

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

“Aplicación de filosofía lean construction para mejorar la productividad en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura”

Área de Investigación:

Gestión de Proyectos

Autor(es):

Br. Ponce Joaquín, Paulo César

Br. Ponce Peltroche, Swayne Leonardo

Jurado Evaluador

Presidente: DR. Durand Orellana, Rocío Del Pilar

Secretaria: MG. Geldres Sánchez, Carmen

Vocal: MG. Vega Benites, Jorge

Asesor:

Ing. Lucio Medina Carbajal

Código Orcid: 0000-0001-5207-4421

TRUJILLO-PERÚ

2022

Fecha de Sustentación

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

“Aplicación de filosofía lean construction para mejorar la productividad en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura”

Área de Investigación:

Gestión de Proyectos

Autor(es):

Br. Ponce Joaquín, Paulo César

Br. Ponce Peltroche, Swayne Leonardo

Jurado Evaluador

Presidente: Durand Orellana, Rocío Del Pilar

Secretaria: Geldres Sánchez, Carmen

Vocal: Vega Benites, Jorge

Asesor:

Ing. Lucio Medina Carbajal

Código Orcid

TRUJILLO-PERÚ

2022

Fecha de Sustentación

DEDICATORIA

Dirigido a Dios, que siempre estuvo conmigo en los momentos más gratos y en los más difíciles, a mi familia en general que me inculcaron valores a lo largo de mi vida y a mi asesor que nos apoyó en todo momento.

Paulo César, Ponce Joaquín

Esta tesis está dedicada a Dios, porque gracias a él estoy logrando culminar mi carrera profesional. También a mi padre porque siempre estuvo a mi lado apoyándome y aconsejándome para ser una persona con valores, siempre motivándome a alcanzar y lograr mis metas.

Swayne Leonardo, Ponce Peltroche

AGRADECIMIENTO

Gracias a nuestra alma mater la Universidad Privada Antenor Orrego y a los docentes a lo largo de nuestra carrera por formarnos profesionalmente.

Agradecer a nuestro Asesor el Ing. Lucio Medina Carbajal, por habernos instruido durante la elaboración de tesis.

Paulo César, Ponce Joaquín

Agradezco a mi asesor de tesis Ing. Lucio Medina Carbajal por su apoyo, consejos y confianza depositada en mi durante todo este tiempo.

Agradezco a mis docentes, por brindarme sus conocimientos basados en estudio y experiencia laboral, mis amigos por estar siempre a mi lado apoyándome y dándome fuerzas para cumplir mi meta y también a la universidad porque gracias a ella me estoy formando como un buen profesional con grandes conocimientos y oportunidades.

Swayne Leonardo, Ponce Peltroche

RESUMEN

Cada empresa constructora aplica diferentes metodologías y herramientas que les permite tener excelencia y mejora en el desarrollo de los proyectos asignados. Hoy en día el Perú y los demás países fueron afectados por la pandemia mundial llamada COVID 19, la falta de aplicación de metodologías y herramientas, género que la productividad sea afectada. Todo nos lleva a incumplir en las fechas de entrega de proyectos, calidad en la construcción y costos. La presente tesis titulada “Aplicación de filosofía lean construction para mejorar la productividad en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura”, tuvo como objetivo principal realizar la aplicación de la Filosofía Lean Construction para mejorar la productividad en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura. El método a utilizarse fue descriptivo – no experimental. Concluyendo, que la implementación de la metodología Lean Construction, incremento significativamente la fiabilidad de la planificación, ya que se obtuvo un aumento en los trabajos productivos, logrando reducir 18 días calendarios, obteniendo también un 16.68% de ahorro en el presupuesto total, a pesar de que al inicio de obra se encontraba debajo de lo programado, presentar un bajo rendimiento, exceso de trabajos rehechos, escasez de material puesto en obra y mal manejo de ejecución de actividad al comienzo de obra.

Palabras claves: Lean Construction, productividad, planificación, rentabilidad.

ABSTRACT

Each construction company applies different methodologies and tools that allow them to have excellence and improvement in the development of assigned projects. Today Peru and the other countries were affected by the global pandemic called COVID 19, the lack of application of methodologies and tools, gender that productivity is affected. Everything leads us to fail to meet project delivery dates, construction quality and costs. The main objective of this thesis entitled "Application of lean construction philosophy to improve productivity in the construction of a perimeter fence in Paita-Piura", was to apply the Lean Construction Philosophy to improve productivity in the construction of a perimeter fence. in Paita-Piura. The method to be used was descriptive - not experimental. Concluding that the implementation of the Lean Construction methodology significantly increased the reliability of planning, since an increase in productive work was obtained, managing to reduce 18 calendar days, also obtaining a 16.68% saving in the total budget, despite that at the beginning of the work it was below schedule, present a low performance, excess of redone works, shortage of material put into work and poor management of execution of activity at the beginning of work.

Keywords: Lean Construction, productivity, planning, profitability.

PRESENTACIÓN

Señores del Jurado:

En cumplimiento y conformidad de los requerimientos establecidos en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego, y el Reglamento Interno de la escuela profesional de Ingeniería Civil, ponemos a su disposición la presente tesis titulada: APLICACIÓN DE FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN CERCO PERIMÉTRICO EN PAITA-PIURA, con la convicción de lograr una justa evaluación y dictamen de su parte, para poder obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Br. Ponce Joaquín, Paulo Cesar

Br. Ponce Peltroche, Leonardo Swayne

INDICE

DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
RESUMEN	6
ABSTRACT	7
PRESENTACIÓN	8
I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.2. OBJETIVOS.....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	17
II. MARCO DE REFERENCIA	18
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	18
2.2. MARCO TEÓRICO	21
2.2.1 <i>Lean Thinking</i>	21
2.2.2 <i>Lean Production</i>	21
2.2.3 <i>Lean Construction</i>	22
2.2.4 <i>Variabilidad</i>	24
2.2.5 <i>Just a time</i>	24
2.2.6 <i>Sectorización</i>	25
2.2.7 <i>Tren de Actividades</i>	25
2.2.8 <i>Buffers</i>	26
2.2.9 <i>Carta Balance</i>	26
2.2.10 <i>Last Planner System</i>	27
2.2.11 <i>Planificación Maestra</i>	27
2.2.12 <i>Phase Plan o Pull Plan</i>	27
2.2.13 <i>Descripción del proceso de Planificación por fases</i>	28
2.2.14 <i>Look a head Plan</i>	28
2.2.15 <i>Programación Semanal</i>	29
2.2.16 <i>Programación Diaria</i>	29
2.2.17 <i>Teoría de las Restricciones</i>	29
2.3. MARCO CONCEPTUAL	30
<i>Actividad</i>	30
<i>Duración</i>	30
<i>Ciclo</i>	30
<i>Controlar</i>	30
<i>Eficacia</i>	30
<i>Eficiencia</i>	31
<i>Factores de afectación</i>	31
<i>Filosofía Lean</i>	31
<i>Movimientos innecesarios</i>	31
<i>Pérdidas</i>	31
<i>Procesos</i>	31
<i>Sub-ciclo</i>	31
<i>Tiempo de esperas</i>	31
<i>Tiempo de Ciclo</i>	31
<i>Transportes innecesarios</i>	32
<i>Valor</i>	32
2.4. SISTEMA DE HIPÓTESIS	32
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	32
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	32
<i>De acuerdo al alcance de la investigación</i>	32
<i>De acuerdo al diseño de la investigación</i>	32
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	32
<i>Población</i>	32

Muestra.....	32
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	32
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN	33
3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	33
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	34
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	34
<i>Datos Generales del Proyecto</i>	34
<i>Descripción de la Zona</i>	34
<i>Sectorización</i>	37
<i>Programación Semanal</i>	37
<i>Pre-Applicación de Herramientas Lean (Estado-Situacional)</i>	37
<i>Partidas a analizar</i>	40
<i>Excavaciones</i>	42
<i>Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance</i>	42
<i>Resultados de la Carta Balance</i>	43
<i>Concreto en Cimientos</i>	47
<i>Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance</i>	47
<i>Resultados de la Carta Balance</i>	49
<i>Acero en Sobrecimientos</i>	53
<i>Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance</i>	53
<i>Resultados de la Carta Balance</i>	54
<i>Encofrado de Sobrecimientos</i>	59
<i>Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance</i>	59
<i>Resultados de la Carta Balance</i>	60
<i>Concreto en Sobrecimiento</i>	65
<i>Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance</i>	65
<i>Resultados de la Carta Balance</i>	66
<i>Acero en Columnas</i>	72
<i>Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance</i>	72
<i>Resultados de la Carta Balance</i>	73
<i>Encofrado en Columnas</i>	78
<i>Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance</i>	78
<i>Resultados de la Carta Balance</i>	79
<i>Concreto en Columnas</i>	83
<i>Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance</i>	83
<i>Resultados de la Carta Balance</i>	84
<i>Análisis de restricciones</i>	96
<i>Diagrama de flujo</i>	98
<i>Diagrama de Ishikawa</i>	103
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	104
5.1 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN OBRA.....	104
a) <i>Resultado de Excavaciones de Zanjas para cimientos</i>	104
b) <i>Resultado de Cimiento Corrido Concreto Ciclópeo</i>	105
c) <i>Resultado de Acero $FY=4200\text{kg/cm}^2$ – Sobrecimientos</i>	106
d) <i>Resultado de Encofrado y desencofrados – Sobrecimientos</i>	107
e) <i>Resultado de Concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ – Sobrecimientos</i>	108
f) <i>Resultado de Acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ – Columnas</i>	109
g) <i>Resultado de Encofrado y desencofrado normal - Columnas</i>	110
h) <i>Resultado de Concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ – Columnas</i>	111
5.2 <i>Resultados de Diagrama de Restricciones</i>	112
5.3 <i>Resultados de Aplicación del Diagrama de Flujo</i>	115
5.4 <i>Resultados de Diagrama de Ishikawa</i>	118
5.5 <i>Curva “S” y PPC</i>	120
CONCLUSIONES	122
RECOMENDACIONES	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124

INDICE DE TABLAS

- TABLA 1. CONDICIONES AMBIENTALES PROMEDIO....** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 2. TIPOS DE TRABAJOS PARA EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA CIMIENTOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 3. CUADRILLA DE OBRA** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 4. CARTA BALANCE EN EXCAVACIONES PARA CIMIENTOS. ..** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 5. PORCENTAJE DE DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO.....** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 6. PORCENTAJES ANALIZADOS Y CUANTIFICACIÓN DE TRABAJOS.....** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 7. TIPOS DE TRABAJO PARA CONCRETO CICLÓPEO EN CIMIENTO CORRIDO**
¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 8. CUADRILLA DE OBRA** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 9. CARTA BALANCE EN CONCRETO CICLÓPEO EN CIMIENTOS CORRIDOS**
¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 10. PORCENTAJE DE DIVISIÓN DE TRABAJOS.** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 11. PORCENTAJES ANALIZADOS Y CUANTIFICACIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 12. TIPOS DE TRABAJO PARA ACERO F'Y=4200 KG/CM2 EN SOBRECIMIENTOS**
¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 13. CUADRILLA DE OBREROS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 14. CARTA BALANCE EN EL ACERO PARA LOS SOBRECIMIENTOS.....** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 15. PORCENTAJE DE DIVISIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 16. PORCENTAJES ANALIZADOS Y CUANTIFICACIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 17. TIPOS DE TRABAJO PARA ENCOFRADOS DE SOBRECIMIENTOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 18. CUADRILLA DE OBREROS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 19. CARTA BALANCE EN ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTOS.....** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 20. PORCENTAJE DE DIVISIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 21. PORCENTAJES ANALIZADOS Y CUANTIFICACIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 22. TIPOS DE TRABAJO PARA CONCRETO EN SOBRECIMIENTOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 23. CUADRILLA DE OBREROS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

- TABLA 24. CARTA BALANCE EN CONCRETO EN SOBRECIMENTOS.....** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 25. PORCENTAJE DE DIVISIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 26. PORCENTAJES ANALIZADOS Y CUANTIFICACIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 27. TIPOS DE TRABAJO PARA ACERO EN COLUMNAS ...** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 28. CUADRILLA DE OBREROS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 29. CARTA BALANCE EN ACERO EN COLUMNAS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 30. PORCENTAJE DE DIVISIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 31. PORCENTAJES ANALIZADOS Y CUANTIFICACIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 32. TIPOS DE TRABAJO PARA ENCOFRADO DE COLUMNAS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 33. CUADRILLA DE OBREROS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 34. CARTA BALANCE DE ENCOFRADO EN COLUMNAS ..** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 35. PORCENTAJES ANALIZADOS Y CUANTIFICACIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 36. TIPOS DE TRABAJO PARA CONCRETO EN COLUMNAS...** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 37. CUADRILLA DE OBREROS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 38. CARTA BALANCE DE CONCRETO EN COLUMNAS.....** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 39. PORCENTAJE DE DIVISIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 40. PORCENTAJES ANALIZADOS Y CUANTIFICACIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 41. TIPOS DE TRABAJO PARA ASENTADO DE LADRILLO**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 42. CUADRILLA DE OBREROS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 43. CARTA BALANCE DE ASENTADO DE LADRILLO.....** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 44. PORCENTAJE DE DIVISIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 45. PORCENTAJES ANALIZADOS Y CUANTIFICACIÓN DE TRABAJOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 46. RESULTADOS DE EXCAVACIONES DE ZANJAS PARA CIMIENTO** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 47. RESULTADOS DE CIMIENTO CORRIDO CONCRETO CICLOPEO** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 48. RESULTADOS DE ACERO PARA SOBRECIMENTOS..** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

- TABLA 49. RESULTADOS DE ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN SOBRECIMIENTO**
¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 50. RESULTADO DE CONCRETO PARA SOBRECIMIENTO**¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 51. RESULTADO DE ACERO PARA COLUMNAS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 52. RESULTADO DE ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA COLUMNAS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 53. RESULTADO DE CONCRETO PARA COLUMNAS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- TABLA 54. RESULTADO DE CONCRETO PARA COLUMNAS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

INDICE DE FIGURAS

- FIGURA 1. DESARROLLO DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN**.... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 2. UBICACIÓN DE LA OBRA**..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 3. EQUIPO DE TRABAJO EN LA PORTADA PRINCIPAL DE LA ESTACIÓN OLYMPIC XIII-B** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 4. REPLANTEO EN ZONA 1 DE LA ESTACIÓN DE GAS**... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 5. SECTORIZACIÓN DE LA OBRA** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 6. TRABAJO DE BOBCAT EN SUELO CON ESTRATO DE PIEDRA DURA**.. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 7. LENTITUD DE TRABAJOS EN ZONA DE EXCAVACIÓN CON ROTOMARTILLOS ELÉCTRICOS** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 8. FALTA DE AGUA PARA SEGUIR CON LOS TRABAJOS DE VACIADO DE CONCRETO** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 9. TRABAJOS DE RETROEXCAVADORA EN CONJUNTO CON COMPRESORA DE AIRE Y MARTILLO NEUMÁTICOS SON TRUNCADOS DEBIDO A LA DUREZA DEL TERRENO**
¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 10. TRABAJOS DEFECTUOSOS DE ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO ARMADOS.**
¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 11. TRABAJO DISTRIBUIDO**..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 12. TRABAJOS REALIZADOS EN PORCENTAJES** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 13. PORCENTAJES DE TRABAJOS DISTRIBUIDOS SEGÚN CADA TRABAJADOR.**
¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 14. TRABAJO DISTRIBUIDO**..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 15. TRABAJOS REALIZADOS EN PORCENTAJES** ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 16. PORCENTAJES DE TRABAJOS DISTRIBUIDOS SEGÚN CADA TRABAJADOR.**
¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
- FIGURA 17. TRABAJO DISTRIBUIDO**..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

- FIGURA 18. TRABAJOS REALIZADOS EN PORCENTAJES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 19. PORCENTAJES DE TRABAJOS DISTRIBUIDOS SEGÚN CADA TRABAJADOR. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 20. TRABAJO DISTRIBUIDO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 21. TRABAJOS REALIZADOS EN PORCENTAJES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 22. PORCENTAJES DE TRABAJOS DISTRIBUIDOS SEGÚN CADA TRABAJADOR. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 23. TRABAJO DISTRIBUIDO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 24. TRABAJOS REALIZADOS EN PORCENTAJES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 25. PORCENTAJES DE TRABAJOS DISTRIBUIDOS SEGÚN CADA TRABAJADOR. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 26. TRABAJO DISTRIBUIDO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 27. TRABAJOS REALIZADOS EN PORCENTAJES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 28. PORCENTAJES DE TRABAJOS DISTRIBUIDOS SEGÚN CADA TRABAJADOR. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 29. TRABAJO DISTRIBUIDO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 30. TRABAJOS REALIZADOS EN PORCENTAJES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 31. PORCENTAJES DE TRABAJOS DISTRIBUIDOS SEGÚN CADA TRABAJADOR. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 32. TRABAJO DISTRIBUIDO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 33. TRABAJOS REALIZADOS EN PORCENTAJES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 34. PORCENTAJES DE TRABAJOS DISTRIBUIDOS SEGÚN CADA TRABAJADOR. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 35. TRABAJO DISTRIBUIDO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 36. TRABAJOS REALIZADOS EN PORCENTAJES ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 37. PORCENTAJES DE TRABAJOS DISTRIBUIDOS SEGÚN CADA TRABAJADOR. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 38. DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL ACERO ... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 39. DIAGRAMA DE FLUJO DEL AGUA PARA CONSTRUCCIÓN ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 40. DIAGRAMA DE FLUJO DE MAQUINARIA ... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 41. DIAGRAMA DE FLUJO DE EQUIPOS Y PERSONAL PARA EXCAVACIÓN ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 42. CAUSAS QUE PRODUCEN BAJA PRODUCTIVIDAD ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 43. DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJE DE TRABAJO POR PARTIDA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**
- FIGURA 44. DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJE DE TRABAJO POR PARTIDA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.**

FIGURA 45. DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJE DE TRABAJO POR PARTIDA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 46. DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJE DE TRABAJO POR PARTIDA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 47. DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJE DE TRABAJO POR PARTIDA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 48. DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJE DE TRABAJO POR PARTIDA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 49. DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJE DE TRABAJO POR PARTIDA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 50. DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJE DE TRABAJO POR PARTIDA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 51. DISTRIBUCIÓN DE PORCENTAJE DE TRABAJO POR PARTIDA. ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 52. CONTINUACIÓN DE TRABAJO CON MARTILLOS NEUMÁTICOS..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 53. CONTINUACIÓN DE TRABAJOS CON ROTOMARTILLOS ELÉCTRICOS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 54. LLEGADA DE ACERO A OBRA, CONTINUACIÓN DE TRABAJOS..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 55. LLENADO DEL NOQUE CON AGUA ADQUIRIDA DE PROVEEDORES.... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 56. VERIFICACIÓN DE ACERO EN COLUMNAS ANTES DEL IZAJE EN EXCAVACIÓN DE CIMIENTOS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 57. VERIFICACIÓN DE ACERO EN SOBRECIMENTOS ANTES DEL PROCESO DE ENCOFRADO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 58. EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON PERSONAL ESPECIALIZADO EN EXCAVACIONES DE SUELO ROCOSO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 59. EJECUCIÓN DE TRABAJOS DE EXCAVACIÓN EN ZONA ROCOSA CON EXCAVADORA CON MARTILLO HIDRÁULICO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 60. VERIFICACIÓN EN TRABAJOS DE ENCOFRADO DE SOBRECIMENTOS ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 61. CHARLAS INSTRUCTIVAS ANTES DE REALIZAR TRABAJOS DENTRO DE OBRA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 62. RETROALIMENTACIÓN SOBRE EL PROCESO CONSTRUCTIVO EN OBRA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 63. ZONA DE TRABAJO LIMPIA Y ORDENADA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 64. ZONA DE TRABAJO LIMPIA Y ORDENADA ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 65. PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

FIGURA 66. VALORIZACIONES MENSUALES..... ¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de investigación

La construcción como sector productivo de nuestro país, es de mucha transcendencia para lograr un concreto desarrollo económico, pues este es un motor que impulsa la sociedad que nos rodea. A pesar de esto el sector construcción en el país se enfrenta a varios factores tales como la baja productividad, la efectividad y eficiencia, incumplimiento de plazo de la obra, índice de incidentes, entre otros.

En nuestro país se ha intentado implementar nuevas tecnologías para mejorar tanto procesos constructivos como para obtener un modelo productivo que genere ganancias en las empresas tanto en el sector público como privado, el cual se ha visto afectado por la informalidad y el desconocimiento de estas nuevas tecnologías. Asimismo, se prevé implementar esta tecnología para poder reducir tanto costos, como los plazos para algunas actividades en el proceso de construcción que conllevan cuando se tiene en cuenta esta filosofía al desperdicio de materiales, malgasto de tiempo del personal obrero ya sea en diversas actividades no laborables.

La filosofía Lean Construction se vuelve indispensable para la aplicación de proyectos en la que las empresas terminan recurriendo a estos, ya que se prioriza minimizar pérdidas, maximizar ganancias para optimizar recursos sin que estos afecten la calidad del trabajo realizado. En este proyecto se observaron y estudiaron aquellos índices productivos de las partidas mermadas de la construcción de un cerco en una estación de gas dentro de

la provincia de Paita, para lo cual se planea un estudio de la zona preliminar en conjunto con análisis de plazos para transporte de agregados y agua dado que no podía lograrse de un día para otro, dada la complejidad de la zona y ubicación, la ardua temperatura, entre otros factores que dificultan el avance de la implementación del cerco perimétrico en esta estación de gas. En este proyecto se recolectarán diferentes datos para así de esta manera poder aplicar la filosofía Lean Construction y así minimizar pérdidas, que es lo primordial. “De aquí surge la necesidad de analizar, evaluar e implementar las herramientas que posee la metodología Lean Construction en busca mejorar de la productividad en obras de edificaciones.” (AREVALO, 2018)

1.2. Objetivos

Objetivo general:

Realizar la aplicación de la Filosofía Lean Construction para mejorar la productividad en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura.

Objetivo específico:

Identificar las partidas en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura.

Identificar la baja productividad en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura.

Definir estrategias que permitan optimizar procesos en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura.

Definir estrategias que permitan la reducción de plazos en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura.

Analizar la deducción de costos en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura.

1.3. Justificación del estudio

Este estudio de investigación se acredita dado a la necesidad de optar con una metodología, que esta abarque con un adecuado control de recursos y disminución de las pérdidas que de uno y otra forma se encuentran ligadas al rendimiento de mano de obra, para de esta manera pueda verse reflejada la aplicación de herramientas a la Filosofía Lean Construction, el cual es bastante provechoso para el proyecto de Cerco Perimétrico en la ciudad de

Paita porque con esta herramienta se puede minimizar los costos y plazos, y maximizar las ganancias de la empresa

Son distintos los métodos y las herramientas para un progreso y mejora de rendimiento mediante de la filosofía Lean Construction, se puede denotar en el sector de construcción peruano el déficit de implementación de esta herramienta, para lo cual se plantea establecer una metodología práctica y comprensible, que pueda cubrir cualquier tipo de pérdidas y algunos medios por parte de la mano de obra, además que en este se refleja en el tiempo del plazo de obra, la intención de la aplicación de la Filosofía del Lean, es permitir ver el déficit que tiene cada obra y de esta manera corregir mediante herramientas del Lean los procesos constructivos ya que las actividades están conectadas de manera con sus antecesoras como sus predecesoras, por lo que es necesario ya que no solo existen consecuencias de retrasos debido al personal de obra sino también a las condiciones climáticas y el inhóspito lugar en el que se desarrolla la ejecución de la obra, lo que logra que sea más dificultoso el progreso de ésta misma, por lo que la aplicación del Lean Construction sería ideal para llegar a equiparar todos los frentes de trabajo de la obra.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

Antecedentes internacionales:

Ibáñez (2018) “ANÁLISIS Y DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS DEL LEAN CONSTRUCTION EN CHILE”, en el Universidad de Chile, concluyó:

“Las entrevistas realizadas junto con la presencia en las reuniones semanales muestran que, en general, no se logra una completa implementación de las herramientas de Lean Construction. Lo anterior es debido principalmente al bajo conocimiento teórico sobre la filosofía en general, y sobre las herramientas que la componen. Existiendo conocimiento únicamente de sistema Last Planner, sin entender entonces la base sobre la que se sostiene esta herramienta; la búsqueda general de eliminar las pérdidas de los procesos constructivos para agregar valor a los productos. Gracias a esto no se logra sostener la implementación dado que genera

desconfianza y tampoco se visualizan los beneficios, volviendo en el tiempo a las prácticas tradicionales.”

Bartolón (2020) “FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION Y SU IMPACTO EN LA IMPLEMENTACIÓN EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE EDIFICACIÓN”, en la Universidad Nacional Autónoma de México, concluyó:

“La presente investigación determina que la mayoría de las empresas encuestadas han alcanzado los beneficios propuestos, además se han podido conocer nuevos beneficios al implementar los conceptos y herramientas de Lean Construction a la gestión de sus proyectos. De igual forma se pudo conocer nuevas barreras que se han presentado, afectando la implementación en la gestión de proyectos de las empresas, en general se enfoca a cuestiones de una mala actitud ante los cambios culturales y a la falta de compromiso por parte de los trabajadores y directivos.”

Antecedentes Nacionales:

Guerreros (2020) “MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LOS TRABAJOS DE CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE RELLENO DE CARRETERA, CON LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION EN MINA BAYÓVAR - PERÚ” en la Universidad Continental, concluyó:

“La metodología Lean Construction mejoró el rendimiento de los trabajos de compactación y conformación de rellenos en carreteras de la mina Bayóvar. Mejorando el rendimiento de 6300 m³ /19 días mediante el método tradicional a 6300 m³ /14 días.

Se mejoró el tiempo productivo (TP) para las labores de conformación de rellenos obteniendo valores promedio mediante el método tradicional de 39,22% y una clara mejora del 62.66 % interviniendo con la metodología Lean Construction. Del mismo modo, para las labores de compactación de rellenos se obtuvieron valores del 43.13% empleando el método tradicional y del 65.78% interviniendo con la metodología Lean Construction.”

Torres (2018) “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION Y LAS HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA OBRA DE RECONSTRUCCIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°21508

UBICADO EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA “, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, concluyó:

“La aplicación de manera constante de la metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad en una obra de edificación incrementa de manera significativa la confiabilidad de su planificación, ya que fue corroborado en el incremento de los trabajos productivos, pese a que al inicio la productividad se encontraba por debajo del programado. Mediante la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la calidad se pudo tener un rendimiento superior al 20% y un avance programado de 87% del avance mensual.”

Antecedentes Locales:

LEON (2019). “HERRAMIENTAS DE CONTROL DE GESTION DE OBRA, APLICADA EN LA EJECUCION DEL PROYECTO HOTEL HOLIDAY INN-PIURA”, en la Universidad Nacional de Piura, concluyó que:

“El cumplimiento de los objetivos en los plazos establecidos en el ciclograma y el lookahead, a este último se hace seguimiento con las reuniones diarias y o semanales, levantando así restricciones que puedan encontrarse en el camino para poder llegar a cumplir la programación pactada. También se pudo determinar el avance ejecutado y cuan productivas fueron las cuadrillas en las diferentes partidas para así poder compararlas con los rendimientos del presupuesto e implementar mejoras en las mismas. Se ha cuantificado en porcentaje y los minutos que se dedica en ser productivo el personal de la obra en general lo cual nos ayuda en toma de decisiones para poder aumentar productividad, balancear las cuadrillar correctamente y especialización de las mismas. se estandariza ratios de productividad para las diferentes cuadrillas, ya que se sabe el avance ejecutado y el número de personal a utilizar lo cual ayudará en los próximos proyectos, optimizando así los procesos mediante el balance de cuadrillas.”

CORDOVA (2019). “ANÁLISIS DE PRODUCTIVIDAD APLICANDO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA PARTIDA REFORZAMIENTO DE SUELOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES SAN MARTÍN - PIURA”, en la Universidad Privada Antenor Orrego, concluyó que:

“Se obtuvo una mejora del rendimiento en un 29% de trabajo productivo, 4% en trabajos contributivos y una disminución de trabajos no productivos de 32%, el porcentaje de cumplimiento de la partida reforzamiento de suelos mejoró de 60.05% en las 3 primeras semanas de análisis a 85.96% en las últimas 3 semanas de implementación.”

2.2. Marco teórico

2.2.1 Lean Thinking

El Lean Thinking o pensamiento Lean es una forma de pensar en el que se miden y obtienen datos de manera continua para así posteriormente poder reconocer cuales son los desperdicios y así ser eliminados o corregirlos dependiendo el suceso, ya que aquellos procesos o actividades no aportan el valor necesario al consumidor o cliente. Uno de los objetivos sino el principal es reducir los costos y mejorar la calidad, eficiencia y productividad tanto del proceso como producto final.

Los comienzos se remontan a la época de la Segunda Guerra Mundial donde la productividad y eficacia del Imperio Japonés estaba por encima que la de Estados Unidos. El Ing. Industrial de la planta Toyota: Taiichi, realizó un viaje a fines del año 1930 a los Estados Unidos en donde estaban enfocados en dos objetivos el de la eliminación de desperdicios y la de producir un valor agregado para el cliente, ya que estos se habían dedicado a generar un rendimiento y producción a mayor tamaño, entonces el Ing. Taiichi decidió unir estas dos nociones y formar un nuevo modelo con el objetivo de reducir costos, eliminar despilfarros y poder hacer intervenir a todo el personal en todo el desarrollo del proceso.

El término Lean El término Lean llega a términos del año 1980, a consecuencia de un proyecto de investigación desarrollado por una persona de Massachusetts Institute of Technology (MIT), este grupo emigró a Japón con el propósito de averiguar e indagar sobre un método que era aplicado a la Industria Toyota, el cual fue nombrado como “Lean Production” también llamado “Lean Manufacturing”.

