



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis de causas y posibles soluciones con LEAN CONSTRUCTION de
rubros de abastecimiento de agua potable.**

**CAMACHO SAMANIEGO SARA IVONNE
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis de causas y posibles soluciones con LEAN
CONSTRUCTION de rubros de abastecimiento de agua potable.**

**CAMACHO SAMANIEGO SARA IVONNE
INGENIERA CIVIL**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTOS TÉCNICOS

**Análisis de causas y posibles soluciones con LEAN
CONSTRUCTION de rubros de abastecimiento de agua potable.**

**CAMACHO SAMANIEGO SARA IVONNE
INGENIERA CIVIL**

AÑAZCO CAMPOVERDE PAUL ANDRE

**MACHALA
2023**

Seminario de Titulación II

por Sara Ivonne Camacho Samaniego

Fecha de entrega: 26-feb-2024 06:07p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2184501820

Nombre del archivo: BORRADOR_TESIS_SARA_CAMACHO.docx (25.52M)

Total de palabras: 26200

Total de caracteres: 135897

Seminario de Titulación II

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

1%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

2

portal.compraspublicas.gob.ec

Fuente de Internet

<1%

3

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

<1%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

5

idoc.pub

Fuente de Internet

<1%

6

repositorioacademico.upc.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

repositorio.escuelaing.edu.co

Fuente de Internet

<1%

9

repositorio.utn.edu.ec

Fuente de Internet

<1%

10	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
11	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
12	www.dspace.uce.edu.ec:8080 Fuente de Internet	<1 %
13	es.mongabay.com Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.ucsg.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
15	riunet.upv.es Fuente de Internet	<1 %
16	www.ideatec.es Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
18	polodelconocimiento.com Fuente de Internet	<1 %
19	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
20	repositorioinstitucional.uson.mx Fuente de Internet	<1 %
21	www.ricuc.cl Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

La que suscribe, CAMACHO SAMANIEGO SARA IVONNE, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado Análisis de causas y posibles soluciones con LEAN CONSTRUCTION de rubros de abastecimiento de agua potable., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

La autora declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

La autora como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



CAMACHO SAMANIEGO SARA IVONNE

0751063132



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis de causas y posibles soluciones con LEAN CONSTRUCTION de rubros
de abastecimiento de agua potable.**

Para obtener el título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

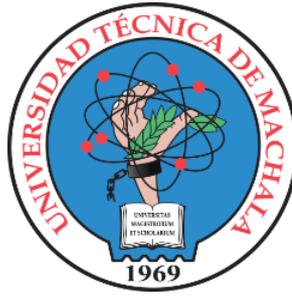
Sara Ivonne Camacho Samaniego

Tutor de Tesis

ING. Paúl André Añazco Campoverde, MGS.

MACHALA

2024



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIRÍA CIVIL

**Análisis de causas y posibles soluciones con LEAN CONSTRUCTION de rubros
de abastecimiento de agua potable.**

Para obtener el título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

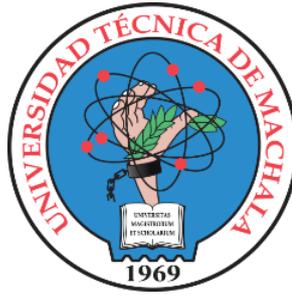
Sara Ivonne Camacho Samaniego

Tutor de Tesis

ING. Paúl André Añazco Campoverde, MGS.

MACHALA

2024



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIRÍA CIVIL

**Análisis de causas y posibles soluciones con LEAN CONSTRUCTION de rubros
de abastecimiento de agua potable.**

Para obtener el título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Sara Ivonne Camacho Samaniego

Tutor de Tesis

ING. Paúl André Añazco Campoverde, MGS.

MACHALA

2024

Dedicatoria.

A mi amada madre, cuyo amor y sacrificio infinito ha demostrado por mí, han sido mi inspiración para alcanzar la meta, su corazón ha sido mi refugio en los días más oscuros y difíciles de mi etapa académica, sus consejos han sido el sendero para no rendirme frente a los obstáculos . Esta tesis está dedicada a la mujer que te tanto admiro, respeto y amo, este logro lleva su nombre, como un tributo y agradecimiento a todo lo que has hecho por mí.

Sara Camacho Samaniego

Agradecimiento.

Quiero agradecer a mis hermanas la Ing. Civil Verónica Rodríguez Samaniego y Erika Rodríguez Samaniego por su apoyo incondicional brindado a lo largo de mi vida, por ser mi fortaleza y una pieza clave para este logro académico, les estaré eternamente agradecida por creer en mí y motivarme a perseguir mis sueños, gracias por estar dispuestas a escucharme en momentos de tristeza y frustración académica, y por demostrar su preocupación por mí, ustedes han sido el pilar fundamental en mi vida y me siento muy agradecida por contar con su lealtad y amor.

A mi abuelita le agradezco por su sabiduría, sus consejos y por enseñarme a no rendirme nunca hasta alcanzar el éxito.

También quiero extender mi agradecimiento al Ing. Civil Rafael Zhindón Almeida por su generosidad y confianza en mí, desde el momento que me dio la oportunidad de crecer en el ámbito profesional bajo su liderazgo ha demostrado ser un ejemplo a seguir y su influencia dejó una marca indeleble en mi carrera académica.

Además, quiero agradecer a mi tutor de tesis el Ing. Civil Paul Añazco Campoverde por la orientación, las enseñanzas, y su compromiso me ha llevado a desafiarme y alcanzar la excelencia académica.

A mi estimado docente el Ing, Civil Adrián Añazco Campoverde mi mas sincera gratitud porque ha demostrado ser una persona llena de virtudes, su dedicación para inspirar y motivar al estudiante ha sido el incentivo para impulsarme a superar mis expectativas.

Y quiero agradecer en general a todas las que han sido parte de este proceso, a mis amigos que han estado ayudándome, motivándome para seguir adelante y no rendirme solo les puedo decir gracias.

Sara Camacho Samaniego

Resumen.

La industria de la construcción es un dinamizador de la economía de los países, en todo el mundo, sin embargo vienen perdiendo fuerza debido a la escasez de recursos por esto temas como el estudio de la eficiencia en los proyectos son muy importantes para generar valor agregado a los proyectos y obtener más beneficios económicos, por esto en esta investigación se realiza el análisis de rendimientos en una obra de agua potable para determinar cuáles son las actividades que generan pérdidas y que se puede mejorar aplicando herramientas como la carta de balance que está basada en los principios del Lean Construction, para así poder recomendar soluciones y además incentivar al uso de esta herramienta para la gestión de proyectos de construcción, y volver a las empresas más competitivas.

Palabras clave: Lean Construction, Productividad, Carta balance

Abstract.

The Construction industry is a dynamizer of the economy of countries around the world, however this is losing strength due to the scarcity of resources for this reason issues such as the study of efficiency in projects are very important to generate added value to projects and get more economic benefits, Therefore, in this research we will analyze the performance of a drinking water works to determine which are the activities that generate losses and we can improve by applying tools such as the balance chart that is based on the principles of Lean Construction, in order to recommend solutions and also encourage the use of this tool for the management of Construction projects, and make companies more competitive.

Palabras clave: Lean Construction, Productividad, Carta balance.

Índice

Dedicatoria.....	V
Agradecimiento.....	VI
Resumen.....	VII
Abstract.....	VII
Introducción.....	XV
I. Capítulo I: Planteamiento del problema	13
1.1 Línea base del proyecto.....	13
1.1.1 Condiciones ambientales y geológicas.	13
1.1.2 Condiciones sociales y económicas.....	14
1.1.3 Contextualización de la economía en la construcción.....	14
1.1.4 Sistemas de agua potable.....	15
1.2 Descripción de la situación problemática.	15
1.3 Formulación del problema.	16
1.4 Alcance del proyecto.....	17
1.5 Delimitación del objeto de estudio.....	17
1.6 Justificación.....	19
1.7 Objetivos	19
1.7.1 Objetivo general.....	19
1.7.2 Objetivo específico	19
II. Capítulo II: Marco teórico.	20
2.1 Antecedentes contextuales	20
2.1.1 Análisis de la literatura a nivel global.	20
2.1.2 Análisis de la literatura a nivel Regional, Sudamérica.	22
2.1.3 Análisis de la literatura a nivel Local, Ecuador.	23
2.2 Antecedentes referenciales o históricos.	25

2.2.1	Filosofía Lean Construction.....	25
2.2.2	Enfoque tradicional vs Enfoque Lean.....	26
2.2.3	Principios fundamentales del Lean.....	27
2.2.4	Desperdicios más comunes.....	28
2.2.5	Herramientas del Lean para mejorar la productividad en la construcción. 30	
2.2.6	Lean Construction y Gestión medioambiental.....	31
2.2.7	Plan de mejoramiento productivo (PMP).	31
2.2.8	Productividad en la industria de la construcción.	32
2.2.9	Factores que afectan a la productividad.....	36
2.3	Proyecto de abastecimiento de agua potable.....	37
2.4	Antecedentes conceptuales.....	42
III.	Capítulo III: Metodología.....	44
3.1	Modalidad básica de investigación	44
3.2	Tipo de investigación	44
3.3	Objeto de estudio.....	46
3.4	Descripción de la población y muestra	46
3.5	Métodos teóricos con los materiales utilizados.....	46
3.5.1	Carta de balance de recursos.....	46
3.6	Métodos empíricos con los materiales utilizados.....	49
3.6.1	Encuestas para la detección de perdidas.	49
IV.	Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados	53
4.1	Análisis de resultados.....	53
4.1.1	Encuestas para la detección de perdidas.	53
4.1.1	Carta de balance de recursos.....	60
4.2	Interpretación de datos	120

