo de rendimientos en Unidad de medida / Hora Hombre.
- **Rendimiento UM/diaH:** Representa el cálculo de rendimientos en Unidad de medida/Día Hombre.
- **Consumo hH/UM:** Representa el consumo de representa el consumo hora hombre respecto a la unidad de medida.
- **Observación:** Esta casilla únicamente se utiliza en caso de requerirse, de modo que posteriormente permita realizar un análisis y aportes a los resultados.

Cuadro azul

- **Actividad:** Representa el nombre de la actividad que posteriormente se va a analizar.
- **Unidad de medida (UM):** Representa la unidad de medida de la actividad que se va a analizar, ya sean metros lineales o metros cuadrados.

- Información tomada por: Representa el nombre de la persona que toma los datos en campo.

4.3.4 Toma de Datos en campo

A continuación, se presenta un ejemplo del formato ya diligenciado

Luego de tener seleccionada la actividad a la cual se le va a realizar el seguimiento, para este ejemplo se tomó una de mampostería la cual es muro en bloque N°5 y se procedió a llenar cada una de las columnas de la primera semana.

Tabla 2. Ejemplo de formato (informe semanal de producción) diligenciado.

INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (ISP)										
ACTIVIDAD:		MURO BLOQUE N°5			UNIDAD DE MEDIDA (UM):		M2		INFORMACIÓN TOMADA POR:	JHOSMAN OCHOA
SEMANA	DIA	CUADRILLA		HORAS	CANTIDAD DE METRAJE REALIZADO	RENDIMIENTO UM/Hh	RENDIMIENTO UM/diaH	OBSERVACIÓN		
		O	A							
1	1	1	1	8	6,9	0,43	3,45	Se replanteó primer hilada		
	2	1	1	8	13,95	0,87	6,98			
	3	1	1	8	16,7	1,04	8,35			
	4	1	1	8	9,4	0,59	4,70			
	5	1	1	8	9,35	0,58	4,68			
	6								Trabajadores en otras actividades	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,70	5,63			

Fuente: Elaboración propia

- Luego de registrar los datos en campo, se procede a diligenciar los formatos, identificando el día laborado y en la columna de cuadrilla se diligencia la cantidad ya sea de oficiales o de ayudantes que realizaron la actividad.
- Seguidamente se conoce que diariamente son 8 horas laborales, por lo tanto, este es el tiempo por el cual se determina la duración de la actividad, sabiendo que los días sábados únicamente son 5 horas laborales.
- Por último, se coloca la cantidad de obra ejecutada en cada día.

- Continuamente luego de obtener toda la anterior información cuadrilla, tiempo, y la cantidad de obra ejecutada, se debe proceder a calcular los rendimientos de mano de obra tal cual como a continuación se muestra, por lo tanto se ejecuta el siguiente procedimiento: El día uno trabajó una cuadrilla 1:1 (un oficial y un ayudante) durante un periodo de 8 horas, donde se ejecutaron las primeras hiladas de bloque N°5, realizándose las divisiones del primer piso, teniendo un avance de 6,2 m² de muro. A partir de esta información se procede a calcular los rendimientos de mano de obra:

$$\text{➤ Rendimiento } m^2/h * H = 6,2/8 * 2 = 0.387 m^2/hH$$

$$\text{➤ Rendimiento } m^2/dia * H = 6,2/1 * 2 = 3.1 m^2/dia * H$$

- La cuadrilla en este primer día de la semana laboral obtuvo los siguientes rendimientos de mano de obra; 0.39m²/hH y a su vez 3.1m²/diaH.

4.3.5 Resultados y análisis de los rendimientos de mano de obra obtenidos

A continuación de acuerdo a este estudio se muestra las actividades en las que se le identificaron los rendimientos de mano de obra y los resultados que se obtuvieron en la investigación.

4.3.5.1 Muro en bloque N°5

Ver anexo 01, para observar todos los datos obtenidos en campo, con el fin de obtener los siguientes resultados:

En la actividad de muro en bloque N°5, se tiene en cuenta todos los muros elaborados en la edificación que corresponden específicamente a este tipo de bloque, por lo tanto, esta actividad se mide por unidad de M² considerando que en esta actividad los rendimientos varían

dependiendo específicamente de la cuadrilla óptima acorde a la cantidad de obra ejecutable y de la cantidad de trabajadores que la ejecutan.

A continuación, se muestra grafico del informe semanal de producción teniendo en cuenta los rendimientos M2/diaH desde la semana en que se inició con actividades de muro en bloque N°5 hasta que se ejecutó en su totalidad.

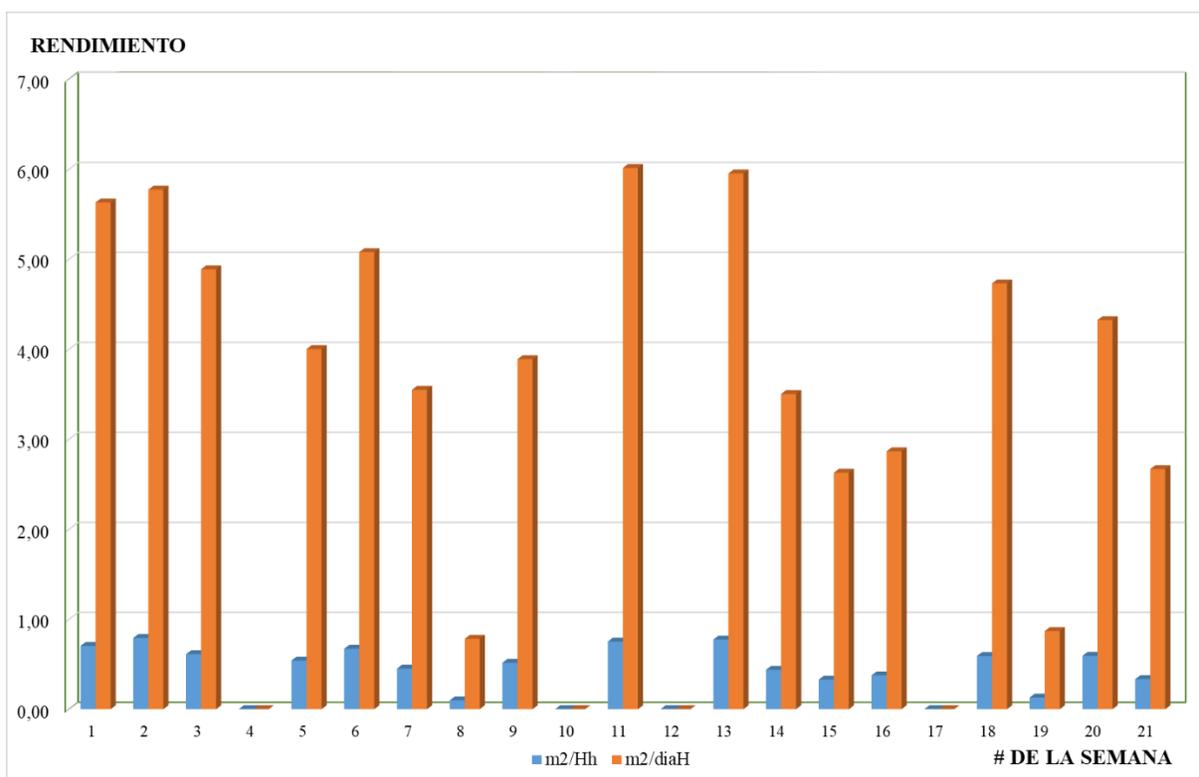


Figura 15. Rendimiento de mano de obra en la actividad de muro en bloque N°5

Fuente: Elaboración propia

Estas actividades iniciaron el 25 de julio del 2022, con una cuadrilla 1:1, donde se realizó el replanteo de las divisiones del primer piso y el alzado de varios muros que le pertenecen, se obtuvo una similitud en rendimientos de aproximadamente 5.7 M2/diaH en las dos primeras semanas y para la tercera semana, aunque en los dos primeros días se obtuvo una cuadrilla 2:1, el rendimiento disminuyó debido a que también se realizaron dinteles. Las semanas 4, 10, 12 y 17

no se realizaron actividades debido a falta de personal, luego para las siguientes semanas hasta finalizar con las actividades de muro en bloque N°5, se obtuvieron rendimientos de entre 3,5 y 5 M2/diaH, debido a que en variadas ocasiones estas cuadrillas también realizaban otras actividades como dinteles o armados de columnetas. También se observa que en las semanas 11 y 13 se registraron picos de rendimiento debido a que se tuvo una cuadrilla 2:1 dedicada únicamente para alzado de muro en bloque N°5.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que los rendimientos en cuanto muro en bloque N°5, se ven principalmente afectados debido a las siguientes variables:

- Constante variación en cuanto al número de personal en las cuadrillas para poder ejecutar la actividad de muro en bloque N°5.
- Armado y desarmado de andamios para llegar a diferentes alturas.
- Desplazamiento desde el punto de donde se descargaba el mortero, hasta el lugar donde se estaba realizando la actividad, este tiempo mal invertido reduce la productividad.
- El rendimiento disminuyó debido a que también se realizaron en algunos los dinteles de puertas y ventanas simultáneamente

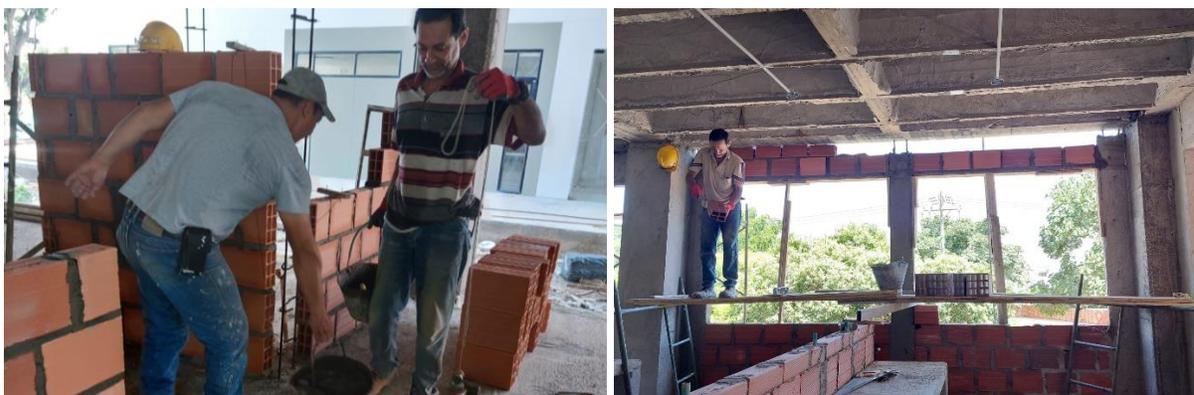


Figura 16. Desplazamiento por transporte de mortero y elaboración de dintel.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.3.5.2 Muro en ladrillo a la vista

Ver anexo 02, para observar todos los datos obtenidos en campo, con el fin de obtener los siguientes resultados:

En la actividad de muro ladrillo a la vista, se tiene en cuenta todos los muros elaborados en la edificación que corresponden específicamente a este tipo de ladrillo, por lo tanto, esta actividad se mide por unidad de M2 considerando que en esta actividad los rendimientos varían dependiendo específicamente de la cuadrilla óptima acorde a la cantidad de obra ejecutable y de la cantidad de trabajadores que la ejecutan.

A continuación, se muestra grafico del informe semanal de producción teniendo en cuenta los rendimientos M2/diaH desde la semana en que se inició con actividades de muro en ladrillo a la vista hasta que se ejecutó en su totalidad.

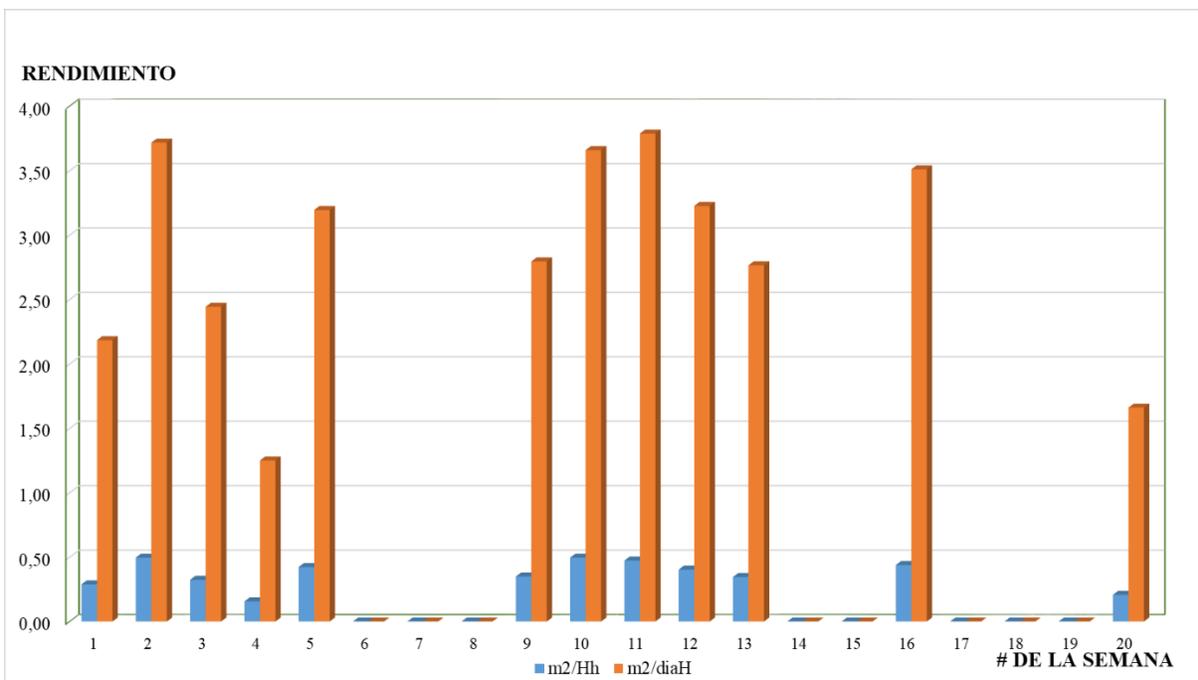


Figura 17. Rendimiento de mano de obra en la actividad de muro en ladrillo a la vista

Fuente: Elaboración propia

Estas actividades iniciaron el 01 de agosto del 2022, con una cuadrilla de un oficial y un ayudante (1:1), cuadrilla que se mantuvo hasta la semana 3 presentando rendimientos de entre 2,18 y 3,72 M²/diaH, resaltando que los bajos rendimientos eran debido a que se debían armar y desarmar andamios y también realizar dinteles, sin embargo en la segunda semana se presentó un alto rendimiento debido a que esta cuadrilla únicamente se dedicó a alzado de muro, finalizando el primer piso el lunes de la 4 semana con un bajo rendimiento puesto que era un dintel de una ventana. Continuamente en las semanas laboradas se tuvieron rendimiento muy similares que oscilan entre 2,7 y 3,7 M²/diaH, a excepción de la última semana la cual presentó un rendimiento bajo debido a que no faltaba gran cantidad por ejecutar, sin embargo, se puede resaltar que en ciertas semanas no se laboró principalmente debido a falta de personal.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que los rendimientos en cuanto muro en ladrillo a la vista, se ven principalmente afectados debido a las siguientes variables:

- Poco número de personal en las cuadrillas para poder ejecutar la actividad de muro en ladrillo a la vista.
- Armado y desarmado de andamios para llegar a diferentes alturas.
- Desplazamiento desde el punto de donde se descargaba el mortero, hasta el lugar donde se estaba realizando la actividad, este tiempo mal invertido reduce la productividad.
- Elaboración de dinteles de ventanas.



Figura 18. Desplazamiento producido por transporte de mortero y trabajo sobre andamio

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.3.5.3 Pañetes interiores

Ver anexo 03, para observar todos los datos obtenidos en campo, con el fin de obtener los siguientes resultados:

En la actividad de pañete interior, se tiene en cuenta que esta actividad se mide por unidad de M2 considerando que en esta actividad los rendimientos varían demasiado dependiendo específicamente de la cuadrilla óptima acorde a la cantidad de obra ejecutable y de la cantidad de trabajadores que la ejecutan.

A continuación, se muestra grafico del informe semanal de producción teniendo en cuenta los rendimientos M2/diaH desde la semana en que se inició con actividades de pañete interior hasta que se ejecutó en su totalidad.

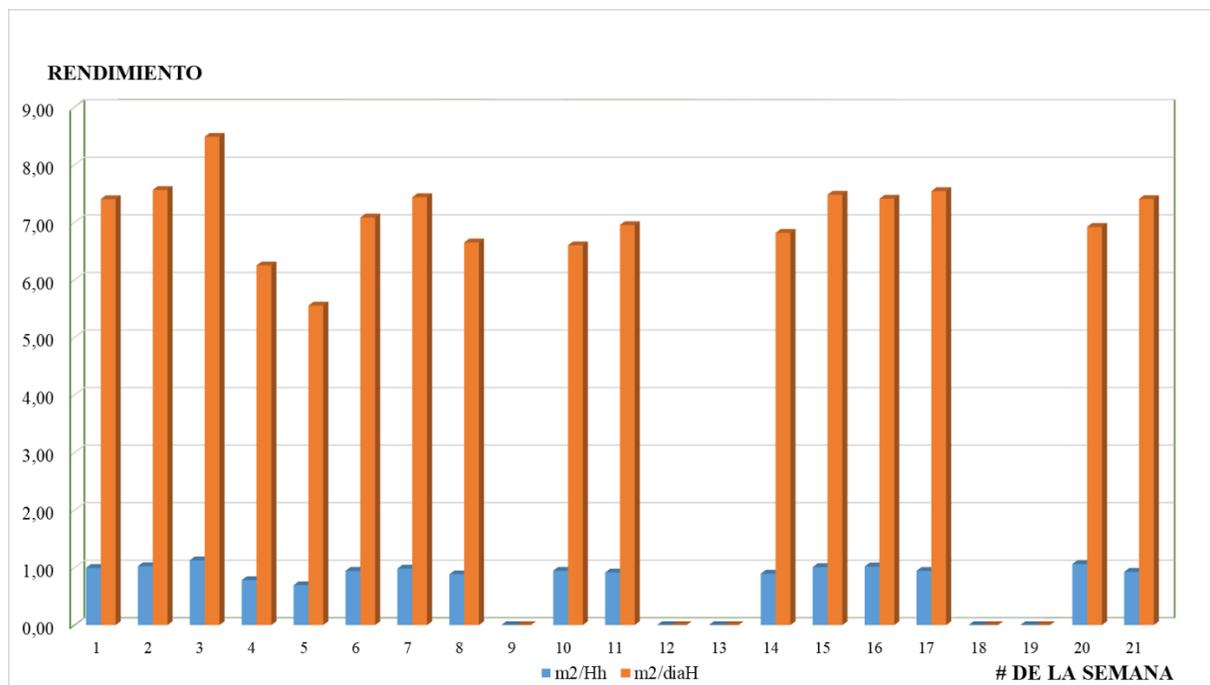


Figura 19. Rendimiento de mano de obra en la actividad de muro en ladrillo a la vista

Fuente: Elaboración propia

Estas actividades iniciaron el 02 de agosto del 2022, con una cuadrilla 1:1 en la primera semana, obteniendo un rendimiento de 7,4 M2/diaH, rendimiento que básicamente se mantuvo en las próximas semanas a excepción de la semana 4 y 5, debido a que en esta semana se disminuyó de una cuadrilla 2:2 a una cuadrilla 1:1, sin embargo se resalta que en ciertos días el rendimiento es bajo debido a que se deben armar y desarmar andamios. En la semana seis, hubo un ingreso de hasta 2 oficiales y un ayudante más a realizar estas actividades, por ende, se presentó una mayor producción de más de 25 M2 diarios, sin embargo el rendimiento se siguió manteniendo por el resto de semanas laboradas. Cabe resaltar que durante el mes de septiembre, octubre y noviembre hubo semanas en las que no se laboraron debido a falta de personal. También es de resaltar que parte de los bajos rendimientos presentados son debidos a que el

maestro de obra tenía muy poco personal disponible para laborar en ciertas semanas, por ende estos cambios repentinos en ciertos días generan retrasos en la ejecución de las actividades.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que los rendimientos en cuanto al pañete interior se ven principalmente afectados debido a las siguientes variables:

- Constante variación en cuanto al número de personal en las cuadrillas para poder ejecutar la actividad de pañete interior.
- Muros con desplome de hasta 5cm en especial los muros de las escaleras.
- Desplazamiento desde el punto de donde se realizaba el mortero, hasta el lugar donde se estaba realizando la actividad, este tiempo mal invertido reduce la productividad.



Figura 20. Punto de elaboración de mortero hasta donde se realiza la actividad.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.3.5.4 Pañete lineal interior

Ver anexo 04, para observar todos los datos obtenidos en campo, con el fin de obtener los siguientes resultados:

En la actividad de pañete lineal interior, se tiene en cuenta todos aquellos muros o bordes menores a 60cm de ancho, por lo tanto, esta actividad se mide por unidad de ML considerando que en esta actividad los rendimientos varían demasiado dependiendo específicamente de la cuadrilla óptima acorde a la cantidad de obra ejecutable y de la cantidad de trabajadores que la ejecutan.

A continuación, se muestra grafico del informe semanal de producción teniendo en cuenta los rendimientos ML/diaH desde la semana en que se inició con actividades de pañete lineal interior hasta que se ejecutó en su totalidad.

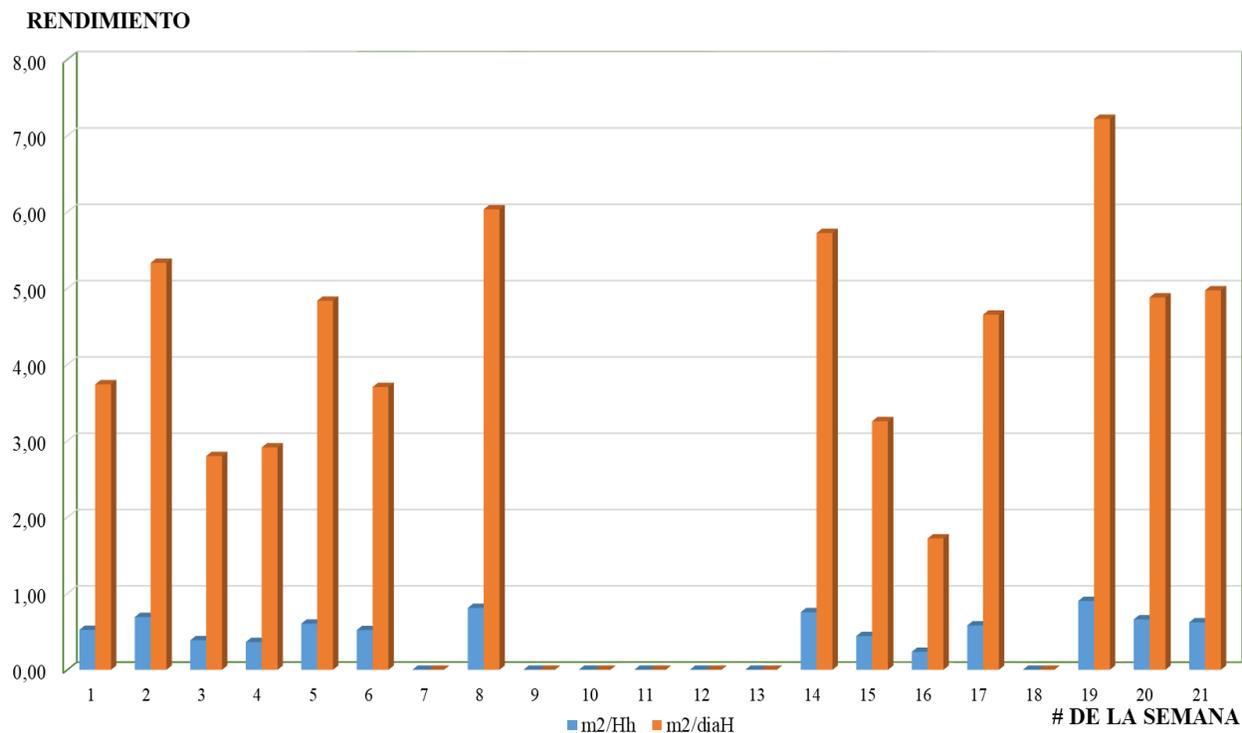


Figura 21. Rendimiento de mano de obra en la actividad de pañete lineal interior

Fuente: Elaboración propia

En la semana 1, se pudo establecer que las mismas cuadrillas que estaban realizando el pañete interior, al mismo tiempo estuvieran realizando el pañete lineal interior, esto con el fin de que se tuviera un progreso constante en la obra, Proceso que se repitió con normalidad hasta la semana 17 a excepción de las semanas en que no se laboró en esta actividad, obteniendo rendimientos desde 2,8 ML/díaH hasta 6 ML/díaH, rendimientos que variaron significativamente debido a que esta actividad únicamente se realizaba a medida de que se estaba avanzando en M2, donde el maestro de obra tuvo que incluir una cuadrilla más de 2:1 para realizar específicamente estas actividades, pero en la semana 18 esta cuadrilla se dedicó a realizar otras actividades ajenas a pañetes, volviendo a laborar nuevamente hasta la semana 19, donde comenzó a obtener un rendimiento de 7,22 ML/díaH, un buen rendimiento debido a que se dispuso una cuadrilla independiente para realizar actividades de pañete lineal en las ventanas del cuarto piso. Disminuyendo este rendimiento en la semana 20 y 21 a aproximadamente 4,9 ML/díaH, esto debido a que tenían que utilizar andamios y se estaban pañetando las vigas y columnas de las escaleras.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que los rendimientos en cuanto al pañete lineal interior se ven principalmente afectados debido a las siguientes variables:

- Constante variación en cuanto al número de personal en las cuadrillas para poder ejecutar la actividad de pañete lineal interior.
- Muros con desplome de hasta 5cm en especial las vigas y columnas de las escaleras.
- Desplazamiento desde el punto de donde se descargaba el mortero, hasta el lugar donde se estaba realizando la actividad, este tiempo mal invertido reduce la productividad.
- Falta de personal en algunas semanas.

4.3.5.5 Pañete exterior

Ver anexo 05, para observar todos los datos obtenidos en campo, con el fin de obtener los siguientes resultados:

En la actividad de pañete exterior, se tiene en cuenta que esta actividad se mide por unidad de M2 considerando que en esta actividad los rendimientos varían demasiado dependiendo específicamente de la cuadrilla óptima acorde a la cantidad de obra ejecutable y de la cantidad de trabajadores que la ejecutan.

A continuación, se muestra grafico del informe semanal de producción teniendo en cuenta los rendimientos M2/diaH desde la semana en que se inició con actividades de pañete exterior hasta que se ejecutó en su totalidad.

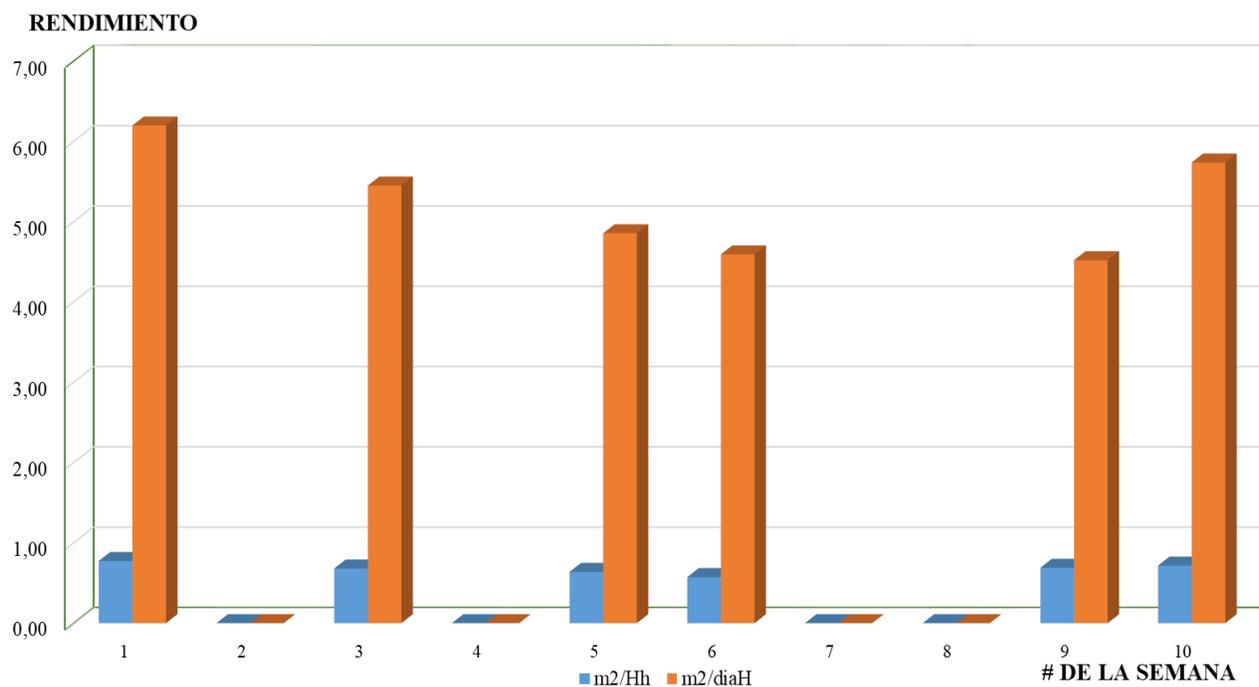


Figura 22. Rendimiento de mano de obra en la actividad de pañete exterior

Fuente: Elaboración propia

Estas actividades se comenzaron a realizar el 5 de octubre de 2022 con una cuadrilla 1:1 presentando un rendimiento de 6,2 M²/díaH, fue el rendimiento más alto en sí debido a que esta cuadrilla únicamente se dedicó a realizar las partes que se podían en M², en las semanas 2, 4, 7 y 8, no se realizaron actividades principalmente por falta de personal, ya que si había muros por realizar en pañete. Durante la tercera semana hubo el apoyo de otro oficial más, es decir que se tuvo una cuadrilla 2:1 realizando esta actividad presentando una producción de 81,75 M² y un rendimiento un poco más bajo al anterior debido a que la cuadrilla debía también realizar partes lineales y dilataciones. Luego se mantuvo la cuadrilla 1:1 laborando, aunque solo ciertos días de las semanas hasta finalizar las actividades de pañete exterior, presentando bajos rendimientos debido a que se debían armar y desarmar andamios para poder pañetar en los exteriores que se encontraban a mucha altura.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que los rendimientos en cuanto al pañete exterior se ven principalmente afectados debido a las siguientes variables:

- Constante variación en cuanto al número de personal en las cuadrillas para poder ejecutar la actividad de pañete exterior.
- Armado y desarmado de andamios para llegar a diferentes alturas.
- Muros con desplome de hasta 3 y 4 cm en especial los muros de las escaleras.
- Desplazamiento desde el punto de donde se descargaba el mortero, hasta el lugar donde se estaba realizando la actividad, este tiempo mal invertido reduce la productividad.

4.3.5.6 Pañete lineal exterior

Ver anexo 06, para observar todos los datos obtenidos en campo, con el fin de obtener los siguientes resultados:

En la actividad de pañete lineal exterior, se tiene en cuenta todos aquellos muros o bordes exteriores menores a 60cm de ancho, por lo tanto, esta actividad se mide por unidad de ML considerando que en esta actividad los rendimientos varían demasiado dependiendo específicamente de la cuadrilla óptima acorde a la cantidad de obra ejecutable y de la cantidad de trabajadores que la ejecutan.

Esta actividad se podría decir que fue en parte independiente a la actividad de pañete exterior, pues hubo días en que las cuadrillas de pañete interior también realizaban esta actividad, como también días en que solo se realizó pañete lineal exterior.

A continuación, se muestra grafico del informe semanal de producción teniendo en cuenta los rendimientos ML/diaH desde la semana en que se inició con actividades de pañete lineal exterior hasta que se ejecutó en su totalidad.

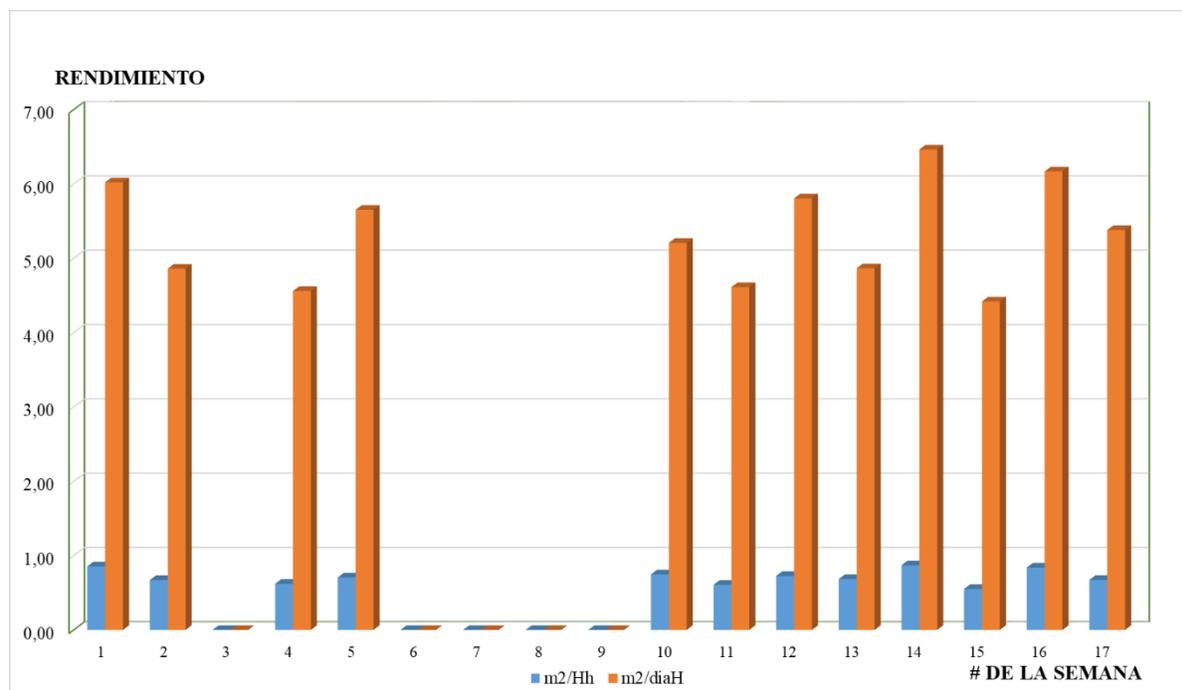


Figura 23. Rendimiento de mano de obra en la actividad de pañete lineal exterior

Fuente: Elaboración propia

Estas actividades se comenzaron a realizar el 01 de septiembre de 2022, mucho antes que las actividades de pañete exterior debido a que en variadas ocasiones quienes las ejecutaban era la misma cuadrilla que realizaba pañete interior, ya que en su variedad eran muros que tenían ventanas o puertas que daban a la fachada y por lo tanto estos son lineales exteriores. Durante la primera semana una cuadrilla 2:1 tuvo un rendimiento de 6,02 ML/diaH, y para la segunda semana se presentó un rendimiento menor de 4,86 ML/diaH, rendimiento que se mantuvo similarmente para las semanas 4 y 5 debido a que la cuadrilla también estaba realizando M2, luego en la semana 3 y de la 6 a la 9 no se realizaron estas actividades principalmente por falta de personal, y de la semana 10 en adelante se tuvo rendimientos similares aunque hubo variaciones en las cuadrillas, pero sus producciones si eran en ocasiones mucho más altas, resaltando que en la semana 14 se presentó el rendimiento más alto debido a que se tuvieron hasta tres oficiales y dos ayudantes realizando estas actividades en conjunto con el pañete interior.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que los rendimientos en cuanto al pañete lineal exterior se ven principalmente afectados debido a las siguientes variables:

- Constante variación en cuanto al número de personal en las cuadrillas.
- Armado y desarmado de andamios para llegar a diferentes alturas.
- Columnas y vigas con desplome de hasta 3 cm en especial las de la parte de las escaleras y la fachada sur.
- Desplazamiento desde el punto de descargue de mortero a donde se ejecuta la actividad.

4.3.6 Comparación de los rendimientos (hH) con proyecto de grado realizado con anterioridad.

La tesis de grado titulada “análisis de la productividad, rendimientos de mano de obra y consumo de material con la implementación de la herramienta value stream mapping en la etapa de acabados del proyecto bienestar universitario de la universidad Francisco de Paula Santander”, presentada por el ingeniero German Andrés Barrera Casanova. Al igual que el presente proyecto de grado incluyó análisis de productividad y rendimientos de mano de obra, por lo tanto, se consideró de gran importancia hacer una comparación entre los rendimientos anteriormente establecidos en las actividades de pañete con los rendimientos tomados en el actual proyecto.