2.2.2 Lean Production

El lean Production es un enfoque de gestión que se centra en eliminar los residuos y, al mismo tiempo, garantizar la calidad. Este enfoque se puede

aplicar a todos los aspectos de un negocio, desde el diseño, pasando por la producción hasta la distribución. El lean Production tienen como principal objetivo reducir costos al hacer que el negocio sea más eficiente y receptivo a las necesidades del mercado.

Este enfoque se propone reducir o minimizar las actividades que no agregan valor al proceso de producción como la retención de máquinas, la reparación de productos defectuosos y el movimiento innecesario de personas y productos para un negocio. El Lean Production se ha adoptado mucho más allá de las actividades de fabricaciones grandes y sofisticadas.

Los aspectos claves del Lean Production que se deben tener en cuenta son:

- Kaizen
- Teoría de las restricciones
- Just a time (JAT)
- Gestión de Calidad Total
- Reingeniería de Procesos

Según Koskela (1992) deberían ser más eficientes los procesos de conversión mientras los flujos deberían concentrarse en mejorar la eliminación o reducción de estos, vale decir el principal objetivo del modelo convencional es hacer más eficientes los procesos, en cambio el Lean Production logra reducir los desperdicios y así generar valor al ser más eficiente en las actividades, esto concierne al modelo de flujos de procesos.

2.2.3 Lean Construction

Viene a ser una filosofía proveniente del modelo de la filosofía Lean Production que ha sido adaptada a lo que es el sector de la construcción y esta tiene como finalidad principal el aumento de productividad sin desalinearlos procesos de calidad. El Lean Construction Institute lo define como una filosofía de producción que se enfoca minimizar las actividades que no agreguen valor y de mejorar las actividades que logren maximizar el agregado de valor para el cliente final.

En 1993 Koskela y Ballard lograron coincidir en Finlandia en una conferencia en Finlandia además tomaron la decisión de fundar el Grupo Internacional de Lean Construction, 4 años después decidieron crear el Lean Construction Institute, que viene a ser una organización en donde se exponen y llegan a

difundirse las nuevas tecnologías y nuevos conocimientos de gestión de proyectos.

El objetivo fundamental del Lean Construction es eliminar el desperdicio de cualquier índole, no solo en actividades, por lo cual se citan los siguientes asuntos en el sistema de producción efectivo:

-Flujo continuo o constante: Este es el flujo imprescindible de la filosofía Lean Construction porque además que tiene que ser un flujo persistente se sabe que no se detendrá y se podrá visualizar fallas para así poder reducirlas.

-Flujos eficientes: Es el segundo flujo más importante para lograr un sistema efectivo, en este se debe tener en cuenta un correcto procedimiento para tener como resultado una conveniente producción, adecuando los flujos continuos y eficientes

-Procesos Eficientes: Logrados los puntos anteriores, para poder llegar a lograr un concepto de producción efectiva es necesaria ejecutar el tercer paso que solicita la Filosofía Lean Construction y es que los procesos lleguen a ser eficientes

2.2.3.1 Principios Lean

Koskela (1992): Los principios de Lean Construction según Koskela:

-Identificar y reducir actividades que no agreguen valor

Se identifican las actividades que no generen algún valor, y lo que se hace es tratar de reducirlas si fuese posible eliminarlas ya que consumen tiempo y dinero.

-Incremento del valor del producto

Al eliminar las pérdidas se debe focalizar en incrementar el valor del producto para el cliente

-Disminución de Variabilidad

La importancia de disminuir la variabilidad es de no tener inconvenientes con la programación y crear un plan para minimizarla.

-Reducción del tiempo de ciclo

En este principio se logra prevalecer el tiempo dado que es un recurso imprescindible, para así reducir el flujo de la producción, minimizando el tiempo de espera, traslado, etc.

-Simplificar los procesos

Se busca técnicas y herramientas que puedan simplificar el trabajo y el costo.

-Aumentar la transparencia en los procesos

Si aumenta la transparencia de un proceso por consiguiente se obtendrá una mayor visión en los procesos.

-Inducir al Mejoramiento Continuo

En este principio se trata de disminuir los desperdicios y la variabilidad en el flujo de trabajo, esto logra obtener mejoras continuas.

2.2.4 Variabilidad

Se podría definir la variabilidad para el caso de los proyectos de construcción como el evento que se suma a los pronosticados por influencias internas y externas en el sistema, estando presente el en todos los proyectos y aumentando con su complejidad, rapidez, ubicación y escala. Dichos eventos llegan a ser aleatorios además no se pueden predecir o se eliminan por completo, lo que significa que es posible predecir que ocurrirán eventos impredecibles, pero no sabemos de qué tipo y cuándo, aunque hay que tenerlos en cuenta como no. lo que los incrementaría considerablemente y generaría un mayor impacto en el proyecto.

Para estos casos peculiares de proyectos de construcción, un inconveniente imprescindible es la variabilidad exigida al número de procesos realizados durante la construcción, pues es que la credibilidad del proceso anterior es 95%, esto sería una confianza buena, pero sucede que algunos procesos o actividades anteriores, los márgenes de credibilidad o confianza suelen disminuir significativamente a un 8%.

2.2.5 Just a time

Esta herramienta del Lean Construction llega a tener un pensamiento bastante singular o simple, ya que llegan a caer en costos inútiles esto a llega a resumirse a que llega a ser una disminución de la producción, el lean production es intentado de ser minimizado al tope dirigiendo correctamente los materiales de abasto, es por eso que el modelo de gestión se encuentra fundado en los fundamentos del Lean Production

El Implementar lo que es la doctrina del Just in time en obras en Perú, es mucho más que necesario tener proveedores dispuestos a poder practicar esta metodología y fundarla como su funcionamiento de su empresa a parte de una gran programación en general para la obra, ya que hay recursos para

poder emplearlos en la obra dado es el caso del Lookahead y esto sucede primordialmente porque lamentablemente se encuentran sujetos a la mayor parte de proveedores que llegan a proveer de material, esto mezclarlo con la doctrina mostrada en el Just in Time puede llegar a traer muchas consecuencias de riesgos ya que literalmente se está dejando a la deriva por así decirlo el progreso de la obra en ejecución por lo que se exponen a las consecuencias de las secuelas de la variabilidad que busca minimizar en total la Filosofía Lean Construction.

2.2.6 Sectorización

Se puede decir por sectorizaciones que es el desarrollo de un proceso que partes más inferiores denominadas sectores, éstas una por una debe cubrir aproximadamente dado un metrado con la otra para mantener una continuidad de flujo entre los campos. El metrado se encuentra asignado a las zonas que será posible hacer en un día.

Vale decir que la sectorización fue hecha con el objetivo de seccionar las actividades de trabajo en fracciones mucho más pequeñas para que estas puedan ser controladas y de esta manera poder formar lo que se tiene como un tren de trabajo, así dividir el personal de obra en cuadrillas por especialización y tratar de perfeccionar la productividad de cada cuadrilla del personal de obra, realizando el uso de la curva de aprendizaje.

2.2.7 Tren de Actividades

El denominado tren de actividades llega a ser una doctrina o ideología parecida a las líneas de producción en fábricas, por lo que artículo se va acrecentando por la extensión de distintas etapas en cada una transformándose. Ahora incluyendo este método en el ámbito de la construcción que no vendría a ser una industria de automatización como una fábrica, además de no tener la eventualidad de poder transportar el artículo o producto por varias fases se forma la noción denominada tren de actividades.

Esta denominación de tren de actividades consiste en que las cuadrillas de trabajo (personal de obra), marchan unos tras otros mediante las partes creadas y fundadas en anterioridad durante la sectorización en su proceso,

esto intenta tener como finalidad, lograr un desarrollo adecuado, continuo y ordenado de trabajo.

2.2.8 Buffers

Los Buffers se podrían definir como unas herramientas de Lean Construction que se utiliza para afrontar las consecuencias de la variabilidad que son evadidas del desarrollo del sistema del LPS.

Debido a que en la actualidad se encuentran ejecutando la doctrina ofrecida por el Lean Construction mediante el Last Planner System ya que éste minimiza notablemente las consecuencias de la variabilidad para las obras que estén proyectadas. Los Buffers son utilizados para lograr disminuir el error en la obra propia de la variabilidad.

Existen 3 tipos de Buffers a tener en cuenta:

-Buffer de Inventario: Está aludido al manejo extra de herramientas o materiales esto con la finalidad de no tener retrasos en los procesos si es que llegara a existir alguna falla en los equipos o materiales.

-Buffer de Capacidad: En este Buffer o también llamado amortiguador, explica que se refiere a tener alguna actividad secundaria en caso la actividad que se esté desarrollando no pudiera continuarse o completarse y se tuviera que ejecutar alguna otra actividad en aleatorio para no ocasionar pérdidas.

-Buffer de Tiempo: Este buffer trata de implementar un objetivo o meta para cada fase que se está desarrollando en el proyecto esto debido a los inconvenientes que logren presentarse durante la ejecución.

2.2.9 Carta Balance

Es un estudio de tiempos y movimiento que se generan dentro de un proyecto, dentro de este estudio podemos identificar el trabajo productivo, trabajo contributorio y no contributorio. El trabajo productivo es aquel que genera valor, mejor dicho, es la acción que se realiza como el asentado de ladrillo, etc. El trabajo contributorio no genera valor, pero como su nombre lo dice contribuye al trabajo productivo como por ejemplo el transporte de materiales o también puede ser el dar instrucciones. El trabajo no contributorio que viene hacer el desperdicio dentro de una obra como retrabajos que se puedan presentar. Estos tres tipos de trabajo una vez

identificados, obtendremos unos porcentajes, los cuales se tendrán que analizar y tomar decisiones para poder determinar un mejor porcentaje de trabajo productivo.

2.2.10 Last Planner System

El sistema último planificador es posiblemente la técnica más divulgada dentro de la filosofía “Lean Construction”; está centrada en la fase de ejecución, de obras de construcción civil (Ballard y Howell, 2003).

Fue desarrollado en Estados Unidos por miembros del Lean Construction Institute (Ballard, 1994 y 2000; Ballard y Howell, 1998) y ha tenido una amplia difusión a nivel mundial.

Este sistema procura aumentar la confiabilidad de la planificación y también el cumplimiento de sus objetivos planificados, por tanto, promueve el aumento de la productividad y el desempeño en la obra; para poder realizar todo esto, el sistema brinda herramientas de planificación y control efectivas.

2.2.11 Planificación Maestra

En toda obra de construcción civil como sabemos se suele tener siempre una planificación general para llevar a cabo el desarrollo del proyecto. Dentro de esta se fijan los objetivos generales que se llegaron a plantear en la reunión inicial, en base a esta reunión se llega a plasmar todo en una planificación inicial, denominada Planificación Maestra, el cual busca establecer las metas principales del proyecto y estima la duración de cada tarea. En el cual se establece la secuencia en el tiempo y en el espacio entre las diferentes actividades programadas, fijando los hitos exigidos para el cumplimiento de los plazos establecidos y definiendo el alcance y los plazos de las entregas parciales si las hubiese. Dicho cronograma se puede elaborar utilizando diferentes tipos de programas como: Excel, Ms Project, Primavera, etc.

2.2.12 Phase Plan o Pull Plan

Es una metodología de planificación, denominado también como Sistema de Arrastre. En esta planificación los ejecutantes del proyecto trabajan unidos para diseñar el proceso para lograr un hito. Como característica principal tenemos que se desarrolla a partir de la última actividad que se realizó para así dar por culminado el alcance, esto nos lleva a retroceder de forma

secuenciada hasta el momento donde se da inicio el proyecto. También nos permite generar compromisos con los involucrados de todas las especialidades de la obra, para así poder llegar a tener un mejor avance en la ejecución de la obra.

2.2.13 Descripción del proceso de Planificación por fases

Es un punto de la planificación maestra, que nos ayuda a dar ejecutar los hitos establecidos en éste. Dichos hitos se establecen en casos como trabajos por etapas o fases.

Aplicado mayormente en proyectos largos, que tienen una duración aproximadamente de un año a más. Este tipo de planificación nos ayuda a destrabar el plan maestro. Cuando tenemos un proyecto con una duración de aproximadamente 6 meses, es más recomendable pasar directamente a gestionar una planificación a través del Look A head o plan intermedio, ya que nos ayudara a plasmar grandes hitos de la obra.

Este proceso de planificación nos brinda una visión general de cómo queremos que se vaya ejecutando nuestro proyecto, también podemos anticiparnos a otro tipo de gestiones como la entrada de diferentes contratistas.

La planificación por fases se realiza en reuniones mensuales, donde podemos fijar fases de trabajo y fechas de cada equipo ejecutor.

Todo esto no lleva a comprender que la planificación por fases tiene como finalidad definir con certeza el tiempo que demorara cada fase. Esta planificación se realiza desde la fecha final del proyecto hacia atrás, donde podemos saber si es que el tiempo que se estimó es lo suficiente o si es necesario llegar ampliarlo o modificar cada fase para así poder llegar a la fecha meta.

2.2.14 Look a head Plan

El Look a head Plan o también conocido como planificación intermedia, tiene como objetivo principal controlar el flujo de trabajo. Esta planificación no ayuda a desarrollar un cronograma para un tiempo estimado de uno a tres meses, realizando un análisis de restricciones que puedan existir en las actividades ya definidas.

Este flujo de trabajo nos ayuda a la coordinación de diseño, proveedores, se define en función de las características del proyecto, información y requisitos previos para las cuadrillas definidas cumplan sus tareas asignadas y a su vez cumpla con el tiempo estimado para el desarrollo del proyecto.

2.2.15 Programación Semanal

Esta programación es elaborada directamente por personal profesional y técnico, es decir, toda persona responsable que se encuentra naturalmente en campo, como el ingeniero residente, maestro de obra, capataz, etc. Y están en contacto con las cuadrillas ejecutoras.

Su objetivo principal de esta programación es ejecutar todas las tareas establecidas por el plan el intermedio. Para evaluar esta programación podemos emplear las reuniones semanales, donde se identifica las causas de no cumplimiento de lo planificado y a su vez elaborar el plan de la siguiente semana.

2.2.16 Programación Diaria

Es una programación fundamental, ya que con ella podemos determinar las tareas que se realizarán cada día. Dicha programación se elabora a través de personal profesional y técnico convocando una reunión donde se da a conocer las actividades completadas el día de ayer y también advertir si se realizará algún cambio en el plan de trabajo del día actual.

2.2.17 Teoría de las Restricciones

Teniendo la programación Intermedia o vale decir el Look A head, se analiza de todos los factores que puedan inmiscuirse en el proyecto y que estos retrasen o no permitan el avance de obra ya que no sería ejecutable, ya que esto afectaría el cronograma de obra, algunas restricciones en su formato deben incluir:

- Ítem y descripción de partida donde esté ubicada la restricción.
- El grupo relacionado a la descripción
- El encargado de poder levantar las observaciones de la restricción
- El tiempo en el que se debe ser levantada esa restricción
- Avance del levantamiento de la restricción por parte del responsable.

2.3. Marco conceptual

Actividad

Es el conjunto de acciones o secuencias de manera continua y metódica realizadas por un grupo de obreros, con el objetivo de realizar, rendir o elaborar materiales, ya sea con ayuda de instrumentos o equipos, para concluir algún proceso. La actividad debe ser completa, bien sea cerrando un ciclo, culminándola por completo, o ya sea dejando en evidencia la iniciación de una nueva actividad.

Actividad de la ruta crítica

Cualquier actividad en la ruta crítica del cronograma del proyecto.

Actividad predecesora

Una actividad que precede desde el punto de vista lógico a una actividad dependiente en un cronograma.

Alcance del proyecto

El trabajo realizado para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas.

Duración

Es el trecho de tiempo que transcurre entre el inicio de una actividad y su fin de ésta misma.

Ciclo

Repetición de cierto número de acciones dentro del método para ejecutar una actividad.

Controlar

Comparar el desempeño real con el desempeño planificado, analizar las variaciones, evaluar las tendencias para realizar mejoras en los procesos, evaluar las alternativas posibles y recomendar las acciones correctivas apropiadas según sea necesario. (PMBOK, 2012).

Eficacia

Mide el margen de cumplimiento de una ejecución de una actividad destinada a lograr su objetivo.

Eficiencia

Característica del método o procedimiento para ejecutar una actividad, que lo hace óptimo por el mínimo consumo de los recursos, tiempo y costo, o por el máximo rendimiento de los mismos.

Factores de afectación

Conjunto de condiciones y/o circunstancias que de alguna manera pueden afectar la normal ejecución de una actividad.

Filosofía Lean

Sistema de trabajo de origen japonés encargado de minimizar pérdidas y maximizar el valor de las ganancias.

Movimientos innecesarios

Movimientos improductivos, que no aportan valor al proceso; demasiado lentos o demasiado rápidos. También son posiciones o acciones innecesarias o incómodas para los trabajadores.

Pérdidas

Vienen a ser los errores cometidos durante planificación y ejecución de un proceso que puede visualizarse en la omisión del exceso de materiales de equipos, despilfarro de tiempo que no está incluido dentro de una planificación, excesos de errores ya sea en todo tipo de diseños

Procesos

Secuencia de actividades que están respectivamente asociadas y que son sometidas a ser elaboradas o transformadas para lograr un resultado

Sub-ciclo

Reiteración de ciertos movimientos durante un ciclo con el procedimiento para lograr ejecutar una acción dentro de ella, suelen emerger sub-ciclos internamente de un ciclo

Tiempo de esperas

Incertidumbre de tiempo para recibir equipos, materiales, instrumentos o indicaciones para determinados trabajos, esto conlleva a que la persona, equipos y/o máquinas detengan parcialmente el proceso de construcción.

Tiempo de Ciclo

Parámetro de tiempo donde se explica un ciclo.

Transportes innecesarios

Alude al transporte que está coordinado con el movimiento interno de materiales de la obra, mala distribución, apilar materiales.

Valor

Grado de satisfacción del cliente final, o sea que todos sus requerimientos sean cumplidos sin inconvenientes.

2.4. Sistema de hipótesis

Variables e indicadores (cuadro de Operacionalización de variables)

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

De acuerdo al alcance de la investigación

La Investigación es Descriptiva ya que se encarga de detallar las características de la población que se está investigando. Es decir, nos ayudar a describir el tema de la investigación.

De acuerdo al diseño de la investigación

De acuerdo al diseño de la investigación será No Experimental porque se estudia y analiza el problema tal como se da en el contexto natural, sin necesidad de recurrir a un laboratorio.

3.2. Población y muestra de estudio

Población

Dado que el análisis de ha sido llevado a cabo en el “Cerco Perimétrico Estación Olympic Lote XIII-B”, a manera de un solo grupo de análisis e investigación, la población estará formada por 24 personas entre ingenieros y personal de obra designados a la construcción del cerco.

Muestra

Muestra: las partidas de acero, encofrado, vaciado de concreto en cimentación, sobrecimiento, y columnas en la edificación del cerco perimétrico, “Construcción de Cerco Perimétrico H=5.00m en Estación Olympic Lote XIII-B”. Ubicada en el distrito Paita-Piura.

3.3. Diseño de investigación

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

La Ejecución de la planificación de la obra para que pueda tener credibilidad ha sido basada por teorías del Lean Construction, el cual podemos observar en los resultados del presente informe.

Teniendo todos los datos necesarios para poder planificar la metodología del Lean tales como: Metrados, Plan de Trabajo, presupuesto. Este proceso es aplicado por las herramientas de la Filosofía Lean Construction y sus herramientas, a través de los siguientes formatos de herramientas:

Planificación maestra, sectorización, tren de actividades, plan semanal, tareo diario, PPC, carta balance, análisis de restricciones y diagrama de flujo.

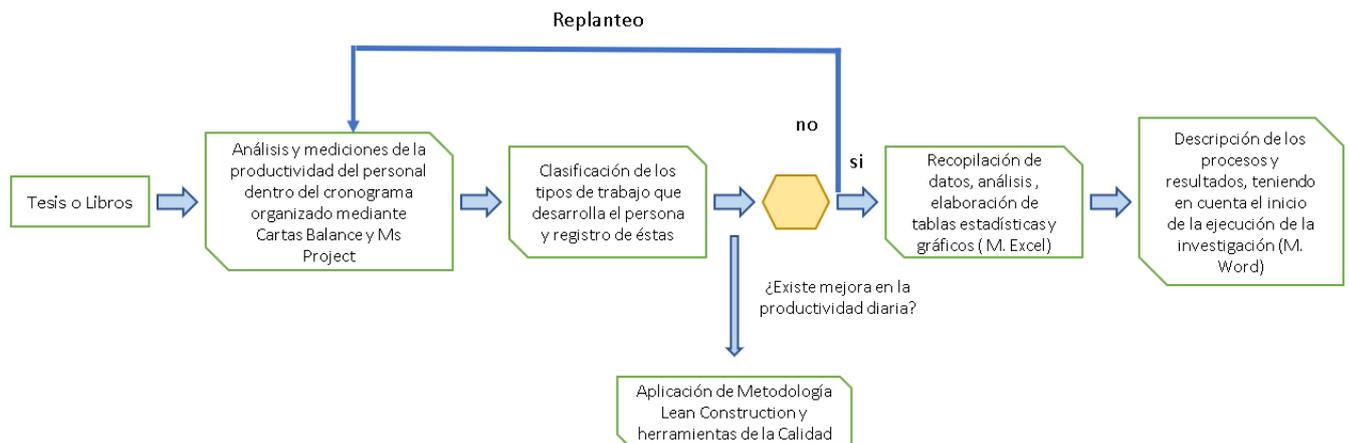


Figura 1. Desarrollo del proceso de Investigación

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Se utilizaron distintos tipos de formularios en conjunto a la compilación de toma de datos realizados en el lugar donde se ejecutaron los trabajos que vinieron a ser cuantitativos, además que fueron reproducidos mediante figuras, gráficos, tablas ya que la hipótesis de la presente investigación es demostrada por las referencias de estos ya mencionados.

Estos datos llegaron a ser procesados a través de los siguientes instrumentos o herramientas:

Libros, Guía de Observaciones, Microsoft Office (Word, Excel, Project).

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

Datos Generales del Proyecto

Descripción de la Zona

El Proyecto en donde se realizaron los análisis y estudios correspondientes de la ya mencionada tesis es el la Estación Olympic Lote XIII-A, perteneciente al Distrito de Paita, pero ubicado a 32km de la Zona urbana más cercana, Provincia de Paita, Departamento de Piura.

La zona de desarrollo del proyecto, es un área cubierta de dunas, terreno agrícola y eriazo, las características geográficas y de clima promedio durante el año se presentan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. *Condiciones Ambientales Promedio*

Parámetro	Valor
Temperatura mínima / máxima, °C	16 / 38
Presión atmosférica, kg/cm ²	1.03
Rango de humedad, %	68-88
Altura sobre el nivel del mar m.s.n.m., m	60
Velocidad máxima del viento, km/h	37

Fuente: *Olympic Perú Inc.*

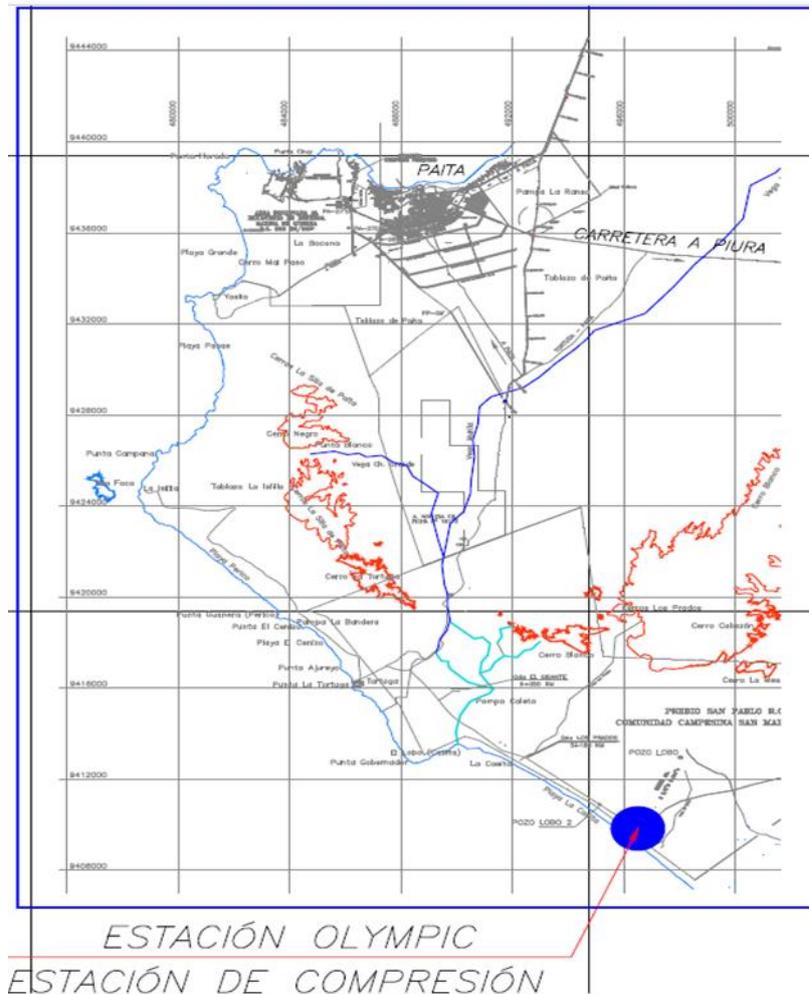


Figura 2. Ubicación de la Obra

Se expone la propuesta de la construcción de un Cerco Perimétrico de la Estación de Gas de la Empresa Olympic Perú Inc. de esta manera brindar una mejor infraestructura a las instalaciones de Estación Olympic Lote XIII B, mejora de la seguridad para el personal que labora dentro de la Estación Olympic Lote XIII-B, Mejora de la seguridad de las instalaciones de Estación Olympic Lote XIII-B.



Figura 3. *Equipo de trabajo en la portada principal de la Estación Olympic XIII-B*

Teniendo en cuenta la programación de la obra se tiene 4 lados a manera de rectángulo convexo, en los que se requiere comenzar con los trabajos de replanteo y posteriormente con los trabajos de excavación de la zona en donde no se encuentran tuberías de gas lo que impediría parcialmente la excavación y estancaría el desarrollo de la obra, además de las zonas donde no se encuentren portones ya que eso impediría momentáneamente de igual manera los avances programados. Así que se ha sectorizado en 4 zonas



Figura 4. *Replanteo en Zona 1 de la Estación de Gas*

Sectorización

La obra se ha dividido en 6 frentes de trabajo:

Zona de cerco 1, Zona de cerco 2, Zona de cerco 3, Zona de cerco 4, Zona de Gas, Casetas, Portones.



Figura 5. Sectorización de la Obra

Programación Semanal

Esta programación consiste en la ejecución de las partidas durante la semana, teniendo el fin de ejecutar el proceso adecuado en distintas partidas programadas. Es necesario considerar las siguientes etapas para realizar una adecuada programación: Estructuras, Arquitectura

Pre-Aplicación de Herramientas Lean (Estado-Situacional)

Durante el transcurso de nuestra estadía inicial se puede denotar la ausencia de orden, llega a generar una paupérrima productividad a causa de los deficientes trenes de trabajo.

En la siguiente imagen se pueden observar los trabajos de excavación truncados debidos a la dureza del terreno, por lo que se estanca el avance programado, para descartar otros tipos de problemas comprobando el nivel del fluido hidráulico, revisión de fugas, etc.



Figura 6. Trabajo de Bobcat en suelo con estrato de piedra dura

Se empiezan a ralentizar los trabajos de excavación del terreno para zapatas debido a que no hubo una debida programación, dado a los inconvenientes de las tuberías existentes en zonas de excavación de zapatas por lo cual los trabajos se tornan más cuidadosos para no lograr consecuencias fatales.



Figura 7. Lentitud de trabajos en zona de excavación con Rotomartillos eléctricos

Se construyó un noque para suministro de agua debido a el costo del transporte para cisterna con agua hasta la zona de trabajos es muy costoso, debido a que el proveedor más cercano se encuentra a 34km atravesando un camino accidentado de una trocha no carrozable, además de que se programa cada dos días los trabajos de vaciado de concreto debido a la falta

de agua en la obra, se transporta agua del pueblo 3m3 cada dos días (lo permitido en venta de agua desde el pueblo)



Figura 8. Falta de agua para seguir con los trabajos de vaciado de concreto

Se puede observar que la Retroexcavadora solo llega a excavar hasta una profundidad de 0.30m por lo que se podría decir que los trabajos de excavación son estancados. Además de los trabajos con Martillos neumáticos y junto con la compresora de aire, éstos son lentificados debido al peso de los equipos y las condiciones climáticas que superan los 32°C, hace falta maquinaria adecuada para estos trabajos con ese tipo de suelo.



Figura 9. Trabajos de Retroexcavadora en conjunto con compresora de aire y martillo neumáticos son truncados debido a la dureza del terreno

Se observan deficientes trabajos en los encofrados de sobrecimiento en cuanto a las medidas tanto de largo como de ancho, por lo que son las estructuras vaciadas son obligadas a ser demolidas y rehacerse los trabajos por lo que esto genera un retraso en las actividades, y descuadra los avances programados según el calendario de avance.



Figura 10. Trabajos defectuosos de encofrado de sobrecimiento armados.

Partidas a analizar

Se han juntado 3 tipos de partidas para su análisis las cuales son:

- Excavación
- Encofrado
- Concreto

Se analizarán las partidas mencionadas como excavación además las de encofrado en elementos como sobrecimiento, columnas y las de concreto en los elementos de zapatas, sobrecimientos y columnas.