4.2.1	Primera parte: Entrevista resultados	120
4.2.2	Segunda parte: Encuesta resultados	121
4.2.3	Carta de balance de recursos.....	122
V.	Conclusiones.....	125
VI.	Recomendaciones.	126
VII.	Referencias bibliográficas.....	127
VIII.	Anexos	132

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1: Área de estudio	13
Ilustración 2: Árbol de problemas.	16
Ilustración 3 del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Pasaje. .	18
Ilustración 4: Excavación a maquina	18
Ilustración 5: Aplicaciones del Lean Construction.....	26
Ilustración 6: Transporte de material en obra.	28
Ilustración 7: Esperas por parte de la mano de obra.	29
Ilustración 8: Carta Balance.....	33
Ilustración 9: Construcción de caja para control de accesorios de salida.	34
Ilustración 10: Estribo principal de paso elevado	35
Ilustración 11: Fotos en la obra trabajo no productivo	36
Ilustración 12:Factores que aumentan la productividad	37
Ilustración 13: Avance realizado por frente de trabajos.	38
Ilustración 14: Curvas de avance de la obra.	38
Ilustración 15: Rubros generadores de mayores pérdidas (Entrevista Residentes de obra).	39
Ilustración 16: Áreas donde se están realizando trabajos.	40
Ilustración 17: Perdidas más representativas seleccionadas por el personal técnico de la obra.	41
Ilustración 18: Paralizaciones.	41
Ilustración 19: Desperdician en la obra.	42
Ilustración 20: Fases modelo para realizar la investigación.	44
Ilustración 21: Pasos para la aplicación de la Carta Balance.....	47
Ilustración 22: Entrevista de detección de pérdidas.....	50
Ilustración 23: Modelo de aplicación de la encuesta.	51
Ilustración 24: Modelo de entrevista.	54

Ilustración 25: Muestra de datos para la entrevista.....	55
Ilustración 26: Rubros que generan más inconvenientes en el proyecto de agua potable.	56
Ilustración 27: Modelo de encuesta.	58
Ilustración 28: Resultado de la encuesta realizada.	59
Ilustración 29: Actividades que generan más pérdidas en un proyecto de agua potable	59
Ilustración 30: Costo de los rubros en el proyecto.....	60
Ilustración 31: Excavación a máquina.	61
Ilustración 32: Instalación de tuberías de agua potable.	62
Ilustración 33: Rotura de pavimento rígido.	63
Ilustración 34: Proceso constructivo para el rubro de excavaciones.	63
Ilustración 35: Proceso constructivo para el rubro de Instalación de tuberías.....	66
Ilustración 36: Proceso constructivo del rubro de rotura de pavimento rígido.....	68
Ilustración 37: Lugares donde se realizaron las mediciones.....	72
Ilustración 38: Resultados carta de balance N1	73
Ilustración 39: Resultados carta de balance N1	74
Ilustración 40: Trabajo no contributivo para carta de balance N1.....	75
Ilustración 41:Resultados carta de balance N2	76
Ilustración 42:Resultados carta de balance N2	77
Ilustración 43: Trabajo no contributivo	78
Ilustración 44: Resultados carta de balance N3	79
Ilustración 45: Resultados carta de balance N3	80
Ilustración 46: Trabajo no contributivo.	81
Ilustración 47:Resultados carta de balance N4	82
Ilustración 48:Resultados carta de balance N4	83
Ilustración 49: Trabajo no contributivo.	84

Ilustración 50: Resumen carta de balance de excavaciones.....	85
Ilustración 51: Resumen carta de balance de excavaciones.....	86
Ilustración 52:Resumen carta de balance de excavaciones.....	87
Ilustración 53: Precio unitario para el rubro de excavación a máquina.....	88
Ilustración 54: Resultados carta de balance N1	89
Ilustración 55: Resultados carta de balance N1	90
Ilustración 56: Trabajo no contributivo.	91
Ilustración 57: Resultados carta de balance N2.	92
Ilustración 58: Resultados carta de balance N2	93
Ilustración 59: Trabajo no contributivo.	94
Ilustración 60: Resultados carta de balance N3	95
Ilustración 61: Resultados carta de balance N3	96
Ilustración 62: Trabajo no contributivo.	97
Ilustración 63: Resultados carta de balance N4.	98
Ilustración 64: Resultados carta de balance N4.	99
Ilustración 65: Trabajo no contributivo.	100
Ilustración 66: Resumen carta de balance rubro de instalación de tuberías	101
Ilustración 67: Resumen carta de balance rubro de instalación de tuberías	102
Ilustración 68: Trabajo no contributivo.	103
Ilustración 69: Precio unitario para el rubro de instalación de tuberías.....	104
Ilustración 70: Resultados carta de balance N1	105
Ilustración 71: Resultados carta de balance N1	106
Ilustración 72: Trabajo no productivo.	107
Ilustración 73: Resultados carta de balance N2	108
Ilustración 74: Resultados de carta de balance N2	109
Ilustración 75: Trabajo no contributivo.	110

Ilustración 76: Resultado carta de balance N3.....	111
Ilustración 77: Resultados carta de balance N3	112
Ilustración 78: Trabajo no contributivo.	113
Ilustración 79: Resultados carta de balance N4	114
Ilustración 80: Resultados carta de balance N4	115
Ilustración 81: Trabajo no contributivo.	116
Ilustración 82: Rumen cartas de balance: Rubro de rotura de pavimento rígido.....	117
Ilustración 83: Rumen cartas de balance: Rubro de rotura de pavimento rígido.....	118
Ilustración 84: Trabajo no contributivo.	119
Ilustración 85: Precio unitario para el rubro de rotura de pavimento rígido.....	120

Introducción.

Uno de los sectores más importantes para la economía de un país es la industria de la construcción la misma que se ve afectada por distintos factores como la economía de un país, por esto la importancia de gestionar bien los recursos ha llevado a la utilización de técnicas basadas en optimizar y reducir desperdicios, en general estos métodos se están aplicando a todos los proyectos de construcción para ser más competitivos, por esto en esta investigación se realiza el análisis de rendimiento aplicando los principios del Lean Construction.

Se han realizado varios estudios acerca de temas de productividad en proyectos de construcción entre los que aparece el Lean Construction, como una forma de analizar los problemas que se generan los proyectos constructivos basándose en aumentar el valor y eliminando las actividades que no generan valor, esta forma de pensar ya se aplica actualmente a muchos proyectos en todas las etapas del proyecto, sin embargo, aún no es tan conocida por parte de los profesionales de la construcción.

El siguiente trabajo de titulación consta de 4 fases principales en las que en el Capítulo I, se analiza la situación actual de la problemática y su relevancia abordando aspectos ambientales sociales y económicos, en el segundo capítulo se aborda la revisión literaria del problema a nivel internacional, regional y local, donde se detalla algunos aspectos que son relevantes para este trabajo, en el tercer capítulo se define la metodología que se aplicara y en el cuarto capítulo se plasmaran los resultados del trabajo.

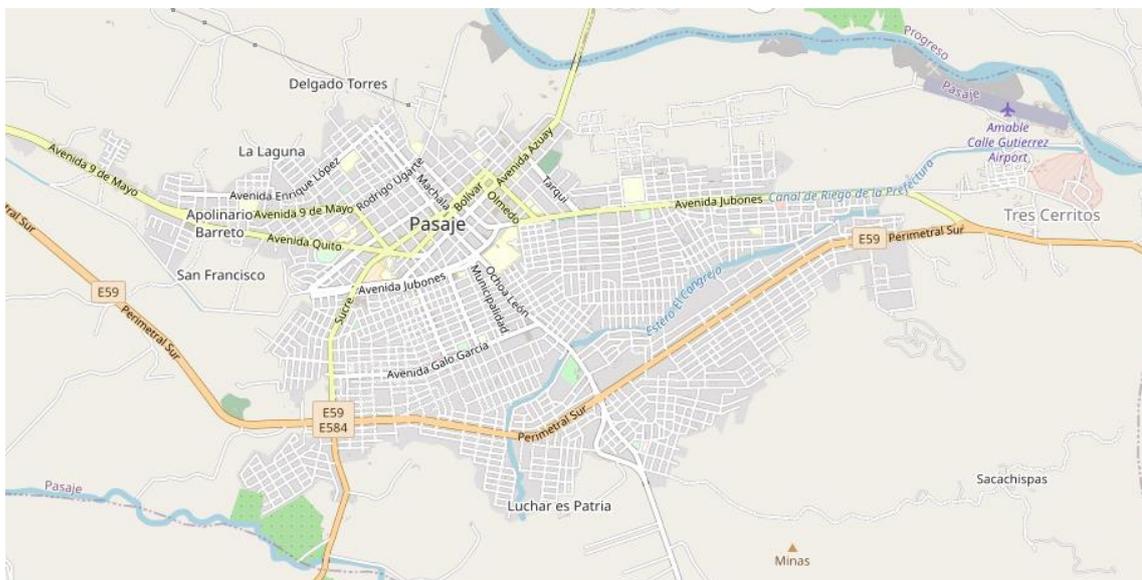
I. Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1 Línea base del proyecto.