4.3.6.1 Pañetes interiores y lineales interiores

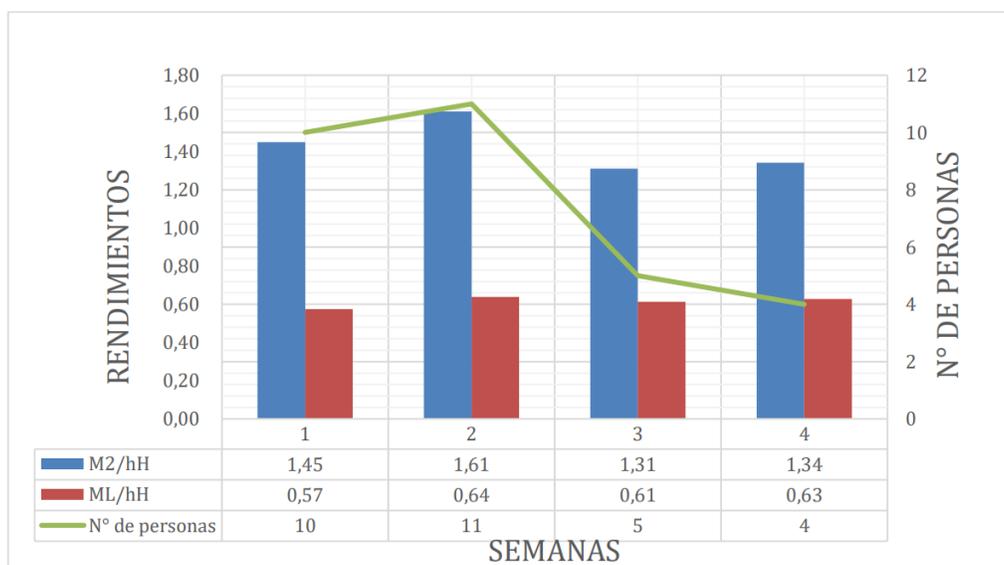


Figura 28. Rendimiento Semanal de Pañetes Internos (Barrera, 2019)

Fuente: Proyecto de grado. German A Barrera (Barrera, 2019)

4.3.6.1.1 Comparación rendimientos en M2/hH y ML/hH

Teniendo en cuenta el gráfico anterior, se evidencia que de acuerdo al análisis del pañete interior de la tesis de grado realizada por el ingeniero German Barrera, se presentó un

rendimiento de entre 1,31 M2/hH hasta 1,61 M2/hH, en cambio en el presente proyecto de grado, se registraron rendimientos semanales entre 0,78 M2/hH hasta 1.12 M2/hH.

Ahora, tomando en cuenta el rendimiento del pañete lineal interior de la tesis de grado del ingeniero German Barrera, se evidencia que tuvo un rendimiento entre 0,57 ML/hH hasta 0,64 ML/hH, en cambio en el presente estudio en variadas se obtuvieron rendimientos un poco más altos de hasta 0,90 ML/hH.

Se puede resaltar que en la construcción del edificio de bienestar universitario había más personal realizando estas actividades y se ejecutaron en su totalidad en un periodo de un mes, en cambio en el presente estudio se evidenció falta de personal para ejecutar actividades en variadas ocasiones.

4.3.6.2 Pañetes exteriores y lineales exteriores

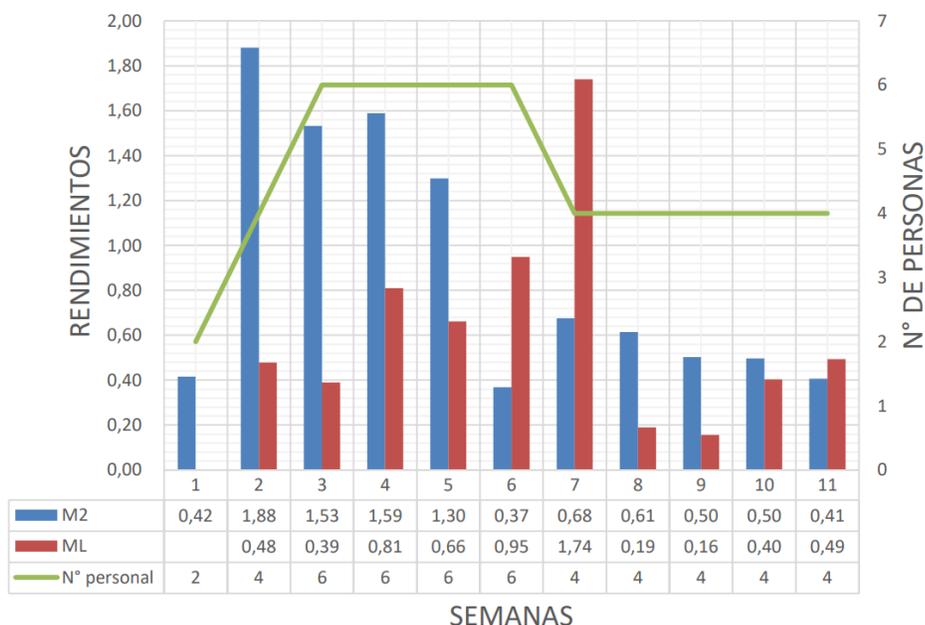


Figura 29. Rendimiento Semanal de Pañetes Externos (Barrera, 2019)

Fuente: Proyecto de grado. German A Barrera (Barrera, 2019)

4.3.6.2.1 Comparación rendimientos en M2/hH y ML/hH

De acuerdo al anterior grafico se observa que los rendimientos en M2 fueron muy variados, pues en la primer semana se tuvo un rendimiento de 0,42 M2/hH y en la segunda semana hubo más personal aumentando este rendimiento a 1,88 M2/hH, sin embargo el resto de semanas el rendimiento fue disminuyendo hasta 0,68 y 0,37 M2/hH y se mantuvo en ese rango hasta finalizar las actividades, en cambio en el actual estudio se evidenciaron rendimientos más o menos constantes entre 0,57 M2/hH hasta 0,77 M2/hH, resaltando que en el estudio hecho por el ingeniero German Barrera aunque se tenía más personal realizando esta actividad, el rendimiento en algunas ocasiones fue significativamente menor al actual estudio. Para la actividad de pañete lineal exterior se observa que el estudio realizado por el ingeniero German Barrera presentó rendimientos que varían desde 0,16 ML/hH hasta 1,74 ML/hH, sin embargo, en la mayoría de semanas fue inferior a 0,6 ML/hH, en cambio en el actual estudio los rendimientos variaron entre 0,55 ML/hH y 0,87 ML/hH, siendo un poco más estable aunque se contaba con menos personal ejecutando la actividad.

4.3.7 Análisis de consumo de cemento

El análisis de consumo de cemento define la necesidad de determinar qué actividades son las que más lo consumen, con qué propósito es consumido y la determinación de los desperdicios producidos en el uso de este producto. Se puede establecer en teoría que 5% es el porcentaje aceptable de desperdicio de cemento y las variaciones que pueda tener este porcentaje se presentan por diferentes tipos de factores, ya sea por transporte, espesores en juntas en ladrillos, o desplome en muros, vigas, columnas, etc. puesto que obligan a realizar pañetes de mayor espesor. Por lo tanto realizar un control de este producto, facilitó la identificación de las actividades que mayor desperdicio generaban.

4.3.8 Formato utilizado para el análisis de consumo

Se tomó como base un formato de control de materiales utilizado con anterioridad por el semillero de investigación (SITOC) perteneciente a la universidad Francisco de Paula Santander, formato que se modificó y adaptó al actual proyecto con el fin de mejorar la presentación posterior de los resultados.

Tabla 3. *Formato de control de materiales (cemento)*

ACTIVIDAD :		CONTROL DE MATERIALES									
		MATERIAL:	CEMENTO	CANTIDAD POR PAQUETE	42,5	UNIDAD (UM) : KILO					
FECHA	CANTIDAD (M2)	OBSERVACIONES	CONSUMO MATERIAL POR UM:				COSTO MATERIAL:				
			PROYECTADO SEGÚN DOSIFICACION TEORICA		UTILIZADO REALMENTE EN OBRA			PERDIDAS			
			CANTIDAD	COSTO \$	# DE BOLSAS	CANTIDAD	COSTO \$	CANTIDAD	%	COSTO \$	
			TOTAL BOLSAS UTILIZADAS DE CEMENTO			TOTAL COSTO		TOTAL DESPERDICIO			

Fuente: Semillero SITOC - U.F.P.S

El formato utilizado para el control del cemento está compuesto de la siguiente manera:

- Actividad: Se define la actividad en la cual se va a realizar el control del cemento.
- Fecha: Fecha en la cual se realizó la observación para el control del cemento.
- Cantidad: Cantidad en M2 de la actividad a la cual se le realiza el control.
- Observaciones: En caso de que exista una observación, se debe digitalizar con el fin de justificar los datos.
- Material: Representa el material o producto al cual se le va a realizar el control.
- Cantidad por paquete: Define la cantidad de contenido que trae el producto en su interior, en caso del cemento el paquete comercial utilizado contiene 42,5kg.

- Unidad (UM): Representa la unidad representativa del paquete, en este caso es el kilogramo.
- Consumo material por UM: Es la cantidad de UM (kilogramos) necesaria para ejecutar un M2 de la actividad.
- Costo material: Representa el valor monetario por unidad de medida (kilogramo)
- Proyectado según dosificación teórica: Representa la cantidad teórica en kilogramos necesaria para ejecutar la actividad, por lo tanto, es el producto entre los M2 ejecutados y el consumo necesario por cada M2, y el costo es el valor monetario que esta cantidad tiene.
- Utilizado realmente en obra: Hace referencia a la cantidad de bolsas de cemento utilizados por la cantidad de kilogramos que contiene el paquete, y el costo que este conllevó es la cantidad utilizada realmente en obra por el costo de cada kilogramo de cemento..
- Perdidas: Representa en sí el desperdicio obtenido en la ejecución de la actividad, por lo tanto, cantidad es la diferencia entre cantidad utilizada en obra y la cantidad proyectada, “%” representa el porcentaje de desperdicio y costo, es el valor que tiene la cantidad desperdiciada en obra.

4.3.8.1 Toma de datos

Luego de definir la actividad en la cual se va a realizar control de cemento, en caso de este ejemplo se utilizó muro en ladrillo a la vista, se procede a rellenar las columnas de fecha, consumo material por UM, costo material, cantidad (M2) y observaciones si las hay, y el restante de las columnas se rellenan solas debido a la programación de la hoja de cálculo.

Tabla 4. Formato diligenciado de control de cemento en muro de ladrillo a la vista

ACTIVIDAD :		MURO EN LADRILLO A LA VISTA	CONTROL DE MATERIALES							
			MATERIAL: CEMENTO	CANTIDAD POR PAQUETE	42,5	UNIDAD (UM) : KILOGRAMO				
FECHA	CANTIDAD (M2)	OBSERVACIONES	CONSUMO MATERIAL POR UM:			16,13	COSTO MATERIAL:		\$ 588,24	
			PROYECTADO SEGÚN DOSIFICACION TEORICA		UTILIZADO REALMENTE EN OBRA			PERDIDAS		
			CANTIDAD	COSTO \$	# DE BOLSAS	CANTIDAD	COSTO \$	CANTIDAD	%	COSTO \$
1/08/2022	3,77	Desperdicio en transporte e instalación	60,83	\$ 35.780,54	1,5	63,75	\$ 37.500,00	2,92	5%	\$ 1.719,46
2/08/2022	4,97		80,19	\$ 47.169,57	2	85	\$ 50.000,00	4,81	6%	\$ 2.830,43
3/08/2022	6,14		99,07	\$ 58.273,88	2,5	106,25	\$ 62.500,00	7,18	7%	\$ 4.226,12
4/08/2022	3,80		61,31	\$ 36.065,27	1,5	63,75	\$ 37.500,00	2,44	4%	\$ 1.434,73
5/08/2022	5,02		80,99	\$ 47.644,12	2	85	\$ 50.000,00	4,01	5%	\$ 2.355,88
6/08/2022	2,51		40,50	\$ 23.822,06	1	42,5	\$ 25.000,00	2,00	5%	\$ 1.177,94
			422,88	\$ 248.755,43	10,5	446,25	\$ 262.500,00	23,37	5,3%	\$ 13.744,57
			TOTAL BOLSAS UTILIZADAS DE CEMENTO	\$ 10,50	TOTAL COSTO	\$ 262.500,00	TOTAL DESPERDICIO	\$ 13.744,57		

Fuente: Elaboración propia.

4.3.9 Consumo de cemento en las actividades

Para el consumo de cemento en las actividades, fue fundamental definir que las actividades se pudieran medir en metros cuadrados (M2), por lo tanto esta unidad de medida abarca tanto actividades de muros, como también actividades de pañetes, con el fin de poder cuantificar fácilmente la cantidad de desperdicios, por lo tanto para las actividades de pañetes lineales tanto interiores como de exteriores, no se les realizó control de cemento en pañete, debido que a la hora de cuantificarlas el ancho en su mayoría era muy diferente y la unidad de medida de estas actividades es el metro lineal (ML).

4.3.9.1 Consumo de cemento en muro en bloque N°5

Ver anexo 07. Donde se puede observar los datos que se obtuvieron en campo para la obtención de los siguientes resultados:

En la actividad de muros en bloque N°5, se presentan variaciones en el consumo de cemento, resaltando que siempre el consumo en obra fue mayor al consumo proyectado como se observa en la gráfica 21. También se debe de tener en cuenta que el consumo es directamente

proporcional a la cantidad en M2 de muro en bloque N°5 ejecutado semanalmente. Sin embargo también se puede entender que únicamente durante las tres primeras semanas la cantidad en M2 ejecutada de muro en bloque N°5 fue muy similar y luego comenzó presentar una serie de variaciones debido a que no todas las semanas las cuadrillas estaban dedicadas netamente a realizar muros en bloque N°5, puesto a que en ocasiones únicamente se realizaba esta actividad por uno o dos días en una semana o simplemente habían semanas en las que no se realizaba la actividad como lo es el caso de las semanas 4, 10, 12 y 17. Generando en el cronograma de obra.

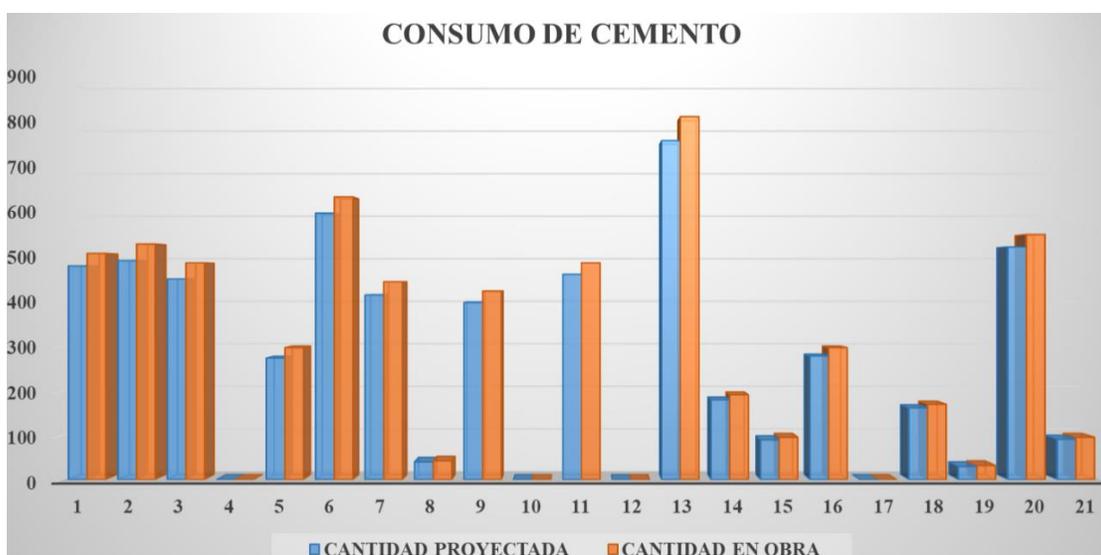


Figura 24. Diferencia entre cantidad proyectada y cantidad en obra de muros de bloque N°5

Fuente: Elaboración propia

4.3.9.1.1 Porcentaje de desperdicio

En el gráfico de la figura 22, se muestra el porcentaje de desperdicio de cemento que tuvo la actividad de muros en bloque N°5 durante las semanas en las que se ejecutó esta actividad.

En este tipo de actividad los desperdicios son muy similares, pues están entre un rango semanal de 5,1% y 9,5%. Por lo tanto, en el estudio realizado y de acuerdo a la figura se pudo observar que en la semana 3, 5 y 9 se presentaron los mayores porcentajes de desperdicio con

una variación desde 7,9% hasta 9,5%, siendo los porcentajes más altos en esta actividad, y esto es debido a que la cuadrilla que estaba realizando esta actividad, estaba dejando las juntas de separación con un espesor de hasta 6 cm. En cambio, los porcentajes inferiores a 7,5% de desperdicio obtenidos, con regularidad fueron debidos al momento de la instalación y/o transporte del mortero de pega.

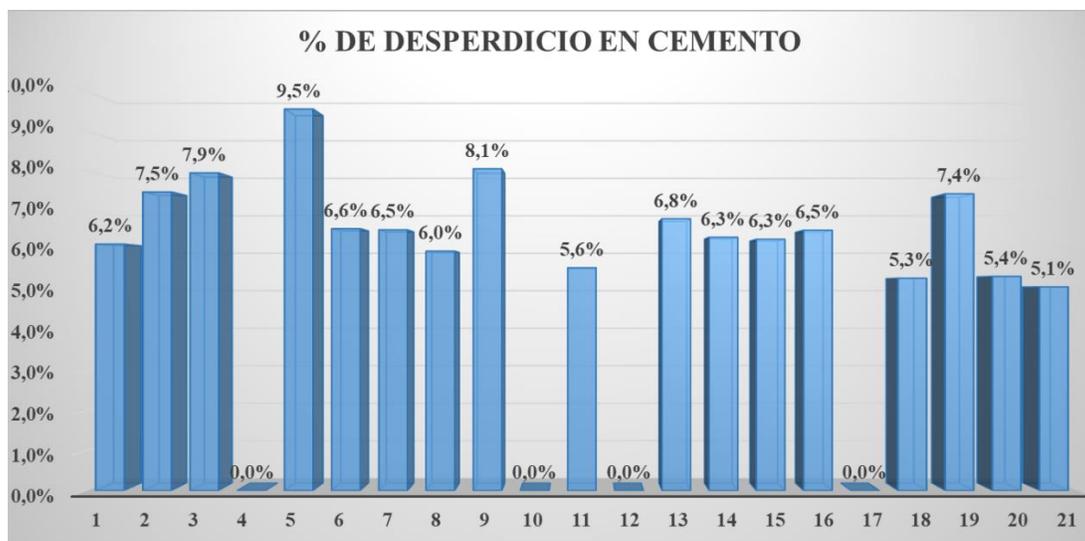


Figura 25. Porcentaje de desperdicio de cemento en muros de bloque N°5

Fuente: Elaboración propia

4.3.9.2 Consumo de cemento en muro en ladrillo a la vista

Ver anexo 08. Donde se puede observar los datos que se obtuvieron en campo para la obtención de los siguientes resultados:

En esta actividad al igual que en la anterior, se presentan variaciones en el consumo de cemento, resaltando que también el consumo de cemento en obra fue mayor al consumo proyectado tal cual como se observa en la gráfica 23. Se debe tener en cuenta que el consumo fue directamente proporcional a la cantidad en M2 de muro en ladrillo a la vista ejecutado semanalmente. También se puede entender que las variaciones de los picos que se observan en la

gráfica son debido a que en ciertas semanas la cantidad de muro fue mayor o menor a las otras, debido a que hubo semanas en que únicamente se realizaba esta actividad dos o tres días, o era ejecutada por poco personal en las cuadrillas, y por este motivo se puede resaltar que en las semanas 4, 9, 13 y 20 la cantidad de muro realizada fue menor a las de las otras semanas, a excepción de las que no se trabajaron principalmente por falta de personal.

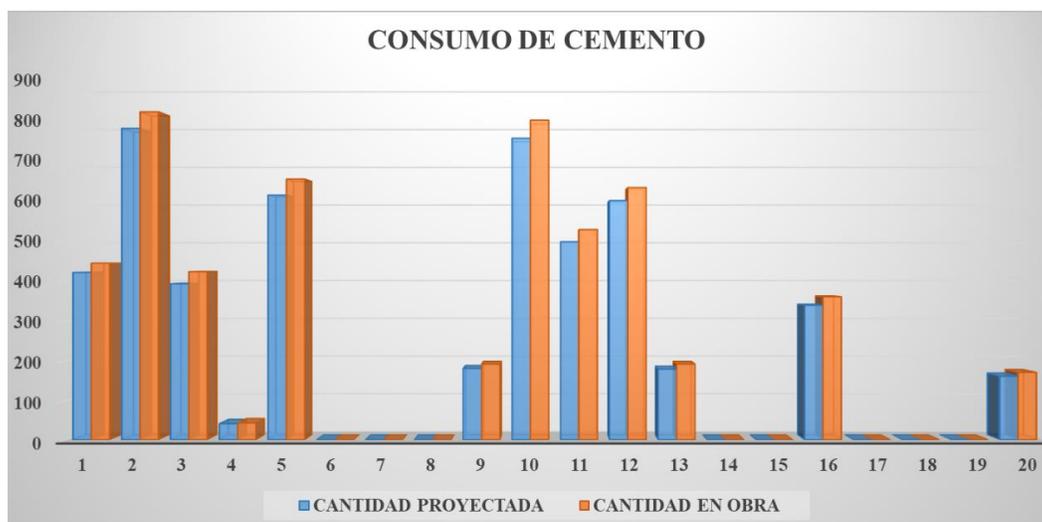


Figura 26. Diferencia entre cantidad proyectada y cantidad en obra de muros de ladrillo a la vista

Fuente: Elaboración propia

4.3.9.2.1 Porcentaje de desperdicio

En el gráfico de la figura 24, se muestra el porcentaje de desperdicio de cemento que tuvo la actividad de muros en ladrillo a la vista durante las semanas en las que se ejecutó esta actividad.

Teniendo en cuenta la figura se observa que el porcentaje de desperdicios fue bastante constante con una variación semanal normal de 5,1% y 6,3%, destacando un porcentaje superior en las semanas 3, 9 y 13, estando en un rango de desperdicios entre 6,8% y 7,3%, Teniendo en

cuenta que estos desperdicios son principalmente debido al transporte y la instalación del mortero para pega de ladrillo.

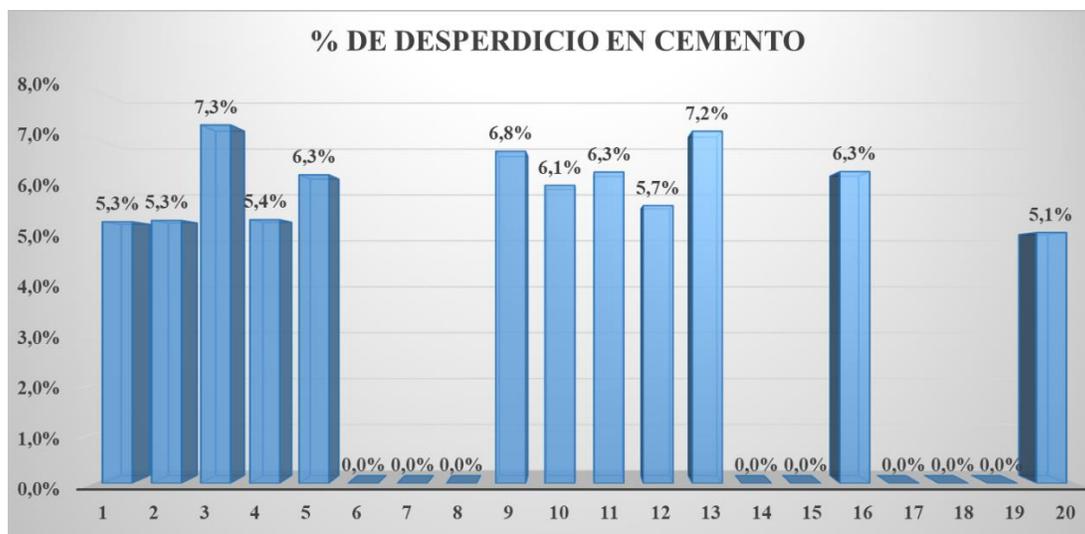


Figura 27. Porcentaje de desperdicio de cemento en muros de ladrillo a la vista.

Fuente: Elaboración propia

4.3.9.3 Consumo de cemento en pañete interior

Ver anexo 09. Donde se puede observar los datos que se obtuvieron en campo para la obtención de los siguientes resultados. En esta actividad al igual que en las actividades de muros se presentan variaciones, estableciéndose que el consumo de cemento en obra fue mayor al consumo proyectado tal cual como se observa en la gráfica 25.

También se debe tener en cuenta que el consumo fue directamente proporcional a la cantidad en M2 de pañete interior ejecutado semanalmente y se puede entender que las variaciones que se observan en la gráfica son debido a que en ciertas semanas la cantidad de pañete interior fue mayor o menor a las otras, debido a que hubo semanas en que únicamente se realizaba esta actividad por dos o tres días, o era ejecutada por poco personal en las cuadrillas, y por este motivo se puede resaltar que en las semanas 5, 10, 20, 21 y 22, la cantidad de pañete interior

realizada fue menor a las de las otras semanas, a excepción de las que no se trabajaron principalmente por falta de personal. Caso contrario al que sucede en las semanas 6 y 16, ya que el consumo fue bastante alto debido a que había mucho más personal ejecutando las actividades de pañete interior.

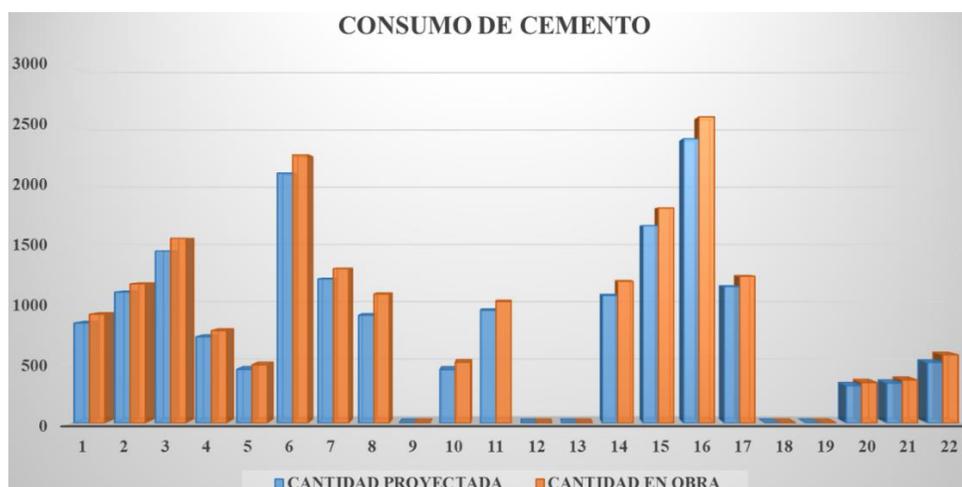


Figura 28. Diferencia entre cantidad proyectada y cantidad en obra de pañete interior

Fuente: Elaboración propia

4.3.9.3.1 Porcentaje de desperdicio

A continuación, en la figura 26. Se muestra el porcentaje de desperdicio de cemento en la actividad de pañete interior, presentando en las primeras y en las últimas semanas desperdicios de cemento que varían desde 6,2% hasta 9,2%, considerándose los más bajos debido a que son provocados únicamente por el transporte del mortero, pañetes con espesor de hasta 3 centímetros y la aplicación de este. Luego encontramos en las semanas 10, 14 y 22, porcentajes que van desde 9,2% hasta 14,5%, y estos desperdicios son principalmente causados debido a; transporte de mortero, la realización de pañete en la parte inferior de las escaleras y pañetes de muros en las escaleras con desplomes de hasta 3,5cm. Y por último en la semana 8 se presentó un desperdicio

de 23,2% causado principalmente por desplome de hasta 4cm en los muros de las escaleras, teniendo también en cuenta el desperdicio provocado por el transporte y la instalación de pañete.

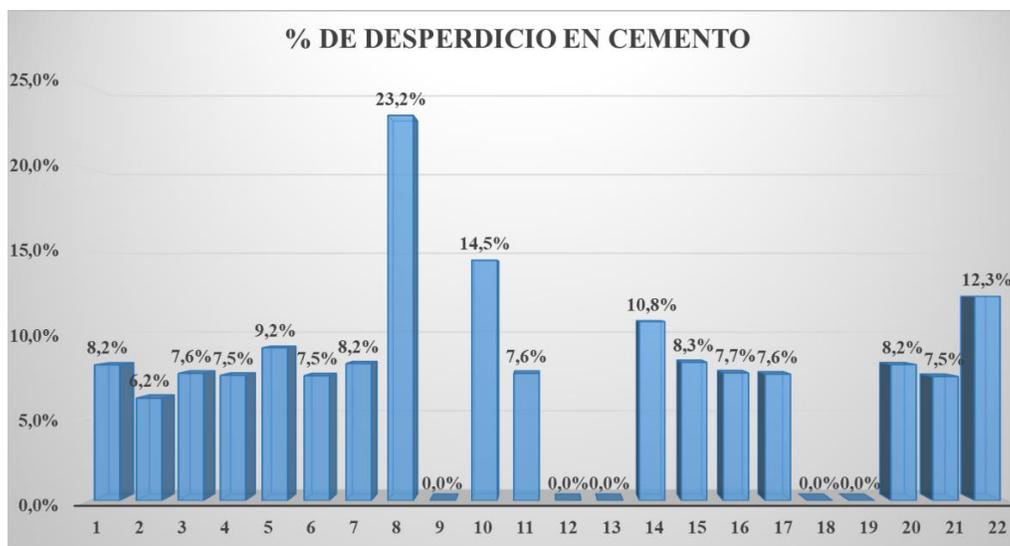


Figura 29. Porcentaje de desperdicio de cemento en pañete interior

Fuente: Elaboración propia

4.3.9.4 Consumo de cemento en pañete exterior

Ver anexo 10. Donde se puede observar los datos que se obtuvieron en campo para la obtención de los siguientes resultados:

En esta actividad al igual que en la actividad de pañete interior se presentan variaciones, debido a que el consumo de cemento en obra fue siempre mayor al consumo proyectado tal cual como se observa en la gráfica 27. También se debe tener en cuenta que el consumo fue directamente proporcional a la cantidad en M² de pañete exterior ejecutado semanalmente, por ejemplo, en la semana tres se presentó un mayor consumo debido a que la cantidad de pañete exterior realizada fue mucho mayor a la de la primera semana, y es debido a que en la tercera

semana había un oficial más realizando esta actividad. Resaltando que el consumo de las últimas semanas es bajo debido a que la cuadrilla únicamente realizó esta actividad durante dos días.

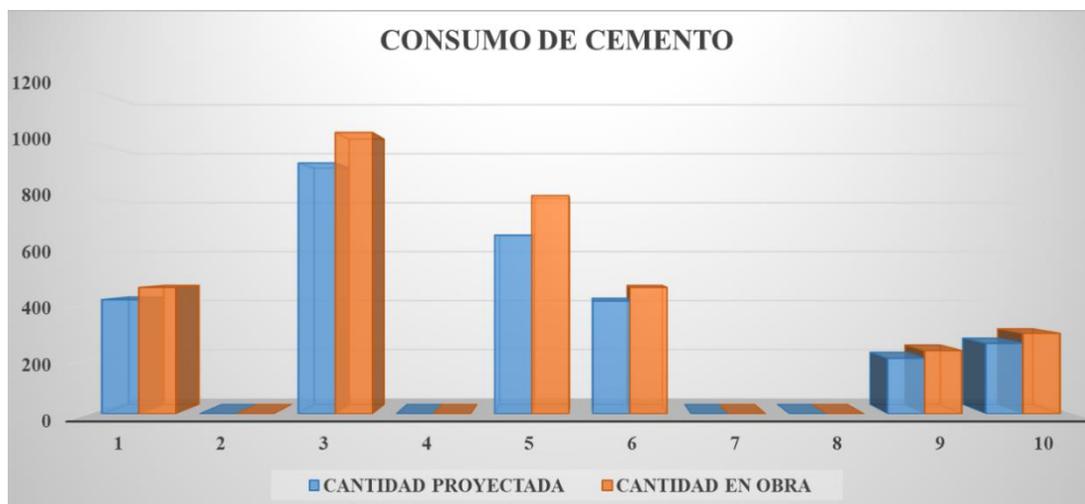


Figura 30. Diferencia entre cantidad proyectada y cantidad en obra de pañete exterior

Fuente: Elaboración propia

4.3.9.4.1 Porcentaje de desperdicio

En el gráfico de la figura 28, se muestra el porcentaje de desperdicio de cemento que tuvo la actividad de muros en bloque N°5 durante las semanas en las que se ejecutó esta actividad.

Teniendo en cuenta la figura, se puede determinar que el desperdicio de cemento en cuanto al pañete exterior fue bastante constante en las semanas en las que se realizó la actividad a excepción de la semana cinco, debido a que se presentó un desperdicio de 20,9% ya que el pañete realizado fue de hasta 3,5cm de espesor, a esto sumándole que al aplicar el pañete en exteriores y a bastante altura, la totalidad de mortero que caía al piso se contaminaba y no se podía mezclar nuevamente y por último el desperdicio que se obtenía al momento de transportar el mortero.

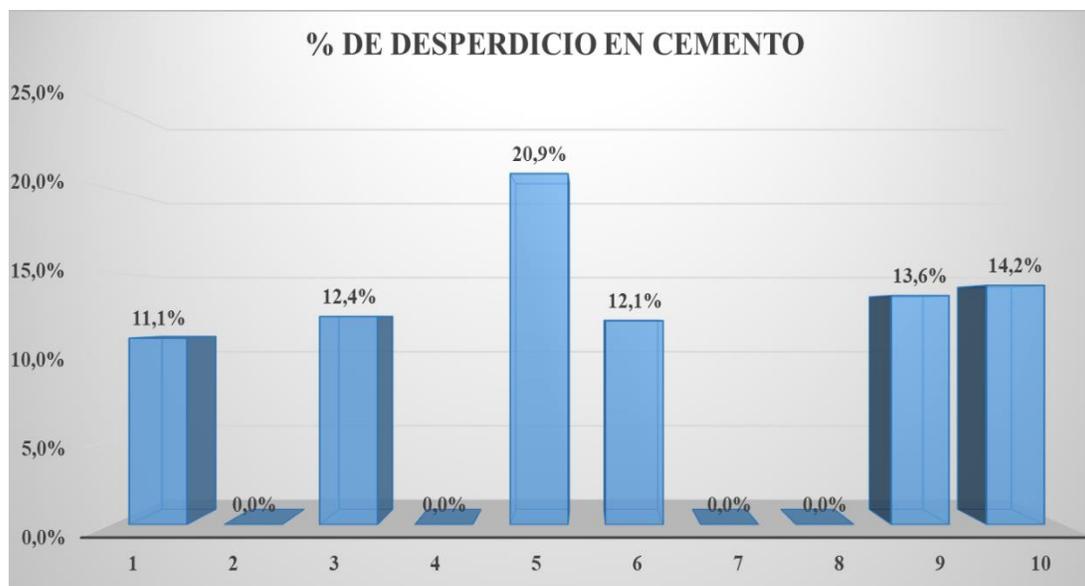


Figura 31. Porcentaje de desperdicio de cemento en pañete exterior

Fuente: Elaboración propia

4.3.10 Análisis de pérdidas económicas.

A continuación, se muestra la comparación de las cantidades de cemento proyectadas con las cantidades utilizadas en obra con el fin de dar cumplimiento a las actividades de mampostería y pañetes.

Tabla 5. Consolidado del consumo de cemento en actividades estudiadas

CONSOLIDADO TOTAL DE CONSUMO DE CEMENTO (Kg)				
ACTIVIDAD EJECUTADA	CANTIDAD PROYECTADA	CANTIDAD EJECUTADA	DIFERENCIA	% DE DESPERDICIO
MURO EN BLOQUE N°5	5741,2	6120,0	378,8	6%
MURO EN LADRILLO A LA VISTA	4988,8	5291,3	302,5	6%
PAÑETE INTERIOR	17592,5	19135,8	1543,3	8%
PAÑETE EXTERIOR	2894,3	3315,0	420,8	13%
TOTAL	31216,7	33862,1	2645,4	7,81%

Fuente: Semillero SITOC - U.F.P.S

En la tabla anterior, se muestra que el porcentaje de desperdicio de cemento obtenido por mortero utilizado en las actividades de muro en bloque N°5 y muro en ladrillo a la vista, fue de un 6%, lo cual es equivalente a un poco más de 16 pacas de cemento desperdiciadas en las actividades de muros y esto es debido a lo siguiente:

- Juntas de hasta 6 cm en la separación de los bloques.