- Excavaciones

Las excavaciones para cimientos corridos, serán del tamaño exacto al diseño de estas estructuras. Antes del procedimiento de vaciado, se deberá aprobar la excavación; asimismo no se permitirá ubicar cimientos sobre material de relleno sin una consolidación adecuada. El fondo de toda excavación para cimentación debe quedar limpio y parejo, se deberá retirar el material suelto, si el Contratista se excede en la profundidad de

la excavación, no se permitirá el relleno con material suelto, lo deberá hacer con una mezcla de concreto ciclópeo 1:12 como mínimo o en su defecto con hormigón.

- Encofrados

Los encofrados deberán construirse de tal manera que cuando se quiten, el concreto quede con una superficie libre de rebabas, lomos u otros defectos que la desmejore. Debe quedar lisa. Los encofrados deben conformar exactamente con las dimensiones que los planos muestran para los trabajos de concreto. Los encofrados deberán ser herméticos para prevenir la filtración del mortero y deberán ser debidamente arriostrados, de manera que se mantenga en la posición y forma deseada con seguridad. En general, los encofrados no deberán quitarse hasta que el concreto se haya endurecido suficientemente como para soportar con seguridad su propio peso y los pesos superpuestos que puedan colocarse sobre él.

- Concreto 175 kg/cm²

Comprende la fabricación y colocación de concreto 175kg/cm² con cemento tipo MS. La trabajabilidad de las mezclas debe ser tal que el concreto ingrese en las esquinas y ángulos del encofrado y alrededor de los refuerzos, sin que ocurra segregación de los materiales ni exudación. Todo el concreto debe ser mezclado a máquina en una mezcladora, capaz de producir una mezcla homogénea. El mezclado debe efectuarse por lo menos durante 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor. No se permitirá el mezclado del concreto que haya endurecido parcialmente. Los cimientos corridos serán de concreto ciclópeo, Cemento-Hormigón mezclados en proporción 1:10, con inclusión de 30% de piedra grande de tamaño máximo de 8" que sea de río, limpia y compacta, se usará cemento tipo MS. El concreto podrá colocarse directamente en las excavaciones sin encofrado cuando no existan posibilidades de derrumbe.

Excavaciones

Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance

A fin de llevar a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributivos, no contributivos y productivos, en la siguiente tabla se muestran la diversidad de actividades para clasificar cada tipo de estos trabajos, con el objetivo de poder reconocer que actividades son las que están contribuyendo a un bajo rendimiento y productividad de la cuadrilla.

Tabla 2. Tipos de trabajos para excavación de zanja para cimientos

LEYENDA	TIPO DE TRABAJO
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
EQ	EXCAVACIÓN CON EQUIPOS
AZ	ALINEACIÓN DE ZANJAS
LZ	LIMPIEZA DE ZANJA
TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
BH	BUSQUEDA DE HERRAMIENTAS
RI	RECIBIR/DAR INSTRUCCIONES
TE	TANQUEADO DE COMBUSTIBLE P/ EQUIPOS
TM	TOMA DE MEDIDAS
TC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
IH	IR A SERVICIOS HIGIÉNICOS
EE	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO

Fuente: Elaboración Propia

Distribución de la cuadrilla

Tabla 3. Cuadrilla de obra

	ACTIVIDAD	NOMBRE	TIPO DE PERSONAL
I	EXCAVACION	SEBASTIAN CHAVEZ RODRIGUEZ	OPERARIO
II	EXCAVACION	WILMER MARTENZON ARANA	OPERARIO
III	EXCAVACION	LUIS TARRILLO MONTENEGRO	OPERARIO
IV	EXCAVACION	LÁZARO CASTRO FLORES	PEON
V	EXCAVACION	FAUSTINO URBINA YARLEQUE	PEON
VI	EXCAVACION	AGUSTIN YAGUANA LIMA	PEON
VII	EXCAVACION	DARÍO RAMAYCUNA JULCAHUANCA	PEON
VIII	EXCAVACION	WILMER ENRIQUE ZABALA	PEON

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la Carta Balance

Teniendo como fecha el 05 de enero del año pasado se llegaron a tomar 60 muestras siendo de un minuto cada una a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributivos, no contributivos y productivos para los trabajos de excavación para cimientos.

Se tiene como muestra los modelos de cimiento del Cerco.

Muestra N°01

Tabla 4. Carta Balance en excavaciones para cimientos.

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI
2	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI
3	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI
4	RI	RI	RI	TM	RI	RI	RI	RI
5	RI	RI	RI	EE	RI	RI	EE	EE
6	BH	BH	BH	EE	BH	BH	EE	EE
7	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BH	BH
8	TM	TM	TM	TE	TM	TM	TE	BH
9	TM	TM	TM	BH	TM	TM	BH	EQ
10	EQ	EQ	EQ	EE	EE	EE	EE	EQ
11	EQ	EQ	EQ	EE	EE	EE	EE	EQ
12	EQ	EQ	EQ	EE	EE	EE	EE	EE
13	EE	EE	EE	LZ	LZ	EE	LZ	EE
14	EE	EE	EE	EE	LZ	EE	LZ	EE
15	EE	EE	EE	LZ	LZ	LZ	EE	LZ
16	EQ	EQ	EQ	LZ	LZ	EE	LZ	EE
17	EQ	EQ	EQ	EE	LZ	EE	LZ	LZ
18	EQ	EQ	TO	LZ	LZ	LZ	EE	EE
19	TM	TM	TO	EE	EE	TM	EE	TM
20	EQ	EQ	TM	EE	EE	TM	EE	EE
21	TM	TM	EQ	EE	EE	EE	EE	EE
22	TM	TM	EQ	EE	RI	RI	EE	EE
23	TM	TM	RI	LZ	LZ	EE	LZ	EE
24	AZ	TM	TM	RI	EE	TM	RI	TM
25	EQ	EQ	EQ	EE	TO	EE	EE	TO
26	TM	TM	IH	EE	AZ	RI	RI	TO
27	TO	TM	IH	LZ	LZ	EE	LZ	EE
28	TO	TM	TM	AZ	IH	RI	RI	EQ
29	RI	RI	RI	RI	IH	RI	RI	RI
30	TM	TM	TO	TM	EE	TM	EE	TM

31	TO	TM	TM	EE	TO	TM	EE	TM
32	IH	IH	TO	EE	TO	EE	TO	AZ
33	RI	TO	RI	RI	TM	AZ	TO	AZ
34	EQ	EQ	EQ	EE	TE	TM	TO	EQ
35	TM	TM	TO	TO	TO	TO	RI	TO
36	TO	TM	TM	RI	AZ	TM	AZ	TM
37	TO	TO	TO	LZ	LZ	EE	LZ	EE
38	RI	RI	RI	AZ	AZ	IH	AZ	AZ
39	AZ	AZ	AZ	TO	EE	IH	EE	EE
40	AZ	TM	TM	TO	AZ	TM	AZ	IH
41	TM	TM	IH	EE	AZ	TM	TM	IH
42	IH	TO	AZ	AZ	TE	TE	TE	IH
43	RI	RI	RI	RI	RI	TO	RI	TO
44	EQ	EQ	EQ	AZ	AZ	TO	RI	EQ
45	EE	EE	EE	LZ	LZ	EE	LZ	EQ
46	EE	EE	EE	TO	AZ	EE	RI	EQ
47	EQ	TM	TM	TO	RI	TM	RI	TO
48	TM	TM	EQ	RI	RI	TO	EE	TO
49	RI	AZ	AZ	TO	TO	TO	EE	TO
50	AZ	TO	RI	LZ	TO	LZ	EE	TO
51	EQ	EQ	EQ	EE	EE	EE	LZ	EQ
52	EQ	TM	TM	RI	RI	RI	RI	EQ
53	TM	TM	TO	AZ	EE	TM	EE	EQ
54	EE	EE	EE	LZ	LZ	EE	LZ	EE
55	RI	AZ	RI	TO	AZ	TO	IH	TO
56	AZ	RI	EQ	TO	TO	TO	IH	TO
57	RI	TO	TO	RI	RI	LZ	RI	EE
58	EQ	IH	AZ	TO	EE	RI	RI	EQ
59	TO	IH	TO	LZ	LZ	EE	LZ	EQ
60	TM	EQ	TO	LZ	LZ	EE	LZ	EE

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5. Porcentaje de distribución de trabajo

TRABAJO PRODUCTIVO	26.46%
TRABAJO CONTRIBUTIVO	36.67%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	36.88%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración Propia

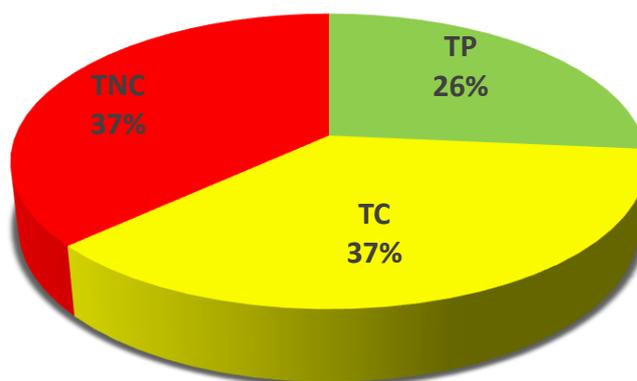


Figura 11. Trabajo distribuido

Se puede denotar en los trabajos de las cuadrillas que se tuvo un total de 26% de Trabajo Productivo, 37% de Trabajo Contributorio y un 37% de trabajo No Contributorio.

Se obtuvo un rendimiento de 1.5m³/día por parte de las cuadrillas de trabajo, este rendimiento se encuentra en un 62.5% por debajo del rendimiento programado.

Más adelante se logró calcular de manera genérica los resultados de los trabajos en excavación para cimientos denotados en la muestra n°01.

Tabla 6. Porcentajes analizados y Cuantificación de trabajos

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	TOTAL	%
EQ	14	12	13	0	0	0	0	13	52	10.83%
AZ	5	3	4	5	8	1	3	3	32	6.67%
LZ	0	0	0	12	13	4	12	2	43	8.96%
BH	2	2	2	2	2	2	2	2	16	3.33%
RI	12	9	12	11	11	11	16	5	87	18.13%
TE	0	0	0	1	2	1	2	0	6	1.25%
TM	13	20	10	2	3	13	1	5	67	13.96%
IH	2	3	3	0	2	2	2	3	17	3.54%
EE	6	6	6	18	12	19	19	17	103	21.46%
TO	6	5	10	9	7	7	3	10	57	11.88%
TOTAL									480	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

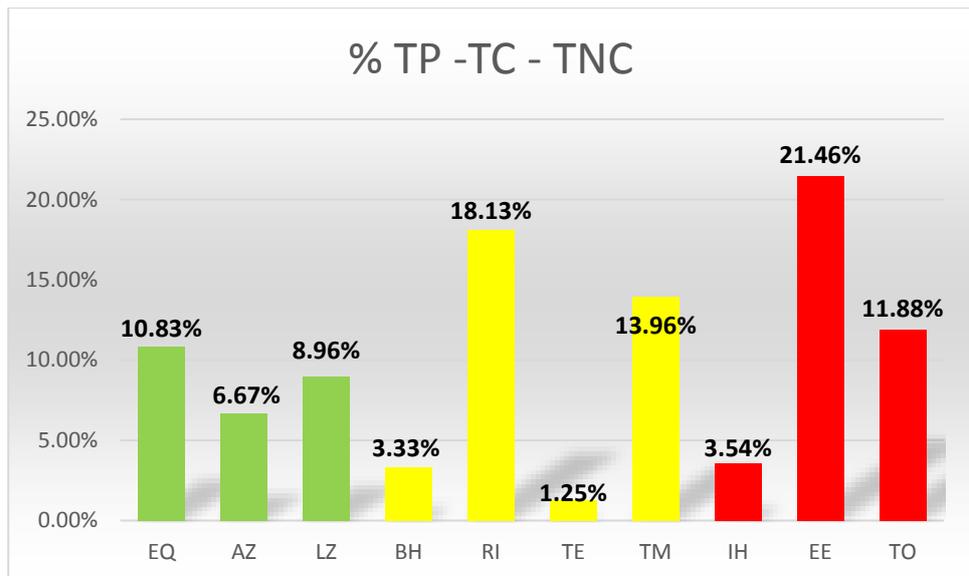


Figura 12. Trabajos realizados en Porcentajes

Se puede observar que en Esperas y en Tiempo de Ocioso en la obra son los que llegan a mostrar mayor porcentaje de trabajos no productivos, esto haciendo un análisis las esperas debido a la dureza del terreno por el deterioro de equipos y el tiempo de ocio llega dado al cansancio mostrado por las altas temperaturas presentadas en la zona, por lo que llega a ser complicado continuar con los avances programados con regularidad.

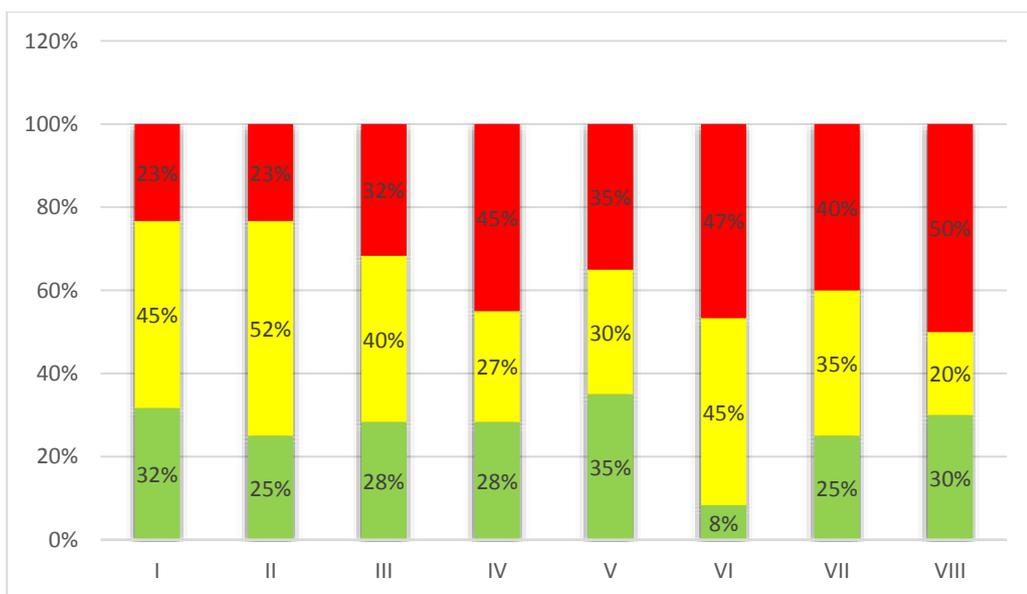


Figura 13. Porcentajes de trabajos distribuidos según cada trabajador.

- Se denota que el trabajador “I” tiene un 32% de trabajos productivos, un 45% de trabajos contributorios y un 27% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “II” tiene un 25% de trabajos productivos, un 52% de trabajos contributorios y un 23% de trabajos no contributorios, lo cual este aporta mas no produce.
- Se denota que el trabajador “III” tiene un 28% de trabajos productivos, un 40% de trabajos contributorios y un 32% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “IV” tiene un 28% de trabajos productivos, un 27% de trabajos contributorios y un 45% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “V” tiene un 35% de trabajos productivos, un 30% de trabajos contributorios y un 35% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “VI” tiene un 8% de trabajos productivos, un 45% de trabajos contributorios y un 47% de trabajos no contributorios, lo cual indica que genera una baja productividad.
- Se denota que el trabajador “VII” tiene un 25% de trabajos productivos, un 35% de trabajos contributorios y un 40% de trabajos no contributorios, indica un elevado porcentaje de trabajos no contributorios lo cual impide un avance productivo
- Se denota que el trabajador “VIII” tiene un 30% de trabajos productivos, un 20% de trabajos contributorios y un 50% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos no contributorios.

Concreto en Cimientos

Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance

A fin de llevar a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el

propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributorios, no contributorios y productivos, en la siguiente tabla se muestran la diversidad de actividades para clasificar cada tipo de estos trabajos, con el objetivo de poder reconocer que actividades son las que están contribuyendo a un bajo rendimiento y productividad de la cuadrilla.

Tabla 7. Tipos de trabajo para Concreto Ciclópeo en Cimiento Corrido

LEYENDA	TIPO DE TRABAJO
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
CC	COLOCADO DEL CONCRETO
VC	VIBRADO DEL CONCRETO
TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO
PC	PREPARACION DEL CONCRETO
TDC	TRASLADO DEL CONCRETO
TM	TRANSPORTE DE MATERIALES
VNC	VERIFICACION DEL NIVEL DEL CONCRETO
RI	RECIBIR/DAR INSTRUCCIONES
TOM	TOMA DE MEDIDAS
TC	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
IH	IR A SERVICIOS HIGIÉNICOS
EE	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO

Fuente: Elaboración Propia

Distribución de la cuadrilla

Tabla 8. Cuadrilla de Obra

	ACTIVIDAD	NOMBRE	TIPO DE PERSONAL
I	CONCRETO	LUIS FARFAN HERRERA	OPERARIO
II	CONCRETO	HEBER MARRUGO DIAZ	OPERARIO
III	CONCRETO	SANTOS MARTENZON ARANA	OFICIAL
IV	CONCRETO	MOISÉS MEDINA MENDOZA	OFICIAL
V	CONCRETO	RODEN RODRIGUEZ IPARRAGUIRRE	PEON
VI	CONCRETO	ANDRÉS CUNYA LIMA	PEON
VII	CONCRETO	KEVIN CUNGUIA SALVADOR	PEON
VIII	CONCRETO	ANGEL QUEREVALU PANTA	PEON
IX	CONCRETO	NIBER SANTOS TRUJILLO	PEON

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la Carta Balance

Teniendo como fecha el 05 de enero del año pasado se llegaron a tomar 60 muestras siendo de un minuto cada una a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributivos, no contributivos y productivos para los trabajos de concreto para cimientos.

Se tiene como muestra de la caja donde se harán los vaciados de concreto ciclópeo de cimiento corrido en los planos adjuntados en los anexos.

Muestra N°02

Tabla 9. Carta Balance en Concreto ciclópeo en cimientos corridos

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	RI	RI							
2	RI	RI							
3	RI	RI							
4	RI	RI	TM	TM	IH	IH	TM	TM	TM
5	RI	RI	TM	TO	IH	IH	TM	TM	TM
6	IH	TM	TO	TM	TM	TM	TM	TM	TM
7	IH	TM	TO	TO	TM	TM	TM	TM	TM
8	IH	TO	TM	TO	TM	TO	TM	TM	TM
9	IH	RI	TM	TO	TM	TM	TM	TM	TM
10	RI	TO	TO	TM	TO	TM	IH	TM	TM
11	TO	RI	TO	TM	TM	TO	IH	TM	TM
12	PC	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
13	PC	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
14	RI	IH							
15	RI	RI	EE	EE	PC	PC	PC	RI	RI
16	TOM	TOM	EE	EE	PC	EE	TDC	EE	TDC
17	EE	EE	TO	TO	EE	EE	TDC	EE	TDC
18	PC	PC	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
19	PC	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
20	VNC	VNC	EE	EE	TDC	EE	TDC	EE	TDC
21	VNC	EE	VNC	VNC	TDC	EE	TDC	EE	TDC
22	EE	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
23	EE	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
24	VNC	VC	VNC	VC	VC	EE	TDC	EE	TDC
25	VNC	EE	VNC	EE	TDC	EE	TDC	EE	TDC
26	EE	VNC	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
27	VNC	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
28	EE	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
29	PC	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC

30	TO	TO	TO	TO	TO	TDC	EE	TDC	EE
31	VNC	TO	VNC	VNC	EE	TDC	EE	TDC	EE
32	EE	TO	CC	CC	TO	EE	EE	TO	TO
33	TO	EE	CC	CC	TM	TM	EE	EE	EE
34	VNC	VC	VNC	VC	TM	TO	TM	TM	TM
35	IH	TO	TO	IH	TM	EE	TM	TM	TM
36	VC	VC	TO	VC	EE	VNC	TM	TM	TM
37	TO	TO	VNC	TO	EE	TO	TM	TM	TM
38	RI	IH							
39	RI	RI	TO	TO	PC	PC	PC	RI	RI
40	TOM	TOM	EE	EE	PC	EE	TDC	EE	TDC
41	EE	EE	TOM	TOM	TO	EE	TDC	EE	TDC
42	TO	TO	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
43	EE	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
44	VNC	VNC	EE	EE	TO	EE	TDC	EE	TDC
45	VNC	TO	VNC	VNC	TOM	EE	TDC	EE	TDC
46	EE	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
47	EE	EE	CC	CC	TO	TDC	EE	TDC	EE
48	VNC	VC	VNC	VC	EE	EE	TDC	EE	TDC
49	VNC	EE	VNC	EE	VNC	EE	TDC	EE	TDC
50	EE	VNC	CC	CC	TO	TDC	EE	TDC	EE
51	VNC	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
52	EE	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
53	PC	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
54	TO	EE	EE	EE	EE	TDC	EE	TDC	EE
55	IH	TO	VNC	VNC	EE	TDC	EE	TDC	EE
56	EE	RI	CC	CC	TDC	EE	TO	IH	TO
57	TO	TO	CC	CC	EE	TO	TO	EE	EE
58	VNC	VC	VNC	VC	RI	TM	TM	TM	TM
59	IH	RI	RI	IH	TM	TO	TO	TO	TM
60	VC	VC	VNC	VC	EE	TO	TM	TO	TM

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10. Porcentaje de división de trabajos.

TRABAJO PRODUCTIVO	8.70%
TRABAJO CONTRIBUTIVO	51.85%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	36.11%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración Propia

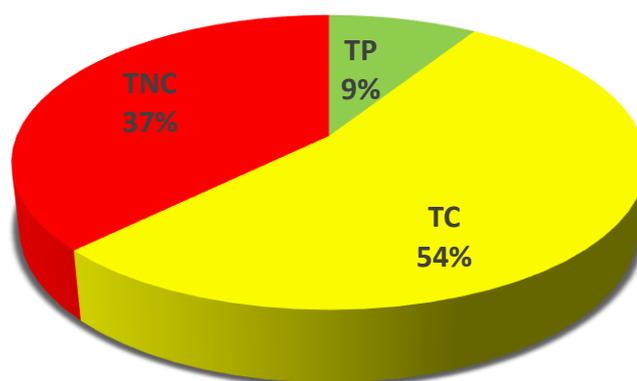


Figura 14. Trabajo distribuido

Se puede denotar en los trabajos de las cuadrillas que se tuvo un total de 9% de Trabajo Productivo, 54% de Trabajo Contributorio y un 37% de trabajo No Contributorio.

Se obtuvo un rendimiento de 9m³/día por parte de las cuadrillas de trabajo, este rendimiento se encuentra en un 55% por debajo del rendimiento programado.

Más adelante se logró calcular de manera genérica los resultados de los trabajos en excavación para cimientos denotados en la muestra n°02.

Tabla 11. Porcentajes analizados y Cuantificación de trabajos

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	TOTAL	%
CC	0	0	16	16	0	0	0	0	0	32	5.93%
VC	2	6	0	6	1	0	0	0	0	15	2.78%
PC	6	7	0	0	10	8	8	6	6	51	9.44%
TDC	0	0	0	0	4	16	12	16	12	60	11.11%
TM	0	2	4	4	9	6	12	13	15	65	12.04%
VNC	13	4	12	4	1	1	0	0	0	35	6.48%
RI	10	13	6	5	6	5	5	7	5	62	11.48%
TOM	2	2	1	1	1	0	0	0	0	7	1.30%
IH	7	0	0	2	2	2	2	1	2	18	3.33%
EE	13	15	12	14	19	15	18	14	18	138	25.56%
TO	7	11	9	8	7	7	3	3	2	57	10.56%
TOTAL										540	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

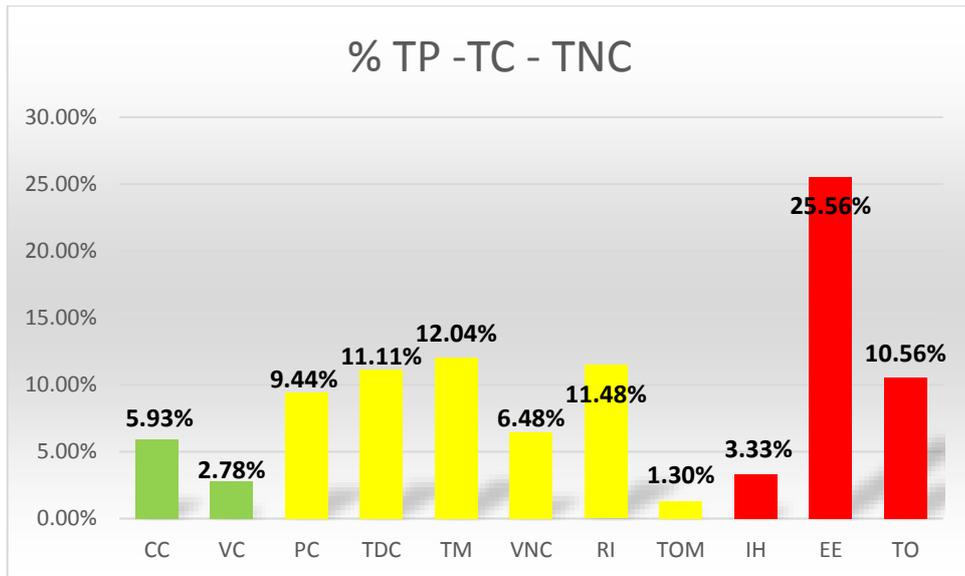


Figura 15. Trabajos realizados en Porcentajes

Se puede observar que en Esperas y en Tiempo de Ocioso en la obra son los que llegan a mostrar mayor porcentaje de trabajos no productivos, el tiempo de ocio llega dado al cansancio mostrado por las altas temperaturas presentadas en la zona, por lo que llega a ser complicado continuar con los avances programados con regularidad.

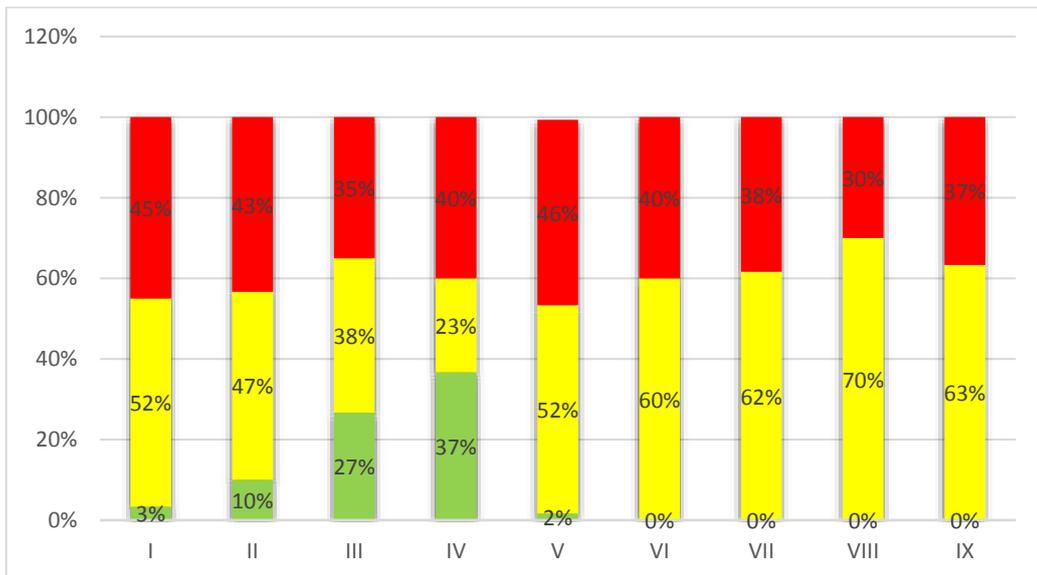


Figura 16. Porcentajes de trabajos distribuidos según cada trabajador.

- Se denota que el trabajador “I” tiene un 3% de trabajos productivos, un 52% de trabajos contributorios y un 45% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “II” tiene un 10% de trabajos productivos, un 47% de trabajos contributorios y un 43% de trabajos no contributorios, lo cual este aporta mas no produce.
- Se denota que el trabajador “III” tiene un 27% de trabajos productivos, un 38% de trabajos contributorios y un 35% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “IV” tiene un 37% de trabajos productivos, un 23% de trabajos contributorios y un 40% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “V” tiene un 2% de trabajos productivos, un 52% de trabajos contributorios y un 46% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “VI” tiene un 0% de trabajos productivos, un 52% de trabajos contributorios y un 48% de trabajos no contributorios, lo cual indica que genera una baja productividad.
- Se denota que el trabajador “VII” tiene un 0% de trabajos productivos, un 62% de trabajos contributorios y un 38% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “VIII” tiene un 0% de trabajos productivos, un 70% de trabajos contributorios y un 30% de trabajos no contributorios, lo cual indica que genera una baja productividad.
- Se denota que el trabajador “IX” tiene un 0% de trabajos productivos, un 63% de trabajos contributorios y un 37% de trabajos no contributorios.

Acero en Sobrecimientos

Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance

A fin de llevar a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributorios, no

contributorios y productivos, en la siguiente tabla se muestran la diversidad de actividades para clasificar cada tipo de estos trabajos, con el objetivo de poder reconocer que actividades son las que están contribuyendo a un bajo rendimiento y productividad de la cuadrilla.