El cantón Pasaje forma parte de la provincia del Oro y su territorio limita con cantón Machala, el Guabo, Santa Rosa Atahualpa, Zaruma, Chilla, la provincia del Azuay, tiene una población aproximada de 88 720 habitantes, esto en base a los datos del censo poblacional del 2001 y 2010, utilizando 3 medidas de proyección.

Según el plan de desarrollo y ordenamiento territorial de Pasaje, su extensión territorial presenta variación desde 40 hasta 120 metros sobre el nivel del mar, con pendientes de entre 40 a 70 por ciento en la mayor parte de su territorio.

Ilustración 1: Área de estudio



Fuente 1: Open street map

1.1.1 Condiciones ambientales y geológicas.

- Geomorfología.

La caracterización geomorfológica de la ciudad de pasaje dada por el plan de desarrollo y ordenamiento territorial se define como relieves volcánicos, cordilleras, una red de canales naturales que se forman gracias a las cordilleras, este dominio se llama vertientes externas de la cordillera Occidental en un 60.39 % de su área.

- Clima.

Siendo parte de la provincia del Oro y estando cerca de la ciudad de Machala que se encuentra en el litoral ecuatoriano, la ciudad de pasaje según el plan de desarrollo y

ordenamiento territorial el clima prevaleciente en este cantón con un 72.63 % el clima magnético cálido subhúmedo con temperaturas promedio de entre 20 y 30 grados.

- Precipitaciones.

La precipitación es la cantidad de agua que puede caer en un área de un metro cuadrado en un periodo de tiempo, generalmente en el cantón pasaje las precipitaciones anualmente varían ente 500 y 1600 milímetro de agua, siendo generalmente febrero y marco los meses que presentas más precipitaciones.

1.1.2 Condiciones sociales y económicas.

- Empleo.

En el contexto general de la provincia del Oro, las actividades económicas de las personas naturales son la generación de empleos propios, privados y jornaleros o peones, en el empleo propio se encuentran actividades económicas como las agrícolas.

- Recursos naturales.

En el cantón Pasaje se encuentra gran cantidad de recursos utilizados para la construcción y también para la elaboración de muchos productos como joyas, la disponibilidad de recursos para la industria de la construcción es elevada, siendo la principal fuente las canteras que extraen el material de los ríos Puyango, San Agustín y Buenavista, además las cuencas de estos ríos y sus ramales sirven para la dotación de agua a las ciudades como Machala y Pasaje dentro de esto también tenemos las fuentes subterráneas que pueden ser extraídas para la dotación del servicio a la ciudad.

- Servicios Básicos

Se enmarcan aquí los servicios que cubren necesidades básicas de las personas, como la de alcantarillado, energía eléctrica, telefonía, recolección de residuos sólidos y agua potable, los cuales según el censo del 2010 se tiene los siguientes datos.

1.1.3 Contextualización de la economía en la construcción.

La construcción es una de las actividades que más importantes del Ecuador, esta actividad depende de la demanda y las condiciones económicas del país o el lugar donde se realiza las obras, en los últimos años en nuestro país debido a la devaluación de monedas de países vecinos y el bajo precio del petróleo que es la mayor fuente de ingresos del país, con alrededor del 20 % del producto interno bruto, la industria comienza a decaer y a esto

le sumamos la pandemia covid-19 que genero recesiones en varios países del mundo, por esto actualmente ya fuera de la pandemia pero con graves problemas institucionales la industria comienza su reactivación, de forma paulatina con aproximadamente un 0.1% de crecimiento anual, por esto los recursos destinados a realización de proyectos de ingeniería deben ser lo más eficientes posibles, porque estos nos permiten realizar un proyecto con la mejor relación calidad precio y rendimiento posible.

1.1.4 Sistemas de agua potable.

El agua potable es uno de los derechos que el estado ecuatoriano brinda a la población ecuatoriana, para el cantón pasaje el porcentaje de abastecimiento de agua potable según el plan de desarrollo y ordenamiento territorial es de 64.5 %, para la captación y distribución del servicio de agua potable se tiene 4 sistemas en estado regular y dos en mal estado, con un total de 7 sistemas de los que no solo se abastece pasaje si no también poblaciones vecinas, los sistemas de distribución que se encuentran en la ciudad de pasaje cada vez quedas más obsoletos por el aumento en la demanda y la vida útil de los sistemas actuales por eso se realizan proyectos para el mejoramiento y mantenimiento de sistemas de agua potable, los cuales son ofertados por la municipalidad para así reducir la falta de agua potable en la ciudad, mantener presiones adecuadas, entre otros objetivos para cumplir con la ciudadanía.

1.2 Descripción de la situación problemática.

Los proyectos de agua potable son importantes para el desarrollo de las civilizaciones, actualmente estos sistemas dotan de agua potable a ciudades y poblaciones del mundo, ya que en Ecuador se realizan diferentes proyectos de agua potable y se deben analizar objetivamente las mejores herramientas que se pueden aplicar para realizarlas de forma eficiente.

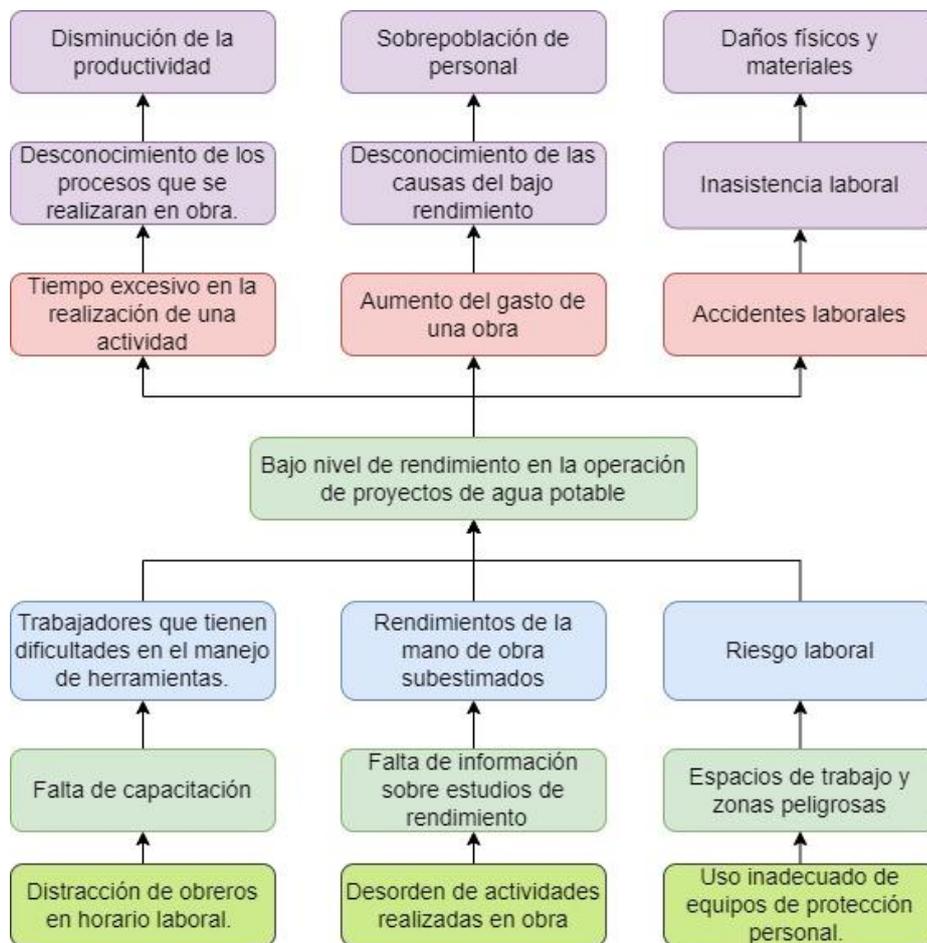
En estos proyectos de agua potable es común encontrar que en la construcción de los sistemas de agua potable se generan pérdidas por rendimientos en rubros del proyecto de agua potable, por lo que se podrían evitar muchos factores, por eso se analizará un proyecto de agua potable en la ciudad de pasaje, que nos permitirá sacar conclusiones sobre el proyecto y la influencia de los rendimientos en la utilidad del proyecto.

Como se mencionó antes en los proyectos de agua potable por el rendimiento de la mano de obra, se generan pérdidas, ya que la estimación no se realizó correcta, por eso el estudio

de este problema es interesante y permite profundizar sobre las causas de esto y se puedan corregir fácilmente.

Para definir el problema de este proyecto de titulación se ha realizado el árbol de problemas que se muestra en la ilustración 3 en el que en la parte central colocamos el problema que nos habla de un bajo nivel de rendimiento en la operación de agua potable, en la sección inferior tenemos las causas de porque se produce el problema central en este caso la experticia que tiene los trabajadores al utilizar herramientas tecnológicas para su trabajo, también se tienen estimaciones de rendimientos que se realizan no son las adecuadas para la seguridad del personal.