Figura 32. Desperdicio en juntas de separación de muro en bloque N°5

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- Como el muro de ladrillo a la vista era ejecutado regularmente desde la parte exterior del edificio, se debía trabajar en altura haciendo más compleja la reutilización del material por parte del oficial, por lo tanto todo lo que caía fuera del muro, directamente se consideraba pérdida.



Figura 33. Desperdicio en ejecución de muro en ladrillo a la vista

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- Al momento de transportar el mortero de pega, se producía desperdicio al instante de hacer el descargue del trompo mezclador a las carretillas debido a que las llenaban demasiado.



Figura 34. Desperdicio por sobrellenado de mortero en la carretilla

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

Las actividades de pañetes tanto interior como exterior, fueron las que mayor desperdicio de cemento obtuvieron, con un 8% de desperdicio para las actividades de pañete interior y un 13% de desperdicio para las actividades de pañete exterior, por lo tanto el equivalente de cemento

desperdiciado en estas dos actividades fue de un poco más de 42 pacas de cemento, y tal desperdicio es debido a:

- Pañetes con espesores de hasta 4cm en el pañete interior, en la sección de las escaleras.



Figura 35. Desperdicio por espesor de pañete

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- Al momento de realizar pañete interior, en la mayoría de ocasiones las cuadrillas dejaban desperdiciar el mortero que caiga al piso.



Figura 36. Desperdicio de mortero que no se utiliza al caer al suelo en pañete interior

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- Al momento de trabajar en altura, se hacía compleja la reutilización del mortero que cae al suelo.



Figura 37. Desperdicio de mortero que no se utiliza al caer al suelo en pañete exterior

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- Desperdicio a la hora de transportar el mortero para pañete.



Figura 38. Desperdicio de mortero en transporte debido a carretillas rotas.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

Con el fin de demostrar las pérdidas económicas obtenidas en cemento, se tomó como referencia el valor estándar de la paca de cemento cemex de 42,5 kg en la tienda homecenter, la cual tiene un valor de \$ 25,000.

Tabla 6. Formato de control de materiales (cemento)

ANALISIS DE PERDIDA POR COSTOS DE CEMENTO (Kg)						
ACTIVIDAD EJECUTADA	M2 REALIZADOS	CANTIDAD PROYECTADA	CANTIDAD EJECUTADA	DIFERENCIA	COSTO DE PACA DE CEMENTO	\$ PERDIDO
MURO EN BLOQUE N°5	671,0	5741,2	6120,0	378,8	\$ 25.000	\$ 222.835,7
MURO EN LADRILLO A LA VISTA	309,2	4988,8	5291,3	302,5		\$ 177.926,2
PAÑETE INTERIOR	1550,0	17592,5	19135,8	1543,3		\$ 907.845,6
PAÑETE EXTERIOR	255,0	2894,3	3315,0	420,8		\$ 247.500,0
TOTAL						\$ 1.556.107,51

Fuente: Semillero SITOC - U.F.P.S

Teniendo en cuenta la tabla anterior se puede observar que las pérdidas económicas presentadas en las actividades estudiadas representan una cifra monetaria significativa equivalente al valor de un poco más de 62 pacas de cemento. Pérdidas económicas que son principalmente causadas por el descuido de los oficiales y los ayudantes de obra.

4.3.11 Actividades constructivas estudiadas.

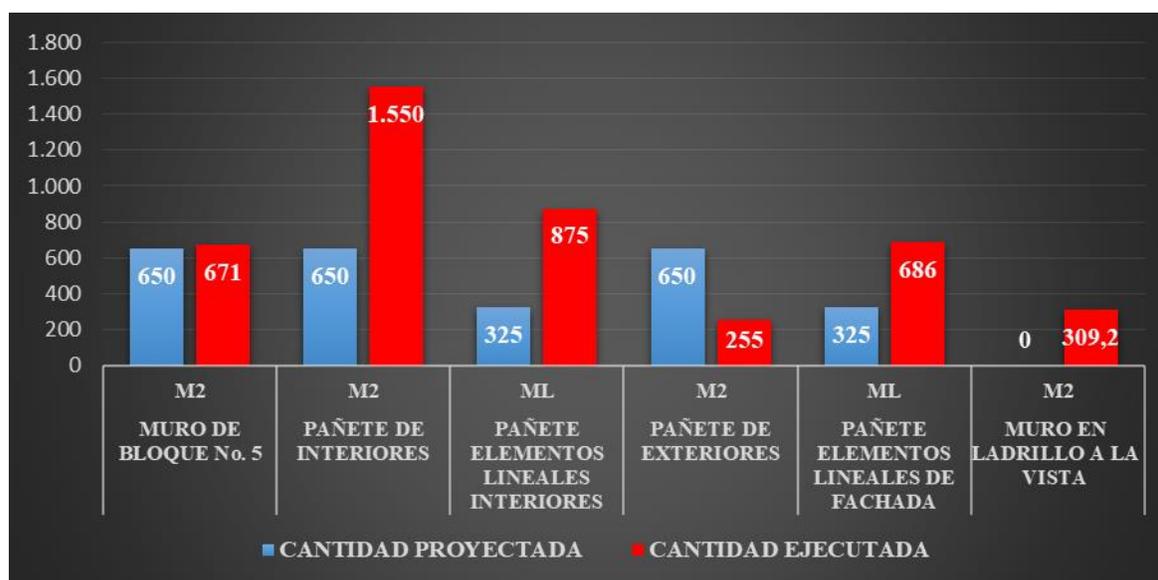
Dando cumplimiento a los objetivos de este proyecto, se les realizó seguimiento a las actividades propuestas en el ítem de mampostería del presupuesto de obra, teniendo en cuenta que se realizaron ajustes arquitectónicos a la fachada del edificio, estos ajustes incluyeron muros en ladrillo a la vista, cambiando considerablemente las cantidades calculadas inicialmente en el presupuesto. Por lo tanto se presenta a continuación la comparación de estas cantidades.

Tabla 7. Comparación entre cantidades proyectadas y cantidades ejecutadas

COMPARACIÓN FINAL DEL ÍTEM DE MAMPOSTERÍA ENTRE CANTIDADES PROYECTADAS Y CANTIDADES EJECUTADAS EN OBRA				
ITEM	ACTIVIDAD	UND	CANTIDAD PROYECTADA	CANTIDAD EJECUTADA
1	MURO DE BLOQUE No. 5	M2	650	671
2	PAÑETE DE INTERIORES	M2	650	1.550
3	PAÑETE ELEMENTOS LINEALES INTERIORES	ML	325	875
4	PAÑETE DE EXTERIORES	M2	650	255
5	PAÑETE ELEMENTOS LINEALES DE FACHADA	ML	325	686
6	MURO EN LADRILLO A LA VISTA 1 CARA	M2	0	277,79
7	MURO EN LADRILLO A LA VISTA 2 CARA	M2	0	31,41

Fuente: Elaboración propia

Luego de realizados los cambios arquitectónicos por parte de planeación de la universidad Francisco de Paula Santander, se evidenció que las cantidades presupuestadas a las cantidades ejecutadas cambiaron considerablemente debido a que gran parte de la fachada fue realizada en ladrillo a la vista.

**Figura 39.** Comparación entre cantidades proyectadas y cantidades ejecutadas

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

De acuerdo a las actividades estudiadas en este trabajo de grado, se pudo evidenciar y cuantificar diferencias entre las actividades proyectadas inicialmente en el presupuesto de obra y las actividades ejecutadas en campo. Estas diferencias se dieron principalmente por cambios en los diseños arquitectónicos tanto interiores como de fachada, disminuyendo actividades como pañete interior y aumentando en el restante de actividades ya que también se implementó mayor cantidad de muros divisorios y se agregó un nuevo ítem el cual correspondió a ladrillo a la vista tomando en cuenta tanto los que eran a la vista en fachada, como también a los que quedaron a la vista interiormente.

4.3.12 Opciones de mejora para el consumo de cemento en el uso del mortero.

Tomando en cuenta la tabla 5. (Consolidado total del consumo de cemento en actividades estudiadas), se recomiendan varias mejoras con el fin de ayudar a controlar y disminuir las pérdidas:

- En cuanto a la realización de muros, las juntas de separación de los bloques y ladrillos deben tener como máximo un grosor de máximo de 2cm.
- Los trabajadores deben tener más precaución a la hora de llenar las carretillas, ya que al llenarlas totalmente el mortero se desborda momento la levantan para transportar el mortero.
- Mejor condición de las herramientas utilizadas para el transporte de mortero, ya que todas las carretillas y algunos baldes utilizados se encontraban rotos, provocando pérdida de mortero durante el transporte de este.
- Se recomienda que las cuadrillas encargadas de realizar muros y/o pañetes, tengan más experiencia, puesto que no es normal que se presenten tales cantidades de desperdicios tanto en muros por el tamaño de las juntas de separación de los bloques y los muros que

presentaban desplome, motivo por el cual se requería más mortero para poder pañetarlo, sumándole el desperdicio por lo que se contaminaba al caer al suelo. Así mismo que exista más control y seguimiento por parte de ingeniero residente

- Colocar un plástico en la orilla del piso donde se está pañetando y alzando muros, de modo que el mortero al momento de caer, no se adhiera al piso generando desniveles y contaminación.



Figura 40. Plástico en el piso con el fin de que no se adhiera a este.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- Teniendo en cuenta que en la construcción de la edificación existen varios tipos de desperdicios en los consumos de los materiales, en especial en el consumo del cemento, hay varios tipos de desperdicios que se pueden ayudar a controlar y disminuir, por lo tanto, se recomendaron varias opciones de mejora con el fin de disminuir y controlar estos desperdicios. Sin embargo, hay que tener en cuenta que uno de los desperdicios que se encuentra común es el desperdicio desde el almacén, debido a que en variadas ocasiones no se cuenta con un inventario o con un control de entradas y salidas del producto.

4.4 Medir la productividad de la mano de obra con la herramienta Lean de carta de Balance buscando mejorar el uso del tiempo y los procesos en cada actividad de estudio.

Para poder determinar la productividad de la mano de obra con la herramienta Lean de carta de balance y poder cumplir objetivamente mejorar el tiempo invertido por las cuadrillas en los procesos constructivos, se escogieron las actividades del ítem de mampostería, esto debido a que resultó más factible debido a su gran magnitud en la obra a realizar y a repetitivos procedimientos constructivos.

4.4.1 Actividades a realizar de muros

Al momento de analizar las actividades, se consideró importante que las actividades a estudiar fueran todas aquellas que en si presentaran procedimientos repetitivos y que su unidad de medida fuera establecida en cuanto a su igualdad, por lo tanto, el estudio de estas actividades se basan en aquellas que se miden en metros cuadrados (M2) y metro lineal (ML).

Por lo tanto, a continuación, se explicarán en qué consisten las actividades a estudiar del ítem principal de mampostería y pañetes.

4.4.1.1 Muro en bloque N°5

Esta actividad es una de las más relevantes y extensas de la edificación, pues en sí, es aquella que delimita todos los espacios internos, entre su procedimiento de construcción, se necesita; el bloque N°5, el mortero de pega en obra se utilizó 1:3, lo que quiere decir que por cada paca de 42,5kg de cemento, se le debe agregar el triple de arena y la dosificación adecuada de agua, por lo tanto se debe estar pendiente de que las cuadrillas utilicen adecuadamente los materiales a la hora de hacer la mezcla.

El proceso de alzado de muro inicia primero que todo ubicando la zona de trabajo, luego se verifica y se rectifica de acuerdo a los planos, procediendo a hacer el proceso de emplantillado al cual se le conoce como la primera fila que se hace sobre la losa, luego se colocan los ladrillos maestros o comúnmente llamado “pegado de primera hilada” por lo tanto, se ubican en los extremos del muro a levantar. Se deben asentar perfectamente aplomados, nivelados y con la altura de junta correspondiente, luego se coloca el mortero horizontal distribuyéndolo en sentido horizontal y cubriendo las juntas verticales limpiando el exceso a los lados, luego se coloca el bloque sobre el mortero, y por último se debe hacer un control y verificación con el fin de llevar un correcto nivel y no permitiendo un desplome mayor a 4mm en la altura de todo el muro. Cabe resaltar que las alturas máximas de muro por jornada laboral deben ser de 1,3 metros. Por último cabe mencionar que en algunos muros se hace necesario la utilización de andamios.



Figura 41. Muro en bloque N°5

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.4.1.2 Muro ladrillo a la vista

Esta actividad es una de las más relevantes de la edificación, pues en sí, es aquella que delimita gran parte de la fachada, entre su procedimiento de construcción, se necesita; el ladrillo multiperforado, el mortero de pega en obra se utilizó 1:3, lo que quiere decir que por cada paca de 42,5kg de cemento, se le debe agregar el triple de arena y la dosificación adecuada de agua.

El proceso de alzado de muro inicia primero que todo ubicando la zona de trabajo, luego se verifica y se rectifica de acuerdo a los planos, procediendo a hacer el proceso de emplantillado al cual se le conoce como la primera fila que se hace sobre la losa, luego se colocan los ladrillos maestros o comúnmente llamado “pegado de primera hilada” por lo tanto, se ubican en los extremos del muro a levantar. Se deben asentar perfectamente aplomados, nivelados y con la altura de junta correspondiente, luego se coloca el mortero horizontal distribuyéndolo en sentido horizontal y cubriendo las juntas verticales limpiando el exceso a los lados, luego se coloca el bloque sobre el mortero, y por último se debe hacer un control y verificación con el fin de llevar un correcto nivel y no permitiendo un desplome mayor a 4mm en la altura de todo el muro. Cabe resaltar que las alturas máximas de muro por jornada laboral deben ser de 1,3 metros y que cada 6 hiladas de ladrillo se debe anclar el muro a las columnas laterales mediante acero de 3/8”. Por último cabe mencionar que en algunos muros se hace necesario la utilización de andamios.

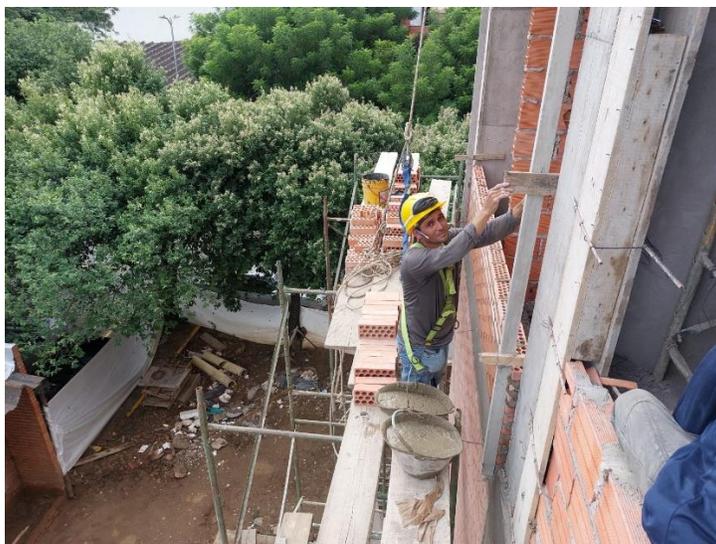


Figura 42. Realización de alzado de muro en ladrillo a la vista en fachada

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.4.1.3 Clasificación de subactividades para muros

Se deben tener en cuenta principalmente los conceptos de productividad para la clasificación de las subactividades, lo que corresponde en sí a la medición de la eficiencia en la que son administrados los recursos para poder finalizar un proyecto en un periodo de tiempo establecido de acuerdo a su cronograma de obra y con un estándar de calidad dado. Estas subactividades se dividen en productivas, contributivas y no contributivas.

- **Actividad productiva:** Este tipo de actividad corresponde a todo tipo de acción que hagan los trabajadores de la cuadrilla estudiada y que en sí esta acción aporte directamente a la producción en M² de muros. Teniendo en cuenta que en la clasificación de las subactividades la única subactividad de diferencia entre el entre muro en bloque N°5 y muro en ladrillo a la vista, es que en ladrillo a la vista se realiza instalación de anclajes cada 4 hiladas de ladrillos.



Figura 43. Toma de nivel con plomada vertical

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

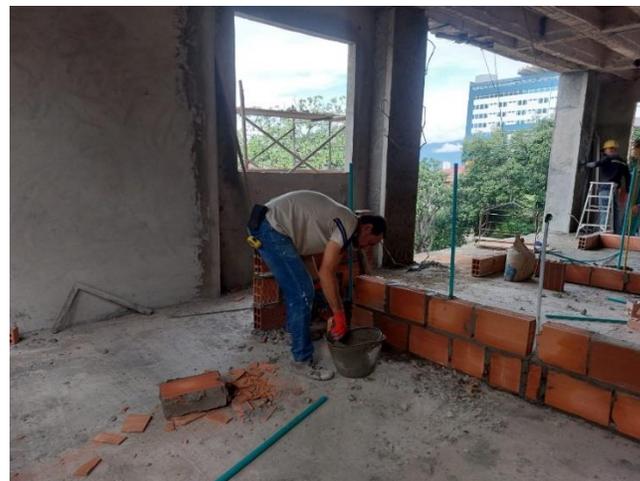


Figura 44. Alzado de muro

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 45. Preparación de mortero

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 46. Instalación de anclaje en ladrillo a la vista.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- **Actividad contributiva:** Representa el trabajo de apoyo definiéndose como aquel trabajo realizado que es necesario con el fin de ejecutar un trabajo productivo, pero que en si no le aporta valor a la unidad de medida (M2) de construcción, por lo tanto es considerado como

una pérdida de segunda categoría. Un ejemplo es el transporte de ladrillo multiperforado, es necesario, pero no agrega valor a la principal actividad.



Figura 47. Transporte de material (ladrillo a la vista)

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 48. Transporte de mortero de pega

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 49. Transporte de herramienta

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 50. Acomodo de la zona (armado y desarmado de andamios en interiores y exteriores)

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- **Actividad no contributiva:** Esta actividad representa en si aquellas acciones que hacen los trabajadores y que no se clasifican entre las actividades anteriores, pues no le aportan ningún valor a la unidad de medida considerándose como perdida, puesto que no son

necesarias y representan un costo sin agregar ningún tipo de valor y por lo tanto se busca que sean eliminadas con el fin de mejorar el proceso productivo.



Figura 51. En otra actividad, (Estaba realizando una actividad diferente a la observada)

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

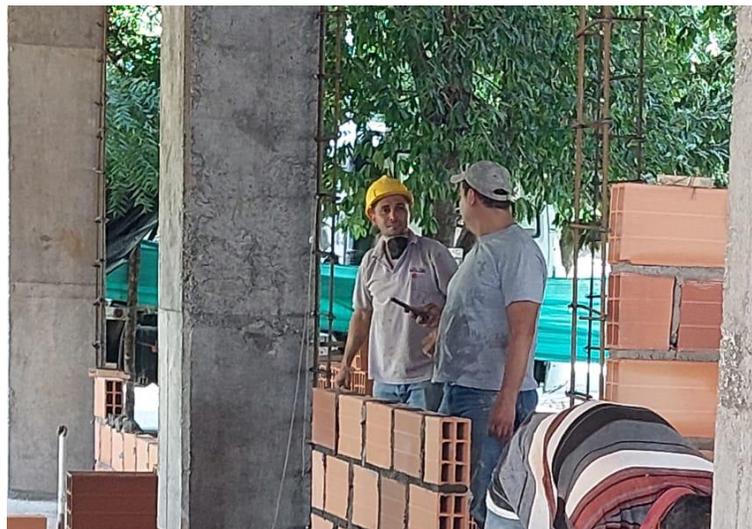


Figura 52. Conversación

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 53. Desplazamiento innecesario por la obra

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 54. Hidratación (obrero tomando gaseosa)

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 55. Descanso en horas no programadas

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 56. Espera.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 57. Mirando el celular.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.4.1.3.1 Subactividades de muros

Tabla 8. Clasificación de las subactividades de muro en bloque N°5

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	ACTIVIDADES CONTRIBUTIVAS	ACTIVIDADES NO CONTRIBUTIVAS
Alzado de muro	Transporte de material	En otra actividad
Preparación de mortero	Transporte de mortero para pega	Conversación
Toma de nivel	Transporte de Herramienta	Desplazamiento
	Acomodo de la zona	Hidratación
		Descanso
		Espera
		Mirando el celular

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Clasificación de las subactividades de muro en ladrillo a la vista

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	ACTIVIDADES CONTRIBUTIVAS	ACTIVIDADES NO CONTRIBUTIVAS
Alzado de muro	Transporte de material	En otra actividad
Preparación de mortero	Transporte de mortero para pega	Conversación
Toma de nivel	Transporte de Herramienta	Desplazamiento
Instalación de anclaje	Acomodo de la zona	Hidratación
		Descanso
		Espera
		Mirando el celular

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.4 Pañete exterior

Esta actividad es aquella que cubre todas las áreas de los muros en bloque para darle uniformidad exteriormente, entre su procedimiento de construcción, se necesita; mortero de pega el cual en obra se utilizó una dosificación 1:3, lo que quiere decir que por cada paca de 42,5kg de cemento, se le debe agregar el triple de arena y la dosificación adecuada de agua.

El procedimiento para aplicar el pañete exterior comienza primero que todo estableciendo los puntos principales de pañete, pues estos son los que determinan el grosor del pañete el cual varia de 2 a 3 cm, luego de preparar el mortero se procede a aplicarlo sobre la superficie del muro de acuerdo al grosor y desplome que tenga el muro, luego se realiza un emparejamiento con un codal y se comienza a realizar un allanado de las imperfecciones que este tenga con el fin de dejarlo uniforme, si se considera necesario, se remoja un poco y se le continua dando el alistado de pañete alisándolo hasta su terminación, se procede a realizar las dilataciones correspondientes si hay un cambio de estructura o de material en el muro. Por último cabe mencionar que para pañetar los muros que están muy altos, se hace necesario la utilización de andamios.



Figura 58. Pañete exterior

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.4.1.5 Pañete lineal exterior

Esta actividad es llevada a cabo prácticamente que igual a la de pañete exterior, pues en cuanto a sus dosificaciones y método de aplicación son las mismas, la diferencia varia es en que en esta ocasión su unidad de medida es el metro lineal y para esto se tienen en cuenta todas aquellas secciones de pañete exterior que sean menores a 60cm bien sea de ancho cuando es una sección vertical o de alto cuando sea una sección horizontal, como por ejemplo vigas, columnas y demás elementos lineales, también se tienen en cuenta todos los marcos ya sean de ventanas o de puertas siempre y cuando sean de fachada. Por último, cabe mencionar que para pañetar algunas secciones que se encuentran demasiado altas, se hace necesario la utilización de andamios.



Figura 59. Pañete lineal exterior

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.4.1.6 Pañete interior

Esta actividad es llevada a cabo prácticamente que igual a la de pañete exterior, pues en cuanto a sus dosificaciones y método de aplicación se utilizaron las mismas, la diferencia varia es en que en esta ocasión el pañete es interior, es decir, que para darle uniformidad a los muros interiores ya sea muro realizado en bloque o en ladrillo multiperforado, para pañetar la parte alta de los muros, se hace necesario la utilización de andamios.



Figura 60. Pañete interior.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.4.1.7 Pañete lineal interior

Esta actividad es llevada a cabo prácticamente que igual a la de pañete interior, pues en cuanto a sus dosificaciones y método de aplicación se utilizaron las mismas, la diferencia varia es en que en esta ocasión su unidad de medida es el metro lineal y para esto se tienen en cuenta todas aquellas secciones de pañete interior que sean menores a 60cm bien sea de ancho cuando es una sección vertical o de alto cuando sea una sección horizontal, como por ejemplo vigas, columnas y demás elementos lineales, también se tienen en cuenta todos los marcos ya sean de ventanas o de puertas siempre y cuando sean interiores, para pañetar algunas secciones que se encuentran demasiado altas, se hace necesario la utilización de andamios. Es decir, que para darle uniformidad a los muros interiores ya sea muro realizado en bloque o en ladrillo multiperforado.



Figura 61. Pañete lineal interior.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.4.1.8 Clasificación las subactividades para pañetes

Se debe tener en cuenta que en cuanto a las actividades de pañetes únicamente se presenta diferencia en las subactividades productivas, por lo tanto, las subactividades contributivas y no contributivas siguen siendo las mismas respecto a las actividades de muro en bloque N°5 y ladrillo a la vista.

- **Actividad** productiva: Corresponde a todo tipo de acción que hagan los trabajadores de la cuadrilla estudiada en cuanto a pañetes y que en sí esta acción aporte directamente a la producción de alguna unidad de construcción.



Figura 62. Aplicación de mortero.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 63. Alistado de pañete.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 64. Preparación de mortero.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 65. Toma de nivel vertical con plomada

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- **Actividad contributiva:** Representa el trabajo de apoyo realizado y que es necesario con el fin de ejecutar un trabajo productivo, pero que en si no le aporta valor a la unidad de medida (M2 y ML) de construcción, por lo tanto, es considerado como una pérdida de segunda categoría. Un ejemplo es el transporte de mortero para pañete.



Figura 66. Transporte de mortero para pañete.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 67. Acomodo de la zona (transporte de andamio e instalación de codales)

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- **Actividad no contributiva:** Esta actividad representa en si a todas aquellas acciones que hacen los trabajadores y que no se clasifican entre las actividades anteriores, pues no le aportan ningún valor a la unidad de medida considerándose como perdida, puesto que no son necesarias y representan un costo sin agregar ningún tipo de valor, por lo tanto, se busca que sean eliminadas con el fin de mejorar el proceso productivo.



Figura 68. Conversación.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.4.1.3.2 Subactividades de pañetes

Tabla 10. Clasificación de subactividades de pañetes

ACTIVIDADES PRODUCTIVAS	ACTIVIDADES CONTRIBUTIVAS	ACTIVIDADES NO CONTRIBUTIVAS
Aplicación de mortero	Transporte de material	En otra actividad
Alistado de pañete	Transporte de mortero para pega	Conversación
Preparación de mortero	Transporte de Herramienta	Desplazamiento
Toma de nivel.	Acomodo de la zona	Hidratación
		Descanso
		Espera
		Mirando el celular

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Tipo y cantidad de datos a medir

Con el fin de medir la productividad de la mano de obra en diferentes actividades, se optó por utilizar una herramienta de la filosofía Lean Construction la cual es llamada carta de balance, la cual consiste en un muestreo realizado por un observador a partir de observaciones realizadas en tiempos aleatorios a una cuadrilla de trabajadores, los resultados que se obtienen a partir de estas observaciones para determinar diferentes estándares de productividad. Por lo tanto, se registraron datos de cada proceso constructivo de acuerdo a su determinado tiempo de ciclo.

La herramienta del muestreo de trabajo define la cantidad de datos necesarios para que la investigación tenga una mayor validez al momento de analizar la productividad de la mano de obra. De acuerdo a la observación realizada, se puede definir que teniendo en cuenta las actividades, la unidad constructiva más acertada en este proyecto es de un metro cuadrado (1,0 M2) por actividad, teniendo en cuenta la duración del tiempo de la actividad y el número de cuadrillas.

La fórmula para utilizar es la del cálculo del tamaño muestral. El tamaño de la muestra para la toma de información de productividad será calculada por medio de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N-1)) + k^2 * p * q}$$

N= Tamaño de la población

K=Constante o nivel de confianza

e=Error porcentual deseado

p: Es aquella variable que representa todas las observaciones de actividades productivas y contributivas, es decir, actividades en que realizan los obreros para darle fin al producto final.

q: Es aquella variable que representa todas las observaciones de actividades no contributivas que se encontraban realizando los obreros, es decir, actividades que no le aportan nada en específico al producto final.

n: Tamaño de la muestra.

Con el fin de realizar la muestra, se hizo una prueba piloto por cada actividad a estudiar, donde se diligenciaron de a tres cartas de balance con el fin de obtener un buen muestreo de número de observaciones por cantidad de obra por ejecutar, se estableció un porcentaje de confianza de 95% y un porcentaje de error del 5%, por consiguiente, se determina la muestra para las siguientes actividades.

Tabla 11. Prueba piloto para la obtención de la muestra.

PRUEBA PILOTO PARA LA OBTENCIÓN DE LA MUESTRA																								
# DE CARTAS	MUROS								PAÑETES															
	BLOQUE N°5			%	LADRILLO A LA VISTA			%	INTERIOR			%	LINEAL INTERIOR			%	EXTERIOR			%	LINEAL EXTERIOR			%
	1	2	3		1	2	3		1	2	3		1	2	3		1	2	3		1	2	3	
TP	35%	41%	55%	44%	48%	41%	59%	49%	51%	38%	49%	46%	42%	56%	39%	46%	51%	48%	52%	50%	46%	42%	50%	46%
TC	43%	27%	17%	29%	38%	41%	21%	33%	30%	44%	38%	37%	42%	25%	43%	37%	37%	36%	33%	35%	38%	40%	35%	38%
TNC	22%	32%	28%	27,25%	15%	18%	20%	17,50%	19%	18%	13%	16,75%	16%	19%	18%	17,75%	12%	16%	15%	14,50%	17%	18%	15%	16,50%
P				72,75%				82,50%				83,25%				82,25%				85,5%				83,5%
Q				27,25%				17,50%				16,75%				17,75%				14,50%				16,50%

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.1 Determinación de la muestra para las diferentes actividades del ítem de mampostería.

Se realizó la prueba para las actividades del ítem de mampostería, con el fin de determinar las observaciones que se deben tomar para las cantidades por ejecutar, obteniendo un alto nivel de confianza y de este modo la investigación obtenga un amplio grado de validez.

4.4.2.1.1 Tamaño muestral para muros en bloque N°5

Tabla 12. *Tamaño de muestra para muros en bloque N°5.*

CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA		Tamaño de muestra "n" = 209,73
Parametro	Valores	
N	671	
Z	1,960	
P	72,75%	
Q	27,25%	
e	5,00%	

Fuente: Elaboración propia

Esto significa que de acuerdo con el cálculo del tamaño de muestra para la actividad de muros en bloque N°5, se deben tomar observaciones en la ejecución de 209,73 M2, utilizando estadísticamente una confianza de 95%, con un margen de error aceptable del 5%.

4.4.2.1.2 Tamaño muestral para muros en ladrillo a la vista

Tabla 13. *Tamaño de muestra para muros en ladrillo a la vista*

CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA		Tamaño de muestra "n" = 129,42
Parametro	Valores	
N	309,2	
Z	1,960	
P	82,50%	
Q	17,50%	
e	5,00%	

Fuente: Elaboración propia

Esto significa que, de acuerdo con el cálculo del tamaño de muestra para la actividad de muros en ladrillo a la vista, se deben tomar observaciones en la ejecución de 129,42 M2, utilizando estadísticamente una confianza de 95%, con un margen de error aceptable del 5%.

4.4.2.1.3 Tamaño muestral para pañete interior

Tabla 14. *Tamaño de muestra para pañete interior.*

CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA		Tamaño de muestra "n" = 188,36
Parametro	Valores	
N	1.550	
Z	1,960	
P	83,25%	
Q	16,75%	
e	5,00%	

Fuente: Elaboración propia

Esto significa que, de acuerdo al cálculo del tamaño de muestra para la actividad de pañete interior, se deben tomar observaciones en la ejecución de 188.36 M2, utilizando estadísticamente una confianza de 95%, con un margen de error aceptable del 5%.

4.4.2.1.4 Tamaño muestral para pañete lineal interior

Tabla 15. *Tamaño de muestra para pañete lineal interior.*

CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA		Tamaño de muestra "n" = 178,72
Parametro	Valores	
N	875	
Z	1,960	
P	82,25%	
Q	17,75%	
e	5,00%	

Fuente: Elaboración propia

Esto significa que, de acuerdo al cálculo del tamaño de muestra para la actividad de pañete lineal interior, se deben tomar observaciones en la ejecución de 178.72 ML, utilizando estadísticamente una confianza de 95%, con un margen de error aceptable del 5%.

4.4.2.1.5 Tamaño muestral para pañete exterior

Tabla 16. *Tamaño de muestra para pañete exterior.*

CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA		Tamaño de muestra "n" = 109,29
Parametro	Valores	
N	255	
Z	1,960	
P	85,50%	
Q	14,50%	
e	5,00%	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cálculo del tamaño de muestra para la actividad de pañete exterior, se deben tomar observaciones en la ejecución de 109.29 ML, utilizando estadísticamente una confianza de 95%, con un margen de error aceptable del 5%.

4.4.2.1.6 Tamaño muestral para pañete lineal exterior

Tabla 17. *Tamaño de muestra para pañete lineal exterior.*

CALCULO TAMAÑO DE MUESTRA		Tamaño de muestra "n" = 161,96
Parametro	Valores	
N	686	
Z	1,960	
P	83,50%	
Q	16,50%	
e	5,00%	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cálculo del tamaño de muestra para la actividad de pañete lineal exterior, se deben tomar observaciones en la ejecución de 161.96 ML, utilizando estadísticamente una confianza de 95%, con un margen de error aceptable del 5%.

4.4.2.2 Herramienta utilizada para la toma de información

Esta herramienta a partir de datos estadísticos permite describir detalladamente el proceso de una actividad buscando su optimización. En una carta de balance, se debe tomar un periodo de tiempo corto a cada actividad que realice cada trabajador, clasificando esta actividad entre los tipos de actividades propuestas con anterioridad, las cuales son TP, TC y TNC (Barrera, 2019).

Con el fin de realizar la toma de información y determinar la productividad de la mano de obra, se optó por utilizar una de las herramientas Lean llamada carta de balance, ya que mediante esta metodología se permite obtener un análisis, determinando en las actividades estudiadas, si estas agregan o no valor al producto final.

Para las actividades a estudiar del ítem de mampostería, es de suma importancia conocer la productividad, analizando cada cuadrilla de acuerdo a la actividad que esté realizando y teniendo en cuenta su similitud a los rendimientos, puesto que la productividad de una actividad es directamente afectada por el personal que la está ejecutando. Teniendo en cuenta que las principales acciones que afectan la productividad es la variación de las cuadrillas, trabajadores que no aportan productivamente a la actividad que realizan, excesos de descansos, el desplazamiento que realizan los trabajadores y sobre todo que en variadas ocasiones los trabajadores se encuentran en otras actividades. El formato utilizado como carta de balance es el siguiente:

Formato de Carta de Balance											
PROYECTO		Edificio Física				ACTIVIDAD					
MUESTRADOR		Jhosman Ochoa				Muro en bloque N°5					
FECHA		Martes 30 de Agosto del 2022			HORA	8:00 - 5:00 PM					
	I	II	III	IV					OBSERVACIONES	Clasificacion de Trabajo	
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											
30											
31											
32											
33											
34											
35											
36											
37											
38											
39											
40											
	0	0	0	0	0	0	0	0	Productiva	0%	
	0	0	0	0	0	0	0	0	Contributiva	0%	
	0	0	0	0	0	0	0	0	No Contributiva	0%	
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		0%	

Figura 69. Formato de Carta de Balance

Fuente: Elaboración propia

- En la parte superior del formato de carta de balance, se encuentra el espacio para escribir el nombre del proyecto, el nombre de la persona que hace las observaciones, la fecha de la observación, la actividad a la cual se le va a realizar las observaciones y el espacio para escribir el periodo de tiempo en el cual se tomó la observación.
- En la clasificación de trabajo, se escribieron todas las subactividades que le pertenecen a la actividad principal, ya sean actividades productivas, contributivas y no contributivas.
- En clasificación de recursos, se escribieron los nombres de los trabajadores que pertenecen a la cuadrilla que fue observada.
- La parte vertical donde se muestran los números desde el uno (1) al cuarenta (40), hace referencia a el número de observaciones en que se va a hacer, y la parte horizontal donde se encuentran los números romanos I, II, III, hace referencia a los números de los trabajadores de la cuadrilla escritos en la clasificación del recurso y por último en las observaciones se escriben cualquier tipo de observación que se tenga durante el periodo observado.

4.4.2.3 Toma de datos

Al momento de la toma de información y ya definida la actividad que se procede a estudiar junto con la fecha y el periodo de tiempo en el que se van a realizar las observaciones, se procede a escribir en el cuadro de clasificación de trabajo las subactividades productivas, contributivas y no contributivas, designadas por un color de representación verde para las productivas, azul para las contributivas y rojo para las no contributivas. Adaptando el formato con una nomenclatura abreviada a cada subactividad con sus iniciales para un mayor entendimiento.

Clasificación de Trabajo		
AM	Alzado de muro	1
PM	preparacion de mortero	2
TN	Toma de nivel	3
TP	Transporte de material	1
TM	Transporte de mortero para pega	2
TH	Transporte de Herramienta	3
AZ	Acomodo de la zona	4
EA	En otra actividad	1
C	Conversación	2
D	Desplazamiento	3
H	Hidratación	4
DE	Descanso	5
E	Espera	6
MC	Mirando el celular	7

Figura 70. Ejemplo de clasificación de trabajo en la actividad de muros en bloque N°5.