Tabla 12. Tipos de trabajo para Acero $F'y=4200$ kg/cm² en Sobrecimientos

LEYENDA	TIPO DE TRABAJO
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
CA	COLOCACION DE ACERO
VA	VERIFICACION DE ACERO (ESTRIBOS)
VR	VERIFICACION DE RECUBRIMIENTO
TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO
HA	HABILITACION DE ACERO
TM	TOMA DE MEDIDAS
BH	BUSQUEDA DE HERRAMIENTAS
RI	RECIBIR/DAR INSTRUCCIONES
TC	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
IH	IR A SERVICIOS HIGIÉNICOS
EE	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO

Fuente: Elaboración Propia

Distribución de la Cuadrilla

Tabla 13. Cuadrilla de obreros

	ACTIVIDAD	NOMBRE	TIPO DE PERSONAL
I	EXCAVACION	LAZARO CASTRO FLORES	OPERARIO
II	EXCAVACION	ORLANDO CASTRO FLORES	OPERARIO
III	EXCAVACION	SANTOS ORUNA ARMAS	OFICIAL
IV	EXCAVACION	WILMER IPANAQUE QUEREVALU	OFICIAL
V	EXCAVACION	MIGUEL PAZO PANTA	PEON
VI	EXCAVACION	ALDAIR ASALDE ALEMÁN	PEON

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la Carta Balance

Teniendo como fecha el 05 de enero del año pasado se llegaron a tomar 60 muestras siendo de un minuto cada una a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como

31	TM	TM	HA	HA	EE	EE
32	TM	TO	HA	HA	HA	HA
33	TM	TM	HA	HA	EE	TO
34	TM	TM	TO	HA	EE	TO
35	RI	RI	TM	TM	HA	HA
36	TO	TO	TM	TM	TO	EE
37	TM	TM	HA	HA	TO	EE
38	TM	TM	HA	HA	HA	HA
39	CA	CA	CA	CA	RI	RI
40	RI	RI	EE	EE	CA	CA
41	VA	VA	CA	CA	RI	RI
42	RI	RI	EE	EE	VA	VA
43	VR	VR	CA	CA	RI	RI
44	RI	RI	EE	EE	VR	VR
45	EE	TO	IH	IH	EE	EE
46	TO	EE	IH	IH	IH	IH
47	TM	TM	HA	HA	EE	TO
48	HA	HA	HA	HA	EE	EE
49	RI	RI	TM	TM	HA	HA
50	EE	RI	TM	TM	EE	TO
51	TM	TO	HA	TO	TO	EE
52	TM	TM	HA	HA	HA	HA
53	TM	TM	HA	HA	EE	EE
54	TO	TO	EE	HA	EE	EE
55	TO	RI	TM	TM	HA	HA
56	RI	RI	EE	TM	EE	EE
57	TM	EE	HA	HA	TO	EE
58	TM	TM	HA	HA	HA	HA
59	CA	CA	CA	CA	RI	RI
60	RI	RI	EE	EE	CA	CA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15. Porcentaje de división de trabajos

TRABAJO PRODUCTIVO	11.67%
TRABAJO CONTRIBUTIVO	58.89%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	29.44%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración Propia

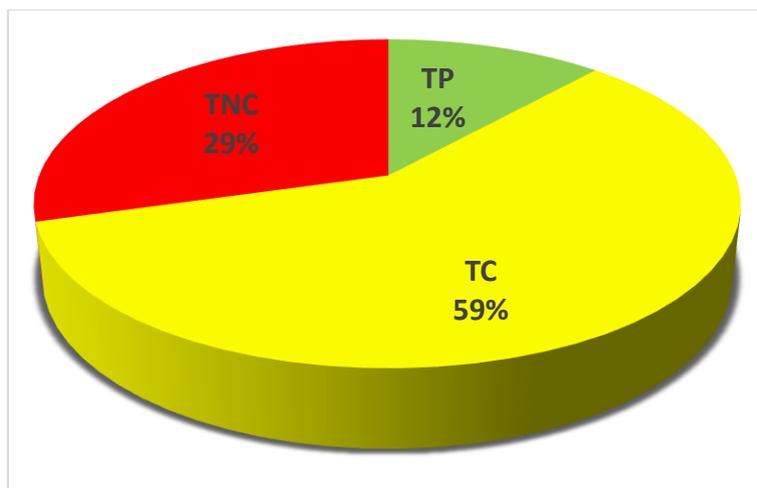


Figura 17. Trabajo distribuido

Se puede denotar en los trabajos de las cuadrillas que se tuvo un total de 12% de Trabajo Productivo, 59% de Trabajo Contributorio y un 29% de trabajo No Contributorio.

Se obtuvo un rendimiento de 200kg/día por parte de las cuadrillas de trabajo, este rendimiento se encuentra en un 20% por debajo del rendimiento programado.

Más adelante se logró calcular de manera genérica los resultados de los trabajos en excavación para cimientos denotados en la muestra n°03

Tabla 16. Porcentajes analizados y Cuantificación de trabajos

	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	%
CA	3	3	7	7	3	3	26	7.22%
VA	2	2	0	0	2	2	8	2.22%
VR	2	2	0	0	2	2	8	2.22%
HA	3	3	21	21	12	12	72	20.00%
TM	20	16	13	13	0	0	62	17.22%
BH	0	0	0	1	3	3	7	1.94%
RI	20	22	5	4	11	9	71	19.72%
IH	0	0	2	2	1	1	6	1.67%
EE	3	3	10	8	18	17	59	16.39%
TO	7	9	2	4	8	11	41	11.39%
TOTAL							360	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

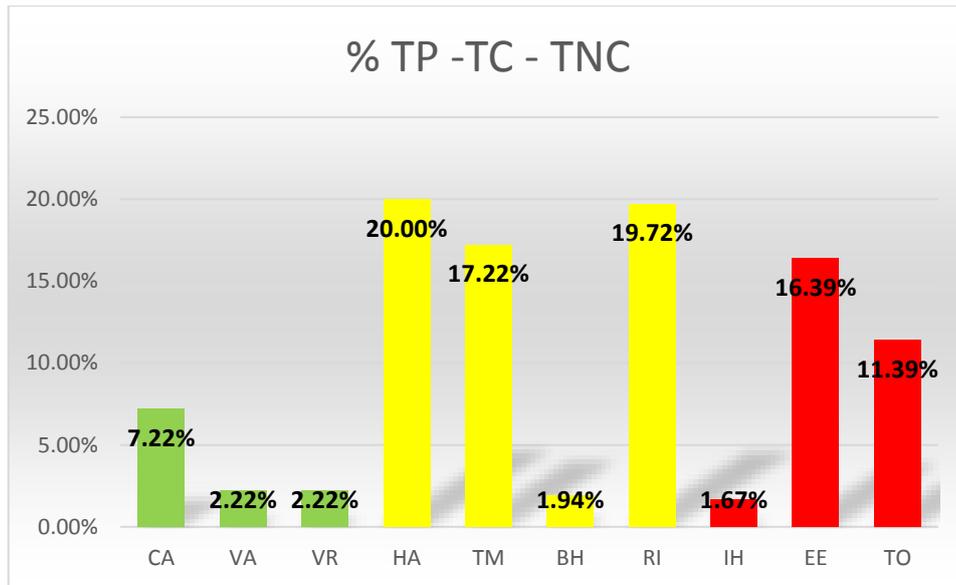


Figura 18. Trabajos realizados en Porcentajes

Se puede observar que en Esperas y en Tiempo de Ocioso en la obra son los que llegan a mostrar mayor porcentaje de trabajos no productivos, debido a que las condiciones climáticas perjudican el trabajo continuo de la cuadrilla, además de tener tiempos de espera prolongados por el paupérrimo avance de la culminación total de la base, además en este incursionan la falta de cemento en la obra.

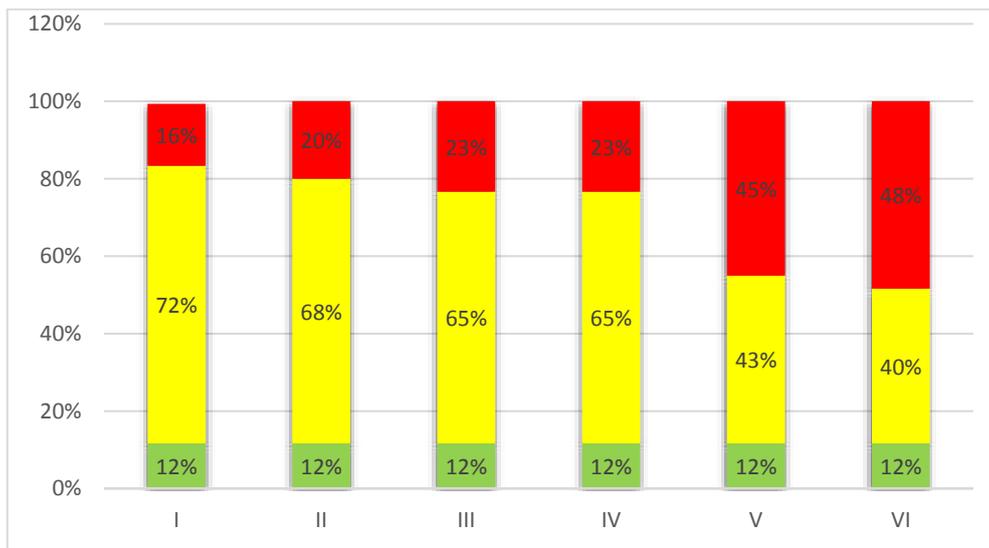


Figura 19. Porcentajes de trabajos distribuidos según cada trabajador.

- Se denota que el trabajador “I” tiene un 12% de trabajos productivos, un 72% de trabajos contributorios y un 16% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “II” tiene un 12% de trabajos productivos, un 60% de trabajos contributorios y un 20% de trabajos no contributorios, lo cual este aporta mas no produce.
- Se denota que el trabajador “III” tiene un 12% de trabajos productivos, un 65% de trabajos contributorios y un 23% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “IV” tiene un 12% de trabajos productivos, un 65% de trabajos contributorios y un 23% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “V” tiene un 12% de trabajos productivos, un 43% de trabajos contributorios y un 45% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “VI” tiene un 12% de trabajos productivos, un 40% de trabajos contributorios y un 48% de trabajos no contributorios, lo cual indica que genera una baja productividad.

Encofrado de Sobrecimientos

Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance

A fin de llevar a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributorios, no contributorios y productivos, en la siguiente tabla se muestran la diversidad de actividades para clasificar cada tipo de estos trabajos, con el objetivo de poder reconocer que actividades son las que están contribuyendo a un bajo rendimiento y productividad de la cuadrilla.

Tabla 17. Tipos de trabajo para Encofrados de Sobrecimientos

LEYENDA	TIPO DE TRABAJO
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
EQ	COLOCACION DE PANELES
AZ	NIVEL Y APLOMO DE PANELES
LZ	ALINEAMIENTO HORIZONTAL DEL PANEL
TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO
BH	BUSQUEDA DE HERRAMIENTAS
RI	RECIBIR/DAR INSTRUCCIONES
TE	HABILITACION DEL PANEL
TM	TOMA DE MEDIDAS
TC	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
IH	IR A SERVICIOS HIGIÉNICOS
EE	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO

Fuente: Elaboración Propia

Distribución de la cuadrilla

Tabla 18. Cuadrilla de obreros

	ACTIVIDAD	NOMBRE	TIPO DE PERSONAL
I	EXCAVACION	GILMER CARRILLO FARFAN	OPERARIO
II	EXCAVACION	MILTON RODRIGUEZ VEGA	OPERARIO
III	EXCAVACION	CESAR QUEVEDO PAZO	OPERARIO
IV	EXCAVACION	ROGER PERICHE PANTA	OFICIAL
V	EXCAVACION	NASARIO RODRIGUEZ FLORES	OFICIAL
VI	EXCAVACION	FRANK LINO TUME	PEON

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la Carta Balance

Teniendo como fecha el 05 de enero del año pasado se llegaron a tomar 60 muestras siendo de un minuto cada una a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributorios, no contributorios y productivos para los trabajos de encofrado para sobrecimientos.

Se tiene como muestra de la caja donde se harán los vaciados de concreto ciclópeo de cimiento corrido en los planos adjuntados en los anexos.

31	CP	CP	EE	CP	BH	BH
32	CP	CP	CP	TO	IH	BH
33	CP	CP	EE	CP	IH	EE
34	CP	CP	CP	TO	EE	TO
35	TO	TO	NA	TM	AH	TO
36	TO	TO	EE	NA	EE	AH
37	CP	CP	NA	EE	AH	EE
38	CP	CP	EE	NA	EE	AH
39	RI	RI	RI	RI	BH	BH
40	TM	TM	TM	BH	BH	BH
41	TM	TM	TM	BH	BH	TO
42	RI	RI	RI	EE	EE	EE
43	EE	EE	HP	HP	EE	EE
44	HP	EE	TO	HP	HP	HP
45	HP	HP	TO	HP	HP	HP
46	EE	IH	EE	EE	HP	TO
47	HP	IH	HP	HP	HP	EE
48	CP	CP	EE	CP	EE	BH
49	CP	CP	CP	TO	EE	BH
50	CP	CP	EE	CP	TO	EE
51	CP	CP	CP	TO	EE	TO
52	IH	TO	NA	TM	AH	EE
53	IH	TO	EE	NA	EE	AH
54	CP	CP	NA	EE	AH	EE
55	CP	CP	IH	NA	EE	AH
56	RI	RI	IH	RI	BH	BH
57	TM	TM	TM	BH	BH	BH
58	TM	TM	TM	BH	BH	TO
59	RI	RI	RI	EE	EE	EE
60	EE	EE	HP	HP	EE	EE

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20. Porcentaje de división de trabajos

TRABAJO PRODUCTIVO		20.00%
TRABAJO CONTRIBUTIVO		44.72%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO		35.28%
TOTAL		100%

Fuente: Elaboración Propia

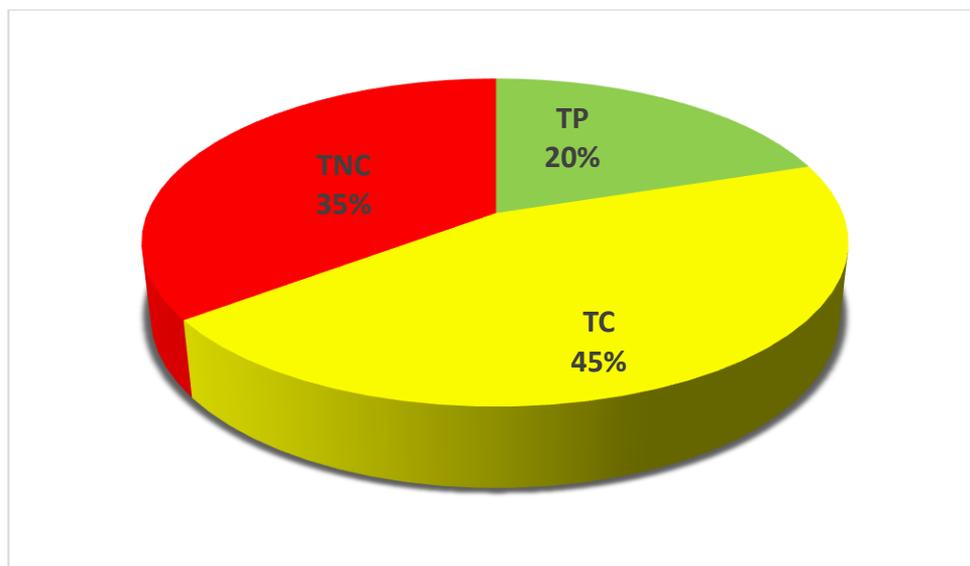


Figura 20. Trabajo distribuido

Se puede denotar en los trabajos de las cuadrillas que se tuvo un total de 20% de Trabajo Productivo, 45% de Trabajo Contributorio y un 35% de trabajo No Contributorio.

Se obtuvo un rendimiento de 12m²/día por parte de las cuadrillas de trabajo, este rendimiento se encuentra en un 20% por debajo del rendimiento programado.

Más adelante se logró calcular de manera genérica los resultados de los trabajos en excavación para cimientos denotados en la muestra n°04

Tabla 21. Porcentajes analizados y Cuantificación de trabajos

	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	%
CP	18	18	6	6	0	0	48	13.33%
NA	0	0	6	6	0	0	12	3.33%
AH	0	0	0	0	6	6	12	3.33%
BH	0	0	0	8	14	15	37	10.28%
RI	12	12	11	8	3	3	49	13.61%
HP	8	4	10	10	10	6	48	13.33%
TM	8	8	8	3	0	0	27	7.50%
IH	2	2	2	2	2	2	12	3.33%
EE	7	9	13	8	21	19	77	21.39%
TO	5	7	4	9	4	9	38	10.56%
TOTAL							360	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

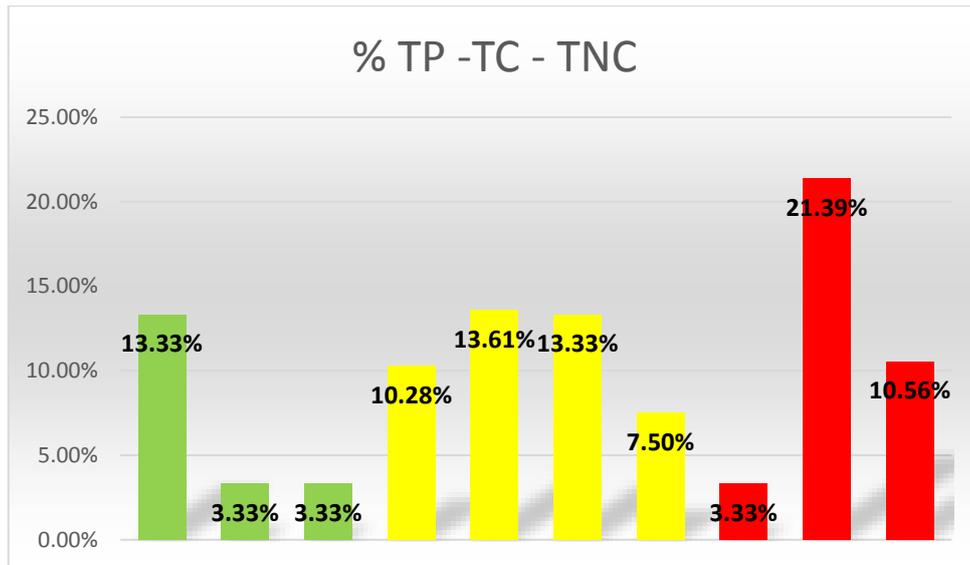


Figura 21. Trabajos realizados en Porcentajes

Se puede observar que en Esperas y en Tiempo de Ocioso en la obra son los que llegan a mostrar mayor porcentaje de trabajos no productivos, el tiempo de ocio debido a que falta campo para poder seguir trabajando esto debido a que los trabajos de excavación hacen retardar por consiguiente el resto de partidas además de los trabajos de Concreto Ciclópeo en Cimientos corridos.

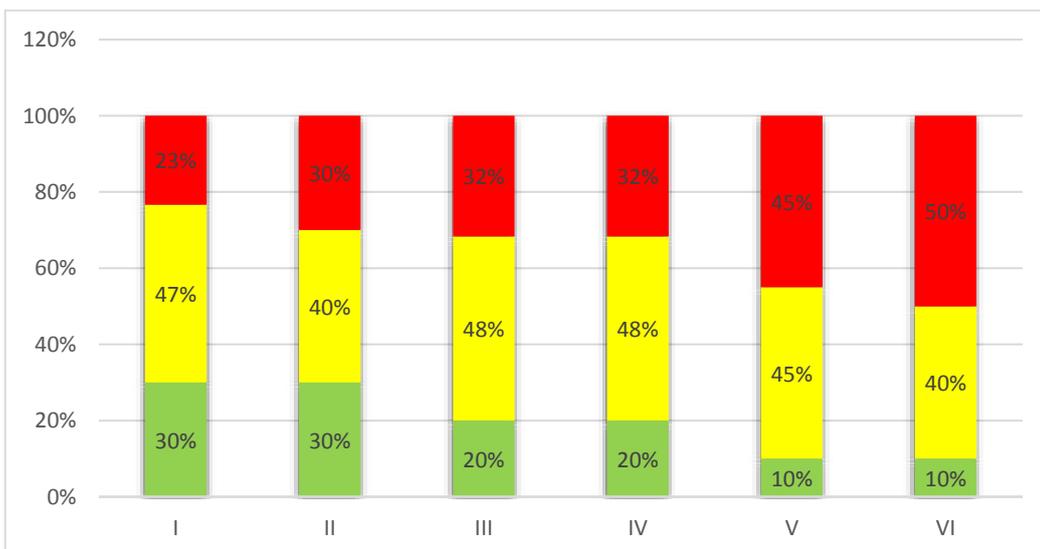


Figura 22. Porcentajes de trabajos distribuidos según cada trabajador.

- Se denota que el trabajador “I” tiene un 30% de trabajos productivos, un 47% de trabajos contributorios y un 27% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “II” tiene un 30% de trabajos productivos, un 40% de trabajos contributorios y un 23% de trabajos no contributorios, lo cual este aporta mas no produce.
- Se denota que el trabajador “III” tiene un 20% de trabajos productivos, un 48% de trabajos contributorios y un 32% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “IV” tiene un 20% de trabajos productivos, un 48% de trabajos contributorios y un 45% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “V” tiene un 10% de trabajos productivos, un 45% de trabajos contributorios y un 35% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “VI” tiene un 10% de trabajos productivos, un 40% de trabajos contributorios y un 47% de trabajos no contributorios, lo cual indica que genera una baja productividad.

Concreto en Sobrecimiento

Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance

A fin de llevar a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributorios, no contributorios y productivos, en la siguiente tabla se muestran la diversidad de actividades para clasificar cada tipo de estos trabajos, con el objetivo de poder reconocer que actividades son las que están contribuyendo a un bajo rendimiento y productividad de la cuadrilla.

Tabla 22. Tipos de trabajo para Concreto en Sobrecimientos

LEYENDA	TIPO DE TRABAJO
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
CC	COLOCADO DEL CONCRETO
VC	VIBRADO DEL CONCRETO
TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO
PC	PREPARACION DEL CONCRETO
TDC	TRASLADO DEL CONCRETO
TM	TRANSPORTE DE MATERIALES
VNC	VERIFICACION DEL NIVEL DEL CONCRETO
RI	RECIBIR/DAR INSTRUCCIONES
TOM	TOMA DE MEDIDAS
TC	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
IH	IR A SERVICIOS HIGIÉNICOS
EE	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO

Fuente: Elaboración Propia

Distribución de la Cuadrilla

Tabla 23. Cuadrilla de obreros

	ACTIVIDAD	NOMBRE	TIPO DE PERSONAL
I	CONCRETO	LUIS FARFAN HERRERA	OPERARIO
II	CONCRETO	HEBER MARRUGO DIAZ	OPERARIO
III	CONCRETO	SANTOS MARTENZON ARANA	OFICIAL
IV	CONCRETO	MOISÉS MEDINA MENDOZA	OFICIAL
V	CONCRETO	RODEN RODRIGUEZ IPARRAGUIRRE	PEON
VI	CONCRETO	ANDRÉS CUNYA LIMA	PEON
VII	CONCRETO	KEVIN CUNGUIA SALVADOR	PEON
VIII	CONCRETO	ANGEL QUEREVALU PANTA	PEON
IX	CONCRETO	NIBER SANTOS TRUJILLO	PEON

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la Carta Balance

Teniendo como fecha el 05 de enero del año pasado se llegaron a tomar 60 muestras siendo de un minuto cada una a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como

31	VNC	VNC	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
32	EE	TO	CC	CC	TO	EE	EE	TO	TO
33	TO	EE	CC	CC	TM	TM	EE	EE	EE
34	VC	VC	VNC	VC	TM	TO	TM	TM	TM
35	VC	VC	TO	IH	TM	EE	TM	TM	TM
36	VC	VC	TO	VC	EE	VNC	TM	TM	TM
37	VNC	VNC	VNC	TO	EE	TO	TM	TM	TM
38	RI	IH							
39	PC	PC	TO	TO	PC	PC	PC	RI	RI
40	PC	PC	EE	EE	PC	EE	TDC	EE	TDC
41	EE	EE	TOM	TOM	TO	EE	TDC	EE	TDC
42	TO	TO	CC	CC	VC	TDC	EE	TDC	EE
43	EE	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
44	VNC	VNC	EE	EE	TO	EE	TDC	EE	TDC
45	VNC	TO	VNC	VNC	TOM	EE	TDC	EE	TDC
46	VC	VC	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
47	VC	VC	CC	CC	TO	TDC	EE	TDC	EE
48	VC	VC	CC	VC	EE	EE	TDC	EE	TDC
49	VNC	EE	VNC	EE	VNC	EE	TDC	EE	TDC
50	EE	VNC	CC	CC	TO	TDC	EE	TDC	EE
51	VNC	EE	CC	CC	VC	TDC	EE	TDC	EE
52	EE	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
53	PC	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
54	TO	EE	EE	EE	EE	TDC	EE	TDC	EE
55	IH	TO	VNC	VNC	EE	TDC	EE	TDC	EE
56	EE	RI	CC	CC	TDC	EE	TO	IH	TO
57	VC	VC	CC	CC	EE	TO	TO	EE	EE
58	VNC	VC	VNC	VC	RI	TM	TM	TM	TM
59	IH	RI	RI	IH	TM	TO	TO	TO	TM
60	VC	VC	VNC	VC	EE	TO	TM	TO	TM

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Porcentaje de división de trabajos

TRABAJO PRODUCTIVO	13.89%
TRABAJO CONTRIBUTIVO	51.30%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	34.81%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración Propia

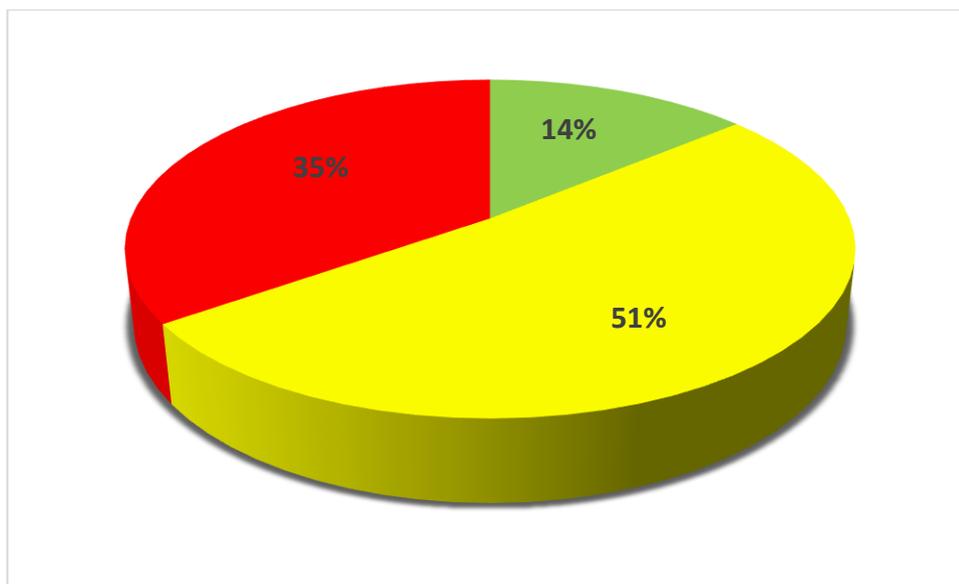


Figura 23. Trabajo distribuido

Se puede denotar en los trabajos de las cuadrillas que se tuvo un total de 14% de Trabajo Productivo, 51% de Trabajo Contributorio y un 35% de trabajo No Contributorio.

Se obtuvo un rendimiento de 12m²/día por parte de las cuadrillas de trabajo, este rendimiento se encuentra en un 20% por debajo del rendimiento programado.

Más adelante se logró calcular de manera genérica los resultados de los trabajos en excavación para cimientos denotados en la muestra n°05.

Tabla 26. Porcentajes analizados y Cuantificación de trabajos

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	TOTAL	%
CC	0	0	23	21	0	0	0	0	0	44	8.15%
VC	10	11	0	6	4	0	0	0	0	31	5.74%
PC	11	11	0	0	10	8	9	7	7	63	11.67%
TDC	0	0	0	0	4	16	12	16	12	60	11.11%
TM	0	2	4	4	10	7	12	14	16	69	12.78%
VNC	10	5	9	4	1	1	0	0	0	30	5.56%
RI	7	10	6	5	5	4	4	5	4	50	9.26%
TOM	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5	0.93%
IH	6	0	0	2	2	2	2	1	1	16	2.96%
EE	10	13	10	11	16	15	18	14	18	125	23.15%

TO	5	7	7	6	7	7	3	3	2	47	8.70%
TOTAL										540	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

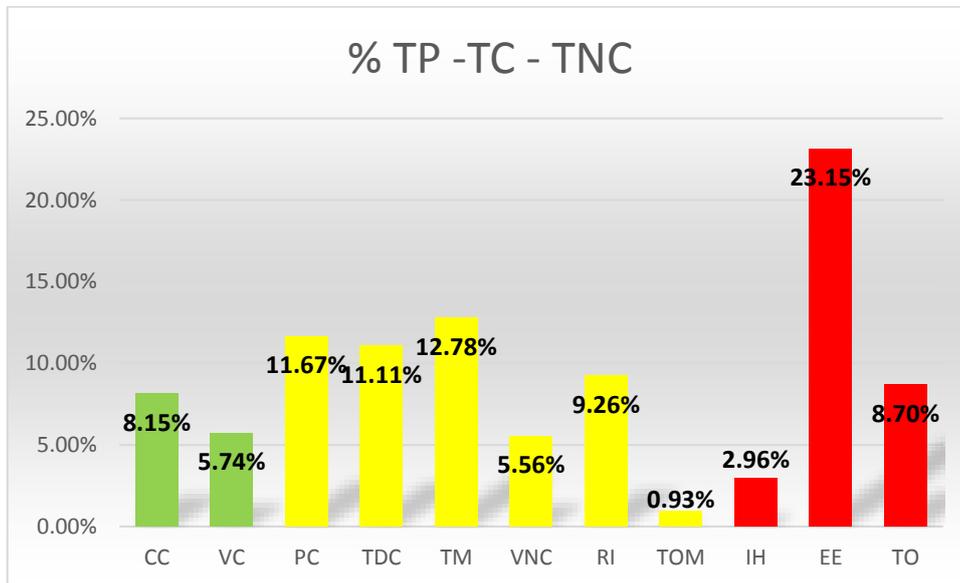


Figura 24. Trabajos realizados en Porcentajes

Se puede observar que en Esperas y en Tiempo de Ocioso en la obra son los que llegan a mostrar mayor porcentaje de trabajos no productivos, la falta de materiales, y agua que es un material imprescindible para el vaciado de concreto no se tienen en obra.