Ilustración 2: Árbol de problemas.



Fuente 2: Elaboración propia

1.3 Formulación del problema.

¿Los proyectos de abastecimiento de agua potable pueden generar pérdidas por estimaciones erróneas en el rendimiento de la mano de obra?

1.4 Alcance del proyecto.

Se realizarán dos fases en la cual la primera se definirá la problemática de investigación y los aspectos teóricos o antecedentes del problema planteado, en la segunda fase se realizará la descripción de la metodología a utilizar y el análisis de los datos recopilados en campo, con el objeto de determinar los rendimientos reales de algunos rubros del proyecto “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Pasaje” y además de las actividades que generan mayor pérdidas, con esto se pretende plantear posibles soluciones para aumentar la eficiencia del proyecto.

1.5 Delimitación del objeto de estudio.

En la ciudad de Pasaje se está realizando la construcción del mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Pasaje donde se analizara mediante los principios de Lean Construction que debido a los estudios sobre temas de productividad y el poco conocimiento que se tiene acerca de cómo mejorar la gestión de las actividades en las obras de agua potable los cuales pueden llegar a generar pérdidas económicas o bajo beneficio económico a la empresa constructora, para esto se pretende analizar algunos rubros del proyecto de acuerdo a la metodología aplicada en este proyecto de titulación para determinar pérdidas ocasionadas por los rendimientos en el proyecto antes mencionado.

En cuanto al proyecto en el cual se realizarán las mediciones se trata del Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Pasaje, ejecutado por el consorcio Aguas Seguras, donde en la ilustración 3 se muestra los representantes de las diferentes áreas técnicas del proyecto realizando charlas para la socialización del proyecto en la ciudad de Pasaje.

Ilustración 3 del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Pasaje.



Fuente 3 tomada por el autor del trabajo.

En el proyecto se realiza de acuerdo con avances en la obra, divididos en varios frentes y en estos frentes se realiza las diferentes actividades de las cuales se determinará los rubros que se estudiarán con la metodología que se presente en este estudio estas actividades pueden ser como se muestra en la ilustración 4 la excavación de zanjas para la instalación de tuberías donde vemos que se encuentra en la ilustración fiscalizando esta actividad.

Ilustración 4: Excavación a maquina



Fuente 4: Fotografía tomada por el autor del trabajo.

1.6 Justificación

Partiremos del ámbito económico que actualmente por la poca disponibilidad de recursos generado por las malas prácticas económicas del Ecuador está afectando a la industria de la construcción, por esto la importancia de gestionar de forma eficiente los recursos económicos que cuentan las empresas y el estado se ha convertido en una necesidad creciente implementando modelos de gestión más eficientes para con el menor coste posible poder generar un mayor beneficio económico y así volverse atractivo en el mercado y competir por nuevos proyectos constructivos, por este en esta estudio se analiza los principios del Lean Construction, que básicamente intenta gestionar de forma más eficiente los proyectos, enfocándose en identificar y eliminar las tareas que no aportan valor a el proyecto, esto en base a la documentación que actualmente se tiene sobre la aplicación de estos principios que es satisfactoria ya que se ha logrado hacer más eficiente los procesos, por estas razones se estableció la filosofía Lean Construction como una buena alternativa para el análisis del proyecto “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Pasaje, en el sector urbano de del cantón”, en el cual se analizara la opinión de las personas involucradas y además se tomara datos de campo para analizar específicamente algunos rubros del proyecto.

1.7 Objetivos

1.7.1 Objetivo general

- Analizar el rendimiento de la mano de obra en los rubros del proyecto “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Pasaje” a través de la comparación del campo con los rubros que están en los Apus.

1.7.2 Objetivo específico

- Analizar la literatura acerca de investigación determinando métodos y definiciones según la situación actual de la problemática planteada.
- Recopilar información de campo sobre rendimientos y opiniones de profesionales de la ingeniería acerca de la gestión de proyectos mediante aplicación de la carta de balance, entrevistas y encuestas.
- Plantear posibles métodos de gestión para proyectos que puedan ser aplicados en la construcción del proyecto “Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Pasaje”.

II. Capítulo II: Marco teórico.

2.1 Antecedentes contextuales

La industria de la construcción es una de las que más contribuye al desarrollo de la economía de los países, sin embargo, por los problemas en la economía y el covid-19 la escasez de los recursos ha generado una necesidad de optimizar los recursos económicos en los proyectos de agua potable en este caso en la productividad de la mano de obra, por esto se analizan varias alternativas para el manejo eficiente de los recursos aplicando los principios del Lean Construction para eliminar las tareas que no agregan valor en los proyectos de agua potable.

2.1.1 Análisis de la literatura a nivel global.

La industria de la construcción.

La construcción “según (Dixit et al., 2019) contribuye al sector económico de un 8 al 10% de media en diferentes países donde genera empleo de masas generado una estrecha relación entre la industria de la construcción y el sector económico el cual se estima que emplea el 7% de la población en el planeta que puede trabajar esto según (Sánchez et al., 2023), también (Singh & Kumar, 2020) apunta que los retos que se deben resolver están en el área de investigación revela que en India se han producido muchos proyectos los cuales no se han realizado correctamente por factores como el inventario, lo cual genera muchos costos, pérdida de tiempo y clientes insatisfechos, otro factor que afecta a la industria de la construcción es la variación de la económica del país, como en Rusia donde se realizó un análisis de correlación que mostró la relación entre el crecimiento del volumen de obras de construcción e instalación y determinados indicadores macroeconómicos que nos permiten ver un panorama más amplio de como estos interactúan (Khaertdinova et al., 2021).

Sistemas de agua potable.

Los proyectos de agua potable son de suma importancia para el desarrollo de la población sin embargo aun según un informe de la Organización de las Naciones unidad una de cada tres personas en el mundo no tiene acceso al agua potable, uno de los mayores desafíos para la dotación es el complejo aumento en la demanda que implica costos adicionales cada vez más elevados para mantener y crear sistemas de agua potable (Arden & Jawitz, 2019).

Productividad en la construcción.

La nueva industria de la construcción se enfoca en la optimización de los recursos, sin embargo, aún tiene muchos inconvenientes por temas de productividad el cual en investigaciones realizadas se estima en 1% anual de media comparado con el 2.8% de la economía mundial y el 3.6% de la industria manufacturera una de las más relevantes en términos económicos para una nación (Vacanas et al., 2020), estudiar los temas de la productividad se vuelve de vital importancia según (Laksono et al., 2018) una de las causas del retraso de la finalización de los proyectos de construcción es la incapacidad de los trabajadores para generar alta productividad por esto para el auge de la industria de la construcción a nivel mundial se debe tener en cuenta este tema, por esto actualmente la tecnología juega un papel importante en la industria de la construcción debido a que se buscan formas más eficientes para realizar proyectos (Matthias Bahr & Leif Laszig, 2021), siempre en busca de generar mayores beneficios económicos para la empresa y un producto de buena calidad a el usuario.

Sostenibilidad de la industria de la construcción.

La construcción a nivel del mundo genera gran cantidad de dióxido de carbono al ambiente, por esto es importante la adopción de mejoras en materia de sostenibilidad la cual se refiere a estructuras sostenibles que mantengan procesos responsables con el medio ambiente y los recursos disponibles durante el ciclo de vida de una edificación desde las etapas de planificación, diseño construcción mantenimiento y destrucción (Chamikara et al., 2020), este concepto se lo puede adaptar a todas las actividades que se realizan en la industria de la construcción, con el objetivo de mejorar las condiciones ambientales y sociales de la industria.

Construcción eficiente bajo el pensamiento Lean Construcción.

La Filosofía Lean se verá más adelante a detalle, sin embargo, la definiremos brevemente esto se basa en la búsqueda de reducciones de pérdidas en los procesos dentro de un proyecto en otras palabras buscar la eficiencia y mejorar continuamente, en general esta filosofía no es muy conocida en un estudio que se lo realizo a contratistas se preguntó si conocía esta filosofía en donde el 55% de los contratistas no reconocía el término del Lean los cuales tenían el criterio de que el sector de la construcción era eficiente o muy eficiente (Ghosh & Burghart, 2019), sin embargo, se sabe que la productividad en la industria de la construcción es menor que otras industrias.

2.1.2 Análisis de la literatura a nivel Regional, Sudamérica.

La industria de la construcción.

La industria de la construcción en Sudamérica es muy compleja en esta intervienen factores políticos y económicos, se han realizado algunos estudios de como la industria de la construcción afecta a la economía de los países, como se muestra en el estudio realizado por Sarmiento Rojas & Rincón-González, (2020), en donde se evidencia que en la economía colombiana se invierte en la industria de la construcción en actividades como inversión en viviendas y construcciones de tipo civil y además aporta a otros sectores que dependen directa o indirectamente de esta actividad por lo que se considera una de las industrias más importantes para este país.

Sistemas de agua potable.