Fuente: Elaboración propia

Teniendo ya definida la clasificación de trabajo, se procedió a analizar la cuadrilla que está trabajando en la ejecución de la actividad que se va a observar, por lo tanto se puede observar en la clasificación del recurso, que esta sección cuenta con espacios para escribir a cada uno de los trabajadores que integran la cuadrilla, ya sean oficiales o ayudantes.

Clasificación de Recursos	
I	Fabio silva
II	Carlos Florez
III	Roger Diaz

Figura 71. Ejemplo de clasificación de recurso en la actividad de muros en bloque N°5.

Fuente: Elaboración propia

Ya determinada la tabla de clasificación de recursos, se procede a rellenar las celdas donde se especifican los minutos por cada trabajador, se procede a realizar las observaciones por cada uno de estos durante un tiempo de aproximadamente un minuto por observación, luego se procede a analizar la subactividad realizada durante este minuto y se escribe la abreviatura que le corresponde, luego de llenar completamente el formato de Excel para los trabajadores, la hoja de cálculo determinará si la subactividad realizada es productiva, contributiva o no

contributiva, y adicionalmente se determina el porcentaje realizado en cada uno de estos indicadores.

De acuerdo al siguiente ejemplo de muro en bloque N°5, se puede analizar lo siguiente:

- Recurso I: Hace referencia a un oficial, se observó que durante el primer minuto estuvo realizando una subactividad productiva (alzado de muro), actividad que realizo consecuentemente durante los primeros 5 minutos, este trabajador presento un total de 27 subactividades productivas, 6 contributivas y 7 no contributivas durante el periodo de tiempo observado.
- Recurso II: hace referencia a un oficial, el cual durante el primer minuto observado estuvo realizando una subactividad no contributiva puesto a que estaba descansando. También se puede observar que durante el periodo de tiempo observado este realizó 28 subactividades productivas, 6 contributivas y 6 no contributivas durante el periodo de tiempo observado.
- Recurso III: Hace referencia a un ayudante, el cual durante el primer minuto estuvo realizando una subactividad contributiva (transporte de material), este trabajador durante el periodo de tiempo observado realizó 0 subactividades productivas, 12 subactividades contributivas y 28 subactividades no contributivas.
- Del porcentaje total se destaca que la del indicador más realizado por la cuadrilla conformada por dos oficiales y un ayudante fue el de las subactividades productivas, puesto que representa el mayor porcentaje realizado durante el periodo de observación.

Formato de Carta de Balance									
PROYECTO		Edificio Física				ACTIVIDAD			
MUESTRADOR		Jhosman Ochoa				Muro en bloque N°5			
FECHA		Martes 04 de octubre del 2022				HORA		2:00 -4:30 PM	
	I	II	III	IV					OBSERVACIONES
1	AM	D	TP						
2	AM	TN	TP						
3	AM	AM	C						
4	AM	AM	EA						
5	AM	AM	EA						
6	C	AM	EA						
7	C	AM	EA						
8	AZ	AM	EA						
9	AZ	AM	TM						
10	AZ	AM	TM						
11	AM	PM	TM						
12	AM	PM	EA						
13	AM	PM	C						
14	D	AM	EA						
15	D	AM	EA						
16	TN	AM	EA						
17	AM	C	EA						
18	AM	AZ	EA						
19	AM	AZ	EA						
20	AM	AZ	EA						
21	AM	AM	AZ						
22	AM	AM	AZ						
23	AM	C	AZ						
24	AM	C	TH						
25	PM	AZ	EA						
26	PM	AZ	EA						
27	PM	AZ	C						
28	AM	AM	C						
29	AM	AM	EA						
30	AM	AM	EA						El ayudante
31	C	D	EA						estuvo asistiendo
32	AZ	D	EA						otra cuadrilla
33	AZ	TN	TM						
34	AZ	AM	TM						
35	AM	AM	TM						
36	AM	AM	EA						
37	AM	AM	C						
38	D	AM	EA						
39	D	AM	EA						
40	AM	AM	D						
	27	28	0	0	0	0	0	Productiva	46%
	6	6	12	0	0	0	0	Contributiva	20%
	7	6	28	0	0	0	0	No Contributiva	34%
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		100%

Clasificacion de Trabajo		
AM	Alzado de muro	1
PM	preparacion de mortero	2
TN	Toma de nivel	3
TP	Transporte de material	1
TM	Transporte de mortero para pega	2
TH	Transporte de Herramienta	3
AZ	Acomodo de la zona	4
EA	En otra actividad	1
C	Conversación	2
D	Desplazamiento	3
H	Hidratación	4
DE	Descanso	5
E	Espera	6
MC	Mirando el celular	7

Clasificacion de Recusos	
I	FAVIO SILVA
II	ANTONIO RUIZ
III	ROGER DIAZ
IV	

Figura 72. Formato diligenciado de carta de balance para la actividad de muros en bloque N°5.

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Resultados de la toma de información

Se realizó la toma de información para cada actividad por medio de la herramienta de carta de balance, con el fin de hallar la productividad de mano de obra de las cuadrillas en la ejecución de las actividades. A continuación se observa el consolidado de las cartas de balance con el fin de determinar la productividad de mano de obra, la cual es obtenida en las actividades de muros y pañetes.

Tabla 18. Consolidado de cartas de balance

CONSOLIDADO DE CARTAS DE BALANCE						
ACTIVIDADES	MURO EN BLOQUE N°5	MURO EN LADRILLO A LA VISTA	PAÑETE INTERIOR	PAÑETE LINEAL INTERIOR	PAÑETE EXTERIOR	PAÑETE LINEAL EXTERIOR
PRODUCTIVAS	47%	52%	44%	49%	45%	48%
CONTRIBUTIVAS	37%	32%	38%	34%	40%	35%
NO CONTRIBUTIVAS	16%	16%	18%	17%	15%	17%

Fuente: Elaboración propia

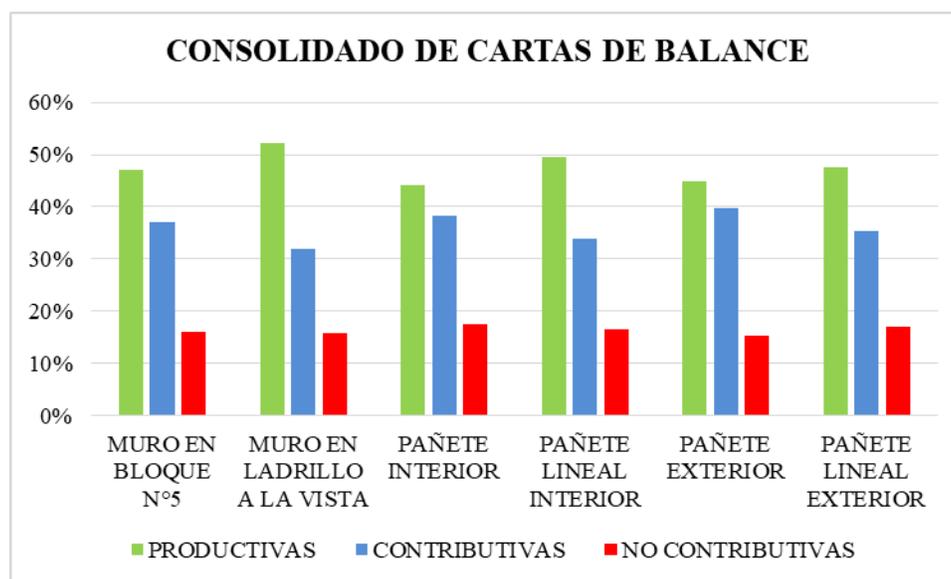


Figura 73. Consolidado de cartas de balance en las actividades observadas.

Fuente: Elaboración propia

Analizando el consolidado, en cuanto a las actividades de muros en bloque N°5 y ladrillo a la vista, ambas presentaron el mismo porcentaje en las actividades no contributivas 16%, debido a que con normalidad en varias ocasiones asistían a otros oficiales en actividades como armados de columnetas y entre otras, en cuanto a las actividades productivas fue mayor el porcentaje en alzado de muro a la vista con un 52%, ya que el oficial encargado de esta actividad era muy experimentado y contaba con un buen ayudante, por otro lado en las actividades contributivas fue mayor el porcentaje en la actividad de muros en bloque N°5 con un 37% ya que el ayudante de estas actividades era el encargado de recibir el mortero o el material transportado por la pluma.

También se debe resaltar que, en cuanto a pañetes, el pañete interior tuvo una productividad 44% siendo la más baja en pañetes y esto es debido a que en la mayoría de los casos los ayudantes asistían a otro oficial en actividades ajenas a pañete interior, por lo tanto se vio aumentado las actividades contributivas con un 32% y las no contributivas con un 18%. Ahora, observando el restante de actividades de pañete, se puede resaltar que tuvieron porcentajes muy parecidos tanto en productividad, como en lo contributivo y lo no contributivo, siendo mayor con un 40% y un 35% las actividades contributivas en pañete exterior y lineal exterior, ya que se debían armar y desarmar andamios constantemente, haciendo que la productividad fuera menor con un 45 y 48%, teniendo a su vez un porcentaje no contributivo de 15 y 17% siendo indicadores que no agregan ningún tipo de valor a la actividad principal.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, resulta de gran importancia analizar las pérdidas en actividades contributivas y no contributivas, con el fin de aumentar la productividad en las actividades y proceder a realizar propuestas de mejora.

4.4.4 Análisis de pérdidas detectadas.

Mediante la herramienta Lean de carta de balance de acuerdo a los pasados análisis mostrados, se pudo determinar la productividad de la cuadrilla estudiada en los días trabajados, analizándose también el valor contributivo y el valor no contributivo, mediante este análisis, se pudo detectar cuáles fueron las principales pérdidas que se presentan al realizar trabajo en obra, aclarando que las actividades contributivas no se consideran del todo perdidas, ya que aunque no son actividades que agreguen valor al producto final, son procesos necesarios para poder ejecutar la actividad principal, pero se debe lograr optimizar estos procesos con el fin de aumentar la productividad. En el caso de las actividades no contributivas, aunque el personal trabajador tiene derecho a un descanso, hidratarse, conversar o a hacer sus necesidades, lo ideal es minimizar estas acciones y que no sea tan excesivo. Mediante este análisis se logra determinar la cantidad en que se puede generar pérdidas de mano de obra debido a estas actividades que no agregan valor al producto final. A continuación, se analizan los indicadores contributivos y no contributivos.

4.4.4.1 Análisis de las actividades contributivas y no contributivas

Se realizó un análisis de las subactividades contributivas y no contributivas con el fin de determinar cuáles son las más significativas, ya que estas son las que más producen retardo en las actividades constructivas estudiadas en el presente proyecto, por lo tanto, se procede a realizar un análisis independiente a las actividades contributivas y a las actividades no contributivas.

4.4.4.1.1 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de muro en bloque N°5.

Teniendo en cuenta el número de observaciones en la actividad de muro en bloque N°5, en cuanto a las actividades contributivas se puede establecer que la subactividad más realizada por las cuadrillas estudiadas, fue el acomodo de la zona, con un total de 6,6 horas, y una opción de mejora podría ser que el ayudante mantenga organizado el espacio de trabajo, permitiéndole al oficial desarrollarse libremente.

En cuanto a las otras subactividades, difícilmente se podrían reducir debido a que se necesitan para el proceso de entrega del producto final.

En cuanto a las actividades no contributivas, se determinó que la actividad que ocasiona más pérdidas en la ejecución del muro en bloque fue “en otra actividad” con 1,5 horas, y esto fue debido a que con normalidad la cuadrilla, sobre todo el ayudante realizaba asistencia a otros oficiales y esto es debido principalmente a falta de personal, también se encontró mucho desplazamiento y tiempo de espera por parte de los ayudantes.

Tabla 19. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de muro bloque N°5.

ANÁLISIS PARA MURO EN BLOQUE N°5			
ACTIVIDAD CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
TP	123	15,5%	2,1
TM	188	23,7%	3,1
TH	84	10,6%	1,4
AZ	397	50,1%	6,6
TOTAL	792	100%	13,2
ACTIVIDAD NO CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% NO CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
EA	90	25,6%	1,5
C	51	14,5%	0,9
D	70	19,9%	1,2
H	47	13,4%	0,8
DE	23	6,5%	0,4
E	59	16,8%	1,0
MC	12	3,4%	0,2
TOTAL	352	100%	5,9

Fuente: Elaboración propia

➤ Análisis de actividades contributivas para muros en bloque N°5

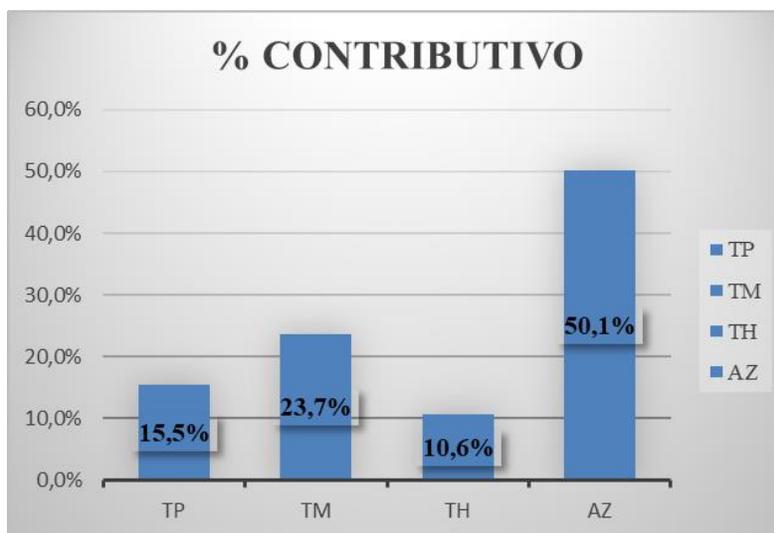


Figura 74. Análisis de actividades contributivas de muro en bloque N°5.

Fuente: Elaboración propia

La mayor causa del porcentaje de tiempo contributivo fue debido a el acomodo de la zona, ya que esta subactividad incluía una gran variedad de acciones tales como; limpieza de la zona de trabajo, humedecer para la primer hilada, escoger los mejores bloques para el alzado de muro, armar andamios si es necesario y entre otras posibles acciones, igualmente también se vio muy reflejado el transporte de mortero para pega, debido a que en variadas ocasiones los ayudantes se debían desplazar de extremo a extremo por el mortero. Y en cuanto al transporte de herramienta y de material no fue muy alto debido a que el material siempre se trató de tener cerca al igual que la herramienta menor.

- Análisis de actividades no contributivas para muros en bloque N°5.

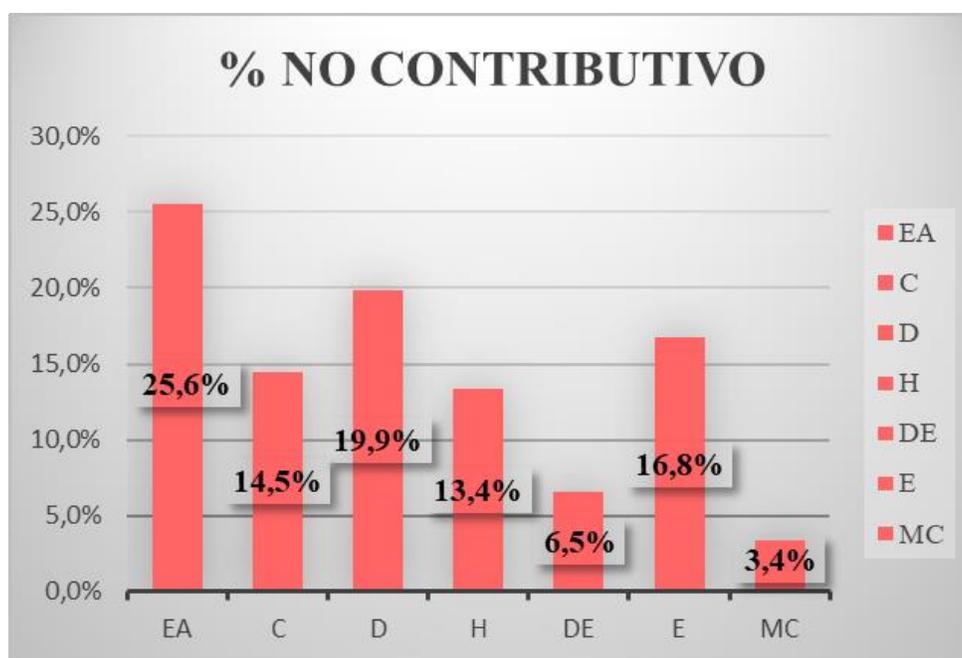


Figura 75. Análisis de actividades no contributivas de muro en bloque N°5.

Fuente: Elaboración propia

Destacando las pérdidas de mano de obra en la ejecución de muro en bloque N°5, se tiene que la cuadrilla en muchas ocasiones realizaba otro tipo de actividades que no beneficiaban

productiva ni contributivamente a la actividad observada, tales acciones era que el ayudante ayudaba en otro procedimiento constructivo o estaba armando columnetas y entre otras acciones.

También se produjeron excesos de desplazamiento y espera, debido a que al realizar otras actividades muchas de estas eran en otro piso y por lo tanto se debía desplazar allí, como también el desplazamiento fuera de la obra.

4.4.4.1.2 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de muro ladrillo a la vista.

De acuerdo al número de observaciones realizadas en la ejecución de muro en ladrillo a la vista, se pudo determinar que en cuanto a las actividades contributivas, las subactividades más realizadas fue la de transporte de mortero para pega con un tiempo de 3,4 horas y acomodo de la zona, con un tiempo de 2,7 horas, subactividades que son complicadas de reducir ya que son las que más aportan al producto final, debido a que en todo momento el ayudante debía transportar mortero y ocasionalmente armar o desarmar andamios.

Y en cuanto a las actividades no contributivas fueron relativamente bajas, pero igualmente hay que minimizarlas pues factores como desplazamiento, conversaciones, hidratación o espera, aunque no se les puede quitar el derecho a que en ocasiones conversen o hagan otro tipo de acción, lo ideal es que los trabajadores lo entiendan como un tema de cultura en obra.

Tabla 20. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de ladrillo a la vista.

ANÁLISIS PARA MURO EN LADRILLO A LA VISTA			
ACTIVIDAD CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
TP	115	20,0%	1,9
TM	201	35,0%	3,4
TH	96	16,7%	1,6
AZ	163	28,3%	2,7
TOTAL	575	100%	9,6
ACTIVIDAD NO CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% NO CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
EA	63	22,2%	1,1
C	53	18,7%	0,9
D	55	19,4%	0,9
H	28	9,9%	0,5
DE	12	4,2%	0,2
E	57	20,1%	1,0
MC	16	5,6%	0,3
TOTAL	284	100%	4,7

Fuente: Elaboración propia

- Análisis de actividades contributivas para muros en ladrillo a la vista.

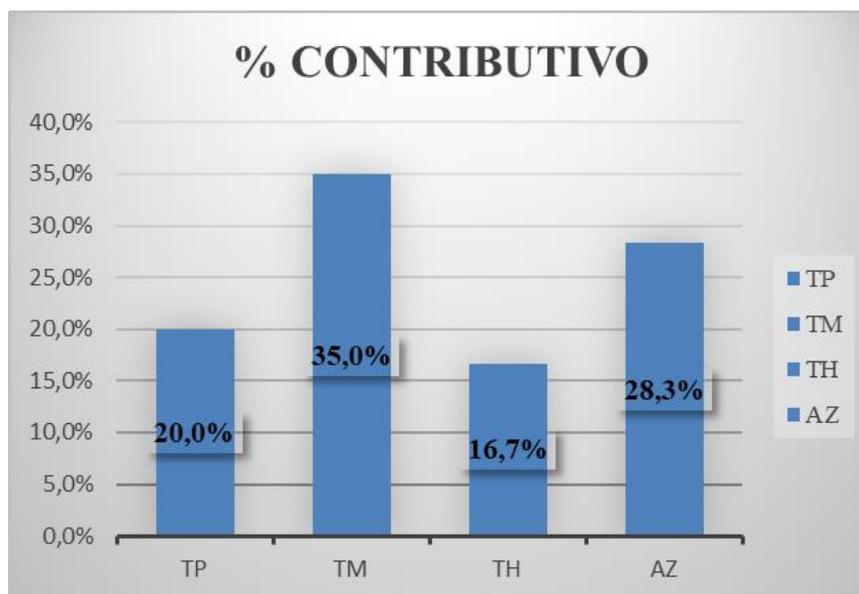


Figura 76. Análisis de actividades contributivas de muro en ladrillo a la vista.

Fuente: Elaboración propia

En el caso de muro en ladrillo a la vista, este se ejecutó siempre en fachada, por lo tanto se hacía muy necesario la instalación de andamios de andamios, lo que intensificaba más el desplazamiento del ayudante para tener que ir por mortero de pega, sin embargo esta actividad se podría mejorar de modo que el mortero se transportara de a dos baldes ya que únicamente el transporte era de a uno en la mayoría de los casos, en cuanto al acomodo de la zona este en todo momento fue muy necesario debido a que se debían armar o desarmar andamios, también mover tablonés, o limpieza de los ladrillos.



Figura 77. Acomodo de zona (armado y desarmado de andamios)

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

Por otro lado en el caso del transporte de material y de herramientas, en la mayoría de ocasiones los obreros debían ir hasta el almacén a buscar las herramientas necesarias como también el material necesitado, ya que en muchas ocasiones a parte del ladrillo, también se debía transportar varillas de 3/8" para los anclajes que se hacían cada 4 hiladas de ladrillo.

- Análisis de actividades no contributivas para muros en ladrillo a la vista.



Figura 78. Análisis de actividades no contributivas de muro en ladrillo a la vista

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica se analiza que realizar otras actividades ajenas a la ejecución de ladrillo a la vista fue la subactividad más realizada, debido que la falta de personal en las otras cuadrillas hacía necesario que el ayudante tuviera que hacer varios desplazamientos, otras de las actividades más realizadas fueron debido a un alto porcentaje de conversaciones entre las cuadrillas, y esto en parte también era provocado por la espera que realizaban bien fuera el ayudante o el oficial. En cuanto a hidratación, descanso y que miraran el celular, no fue tan alto, pero son conductas que se deben disminuir.

4.4.4.1.3 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de pañete interior.

En esta actividad se pudo analizar que en cuanto a actividades contributivas el tiempo fue de 14,5 horas, de las cuales solo 6,9 fue de acomodo a la zona debido a que con normalidad se

debían armar andamios, hacer limpieza, e incluso hacer resanes antes de realizar el pañete. Una opción de mejora es que los ayudantes dejen todo organizado la tarde del día laborado anterior, y en cuanto a las otras subactividades siempre fueron muy necesarias por lo tanto minimizarlas es complejo. Y cuanto a las actividades no contributivas las acciones más repetidas fueron que los ayudantes se encontraban realizando otras actividades como columnetas, limpieza en otro piso, asistiendo en la ejecución de otra actividad, etc. Por lo tanto, esto ocasiona un constante desplazamiento por parte de los ayudantes y en algunas ocasiones de los oficiales.

Tabla 21. *Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de pañete interior.*

ANÁLISIS PARA PAÑETE INTERIOR			
ACTIVIDAD CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
TM	144	16,6%	2,4
TME	252	29,0%	4,2
TH	60	6,9%	1,0
AZ	413	47,5%	6,9
TOTAL	869	100%	14,5
ACTIVIDAD NO CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% NO CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
EA	144	35,4%	2,4
C	10	2,5%	0,2
D	120	29,5%	2,0
H	52	12,8%	0,9
DE	9	2,2%	0,2
E	57	14,0%	1,0
MC	15	3,7%	0,3
TOTAL	407	100%	6,8

Fuente: Elaboración propia

- Análisis de actividades contributivas para pañete interior

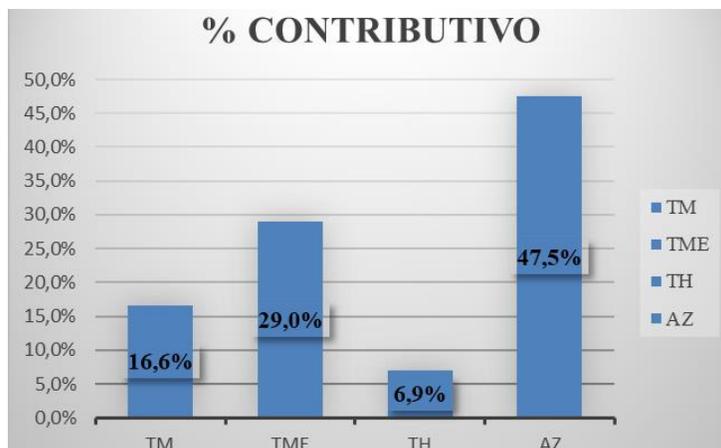


Figura 79. Análisis de actividades contributivas de pañete interior.

Fuente: Elaboración propia

Al analizar esta grafica se observa que el acomodo a la zona fue bastante alto, y esto era debido a que en pañetes se realizaba acomodo de codales, limpieza y entre otras acciones, sin embargo, como opción de mejora se recomienda mantener limpia la obra en general con el fin de que el tiempo invertido en acomodo de zona sea menor. También se observó un alto porcentaje debido al transporte de mortero y transporte de herramienta, que, aunque no son muy altos se debe disminuir.

➤ Análisis de actividades no contributivas para pañete interior

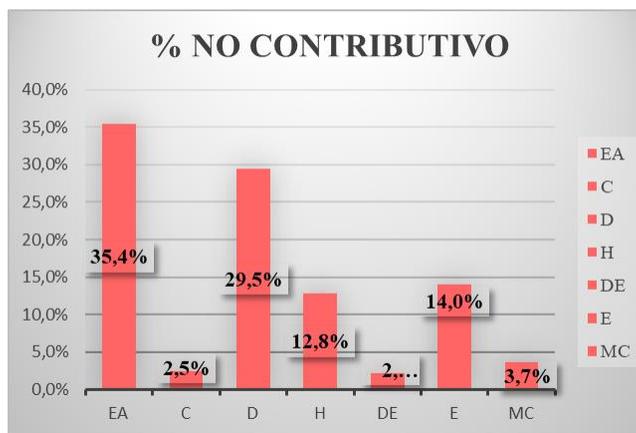


Figura 80. Análisis de actividades no contributivas de pañete interior

Fuente: Elaboración propia

En esta actividad al igual que en las anteriores, se observó bastante porcentaje de tiempo invertido en otras actividades ajenas a pañete interior, y esto era debido principalmente a falta de personal en las demás cuadrillas para ejecutar otras actividades. También se observó un alto porcentaje de desplazamiento que era debido también a lo anterior y en cuanto a la hidratación, conversación, espera y demás subactividades, se debe generar algún tipo de cultura en las cuadrillas que permita disminuir esta pérdida de tiempo.

4.4.4.1.4 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de pañete lineal interior.

En cuanto a las contributivas, 10,9 horas aunque no aportan directamente a la productividad en la ejecución de la actividad, si resulta un poco complejo minimizarlas, debido a que constantemente se realizaba armado de andamios, limpieza de la zona, instalación de codales y transporte de material, por lo tanto ayudan directamente a las actividades contributivas, sin embargo en cuanto a la limpieza se debe crear cultura de mantener limpio siempre el espacio de trabajo debido a que cuando se deja acumular desorden, se requiere mucho tiempo de limpieza. En cuanto a las actividades no contributivas se observó que los ayudantes estaban asistiendo a otra cuadrilla, por lo tanto, a la actividad observada no le aportaba nada, por este motivo el desplazamiento por parte de este era muy repetitivo, aumentando a las actividades no contributivas.

Tabla 22. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de pañete lineal interior.

ANÁLISIS PARA PAÑETE LINEAL INTERIOR			
ACTIVIDAD CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
TM	120	18,4%	2,0
TME	194	29,7%	3,2
TH	67	10,3%	1,1
AZ	272	41,7%	4,5
TOTAL	653	100%	10,9
ACTIVIDAD NO CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% NO CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
EA	87	27,4%	1,5
C	12	3,8%	0,2
D	114	36,0%	1,9
H	37	11,7%	0,6
DE	14	4,4%	0,2
E	51	16,1%	0,9
MC	2	0,6%	0,0
TOTAL	317	100%	5,3

Fuente: Elaboración propia

➤ Análisis de actividades contributivas para pañete lineal interior

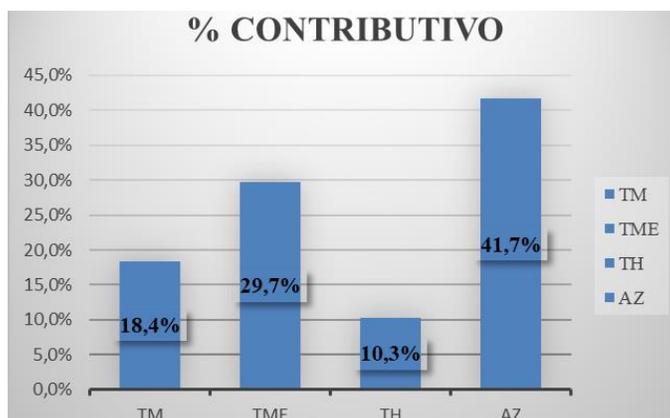


Figura 81. Análisis de actividades contributivas de pañete lineal interior.

Fuente: Elaboración propia

En esta actividad al igual que en el pañete interior, el acomodo de zona fue bastante alto debido básicamente a las mismas acciones como limpieza, instalación de codales, armado y desmonte de andamios, etc. Por otro lado, en cuanto al transporte de mortero para pega, de

material y de herramienta se debe disminuir con el fin de aumentar el rendimiento productivo en la mano de obra.

➤ Análisis de actividades no contributivas para pañete lineal interior



Figura 82. Análisis de actividades no contributivas de pañete lineal interior.

Fuente: Elaboración propia

Como pérdida de tiempo se observó en gran cantidad el desplazamiento, y esto es porque en muchas ocasiones los ayudantes debían desplazarse para colaborar realizando otras actividades ajenas a la elaboración de pañete lineal interior, también se vio muy notorio el tiempo de espera en las cuadrillas debido a que el oficial en variadas ocasiones esperaba a que el ayudante terminara de estar en otra actividad, sin embargo una manera de mejorar la productividad en cuanto a esto, sería tener más personal trabajando en la ejecución de actividades, pues en muchas ocasiones un oficial para dos o tres actividades diferentes no funciona bien. Y en cuanto a conversaciones, hidratación, descanso o que miraran el celular, fueron relativamente bajas.

4.4.4.1.5 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de pañete exterior.

En la ejecución de esta actividad, al igual que las anteriores se observa un mayor tiempo contributivo invertido en acomodo de la zona y en transporte de mortero para pega, en cambio el transporte de material y de herramienta no pasó de 1,1 horas debido a que se realizaba muy ocasionalmente durante el día. Y en cuanto a las actividades no contributivas al haber poco personal los ayudantes con normalidad realizaban otras actividades que no beneficiaban contributivamente en la ejecución de la actividad, por lo tanto, el desplazamiento era necesario y el tiempo de espera por parte de estos en si es tiempo que se puede convertir en contributivo ya que podrían a su vez realizar limpieza u otras actividades que beneficien a la ejecución de la actividad.

Tabla 23. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de pañete exterior.

ANALISIS PARA PAÑETE EXTERIOR			
ACTIVIDAD CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
TM	66	12,6%	1,1
TME	162	30,9%	2,7
TH	61	11,6%	1,0
AZ	235	44,8%	3,9
TOTAL	524	100%	8,7
ACTIVIDAD NO CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% NO CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
EA	46	22,7%	0,8
C	3	1,5%	0,1
D	57	28,1%	1,0
H	29	14,3%	0,5
DE	6	3,0%	0,1
E	54	26,6%	0,9
MC	8	3,9%	0,1
TOTAL	203	100%	3,4

Fuente: Elaboración propia

➤ Análisis de actividades contributivas para pañete exterior

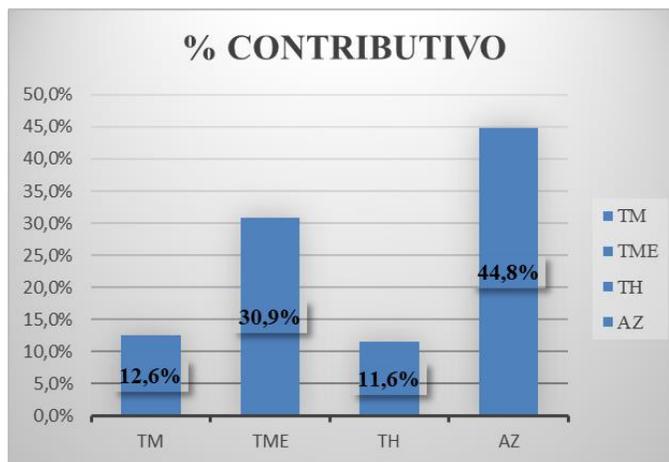


Figura 83. Análisis de actividades no contributivas de pañete exterior.

Fuente: Elaboración propia

En la ejecución de esta actividad, al igual que en las anteriores se observó que en las subactividades contributivas, la más alta fue acomodo de la zona junto con transporte de mortero de pega, y transporte de material y herramientas fue relativamente bajo en comparación.

➤ Análisis de actividades no contributivas para pañete exterior

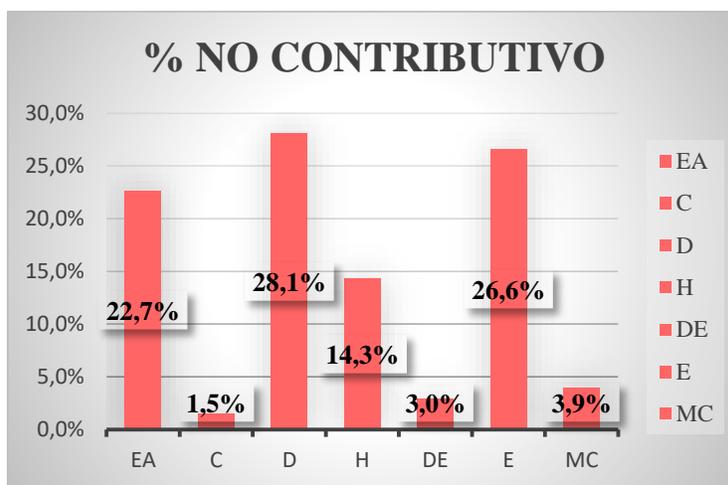


Figura 84. Análisis de actividades no contributivas de pañete exterior.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las actividades no contributivas se observó bastante desplazamiento y espera debido a que por la falta de personal el ayudante tenía que desplazarse a otro piso a ayudar a otro piso, o a otro sector del mismo piso para de esta manera asistir a otro oficial en otras actividades diferentes a la observada y por lo tanto se considera como perdida, pues no aporta productivamente a la ejecución de la actividad principal. Teniendo en cuenta las demás subactividades aunque no son muy altas, si considerable el hecho de disminuir todas con el fin de aumentar la productividad.

4.4.4.1.6 Análisis de porcentaje y tiempo para actividades contributivas y no contributivas en la ejecución de pañete lineal exterior.

En la ejecución de esta actividad, igualmente el acomodo de zona fue la subactividad contributiva más realizada, al igual que el transporte de mortero para pega, con un tiempo de 5 y 3,8 horas respectivamente siendo de las más realizadas, por otro lado, el transporte de herramienta se vio muy influenciado, por lo tanto se considera importante que todos los oficiales tengan su propia herramienta menor. Y en cuanto a las subactividades no contributivas las que más tuvieron influencia fueron la espera y el desplazamiento, y esto es debido a que el ayudante en variadas ocasiones se debía desplazar por mortero o por cualquier otra razón, y en cuanto a las otras subactividades fueron relativamente bajas, pero sin embargo se debe disminuir.

Tabla 24. Análisis de tiempo en actividades contributivas y no contributivas de pañete lineal exterior.

ANALISIS PARA PAÑETE LINEAL EXTERIOR			
ACTIVIDAD CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
TM	64	9,5%	1,1
TME	226	33,4%	3,8
TH	85	12,6%	1,4
AZ	302	44,6%	5,0
TOTAL	677	100%	11,3
ACTIVIDAD NO CONTRIBUTIVA	# DE OBS	% NO CONTRIBUTIVO	TIEMPO DE ACTIVIDAD (Hr)
EA	28	8,4%	0,5
C	9	2,7%	0,2
D	133	39,8%	2,2
H	29	8,7%	0,5
DE	8	2,4%	0,1
E	119	35,6%	2,0
MC	8	2,4%	0,1
TOTAL	334	100%	5,6

Fuente: Elaboración propia

➤ Análisis de actividades contributivas para pañete lineal exterior



Figura 85. Análisis de actividades no contributivas de pañete lineal exterior.