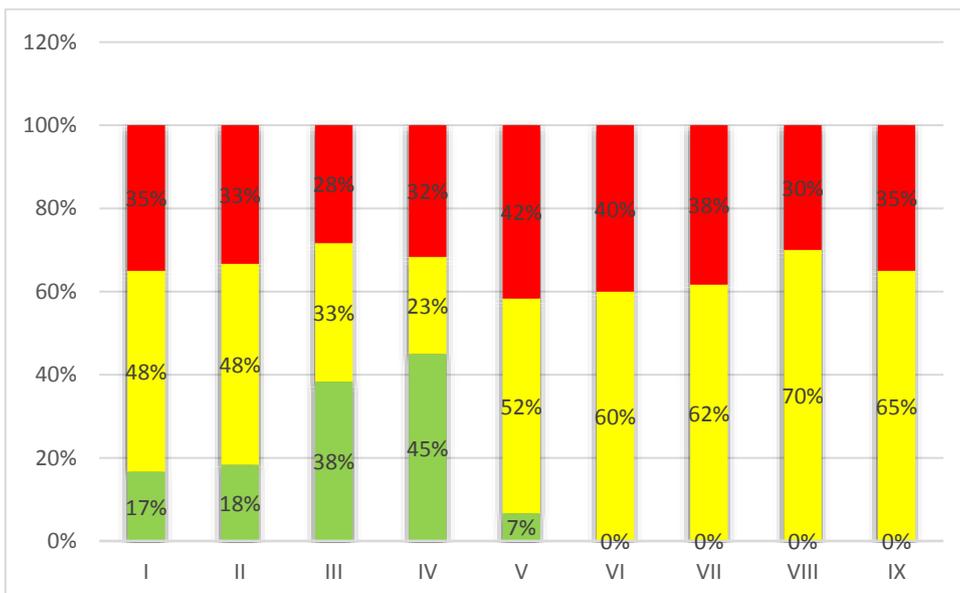


Figura 25. *Porcentajes de trabajos distribuidos según cada trabajador.*

- Se denota que el trabajador “I” tiene un 17% de trabajos productivos, un 48% de trabajos contributivos y un 35% de trabajos no contributivos, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributivos.
- Se denota que el trabajador “II” tiene un 18% de trabajos productivos, un 48% de trabajos contributivos y un 33% de trabajos no contributivos, lo cual este aporta mas no produce.
- Se denota que el trabajador “III” tiene un 38% de trabajos productivos, un 33% de trabajos contributivos y un 28% de trabajos no contributivos, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributivos.
- Se denota que el trabajador “IV” tiene un 45% de trabajos productivos, un 23% de trabajos contributivos y un 32% de trabajos no contributivos.
- Se denota que el trabajador “V” tiene un 7% de trabajos productivos, un 52% de trabajos contributivos y un 42% de trabajos no contributivos.
- Se denota que el trabajador “VI” tiene un 0% de trabajos productivos, un 60% de trabajos contributivos y un 40% de trabajos no contributivos, lo cual indica que genera una baja productividad.
- Se denota que el trabajador “VII” tiene un 0% de trabajos productivos, un 62% de trabajos contributivos y un 38% de trabajos no contributivos.
- Se denota que el trabajador “VIII” tiene un 0% de trabajos productivos, un 70% de trabajos contributivos y un 30% de trabajos no contributivos.
- Se denota que el trabajador “IX” tiene un 0% de trabajos productivos, un 65% de trabajos contributivos y un 35% de trabajos no contributivos, lo cual indica que genera una baja productividad.

Acero en Columnas

Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance

A fin de llevar a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributivos, no contributivos y productivos, en la siguiente tabla se muestran la diversidad de actividades para clasificar cada tipo de estos trabajos, con el objetivo de poder reconocer que actividades son las que están contribuyendo a un bajo rendimiento y productividad de la cuadrilla.

Tabla 27. Tipos de trabajo para Acero en Columnas

LEYENDA	TIPO DE TRABAJO
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
CA	COLOCACION DE ACERO
VA	VERIFICACION DE ACERO (ESTRIBOS)
VR	VERIFICACION DE RECUBRIMIENTO
TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
HA	HABILITACION DE ACERO
TM	TOMA DE MEDIDAS
BH	BUSQUEDA DE HERRAMIENTAS
RI	RECIBIR/DAR INSTRUCCIONES
TC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
IH	IR A SERVICIOS HIGIÉNICOS
EE	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO

Fuente: Elaboración Propia

Distribución de la Cuadrilla

Tabla 28. Cuadrilla de obreros

	ACTIVIDAD	NOMBRE	TIPO DE PERSONAL
I	EXCAVACION	LAZARO CASTRO FLORES	OPERARIO
II	EXCAVACION	ORLANDO CASTRO FLORES	OPERARIO
III	EXCAVACION	SANTOS ORUNA ARMAS	OFICIAL
IV	EXCAVACION	WILMER IPANAQUE QUEREVALU	OFICIAL
V	EXCAVACION	MIGUEL PAZO PANTA	PEON
VI	EXCAVACION	ALDAIR ASALDE ALEMÁN	PEON

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la Carta Balance

Teniendo como fecha el 05 de enero del año pasado se llegaron a tomar 60 muestras siendo de un minuto cada una a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributivos, no contributivos y productivos para los trabajos de acero para columnas.

Se tiene como muestra los planos del sobrecimiento en los anexos del informe de tesis presente.

Muestra N°06

Tabla 29. Carta Balance en Acero en Columnas

MED	I	II	III	IV	V	VI
1	HA	HA	HA	HA	RI	RI
2	HA	HA	RI	RI	RI	TO
3	RI	RI	RI	TO	RI	TO
4	RI	RI	RI	RI	TO	TO
5	CA	CA	CA	CA	BH	BH
6	CA	CA	CA	CA	HA	HA
7	CA	CA	CA	CA	RI	RI
8	RI	RI	EE	EE	CA	CA
9	VA	VA	CA	CA	RI	RI
10	VA	VA	CA	CA	VA	VA
11	RI	RI	EE	EE	RI	RI
12	RI	RI	EE	EE	VR	VR
13	CA	CA	CA	CA	EE	EE
14	CA	CA	CA	CA	RI	RI
15	VR	VR	VR	VR	HA	HA
16	RI	RI	TM	TM	TO	EE
17	TM	TO	HA	HA	TO	EE
18	CA	CA	CA	CA	HA	HA
19	CA	CA	CA	CA	RI	RI
20	TO	RI	EE	EE	CA	CA
21	VA	VA	CA	CA	RI	RI
22	VA	VA	CA	CA	VA	VA
23	TO	RI	EE	EE	RI	RI
24	TO	RI	EE	EE	VR	VR
25	VR	VR	CA	CA	EE	EE
26	VR	VR	CA	CA	RI	RI
27	TM	TM	VR	VR	EE	TO
28	HA	HA	HA	HA	EE	TO
29	CA	CA	CA	CA	RI	RI
30	CA	CA	CA	CA	VA	VA
31	RI	RI	EE	EE	RI	RI

32	RI	RI	EE	EE	VR	VR
33	VR	VR	CA	CA	EE	EE
34	VR	VR	CA	CA	RI	RI
35	TM	TM	HA	HA	TO	EE
36	RI	RI	VA	VA	HA	HA
37	RI	RI	TM	TM	TO	EE
38	CA	CA	CA	CA	TO	EE
39	CA	CA	CA	CA	HA	HA
40	CA	CA	CA	CA	RI	RI
41	RI	RI	TO	EE	CA	CA
42	VA	VA	CA	CA	RI	RI
43	VA	VA	CA	CA	VA	VA
44	RI	RI	TO	EE	RI	RI
45	RI	RI	VA	VA	VR	VR
46	VR	VR	CA	CA	EE	EE
47	VR	VR	CA	CA	RI	RI
48	TM	TM	HA	HA	EE	TO
49	HA	HA	VA	VA	EE	TO
50	RI	TO	TM	TM	HA	HA
51	CA	CA	CA	CA	TO	EE
52	CA	CA	CA	CA	HA	HA
53	CA	CA	CA	CA	RI	RI
54	RI	RI	EE	EE	CA	CA
55	VA	VA	CA	CA	RI	RI
56	VR	VR	CA	CA	RI	RI
57	TM	EE	HA	HA	TO	EE
58	TM	TM	HA	HA	HA	HA
59	CA	CA	CA	CA	RI	RI
60	CA	CA	EE	EE	CA	CA

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 30. Porcentaje de división de trabajos

TRABAJO PRODUCTIVO	44.44%
TRABAJO CONTRIBUTIVO	37.50%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	18.06%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración Propia

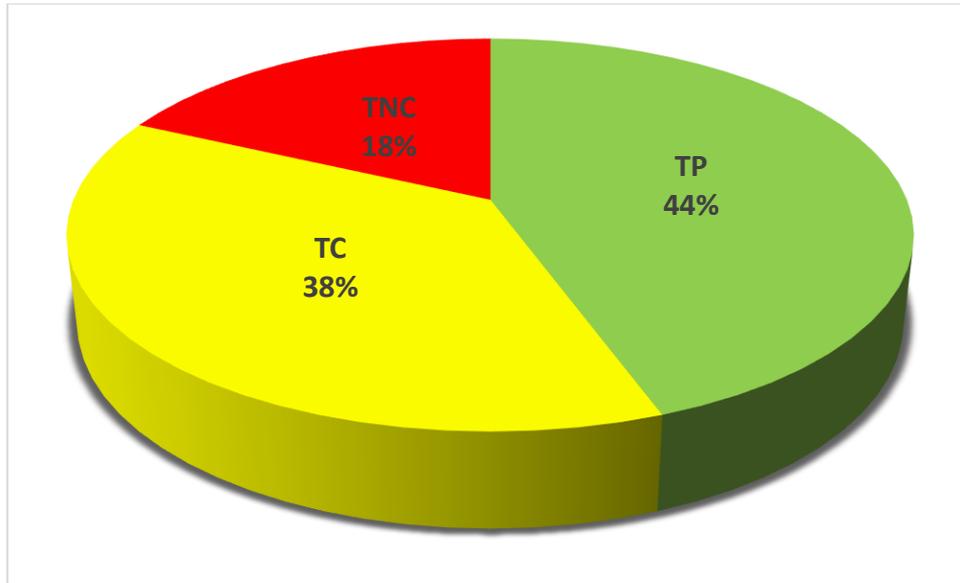


Figura 26. Trabajo distribuido

Se puede denotar en los trabajos de las cuadrillas que se tuvo un total de 44% de Trabajo Productivo, 38% de Trabajo Contributivo y un 18% de trabajo No Contributivo.

Se obtuvo un rendimiento de 240kg/día por parte de las cuadrillas de trabajo, este rendimiento se encuentra en un 4% por debajo del rendimiento programado.

Más adelante se logró calcular de manera genérica los resultados de los trabajos en excavación para cimientos denotados en la muestra n°06.

Tabla 31. Porcentajes analizados y Cuantificación de trabajos

	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	%
CA	17	17	30	30	5	5	104	28.89%
VA	7	7	3	3	4	4	28	7.78%
VR	8	8	2	2	4	4	28	7.78%
HA	4	4	7	7	8	8	38	10.56%
TM	6	4	3	3	0	0	16	4.44%

BH	0	0	0	0	1	1	2	0.56%
RI	15	17	3	2	22	20	79	21.94%
IH	0	0	0	0	0	0	0	0.00%
EE	0	1	10	12	8	11	42	11.67%
TO	3	2	2	1	8	7	23	6.39%
TOTAL							360	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

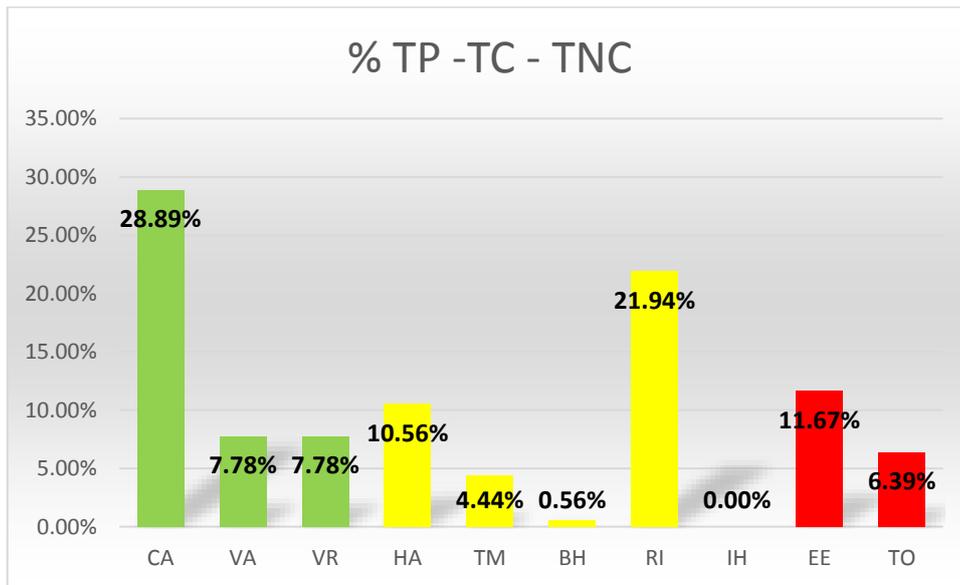


Figura 27. Trabajos realizados en Porcentajes

Se puede observar que en Esperas y en Tiempo de Ocioso en la obra son los que llegan a mostrar mayor porcentaje de trabajos no productivos, el tiempo de ocio debido a que falta campo para poder seguir trabajando esto debido a que los trabajos de excavación hacen retardar por consiguiente el resto de partidas.

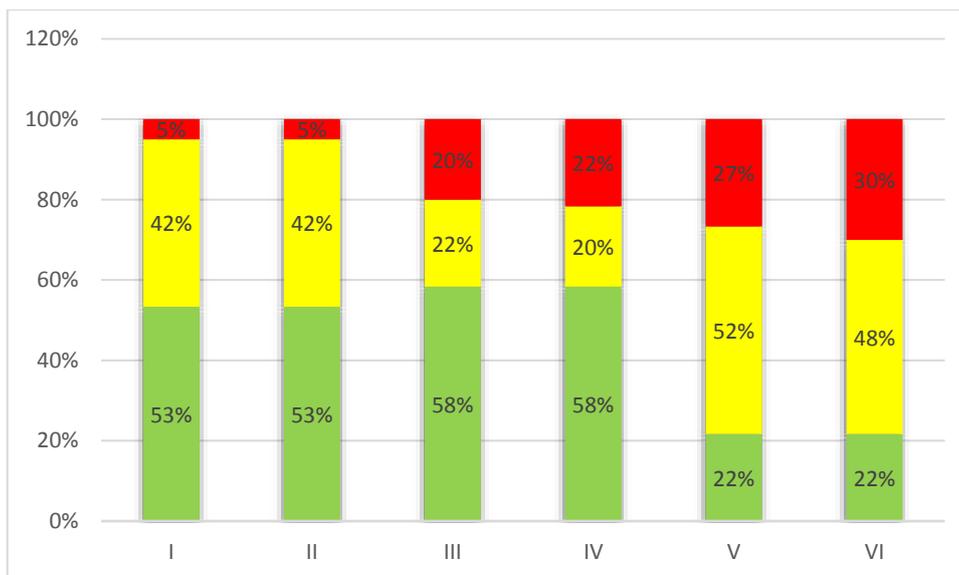


Figura 28. Porcentajes de trabajos distribuidos según cada trabajador.

- Se denota que el trabajador “I” tiene un 53% de trabajos productivos, un 42% de trabajos contributorios y un 5% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “II” tiene un 53% de trabajos productivos, un 42% de trabajos contributorios y un 5% de trabajos no contributorios, lo cual este aporta mas no produce.
- Se denota que el trabajador “III” tiene un 58% de trabajos productivos, un 22% de trabajos contributorios y un 20% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “IV” tiene un 58% de trabajos productivos, un 20% de trabajos contributorios y un 22% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “V” tiene un 22% de trabajos productivos, un 52% de trabajos contributorios y un 27% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “VI” tiene un 22% de trabajos productivos, un 48% de trabajos contributorios y un 30% de trabajos no contributorios, lo cual indica que genera una baja productividad.

Encofrado en Columnas

Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance

A fin de llevar a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributivos, no contributivos y productivos, en la siguiente tabla se muestran la diversidad de actividades para clasificar cada tipo de estos trabajos, con el objetivo de poder reconocer que actividades son las que están contribuyendo a un bajo rendimiento y productividad de la cuadrilla.

Tabla 32. Tipos de trabajo para Encofrado de Columnas

LEYENDA	TIPO DE TRABAJO
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
CP	COLOCACION DE PANELES
NA	NIVEL Y APLOMO DE PANELES
AH	ALINEAMIENTO HORIZONTAL DEL PANEL
TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
BH	BUSQUEDA DE HERRAMIENTAS
RI	RECIBIR/DAR INSTRUCCIONES
HP	HABILITACION DEL PANEL
TM	TOMA DE MEDIDAS
TC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
IH	IR A SERVICIOS HIGIÉNICOS
EE	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO

Fuente: Elaboración Propia

Distribución de la Cuadrilla

Tabla 33. Cuadrilla de obreros

	ACTIVIDAD	NOMBRE	TIPO DE PERSONAL
I	EXCAVACION	GILMER CARRILLO FARFAN	OPERARIO
II	EXCAVACION	MILTON RODRIGUEZ VEGA	OPERARIO
III	EXCAVACION	CESAR QUEVEDO PAZO	OPERARIO
IV	EXCAVACION	ROGER PERICHE PANTA	OFICIAL
V	EXCAVACION	NASARIO RODRIGUEZ FLORES	OFICIAL
VI	EXCAVACION	FRANK LINO TUME	PEON

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la Carta Balance

Teniendo como fecha el 05 de enero del año pasado se llegaron a tomar 60 muestras siendo de un minuto cada una a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributivos, no contributivos y productivos para los trabajos de encofrado para columnas.

Se tiene como muestra los planos del sobrecimiento en los anexos del informe de tesis presente.

Muestra N°07

Tabla 34. Carta Balance de Encofrado en Columnas

MED	I	II	III	IV	V	VI
1	RI	RI	RI	RI	RI	RI
2	HP	HP	HP	HP	RI	RI
3	CP	CP	EE	CP	TO	BH
4	CP	CP	CP	TO	EE	BH
5	CP	CP	EE	CP	BH	EE
6	CP	CP	CP	TO	EE	IH
7	TM	TM	TM	BH	BH	TO
8	RI	RI	RI	TO	EE	EE
9	EE	EE	HP	HP	EE	EE
10	HP	TO	HP	EE	HP	HP
11	TO	CP	CP	HP	HP	HP
12	AH	AH	AH	TO	HP	EE
13	AH	AH	AH	HP	TO	EE
14	CP	CP	EE	CP	TO	BH
15	CP	CP	CP	TO	EE	BH
16	CP	CP	EE	CP	BH	EE
17	CP	CP	CP	TO	EE	IH
18	TO	TO	NA	TM	AH	IH
19	TO	TO	EE	NA	EE	AH
20	CP	CP	NA	EE	AH	EE
21	CP	CP	EE	NA	EE	AH
22	RI	RI	RI	RI	BH	BH
23	TM	TM	TM	BH	HP	BH
24	TM	TM	TM	BH	HP	TO
25	RI	RI	RI	EE	EE	EE
26	EE	EE	HP	HP	EE	TO
27	HP	EE	TO	TO	HP	HP
28	HP	HP	TO	IH	HP	HP
29	EE	EE	EE	IH	HP	EE

30	HP	HP	HP	HP	EE	EE
31	CP	CP	EE	CP	BH	HP
32	CP	CP	CP	TO	IH	HP
33	CP	CP	EE	CP	IH	EE
34	CP	CP	CP	TO	EE	TO
35	TO	TO	NA	TM	AH	TO
36	TO	TO	EE	NA	EE	AH
37	CP	CP	NA	EE	AH	EE
38	CP	CP	EE	NA	EE	AH
39	RI	RI	RI	NA	HP	BH
40	TM	TM	TM	BH	HP	BH
41	CP	CP	TM	BH	HP	TO
42	CP	CP	RI	EE	EE	EE
43	EE	EE	HP	HP	EE	EE
44	HP	EE	TO	HP	HP	HP
45	HP	HP	TO	HP	HP	HP
46	EE	IH	EE	EE	HP	TO
47	HP	IH	HP	NA	HP	EE
48	CP	CP	EE	CP	EE	HP
49	CP	CP	CP	TO	EE	HP
50	CP	CP	EE	CP	TO	EE
51	CP	CP	CP	TO	EE	TO
52	IH	TO	NA	TM	AH	EE
53	IH	TO	EE	NA	EE	AH
54	CP	CP	NA	EE	AH	EE
55	CP	CP	IH	NA	EE	AH
56	RI	RI	IH	NA	BH	HP
57	TM	TM	TM	BH	BH	HP
58	TM	TM	TM	BH	BH	TO
59	RI	RI	RI	EE	EE	EE
60	EE	EE	HP	HP	EE	EE

Fuente: Elaboración Propia

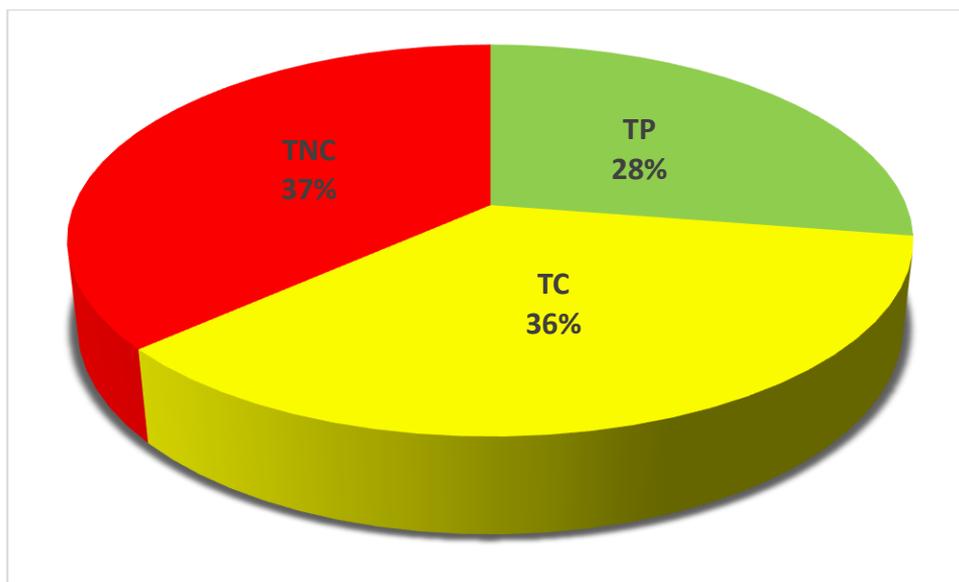


Figura 29. Trabajo distribuido

Se puede denotar en los trabajos de las cuadrillas que se tuvo un total de 28% de Trabajo Productivo, 36% de Trabajo Contributorio y un 37% de trabajo No Contributorio.

Se obtuvo un rendimiento de 11m²/día por parte de las cuadrillas de trabajo, este rendimiento se encuentra en un 17% por debajo del rendimiento programado.

Más adelante se logró calcular de manera genérica los resultados de los trabajos en excavación para cimientos denotados en la muestra n°07.

Tabla 35. Porcentajes analizados y Cuantificación de trabajos

	I	II	III	IV	V	VI	TOTAL	%
CP	24	25	9	8	0	0	66	18.33%
NA	0	0	6	9	0	0	15	4.17%
AH	2	2	2	0	6	6	18	5.00%
BH	0	0	0	7	8	8	23	6.39%
RI	7	7	7	2	2	2	27	7.50%
HP	8	4	8	10	15	12	57	15.83%
TM	6	6	7	3	0	0	22	6.11%
IH	2	2	2	2	2	3	13	3.61%
EE	6	7	15	8	23	20	79	21.94%
TO	5	7	4	11	4	9	40	11.11%
TOTAL							360	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

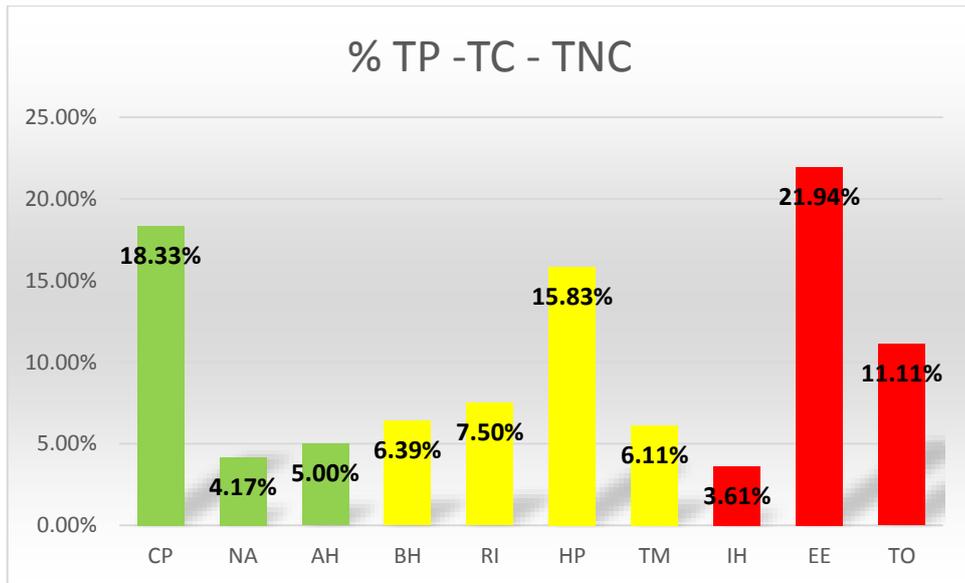


Figura 30. Trabajos realizados en Porcentajes

Se puede observar que en Esperas y en Tiempo de Ocioso en la obra son los que llegan a mostrar mayor porcentaje de trabajos no productivos, el tiempo de ocio debido a que falta campo para poder seguir trabajando esto debido a que los trabajos de excavación hacen retardar por consiguiente el resto de partidas.

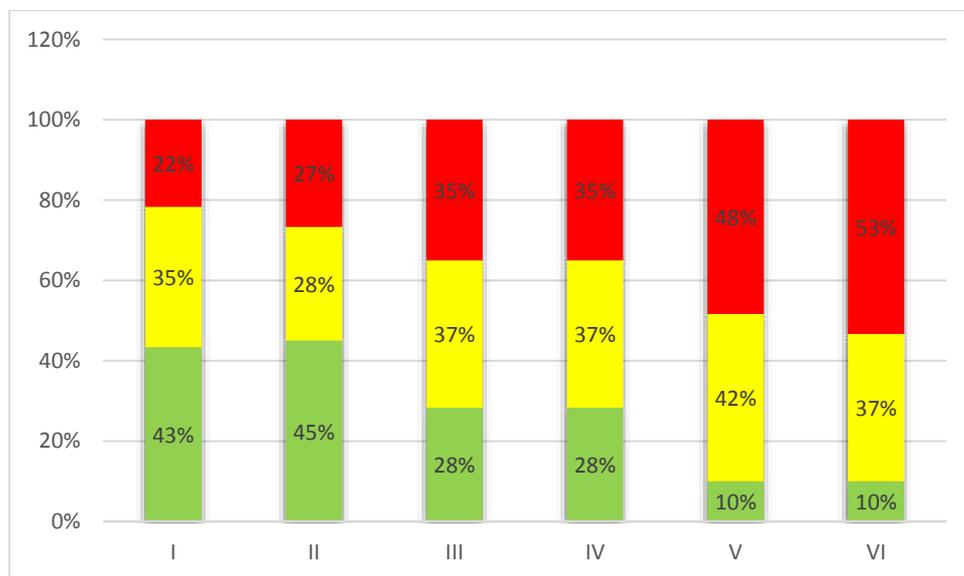


Figura 31. Porcentajes de trabajos distribuidos según cada trabajador.

- Se denota que el trabajador “I” tiene un 43% de trabajos productivos, un 35% de trabajos contributorios y un 22% de trabajos no contributorios, podría lograr mayor productividad si disminuye su porcentaje de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “II” tiene un 45% de trabajos productivos, un 28% de trabajos contributorios y un 27% de trabajos no contributorios, lo cual este aporta mas no produce.
- Se denota que el trabajador “III” tiene un 28% de trabajos productivos, un 37% de trabajos contributorios y un 35% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “IV” tiene un 28% de trabajos productivos, un 37% de trabajos contributorios y un 35% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “V” tiene un 10% de trabajos productivos, un 42% de trabajos contributorios y un 48% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “VI” tiene un 10% de trabajos productivos, un 37% de trabajos contributorios y un 53% de trabajos no contributorios, lo cual indica que genera una baja productividad.

Concreto en Columnas

Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance

A fin de llevar a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributorios, no contributorios y productivos, en la siguiente tabla se muestran la diversidad de actividades para clasificar cada tipo de estos trabajos, con el objetivo de poder reconocer que actividades son las que están contribuyendo a un bajo rendimiento y productividad de la cuadrilla.