En el trabajo realizado por (Pinilla-Rodríguez & Torres-Sánchez, 2019) se evalúa el gasto de los gobiernos realizado a lo largo de varios años en los cuales el destino mucho presupuesto en proyectos de agua potable, lo cual se refleja en una reducción de al menos un 50% de personas que no tenían accesos del servicio de agua potable en América Latina lo cual marca una tendencia de proveer de agua potable a la mayor parte de la población como un derecho fundamental de los seres humanos.

Productividad en la construcción.

En Sudamérica, la productividad está sujeta a muchos factores como el la seguridad y el equipamiento que se cuenta para realizar una obra determinada, se han realizado estudios encontrando que para obtener una buena productividad se necesita una gestión en las primeras fases de un proyecto de construcción esto debido a que en estas fases los encargados de llevarlas a cabo influyen directamente en la maximización del valor que se puede obtener o se puede esperar de acuerdo muchas veces a la experiencia que tienen estas personas en la planificación y diseño de los proyectos (Giménez et al., 2023), en este mismo estudio se identifican en la construcción chilena los atributos que generan valor a las empresas encuestadas los cuales a breves rasgos nos habla de un buen ambiente laboral colaborativo y con ideas bien definidas hacia un objetivo común.

Sostenibilidad de la industria de la construcción.

La sostenibilidad en América latina está desarrollando en los países de la región en especial en Brasil, se está haciendo mucho esfuerzo por implementar esta forma de vida que generen menos daños al ambiente dentro de esta forma de reaccionar a el daño causado al ambiente tenemos que uno de los países de América latica que más acoge estas ideas de cuidar el ambiente es Brasil el cual según la certificaciones LEED que son un estándar de medición para el cuidado del medio ambiente en varios ámbitos ocupa el cuarto lugar en el mundo con mayor certificaciones para edificios sostenibles lo cual se está adoptando de forma generan en toda la región (Flores Percy, 2020).

Construcción eficiente bajo el pensamiento Lean Construcción.

El Lean Construction se está implementando poco a poco en la industria de la construcción como lo indica (Francisco et al., 2019) en su investigación, en donde se aplica los principios de la Filosofía Lean Construction, para administrar mejor los procesos que se llevan a cabo al realizar un proyecto de vivienda popular y que como resultado ha producido un menor número de desperdicios de materiales utilizados en las obras y una mejor coordinación entre todas las partes involucradas en el proyecto así mismo reduciendo el tiempo promedio de construcción.

2.1.3 Análisis de la literatura a nivel Local, Ecuador.

La industria de la construcción.

Actualmente la industria de la construcción ecuatoriana se encuentra en un proceso de lento crecimiento a causa de la situación económica, social, cultural y la pandemia que afecto al mundo, sin embargo, uno de los factores que afecta directamente a esta industria es según (Sarmiento Castillo & Hernández Ocampo, 2021) no optar por una ardua planificación de políticas públicas y reglamentaciones laborales donde también analiza el impacto de diferentes factores que llevan a un crecimiento lento de la industria de la construcción en Ecuador.

Según datos del ministerio de finanzas del Ecuador gracias al aumento de la economía ecuatoriana causada por los precios del petróleo en el año 2013 alcanzo la industria un pico de 10.46% del PIB nacional, desde este entonces la industria ha presentado recesión a causas del mal manejo de recursos económicos y de la pandemia del Covid-19 lo cual es un claro indicador que la industria de la construcción no está en su mejor momento por esto la necesidad de aumentar el beneficio de los proyectos a un menor costo operativo.

Sistemas de agua potable.

En el Ecuador el porcentaje de servicio de agua potable es de aproximadamente 79,28 % según la (Agencia de Regulación y Control del Agua, 2020) donde estos proyectos de agua potable en el Ecuador tienen inconvenientes y con la escasez de recursos se pretende hacer más eficientes los procesos que se realizan al realizar una construcción de cualquier tipo en donde uno de los problemas comunes de estos proyectos son las demoras generalmente se deben a estudios poco rigurosos, modificaciones una vez iniciado el proyecto y aumento de las cantidades de obra exponenciales.

Productividad en la construcción.

En el Ecuador en los últimos años la productividad en la industria de la construcción ha decaído en la situación económica y social del país, por eso se enfocan algunos estudios en mejorar la eficiencia en las empresas constructoras, o sea (Córdova & Alberto, 2018), que realizó una investigación para determinar la relación entre el capital de trabajo y la eficiencia de las constructoras, para lo cual se determinó que la eficiencia es mayor cuando el capital de trabajo es menor por la necesidad de administrar mejor los recursos disponibles.

Sostenibilidad de la industria de la construcción.

En el Ecuador las políticas públicas cada vez se enfocan más en tratar temas de gestión ambiental migrando hacia métodos sostenibles que preserven los recursos sin afectar la productividad para lo cual el estado ha realizado varios intentos de mejorar el manejo ambiental en el país que comenzó con la creación del Instituto de Investigación Geológica y Energía para crear una sociedad consciente de la necesidad del cuidado ambiental enmarcando en normas del buen vivir (Mendoza & Vanga, 2020) también se analiza el conocimiento que se tiene sobre la sostenibilidad en el Ecuador el cual actualmente es un término conocido pero no muy practicado.

Construcción eficiente bajo el pensamiento Lean Construcción.

Los estudios acerca de la Filosofía Lean en el Ecuador están aun en desarrollo por falta de conocimiento de los profesionales de la construcción acerca de estos temas aunque ya existen algunos estudios de maestría en los que afirma que el planteamiento de mejora continua hacia una buena productividad en proyectos de construcción con el uso del Lean Construction el cual está enfocado a disminuir los desperdicios y actividades que no

generan valor durante la ejecución de proyectos o actividades de procesos constructivos (Pillo, 2021).

2.2 Antecedentes referenciales o históricos.

2.2.1 Filosofía Lean Construction.

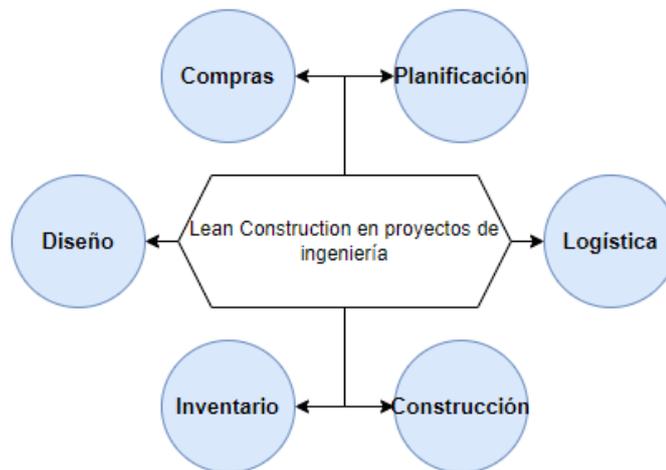
Descripción de la filosofía.

Lean Construction es una filosofía donde el objetivo es la generación de valor eliminando los defectos que se pudiesen producir o se están produciendo en un proceso, mas no una herramienta que se pueda aplicamos directamente en los proyectos ya que con base a esta filosofía nacen herramientas aplicable en los ámbitos que se quiere mejorar, en su primera versión nace en la industria automotriz donde Taiichi Ohno ingeniero de Toyota desarrolló la teoría del Lean Production para mejorar los procesos productivos dentro de la empresa y eliminar desperdicios (Khopade & Desale, 2022), su aplicación a la industria de la construcción fue dada por Lori Mosikla la cual visualizo al Lean como un concepto aplicable no solo a la industria automotriz sino también a otras industrias como la de la construcción (Abu Aisheh et al., 2022), el uso del Lean Construction en la industria tanto automotriz como de la construcción facilita la planificación, programación, ejecución y control de proyectos debido a su amplio espectro de herramientas que se pueden adaptar fácilmente a cualquier proceso para aumentar la productividad en las diferentes fases de un proyecto de construcción (José et al., 2019)

Donde podemos aplicar el Lean Construcción.

Esta filosofía se aplica a lo que hacemos en la vida diaria busca la eficiencia en los procesos realizados, con base en el conocimiento y la mejora continua en las etapas para construir un proyecto, el Lean se aplica a procesos de optimización, ya sea de recursos disponibles o tiempo en todas las fases de un proceso para que la entrega del producto finas sea satisfactoria (Rojas López et al., 2017), como vemos en la ilustración 5 la cual se realiza con base en la investigación en artículos científicos.

Ilustración 5: Aplicaciones del Lean Construction.



Fuente 5 Elaboración propia

2.2.2 Enfoque tradicional vs Enfoque Lean.

Aspectos presentes en un enfoque tradicional.

- Poca formación en nuevos sistemas de planificación y gestión.
- Métodos ineficaces de control de calidad.
- Poca atención a las medidas de seguridad.
- Errores continuos en el proyecto.
- Poco interés en formación y capacitación de empleados.
- Los participantes de un proyecto no se coordinan de forma adecuada.
- Baja productividad en comparación con otras industrias.

Aspectos presentes en un enfoque Lean.

- Conocimiento avanzado en nuevos sistemas de planificación y gestión.
- Métodos comprobados como 5S, Last planner system.
- Seguridad en las obras.
- Detección y disminución de errores en los proyectos.
- Capacitación y reuniones continuas
- Buscar la optimización en todas las actividades del proyecto
- Aumento de la productividad.