Fuente: Elaboración propia

Como se analiza en la gráfica, el acomodo de zona fue el más alto, y esto es debido principalmente a que se debía hacer limpieza, armado y desarmado de andamios, mover tablonés, etc, y esto es porque se debía trabajar con andamios de tubo, los cuales se arman desde el primer piso.

En cuanto al transporte también se notó relativamente alto, y esto es debido a los largos trayectos que realizaba el ayudante, y en cuanto al transporte de herramienta y material fue considerablemente menor a los anteriores y esto es porque en la mayoría de los casos los oficiales tenían su propia herramienta.

➤ Análisis de actividades no contributivas para pañete lineal exterior



Figura 86. Análisis de actividades no contributivas de pañete lineal exterior.

Fuente: Elaboración propia

En la ejecución de esta actividad, se pudo observar que la subactividad más realizada por la cuadrilla fue desplazamiento debido a los largos trayectos que debía realizar el ayudante bien fuera por herramienta, por material al almacén o porque debía ir al baño. Y en cuanto a la espera, es debido a que en muchas ocasiones los oficiales terminaban de realizar pañete y el ayudante no

tenía preparado nuevamente el mortero a su lado, procediendo a realizar un transporte y eso genera esperas lo que significan pérdidas.

4.4.6 Índice de labor contributiva.

A continuación, se procede a realizar un gráfico de labor contributiva, el cual consiste en la sumatoria de las actividades productivas, con las actividades contributivas con el fin de determinar el rango de aprovechamiento.

Tabla 25. Cálculo de índice de labor contributiva de las actividades estudiadas.

INDICE DE LABOR CONTRIBUTIVA						
ACTIVIDADES	MURO EN BLOQUE N°5	MURO EN LADRILLO A LA VISTA	PAÑETE INTERIOR	PAÑETE LINEAL INTERIOR	PAÑETE EXTERIOR	PAÑETE LINEAL EXTERIOR
PRODUCTIVAS	47,0%	52,3%	44,0%	49,5%	44,9%	47,3%
CONTRIBUTIVAS	37,0%	31,9%	38,1%	34,0%	39,7%	35,3%
LABOR CONTRIBUTIVA	84,0%	84,2%	82,1%	83,5%	84,6%	82,6%

Fuente: Elaboración propia

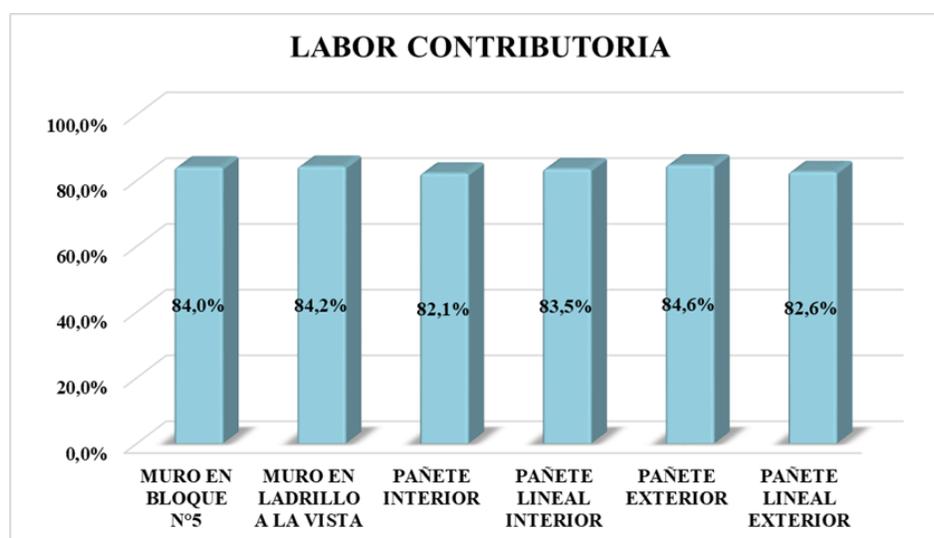


Figura 87. Índice de labor contributiva de las actividades estudiadas.

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinado el índice de labor contributiva, se analiza si realmente se está aprovechando el tiempo en la ejecución de las actividades, por lo tanto según Jhon Page establece el siguiente rango de aprovechamiento según la propuesta.

Tabla 26. *Clasificación de eficiencia en la productividad.*

EFICIENCIA EN LA PRODUCTIVIDAD	RANGO
Muy baja	10% - 40%
Baja	41% - 60%
Normal (promedio)	61% - 80%
Muy buena	81% - 90%
Excelente	91% - 100%

Fuente: Tabla 1 clasificación de la productividad (Botero, 2002)

De acuerdo a los rangos establecidos en el artículo realizado por Fernando Botero, en cuanto a las actividades estudiadas se analizó lo siguiente:

- En cuanto a las actividades de muro en bloque N°5 y muro en ladrillo a la vista se tuvo una eficiencia del 84% y 84,2% respectivamente manejándose cuadrillas 1:1 y 2:1, por lo tanto, estas actividades se encuentran distribuidas en el rango muy bueno (81% - 90%),
- Al igual que las actividades de pañetes, las cuales todas estuvieron entre este rango teniendo variaciones semanales en las cuadrillas siendo estas desde 1:1 hasta 5:2.
- Al momento de analizar las cuadrillas se determinó que estas fueron manejadas de manera poco constante por parte del maestro subcontratista de mano de obra, debido a que por la falta de personal, el asignaba actividades diferentes a las cuadrillas en la mayoría del tiempo, también se observó que había constante cambio de personal en las cuadrillas, motivo por el cual muchas de estas personas al no tener la experiencia necesaria, seguidamente era cambiada por otra, produciéndose de esta manera variaciones

constantemente entre el personal, y debido a esto se generan retrasos en la ejecución de la obra.

- Una opción de mejora a estas actividades debe ser que las cuadrillas que comiencen a realizar las actividades se mantengan constantes hasta que se den por ejecutadas completamente, esto con el fin de que se mantenga un orden y de esta manera se produzca mejores rendimientos minimizando las pérdidas por mano de obra.
- Sin embargo, una vez calculado el índice de labor contributiva, se analiza que de acuerdo a la propuesta de Jhon Page, si se está aprovechando el tiempo en la ejecución de las actividades estudiadas.
- En las mejoras que se propongan, el ideal es que las actividades no contributivas estén por el orden de menos del 10% queriendo decir que el índice de labor con tributaria sea mayor al 90%

4.4.6.1 Comparación índice de labor contributiva con trabajo de grado realizado anteriormente.

Teniendo en cuenta la tesis de grado realizada por el ingeniero German Andrés Barrera titulada “análisis de la productividad, rendimientos de mano de obra y consumo de material con la implementación de la herramienta value stream mapping en la etapa de acabados del proyecto bienestar universitario de la universidad Francisco de Paula Santander”, se puede observar en las figuras 78 y 79, que tanto el pañete interior, como el pañete exterior, tuvieron un índice de labor contributiva del 80%, el cual fue considerado de acuerdo a la propuesta de Jhon Page como una eficiencia normal ya que se encuentra entre 61% y 80%. Por lo tanto, se puede establecer que en comparación con la tesis realizada por el ingeniero German A. Barrera, que el índice de labor contributiva fue más alto en el actual estudio.

Las causas que generaron estos índices de labor contributiva en pañete interior y exterior del estudio realizado por el ingeniero German Barrera, fueron debidas principalmente a que se manejaron cuadrillas poco constantes y también debido al transporte de materiales y mortero, pues el transporte representó el mayor porcentaje de actividades contributivas. Ahora, teniendo en cuenta el actual estudio se puede verificar que las causas se siguieron manteniendo en el pañete interior, exterior, lineal interior y lineal exterior, debido a que también se presentaron constantes variaciones en las cuadrillas, falta de personal y gran cantidad de las subactividades contributivas también fueron debido al transporte de material. Sin embargo en el actual estudio el índice de labor contributiva fue un poco más alto al índice obtenido en la tesis del ingeniero German Barrera.

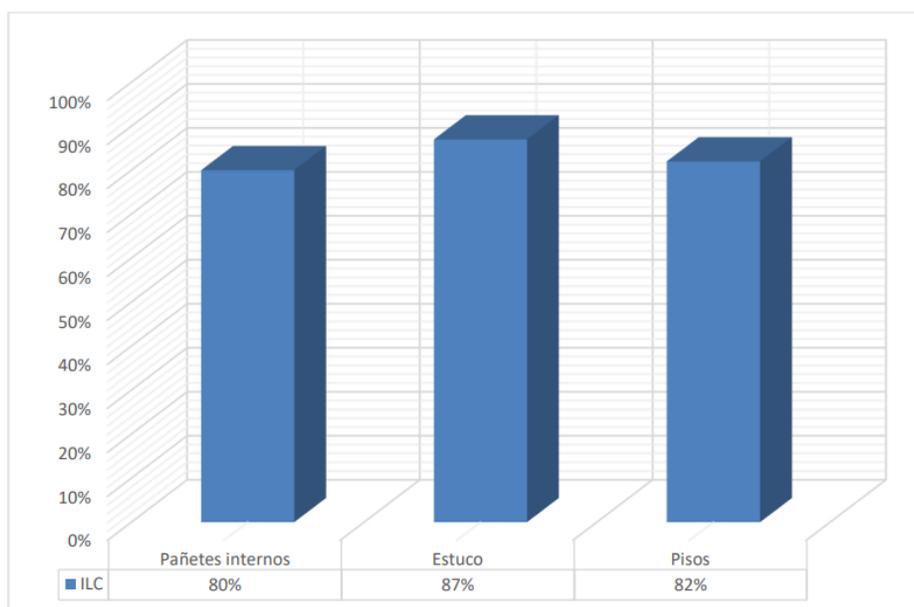


Figura 88. Índice de labor contributiva para acabados internos – Tesis German Andres

Fuente: Figura 78. Índice de labor contributiva para acabados internos (Barrera, 2019)

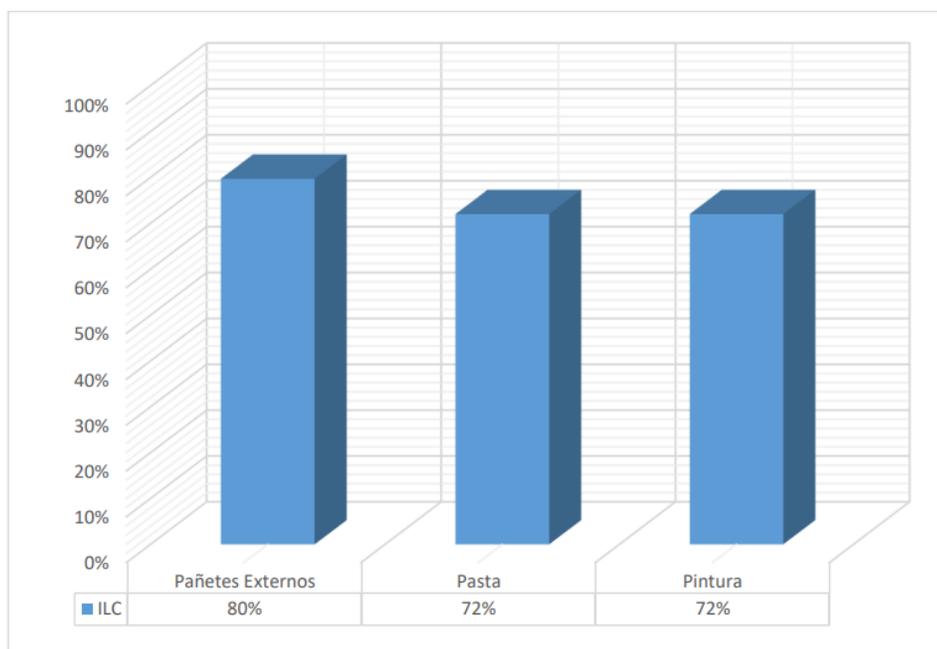


Figura 89. Índice de labor contributiva para acabados externos - Tesis German Andres

Fuente: Figura 79. Índice de labor contributiva para acabados externos (Barrera, 2019)

4.4.7 Opciones de mejora en cuanto a los procesos productivos de mano de obra.

Se establece que a futuro la optimización de las actividades contributivas deben ser más productivas, por lo tanto igualmente se deben disminuir las actividades no contributivas con el fin de evitar pérdidas en la producción de mano de obra. Por lo tanto se recomienda lo siguiente:

Tabla 27. Opciones de mejora para los procesos productivos de mano de obra.

OPCIONES DE MEJORA PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE MANO DE OBRA	
MUROS	PAÑETES
Se recomienda tener más personal en las cuadrillas, pues un ayudante para varios oficiales produce un excesivo desplazamiento por parte de este, intensificando el tiempo de espera de los oficiales.	Los ayudantes deben dejar organizada la zona de trabajo cada día al terminar la jornada laboral, con el fin de que al siguiente día no se produzca desperdicio de tiempo acomodando la zona de trabajo para comenzar a laborar.

Es importante el uso de dos plumas ubicadas en diferentes partes de la edificación, esto con el fin de minimizar el excesivo desplazamiento por transporte de material.	Se recomienda mantener limpia la obra en general con el fin de que el tiempo invertido en acomodo de la zona sea menor.
Se recomienda tener más personal especializado trabajando en la ejecución de actividades, pues en muchas ocasiones un oficial para dos o tres actividades diferentes no funciona muy bien.	Se recomienda tener más personal especializado trabajando en la ejecución de actividades, pues en muchas ocasiones un oficial para dos o tres actividades diferentes no funciona muy bien.
Se considera importante que todos los oficiales tengan su propia herramienta menor	Se considera importante que todos los oficiales tengan su propia caja menor
Los ayudantes deben dejar organizada la zona de trabajo cada día al terminar la jornada laboral, con el fin de que al siguiente día no se produzca desperdicio de tiempo acomodando la zona de trabajo para comenzar a laborar.	Las cuadrillas se deben mantener constantes hasta que se den por ejecutadas completamente las actividades, esto con el fin de que se mantenga un orden y de esta manera se produzca mejores rendimientos minimizando las perdidas por mano de obra evitando retrasos.

Fuente: Elaboración propia

Las opciones de mejora estudiadas permitirán que haya un aumento de la productividad y el rendimiento en la ejecución de las actividades, reduciendo en los tiempos de valor agregado (actividades contributivas), evitando las esperas y los desplazamientos (actividades no contributivas), mejorando de esta manera la logística y llevando un orden a la obra, entre otras opciones de mejora y no menos importante, se realizaran capacitaciones a los trabajadores con el fin de crear una cultura sobre la filosofía de trabajo que propone Lean Construction, en las cuales se mantiene el orden de las zonas de trabajo incluyendo el inventario y el espacio en general.

4.5 Desarrollar la metodología 5s con el fin de generar protocolos de orden y limpieza, que permitan un adecuado manejo de espacios y materiales en la ejecución de las actividades.

La metodología 5S puede ser considerada como una herramienta funcional que permite organizar el entorno laboral, llevando a facilitar espacios para mayor productividad y desarrollo.

Según Palomares (2015) la metodología: “Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal y la eficiencia y, en consecuencia, la calidad, la productividad y la competitividad de la organización” (p.58). De tal manera, la metodología implementa una reflexión integral de cada una de las condiciones existentes dentro de los espacios laborales que pueden condicionar la efectividad operativa, lo cual incluye no solo la parte física de la empresa, sino además atiende la esencia de los recursos humanos, motivando a la disciplina y formación de hábitos.

En cuanto a la investigación encaminada a implementar herramientas de la filosofía Lean Construction para la aplicación de mejoras en los procesos administrativos en construcción del edificio de laboratorio de física en la Universidad Francisco de Paula Santander, se aplicó la metodología 5s, tomando en consideración las tres primeras S, como son: Seiri (clasificar), Seiton (ordenar/organizar), Seiso (Limpieza). Sin embargo, se toma en consideración la cuarta y quinta s, es decir, Seiketsu (estandarizar) y Shitsuke (disciplina), para realizar un proceso de planeación de estas y dejarlas para su posterior implementación en futuras construcciones.

Para la implementación se partió de un proceso diagnóstico que permitió evidenciar la necesidad de optimizar las condiciones del ambiente laboral para disminuir accidentes laborales que pueden generarse productos de materiales sin una distribución adecuada, lo cual podría conllevar a la pérdida de tiempo, indisposición para realizar maniobras rápidas y eficientes, deficiencia en el traslado de los trabajadores, así como de la materia prima para la realización de la obra. Aunado a ello, se puede evidenciar escombros por toda el área de trabajo.

En la siguiente Tabla se puede evidenciar el registro fotográfico de los espacios de la construcción, así como del almacén previo a la implementación de la metodología.

Tabla 28. Registro fotográfico del estado previo a la aplicación de la Metodología 5 S.

#	Fotografía	Descripción
1		<p>Se evidencia material disperso en el interior de la construcción. Se observa, material de hierro tirado en los pisos el cual podría ser un riesgo para los trabajadores en cuanto a posibles caídas.</p>
2		<p>Se observa un ambiente laboral sucio, que tiene materiales sin clasificar, ubicando elementos que pueden utilizados dentro de la construcción con otros que son inutilizables.</p>
3		<p>No se ubica el material es un solo sitio, es decir pueden observarse cabillas para la estructuras agrupadas en algunas espacios externos y otros se encontraban en lo interno de la construcción, dando paso a que no se mantenga una adecuada agrupación y clasificación de los materiales.</p>
4		<p>Se presentaba gran cantidad de escombros, los cuales están dispuestos a lo largo de la construcción, sin un adecuado orden, dejando en evidencia un ambiente laboral sucio y con muchos residuos que pudieran ser perjudiciales en el entorno laboral.</p>

#	Fotografía	Descripción
5		<p>Se evidencia debajo de los andamios una serie de escombros revueltos con materiales que puede ser utilizado dentro de la construcción.</p>
6		<p>Pueden observarse una serie de desechos de materiales, en este caso pacas o envoltorios dispuestos en el piso externo de la construcción, lo cual genera contaminación, y espacios que pudieran albergar roedores, insectos, entre otros.</p>
7		<p>Parte interna de la construcción, sin limpieza y orden, se evidencia una serie de residuos de la construcción a lo largo del piso, lo cual podría obstaculizar las labores internas de frisado y acabados especiales.</p>
8		<p>Tablones esparcidos en el segundo piso, muchos de estos tienen puntillas enterradas y también se encuentran estribos los cuales deberán ser ubicados.</p>
9		<p>Los cascos de seguridad no están organizados de la mejor manera, y también se logra visualizar un casco de motocicleta, pero este no debería de estar aquí.</p>

#	Fotografía	Descripción
10		<p>Y de PVC olvidada en las afueras de la obra.</p>
11		<p>Escombros ubicados en toda la mitad del paso generando un mal aspecto a la obra. Normalmente se encuentran en todo momento regadas por ahí sin ningún tipo de orden.</p>
12		<p>Se realizó la revisión de una parte de la herramienta del almacén, la cual deberá ser clasificada y organizada según su uso.</p>
13		<p>Se encontró este galón de cemento plástico, al cual se le deberá asignar un lugar, ya que próximamente se podrían utilizar y se encuentra en buen estado.</p>
14		<p>Estos codos para tubería de luz se encontraron refundidos entre el desorden de los tubos, el cual es material que se encontraba perdido en la obra. También se encontró este cuarto de galón de pegante para tubería.</p>

#	Fotografía	Descripción
15		<p>Se encontró un disco de pulidora tirado en el piso, el cual deberá ser ubicado en su lugar.</p>
16		<p>De la imagen anterior se debe destacar que la camilla de primeros auxilios está ubicada en un lugar prácticamente imposible de acceder rápidamente ante una emergencia. Por lo tanto, se deberá ubicar en un punto estratégico.</p>
17		<p>Se logran apreciar una gran variedad de elementos, comenzando con un bloque de concreto el cual puede ocasionar un accidente para cualquiera que pretenda retirar algún tubo sin cuidado, también se logra evidenciar que hay una pimpina y una manguera mal enrollada a las cuales se les deberá buscar un mejor lugar, sobrantes de cartón que deben ser desechados y un laso enrollado el cual deberá ubicarse de modo que se pueda acceder a él más fácilmente.</p>
18		<p>Excesivo desorden de tubería ya sea de uso eléctrico, aguas lluvias o de tipo canaletas, generando no solo un desagradable aspecto sino que también sería tedioso el poder llegar a una de ellas, puesto que habría que mover todo para poder utilizar la que realmente es necesaria en su momento. Igualmente, también se logra visualizar 5 láminas de icopor, las cuales podrían ser dañadas al momento de retirar cualquier tipo de tubería.</p>

#	Fotografía	Descripción
19		<p>Se encuentra un compresor en el centro del almacén, el cual obstaculiza el paso ya sea para el almacenista, como para cualquier personal que necesite algún elemento del fondo.</p>
20		<p>Se pueden observar que hay materiales para acabados tipo tabletas de piso, que no tienen nada que ver con la etapa de construcción por lo tanto se considerará retirarla del almacén.</p>
21		<p>Se encontraron partes de las secciones de andamios, retazos de tubería y un depósito de basura roto.</p>
22		<p>Herramienta cizalla encontrada en las afueras de la obra.</p>
23		<p>Pala olvidada detrás de la obra por los trabajadores</p>

#	Fotografía	Descripción
24		Retazos de tablas dejados arrinconados, entre ellos tablas en buen estado.
25		Chapetas encontradas enterradas el relleno extraído de la excavación del tanque subterráneo

Fuente: Elaboración propia

Conforme a estos hallazgos derivados de la observación, se logra reconocer los siguientes aspectos que requieren ser mejorados para optimizar los procedimientos derivados del proceso de construcción:

- Dar una clasificación específica de los materiales, los cuales se encontraban dispuestos de manera desorganizada.
- Organizar por rango de utilidad y necesidad en la construcción los materiales, a su vez que se desechan los sobrantes y escombros.
- Establecimiento de jornadas de orden y limpieza.
- Adecuación en la distribución de los materiales para evitar su deterioro.

4.5.1 Implementación primera “s” Seiri (clasificar)

El objetivo principal de implementar la clasificación de los materiales, equipos y herramientas es:

- Tener en el lugar de trabajo aquello que realmente se necesita y en la cantidad adecuada.
- Eliminar los materiales y elementos innecesarios conservando todos los que se utilizan.
- Identificar, separar y eliminar. Dentro de este procedimiento, se requiere en primer lugar hacer uso de la clasificación como un elemento que permitirá dar un uso apropiado de los diferentes materiales que se encuentran dentro de los espacios laborales, en este caso dentro de la construcción.

Para ello, se diligenció en primer lugar el formato de la tabla 27 que permitió establecer clasificar las herramientas y los materiales que se encontraban dispuestos dentro de la construcción, a fin de poder establecer los criterios para la selección y agrupación de estos.

En este procedimiento, se sumaron dos obreros de la obra, con la previa demostración y con la generación del conocimiento específico sobre cuál es la finalidad de la clasificación de los materiales y la importancia de mantenerla en el tiempo.

Tabla 29. Clasificación de elementos encontrados en el diagnóstico.

1. SEIRI- CLASIFICACION								
#	Ubicación	Detectar elementos en obra		Decidir que se hace con los elementos encontrados				
		Elemento por clasificar	Foto #	Necesarios		No necesarios		
				Ordenar	Almacenar	En buen estado almacenar y transferir	Dañado para reparar o almacenar para otros usos	Escombro
1	En obra	Material sobrante de la elaboración de la placa	1					X

2	Exterior	Icopor	2				X	X
3	Exterior	Cabillas	3	X	X			
4	Exterior	Cabillas de 3/8"	4	X	X			
5	Exterior	Material sobrante de la construcción	5					X
6	Exterior	Bolsas de cemento	6					X
7	En obra	Residuos de la construcción	7					X
8	En obra	Tablones	8	X		X		
9	Almacén	Cascos de seguridad	9	X	X			
10	Exterior	Y de PVC	10	X	X			
11	Exterior	Escombros de la construcción	11					X
12	Exterior	Herramienta menor	12	X	X			
13	Almacén	Cemento plástico	13	X	X			
14	Almacén	Codos de PVC	14	X	X			
15	Almacén	Disco de pulidora	15	X	X			
16	Almacén	Camilla de emergencia	16	X	X			
17	Almacén	Manguera	17	X	X			
18	Almacén	Todo tipo de tubería	18	X	X			
19	Almacén	Compresor	19	X		X		
20	Almacén	Tabletas de piso	20	X		X		
21	Exterior	Andamios	21	X		X		
22	Exterior	Tubería	21	X	X			
23	Exterior	Depósito de basura	21					X
24	Exterior	Cizalla	22	X	X			
25	Exterior	Pala	23	X	X			
26	Exterior	Retazos de tablas	24					X
27	Exterior	Chapetas	25	X		X		

Fuente: Elaboración propia

En la obra el proceso de clasificación, además de llevarse a cabo a través del establecimiento de criterios que permitieran establecer y definir cuáles son los materiales que deben estar ubicados en los diversos espacios, así como la priorización de implementación y uso de estos, se generó un trabajo cooperativo con los obreros a fin de dar una previa organización de los materiales, contribuyendo en la clasificación de estos.

Una vez dispuesto el llenado del formato se pueden presentar como evidencias del proceso de clasificación la siguiente reseña fotográfica:

Tabla 30. *Reseña fotográfica actividades inherentes a la clasificación.*

#	Fotografía	Descripción
1		<p>Se precisa reunión para consolidar las actividades de clasificación y la funcionalidad de la misma.</p>
2		<p>En reunión con el personal técnico de la obra, se delimitó cuáles serían los criterios y periodos para generar la clasificación de los materiales.</p>

3		<p>Asistencia por parte técnica y administrativa de obra con el fin de coordinar la limpieza exterior de escombros a la edificación.</p>
4		<p>Actividad de clasificación, se separan las tuberías de las cabillas inicialmente. Posteriormente se realiza la organización efectiva en el siguiente paso.</p>

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Implementación segunda “s” Seiton (Ordenar/organizar)

La segunda S de la metodología, persigue establecer la manera en que los materiales necesarios se deben ubicar e identificar de modo que se puedan encontrar con facilidad. Aunado a ello, dentro de este proceso se buscó que todos los trabajadores conocieran la organización del ambiente de trabajo, además de considerar las actividades que se van a establecer para mantener efectivamente el ambiente de trabajo en condiciones óptimas.

Esta afirmación permite comprender que en la medida en que la organización logre mantener un orden de los materiales necesarios, a fin de que puedan los trabajadores disponer de ellos de manera oportuna, mejor será el nivel de productividad. Para que los trabajadores mantuvieran un adecuado acercamiento con la forma de organizar y ordenar el sitio de trabajo, fue necesario

que se compenetraran mediante un conversatorio con el cual, se logró desarrollar la conciencia de la organización, guiando con ello procedimientos encaminadas a eliminar artículos innecesarios y dar a conocer el por qué no se debe mantener dentro del espacio laboral.

A continuación, como parte del desarrollo del Seiton en la obra se refleja a través del diligenciamiento específico del siguiente formato de orden. En el mismo, se especificaron: el lugar a ubicar los elementos, discriminando en: almacén, patio de la bodega, transferir fuera del proyecto, reparar y transferir, así como aquellos materiales que por su clasificación han sido considerados como escombros, los cuales deben ser limpiados en su totalidad.

Tabla 31. *Formato de diligenciamiento de la Seiton.*

		1. SEIRI-CLASIFICACIÓN						2. SEITON-ORDEN					
#	Ubicación	Detectar elementos en obra		Decidir que se hace con los elementos encontrados				Lugar a ubicar los elementos					
		Elementos por clasificar		Necesarios		No necesarios		En almacén	En patio de bodega	Transferir fuera del proyecto	Reparar y transferir	Escombro	
				Ordenar	Almacenar	En buen estado almacenar y transferir	Dañado para reparar						Escombro
1	En obra	Material sobrante de la elaboración de la placa	1					X					X
2	Exterior	Icopor	2					X					X
3	Exterior	Cabillas	3	X	X				X				
4	Exterior	Cabillas de 3/8"	4	X	X				X				
5	Exterior	Material sobrante de la construcción	5					X					X
6	Exterior	Bolsas de cemento	6					X					X
7	En obra	Residuos de la construcción	7					X					X
8	En obra	Tablones	8	X		X				X			

9	Almacén	Cascos de seguridad	9	X	X				X				
10	Exterior	Y de PVC	10	X	X				X				
11	Exterior	Escombros de la construcción	11					X					X
12	Exterior	Herramienta menor	12	X	X				X				
13	Almacén	Cemento plástico	13	X	X				X				
14	Almacén	Codos de PVC	14	X	X				X				
15	Almacén	Disco de pulidora	15	X	X				X				
16	Almacén	Camilla de emergencia	16	X	X				X				
17	Almacén	Manguera	17	X	X				X				
18	Almacén	Todo tipo de tubería	18	X	X				X				
19	Almacén	Compresor	19	X		X							
20	Almacén	Tabletas de piso	20	X		X					X		
21	Exterior	Andamios	21	X		X					X		
22	Exterior	Tubería	21	X	X				X				
23	Exterior	Depósito de basura	21					X					X
24	Exterior	Cizalla	22	X	X				X				
25	Exterior	Pala	23	X	X				X				
26	Exterior	Retazos de tablas	24					X					X
27	Exterior	Chapetas	25	X		X			X				

Fuente: Elaboración propia.

4.5.2.1 Selección y orden de los materiales en almacén y en espacio externo de la obra

Luego de realizado el diligenciamiento se procedió a ejecutar un reordenamiento de los espacios de la obra, así como del almacén y ambiente externo. Permitiendo de esta manera tener una visión de la manera adecuada de mantener el espacio físico acorde y funcional. En este sentido, se presenta a continuación en las siguientes figuras:



Figura 90. Orden de los materiales en almacén.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 91. Orden de espacio externo de la obra, selección de los materiales para su adecuado orden.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 92. Selección y orden de palas y picas.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 93. Orden de tablas y tubería.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 94. Orden de andamios que próximamente serán devueltos.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.5.2.2 Recolección de elementos a transferir, o para escombros.



Figura 95. Recolección de los escombros y otros materiales en el exterior.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

Conforme a lo observado se evidencia la recolección de los escombros en el exterior de la obra garantizando que el proceso de planificación ha sido establecido de manera adecuada. Por esta razón, se ha dado la recolección de los materiales en distintas bolsas plásticas que permitan mantener una selección específica de lo utilizable y aquello que es escombros para su destino final posterior.

4.5.2.3 Orden de almacén

Otra actividad desarrollada es el orden específico del almacén, en el mismo, una establecida la clasificación del material en el proceso anterior se procedió al desarrollo específico del orden del espacio interno. Para ello, se ubicaron los materiales y se procedió a evaluar cuáles son las prioridades de implementación según el avance de la obra, para hacer un orden y organización exhaustivo que brinde mejores opciones a los trabajadores.



Figura 96. Proceso de orden de almacén.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 97. Orden específico del almacén, delimitando la utilidad de los materiales en orden con los requerimientos de la obra.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.5.2.4 Etiquetado de los materiales e implementos de trabajo

Al momento de realizar el orden de los implementos de trabajo y materiales, se ha establecido de manera posterior el proceso de etiquetado de estos.

Esto se realiza bajo una señalización sencilla que contiene el nombre de los implementos con un número de letra legible a cierta distancia, a fin de que los trabajadores logren mantener una visión de los requerimientos y puedan darle un uso adecuado a los mismos, pero también se orienta a mantener el mismo orden.



Figura 98. Etiquetado de los implementos de trabajo.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 99. Proceso de etiquetado para el Cemento.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 100. Etiquetado definitivo de los implementos del trabajo.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 101. Etiquetado para equipos de construcción.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 102. Etiquetado para tubería de hidráulica y eléctrica.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 103. Etiquetado para implementos de seguridad y salud en el trabajo.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.5.3. Implementación tercera “s” Seiso (Limpieza)

La limpieza permite dentro de la organización establecer una fachada que insta a mostrarla como evidentemente funcional. Esto indica que en la medida de que una construcción logre mantener sus espacios limpios, organizados y funcionales, mayor será el nivel de productividad de los trabajadores, por cuanto podrán realizar desplazamientos sin ninguna complejidad y además pueden disminuir los riesgos a accidentes laborales. Dentro de las actividades a desarrollar en este proceso se encuentran:

- Identificar y eliminar las fuentes de suciedad
- Lugares difíciles de limpiar
- Establecer y aplicar procedimientos de limpieza. En este sentido, se orientan las actividades a identificar, planificar y eliminar.

Ahora bien, en el marco del proyecto, se realizó posterior a la clasificación y el orden de espacios externos, así como de la obra y almacén, una serie de actividades que han buscado en primer lugar, ofrecer un espacio acorde para los trabajadores, a fin de que el desarrollo armónico de las actividades sea ejecutado con mayor disciplina y sin contratiempos.

En efecto, se inició con la conversación con los trabajadores de la obra, con la intención de que cada uno pueda reconocer a plenitud cual es la importancia de mantener la limpieza en el lugar de trabajo y el orden específico de cada uno de los implementos y materiales.

4.5.3.1. Planificación de las jornadas de limpieza

En relación a las jornadas de limpieza, se llevaron a cabo una serie de actividades que permitieron establecer actividades direccionadas para el alcance de la pulcritud en el ambiente de trabajo. Entre las cuales se puede señalar:

- Limpieza general en todas las áreas del proyecto: esto incluyo el almacén y las distintas áreas que conforman el proyecto.
 - Conformación de equipos de trabajo, en este caso, se determinó el liderazgo de cada equipo por área a ser limpiada, además de asignar las responsabilidades que se tenían que desarrollar para el alcance de la limpieza.
 - Una vez establecida la limpieza, y bajo el mantenimiento del orden, se logró referir a cada trabajador la responsabilidad inherente a su lugar de trabajo. Además de ello, se hizo la invitación para programas actividades de limpieza en general en periodos fijos con predominancia a realizarse semanalmente para mantener los espacios limpios.
 - Una vez realizadas las jornadas de aseo y limpieza se procede a la recolección de los escombros y de materiales que podrían estar dispuestos en el ambiente laboral. También se hizo extensiva la recomendación de retirar los escombros durante la tarde.
- Limpieza exterior de la obra.



Figura 104. Proceso de recolección de materiales no utilizables y desechos.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 105. Retiro de icopor utilizable a obra de los patios.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 106. Retiro de retazos de madera u otros desechos de la construcción a escombrera.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 107. Limpieza a exterior de la construcción y retiro a escombrera.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 108. Resultado final de la limpieza externa.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

- Limpieza interior de la obra.



Figura 109. Desorden en el interior de la obra.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 110. Resultado final de la limpieza interna en la obra.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

➤ Limpieza del almacén.



Figura 111. Limpieza de almacén.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.



Figura 112. Resultado final de limpieza de almacén.

Fuente: Fotografía tomada en sitio.

4.5.4. Implementación cuarta “s” Seiketsu (Estandarizar)

A continuación, se muestran las propuestas para que sean aplicadas posteriormente en la siguiente fase del proyecto de acabados, dado que durante la ejecución del proyecto solo se alcanzó a ejecutar la aplicación directa de las S1, S2 y S3 y se basan en las recomendaciones dada en el libro “implementación de la metodología de las 5s en proyectos de construcción”, escrito por el ingeniero Ciro Alfonso Melo Pabón, director del presente proyecto de grado

La estandarización tiene un propósito importante y es que las primeras tres ‘S’ se conviertan en un hábito a diario hasta que se ejecuten con normalidad.

Estandarizar consiste en establecer las normas propias de cada etapa de la metodología y en analizar si se está ejecutando perfectamente. Si esto no ocurre, las normas tienen algunos defectos que pueden estar ocasionando el desacato de estas, entonces es necesario tomar decisiones y modificar las reglas para que cada etapa funcione de manera estable.

4.5.4.1. Conformación de comités de las 5s:

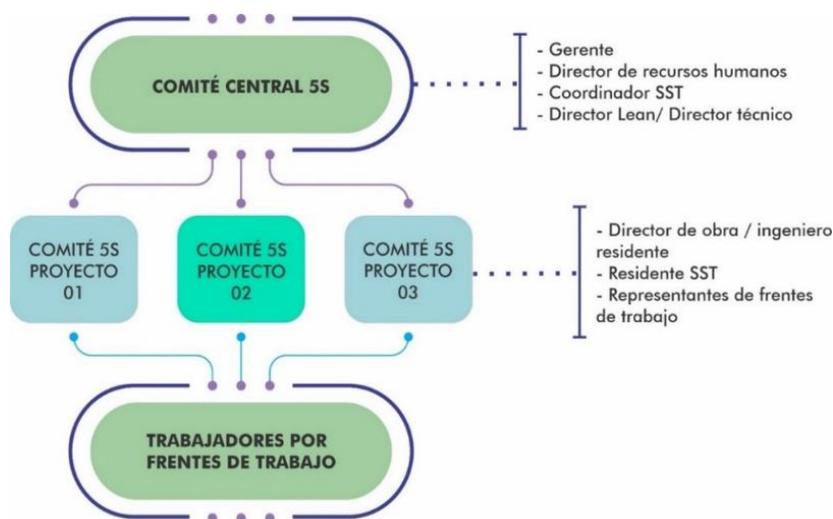


Figura 113. Resultado final de limpieza de almacén.