Tabla 36. Tipos de trabajo para Concreto en Columnas

LEYENDA	TIPO DE TRABAJO
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
CC	COLOCADO DEL CONCRETO
VC	VIBRADO DEL CONCRETO
TC	TRABAJO CONTRIBUTORIO
PC	PREPARACION DEL CONCRETO
TDC	TRASLADO DEL CONCRETO
TM	TRANSPORTE DE MATERIALES
VNC	VERIFICACION DEL NIVEL DEL CONCRETO
RI	RECIBIR/DAR INSTRUCCIONES
TOM	TOMA DE MEDIDAS
TC	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO
IH	IR A SERVICIOS HIGIÉNICOS
EE	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO

Fuente: Elaboración Propia

Distribución de la Cuadrilla

Tabla 37. Cuadrilla de obreros

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	TOTAL	%
CC	0	0	28	26	0	0	0	0	0	54	10.00%
VC	14	15	0	6	4	0	0	0	0	39	7.22%
PC	12	12	0	0	13	11	12	10	10	80	14.81%
TDC	0	0	0	0	4	16	12	16	12	60	11.11%
TM	0	2	1	1	10	7	10	12	15	58	10.74%
VNC	8	4	9	4	1	1	0	0	0	27	5.00%
RI	4	7	7	6	3	2	2	3	2	36	6.67%
TOM	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5	0.93%
IH	6	0	0	2	1	1	2	1	1	14	2.59%
EE	10	12	10	11	16	15	19	15	18	126	23.33%
TO	5	7	4	3	7	7	3	3	2	41	7.59%
TOTAL										540	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la Carta Balance

Teniendo como fecha el 05 de enero del año pasado se llegaron a tomar 60 muestras siendo de un minuto cada una a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributivos, no contributivos y productivos para los trabajos de concreto para columnas.

Se tiene como muestra los planos del sobrecimiento en los anexos del informe de tesis presente.

Muestra N°08

Tabla 38. Carta Balance de Concreto en Columnas

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	RI	RI							
2	PC	PC	RI	RI	PC	PC	PC	PC	PC
3	PC	PC	RI	RI	PC	PC	PC	PC	PC
4	PC	PC	RI	RI	PC	PC	PC	PC	PC
5	RI	RI	TM	TO	IH	IH	TM	TM	TM
6	IH	TM	EE	EE	TM	TM	TM	TM	TM
7	IH	TM	EE	EE	TM	TM	TM	TM	TM
8	IH	TO	CC	CC	TM	TO	EE	EE	TM
9	IH	RI	CC	CC	TM	TM	TM	TM	TM
10	RI	TO	CC	CC	TO	TM	IH	TM	TM
11	TO	RI	TO	TM	TM	TO	IH	TM	TM
12	PC	PC	CC	CC	TM	TM	PC	TM	TM
13	PC	PC	CC	CC	PC	PC	PC	PC	PC
14	VC	VC	RI	RI	PC	PC	PC	PC	PC
15	VC	VC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
16	TOM	TOM	CC	CC	PC	EE	TDC	EE	TDC
17	EE	EE	CC	CC	VC	EE	TDC	EE	TDC
18	PC	PC	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
19	PC	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
20	VC	VC	CC	CC	TDC	EE	TDC	EE	TDC
21	VC	VC	VNC	VNC	TDC	EE	TDC	EE	TDC
22	EE	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
23	EE	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
24	EE	EE	CC	VC	VC	EE	TDC	EE	TDC
25	VC	VC	CC	CC	TDC	EE	TDC	EE	TDC
26	VC	VC	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
27	VNC	EE	VNC	VNC	EE	TDC	EE	TDC	EE
28	PC	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
29	PC	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
30	TO	TO	CC	CC	TO	TDC	EE	TDC	EE
31	VNC	VNC	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
32	EE	TO	CC	CC	TO	EE	EE	TO	TO
33	TO	EE	CC	CC	TM	TM	EE	EE	EE
34	VC	VC	VNC	VC	TM	TO	TM	TM	TM
35	VC	VC	TO	IH	TM	EE	TM	TM	TM
36	VC	VC	TO	VC	EE	VNC	TM	TM	TM
37	VNC	VNC	VNC	TO	EE	TO	TM	TM	TM
38	RI	IH							

39	PC	PC	TO	TO	PC	PC	PC	RI	RI
40	PC	PC	EE	EE	PC	EE	TDC	EE	TDC
41	EE	EE	TOM	TOM	TO	EE	TDC	EE	TDC
42	TO	TO	CC	CC	VC	TDC	EE	TDC	EE
43	EE	EE	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
44	VNC	VNC	EE	EE	TO	EE	TDC	EE	TDC
45	VNC	TO	VNC	VNC	TOM	EE	TDC	EE	TDC
46	VC	VC	CC	CC	EE	TDC	EE	TDC	EE
47	VC	VC	CC	CC	TO	TDC	EE	TDC	EE
48	VC	VC	CC	VC	EE	EE	TDC	EE	TDC
49	VNC	EE	VNC	EE	VNC	EE	TDC	EE	TDC
50	EE	VNC	CC	CC	TO	TDC	EE	TDC	EE
51	VNC	EE	CC	CC	VC	TDC	EE	TDC	EE
52	EE	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
53	PC	PC	EE	EE	PC	PC	PC	PC	PC
54	TO	EE	EE	EE	EE	TDC	EE	TDC	EE
55	IH	TO	VNC	VNC	EE	TDC	EE	TDC	EE
56	EE	RI	CC	CC	TDC	EE	TO	IH	TO
57	VC	VC	CC	CC	EE	TO	TO	EE	EE
58	VNC	VC	VNC	VC	RI	TM	TM	TM	TM
59	IH	RI	RI	IH	TM	TO	TO	TO	TM
60	VC	VC	VNC	VC	EE	TO	TM	TO	TM

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39. Porcentaje de división de trabajos

TRABAJOPRODUCTIVO	13.89%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	51.30%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	34.81%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración Propia

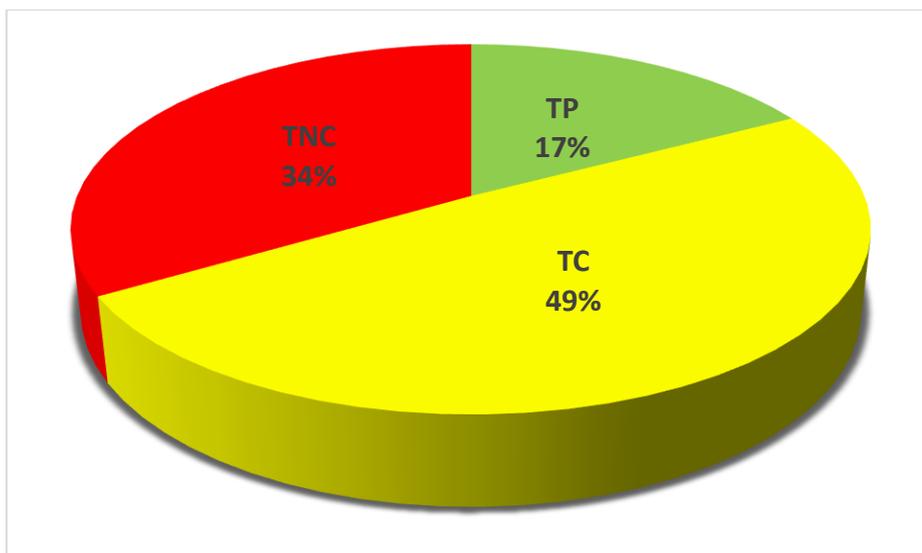


Figura 32. Trabajo distribuido

Se puede denotar en los trabajos de las cuadrillas que se tuvo un total de 17% de Trabajo Productivo, 49% de Trabajo Contributorio y un 34% de trabajo No Contributorio.

Se obtuvo un rendimiento de 10m²/día por parte de las cuadrillas de trabajo, este rendimiento se encuentra en un 33% por debajo del rendimiento programado.

Más adelante se logró calcular de manera genérica los resultados de los trabajos en excavación para cimientos denotados en la muestra n°08.

Tabla 40. Porcentajes analizados y Cuantificación de trabajos

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	TOTAL	%
CC	0	0	28	26	0	0	0	0	0	54	10.00%
VC	14	15	0	6	4	0	0	0	0	39	7.22%
PC	12	12	0	0	13	11	12	10	10	80	14.81%
TDC	0	0	0	0	4	16	12	16	12	60	11.11%
TM	0	2	1	1	10	7	10	12	15	58	10.74%
VNC	8	4	9	4	1	1	0	0	0	27	5.00%
RI	4	7	7	6	3	2	2	3	2	36	6.67%
TOM	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5	0.93%
IH	6	0	0	2	1	1	2	1	1	14	2.59%
EE	10	12	10	11	16	15	19	15	18	126	23.33%
TO	5	7	4	3	7	7	3	3	2	41	7.59%
TOTAL										540	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

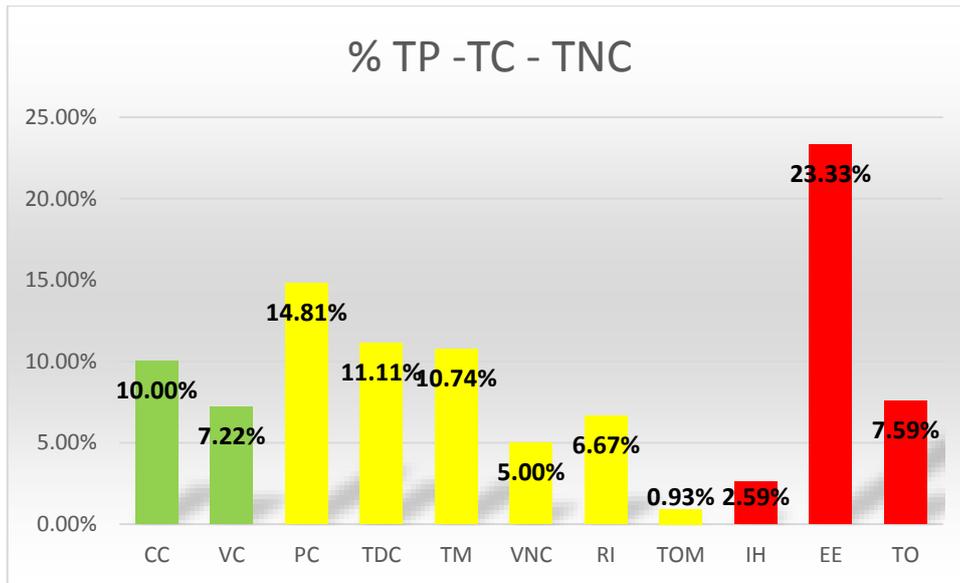


Figura 33. Trabajos realizados en Porcentajes

Se puede observar que en Esperas y en Tiempo de Ocioso en la obra son los que llegan a mostrar mayor porcentaje de trabajos no productivos, el tiempo de ocio debido a que falta de cemento y de agua, que no se puede conseguir en el páramo donde se ejecuta la obra, y del pueblo más cercano solo se puede obtener 3m³ de agua por lo que es casi imposible conseguir el vaciado de todos los elementos estructurales no solo las columnas.

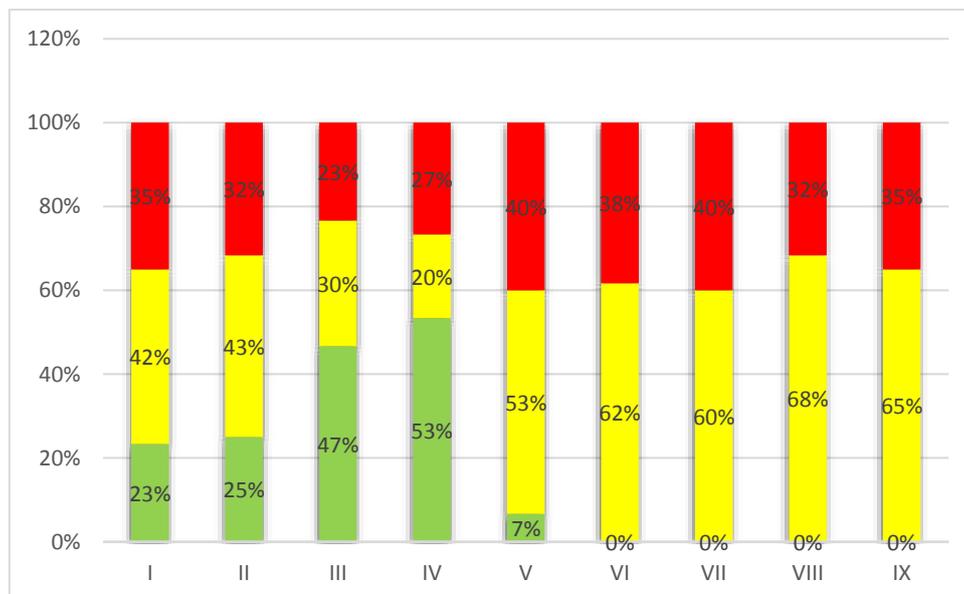


Figura 34. Porcentajes de trabajos distribuidos según cada trabajador.

- Se denota que el trabajador “I” tiene un 23% de trabajos productivos, un 42% de trabajos contributorios y un 35% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “II” tiene un 25% de trabajos productivos, un 43% de trabajos contributorios y un 32% de trabajos no contributorios, lo cual este aporta mas no produce.
- Se denota que el trabajador “III” tiene un 47% de trabajos productivos, un 30% de trabajos contributorios y un 23% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos contributorios.
- Se denota que el trabajador “IV” tiene un 53% de trabajos productivos, un 20% de trabajos contributorios y un 27% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “V” tiene un 7% de trabajos productivos, un 53% de trabajos contributorios y un 40% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “VI” tiene un 0% de trabajos productivos, un 62% de trabajos contributorios y un 38% de trabajos no contributorios, lo cual indica que genera una baja productividad.
- Se denota que el trabajador “VII” tiene un 0% de trabajos productivos, un 60% de trabajos contributorios y un 40% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “VIII” tiene un 0% de trabajos productivos, un 68% de trabajos contributorios y un 32% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “IX” tiene un 0% de trabajos productivos, un 65% de trabajos contributorios y un 35% de trabajos no contributorios.

Asentado de Ladrillo

Inspección y Análisis de los trabajos para la Carta Balance

A fin de llevar a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributivos, no contributivos y productivos, en la siguiente tabla se muestran la diversidad de actividades para clasificar cada tipo de estos trabajos, con el objetivo de poder reconocer que actividades son las que están contribuyendo a un bajo rendimiento y productividad de la cuadrilla.

Tabla 41. Tipos de trabajo para Asentado de Ladrillo

LEYENDA	TIPO DE TRABAJO
TP	TRABAJO PRODUCTIVO
AL	ASENTADO DE LADRILLO
CJ	COLOCACION DE JUNTAS
AP	ALINEAMIENTO Y PLOMADA
TC	TRABAJO CONTRIBUTIVO
EM	ELABORACION DE MEZCLA
RL	REGADO DE LADRILLO
TM	TRASLADO DEL MATERIAL
AA	ARMADO DE ANDAMIO
RI	RECIBIR/DAR INSTRUCCIONES
TC	TRABAJO NO CONTRIBUTIVO
CH	CHARLAS
EE	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO

Fuente: Elaboración Propia

Distribución de la Cuadrilla

Tabla 42. Cuadrilla de obreros

	I	II	III	IV	V	TOTAL	%
AL	10	9	0	0	0	19	6.33%
CJ	8	8	0	0	0	16	5.33%
AP	10	12	0	0	0	22	7.33%
EM	0	0	20	17	0	37	12.33%
RL	0	0	0	0	12	12	4.00%
TM	0	0	12	13	23	48	16.00%
AA	0	0	4	4	0	8	2.67%
RI	5	6	5	6	2	24	8.00%
CH	5	5	5	5	5	25	8.33%

EE	17	15	13	12	9	66	22.00%
TO	5	5	1	3	9	23	7.67%
TOTAL						300	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Resultados de la Carta Balance

Teniendo como fecha el 05 de enero del año pasado se llegaron a tomar 60 muestras siendo de un minuto cada una a cabo los procedimientos para lograr los análisis esperados con la herramienta del Lean Construction en este caso Carta Balance con el propósito de organizarlos y tipificarlos como trabajos contributivos, no contributivos y productivos para los trabajos de asentado de ladrillo.

Se tiene como muestra los planos del sobrecimiento en los anexos del informe de tesis presente.

Muestra N°09

MED	I	II	III	IV	V
1	CH	CH	CH	CH	CH
2	CH	CH	CH	CH	CH
3	CH	CH	CH	CH	CH
4	CH	CH	CH	CH	CH
5	CH	CH	CH	CH	CH
6	RI	RI	RI	RI	RI
7	RI	RI	RI	RI	RI
8	RI	RI	TM	TO	TM
9	RI	RI	TM	TM	TM
10	RI	RI	AA	AA	TM
11	TO	RI	AA	AA	TM
12	EE	EE	AA	AA	TO
13	EE	EE	AA	AA	EE
14	AL	AL	RI	RI	TM
15	AL	TO	EM	EM	TM
16	AP	AP	EM	EM	TM
17	AP	AP	EM	EM	TM
18	AP	AP	EE	EE	TO
19	EE	TO	EE	EE	TO
20	CJ	CJ	TM	TM	RL
21	CJ	CJ	TM	TM	RL
22	EE	EE	TM	TM	EE
23	TO	TO	TO	EM	EE
24	EE	EE	EM	EM	RL
25	AL	AL	RI	RI	TM
26	AL	AL	EM	EE	TM
27	EE	AP	EM	EM	TM
28	EE	AP	EM	EM	TM
29	AP	AP	EE	EE	TO
30	EE	EE	EE	EE	TO
31	CJ	CJ	TM	TM	RL
32	CJ	CJ	TM	TM	RL
33	EE	EE	TM	TM	EE

34	TO	TO	EM	EM	EE
35	EE	EE	EM	EM	RL
36	AL	AL	EE	RI	TM
37	AL	AL	EM	EE	TM
38	AP	EE	EM	EM	TM
39	AP	AP	EM	EM	TM
40	AP	AP	EE	EE	TO
41	EE	EE	EE	EE	TO
42	CJ	CJ	TM	TM	RL
43	CJ	CJ	EE	TM	RL
44	EE	TO	TM	TM	EE
45	TO	EE	EM	TO	EE
46	TO	EE	EM	TO	RL
47	AL	AL	RI	RI	TM
48	AL	AL	EE	EE	TM
49	EE	AP	EM	EM	TM
50	AP	AP	EM	EM	TM
51	AP	AP	EE	EE	TO
52	EE	EE	EE	EE	TO
53	CJ	CJ	EE	TM	RL
54	CJ	CJ	TM	TM	RL
55	EE	EE	TM	TM	EE
56	EE	EE	EM	EM	EE
57	EE	EE	EM	EM	RL
58	AL	AL	EE	EE	TM
59	AL	AL	EM	EM	TM
60	AP	AP	EM	EM	TM

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43. Porcentaje de división de trabajos

TRABAJO PRODUCTIVO	19.00%
TRABAJO CONTRIBUTIVO	43.00%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	38.00%
TOTAL	100%

Fuente: Elaboración Propia

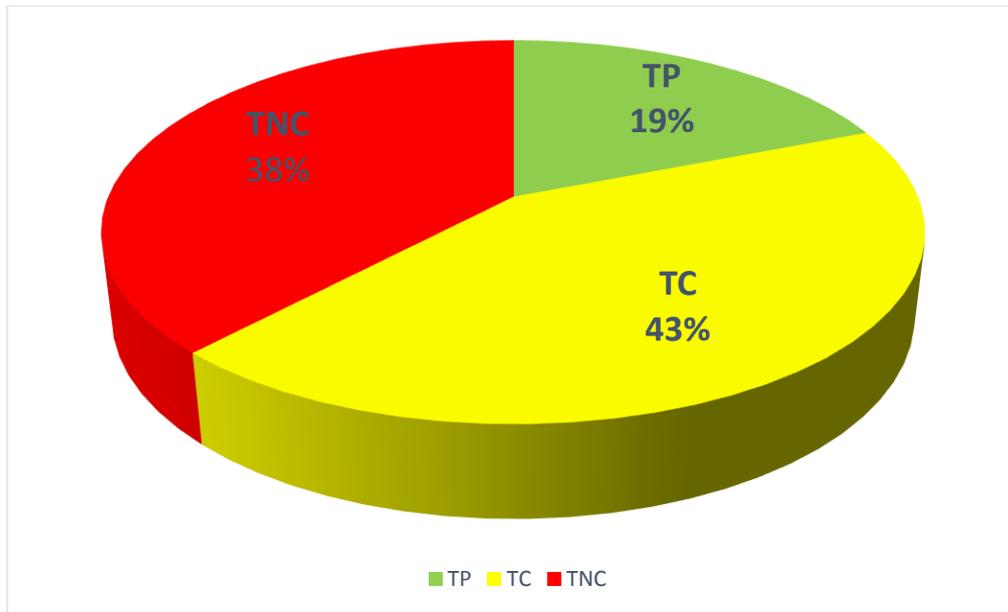


Figura 35. Trabajo distribuido

Se puede denotar en los trabajos de las cuadrillas que se tuvo un total de 19% de Trabajo Productivo, 43% de Trabajo Contributorio y un 38% de trabajo No Contributorio.

Se obtuvo un rendimiento de 10m²/día por parte de las cuadrillas de trabajo, este rendimiento se encuentra en un 33% por debajo del rendimiento programado.

Tabla 44. Porcentajes analizados y Cuantificación de trabajos

	I	II	III	IV	V	TOTAL	%
AL	10	9	0	0	0	19	6.33%
CJ	8	8	0	0	0	16	5.33%
AP	10	12	0	0	0	22	7.33%
EM	0	0	20	17	0	37	12.33%
RL	0	0	0	0	12	12	4.00%
TM	0	0	12	13	23	48	16.00%
AA	0	0	4	4	0	8	2.67%
RI	5	6	5	6	2	24	8.00%
CH	5	5	5	5	5	25	8.33%
EE	17	15	13	12	9	66	22.00%
TO	5	5	1	3	9	23	7.67%
TOTAL						300	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

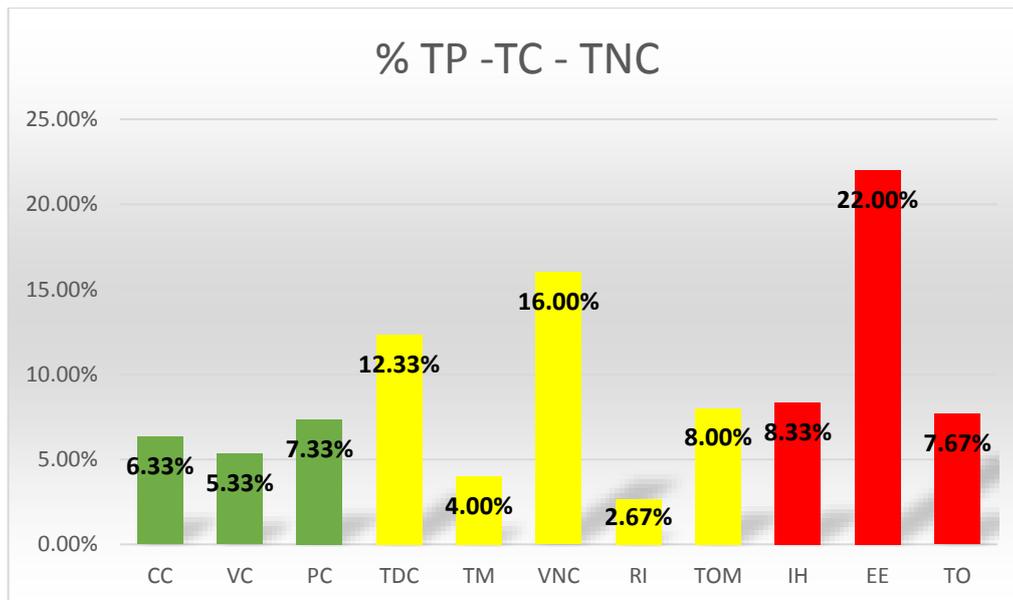


Figura 36. Trabajos realizados en Porcentajes

Se puede observar que en Esperas y en Tiempo de Ocio en la obra son los que llegan a mostrar mayor porcentaje de trabajos no productivos, el tiempo de ocio debido a que falta de cemento y de agua, que no se puede conseguir en el páramo donde se ejecuta la obra, y del pueblo más cercano solo se puede obtener 3m³ de agua por lo que es casi imposible conseguir el vaciado de todos los elementos estructurales no solo las columnas.

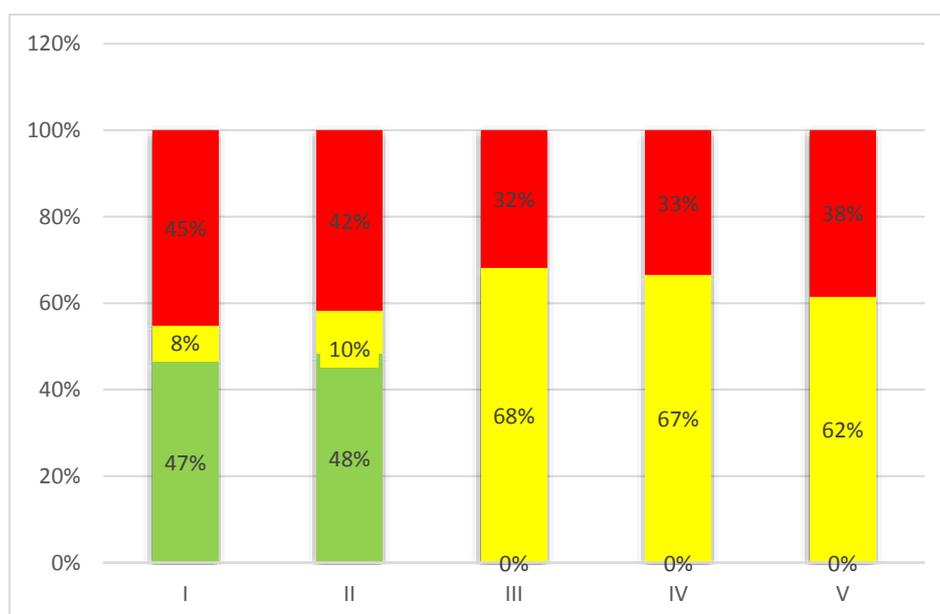


Figura 37. Porcentajes de trabajos distribuidos según cada trabajador.

- Se denota que el trabajador “I” tiene un 47% de trabajos productivos, un 8% de trabajos contributorios y un 45% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos productivos.
- Se denota que el trabajador “II” tiene un 48% de trabajos productivos, un 10% de trabajos contributorios y un 42% de trabajos no contributorios, lo cual indica un elevado porcentaje de trabajos productivos.
- Se denota que el trabajador “III” tiene un 0% de trabajos productivos, un 68% de trabajos contributorios y un 32% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “IV” tiene un 0% de trabajos productivos, un 67% de trabajos contributorios y un 33% de trabajos no contributorios.
- Se denota que el trabajador “V” tiene un 0% de trabajos productivos, un 62% de trabajos contributorios y un 38% de trabajos no contributorios.

Análisis de restricciones

El análisis de restricciones identifica los posibles retrasos que impiden ejecutar una actividad con normalidad. Por ello, se definen las tareas en la planificación maestra, una vez definidas se tiene que proceder a un análisis de restricciones, en el cual identificaremos los retrasos que se presentarían al ejecutar las tareas programadas. Es necesario realizar una planificación maestra más a detalle, para así poder definir por tarea los posibles retrasos que se generan.

Para obtener un mejor control en el flujo de trabajo, se tiene que coordinar con todos los elementos necesarios para llevar a cabo todas las actividades planificadas. La coordinación para la ejecución de las futuras actividades se le conoce como liberación de restricciones.

Generalmente las restricciones son ocasionadas por los siguientes elementos:

Diseño: esta restricción nos hace referencia a la variación que puede tener una actividad con respecto al expediente técnico, planos del proyecto o por alcance del proyecto.

Prerrequisito: este tipo de restricción nos hace referencia a los trabajos preliminares que se requieren para seguir con la otra actividad.

Materiales: esta restricción se presenta mucho en las obras, ya que los materiales es elemento indispensable para el avance la obra.

Mano de obra: al realizar la planificación de una obra, podemos identificar la cantidad de cuadrillas que se requiere para ejecutar todas las actividades y también el equilibrio entre carga y capacidad, pudiendo obtener fechas definidas. De acuerdo a esto podemos incrementar o disminuir la mano de obra.

Equipos: es importante que el área de equipos controle el tiempo de alquiler, movilización, compra o reparación de máquinas. Para poder identificar si la restricción que tenemos es propia o externa y tomar las medidas respectivas, teniendo así la libración de esta restricción.

Calidad: esta restricción se basa mucho en los procesos constructivos que se llevan en obra por parte de la empresa constructora. Ya que si no se tiene un personal calificado para su correcto procedimiento de la actividad se presenta como restricción.

Otras: este tipo de restricción es especial, ya que agrupa todo tipo de permisos, inspecciones o requerimientos que necesite la empresa para la ejecución de las actividades.

Tomando en cuenta los tipos de restricciones anterior mente mencionados, podemos identificar los siguientes dentro de nuestras actividades a ejecutar:

- Trazo y Replanteo: ociosidad presentada por la mano calificada.
- Excavación de zanjas: estudio de suelo erróneo presentado en el expediente técnico, se presentó en el área de trabajo piedra caliza.
- Eliminación de material excedente: se identificó la restricción de prerrequisito ya que no había avance en la partida de excavaciones.
- Cimiento corrido de concreto ciclópeo: se identificó la restricción de materiales, ya que no se encontraba en obra el cemento y agua para construcción.

- Acero para sobrecimientos: se presentó la restricción de materiales, no se encontraban materiales en obra.
- Encofrado y desencofrado de sobrecimiento: se presentó la restricción de mano de obra, bajo rendimiento laboral.
- Concreto para sobrecimientos: se identificó la restricción de materiales, ya que no se encontraba en obra el cemento y agua para construcción.
- Acero para columnas: se presentó la restricción de mano de obra y calidad, bajo rendimiento y trabajos rehechos.
- Encofrado y desencofrado de columnas: se presentó la restricción de mano de obra y calidad, bajo rendimiento y trabajos rehechos.
- Concreto para columnas: se presentó la restricción de mano de obra y calidad, bajo rendimiento y trabajos rehechos.