2.2.3 Principios fundamentales del Lean.

Uno de los factores clave para la implementación del Lean Construction en los proyectos de construcción según (Garcés & Peña, 2023) es el compromiso por parte de toda la sociedad y más aun de los involucrados en un proceso buscando siempre mejorar continuamente la producción de algún bien o producto con la aplicación correcto de los principios de esta filosofía.

- Optimizar Todo.

Se refiere a que toda actividad dentro de un proyecto puede optimizarse para mejorar su rendimiento, para lo que se empieza analizando el impacto que tiene cada una y dependiendo de esto se hace el análisis correspondiente para llegar a una optimización del proceso.

- Minimizar el desperdicio.

Se refiere a eliminar los procesos que no agregan valor en un proyecto y que se encuentran en todas las fases del proyecto, en el enfoque tradicional estas actividades pasan desapercibidas, pero en el enfoque del lean se vuelve una tarea muy importante identificarlas y eliminarlas, para aumentar la eficiencia en el proyecto.

- Foco en el flujo y en el proceso.

Las actividades dentro de cualquier fase se vuelven críticas con esto se logra que todas las actividades dependan de otras y terminando una actividad se puede trabajar en la siguiente optimizando los procesos y teniendo un flujo de trabajo constante.

- Generación de valor.

El valor se define como toda actividad que suma al proyecto de forma positiva y que permite cumplir los objetivos que se plantean en la planificación que se realiza mediante el Lean Construction.

- Mejora continua.

La base de la filosofía Lean Construction, es la mejora continua trata de hacer que los procesos o actividades que se están realizando de forma defectuosa se puedan corregir y en caso de ser necesario corregir nuevamente hasta alcanzar el mayor valor posible.

2.2.4 Desperdicios más comunes.

Los desperdicios son un aspecto importante dentro del Lean ya que se presenta siempre una necesidad de reducirlos ya que generan pérdida, estas según Castaño-Jiménez et al., (2021) se definen como actividades que consumen recursos y no generan valor a los proyectos, estos desperdicios o pérdidas son planteados de forma general, y dependerá del investigador identificarlos en el proyecto, así como agregar o eliminar alguno que se considere conveniente para la correcta definición de los desperdicios, a continuación, se presentan los desperdicios más comunes presentados en el Lean Construction.

- Transporte

Más comúnmente enfocado al transporte de materiales de construcción, generalmente se dan problemas en el transporte cuando no existe buena coordinación, cuando el operario del vehículo no tiene la suficiente experiencia y por la distancia de recorrido que debe hacer para entregar su carga esto se puede visualizar en la ilustración 6 en donde se transporta material de desalojo.

Ilustración 6: Transporte de material en obra.



Fuente 6: Fotografía tomada por el autor.

- Inventario

En el inventario se da problemas por la acumulación de artículos no utilizados; también por la disponibilidad de bodegas de almacenamiento, estos artículos se dañaron por cómo se guardan para realizar un proyecto determinado.

- Movimiento

En muchos casos se realizan movimientos innecesarios de equipos, o materiales para realizar una actividad, esto produce daños que pueden evitarse planeando de forma correcta.

- Espera

Se refiere a esperar sin realizar actividades productivas en la obra, generalmente se da mucho en la entrega de materiales para la construcción, en muchas cosas también se producen embotellamientos que retrasan las actividades previstas. Un ejemplo de esto se observa en la ilustración 7 donde muchos trabajadores esperan hasta que terminen otras actividades.

Ilustración 7: Esperas por parte de la mano de obra.



Fuente 7: Fotografía tomada por el autor.

- Re-trabajo

Es muy común en el Ecuador realizar obras en un orden diferente al que la lógica nos indica o también por la realización de un mal proceso constructivos por parte de los encargados de realizar esta tarea.

- Sobre-producción

Se refiere al exceso de producción que puede realizarse en una obra, por ejemplo, si se pide medio cúbico de hormigón, y al final se entrega un cúbico de hormigón, el exceso claramente perjudicará a las ganancias que se obtenga en ese proyecto.

- Defectos

Esto se refiere a dos cosas, la calidad del trabajo realizado en la obra por parte del personal que realiza la obra, y por parte de los residentes encargados de la verificación del cumplimiento de lo estipulado en el contrato.

2.2.5 Herramientas del Lean para mejorar la productividad en la construcción.

En base a la Filosofía Lean Construction se han registrado muchas técnicas que se pueden utilizar en los proyectos de construcción según la necesidad que se tenga en ese momento, estas técnicas se aplican bajo los principios Lean Construction los cuales intentan identificar los residuos que en mayor proporción son generados para disminuirlos o eliminarlos con las herramientas que nos provee esta filosofía para mejorar los procesos constructivos (Marhani et al., 2022) algunas de estas son las siguientes:

- 5s
- Visual Management (VM).
- Kanban (KAN).
- Lean Project Delivery System (LPDS).
- Target Costing o Coste Objetivo
- Integrated Project Delivery (IPD)
- Carta balance

Last Planner System (LPS).

El Last Planner System se lo considera un método de programación, seguimiento y control de proyectos de construcción el cual también se puede aplicar en etapas iniciales de los proyectos para planificación de obras, este método es comúnmente aplicado en la ejecución de obras sin embargo muchos no conocen de donde proviene esta herramienta que es parte del Lean Construction para mejorar la productividad de los proyectos (Cortés et al., 2020), usualmente esta herramienta se puede utilizar junto con un Lookahead planning el cual es un cronograma de ejecución de actividades a mediano plazo muy eficiente, se enfoca en lo que debería hacer, en lo que se puede hacer, en lo que se va hacer y él lo que se hizo.

2.2.6 Lean Construction y Gestión medioambiental.

Con la información planteada anteriormente estos conceptos del Lean Construction y la gestión ambiental se complementan mutuamente ya que buscan objetivos comunes con enfoques diferentes el uno a optimizar recursos y el otro a cuidado del medioambiente lo cual también hace el Lean de forma directa por esto son complementarios (Vaconcelos et al., 2019), por esto con la implementación del Lean Construction genera directamente beneficios a el medio ambiente como la reducción de desperdicios sin embargo como lo menciona (Aslam et al., 2021) es importante seguir analizando estas herramientas que nos permite generar mayor beneficio con la mínima cantidad de recursos que también se traduce en un mejor manejo del medio ambiente usando menor cantidad de materiales y reduciendo los desperdicios.

Ventajas de tener una buena productividad.

- Búsqueda de generación de valor mediante la reducción de las actividades que no son productivas.
- Eliminar desperdicios y optimizar el todo esto se puede aplicar a cualquier etapa del proyecto.
- Con las herramientas basadas en el Lean Construction se puede realizar el diagnóstico y la optimización de las actividades con resultados satisfactorios.

2.2.7 Plan de mejoramiento productivo (PMP).

El plan de mejoramiento productivo ayuda a mejorar los recursos con los que se cuenta para realizar un proyecto y algunos de los métodos más comunes que se están aplicando para buscar una mayor eficiente en las construcciones de hoy en día para realizar este tipo de plan se necesita pasar por tres fases las cuales se define a continuación en base al trabajo de (Rodríguez-Díaz et al., 2019):

Fase de diagnóstico.

Primero se realiza el diagnóstico de la situación actual de las actividades que se requiere el estudio, aquí se toma datos acerca de la productividad y sobre la opinión de los residentes acerca de la obra, se pueden utilizar para esto:

- Encuestas
- Entrevistas.
- Gemba Walk

- Carta de balance

Fase de elaboración e implementación.

Cuando ya tenemos los resultados de la primera fase procedemos a definir la herramienta que utilizaremos la cual se adaptara a las condiciones que requiera la actividad que se está estudiando, en esta etapa se pueden usar las herramientas:

- Last Planner System (LPS)
- Lean Project Delivery System (LPDS)
- Integrated Project Delivery (IPD)

Fase de seguimiento u control.

Para la evaluación y el control se aplican diferentes métodos para obtener conclusiones sobre lo que funciona y no funciona dentro de la actividad, se puedan utilizar herramientas como:

- Encuestas de detección de pérdidas
- Fotografías a intervalos de tiempo
- Videos.

2.2.8 Productividad en la industria de la construcción.

Carta balance.

Conocida también como carta de equilibrio de cuadrilla, se representa por un gráfico de barras donde se observan los recursos utilizados para realizar una actividad específica según el personal que la realiza además de otros gráficos donde se puede observar la cantidad de trabajo realizado en base a tres criterios principales como el trabajo productivo, contributivo y no contributivo (Rodríguez-Díaz et al., 2019), el objetivo es analizar rubros para tener una idea de cómo se está realizando el trabajo productivo para así que el obrero con los ajustes necesarios realice su actividad de forma correcta.

Se han realizado diferentes formatos manteniendo la esencia como el presentado en la ilustración 8 en donde se presenta un formato moderno de carta balance, donde se colocarán las actividades correspondientes al trabajo productivo contributivo y no contributivo según el rubro analizado, para definir estas actividades debemos visitar la obra seleccionada y observar la realización del rubro.