Fuente: libro implementación de la metodología de las 5s en proyectos de construcción

Cundo se conforman los comités 5s en las empresas y en los proyectos que se tengan en ejecución, sus primordial objetivo es poder ejecutar los procesos de control y seguimiento en la implementación de la metodología 5s. Aunque la recomendación es poder tener primero la conformación del comité central de las 5s, en acuerdo con los directores del presente proyecto de grado, se definió no conformar este comité central, dado que el edificio se construye por fases y la segunda fase muy seguramente no será ejecutada por el mismo contratista que ejecuta la presente fase.

El comité del proyecto estará conformado por:

- Ingeniero residente de obra
- Residente de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Almacenista

Funciones principales:

- Involucrar y motivar a todo el personal del proyecto para el logro de los objetivos de implementación
- Delegar los auditores 5s
- Determinar el orden de las áreas y actividades para la aplicación de las 5s
- Comunicar y administrar de forma correcta las tareas que se van a distribuir a todos los trabajadores, evitando que se conviertan en labores extras y se generen descontentos de parte del personal
- Controlar y evaluar periódicamente la evolución de la implementación: Medir los progresos o retrocesos, producto de las auditorías

- Ayudar a evaluar en las reuniones del comité de las 5s cómo avanza la implementación, derivada de las auditorías.
- Proponer opciones de mejora a los procesos, documentarlas

4.5.4.2 Divulgación de las 5s:

Programa de formación o capacitación:

Esta divulgación información o capacitación son importantes para poder que los trabajadores que realizan las actividades de construcción en el proyecto se apropien del conocimiento se sensibilicen y principalmente que aprendan en campo la correcta aplicación de la metodología 5s

El plan de capacitación tendrá como grupo objetivo a todo el personal administrativo y técnico tanto de las oficinas de la empresa como cada uno de los trabajadores de cada proyecto en ejecución. Es importante que la empresa delegue estos procesos de formación en los profesionales de seguridad y de salud y en el trabajo, para lo cual se puede solicitar el apoyo de una formación inicial a estos profesionales por parte del director de semillero de investigación citó el ingeniero Ciro Alfonso Melo Pabón que estaría en disponibilidad de apoyar estos procesos iniciales

Tabla 32. *Capacitaciones para personal de la obra*

Grupo Objetivo	Temas para tratar	Tiempo Estimado
Comité 5s del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Principios de la metodología de las 5s. • Conceptualización de cada una de las 5s. 	1 hora
Trabajadores	<ul style="list-style-type: none"> • En qué consiste la metodología de las 5s. • S número 01: Clasificar. • S número 02: ordenar/ organizar. 	20 minutos

	<ul style="list-style-type: none"> • S número 03: Limpiar. • S número 04: Estandarizar. 	15 minutos
	<ul style="list-style-type: none"> • S número 05: Disciplina. 	15 minutos

Fuente: Elaboración propia

Otras estrategias de divulgación

- Carteleras informativas: Ubicarlas en un lugar visible donde el personal del proyecto lo pueda visualizar fácilmente y de manera constante: para el proyecto se recomienda hacerlo en el ingreso al edificio
- Documentar la aplicación: La información de actividades realizadas y los cambios apreciados durante la aplicación de la metodología se puedan tener documentados para poder evidenciar el antes y el después y las ventajas que tiene la aplicación de estas. se recomienda que esta información se ha llevado a cabo por los profesionales de seguridad y salud en el trabajo del proyecto.

Tabla 33. Formato de registro de actividades realizadas de mejora

# FOTO	REGISTRO FOTOGRÁFICO		OBSERVACION
	ANTES	DESPUES	

Fuente: Elaboración propia

Estandarización de formatos:

En la aplicación anterior de las s 1 HD de clasificación s dos de orden YS 3 de aseo se aplicaron los formatos que se consideran apropiados para este tipo de proyecto de edificación por

Formato de diligenciamiento de orden (S2):

1. SEIRI-CLASIFICACIÓN							2. SEITON-ORDEN						
#	Ubicación	Detectar elementos en obra		Decidir que se hace con los elementos encontrados					Lugar a ubicar los elementos				
		Elementos por clasificar		Necesarios		No necesarios							
				Ordenar	Almacenar	En buen estado almacenar y transferir	Dañado para reparar	Escombros					

4.5.5. Implementar la quinta s "Sitsuke": disciplina

Según el libro de implementación de metodología de las 5s en proyectos de construcción: “La última fase del método de la 5s se trata del comportamiento y la actitud necesaria para asegurar el buen cumplimiento durante todo el proceso. La práctica de la disciplina busca generar el hábito de respetar y utilizar adecuadamente los procedimientos y controles desarrollados en la estandarización. La disciplina es una de las partes más importantes de esta metodología, pues sin la constancia que se invierte al orden y a la limpieza de la organización no funcionaría el método. Así, es importante resaltar que la disciplina debe ser constante. Para que permanezca el orden y la limpieza se deben cumplir sin excepción todas las reglas establecidas en la cuarta s y se debe ser constante con la quinta s. Si los procesos y procedimientos estandarizados no están funcionando correctamente, se deben realizar modificaciones y descubrir el punto en el que la empresa está fallando.”

Recomendaciones para crear disciplina en las obras en construcción:

- Realizar capacitaciones previas para aplicar la estandarización, principalmente para crear autodisciplina, cambio de hábitos y cultura.
- Uso de ayudas visuales en las carteleras: publicación de fotos del "antes" y "después", boletines informativos, usos de insignias, concursos de premios de motivación
- Establecer rutinas periódicas de aplicación como "5 minutos de 5s", actividades mensuales y semestrales.

Realización de auditorías:

Se propone que las auditorías y su periodicidad sean planificadas y realizadas por el profesional de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), previo visto bueno del comité de las 5s del proyecto.

Las auditorías permitirán identificar los problemas potenciales que no se previeron durante el diseño o planeación, el efecto que producen los cambios en los procesos o identificar las deficiencias de las acciones correctivas.

Recomendaciones para aplicar las auditorías:

- Capacitación y sensibilización a trabajadores
- Realizar una planeación de las auditorias o recorridos por parte del auditor designado,
- Realizar con el comité de las 5s reuniones de evaluación y seguimiento periódicas.

Definir periodicidad de la reunión de evaluación de este comité, se propone mínimo una vez al mes, de acuerdo al informe que presente el auditor designado.

- El auditor prepara al comité de las 5s las propuestas de mejora o acciones correctivas, el programa de incentivos para que sean analizadas, complementadas y aprobadas
- Sensibilizar las propuestas de mejora a los trabajadores involucrados

- En las siguientes auditorías verificar en campo el cumplimiento de las mejoras propuestas
- Se presenta nuevamente al comité el resultado de la evaluación de cumplimiento de la propuestas y se toman las acciones a que sea necesarias
- Se actualizan procedimientos ya estandarizados en caso de ser necesario
- Se propone sean realizadas auditorías por cada actividad y cuadrillas que cada subcontratista tenga en ejecución.

Formato de Auditorías:

Tabla 35. Formato de auditoría

No	ÍTEM	DESCRIPCION	OBSERVACION	CALIFICACION				
				1	2	3	4	5
Actividad Evaluada:		Contratista:		Fecha:				
1	Materiales	¿Mantiene materiales en exceso de inventario?						
2	Maquinaria, equipo y herramienta	¿Existencia necesaria? Mantiene en el área de trabajo la necesaria y no tiene que estar saliendo a buscarlas.?						
		Se encuentran limpios						
		¿Se encuentran libres de aceites, grasas, filtraciones?						
3	Área de trabajo	¿El suelo y área de trabajo está libre de polvo, basura, escombros?						
4	Zonas de circulación	¿Se encuentran limpias, libres de escombros?						
5	Notas de mejoramiento	¿Existen evidencia del progreso con la auditoría anterior?						

Fuente: Elaboración propia, basado en el propuesto por Benavides & Castro, 2010.

La calificación representada por números de la siguiente manera:

- Muy malo = 1

- Malo= 2,
- Regular =3
- Bueno= 4
- Excelente= 5.

El formato puede dar una puntuación máxima de 25 puntos y permite visualizar en qué se debe trabajar con base al desempeño.

Formato de acta de reunión de los comités 5s

Es recomendable para poder llevar una trazabilidad del avance en la implementación de la metodología que el comité 5s del proyecto realice posterior a las auditorías reuniones que permitan realizar seguimiento y control para lo cual se recomienda dejar evidencia de dichas reuniones y los temas tratados con el siguiente formato:

Tabla 36. *Formato* acta de reunión del comité 5s

Acta #:		Lugar de la Reunión			
Fecha:		Hora Inicio:		Hora Fin:	
Asunto:					
<i>ASISTENTES</i>					
<i>Nombres y Apellidos</i>	<i>Cargo</i>	<i>Nombres y Apellidos</i>	<i>Cargo</i>		
TEMAS PARA TRATAR					

--

<i>DESARROLLO DE LA REUNION</i>

COMPROMISOS ADQUIRIDOS	FECHA DE CUMPLIMIENTO	RESPONSABLE

Fuente: Proyecto implementación de las herramientas lean construction en la ejecución de la etapa de acabados cielo raso en el proyecto bienestar universitario de la UFPS

Formato de plan de acción de mejoras después de auditorías:

Derivado de las auditorías realizadas en campo, el comité 5s del proyecto realizará reuniones de seguimiento para:

- Exponer las condiciones verificadas,
- Los problemas que se presentan y poder plantear las posibles soluciones

Tabla 37. Formato plan de acción de problemas y propuestas de mejora

PLAN DE ACCION DE MEJORAS							
Proyecto							
No	Puesto de trabajo o actividad	Problema encontrado	Fecha de inconformidad	Causa	Propuesta de mejora	Responsable	Fecha Revisión

Evidencias fotográficas:							

Fuente: Proyecto implementación de las herramientas lean construction en la ejecución de la etapa de acabados cielo raso en el proyecto bienestar universitario de la UFPS

El formato permite que los problemas encontrados en campo y conociendo lo que lo causa, realizar propuesta de mejora por parte del comité de las 5s para dar solución a los problemas y poder delegar responsables para llevarlas a cabo, estableciendo una fecha máxima de ejecución y realización de la revisión en campo.

4.6 Desarrollar la gestión por procesos con el fin de estandarizar y optimizar las actividades técnicas y administrativas en la gestión del proyecto

La gestión por procesos, implica consolidar prácticas que a través de la estandarización permita reducir el tiempo en la ejecución de los mismos, y el desvío de la información y concentración del norte de los procedimientos establecidos para el alcance armónico de la construcción, además de disminuir costos en materiales que por falta de estándares básicos para el desempeño, podrían adjudicar una mala implementación de los procedimientos, lo cual conlleva básicamente a desperdiciar tiempo que podría ser utilizado en la mejora de las obras además de la posibilidad de perder materiales por no tener una línea a seguir para la ejecución de la obra.

Ahora bien, en el ámbito de la construcción la disminución de tiempos, fuerza física y materiales, resulta ser una fórmula que pocas veces se alcanza, y esto está originado por la carencia específica de estándares que definan los procedimientos de manera exhaustiva. Por tal motivo, la presentación de gestión de procesos, se fundamenta en la Norma ISO 10013, en la cual se contempla la manera de estandarizar procesos, para lo cual se requiere elegir las actividades a ser mejoradas

partiendo de los diagnósticos establecidos, a fin de concretar propósitos, alcances y procedimientos específicos, delimitados en últimas instancias en diagramas que permitan conocer los procesos inherentes.

4.6.1. Proceso estandarizado para ingreso de material, herramientas y equipos.

1. Propósito: Implantar la secuencia lógica de la manera apropiada para recibir material y herramienta de la obra, a fin de llevar un control de los elementos recibidos por parte del encargado del almacén.

2. Alcance: Aplica a la recepción de los materiales, equipos y herramientas por parte del almacenista.

3. Descripción del procedimiento

3.1. Cada tipo de material, equipo o herramienta, que se ingresa al proyecto, deberá ser registrado, organizado y revisado por el encargado de almacén, el cual es el encargado de fiscalizar la calidad del material, equipo o herramienta.

3.2. El almacenista será el encargado de corroborar las cantidades, así como los respectivos códigos del material y herramienta.

3.3. Una vez realizada la inspección del material, equipo o herramienta recibido, el almacenista firmará el documento de recibido por parte del mensajero, y dará el visto bueno a lo recibido in situ.

3.4. Continuamente el almacenista deberá organizar y clasificar lo ingresado.

4.0. Diagrama del procedimiento:

4.6.2. Proceso estandarizado para solicitud al almacén de materiales necesitados en obra.

1. Propósito: Establecer la secuencia lógica de solicitudes para materiales que se encuentren dentro de almacén. La intencionalidad está ligada con el interés de controlar el material que se encuentra dentro del almacén, además de considerar la necesidad de realizar el registro pertinente para evitar despilfarros de este.

2. Alcance: Este proceso será aplicado para solicitar todo material que se requiera para la ejecución de actividades que no se contemple en planos, pues la entrega de aceros de refuerzo y mallas no estarán incluida en este proceso.

3. Descripción del procedimiento:

3.1. Para solicitar cualquier material, deberá dirigirse al almacén solo la persona asignada por cuadrilla. De no ir la persona asignada, no se realizará entrega del material o herramienta, en caso tal de encontrarse ausente el asignado, se deberá informar por parte del maestro de obra quien retirará el material en el día.

3.2. El horario de entrega de los materiales se realizará únicamente durante el horario laboral del almacenista.

3.3. Al realizar la solicitud, el encargado debe indicar: Cantidad de material a utilizar, actividad a realizar y lugar donde se ejecutará la actividad.

3.4. Para finalizar el proceso, se debe diligenciar el formato de entregado, es decir, el formato de salidas de almacén, en el cual se especificará material, actividad, cantidad, unidad, fecha y firma de entrega.

3.5. Posteriormente el ingeniero residente debe verificar de acuerdo a cantidades estimadas en planos y firmar el formato de salidas de almacén, dando cumplimiento a este.

4. Diagrama de procedimiento

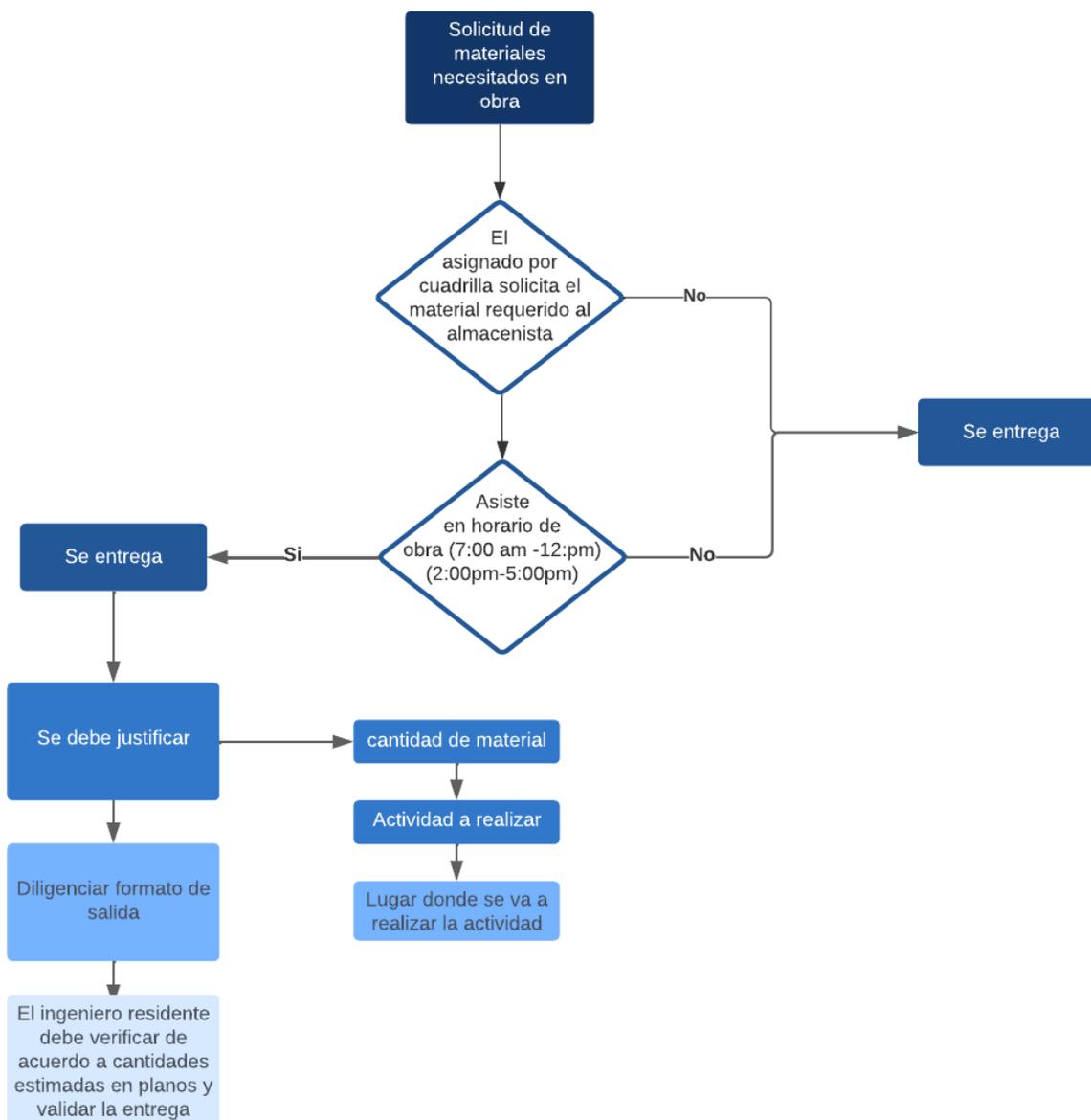


Figura 115. Diagrama de flujo para solicitud de materiales necesitados en obra.

Fuente: Elaboración propia.

herramienta, en caso tal de encontrarse ausente el asignado, se deberá informar por parte del maestro quien hará los retiros en el día.

3.2. El horario de entrega se realizará únicamente durante el horario laboral del almacenista.

3.3. Al realizar la solicitud, el encargado debe indicar: El equipo o herramienta que necesita y la actividad a realizar.

3.4. Para dar entrega, el encargado deberá firmar el formato de préstamos de equipos y herramientas, donde se compromete a entregarlo nuevamente al finalizar la jornada en las mejores condiciones.

3.5. Para finalizar el proceso una vez devuelto al almacén el equipo o la herramienta prestada, el almacenista deberá revisar las condiciones en que se recibe permitiéndole al asignado firmar el paz y salvo, y posteriormente organizar y clasificar nuevamente el equipo o herramienta prestada.

4. Diagrama de procedimiento

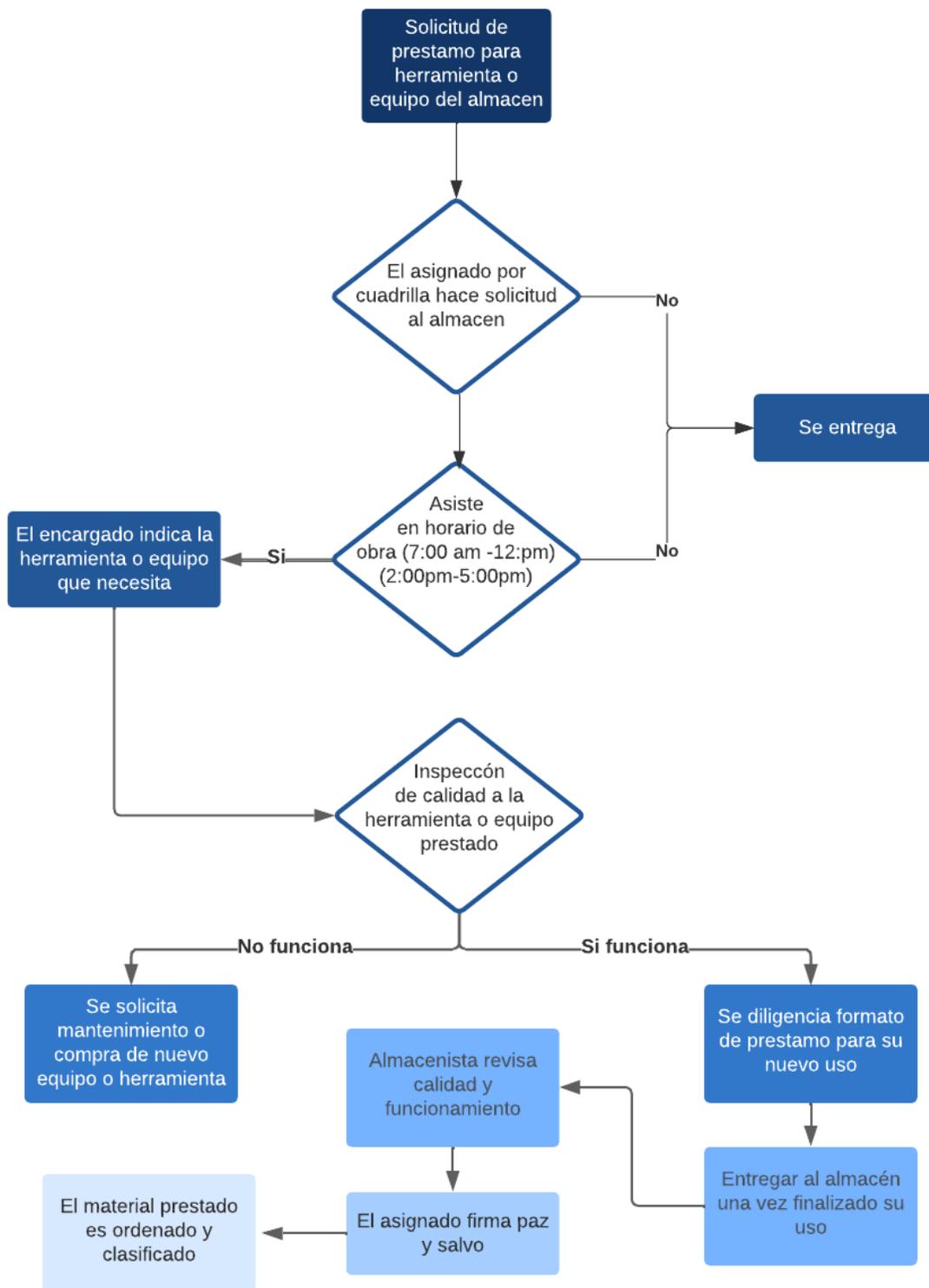


Figura 116. Solicitud de préstamo para herramienta o equipo del almacén.

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

El presente proyecto deja como base una metodología a partir de la filosofía Lean Construction, la cual puede ser utilizada para pequeñas y medianas empresas, y unas recomendaciones para la posterior aplicación en los futuros proyectos de la contratista Claudia Roció Morales Toledo.

La aplicación de la filosofía Lean construction en el proyecto permitió obtener un diagnóstico preciso del análisis y evaluación de los procesos constructivos, pues ha permitido mediante la observación de la ejecución de las actividades estudiadas en campo, poder detectar desperdicios no solo en costos sino también en tiempo y calidad, además de atribuirle errores al equipo de trabajo desde la fase de planeación, control y seguimiento de las actividades técnicas y administrativas. La filosofía Lean permitió plantear las herramientas necesarias con el fin de reducir y eliminar estas causas, proponiendo mejoras en el actual proyecto o futuros proyectos en cabeza de la contratista Claudia Roció Morales Toledo.

El proyecto inicio con la toma de datos en campo con el fin de obtener los rendimientos de mano de obra mediante la herramienta Lean de informe semanal de producción, los cuales dejan la información inicial que servirá de guía para el desarrollo de proyectos que posteriormente adelantara la contratista Claudia Rocio Morales Toledo, de estos rendimientos de mano de obra en las actividades de mampostería y de pañetes, se puede resaltar que principalmente se ven afectados por:

Falta de experiencia en el personal trabajador para ejecutar actividades.

Falta de coordinación y logística en el transporte de materiales.

Mala coordinación en las cuadrillas a la hora de realizar pañetes, pues en ocasiones la misma cuadrilla era la encargada de realizar secciones en metros cuadrados y metros lineales simultáneamente.

Debido al uso de andamios, pues constantemente se debían armar y desarmar para su posterior movimiento.

El trabajo en alturas, debido a la incomodidad que genera el tener puesto el equipo de seguridad, como también el viento y la precaución tienen los trabajadores en su movimiento.

Desplome en muros obligando a realizar un pañete con más espesor e influyendo directamente en el rendimiento de mano de obra por metro cuadrado.

Variabilidad del área de trabajo, pues en espacios reducidos aumenta la complejidad en la ejecución de la actividad.

Comparaciones cuantitativas con rendimientos teóricos.

Tabla 41 Rendimiento teórico de mano de obra en bloque N°5

Descripción	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Cuadrilla de albañilería x 1 Hora	0.8500	\$33,429	\$28,415
Valor Adicional:			\$28,415

Fuente: AConstructoras

Teniendo en cuenta el rendimiento teórico de mano de obra en la tabla anterior (0,85 m²/Hh), se puede determinar que en ocasiones en el actual estudio el rendimiento fue superior, debido a que se presentaron rendimientos de hasta 1,1 m²/hH, ver anexo 1.

Tabla 42. Rendimientos en construcción de edificio en la UPB

Proceso/ Actividad	Mediciones	Área m ²	Rendimiento h/m ²
Bloque H-10	16	148.24	0.33
Muro	8	78.73	0.29
Muro Divisorio	4	45.73	0.36
Murete	4	23.78	0.38
Ladrillo M29	27	312.86	0.55
Enchape Columna	12	125.57	0.43
Muro a la Vista	15	187.29	0.64
Total	43	461.10	0.47

Fuente: (Millán, 2014)

Para el muro en ladrillo a la vista se tiene un rendimiento teorico de 0,64 m²/Hh, y teniendo en cuenta el Anexo 2, se pude observar que en actual estudio los rendimientos fueron siempre más bajos.

En cuanto a los pañetes, teniendo en cuenta los APU del presupuesto de obra, la tesis realizada en bienestar universitario y los rendimientos en el actual estudio, se determinó:

Tabla 43 Comparación de rendimientos m²/Hh

Actividad	Rendimiento Hh		
	APU presupuesto	Tesis German A.	Actual estudio
Pañete interior	0,96	1,31-1,61	0,55-1,34
Pañete lineal int	0,524	0,57-0,64	0,9-1,11
Pañete exterior	1,148	0,41-1,88	0,57-0,77
Pañete lineal ext	0,586	0,16-1,74	0,55-0,87

Fuente: Elaboración propia

- De acuerdo al presupuesto de obra, los rendimientos en pañetes fueron variables y sin embargo en algunas semanas superó los rendimientos del APU.
- Teniendo en cuenta el estudio realizado en la construccion del edificio de bienestar universitario, se comprobó que el rendimiento en las medidas por m² fue

considerablemente menor al actual estudio, sin embargo en los lineales fue mayor en los interiores, mientras que los exteriores fue un poco menor pero se mantuvo constante.

En cuanto a los desperdicios en materiales, se debe resaltar que se produjo una gran variación en cuanto a las cantidades presupuestadas a las realizadas en obra, y esto es debido a que se realizaron ajustes a los diseños arquitectónicos por parte de planeación de la Universidad Francisco de Paula Santander, aumentando ciertas cantidades y disminuyendo otras e inclusive la realización de un nuevo ítem el cual fue el muro en ladrillo a la vista. Por lo tanto se le realizó control y seguimiento al cemento en las diferentes actividades, encontrándose desperdicios de hasta aproximadamente 24%, y se pudo establecer que las pérdidas de este material se vieron principalmente afectados por:

Para muros:

- Mortero de pega Perdido por instalación.
- Juntas de separación en los bloques de hasta 9cm.
- Logística de transporte de mortero.
- Malas condiciones en herramientas como baldes y carretillas utilizadas para el transporte de mortero.
- Falta de experiencia en la realización de muros.

Para pañetes:

- Malas condiciones en herramientas como baldes y carretillas utilizadas para el transporte de mortero.
- Falta de cuidado en el transporte de mortero de pega, debido al desborde producido por el sobrellenado de carretillas y baldes de construcción.

- Pañetes muy gruesos debido al desplome en muros, vigas y columnas.

A nivel general en cuanto a productividad se pudo determinar que esta se vio afectada principalmente debido a las siguientes variables.

- Realización de actividades en alturas, debido a que constantemente se debía realizar armado y desarmado de andamios para poder moverlos, ya que no se contaba con un andén o un suelo firme que permitiera la instalación de rueditas que permitieran más fácil el desplazamiento de estos.
- Constante variación en el número de personal en las cuadrillas. Pues el maestro subcontratista de obra realizó cambios de personal en repetidas ocasiones, haciendo que las actividades se demoraran más en el tiempo de ejecución.
- Falta de personal en la obra para ejecutar actividades, pues en ocasiones a un mismo ayudante lo compartían dos o tres cuadrillas, aumentando más los tiempos de espera y los desplazamientos tanto de los oficiales como de los ayudantes.
- Falta de un seguimiento y control con el fin de disminuir actividades no contributivas como; descanso, hidratación, conversación y revisión de celulares.

Mediante la aplicación de las 5s en el almacén, se pudo determinar que la obra y los trabajadores en principio no contaban con cultura de limpieza y orden, al no existir esta cultura, no se llevaba un control de materiales o herramientas, generando en ocasiones sobre costos debido a que se hacían pedidos de materiales y/o herramientas que ya se encontraban en el almacén, pero que no se tenían en cuenta. También se debe resaltar que al no existir esta cultura de tener protocolos que generen limpieza y orden tanto en el interior como en el exterior de la construcción, no se podía tener un adecuado manejo de espacios y materiales en la ejecución de

las actividades, por lo tanto esto influyo negativamente en el rendimiento de las cuadrillas en la ejecución de las diferentes actividades, prolongando cada vez más el tiempo de terminación del proyecto a como se tenía estipulado en el cronograma inicial de obra, retrasando la ejecución del proyecto hasta el mes de diciembre.

Las altas esperas de los materiales en varias ocasiones generaron retrasos en la obra, y estas esperas son debido a que no se tenía un orden y control en cuanto a la planeación y el tiempo de ejecución de las actividades, pues no se llevaba el mejor control desde que se hacia el pedido a los proveedores hasta que era suministrado en la obra, generando pérdidas por esperas de inventario.

6. Recomendaciones

Se considera de gran importancia que para las siguientes fases del proceso constructivo, todos los subcontratistas de la obra se involucren con la filosofía Lean, de manera que haya un mejoramiento progresivo semana a semana, con el fin de que su personal disminuya las actividades no contributivas y parte de las actividades contributivas aumentando la productividad y de esta manera se pueda cumplir con el cronograma de obra.

Se considera necesario que se siga implementando las herramientas utilizadas en este proyecto para mediciones de actividades similares en otros proyectos, esto con el fin de que se puedan dar comparaciones permitiendo consolidar de mejor manera los consumos y rendimientos de mano de obra y materiales.

Se establece que se debe llevar a cabo la optimización de las cuadrillas dependiendo de la actividad y lo extensa que esta sea, es decir, que lo ideal es que las cuadrillas se mantengan desde que se inicia la actividad hasta que se dé por terminada en toda la edificación, permitiendo disminuir retrasos en el cronograma de obra, por lo mismo y tanto, también se evitarían perdidas

en cuanto al pago de personal, por lo tanto estas variaciones son de gran importancia. Y en cuanto a la productividad, se recomienda que en la ejecución de las actividades se utilice personal con experiencia debido a que una cuadrilla especializada aumenta directamente el rendimiento y la productividad.

Se requiere una mejora logística con el fin de disminuir el excesivo transporte, utilizando dos plumas grúas en proyectos futuros, disminuyendo las pérdidas por desplazamiento, produciendo que se dieran pérdidas de tiempo debido al transporte humano y/o en carretillas.

Se debe aumentar más el personal trabajador en la edificación, debido a que por falta de personal en variadas ocasiones un ayudante debía prestarse para una o dos actividades más a parte de la que estaba realizando originalmente (la que se estaba observando en la carta de balance), generando que el oficial tuviera que desplazarse para poder obtener las herramientas y materiales necesarios para ejecutar las actividades, aumentando el trabajo no contributivo.

En cuanto a las 5s, se debe seguir implementando capacitaciones a futuros subcontratistas y trabajadores, con el fin de generar cultura y protocolos de orden y limpieza, permitiendo un adecuado manejo de espacios y materiales en la ejecución de las actividades.

Se recomienda a la interventoría de la Universidad Francisco de Paula Santander, implementar y dar a conocer este proyecto de grado en futuras fases de proyectos de construcción con el fin de mejorar los procesos constructivos y por ende disminuir el tiempo de ejecución de estos futuros proyectos. Igualmente también se recomienda este proyecto el cual servirá como como referencia para futuros proyectos de grado los cuales abarquen temas de mejoramientos y reducción de pérdidas en procesos constructivos.

Se recomienda la elaboración de un manual de procesos constructivos y por consiguiente la estandarización de estos procesos para las obras de la universidad Francisco de Paula Santander.

7 Bibliografía

- Acevedo, M. F. (2018). identificación de pérdidas de productividad mediante la aplicación de value stream mapping en la etapa de construcción de la estructura del proyecto “villas del duruelo”. cucuta, Colombia.
- Achell, J. F. (2014). Introducción a Lean Construction. Madrid.
- Acosta, M. (2018). análisis de la productividad, rendimientos de mano de obra y consumos de material durante la etapa de ejecución de la estructura en la torre 1 de la obra asturias imperial aplicando herramientas de la filosofía lean construction. cucuta, colombia.
- Añazco, G., & Sanches, J. (2016). Pérdidas operacionales generadas en la construcción de una urbanización: análisis de sus causas y soluciones mediante Lean Construction. Ecuador.
- Arboleda, S. A. (2014). Analisis de la productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeacion. Colombia: Referente de:<http://www.bdigital.unal.edu.co/45932/1/71792750.2014.pdf>.
- Barrera, G. (2019). Analisis de la productividad, rendimientos de mano de obra y consumo de material con la implementación de la herramienta Value Stream Mapping en la etapa de acabados del proyecto bienestar universitario de la Universidad Francisco de Paula Santander. Cúcuta: UFPS.
- Botero, L. (2002). Diez años de implementación lean en Colombia: Logros y dificultades (Construcción sin pérdidas). En B. Luis, Diez años de implementación lean en Colombia: Logros y dificultades (Construcción sin pérdidas) (pág. 47). Medellín: Universidad EAFIT.

- Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Medellín.
- Buleje, K. E. (2012). productividad en la construccion de un condominio aplicando conceptos de la filosofia lean. lima: referencia tomada:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1691/buleje_kenny_condominio_lean_construction.pdf?sequence=1&isallowed=y.
- EALDE. (2020), Las 10 áreas de conocimiento en dirección de proyectos según el PMBOK,
<https://www.ealde.es/areas-conocimiento-pmbok/>
- Glenn Ballard, H. (Mayo de 2000). The Last Planner System of Production Control. 1-192.
Birmingham, Inglaterra, Reino Unido.
- Millán, A. R. (2014). Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB. Bucaramanga.
- Pabón, C. A. (2020). Implementacion de la metodologia de las 5s en proyectos de construcción.
Cúcuta.
- Polanco, A. (2021). Estudio de perdidas en los procesos de construcción de obras hidraulicas.
Santiago de Chile.
- Vargas, Z. (2009). la investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia.
san pedro, costa rica.

8. Anexos

Anexo 1. Informe semanal de producción de la semana 1 a 21 de la actividad muro en bloque N°5 en M2.

INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (ISP)									
ACTIVIDAD:		MURO BLOQUE N°5			UNIDAD DE MEDIDA (UM):		M2		INFORMACIÓN TOMADA POR: JHOSMAN OCHOA
SEMANA	DIA	CUADRILLA		HORAS	CANTIDAD DE METRAJE REALIZADO	RENDIMIENTO UM/Hh	RENDIMIENTO UM/diaH	OBSERVACIÓN	
		O	A						
1	1	1	1	8	6,9	0,43	3,45	Se replanteó primer hilada	
	2	1	1	8	13,95	0,87	6,98		
	3	1	1	8	16,7	1,04	8,35		
	4	1	1	8	9,4	0,59	4,70		
	5	1	1	8	9,35	0,58	4,68		
	6							Trabajadores en otras actividades	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,70	5,63	
2	1							El oficial tiene incapacidad	
	2	1	1	8	9,16	0,57	4,58		
	3	1	1	8	11,83	0,74	5,92		
	4	1	1	8	13,82	0,86	6,91		
	5	1	1	8	13,55	0,85	6,78		
	6	1	1	5	9,36	0,94	4,68		
	PROMEDIO SEMANAL =						0,79	5,77	
3	1	2	1	8	22,15	0,92	7,38	Ingresó otro oficial a la cuadrilla	
	2	2	1	8	19,14	0,80	6,38		
	3	1	1	8	7,08	0,44	3,54	Poco rendimiento debido a que estaban realizando dinteles y muros	
	4	1	1	8	4,49	0,28	2,25		
PROMEDIO SEMANAL =						0,61	4,89		
4	1							Las actividades de muros en bloque N°5 se suspendieron ya que se ejecutó en su totalidad el primer piso y ahora están realizando las columnetas	
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
PROMEDIO SEMANAL =						0,00	0,00		
5	1							No se realizaron muros en bloque N°5	
	2								
	3	1	1	8	9,18	0,57375	4,59		
	4	1	1	8	9,21	0,575625	4,605		
	5	1	1	8	9,32	0,5825	4,66		
	6	1	1	5	4,3	0,43	2,15		
PROMEDIO SEMANAL =						0,54	4,00		
6	1	1	1	8	9,35	0,58	4,68		
	2	1	1	8	9,41	0,59	4,71		
	3	1	1	8	9,25	0,58	4,63		
	4	1	1	8	14,3	0,89	7,15		
	5	2	1	8	19,01	0,79	6,34		
	6	2	1	5	8,92	0,59	2,97	Ingresó otro oficial a la cuadrilla	
PROMEDIO SEMANAL =						0,67	5,08		
7	1	2	1	8	18,16	0,76	6,05		
	2	1	1	8	9,24	0,58	4,62		
	3	1	1	8	7,21	0,45	3,61		
	4	1	1	8	9,32	0,58	4,66		
	5	1	1	8	3,54	0,22	1,77	Hubo capacitacion de siso	
	6	1	1	5	1,16	0,12	0,58	Solo se realizo dintel	
PROMEDIO SEMANAL =						0,45	3,55		

8	1	1	1	8	2,35	0,15	1,18	Se realizaron dinteles
	2	1	1	8	1,18	0,07	0,59	
	3	1	1	8	1,16	0,07	0,58	
	4							La cuadrilla estuvo realizando columnetas
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =					0,10	0,78	
9	1	1	1	8	9,18	0,57	4,59	Se finalizó muros en el segundo piso
	2	1	1	8	4,08	0,26	2,04	
	3	1	1	8	12,16	0,76	6,08	
	4	1	1	8	6,98	0,44	3,49	
	5	1	1	8	9,55	0,60	4,78	
	6	1	1	5	4,71	0,47	2,36	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,52	3,89	
10	1							No se realizaron actividades de mampostería en bloque N°5 debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =					0,00	0,00	
11	1	2	1	8	18,90	0,79	6,30	Ingresó otro oficial a la cuadrilla
	2	2	1	8	18,85	0,79	6,28	
	3	2	1	8	16,37	0,68	5,46	
	4							La cuadrilla estuvo realizando columnetas
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =					0,75	6,01	
12	1							No se realizaron actividades de mampostería en bloque N°5 debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =					0,00	0,00	
13	1							Lunes 17 de octubre -- festivo
	2	2	1	8	11,54	0,48	3,85	Ingresó otro oficial a la cuadrilla
	3	2	1	8	25,16	1,05	8,39	
	4	2	1	8	23,14	0,96	7,71	
	5	2	1	8	23,52	0,98	7,84	
	6	2	1	5	5,92	0,39	1,97	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,77	5,95	
14	1	1	1	8	9,46	0,59	4,73	
	2	1	1	8	9,21	0,58	4,61	
	3	1	1	8	2,34	0,15	1,17	Solo se laboró medio día
	4							No se laboró por visita presidencial y elecciones a rectoría
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =					0,44	3,50	
15	1							
	2	1	1	8	3,51	0,22	1,76	
	3	1	1	8	7,00	0,44	3,50	
	4							No se realizaron actividades de mampostería en bloque N°5 debido a falta de personal
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =					0,33	2,63	

16	1							Lunes 07 de noviembre -- festivo
	2	1	1	8	9,05	0,57	4,53	Mayor desperdicio debido a que se volteo el bote de la pluma
	3	1	1	8	4,65	0,29	2,33	
	4	2	1	8	11,82	0,49	3,94	
	5	1	1	8	4,72	0,30	2,36	
	6	1	1	5	2,35	0,24	1,18	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,38	2,87
17	1							Lunes 14 de noviembre -- festivo
	2	1	1	8		0,00	0,00	No se realizaron actividades de mamposteria en bloque N°5 debido a falta de personal
	3	1	1	8		0,00	0,00	
	4	1	1	8		0	0	
	5	1	1	8		0	0	
	6	1	1	5		0	0	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,00	
18	1							No se realizó mamposteria
	2	1	1	8	4,69	0,29	2,35	Poco rendimiento debido a dinteles y muros pequeños
	3	1	1	8	14,23	0,89	7,12	No se realizaron actividades de mamposteria en bloque N°5 debido a falta de personal
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,59	4,73
19	1							No se realizaron actividades de mamposteria en bloque N°5 debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5	1	1	8	2,324	0,15	1,16	
	6	1	1	5	1,15	0,12	0,58	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,13	0,87
20	1	2	1	8	14,22	0,59	4,74	La cyadrilla fue de 2:1 durante esta semana ---- JUEVES 08 DE DICIEMBRE DIA FESTIVO
	2	2	1	8	14,36	0,60	4,79	
	3	2	1	8	11,76	0,49	3,92	
	4							
	5	2	1	8	13,92	0,58	4,64	
	6	1	1	5	7,056	0,71	3,53	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,59	
21	1	1	1	8	7,16	0,45	3,58	Se finalizaron dinteles y muros en bloque N°5 en en toda la edificacion
	2	1	1	8	3,51	0,22	1,76	
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,33	

Anexo 2. Informe semanal de producción de la semana 1 a 20 de la actividad muro en ladrillo a la vista en M2.

INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (ISP)								
ACTIVIDAD:		MURO EN LADRILLO A LA VISTA			UNIDAD DE MEDIDA (UM):	M2	INFORMACIÓN TOMADA POR:	
SEMANA	DIA	CUADRILLA		HORAS	CANTIDAD DE METRAJE REALIZADO	RENDIMIENTO UM/Hh	RENDIMIENTO UM/diaH	OBSERVACIÓN
		O	A					
1	1	1	1	8	3,77	0,24	1,89	
	2	1	1	8	4,97	0,31	2,49	
	3	1	1	8	6,14	0,38	3,07	
	4	1	1	8	3,8	0,24	1,90	
	5	1	1	8	5,02	0,31	2,51	
	6	1	1	5	2,51	0,25	1,26	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,29	2,18
2	1	2	1	8	12,5	0,52	4,17	Ingreso un oficial a la cuadrilla
	2	1	1	8	8,78	0,55	4,39	
	3	1	1	8	6,15	0,38	3,08	
	4	1	1	8	7,6	0,48	3,80	
	5	1	1	8	8,72	0,55	4,36	
	6	1	1	5	5,02	0,50	2,51	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,50	3,72
3	1							Lunes 15 de agosto -- festivo
	2	1	1	8	7,03	0,44	3,52	
	3	1	1	8	5,06	0,32	2,53	
	4	1	1	8	4,9	0,31	2,45	
	5	1	1	8	4,96	0,31	2,48	
	6	1	1	5	2,48	0,25	1,24	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,32	2,44
4	1	1	1	8	2,5	0,16	1,25	Se finalizó muro en ladrillo a la vista en el primer piso
	2							No se realizaron actividades de mampostería en ladrillo a la vista
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,16	1,25
5	1	1	1	8	9,85	0,62	4,93	Se inicio muro a la vista en el segundo piso con cuadrilla 2:1
	2	1	1	8	7,52	0,47	3,76	
	3	1	1	8	7,36	0,46	3,68	
	4	1	1	8	2,5	0,16	1,25	
	5	1	1	8	7,35	0,46	3,68	
	6	1	1	5	3,75	0,38	1,88	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,42	3,19
6	1					0,00	0,00	No se realizaron actividades de mampostería en ladrillo a la vista debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,00	0,00
7	1					0,00	0,00	No se realizaron actividades de mampostería en ladrillo a la vista debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,00	0,00

8	1					0,00	0,00	No se realizaron actividades de mamposteria en ladrillo a la vista debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,00	
9	1							No se realizaron actividades de mamposteria en ladrillo a la vista debido a falta de personal
	2							
	3							
	4	1	1	8	3,63	0,23	1,82	
	5	1	1	8	7,55	0,47	3,78	
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,35	
10	1	1	1	8	7,45	0,47	3,73	
	2	1	1	8	7,36	0,46	3,68	
	3	2	1	8	9,9	0,41	3,30	
	4	1	1	8	8,8	0,55	4,40	
	5	1	1	8	7,55	0,47	3,78	
	6	1	1	5	6,15	0,62	3,08	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,50	
11	1							Lunes 17 de octubre -- festivo
	2	1	1	8	6,14	0,38	3,07	
	3	2	1	8	12,39	0,52	4,13	
	4	2	1	8	12,49	0,52	4,16	
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,47	
12	1							
	2	1	1	8	2,48	0,16	1,24	
	3	2	1	8	12,59	0,52	4,20	
	4	2	1	8	10,95	0,46	3,65	
	5	2	1	8	11,45	0,48	3,82	
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,40	
13	1	1	1	8	4,92	0,31	2,46	Solo se laboró medio día No se laboró por visita presidencial y elecciones a rectoria
	2	1	1	8	6,14	0,38	3,07	
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,35	
14	1					0,00	0,00	No se realizaron actividades de mamposteria en ladrillo a la vista
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,00	
15	1					0,00	0,00	Lunes 07 de noviembre -- festivo No se realizaron actividades de mamposteria en ladrillo a la vista
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,00	

16	1							Lunes 14 de noviembre -- festivo
	2	1	1	8	6,18	0,39	3,09	
	3	1	1	8	7,34	0,46	3,67	
	4	1	1	8	7,54	0,47	3,77	
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,44	3,51
17	1					0,00	0,00	No se realizaron actividades de mamposteria en ladrillo a la vista debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,00	
18	1							No se realizaron actividades de mamposteria en ladrillo a la vista debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						#¡DIV/0!	
19	1					0,00	0,00	No se realizaron actividades de mamposteria en ladrillo a la vista debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,00	
20	1					0,00	0,00	Se dieron por terminadas las actividades de ladrillo a la vista
	2							
	3							
	4	1	1	8	7,42	0,46	3,71	
	5	1	1	8	2,54	0,16	1,27	
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,21	

Anexo 3. Informe semanal de producción de la semana 1 a 22 de la actividad pañete interior en M2.

INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (ISP)									
ACTIVIDAD:		PAÑETE INTERIOR			UNIDAD DE MEDIDA (UM):		M2		INFORMACIÓN TOMADA POR: JHOSMAN OCHOA
SEMANA	DIA	CUADRILLA		HORAS	CANTIDAD DE METRAJE REALIZADO	RENDIMIENTO UM/Hh	RENDIMIENTO UM/diaH	OBSERVACIÓN	
		O	A						
1	1								
	2	1	1	8	15,65	0,98	7,83		
	3	1	1	8	16,78	1,05	8,39		
	4	1	1	8	15,64	0,98	7,82		
	5	1	1	8	16,76	1,05	8,38		
	6	1	1	5	9,17	0,92	4,59		
	PROMEDIO SEMANAL =						0,99	7,40	
2	1	1	1	8	17,36	1,09	8,68		
	2	1	1	8	12,35	0,77	6,18		
	3	1	1	8	15,56	0,97	7,78		
	4	1	1	8	16,69	1,04	8,35		
	5	1	1	8	16,35	1,02	8,18		
	6	2	1	5	18,61	1,24	6,20	Ingresó un ayudante a la cuadrilla	
	PROMEDIO SEMANAL =						1,02	7,56	
3	1							Lunes 15 de agosto -- festivo	
	2	2	1	8	25,72	1,07	8,57		
	3	2	1	8	27,69	1,15	9,23		
	4	2	1	8	32,06	1,34	10,69		
	5	2	1	8	28,98	1,21	9,66		
	6	2	1	5	12,79	0,85	4,26		
	PROMEDIO SEMANAL =						1,12	8,48	
4	1	2	2	8	29,89	0,93	7,47		
	2	2	2	8	22,69	0,71	5,67		
	3	1	1	8	11,2	0,70	5,60	Una cuadrilla fue trasladada	
	4							No se realizaron actividades de pañete interior debido a falta de personal	
	5								
	6								
	PROMEDIO SEMANAL =						0,78	6,25	
5	1							No se realizo pañete interior	
	2	1	1	8	9,48	0,59	4,74	Poco rendimiento debido a que se trabaja en alturas y esp reducido	
	3	1	1	8	12,72	0,80	6,36		
	4	1	1	8	9,26	0,59	4,74	Se finalizó pañete interior en el primer piso	
	5	1	1	8	8,22	0,80	6,36		
	6								
	PROMEDIO SEMANAL =						0,69	5,55	
6	1	2	2	8	28,06	0,88	7,02	Ingresó otra cuadrilla 1:1	
	2	2	2	8	33,07	1,03	8,27		
	3	2	2	8	29,89	0,93	7,47		
	4	3	2	8	35,13	0,88	7,03	Un oficial más ingreso a realizar pañete	
	5	3	2	8	40,27	1,01	8,05		
	6	2	2	5	18,61	0,93	4,65		
	PROMEDIO SEMANAL =						0,94	7,08	
7	1	2	1	8	25,44	1,06	8,48	Uno de los ayudantes renuncio	
	2	2	1	8	26,96	1,12	8,99		
	3	1	1	8	13,64	0,85	6,82	Uno de los oficiales comenzó a realizar otras actividades, por lo tanto las cuadrilla de pañete quedó nuevamente 1:1	
	4	1	1	8	15,41	0,96	7,71		
	5	1	1	8	16,86	1,05	8,43		
	6	1	1	5	8,36	0,84	4,18		
	PROMEDIO SEMANAL =						0,98	7,43	

8	1	1	1	8	17,25	1,08	8,63	
	2	1	1	8	17,32	1,08	8,66	
	3	1	1	8	15,21	0,95	7,61	
	4	1	1	8	11,06	0,69	5,53	
	5	1	1	8	10,58	0,66	5,29	
	6	1	1	5	8,35	0,84	4,18	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,88	6,65	
9	1							No se realizaron actividades de pañete interior debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
10	1							No se realizaron actividades de pañete interior debido a falta de personal
	2							
	3							
	4	1	1	8	17,28	1,08	8,64	
	5	1	1	8	12,76	0,80	6,38	
	6	1	1	5	9,55	0,96	4,78	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,94	6,60	
11	1	1	1	8	13,98	0,87	6,99	
	2	1	1	8	15,5	0,97	7,75	
	3	1	1	8	17,32	1,08	8,66	
	4	1	1	8	13,79	0,86	6,90	
	5	1	1	8	15,76	0,99	7,88	
	6	1	1	5	7,04	0,70	3,52	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,91	6,95	
12	1							Lunes 17 de octubre -- festivo
	2							No se realizaron actividades de pañete interior debido a falta de personal
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
13	1							Dias no laborables por visita de presidencia y elecciones a rectoria UFPS
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
14	1							No se realizo pañete interior
	2	2	1	8	20,95	0,87	6,98	
	3	1	1	8	15,65	0,98	7,83	
	4	2	1	8	22,95	0,96	7,65	
	5	2	1	8	26,42	1,10	8,81	
	6	2	1	5	8,41	0,56	2,80	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,89	6,81	
15	1							Lunes 7 de noviembre -- Festivo
	2	1	1	8	14,4	0,90	7,20	Trabajo una cuadrilla 1:1
	3	2	1	8	28,85	1,20	9,62	Ingresó mas personal a la obra a realizar actividades de pañetes
	4	3	2	8	41,72	1,04	8,34	
	5	3	2	8	36,66	0,92	7,33	
	6	3	2	5	24,46	0,98	4,89	
	PROMEDIO SEMANAL =					1,01	7,48	

16	1							Lunes 14 de noviembre -- festivo
	2	3	2	8	36,36	0,91	7,27	
	3	4	2	8	52,3	1,09	8,72	
	4	2	2	8	26	0,81	6,50	
	5	5	2	8	58,8	1,05	8,40	
	6	4	2	5	36,9	1,23	6,15	
	PROMEDIO SEMANAL =						1,02	7,41
17	1	4	2	8	38,5	0,80	6,42	
	2	2	1	8	20,85	0,87	6,95	
	3	2	1	8	24,12	1,01	8,04	
	4	1	1	8	17,5	1,09	8,75	
	5							No se realizaron actividades de pañete interior
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,94	7,54
18	1							No se realizaron actividades de pañete interior debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
19	1							No se realizaron actividades de pañete interior debido a falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
20	1							No se realizaron actividades de pañete interior por falta de personal
	2							
	3							
	4							
	5	1	1	8	17,25	1,08	8,63	
	6	1	1	5	10,42	1,04	5,21	
	PROMEDIO SEMANAL =						1,06	
21	1	1	1	8	15,58	0,97	7,79	
	2	1	1	8	14,03	0,88	7,02	
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,93	7,40
22	1	1	1	8	12,95	0,81	6,48	Se dieron por terminadas las actividades de pañete interior en la edificación
	2	1	1	8	14,76	0,92	7,38	
	3	1	1	8	10,42	0,65	5,21	
	4	1	1	8	6,72	0,42	3,36	
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,70	

Anexo 4. Informe semanal de producción de la semana 1 a 21 de la actividad pañete lineal interior en ML.

INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (ISP)								
ACTIVIDAD:	PAÑETE LINEAL INTERIOR			UNIDAD DE MEDIDA (UM):	ML	INFORMACIÓN TOMADA POR:	JHOSMAN OCHOA	
SEMANA	DIA	CUADRILLA		HORAS	CANTIDAD DE METRAJE REALIZADO	RENDIMIENTO UM/Hh	RENDIMIENTO UM/diaH	OBSERVACIÓN
		O	A					
1	1							
	2	1	1	8	6,1	0,38	3,05	
	3	1	1	8	7,4	0,46	3,70	
	4	1	1	8	9,15	0,57	4,58	
	5	1	1	8	7,36	0,46	3,68	
	6	1	1	5	7,4	0,74	3,70	
			PROMEDIO SEMANAL =				0,52	3,74
2	1	1	1	8	13,5	0,84	6,75	
	2	1	1	8	12,5	0,78	6,25	
	3	1	1	8	9,25	0,58	4,63	
	4	1	1	8	13,3	0,83	6,65	
	5	1	1	8	11,38	0,71	5,69	
	6	2	1	5	6,1	0,41	2,03	
			PROMEDIO SEMANAL =				0,69	5,33
3	1							Lunes 15 de agosto -- festivo
	2	2	1	8	9,15	0,38	3,05	No se realizó pañete lineal interior
	3	2	1	8	6,25	0,26	2,08	
	4	2	1	8	12,15	0,51	4,05	
	5	2	1	8	6,96	0,29	2,32	
	6	2	1	5	7,5	0,50	2,50	
			PROMEDIO SEMANAL =				0,39	2,80
4	1	2	2	8	9,95	0,31	2,49	
	2	2	2	8	12,18	0,38	3,05	
	3	1	1	8	6,42	0,40	3,21	
	4							No se realizaron actividades de pañete lineal interior en la edificación
	5							
	6							
			PROMEDIO SEMANAL =				0,36	2,91
5	1							No se realizó pañete lineal interior
	2	1	1	8	9,3	0,58	4,65	
	3	1	1	8	15,27	0,71	5,70	
	4	1	1	8	8,56	0,54	4,28	
	5	1	1	8	9,44	0,59	4,72	
	6							No se realizó pañete lineal interior
			PROMEDIO SEMANAL =				0,60	4,84
6	1	2	2	8	15,25	0,48	3,81	No se realizaron actividades de pañete lineal interior en la edificación
	2	2	2	8	18,3	0,57	4,58	
	3	2	2	8	17,17	0,54	4,29	
	4	3	2	8	14,4	0,36	2,88	
	5	3	2	8	10,51	0,26	2,10	
	6	2	2	5	18,3	0,92	4,58	
			PROMEDIO SEMANAL =				0,52	3,71
7	1	2	1	8				No se realizaron actividades de pañete lineal interior en la edificación
	2	2	1	8				
	3	1	1	8				
	4	1	1	8				
	5	1	1	8				
	6	1	1	5				
			PROMEDIO SEMANAL =					

8	1	1	1	8	12,78	0,80	6,39	
	2	1	1	8	16,25	1,02	8,13	
	3	1	1	8	10,77	0,67	5,39	
	4	1	1	8	9,36	0,59	4,68	
	5	1	1	8	14,09	0,88	7,05	
	6	1	1	5	9,15	0,92	4,58	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,81	6,03	
9	1							No se realizaron actividades de pañete lineal interior en la edificación
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
10	1							No se realizaron actividades de pañete lineal interior en la edificación
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
11	1							No se realizaron actividades de pañete lineal interior en la edificación
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
12	1							No se realizaron actividades de pañete lineal interior en la edificación
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
13	1							No se realizaron actividades de pañete lineal interior en la edificación
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
14	1	1	1	8	13,05	0,82	6,53	
	2	2	1	8	16,63	0,69	5,54	
	3	1	1	8	18,3	1,14	9,15	
	4	2	1	8	14,15	0,59	4,72	
	5	2	1	8	15,75	0,66	5,25	
	6	2	1	5	9,48	0,63	3,16	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,76	5,72	
15	1							Lunes 7 de noviembre -- Festivo
	2							No se realizó pañete lineal interior
	3	2	1	8	15,25	0,64	5,08	
	4	3	2	8	16,12	0,40	3,22	
	5	3	2	8	14,28	0,36	2,86	
	6	3	2	5	9,35	0,37	1,87	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,44	3,26	

16	1							Lunes 14 de noviembre -- festivo
	2	3	2	8	6,45	0,16	1,29	No se realizó pañete lineal interior
	3	4	2	8	8,8	0,18	1,47	
	4	2	2	8	11,39	0,36	2,85	
	5	5	2	8	11,25	0,20	1,61	
	6	4	2	5	8,36	0,28	1,39	No se realizó pañete lineal interior
	PROMEDIO SEMANAL =					0,24	1,72	
17	1	2	1	8	7,05	0,29	2,35	No se realizó pañete lineal interior
	2	2	1	8	18,3	0,76	6,10	
	3	2	1	8	15,25	0,64	5,08	
	4	2	1	8	15,25	0,64	5,08	
	5							
	6							No se realizó pañete lineal interior
	PROMEDIO SEMANAL =					0,58	4,65	
18	1							No se realizaron actividades de pañete lineal interior en la edificación
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
19	1	2	1	8	24	1,00	8,00	
	2	2	1	8	26,75	1,11	8,92	
	3	2	1	8	24	1,00	8,00	
	4	2	1	8	24,26	1,01	8,09	
	5	2	1	8	14,76	0,62	4,92	Hubo cambio de oficial
	6	2	1	8	16,18	0,67	5,39	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,90	7,22	
20	1	2	1	8	16,3	0,68	5,43	Debido a que se estaba trabajando con andamios en las escaleras la cuadrilla se mantuvo 2:1
	2	2	1	8	12,2	0,51	4,07	
	3	2	1	8	15,25	0,64	5,08	
	4	2	1	8	17,3	0,72	5,77	
	5	2	1	8	14,6	0,61	4,87	
	6	2	1	5	12,2	0,81	4,07	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,66	4,88	
21	1	1	1	8	11,54	0,72	5,77	Se dieron por terminadas las actividades de pañete lineal interior en la edificación
	2	1	1	8	9,15	0,57	4,58	
	3	1	1	8	9,15	0,57	4,58	
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =					0,62	4,97	

Anexo 5. Informe semanal de producción de la semana 1 a 10 de la actividad pañete exterior en M2.

INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (ISP)			
ACTIVIDAD:	PAÑETE EXTERIOR	UNIDAD DE MEDIDA (UM):	M2
INFORMACIÓN TOMADA POR:	JHOSMAN OCHOA		

SEMANA	DIA	CUADRILLA		HORAS	CANTIDAD DE METRAJE REALIZADO	RENDIMIENTO UM/Hh	RENDIMIENTO UM/diaH	OBSERVACIÓN
		O	A					
1	1							
	2							
	3	1	1	8	15,6	0,98	7,80	
	4	1	1	8	11,49	0,72	5,75	
	5	1	1	8	10,1	0,63	5,05	
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,77	6,20
2	1					0,00	0,00	No se realizaron actividades de pañete exterior en la obra
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,00	
3	1							Lunes 17 de octubre -- festivo
	2	2	1	8	23,75	0,99	7,92	Se realizó pañete exterior del muro
	2	2	1	8	21,5	0,90	7,17	
	2	2	1	8	16,39	0,68	5,46	
	5	2	1	8	13,49	0,56	4,50	
	6	2	1	8	6,62	0,28	2,21	la cuadrilla será trasladada
	PROMEDIO SEMANAL =						0,68	5,45
4	1							No se laboro debido a visita de presidencia y elecciones a rectoria UFPS
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						#¡DIV/0!	
5	1	1	1	8	10,35	0,65	5,18	
	2	1	1	8	11,62	0,73	5,81	
	3	1	1	8	11,65	0,73	5,83	
	4	1	1	8	9,61	0,60	4,81	
	5	1	1	8	9,95	0,62	4,98	
	6	1	1	5	5,1	0,51	2,55	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,64	4,86
6	1							Lunes 07 de noviembre -- festivo
	2	1	1	8	6,65	0,42	3,33	Poco rendimiento debido a que estan a altura y toca movilizar andamios
	3	1	1	8	9,96	0,62	4,98	
	4	1	1	8	10,18	0,64	5,09	
	5	1	1	8	9,96	0,62	4,98	
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,57	4,59
7	1					0,00	0,00	Lunes 14 de noviembre -- festivo
	2							No se realizaron actividades de pañete exterior en la obra
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,00	0,00

8	1					0,00	0,00	No se realizaron actividades de pañete exterior en la obra
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
PROMEDIO SEMANAL =						0,00	0,00	
9	1							No se realizaron actividades de pañete exterior en la obra
	2							
	3							
	4							
	5	1	1	8	11,43	0,71	5,72	
	6	1	1	5	6,65	0,67	3,33	
PROMEDIO SEMANAL =						0,69	4,52	
10	1	1	1	8	16,4	1,03	8,20	Se finalizó pañete exterior en la edificación
	2	1	1	8	6,55	0,41	3,28	
	3							
	4							
	5							
	6							
PROMEDIO SEMANAL =						0,72	5,74	

Anexo 6. Informe semanal de producción de la semana 1 a 17 de la actividad pañete lineal exterior en ML.

INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN (ISP)							
ACTIVIDAD:	PAÑETE LINEAL EXTERIOR			UNIDAD DE MEDIDA (UM):	M2	INFORMACIÓN TOMADA POR:	JHOSMAN OCHOA

SEMANA	DIA	CUADRILLA		HORAS	CANTIDAD DE METRAJE REALIZADO	RENDIMIENTO UM/Hh	RENDIMIENTO UM/diaH	OBSERVACIÓN
		O	A					
1	1							
	2							
	3							
	4	2	1	8	21	0,88	7,00	
	5	2	1	8	21	0,88	7,00	
	6	2	1	5	12,2	0,81	4,07	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,85	6,02
2	1							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior
	2							
	3	2	1	8	9,15	0,38	3,05	
	4	2	1	8	17,4	0,73	5,80	
	5	2	1	8	21,66	0,90	7,22	
	6	2	1	5	10,12	0,67	3,37	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,67	
3	1							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
4	1							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior
	2							
	3							
	4	2	1	8	18,18	0,76	6,06	
	5	2	1	8	16,76	0,70	5,59	
	6	2	1	5	6,1	0,41	2,03	
	PROMEDIO SEMANAL =						0,62	
5	1	2	1	8	19,5	0,81	6,50	No se realizaron actividades de pañete lineal exterior
	2	2	1	8	19,5	0,81	6,50	
	3	2	1	8	11,88	0,50	3,96	
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =						0,71	
6	1							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							
7	1							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =							

8	1							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior	
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	PROMEDIO SEMANAL =								
9	1							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior	
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	PROMEDIO SEMANAL =								
10	2							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior	
	3								
	4	1	1	8	9,15	0,57	4,58		
	5	1	1	8	14,44	0,90	7,22		
	6	1	1	5	7,66	0,77	3,83		
	PROMEDIO SEMANAL =					0,75	5,21		
	11	1							
2		1	2	8	16,25	0,68	5,42	Poco rendimiento debido a la altura en que se esta trabajando	
3		1	2	8	14,72	0,61	4,91		
4		1	2	8	13,66	0,57	4,55		
5		1	2	8	18,45	0,77	6,15		
6		1	2	5	6,1	0,41	2,03		
PROMEDIO SEMANAL =					0,61	4,61			
12	1							Lunes 14 de noviembre -- festivo	
	2	2	1	8	18,18	0,76	6,06		
	3	2	1	8	19,76	0,82	6,59		
	4	2	1	8	14,32	0,60	4,77		
	5							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior	
	6								
	PROMEDIO SEMANAL =					0,73	5,81		
13	1							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior	
	2								
	3	1	2	8	12,8	0,53	4,27		
	4	1	2	8	18,14	0,76	6,05		
	5	1	2	8	15,25	0,64	5,08		
	6	1	2	5	12,2	0,81	4,07		
	PROMEDIO SEMANAL =					0,68	4,87		
14	1								
	2	3	2	8	39,45	0,99	7,89		
	3	3	2	8	41,72	1,04	8,34		
	4	3	2	8	32,14	0,80	6,43		
	5	2	2	8	22,14	0,69	5,54		
	6	2	2	5	16,5	0,83	4,13		
	PROMEDIO SEMANAL =					0,87	6,46		
15	1	2	1	8	10,8	0,45	3,60		
	2	2	1	8	11	0,46	3,67		
	3	2	1	8	14,88	0,62	4,96		
	4	2	1	8	16,35	0,68	5,45		
	5							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior	
	6								
	PROMEDIO SEMANAL =					0,55	4,42		

16	1							No se realizaron actividades de pañete lineal exterior
	2							
	3	1	1	8	16,32	1,02	8,16	
	4	1	1	8	12,8	0,80	6,40	
	5	1	1	8	12,98	0,81	6,49	
	6	1	1	5	7,25	0,73	3,63	
	PROMEDIO SEMANAL =					0,84	6,17	
17	1	2	1	8	16,14	0,67	5,38	Se finalizó la actividad en el edf
	2							
	3							
	4							
	5							
	6							
	PROMEDIO SEMANAL =					0,67	5,38	

Anexo 7. Control semanal de cemento en la actividad de muro en bloque N°5.

ACTIVIDAD :		MURO EN BLOQUE N°5	CONTROL DE MATERIALES							
			MATERIAL: CEMENTO	CANTIDAD POR PAQUETE	42,5	UNIDAD (UM) : KILO				
FECHA	CANTIDAD (M2)	OBSERVACIONES	CONSUMO MATERIAL POR UM:		8,56	COSTO MATERIAL:			\$ 588,24	
			PROYECTADO SEGÚN DOSIFICACION TEORICA		UTILIZADO REALMENTE EN OBRA		PERDIDAS			
			CANTIDAD	COSTO \$	# DE BOLSAS	CANTIDAD	COSTO \$	CANTIDAD	%	COSTO \$
25/07/2022	6,90	Desperdicio en transporte e instalación	59,04	\$ 34.727,92	1,5	63,75	\$ 37.500,00	4,71	8,0%	\$ 2.772,08
26/07/2022	13,95		119,36	\$ 70.210,79	3	127,5	\$ 75.000,00	8,14	6,8%	\$ 4.789,21
27/07/2022	16,70		142,89	\$ 84.051,63	3,5	148,75	\$ 87.500,00	5,86	4,1%	\$ 3.448,37
28/07/2022	9,40		80,43	\$ 47.310,50	2	85	\$ 50.000,00	4,57	5,7%	\$ 2.689,50
29/07/2022	9,35		80,00	\$ 47.058,85	2	85	\$ 50.000,00	5,00	6,2%	\$ 2.941,15
30/07/2022										
	56,30		481,71	\$ 283.359,68	12	510	\$ 300.000,00	28,29	6,2%	\$ 16.640,32
1/08/2022										
2/08/2022	9,16	Desperdicio en transporte e instalación, debido a que se contamina	78,37	\$ 46.102,57	2	85	\$ 50.000,00	6,63	8,5%	\$ 3.897,43
3/08/2022	11,83		101,22	\$ 59.540,76	2,5	106,25	\$ 62.500,00	5,03	5,0%	\$ 2.959,24
4/08/2022	13,82		118,25	\$ 69.556,50	3	127,5	\$ 75.000,00	9,25	7,8%	\$ 5.443,50
5/08/2022	13,55		115,94	\$ 68.197,58	3	127,5	\$ 75.000,00	11,56	10,0%	\$ 6.802,42
6/08/2022	9,36		80,09	\$ 47.109,18	2	85	\$ 50.000,00	4,91	6,1%	\$ 2.890,82
	57,72		493,86	\$ 290.506,59	12,5	531,25	\$ 312.500,00	37,39	7,5%	\$ 21.993,41
8/08/2022	22,15	Desperdicio en transporte con pluma	189,52	\$ 111.481,65	5	212,5	\$ 125.000,00	22,98	12,1%	\$ 13.518,35
9/08/2022	19,14		163,76	\$ 96.332,23	4	170	\$ 100.000,00	6,24	3,8%	\$ 3.667,77
10/08/2022	7,08		60,58	\$ 35.633,86	1,5	63,75	\$ 37.500,00	3,17	5,2%	\$ 1.866,14
11/08/2022	4,49		38,42	\$ 22.598,31	1	42,5	\$ 25.000,00	4,08	10,6%	\$ 2.401,69
12/08/2022										
13/08/2022										
	52,86		452,28	\$ 266.046,05	11,5	488,75	\$ 287.500,00	36,47	7,9%	\$ 21.453,95
15/08/2022										
16/08/2022										
17/08/2022										
18/08/2022										
19/08/2022										
20/08/2022										
22/08/2022										
23/08/2022										
24/08/2022	9,18	Desperdicio en transporte e instalación	78,55	\$ 46.203,23	2	85	\$ 50.000,00	6,45	8,2%	\$ 3.796,77
25/08/2022	9,21		78,80	\$ 46.354,22	2	85	\$ 50.000,00	6,20	7,9%	\$ 3.645,78
26/08/2022	9,32		79,74	\$ 46.907,86	2	85	\$ 50.000,00	5,26	6,6%	\$ 3.092,14
27/08/2022	4,30	Juntas de hasta 4 y 5 cm	36,79	\$ 21.642,04	1	42,5	\$ 25.000,00	5,71	15,5%	\$ 3.357,96
	32,01		273,88	\$ 161.107,34	7	297,5	\$ 175.000,00	23,62	9,5%	\$ 13.892,66
29/08/2022	9,35	Desperdicio en transporte e instalación	80,00	\$ 47.058,85	2	85	\$ 50.000,00	5,00	6,2%	\$ 2.941,15
30/08/2022	9,41		80,51	\$ 47.360,83	2	85	\$ 50.000,00	4,49	5,6%	\$ 2.639,17
31/08/2022	9,25		79,14	\$ 46.555,54	2	85	\$ 50.000,00	5,86	7,4%	\$ 3.444,46
1/09/2022	14,30		122,35	\$ 71.972,35	3	127,5	\$ 75.000,00	5,15	4,2%	\$ 3.027,65
2/09/2022	19,01		162,65	\$ 95.677,93	4	170	\$ 100.000,00	7,35	4,5%	\$ 4.322,07
3/09/2022	8,92	Desperdicio en transporte	76,32	\$ 44.894,64	2	85	\$ 50.000,00	8,68	11,4%	\$ 5.105,36
	70,24		600,98	\$ 353.520,14	15	637,5	\$ 375.000,00	36,52	6,6%	\$ 21.479,86
5/09/2022	18,16	Desperdicio en transporte e instalación	155,38	\$ 91.399,86	4	170	\$ 100.000,00	14,62	9,4%	\$ 8.600,14
6/09/2022	9,24		79,06	\$ 46.505,21	2	85	\$ 50.000,00	5,94	7,5%	\$ 3.494,79
7/09/2022	7,21		61,69	\$ 36.288,16	1,5	63,75	\$ 37.500,00	2,06	3,3%	\$ 1.211,84
8/09/2022	9,32		79,74	\$ 46.907,86	2	85	\$ 50.000,00	5,26	6,6%	\$ 3.092,14
9/09/2022	3,54		30,29	\$ 17.816,93	0,75	31,875	\$ 18.750,00	1,59	5,2%	\$ 933,07
10/09/2022	1,16		9,93	\$ 5.838,32	0,25	10,625	\$ 6.250,00	0,70	7,1%	\$ 411,68
	48,63			416,09	\$ 244.756,33	10,5	446,25	\$ 262.500,00	30,16	6,5%
12/09/2022	2,35	Desperdicio en transporte e instalación	20,11	\$ 11.827,62	0,5	21,25	\$ 12.500,00	1,14	5,7%	\$ 672,38
13/09/2022	1,18		10,10	\$ 5.938,98	0,25	10,625	\$ 6.250,00	0,53	5,2%	\$ 311,02
14/09/2022	1,16		9,93	\$ 5.838,32	0,25	10,625	\$ 6.250,00	0,70	7,1%	\$ 411,68
15/09/2022										
16/09/2022										
17/09/2022										
	4,69		40,13	\$ 23.604,92	1	42,5	\$ 25.000,00	2,37	6,0%	\$ 1.395,08

14/11/2022										
15/11/2022										
16/11/2022										
17/11/2022										
18/11/2022										
19/11/2022										
21/11/2022										
22/11/2022	4,69	Desperdicio en transporte e instalación	40,13	\$ 23.604,92	1	42,5	\$ 25.000,00	2,37	5,9%	\$ 1.395,08
23/11/2022	14,23		121,75	\$ 71.620,04	3	127,5	\$ 75.000,00	5,75	4,7%	\$ 3.379,96
24/11/2022										
25/11/2022										
26/11/2022										
	18,92		161,88	\$ 95.224,96	4	170	\$ 100.000,00	8,12	5,3%	\$ 4.775,04
28/11/2022										
29/11/2022										
30/11/2022										
1/12/2022										
2/12/2022	2,32	Desperdicio en transporte e instalación	19,88	\$ 11.696,77	0,5	21,25	\$ 12.500,00	1,37	6,9%	\$ 803,23
3/12/2022	1,15		9,84	\$ 5.787,99	0,25	10,625	\$ 6.250,00	0,79	8,0%	\$ 462,01
	3,47		29,72	\$ 17.484,75	0,75	31,875	\$ 18.750,00	2,15	7,4%	\$ 1.265,25
5/12/2022	14,22	Desperdicio en transporte e instalación	121,67	\$ 71.569,71	3	127,5	\$ 75.000,00	5,83	4,8%	\$ 3.430,29
6/12/2022	14,36		122,87	\$ 72.274,33	3	127,5	\$ 75.000,00	4,63	3,8%	\$ 2.725,67
7/12/2022	11,76		100,62	\$ 59.188,45	2,5	106,25	\$ 62.500,00	5,63	5,6%	\$ 3.311,55
8/12/2022										
9/12/2022	13,92	Desperdicio en transporte e instalación	119,10	\$ 70.059,80	3	127,5	\$ 75.000,00	8,40	7,1%	\$ 4.940,20
10/12/2022	7,06		60,37	\$ 35.513,07	1,5	63,75	\$ 37.500,00	3,38	5,6%	\$ 1.986,93
	61,32		524,63	\$ 308.605,37	13	552,5	\$ 325.000,00	27,87	5,4%	\$ 16.394,63
12/12/2022	7,16	Desperdicio en transporte e instalación	61,26	\$ 36.036,51	1,5	63,75	\$ 37.500,00	2,49	4,1%	\$ 1.463,49
13/12/2022	3,51		30,03	\$ 17.665,94	0,75	31,875	\$ 18.750,00	1,84	6,1%	\$ 1.084,06
14/12/2022										
15/12/2022										
16/12/2022										
17/12/2022										
	10,67		91,29	\$ 53.702,45	2,25	95,625	\$ 56.250,00	4,33	5,1%	\$ 2.547,55

TOTAL BOLSAS UTILIZADAS DE CEMENTO	141,75	T. COSTO	\$ 3.543.750,00	T. DESPERDICIO	\$ 222.835,75
------------------------------------	--------	----------	-----------------	----------------	---------------

Anexo 8. Control semanal de cemento en la actividad de muro en ladrillo a la vista.