Diagrama de flujo

Se produjo un retraso en la ejecución de partidas debido a un mal proceso constructivo que fue identificado en los trenes de trabajo.

Se implementa esta herramienta denominada Diagrama de Flujo, ésta es del Lean Construction que logra la realización de los trabajos a través de controles de calidad y procesos constructivos.

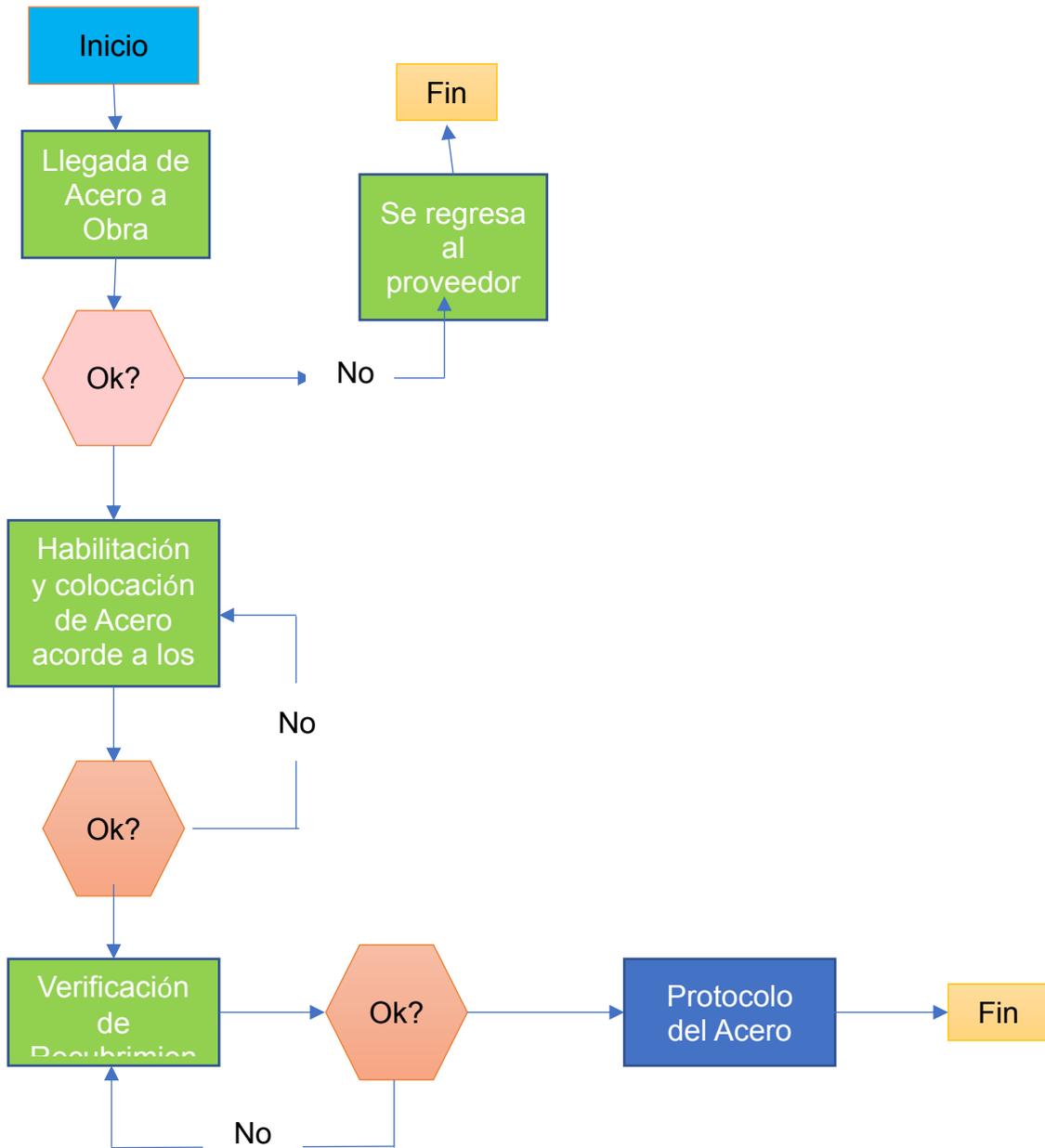


Figura 38. Diagrama de Flujo para el Acero

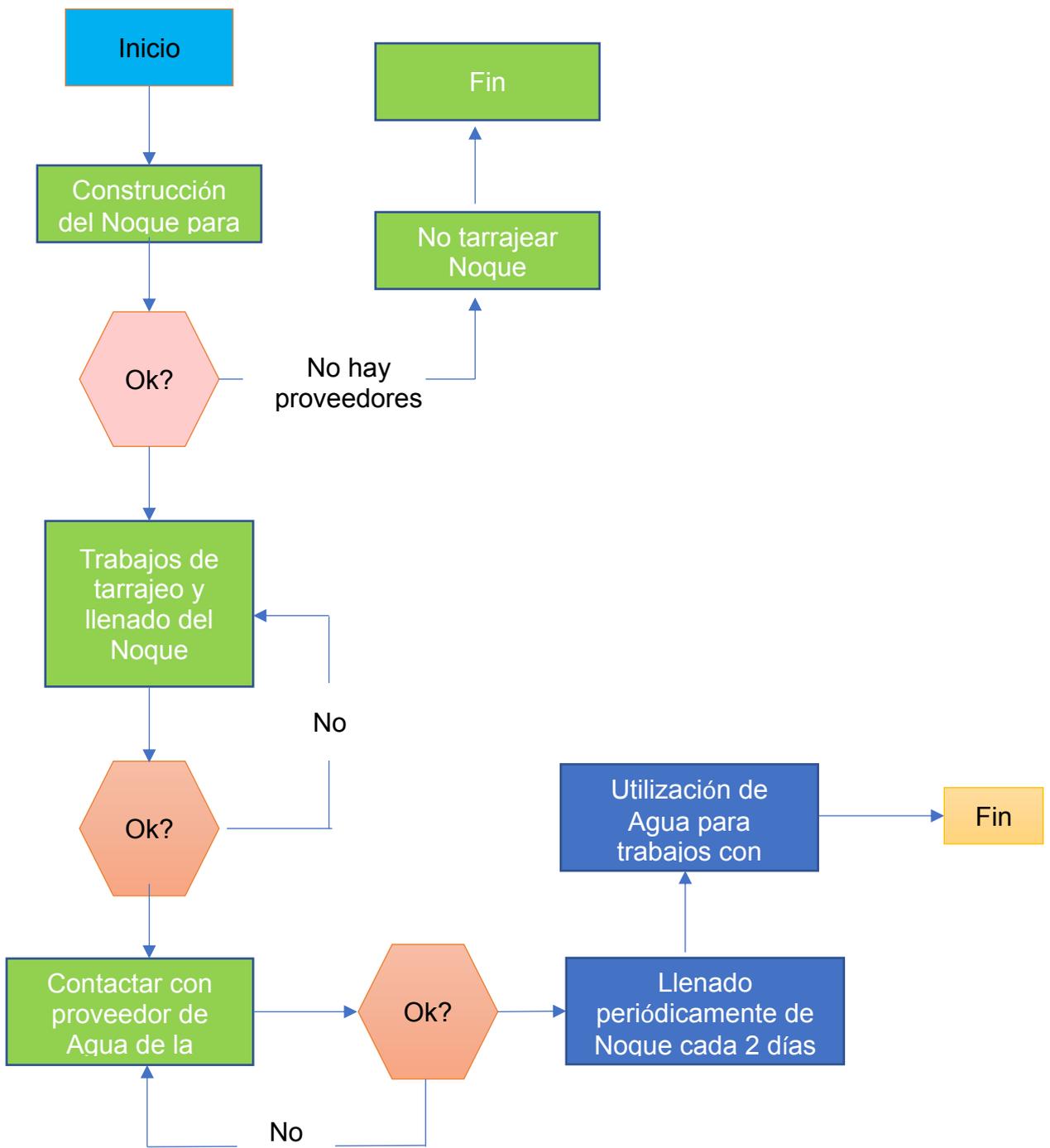


Figura 39. Diagrama de Flujo del Agua para construcción

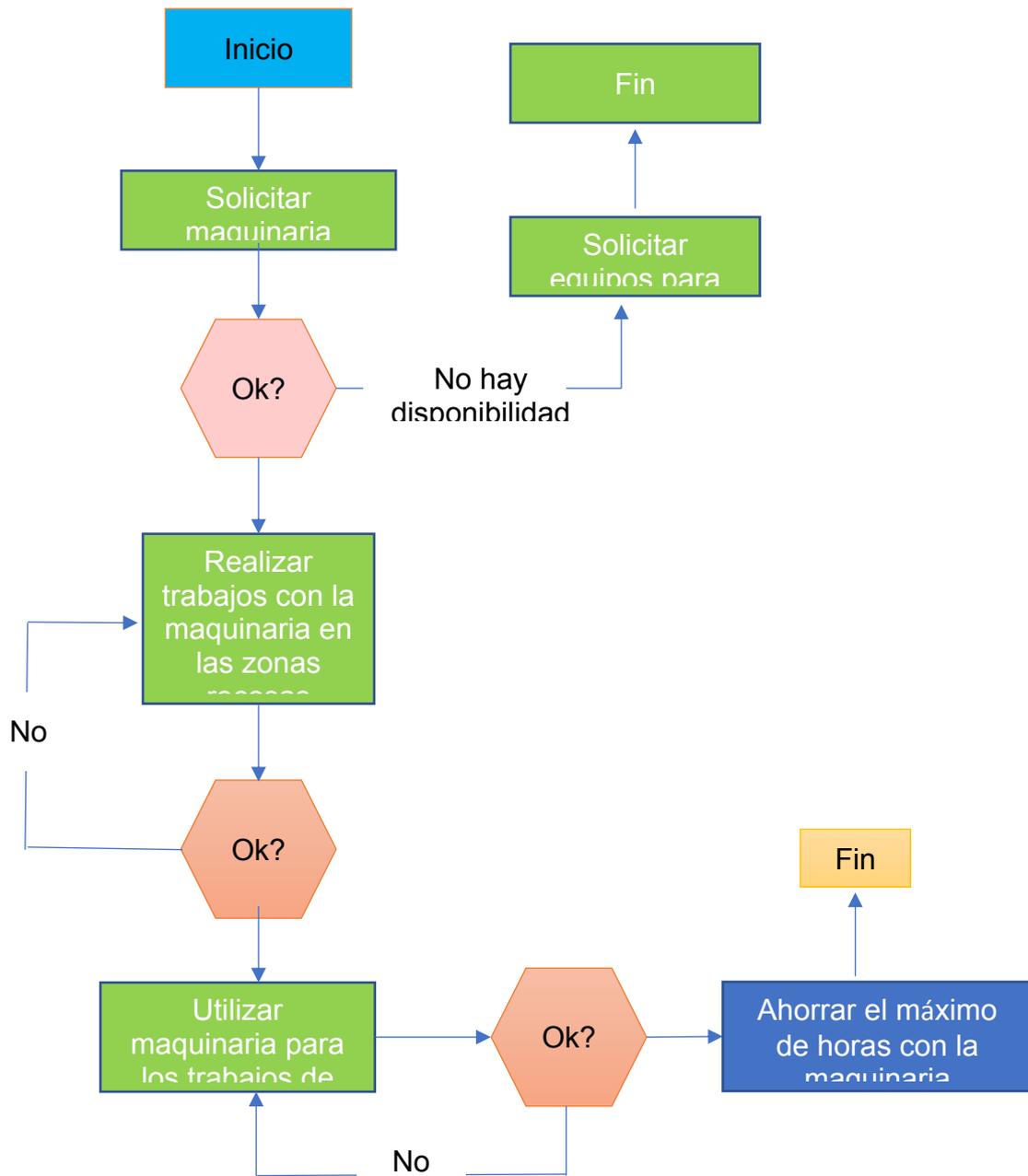


Figura 40. Diagrama de Flujo de Maquinaria

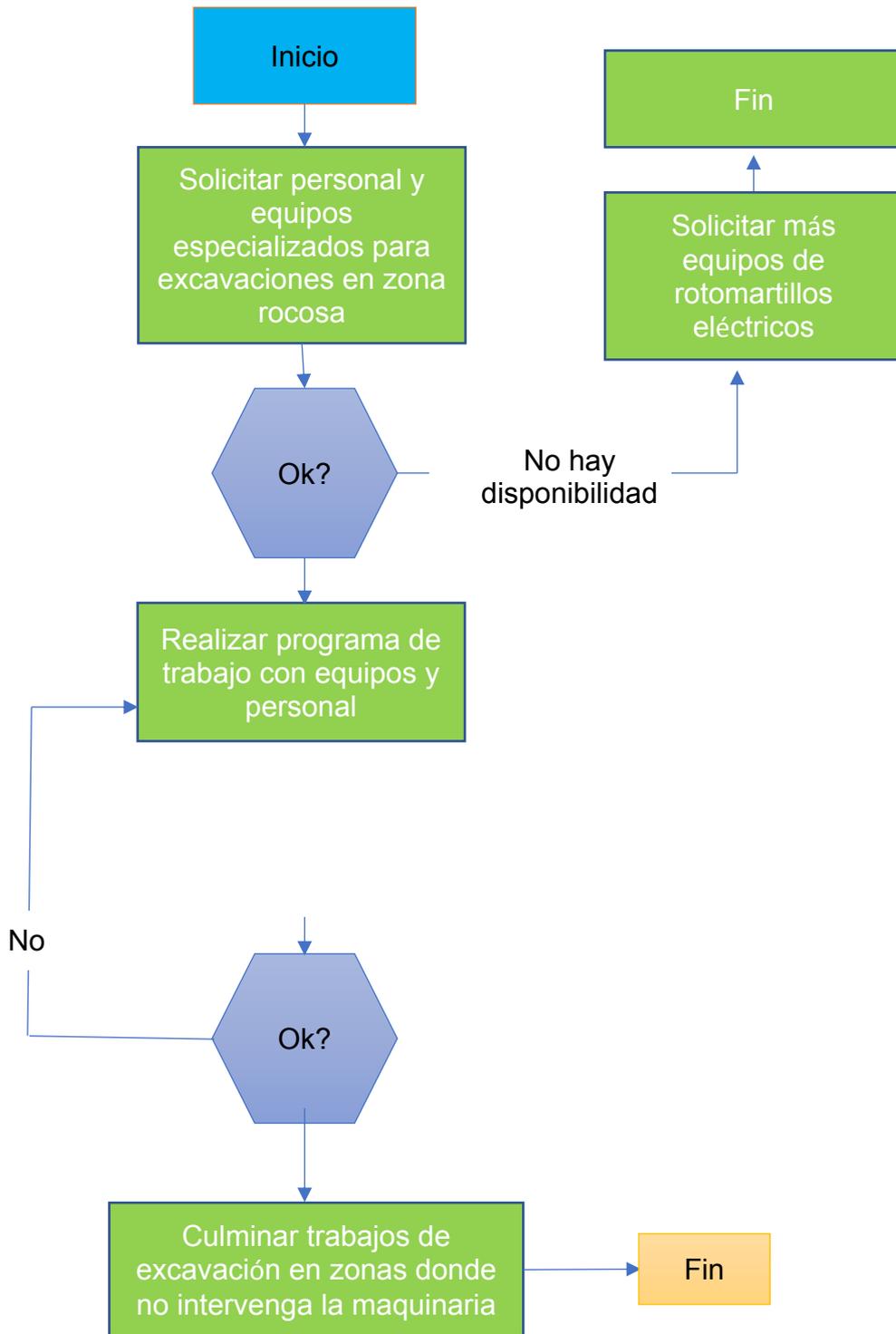


Figura 41. Diagrama de Flujo de Equipos y Personal para Excavación

Diagrama de Ishikawa

Se pudo determinar los problemas principales que dañifican la productividad de la obra, a través de un análisis ejecutado en campo, para así analizar y poder definir de modo objetivo y de manera secuencial se pudo establecer el efecto que origina este problema y las probables causas que fueron propuestas bajo el orden de la seis M.

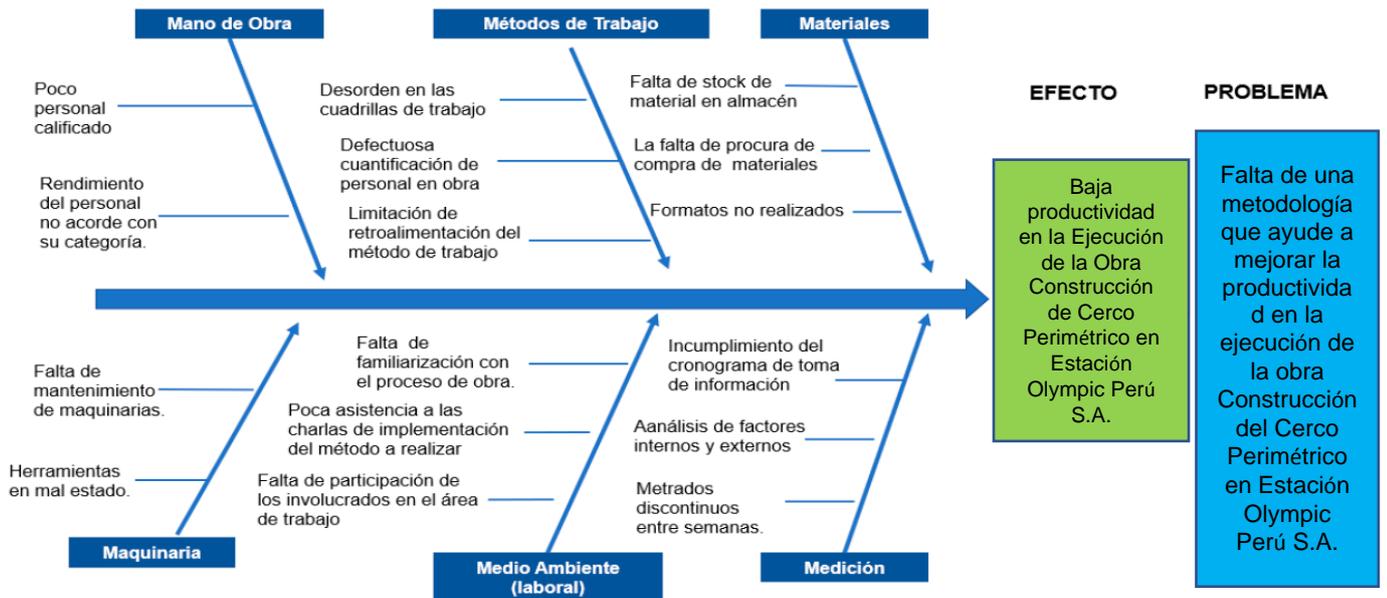


Figura 42. Causas que producen baja productividad

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Resultados de la Aplicación de la Carta Balance en Obra

Concluidos la aplicación de las medidas a cada una de las partidas con déficit de productividad, se pasó a recoger los datos obtenidos en campo de las cuantificaciones de la planilla para poder medir la productividad en este nuevo punto y se obtiene como resultado lo siguiente:

a) Resultado de Excavaciones de Zanjas para cimientos

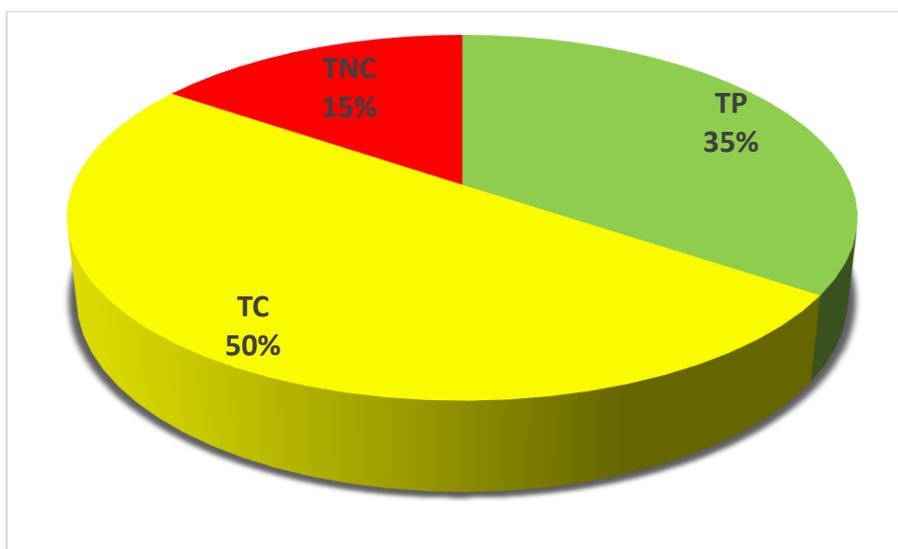


Figura 43. Distribución de porcentaje de trabajo por partida.

Tabla 45. RESULTADOS DE EXCAVACIONES DE ZANJAS PARA CIMIENTO

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	26%	35%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	37%	50%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	37%	15%

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados obtenidos observamos una mejora con respecto al trabajo productivo que aumento en un 11 %, el trabajo contributorio aumento en un 13% y el trabajo no contributorio disminuyo en un 22%.

b) Resultado de Cimiento Corrido Concreto Ciclópeo

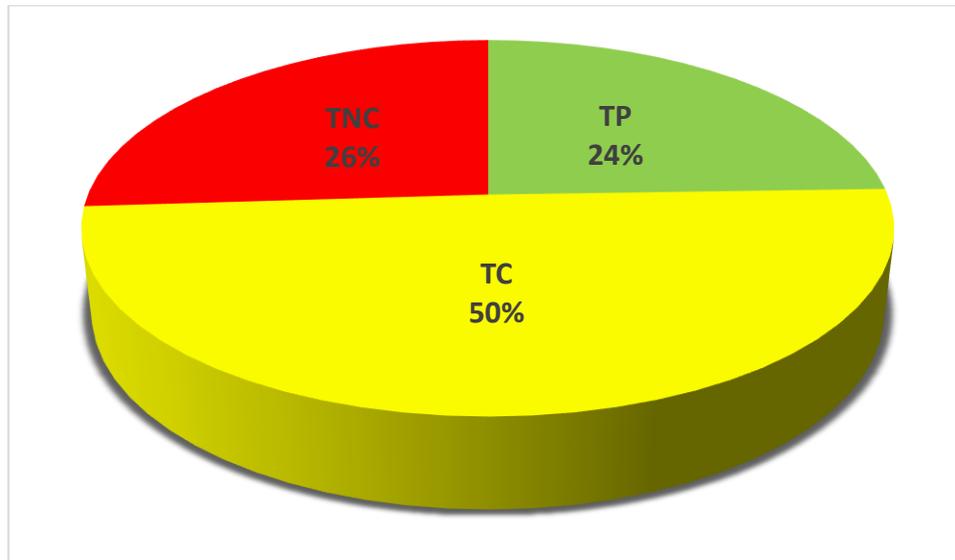


Figura 44. Distribución de porcentaje de trabajo por partida.

Tabla 46. RESULTADOS DE CIMIENTO CORRIDO CONCRETO CICLOPEO

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	9%	24%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	54%	50%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	37%	26%

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados obtenidos observamos una mejora con respecto al trabajo productivo que aumento en un 13%, el trabajo contributorio disminuyo en un 4% y el trabajo no contributorio disminuyo a un 11%.

c) Resultado de Acero FY=4200kg/cm2 – Sobrecimientos

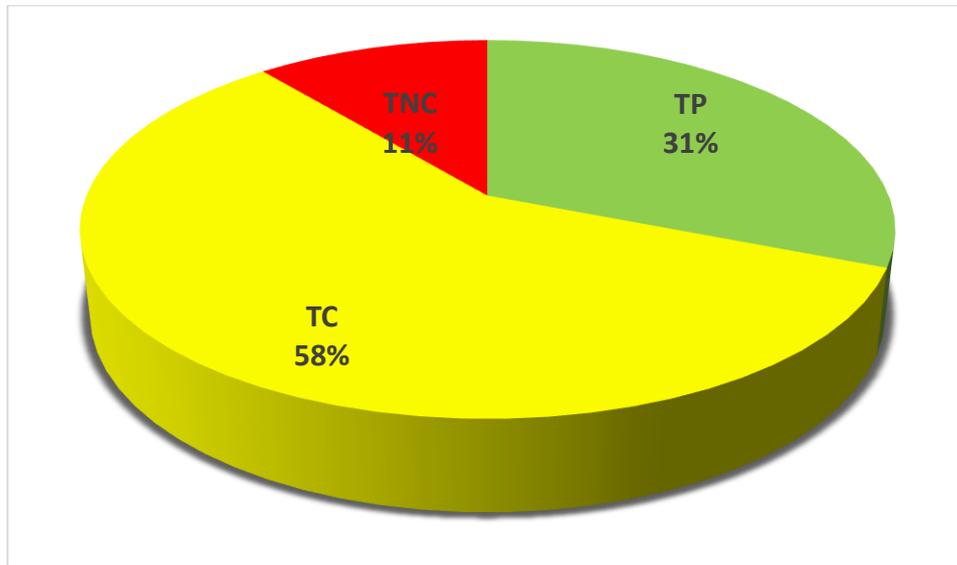


Figura 45. Distribución de porcentaje de trabajo por partida.

Tabla 47. RESULTADOS DE ACERO PARA SOBRECIMENTOS

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	12%	31%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	59%	58%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	29%	11%

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados obtenidos observamos una mejora con respecto al trabajo productivo que aumento en un 19%, el trabajo contributorio disminuyo en un 1% y el trabajo no contributorio disminuyo en un 18%.

d) Resultado de Encofrado y desencofrados – Sobrecimientos

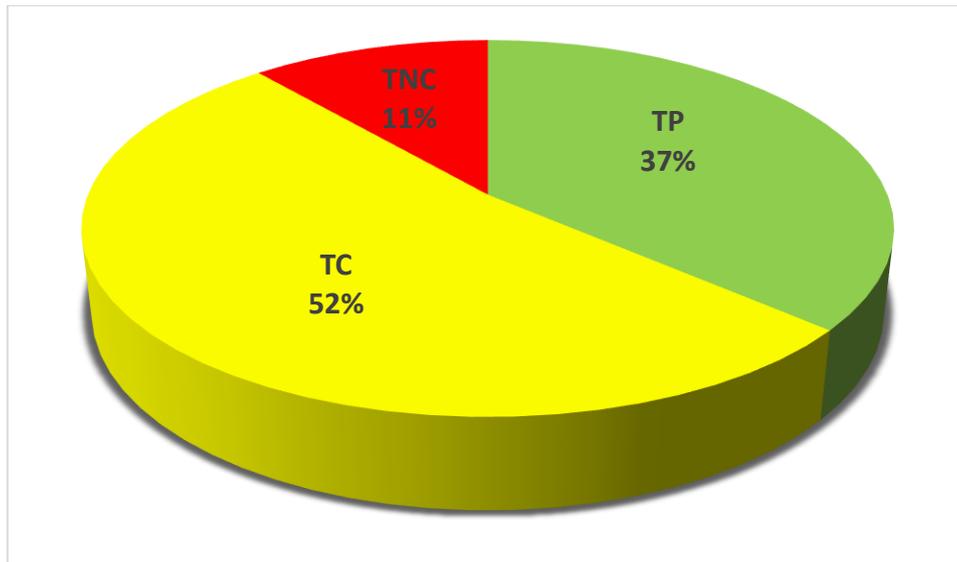


Figura 46. Distribución de porcentaje de trabajo por partida.

Tabla 48. RESULTADOS DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN SOBRECIMIENTO

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	20%	37%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	45%	52%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	35%	11%

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados obtenidos observamos una mejora con respecto al trabajo productivo que aumento en un 17%, el trabajo Contributorio aumento en un 7% y el trabajo no contributorio disminuyo a un 24%.

e) Resultado de Concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ – Sobrecimientos

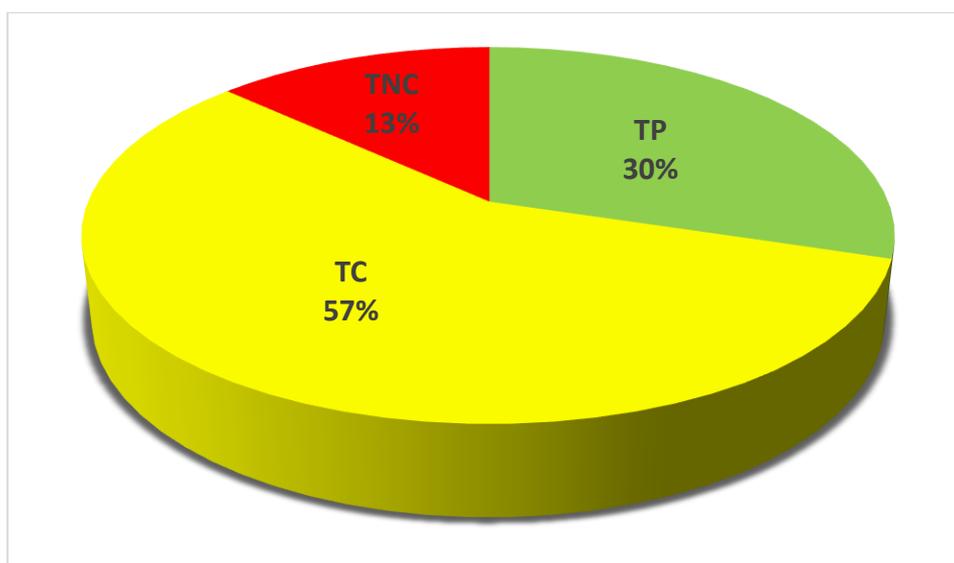


Figura 47. Distribución de porcentaje de trabajo por partida.