Ilustración 8: Carta Balance

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:					
Carta Nº:				Cuadrilla Nº:	
Fecha:				Personal de la cuadrilla:	
Hora	inicio:			Tiempo de muestreo:	
	fin:			Intervalo de muestreo:	

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						

Trabajo Productivo TP	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	
T2:	
T3:	
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Fuente 8: Elaboración propia

Trabajo productivo.

Se define como el trabajo que agrega valor de forma directa en la actividad que se está realizando, ya sea excavaciones o instalación de tuberías, como lo que ocurre en la ilustración 9 en la cual el trabajo productivo se verá en la colocación del hormigón en la losa que allí se presenta.

Ilustración 9: Construcción de caja para control de accesorios de salida.



Fuente 9: Fotografía tomada por el autor.

Trabajo Contributivo.

Se definen como actividades complementarias que participan de forma indirecta para que se pueda realizar la actividad, como en la ilustración 10 en el armado del acero para realizar las fundiciones.

Ilustración 10: Estribo principal de paso elevado



Fuente 10: Fotografía tomada por el autor.

Trabajo no contributivo.

Correspondiente a actividades que no agregan valor, estas también son llamadas pérdidas por muchos autores, como en la ilustración 11 en la que se muestra personal de la obra que se toma fotos que no son necesarias para la obra y se considera como pérdidas.

Ilustración 11: Fotos en la obra trabajo no productivo



Fuente 11: Fotografía tomada por el autor.

Esto se puede ejemplarizar en la vida cotidiana como se muestra en la tabla 1 presentada a continuación donde se analiza una actividad cotidiana dependiendo donde dentro de esta existen subactividades que ayudan a su realización.

Rubro por realizar. Lavarse los dientes.

Trabajo productivo

- La acción de lavarse los dientes.

Trabajo Contributivo.

- Poner la pasta en el cepillo.
- Enjuagarse

Trabajo no contributivo

- Mirar el celular

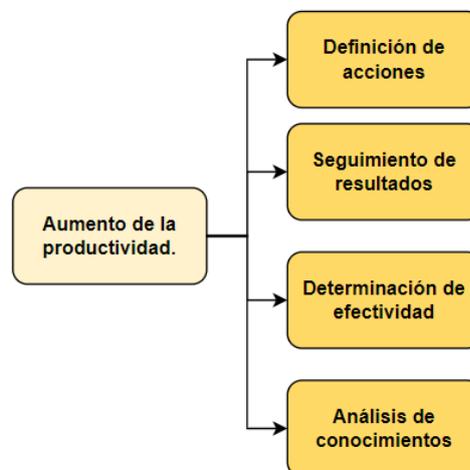
2.2.9 Factores que afectan a la productividad.

Según (Cabrera & Morales, 2016) algunos de los factores que más afectan la productividad en la industria de la construcción son:

- Aumento sustancial del conocimiento receptado por la mano de obra y las condiciones propias de su entorno.
- Tener constancia de lo que se está generando a nivel de productividad en los proyectos.
- A partir de los recursos disponibles materiales, equipamiento y personal crear estrategias dirigidas a aumentar la productividad en la obra.
- Mejora en las condiciones de trabajo para los empleados ya que se han realizado estudios en donde las personas rinden mejor en un ambiente donde se sienten cómodos.

Además (Fajardo & Quizhpe, 2021), plantea la lo siguiente para mayor productividad en la construcción de una obra civil los cuales son presentados a continuación:

Ilustración 12: Factores que aumentan la productividad



Fuente 12:(Fajardo & Quizhpe, 2021)

2.3 Proyecto de abastecimiento de agua potable.

Cronograma de actividades.

En la ilustración 13 se presentan los frentes de trabajo realizados en lo que lleva ejecutándose el proyecto, en los que se tiene exactamente 8 frentes donde se realizan trabajos según la planificación de la obra con las observaciones correspondientes en cuanto a las actividades realizadas, como en el caso del frente 2, donde se construye una reserva de hormigón armado.

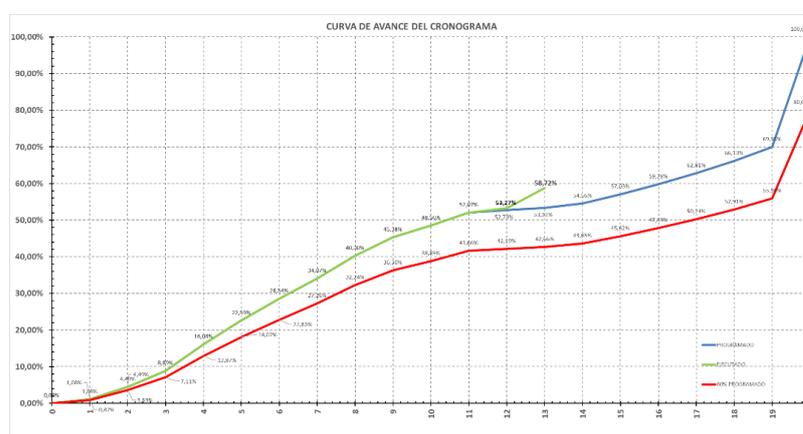
Ilustración 13: Avance realizado por frente de trabajos.

FRENTE	TRABAJOS REALIZADOS	OBSERVACIONES
FRENTE 1	Construcción de reserva nueva de hormigón armado v=1,800 m ³ ., ubicada en la parroquia urbana de "Loma de Franco"	No se presentan actividades en el frente.
FRENTE 2	Construcción de Reserva Nueva de Hormigón Armado v=1,500 M ³ ., Repotenciación de tanques existentes. Ubicada Junto a Reserva No. 3 "Tres Cerritos"	Se continúan con las actividades programadas.
FRENTE 3	Mejoramiento Del Sistema Existente Municipal De Agua Potable, Planta De Tratamiento De Agua Potable "Alberto Serrano" - Q=100 L/S.	Se continúan con las actividades programadas.
FRENTE 4	Red de Distribución: Anillo Perimetral + Tuberías Principales Internas: Tubería HD Ø=700-600mm. C 25 (L=1,163m.) Y Tubería PVC-P U/E Ø=500, 4	Se continúan con las actividades programadas.
FRENTE 5	Construcción De Red De Agua Tratada (Q=305 L//S), Tramo: Reserva Existente En PTAP "La Esperanza" Del Sistema Regional. Tubería HD clase 25 D= 500mm.	Se continúan con las actividades programadas
FRENTE 6	Medidas ambientales aplicadas en los frentes de trabajo.	Se continúan con las actividades programadas
FRENTE 7	Conexiones Domiciliarias	Se continúan con las actividades programadas
FRENTE 8	Suministro e Instalación de Macro medidores Electromagnéticos	No se presentan actividades en el frente.

Fuente 13: Proporcionado por el proyecto.

En el proyecto se han realizado ajustes a la planificación, según la ilustración 14, por problemas presentados como falta de pago de la empresa contratante, además se observa que los trabajos realizados están dentro de lo previsto en el proyecto.

Ilustración 14: Curvas de avance de la obra.



Fuente 14: Proporcionado por el proyecto.

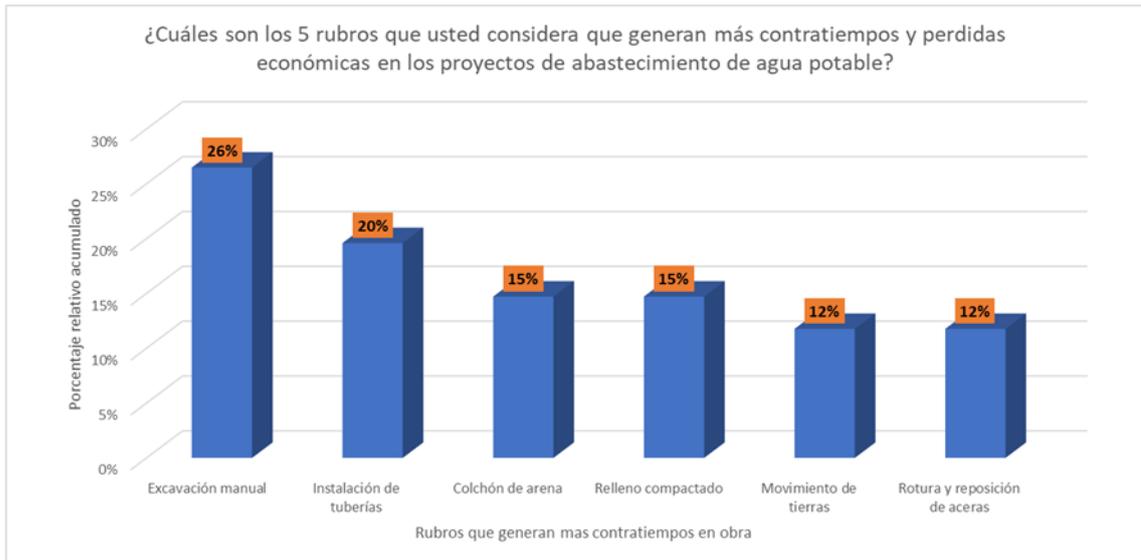
Mediciones en campo.

Para realizar las mediciones se utilizará la carta de balance, para esto primero debemos definir las actividades que se considerarán trabajo productivo contributivo y no

contributarios, de vital importancia para realizar las mediciones y las que no agregan valor al rubro analizado.