ACTIVIDAD :		MURO EN LADRILLO A LA VISTA	CONTROL DE MATERIALES								
FECHA	CANTIDAD (M2)		OBSERVACIONES	MATERIAL: CEMENTO	CANTIDAD POR PAQUETE	42,5	UNIDAD (UM) : KILO				
			CONSUMO MATERIAL POR UM:		16,13	COSTO MATERIAL:			\$ 588		
			PROYECTADO SEGÚN DOSIFICACION TEORICA		UTILIZADO REALMENTE EN OBRA			PERDIDAS			
			ANTIDA	COSTO \$	# BOLSAS	CANTIDAD	COSTO \$	ANTIDA	%	COSTO \$	
1/08/2022	3,77	Desperdicio en transporte e instalación	60,83	\$ 35.781	1,5	63,75	\$ 37.500	2,92	5%	\$ 1.719	
2/08/2022	4,97		80,19	\$ 47.170	2	85	\$ 50.000	4,81	6%	\$ 2.830	
3/08/2022	6,14		99,07	\$ 58.274	2,5	106,25	\$ 62.500	7,18	7%	\$ 4.226	
4/08/2022	3,8		61,31	\$ 36.065	1,5	63,75	\$ 37.500	2,44	4%	\$ 1.435	
5/08/2022	5,02		80,99	\$ 47.644	2	85	\$ 50.000	4,01	5%	\$ 2.356	
6/08/2022	2,51		40,50	\$ 23.822	1	42,5	\$ 25.000	2,00	5%	\$ 1.178	
				422,88	\$ 248.755	10,5	446,25	\$ 262.500	23,37	5%	\$ 13.745
8/08/2022	12,5	Desperdicio en transporte e instalación	201,68	\$ 118.636	5	212,5	\$ 125.000	10,82	5%	\$ 6.364	
9/08/2022	8,78		141,66	\$ 83.330	3,5	148,75	\$ 87.500	7,09	5%	\$ 4.170	
10/08/2022	6,15		99,23	\$ 58.369	2,5	106,25	\$ 62.500	7,02	7%	\$ 4.131	
11/08/2022	7,6		122,62	\$ 72.131	3	127,5	\$ 75.000	4,88	4%	\$ 2.869	
12/08/2022	8,72		140,69	\$ 82.760	3,5	148,75	\$ 87.500	8,06	6%	\$ 4.740	
13/08/2022	5,02		80,99	\$ 47.644	2	85	\$ 50.000	4,01	5%	\$ 2.356	
				786,88	\$ 462.869	19,5	828,75	\$ 487.500	41,87	5%	\$ 24.631
15/08/2022											
16/08/2022	7,03	Desperdicio en transporte e instalación	113,43	\$ 66.721	3	127,5	\$ 75.000	14,07	12%	\$ 8.279	
17/08/2022	5,06		81,64	\$ 48.024	2	85	\$ 50.000	3,36	4%	\$ 1.976	
18/08/2022	4,9		79,06	\$ 46.505	2	85	\$ 50.000	5,94	8%	\$ 3.495	
19/08/2022	4,96		80,03	\$ 47.075	2	85	\$ 50.000	4,97	6%	\$ 2.925	
20/08/2022	2,48		40,01	\$ 23.537	1	42,5	\$ 25.000	2,49	6%	\$ 1.463	
				394,16	\$ 231.862	10	425,00	\$ 250.000	30,84	7%	\$ 18.138
22/08/2022	2,5		Desp. transporte e instalación	40,34	\$ 23.727	1	42,5	\$ 25.000	2,16	5%	\$ 1.273
23/08/2022											
24/08/2022											
25/08/2022											
26/08/2022											
27/08/2022											
	2,50		40,34	\$ 23.727	1	42,50	\$ 25.000	2,16	5%	\$ 1.273	
29/08/2022	9,85	Desperdicio en transporte e instalación	158,92	\$ 93.485	4	170	\$ 100.000	11,08	7%	\$ 6.515	
30/08/2022	7,52		121,33	\$ 71.371	3	127,5	\$ 75.000	6,17	5%	\$ 3.629	
31/08/2022	7,36		118,75	\$ 69.853	3	127,5	\$ 75.000	8,75	7%	\$ 5.147	
1/09/2022	2,5		40,34	\$ 23.727	1	42,5	\$ 25.000	2,16	5%	\$ 1.273	
2/09/2022	7,35		118,59	\$ 69.758	3	127,5	\$ 75.000	8,91	8%	\$ 5.242	
3/09/2022	3,75		60,50	\$ 35.591	1,5	63,75	\$ 37.500	3,25	5%	\$ 1.909	
				618,43	\$ 363.785	15,5	658,75	\$ 387.500	40,32	6%	\$ 23.715
5/09/2022											
6/09/2022											
7/09/2022											
8/09/2022											
9/09/2022											
10/09/2022											
12/09/2022											
13/09/2022											
14/09/2022											
15/09/2022											
16/09/2022											
17/09/2022											
19/09/2022											
20/09/2022											
21/09/2022											
22/09/2022											
23/09/2022											
24/09/2022											
26/09/2022											
27/09/2022											
28/09/2022											
29/09/2022	3,63	Desperdicio en transporte e instalación	58,57	\$ 34.452	1,5	63,75	\$ 37.500	5,18	9%	\$ 3.048	
30/09/2022	7,55		121,82	\$ 71.656	3	127,5	\$ 75.000	5,68	5%	\$ 3.344	
1/10/2022											
			180,38	\$ 106.108	4,5	191,25	\$ 112.500	10,87	7%	\$ 6.392	

5/12/2022										
6/12/2022										
7/12/2022										
8/12/2022										
9/12/2022										
10/12/2022										
12/12/2022										
13/12/2022										
14/12/2022										
15/12/2022	7,42	Desperdicio en transporte e	119,72	\$ 70.422	3	127,5	\$ 75.000	7,78	7%	\$ 4.578
16/12/2022	2,54	instalación	40,98	\$ 24.107	1	42,5	\$ 25.000	1,52	4%	\$ 893
17/12/2022										
			160,70	\$ 94.529	4	170,00	\$ 100.000	9,30	5%	\$ 5.471

TOTAL BOLSAS UTILIZADAS DE CEMENTO	124,5	T. COSTO	\$ 3.112.500	T. DESPERDICIO	\$ 177.926
------------------------------------	-------	----------	--------------	----------------	------------

Anexo 9. Control semanal de cemento en la actividad de pañete interior.

ACTIVIDAD :		PAÑETE INTERIOR	CONTROL DE MATERIALES							
			MATERIAL: CEMENTO	CANTIDAD POR PAQUETE	42,5	UNIDAD (UM) : KILO				
FECHA	CANTIDAD (M2)	OBSERVACIONES	CONSUMO MATERIAL POR UM:		11,35	COSTO MATERIAL:			588	
			PROYECTADO SEGÚN DOSIFICACION TEORICA		UTILIZADO REALMENTE EN OBRA			PERDIDAS		
			CANTIDA	COSTO \$	#BOLSAS	CANTIDAD	COSTO \$	CANTIDA	%	COSTO \$
1/08/2022										
2/08/2022	15,65	Desperdicio en transporte e instalación	177,63	104.487	4,5	191,25	112.500	13,62	8%	8.013
3/08/2022	16,78		190,45	112.031	5	212,5	125.000	22,05	12%	12.969
4/08/2022	15,64		177,51	104.420	4,5	191,25	112.500	13,74	8%	8.080
5/08/2022	16,76		190,23	111.898	5	212,5	125.000	22,27	12%	13.102
6/08/2022	9,17		104,08	61.223	2,5	106,25	62.500	2,17	2%	1.277
	74			839,90	494.059	21,5	913,75	537.500	73,85	8%
8/08/2022	17,36	Desperdicio en transporte e instalación	197,04	115.904	5	212,5	125.000	15,46	8%	9.096
9/08/2022	12,35		140,17	82.454	3,5	148,75	87.500	8,58	6%	5.046
10/08/2022	15,56		176,61	103.886	4,5	191,25	112.500	14,64	8%	8.614
11/08/2022	16,69		189,43	111.430	4,5	191,25	112.500	1,82	1%	1.070
12/08/2022	16,35		185,57	109.160	4,5	191,25	112.500	5,68	3%	3.340
13/08/2022	18,61		211,22	124.249	5,5	233,75	137.500	22,53	11%	13.251
	96,92		1100,04	647.084	27,5	1168,75	687.500	68,71	6%	40.416
15/08/2022										
16/08/2022	25,72	Desperdicio en transporte e instalación	291,92	171.719	7,5	318,75	187.500	26,83	9%	15.781
17/08/2022	27,69		314,28	184.871	8	340	200.000	25,72	8%	15.129
18/08/2022	32,06		363,88	214.048	9	382,5	225.000	18,62	5%	10.952
19/08/2022	28	Pañete de hasta 3cm de espesor	317,80	186.941	8	340	200.000	22,20	7%	13.059
20/08/2022	13,77		156,29	91.935	4	170	100.000	13,71	9%	8.065
	127,24		1444,17	849.514	36,5	1551,25	912.500	107,08	8%	62.986
22/08/2022	29,89	Desperdicio en transporte e instalación	339,25	199.560	8,5	361,25	212.500	22,00	6%	12.940
23/08/2022	22,69		257,53	151.489	6,5	276,25	162.500	18,72	7%	11.011
24/08/2022	11,2		127,12	74.776	3,255	138,3375	81.375	11,22	9%	6.599
25/08/2022										
26/08/2022										
27/08/2022										
	63,78		723,90	425.825	18,255	775,8375	456.375	51,93	8%	30.550
29/08/2022										
30/08/2022	9,48	Desperdicio en transporte e instalación	107,60	63.293	2,75	116,875	68.750	9,28	9%	5.457
31/08/2022	12,72		144,37	84.925	3,5	148,75	87.500	4,38	3%	2.575
1/09/2022	9,26	Desperdicio en aplicación parte inferior de escalera	105,10	61.824	2,75	116,875	68.750	11,77	11%	6.926
2/09/2022	8,22		93,30	54.881	2,5	106,25	62.500	12,95	14%	7.619
3/09/2022										
	39,68		450,37	264.922	11,5	488,75	287.500	38,38	9,19%	22.578
5/09/2022	28,06	Desperdicio en transporte e instalación	318,48	187.342	8	340	200.000	21,52	7%	12.658
6/09/2022	33,07		375,34	220.791	9,5	403,75	237.500	28,41	8%	16.709
7/09/2022	29,89		339,25	199.560	8,5	361,25	212.500	22,00	6%	12.940
8/09/2022	35,13	Desperdicio en transporte	398,73	234.544	10	425	250.000	26,27	7%	15.456
9/09/2022	40,27		457,06	268.861	11,5	488,75	287.500	31,69	7%	18.639
10/09/2022	18,61		211,22	124.249	5,5	233,75	137.500	22,53	11%	13.251
	185,03		2100,09	1.235.347	53	2252,5	1.325.000	152,41	7%	89.653
12/09/2022	25,44	Desperdicio en transporte e instalación	288,74	169.849	7	297,5	175.000	8,76	3%	5.151
13/09/2022	26,96		306,00	179.998	7,5	318,75	187.500	12,75	4%	7.502
14/09/2022	13,64		154,81	91.067	4	170	100.000	15,19	10%	8.933
15/09/2022	15,41		174,90	102.884	4,5	191,25	112.500	16,35	9%	9.616
16/09/2022	16,86		191,36	112.565	5	212,5	125.000	21,14	11%	12.435
17/09/2022	8,36		94,89	55.815	2,5	106,25	62.500	11,36	12%	6.685
	106,67		1210,70	712.179	30,5	1296,25	762.500	85,55	8%	50.321
19/09/2022	17,25		195,79	115.169	5	212,5	125.000	16,71	9%	9.831
20/09/2022	17,32		196,58	115.636	5	212,5	125.000	15,92	8%	9.364
21/09/2022	15,21	Pañete de hasta 4cm en muros de las escaleras	172,63	101.549	4,5	191,25	112.500	18,62	11%	10.951
22/09/2022	11,06		125,53	73.842	4	170	100.000	44,47	35%	26.158
23/09/2022	10,58		120,08	70.637	4	170	100.000	49,92	42%	29.363
24/09/2022	8,35		94,77	55.749	3	127,5	75.000	32,73	35%	19.251
	79,77		905,39	532.582	25,5	1083,75	637.500	178,36	23%	104.918

26/09/2022										
27/09/2022										
28/09/2022										
29/09/2022										
30/09/2022										
1/10/2022										
3/10/2022										
4/10/2022										
5/10/2022										
6/10/2022	17,28	Desperdicio en transporte e instalación	196,13	115.369	5	212,5	125.000	16,37	8%	9.631
7/10/2022	12,76	Se pañetó la parte inferior de las escaleras y se presencio desperdicio	144,83	85.192	4	170	100.000	25,17	17%	14.808
8/10/2022	9,55		108,39	63.760	3	127,5	75.000	19,11	18%	11.240
	39,59		449,35	264.321	12	510	300.000	60,65	14%	35.679
10/10/2022	13,98	Desperdicio en transporte e instalación	158,67	93.337	4	170	100.000	11,33	7%	6.663
11/10/2022	15,5		175,93	103.485	4,5	191,25	112.500	15,33	9%	9.015
12/10/2022	17,32		196,58	115.636	5	212,5	125.000	15,92	8%	9.364
13/10/2022	13,79		156,52	92.069	4	170	100.000	13,48	9%	7.931
14/10/2022	15,76		178,88	105.221	4,5	191,25	112.500	12,37	7%	7.279
15/10/2022	7,04		79,90	47.002	2	85	50.000	5,10	6%	2.998
	83,39		946,48	556.751	24	1020	600.000	73,52	8%	43.249
17/10/2022										
18/10/2022										
19/10/2022										
20/10/2022										
21/10/2022										
22/10/2022										
24/10/2022										
25/10/2022										
26/10/2022										
27/10/2022										
28/10/2022										
29/10/2022										
31/10/2022										
1/11/2022	20,95	Uno de los oficiales estuvo pañetando muros de las escaleras, las cuales presentan desniveles de hasta 3,5 cm	237,78	139.872	6	255	150.000	17,22	7%	10.128
2/11/2022	15,65		177,63	104.487	4,5	191,25	112.500	13,62	8%	8.013
3/11/2022	22,95		260,48	153.225	7	297,5	175.000	37,02	14%	21.775
4/11/2022	26,42		299,87	176.392	8	340	200.000	40,13	13%	23.608
5/11/2022	8,41		95,45	56.149	2,5	106,25	62.500	10,80	11%	6.351
	94,38		1071,21	630.125	28	1190	700.000	118,79	11%	69.875
7/11/2022										
8/11/2022	14,4	Espesores de hasta 3cm	163,44	96.141	4	170	100.000	6,56	4%	3.859
9/11/2022	28,85		327,45	192.616	8,5	361,25	212.500	33,80	10%	19.884
10/11/2022	41,72		473,52	278.542	12	510	300.000	36,48	8%	21.458
11/11/2022	36,66	Desperdicio en transporte e instalación	416,09	244.759	11	467,5	275.000	51,41	12%	30.241
12/11/2022	24,46		277,62	163.306	7	297,5	175.000	19,88	7%	11.694
	146,09		1658,12	975.366	42,5	1806,25	1.062.500	148,13	8%	87.134
14/11/2022										
15/11/2022	36,36	Desperdicio en transporte e instalación	412,69	242.756	10,5	446,25	262.500	33,56	8%	19.744
16/11/2022	52,3		593,61	349.179	15	637,5	375.000	43,90	7%	25.821
17/11/2022	26		295,10	173.588	7,5	318,75	187.500	23,65	8%	13.912
18/11/2022	58,8		667,38	392.576	17	722,5	425.000	55,12	8%	32.424
19/11/2022	36,9		418,82	246.362	10,5	446,25	262.500	27,44	7%	16.138
	210,36		2387,59	1.404.462	60,5	2571,25	1.512.500	183,66	8%	108.038
21/11/2022	38,5	Desperdicio en transporte e instalación	436,98	257.044	11	467,5	275.000	30,53	7%	17.956
22/11/2022	20,85		236,65	139.204	6	255	150.000	18,35	8%	10.796
23/11/2022	24,12		273,76	161.036	7	297,5	175.000	23,74	9%	13.964
24/11/2022	17,5		198,63	116.838	5	212,5	125.000	13,88	7%	8.162
25/11/2022										
26/11/2022										
	100,97		1146,01	674.123	29	1232,5	725.000	86,49	8%	50.877

28/11/2022										
29/11/2022										
30/11/2022										
1/12/2022										
2/12/2022										
3/12/2022										
5/12/2022										
6/12/2022										
7/12/2022										
8/12/2022										
9/12/2022										
10/12/2022										
12/12/2022										
13/12/2022										
14/12/2022										
15/12/2022										
16/12/2022	17,25	Desperdicio en transporte e instalación	195,79	115.169	5	212,5	125.000	16,71	9%	9.831
17/12/2022	10,42		118,27	69.569	3	127,5	75.000	9,23	8%	5.431
	27,67		314,05	184.738	8	340	200.000	25,95	8%	15.262
19/12/2022	15,58	Desperdicio en transporte e instalación	176,83	104.019	4,5	191,25	112.500	14,42	8%	8.481
20/12/2022	14,03		159,24	93.671	4	170	100.000	10,76	7%	6.329
21/12/2022										
22/12/2022										
23/12/2022										
24/12/2022										
	29,61		336,07	197.690	8,5	361,25	212.500	25,18	7%	14.810
26/12/2022	12,95	Desperdicio en aplicación	146,98	86.460	4	170	100.000	23,02	16%	13.540
27/12/2022	14,76		167,53	98.545	4,5	191,25	112.500	23,72	14%	13.955
28/12/2022	10,42	Desperdicio en transporte e instalación	118,27	69.569	3	127,5	75.000	9,23	8%	5.431
29/12/2022	6,72		76,27	44.866	2	85	50.000	8,73	11%	5.134
30/12/2022										
31/12/2022										
	44,85		509,05	299.440	13,5	573,75	337.500	64,70	12%	38.060

TOTAL BOLSAS UTILIZADAS DE CEMENTO	450,3	T. COSTO	11.256.375	T. DESPERDICIO	618.222
------------------------------------	-------	----------	------------	----------------	---------

21/11/2022										
22/11/2022										
23/11/2022										
24/11/2022										
25/11/2022										
26/11/2022										
28/11/2022										
29/11/2022										
30/11/2022										
1/12/2022										
2/12/2022	11,43	Desperdicio en transporte e instalación	129,7	76.312	3,5	148,75	87.500	19,02	14,7%	11.188
3/12/2022	6,65		75,5	44.399	2	85	50.000	9,52	12,6%	5.601
	18,08		205,2	120.711	5,5	233,75	137.500	28,54	13,6%	16.789
5/12/2022	16,4	Desperdicio en instalación	186,1	109.494	5	212,5	125.000	26,36	14,2%	15.506
6/12/2022	6,55		74,3	43.731	2	85	50.000	10,66	14,3%	6.269
7/12/2022										
8/12/2022										
9/12/2022										
10/12/2022										
	22,95		260,5	153.225	7	297,5	175.000	37,02	14,2%	21.775

TOTAL BOLSAS UTILIZADAS DE CEMENTO	78	T. COSTO	1.950.000	T. DESPERDICIO	247.500
---	-----------	-----------------	------------------	-----------------------	----------------

Anexo 11. Carta de balance utilizada en muro en bloque N°5.

Formato de Carta de Balance									
PROYECTO		Edificio Física				ACTIVIDAD			
MUESTRADOR		Jhosman Ochoa				Muro en bloque N°5			
FECHA		Miercoles 05 de octubre del 2022		HORA		8:30 - 4:00 PM			
	I	II	III	IV					OBSERVACIONES
1	AM	AM	TP						
2	AM	AM	TP						
3	AM	AM	TH						
4	AM	AZ	TH						
5	AM	AZ	D						
6	AM	AZ	D						
7	AM	AM	TM						
8	C	AM	TM						
9	TN	AM	TM						
10	AM	AM	TM						
11	AM	AM	AZ						
12	TN	AM	AZ						
13	TN	AM	AZ						
14	C	AM	EA						
15	TN	AM	EA						
16	TN	AM	EA						
17	AM	AM	EA						
18	AM	AM	EA						
19	AM	AM	EA						
20	AM	AM	EA						
21	AM	E	AZ						
22	AM	TN	AZ						
23	AM	TN	AZ						
24	AM	AM	TH						
25	PM	AM	EA						
26	PM	AM	EA						
27	PM	C	C						
28	AM	C	C						
29	AM	AM	EA						
30	AM	AM	EA						
31	C	AM	EA						
32	AZ	AM	EA						
33	AZ	AM	TM						
34	AZ	TN	TM						
35	AM	TN	TM						
36	AM	AM	EA						
37	AM	AM	C						
38	D	AM	EA						
39	D	AM	EA						
40	AM	AM	EA						
	32	34	0	0	0	0	0	Productiva	55%
	3	3	18	0	0	0	0	Contributiva	20%
	5	3	22	0	0	0	0	No Contributiva	25%
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		100%

Clasificacion de Trabajo		
AM	Alzado de muro	1
PM	preparacion de mortero	2
TN	Toma de nivel	3
TP	Transporte de material	1
TM	Transporte de mortero para pega	2
TH	Transporte de Herramienta	3
AZ	Acomodo de la zona	4
EA	En otra actividad	1
C	Conversación	2
D	Desplazamiento	3
H	Hidratación	4
DE	Descanso	5
E	Espera	6
MC	Mirando el celular	7

Clasificacion de Recursos	
I	FABIO SILVA
II	CARLOS FLOREZ
III	ROGER DIAZ
IV	

Anexo 12. Carta de balance utilizada en ladrillo a la vista.

Formato de Carta de Balance										
PROYECTO		Edificio Física				ACTIVIDAD				
MUESTRADOR		Jhosman Ochoa				ALZADO DE MURO EN LADRILLO A LA VISTA				
FECHA		Jueves 16 de diciembre del 2022				HORA		8:30 - 4:30 PM		
	I	II	III	IV					OBSERVACIONES	
1	AM	TM								
2	AM	TM								
3	AM	TM								
4	AM	TM								
5	AM	AZ								
6	AM	AZ								
7	AM	AZ								
8	PM	PM								
9	PM	PM								
10	C	C								
11	AM	PM								
12	AM	PM								
13	AM	PM								
14	AM	D								
15	AM	D								
16	AM	TP								
17	AM	TP								
18	TN	TP								
19	TN	PM								
20	TN	PM								
21	AM	PM								
22	AM	PM								
23	AM	PM								
24	AM	TM								
25	C	C								
26	AM	TM								
27	AM	TM								
28	PM	TM								
29	PM	AZ								
30	AM	AZ								
31	AM	AZ								
32	AM	EA								
33	AM	EA							El ayudante fue a descargar material en el almacen	
34	AM	EA								
35	AM	EA								
36	AM	EA								
37	AM	TH								
38	C	TH								
39	AM	TH								
40	AM	TM								
	37	10	0	0	0	0	0	0	Productiva	59%
	0	21	0	0	0	0	0	0	Contributiva	26%
	3	9	0	0	0	0	0	0	No Contributiva	15%
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		100%

Clasificacion de Trabajo		
AM	Alzado de muro	1
PM	preparacion de mortero	2
TN	Toma de nivel	3
IA	Instalación de anclaje	4
TP	Transporte de material	1
TM	Transporte de mortero para pega	2
TH	Transporte de Herramienta	3
AZ	Acomodo de la zona	4
EA	En otra actividad	1
C	Conversación	2
D	Desplazamiento	3
H	Hidratación	4
DE	Descanso	5
E	Espera	6
MC	Mirando el celular	7

Clasificacion de Recursos	
I	CARLOS FLOREZ
II	ALFONSO

Anexo 13. Carta de balance utilizada en pañete interior.

Formato de Carta de Balance										
PROYECTO		Edificio Física				ACTIVIDAD				
MUESTRADOR		Jhosman Ochoa				Pañete interior				
FECHA		Viernes 23 de septiembre de 2022		HORA		8:30 - 5:00 PM				
	I	II	III	IV					OBSERVACIONES	
1	AC	TME								
2	E	TME								
3	AP	TME								
4	AP	AZ								
5	AC	PP								
6	AC	PP								
7	AC	PP								
8	AC	PP								
9	AZ	AZ								
10	AZ	PP								
11	AZ	PP								
12	AZ	PP								
13	AC	PP								
14	AC	PP								
15	TME	PP								
16	TME	PP								
17	TME	PP								
18	AZ	E							Tuvo que esperar a que desocuparan la pluma	
19	AZ	E								
20	AP	E								
21	AZ	TME								
22	AZ	TME								
23	AZ	TME								
24	AC	C								
25	AC	PP								
26	AC	D								
27	E	D								
28	AP	TH								
29	AP	TH								
30	AC	E							Tuvo que esperar a que desocuparan la pluma	
31	AC	E								
32	AC	E								
33	AC	TME								
34	AP	TME								
35	AP	TM								
36	AP	D								
37	AP	D								
38	D	TME								
39	TME	TME								
40	TME	TME								
	23	13	0	0	0	0	0	0	Productiva	45%
	14	16	0	0	0	0	0	0	Contributiva	38%
	3	11	0	0	0	0	0	0	No Contributiva	18%
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		100%

Clasificación de Trabajo		
AC	Aplicación de mortero	1
AP	Alistado de pañete	2
PP	Preparación de mortero	3
TP	Toma de nivel	4
TM	Transporte de material	1
TME	Transporte de mortero	2
TH	Transporte de herramienta	3
AZ	Acomodo de la zona	4
EA	En otra actividad	1
C	Conversación	2
D	Desplazamiento	3
H	Hidratación	4
DE	Descanso	5
E	Espera	6
MC	Mirando el celular	7

Clasificación de Recursos	
I	GUILLERMO GOMEZ
II	LUIS GUTIERREZ
III	
IV	

Anexo 14. Carta de balance utilizada en pañete lineal interior.

Formato de Carta de Balance									
PROYECTO		Edificio Física				ACTIVIDAD			
MUESTRADOR		Jhosman Ochoa				Pañete lineal interior			
FECHA		Martes 06 de diciembre de 2022		HORA		8:30 - 5:00 PM			
	I	II	III	IV					OBSERVACIONES
1	AC	TH	TH						
2	AC	TH	TH						
3	AC	E	E						
4	TP	E	E						
5	TP	AC	E						
6	AP	TP	TME						
7	AZ	TP	TME						
8	AC	AP	TM						
9	AC	AZ	D						
10	AC	AC	D						
11	AC	AC	TME						
12	AC	AC	TME						
13	AC	AC	TME						
14	AP	AC	TME						
15	AP	AC	AZ						
16	E	AP	AZ						
17	E	AP	AZ						
18	E	EA	PP						
19	AZ	EA	PP						
20	AP	AC	D						
21	AZ	TP	TME						
22	AZ	TP	AZ						
23	AP	AP	AZ						
24	AZ	AZ	AZ						
25	AC	AC	PP						
26	AC	AC	PP						
27	AC	AC	D						
28	AC	AC	D						
29	AC	AC	D						
30	AC	AC	AZ						
31	AP	AP	AZ						
32	AP	AP	AZ						
33	E	E	EA						
34	E	E	EA						
35	E	TM	EA						
36	AZ	TM	PP						
37	AP	TM	PP						
38	AZ	TME	PP						
39	AZ	TME	PP						
40	AP	AC	PP						
	24	21	9	0	0	0	0	Productiva	45%
	10	13	19	0	0	0	0	Contributiva	35%
	6	6	12	0	0	0	0	No Contributiva	20%
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		100%

Clasificación de Trabajo		
AC	Aplicación de mortero	1
AP	Alistado de pañete	2
PP	Preparación de mortero	3
TP	Toma de nivel	4
TM	Transporte de material	1
TME	Transporte de mortero	2
TH	Transporte de herramienta	3
AZ	Acomodo de la zona	4
EA	En otra actividad	1
C	Conversación	2
D	Desplazamiento	3
H	Hidratación	4
DE	Descanso	5
E	Espera	6
MC	Mirando el celular	7

Clasificación de Recursos	
I	CARLOS SILVA
II	ANTONIO COLMENARES
III	LUIS DIAZ
IV	

Anexo 15. Carta de balance utilizada en pañete exterior.

Formato de Carta de Balance									
PROYECTO		Edificio Física				ACTIVIDAD			
MUESTRADOR		Jhosman Ochoa				Pañete exterior			
FECHA		Lunes 05 de diciembre de 2022				HORA		8:00 - 4:30 PM	
	I	II	III	IV					OBSERVACIONES
1	AC	TP	EA						Brayan está en el almacén
2	AC	AP	EA						
3	AC	AP	EA						
4	AC	AP	PP						
5	AC	TP	AZ						
6	AC	TP	AZ						
7	AC	TP	TM						
8	AC	AZ	PP						
9	AC	AZ	PP						
10	AC	AZ	PP						
11	AC	AC	TME						
12	AC	AC	TME						
13	AC	AC	TME						
14	AC	AZ	TME						
15	AC	AC	TME						
16	AC	AC	TME						
17	AP	AC	MC						
18	AP	AC	MC						
19	AP	AC	TME						
20	AP	AC	TME						
21	TP	MC	TH						
22	TP	E	TH						
23	AP	TP	TME						
24	AZ	TP	D						
25	AZ	AP	D						
26	AP	AP	TME						
27	AP	AP	TME						
28	AP	TP	TME						
29	E	AZ	TME						
30	AP	TP	MC						
31	AP	TP	MC						
32	AP	TP	MC						
33	AP	TP	MC						
34	AP	TP	TME						
35	AP	TP	TME						
36	TP	AP	TH						
37	TP	E	TH						
38	AP	AZ	TME						
39	AZ	AC	D						
40	AZ	AC	D						
	31	18	4	0	0	0	0	Productiva	44%
	8	19	23	0	0	0	0	Contributiva	42%
	1	3	13	0	0	0	0	No Contributiva	14%
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		100%

Clasificación de Trabajo		
AC	Aplicación de mortero	1
AP	Alistado de pañete	2
PP	Preparación de mortero	3
TP	Toma de nivel	4
TM	Transporte de material	1
TME	Transporte de mortero	2
TH	Transporte de herramienta	3
AZ	Acomodo de la zona	4
EA	En otra actividad	1
C	Conversación	2
D	Desplazamiento	3
H	Hidratación	4
DE	Descanso	5
E	Espera	6
MC	Mirando el celular	7

Clasificación de Recursos	
I	ALIRIO ANTELIZ
II	JOSÉ CONTRERAS
III	BRAYAN COLMENARES
IV	

Anexo 16. Carta de balance utilizada en pañete lineal exterior.

Formato de Carta de Balance									
PROYECTO		Edificio Física				ACTIVIDAD			
MUESTRADOR		Jhosman Ochoa				Pañete lineal exterior			
FECHA		Jueves 03 de noviembre de 2022		HORA		8:30 - 11:30 AM			
	I	II	III	IV					OBSERVACIONES
1	TP	EA							El ayudante no se encontraba en la obra
2	AP	EA							
3	AP	EA							
4	AP	PP							
5	TP	AZ							
6	TP	AZ							
7	TP	TM							
8	AZ	PP							
9	AZ	PP							
10	AZ	PP							
11	AC	TME							
12	AC	TME							
13	AC	TME							
14	AZ	TME							
15	AC	TME							
16	AC	TME							
17	AC	MC							
18	AC	MC							
19	AC	TME							
20	AC	TME							
21	MC	TH							
22	E	TH							
23	TP	TME							
24	TP	D							El ayudante debe bajar al primer piso
25	AP	D							
26	AP	D							
27	AP	TME							
28	TP	TME							
29	AZ	TME							
30	TP	MC							
31	TP	MC							
32	TP	MC							
33	TP	MC							
34	TP	TME							
35	TP	TME							
36	AP	TH							
37	E	TH							
38	AZ	TME							
39	AC	D							
40	AC	D							
	18	4	0	0	0	0	0	Productiva	28%
	19	22	0	0	0	0	0	Contributiva	51%
	3	14	0	0	0	0	0	No Contributiva	21%
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK		100%

Clasificación de Trabajo		
AC	Aplicación de mortero	1
AP	Alistado de pañete	2
PP	Preparación de mortero	3
TP	Toma de nivel	4
TM	Transporte de material	1
TME	Transporte de mortero	2
TH	Transporte de herramienta	3
AZ	Acomodo de la zona	4
EA	En otra actividad	1
C	Conversación	2
D	Desplazamiento	3
H	Hidratación	4
DE	Descanso	5
E	Espera	6
MC	Mirando el celular	7

Clasificación de Recursos	
I	Carlos silva
II	Francisco carrillo
III	
IV	