Tabla 49. RESULTADO DE CONCRETO PARA SOBRECIMIENTO

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	14%	30%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	51%	57%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	35%	13%

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados obtenidos observamos una mejora con respecto al trabajo productivo que aumento en un 16%, el trabajo contributorio aumento en un 6% y el trabajo no contributorio disminuyo en un 22%.

f) Resultado de Acero $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ – Columnas

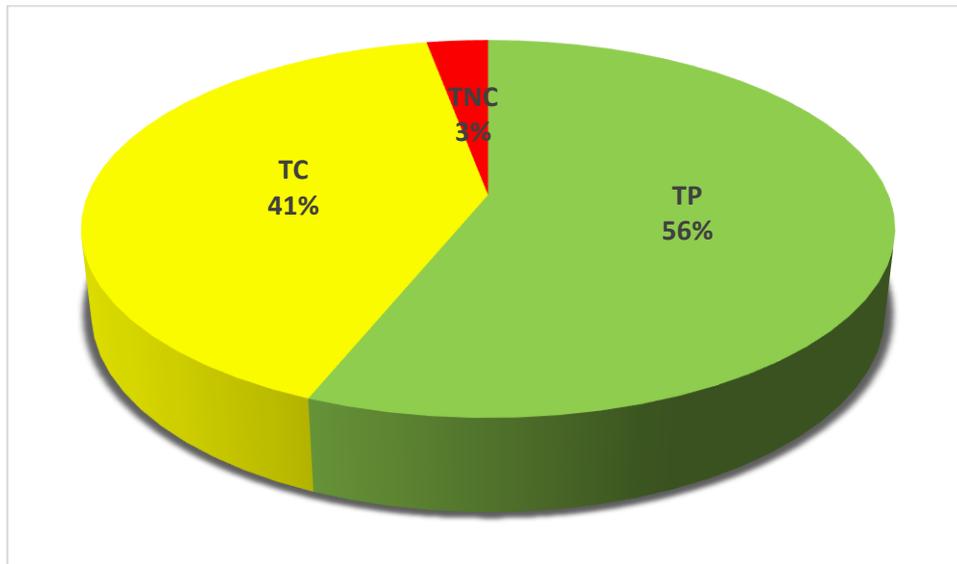


Figura 48. Distribución de porcentaje de trabajo por partida.

Tabla 50. RESULTADO DE ACERO PARA COLUMNAS

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	44%	56%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	38%	41%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	18%	3%

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados obtenidos observamos una mejora con respecto al trabajo productivo que aumento a un 12%, el trabajo contributorio aumento a un 3% y el trabajo no contributorio disminuyo en un 15%.

g) Resultado de Encofrado y desencofrado normal - Columnas

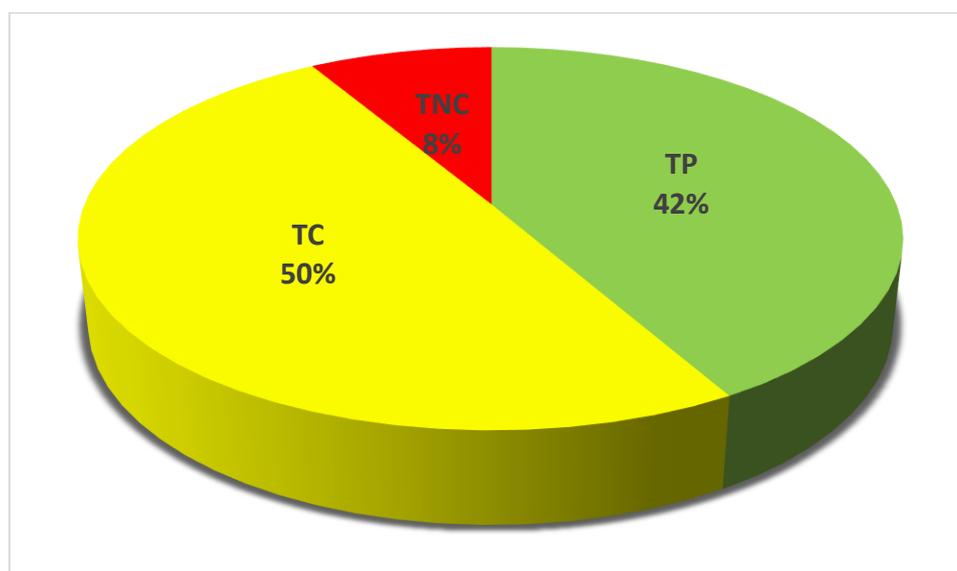


Figura 49. Distribución de porcentaje de trabajo por partida.

Tabla 51. RESULTADO DE ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	27%	42%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	36%	50%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	37%	8%

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados obtenidos observamos una mejora con respecto al trabajo productivo que aumento en un 15%, el trabajo contributorio aumento a un 14% y el trabajo no contributorio disminuyo en un 29%.

h) Resultado de Concreto $f'c=175\text{kg/cm}^2$ – Columnas

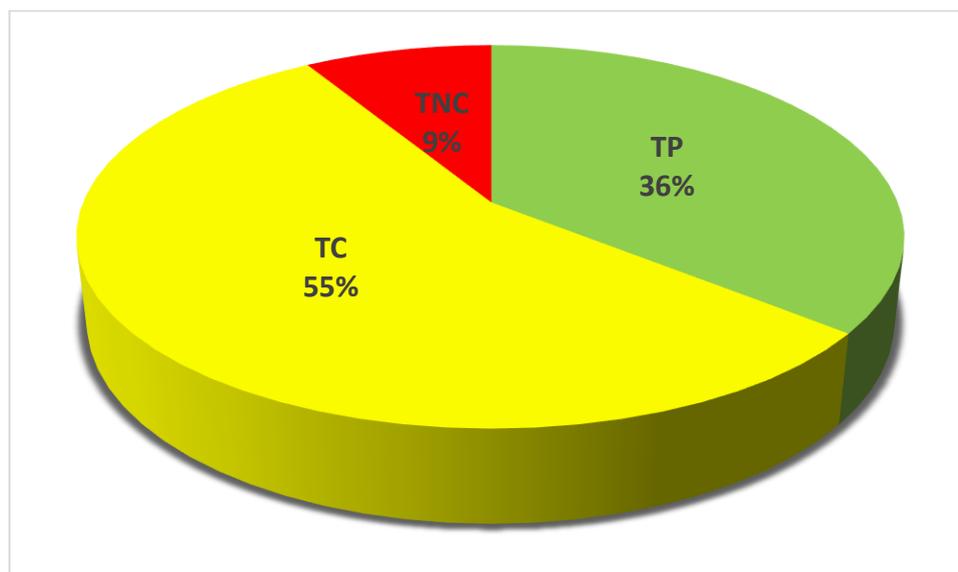


Figura 50. Distribución de porcentaje de trabajo por partida.

Tabla 52. RESULTADO DE CONCRETO PARA COLUMNAS

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	17%	36%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	59%	55%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	34%	9%

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados obtenidos observamos una mejora con respecto al trabajo productivo que aumento a un 19%, el trabajo contributorio disminuyó en 4% y el trabajo no contributorio disminuyo a un 23%.

i) Resultado de Asentado de Ladrillo

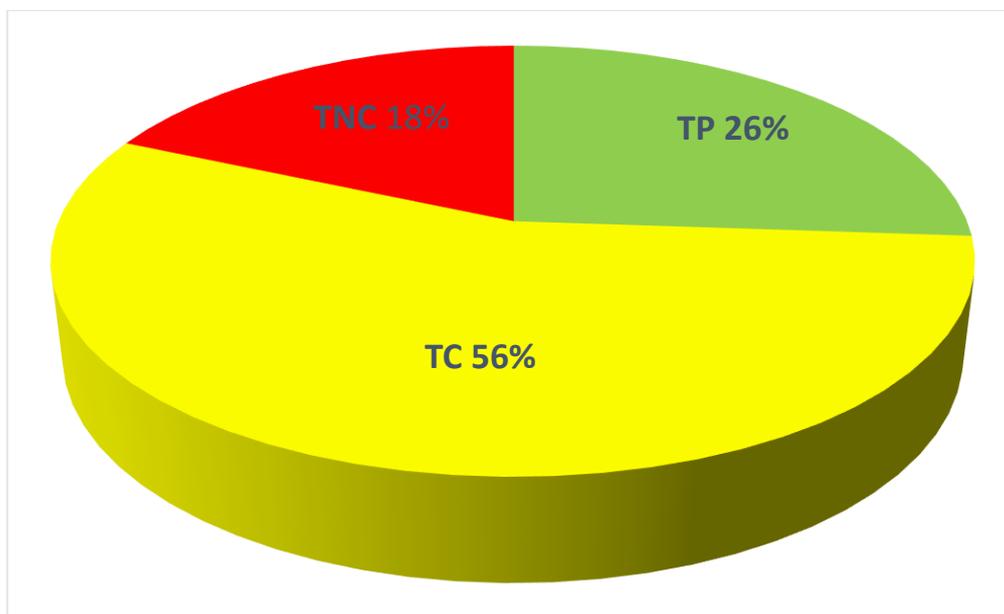


Figura 51. Distribución de porcentaje de trabajo por partida.

Tabla 53. RESULTADO DE CONCRETO PARA COLUMNAS

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	19%	26%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	43%	56%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	38%	18%

Fuente: Elaboración Propia

En los resultados obtenidos observamos una mejora con respecto al trabajo productivo que aumento a un 7%, el trabajo contributorio aumentó en 13% y el trabajo no contributorio disminuyo a un 20%.

5.2 Resultados de Diagrama de Restricciones

A través de la aplicación del Diagrama de Restricciones se pudo controlar y prevenir tanto la escasez o falta de materiales como de igual manera las herramientas como los repuestos para los martillos neumáticos como también para los rotomartillos eléctricos, para no estancarse en el avance programado que se ha tenido.



Figura 52. Continuación de trabajo con martillos neumáticos



Figura 53. Continuación de trabajos con Rotomartillos eléctricos



Figura 54. Llegada de Acero a Obra, continuación de trabajos



Figura 55. *Llenado del Noque con agua adquirida de proveedores*

5.3 Resultados de Aplicación del Diagrama de Flujo

A través de la aplicación del Diagrama de flujo tanto en las partidas de concreto, de acero y de encofrado, se pudo denotar un gran avance en cuanto a la productividad del personal de obra destinado a cada cuadrilla de trabajo, mejorando de esta manera los procesos constructivos, una buena estructuración de las áreas de trabajo y una mejora en los tiempos de ejecución por lo que la obra ya no se ve afectada en cuanto al avance programado que se tiene.

El diagrama de flujo tiene como objetivo expresar los procesos sintetizados del diagrama en el campo de trabajo o ejecución, logrando así de esta manera eludiendo pequeños inconvenientes en las partidas que están siendo ejecutadas, como el correcto recubrimiento del acero tanto para las partidas de acero como para los encofrados, además del correcto vaciado del concreto o el uso de la maquinaria adecuada para este tipo de suelo rocoso en el que se tiene la ejecución de las excavaciones.



Figura 56. Verificación de acero en Columnas antes del izaje en excavación de cimientos



Figura 57. Verificación de acero en Sobrecimientos antes del proceso de encofrado



Figura 58. *Ejecución de trabajos con personal especializado en excavaciones de suelo rocoso*



Figura 59. *Ejecución de trabajos de excavación en zona rocosa con Excavadora con Martillo Hidráulico*



Figura 60. *Verificación en trabajos de encofrado de sobrecimientos*

5.4 Resultados de Diagrama de Ishikawa

La aplicación del diagrama de Ishikawa nos brindo una gran ayuda con el desarrollo de las partidas a ejecutar. Se han identificado las razones que nos conllevan a un desempeño deficiente en el rendimiento laboral, llevándonos a una baja productividad.

El diagrama de Ishikawa identifica de forma panorámica las causas que produce la baja productividad en el proceso de la ejecución de partidas en una obra. Identificado una vez las causas, el diagrama procede a realizar medidas correctivas.



Figura 61. Charlas instructivas antes de realizar trabajos dentro de obra



Figura 62. *Retroalimentación sobre el proceso constructivo en obra*

Una zona de trabajo ordenada y limpia nos brinda una gran ayuda con la ejecución de los trabajos en obra. Teniendo así una optimización en los tiempos de trabajo por partida y un mayor flujo en el tren de trabajo.



Figura 63. *Zona de trabajo limpia y ordenada*



Figura 64. Zona de trabajo limpia y ordenada

5.5 Curva “S” y PPC

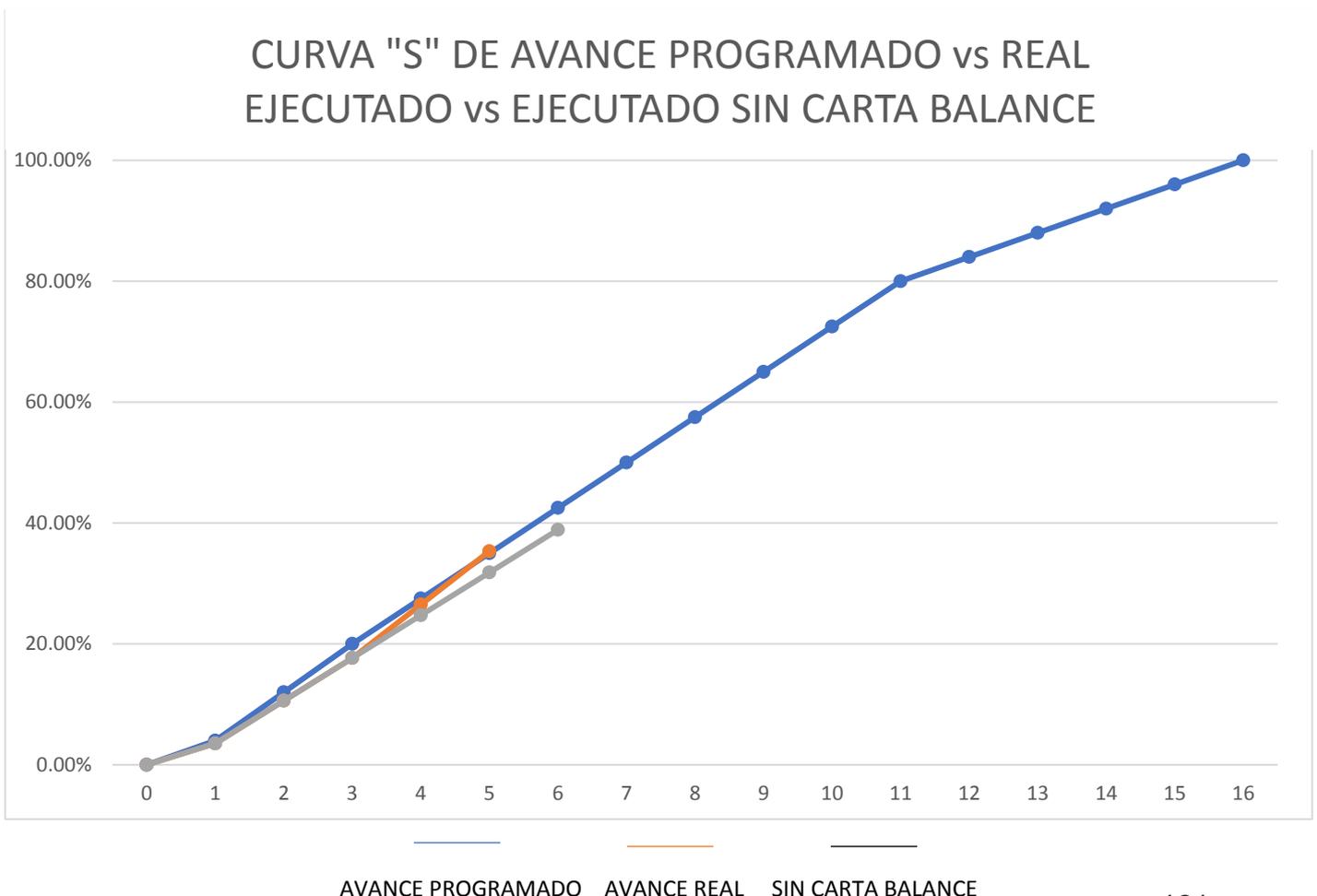
A través de la aplicación de la Herramienta de Porcentaje de Plan Cumplido podemos verificar el avance real mensual de la productividad ejecutada en la obra en relación con el programado de la obra. Mediante la aplicación de la Herramienta de Porcentaje del Plan Cumplido se pudo analizar y comprobar si la obra en mención se encontraba tanto adelantada como atrasada con respecto al cronograma programado.

Fecha	Semana	Programado				Ejecutado				ESTADO DE OBRA	
		S/ IGV	ACUM S/ IGV	PARCIAL	ACUM. %	S/ IGV	ACUM S/ IGV	PARCIAL %	ACUM. %		
09/01/2021	0	0.00	0.00			0.00	0.00				ATRASADO
16/01/2021	1	45,539.99	45,539.99	4.00%	4.00%	40,243.59	40,243.59	3.53%	3.53%	88.37%	ATRASADO
23/01/2021	2	91,079.99	136,619.98	8.00%	12.00%	80,487.17	120,730.76	7.07%	10.60%	88.37%	ATRASADO
30/01/2021	3	91,079.99	227,699.96	8.00%	20.00%	80,487.17	201,217.94	7.07%	17.67%	88.37%	ATRASADO
ENERO	VAL-01	227,699.96	227,699.96	20.00%	20.00%	201,217.94	201,217.94	17.67%	17.67%	88.37%	ATRASADO
06/02/2021	4	85,387.49	313,087.45	7.50%	27.50%	100,513.93	301,731.86	8.83%	26.50%	96.37%	ATRASADO
13/02/2021	5	85,387.49	398,474.94	7.50%	35.00%	100,513.93	402,245.79	8.83%	35.33%	100.95%	ADELANTADO
20/02/2021	6	85,387.49	483,862.42	7.50%	42.50%	100,513.93	502,759.71	8.83%	44.16%	103.91%	ADELANTADO
27/02/2021	7	85,387.49	569,249.91	7.50%	50.00%	100,513.93	603,273.64	8.83%	52.99%	105.98%	ADELANTADO

FEBRERO	VAL-02	341,549.95	569,249.91	30.00%	50.00%	402,055.70	603,273.64	35.31%	52.99%	105.98%	ADELANTADO
06/03/2021	8	85,387.49	654,637.40	6.25%	56.25%	74,120.71	677,394.35	6.51%	59.50%	105.78%	ADELANTADO
13/03/2021	9	85,387.49	740,024.89	6.25%	62.50%	92,650.89	770,045.25	8.14%	67.64%	108.22%	ADELANTADO
20/03/2021	10	85,387.49	825,412.37	6.25%	68.75%	92,650.89	862,696.14	8.14%	75.77%	110.22%	ADELANTADO
27/03/2021	11	85,387.49	910,799.86	6.25%	75.00%	111,181.07	973,877.21	9.77%	85.54%	114.05%	ADELANTADO
MARZO	VAL-03	341,549.95	910,799.86	25.00%	75.00%	370,603.57	973,877.21	35.31%	85.54%	114.05%	ADELANTADO
02/04/2021	12	45,539.99	956,339.85	4.00%	79.00%	24,693.39	998,570.60	2.17%	87.71%	111.02%	ADELANTADO
09/04/2021	13	45,539.99	1,001,879.84	4.00%	83.00%	49,386.78	1,047,957.39	4.34%	92.05%	110.90%	ADELANTADO
16/04/2021	14	45,539.99	1,047,419.84	5.00%	88.00%	49,386.78	1,097,344.17	4.34%	96.39%	109.53%	ADELANTADO
23/04/2021	15	45,539.99	1,092,959.83	5.00%	93.00%	16,462.26	1,113,806.43	1.45%	97.83%	105.19%	ADELANTADO
30/04/2021	16	45,539.99	1,138,499.82	5.00%	98.00%	24,693.39	1,138,499.82	2.17%	100.00%	102.04%	ADELANTADO
ABRIL	VAL-04	227,699.96	1,138,499.82	23.00%	98.00%	164,622.61	1,138,499.82	14.46%	100.00%	102.04%	ADELANTADO

Figura 65. Porcentaje de Plan cumplido

Podemos denotar que la obra se encontraba atrasada en el mes de enero, aunque encima del 80% del porcentaje programado, por lo que en caso no se hubiesen aplicado las herramientas detalladas en el informe presente era muy posible que para la obra se elaborara un cronograma acelerado.



VALORIZACION		AVANCE REAL				SIN APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS			
		MENSUAL		ACUMULADO		MENSUAL		ACUMULADO	
N°	MES	S/.	%	S/.	%	S/.	%	S/.	%
1	ENERO	201,217.94	17.67%	201,217.94	17.67%	201,217.94	17.67%	201,217.94	17.67%
2	FEBRERO	402,055.70	35.31%	603,273.64	52.99%	229,976.96	20.20%	431,194.90	37.87%
3	MARZO	370,603.57	32.55%	973,877.21	85.54%	229,976.96	20.20%	661,171.87	58.07%
4	ABRIL	164,622.61	14.46%	1,138,499.82	100.00%	287,471.21	25.25%	948,643.07	83.32%

Figura 66. Valorizaciones mensuales

CONCLUSIONES

1. La implementación de la metodología Lean Construction, incremento significativamente la fiabilidad de la planificación, ya que se obtuvo un aumento en los trabajos productivos, logrando reducir 18 días calendarios, obteniendo también un 16.68% de ahorro en el presupuesto total, a pesar de que al inicio de obra se encontraba debajo de lo programado.
2. La aplicación de la herramienta Carta Balance nos permitió detectar las actividades que estaban generando baja productividad dentro de las partidas. Para así aplicar las medidas correctivas obteniendo una mayor optimización de las siguientes partidas: excavación de zanjas para cimiento de (26% TP,37% TC,37% TNC) a (35% TP, 50% TC, 15% TNC), cimiento corrido concreto ciclópeo de (9% TP,54% TC,37% TNC) a (24% TP, 50% TC, 26% TNC), acero para sobrecimientos de (12% TP,59% TC,29% TNC) a (31% TP, 58% TC, 11% TNC), encofrado y desencofrado de sobrecimientos de (20% TP,45% TC,35% TNC) a (37% TP, 52% TC, 11% TNC), concreto para sobrecimiento de (14% TP,51% TC,35% TNC) a (30% TP, 57% TC, 13% TNC), acero para columnas de (44% TP,38% TC,18% TNC) a (56% TP, 41% TC, 3% TNC), encofrado y desencofrado de columnas de (27% TP,36% TC,37% TNC) a (42% TP, 50% TC, 8% TNC), concreto para columnas de (17% TP, 59%TC, 34% TNC) a (36% TP,

55% TC, 9% TNC), asentado de ladrillo de (19% TP, 43%TC, 38% TNC) a (26% TP, 56% TC, 18% TNC) .

3. Se concluye que la implementación del Análisis de Restricciones identificó con anticipación todas las restricciones que generen un retraso, permitiendo así controlar y prevenir tanto la escasez o falta de materiales como de igual manera las herramientas como los repuestos para los martillos neumáticos como también para los rotomartillos eléctricos, para no estancarse en el avance programado.
4. Mediante la aplicación de los Diagramas de Flujo y realizando las medidas correctivas para las partidas de Acero se llegó a obtener un rendimiento de kg/día, L/día en Agua para construcción, Maquinaria, Equipos y Personal para Excavación. Generando un aumento en el flujo de ejecución de las partidas, un mejor control de calidad y optimización de tiempo en los procesos constructivos.
5. Concluimos que, mediante la aplicación del Diagrama de Ishikawa, identificamos los motivos que estaban generando baja productividad en la ejecución de obra. Permittiéndonos aplicar medidas correctivas, para así obtener un aumento del % en el rendimiento y un porcentaje por encima del % en las actividades cumplidas.
6. Al implementar la Curva “S”, se observó un aumento en la productividad en el avance programado a diferencia del avance real, lo que permite tener una mejor visión del avance de productividad en obra.

RECOMENDACIONES

1. Implementar la Metodología Lean Construction frecuentemente en los diferentes rubros de construcción, ya que optimiza la productividad y reduce las perdidas. Obteniendo una mejor coordinación entre el personal técnico y ejecutor de la obra, todo esto nos conlleva a un

incremento en la calidad y eficiencia en las actividades de trabajo en obra.

2. Aplicar la Herramienta Carta Balance en diferentes actividades con el objetivo de tener un registro estadístico del rendimiento de cuadrillas por actividad. Se obtuvo buenos resultados al aplicar esta herramienta en todas las cuadrillas ejecutoras.
3. Aplicar el Análisis de Restricciones de forma semanal y para todas las actividades, se podría obtener un mejor control en el cumplimiento de las actividades programadas. Ya que nos optimizaría el costo, generando así un ahorro.
4. Se recomienda usar la Herramienta Diagrama de Flujo para todo tipo de actividad a ejecutar. Ya que nos brinda un mayor flujo en la ejecución de actividades y genera un orden, minimiza los tiempos de retraso para un mejor cumplimiento en el tren de actividades. Obteniendo así una programación controlada y avance en obra.
5. Se recomienda aplicar el Diagrama de Ishikawa en todo rubro de la construcción. Ya que identifica todo factor que se involucra en la baja productividad, para luego plantear medidas correctivas de forma inmediata. Esta herramienta nos brinda un gran aporte en la mejora de los rendimientos de cuadrillas, aumento en los porcentajes de plan cumplido, incremento de la productividad y optimiza el tiempo y costos de una obra.
6. Realizar una comparación de la curva real ejecutada en relación a la curva programada, para evitar todo tipo de retrasos y controlar el avance acumulado, consiguiendo cumplir con lo planificado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcon Cardenas, Luis Fernando. (2008). “Guía para la implementación del sistema del último planificador”. Santiago: GEPUC, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Alarcon Cardenas, Luis Fernando. (2003) “Planificación y Control de Producción para la Construcción, Guía para la Implementación”. Primera edición. Santiago: Pontificia Universidad Católica de Chile
- Arcaya Huacasi, W., y Mamani Lupaca, L. (2019). Impacto del nivel de gestión e industrialización en la productividad de la mano de obra en proyectos ejecutados por la Universidad Nacional del Altiplano Puno, 2018 – 2019. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Botero Botero, Luis Fernando. (2006). “Construcción sin pérdidas: análisis de procesos y filosofía Lean Construction” Editorial Legis.
- Botero Botero, Luis Fernando. (2021). Principios, herramientas e implementación de Lean Construction de Medellín Univesidad Eafit, Medellín, Colombia
- Cano, S. & Botero, L. & Rivera, L. (2017). Evaluación del desempeño de Lean Construction. Revista Espacios, 38(39), 30.
- Cortés, M. & Herrera, R. & Muñoz, F. (2020). Principales requerimientos de una herramienta TI basada en last planner® system. Revista Ingeniería de Construcción, 35(2), 126-134. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/345775014_Principales_requerimientos_de_una_herramienta_TI_basada_en_last_plannerR_system
- Flores Cervantes, Dianet. (2016). “APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN LA PLANIFICACION, PROGRAMACION, EJECUCION Y CONTROL DE LA CONSTRUCCION DEL ESTADIO DE LA UNA – PUNO” Univesidad Nacional del Altiplano. Recuperado de http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2208/Flores_Cervantes_Dianet.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Guzmán Tejada, Abner. (2014). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5778>
- Ibarra Gómez, L.I. (2011). Lean Construction (tesis de especialista). Desde <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4652/tesis%20completa.pdf?sequence=1>
- Marín, N. & Correa, L. (2020). Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: red de alcantarillado Av. Cieza De León - La Purísima. Revista Pakamuros, 8(3), 13-24. Recuperado de <http://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/135/115>
- Ñaupas, H. & Valdivia, M. & Palacios, J. & Romero, H. (2018). Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. 5a ed. Bogotá: Ediciones de la U. Recuperado de <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologiade-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
- Ortiz Abello, Nicolás. (2017). “Herramienta para la integración de LPS y Lean Construction en la planeación y ejecución de un proyecto de construcción” Universidad de los Andes, Colombia.
- Repetto Alcorta, Martín Roberto. (2021). “Construyendo Foco”. Editorial Nobuko, Argentina.
- Vásquez, J.C. (2005). Aplicación del Lean Design en proyectos de edificación (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Peru, Lima, Perú.
- Ibañez, F. (2018). Análisis y definición de estrategias para la implementación de las herramientas del Lean Construction en Chile. (Tesis de grado, Universidad de Chile, Chile) Repositorio de la Universidad de Chile <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/168246>

- Bartolón, J. (2020). Filosofía Lean Construction y su impacto en la implementación en el desarrollo de proyectos de edificación. (Tesis para obtener el grado de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México) Repositorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/17279/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guerreros, L. (2020). Mejora de la productividad en los trabajos de conformación y compactación de relleno de carretera, con la aplicación de la metodología Lean Construction en Mina Bayóvar - Perú. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental, Huancayo, Perú.) Repositorio Institucional Continental https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/8242/3/IV_FIN_105_TE_%20Guerreros_Vera_2020.pdf
- Huapaya, C., & Torres, H. (2021). Implementación de la metodología Lean Construction y las herramientas de la calidad para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508 ubicado en el distrito de Imperial - Provincia de Cañete - Departamento de Lima. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú) Repositorio de la Universidad San Martín de Porres https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/8713/huapaya_ecx-torres_ph.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- León, J. (2019). Herramientas de control de gestión de obra, aplicada en la ejecución del proyecto Hotel Holiday Inn-Piura. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Piura, Piura, Perú) Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Piura <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/2131/CIV-LEO-CAS-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- León, C. (2019). Análisis de productividad aplicando la filosofía Lean Construction en la partida reforzamiento de suelos de la planta de tratamiento de aguas residuales San Martín – Piura. (Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Privada Antenor Orrego, Piura, Perú) Repositorio de Tesis de la Universidad Privada Antenor Orrego https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/5407/1/RE_ING.CIVIL_JORGE.C%c3%93RDOVA_AN%c3%81LISIS.DE.pdf

ANEXOS