“De acuerdo con las 13 entrevistas realizadas se determinó los siguientes rubros que los residentes de la obra consideran que generan más pérdidas en proyectos de abastecimiento de agua potable, en este caso los profesionales concuerdan en un 69% que la excavación es uno de los rubros que más se ve afectado por pérdidas en obra”.

Ilustración 15: Rubros generadores de mayores pérdidas (Entrevista Residentes de obra).



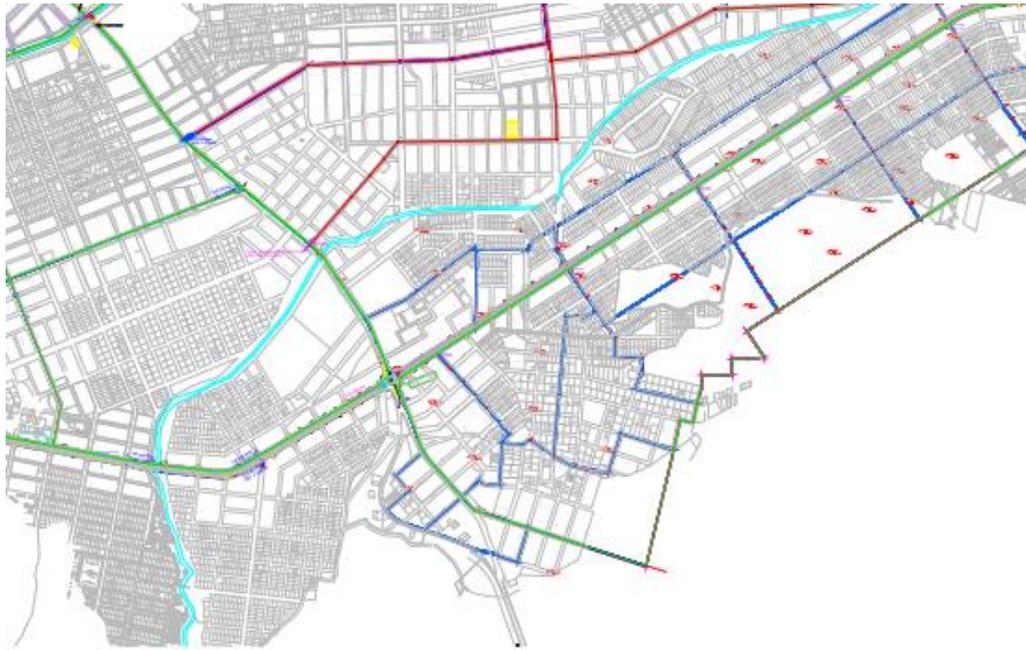
Fuente 15: Elaboración propia.

De los cuales se tomarán los rubros más representativos para recabar los datos para el uso de la carta balance, que se prevé realizar en un periodo no mayor a una semana por cada rubro, por las variaciones que puedan existir en la obra, además de realizar las mediciones con personal de apoyo y se escogerá un lugar adecuado para obtener datos reales del rubro analizado

Lugar donde se realizará las mediciones.

En el proyecto se realizan las actividades de acuerdo con los frentes de trabajo en las que se encuentran los rubros que posiblemente en esta investigación se tomen en cuenta al momento de realizar las mediciones en campo esto se presenta una ilustración de la zona de estudio y los lugares donde se están realizando las actividades actualmente.

Ilustración 16: Áreas donde se están realizando trabajos.



Fuente 16: Open Street Map

Fuentes de pérdidas más comunes en la obra.

Según los datos recopilados por las 13 encuestas al personal técnico de la obra, se determinó que existen las siguientes pérdidas presentadas en la ilustración 17, de una lista que se ha formado en base a la investigación realizada, se ha tomado una muestra de 60 respuestas del universo por ser las más significativas para este proyecto, en donde los Residentes han manifestado que uno de los problemas más comunes es la sobrepoblación de personal en las actividades realizadas en la obra.

Ilustración 17: Pérdidas más representativas seleccionadas por el personal técnico de la obra.



Fuente 17: Elaboración propia

Además, se presentan algunas de las pérdidas que se encontraron durante la visita a la obra.

- **Paralizaciones.**

En la obra se ha realizado algunas paralizaciones que se han debido a factores como la economía en la industria de la construcción además de los problemas políticos además se realizan paralizaciones parciales de trabajo como se muestra en la ilustración 19 en donde los trabajos se han detenido hasta nueva orden.

Ilustración 18: Paralizaciones.



Fuente 18: Tomada por el autor del trabajo.

- **En la obra se ha detectado desperdicios.**

También se ha determinado desperdicios generados en la obra como escombros producidos por materiales como se muestra en la siguiente ilustración 19 esto afecta no solo a el proyecto por el mal aspecto que genera y los inconvenientes que se presentan con las personas que habitan alrededor de la obra si no que tambien a el ambiente ya que genera contaminacion al ambiente.

Ilustración 19: Desperdician en la obra.



Fuente 19: Tomada por el autor del trabajo.

- **Rehacer trabajos.**

Por causa de trabajos mal realizados, se debe desmontar el trabajo realizado para volverlo a hacer correctamente, estas cuestiones son comunes en proyectos de construcción, debido a diferentes factores desde el diseño hasta el proceso constructivo utilizado.

2.4 Antecedentes conceptuales.

5s. – Las 5s son conceptos que parten de técnicas del Sistema de Gestión de la Producción o Lean Manufacturing las cuales se complementan mutuamente en pro de realizar mejorar continua en cada uno de los elementos que componen el grupo de trabajo para aumentar la productividad de alguna actividad o proyecto que se desee realizar. (Piñero et al., 2018), se basa en 5 términos que son, clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y diciplinar.

Visual Management (VM). –Hace referencia a que las personas o elementos de un proyecto que pueden ser los diseñadores, analistas de datos, dirigentes de proyecto y otros

elementos involucrados puedan centrarse cognitivamente en cómo interpretar la información que se tiene a la mano y el impacto de las decisiones que se puedan tomar. (Felippe et al., 2020).

Kanban (KAN). – Es un sistema de visualización donde se define los procesos que están realizando, los que se han realizado y los que aún faltan por realizar para tomar decisiones que generen que en un proyecto se entregue a tiempo cada fase en el momento en el que se lo necesita evitando producciones excesivas y almacenamientos innecesarios de productos. (Gaete et al., 2021).

Lean Project Delivery System (LPDS). –Es una herramienta que es utilizada para visualizar cual es el impacto que se genera en la fase de realización de los trabajos en obra, y así proceder a realizar las modificaciones que conlleven a eliminar desperdicios y crear mayor valor en cada componente del proyecto. (Brioso & Fuentes Hurtado, 2020)

Integrated Project Delivery (IPD). –Se basa en la colaboración que se debe presentan en la realización de cualquier tipo de proyecto en donde el propietario se involucra con el contratista o el diseñador u otros elementos que forman parte de la realización del proyecto para mejorar la integración de todas las partes del proyecto. (Assaf et al., 2023).

III. Capítulo III: Metodología.

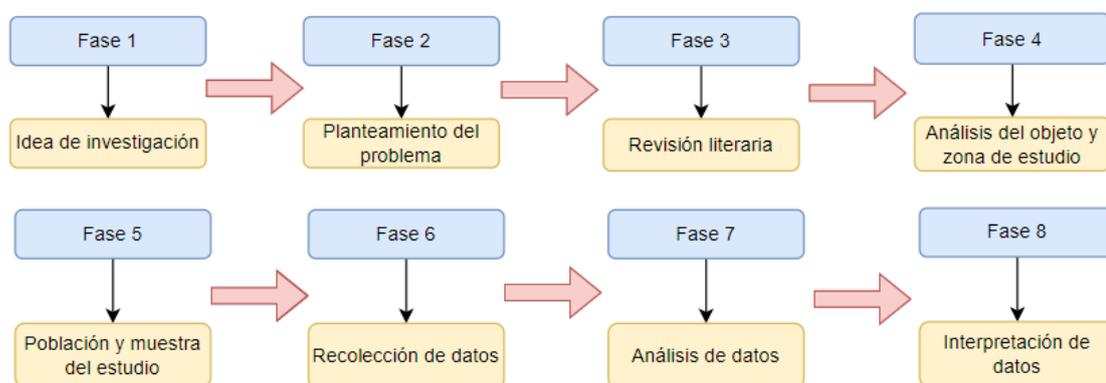
3.1 Modalidad básica de investigación

Para definir la modalidad básica de investigación procedemos primero a investigar fuentes bibliográficas para determinar la metodología básica aplicada para desarrollar esta investigación, centrada en un enfoque cualitativo de investigación con datos de campo analizados mediante el método de observación del enfoque cualitativo de investigación.

3.2 Tipo de investigación

En virtud de que el enfoque de investigación es cualitativo en donde se tomara datos de campo con las herramientas que nos provee el Lean Construction para realizar esta actividad principalmente con la carta balance, se define en la ilustración 20 las fases que se debe seguir para esta investigación.

Ilustración 20: Fases modelo para realizar la investigación.



Fuente 20: Elaboración propia

Fase 1: Idea de investigación.

Primero se define una idea de investigación desde donde se partirá para realizar las siguientes fases, en este caso la idea de investigación se basa en el análisis de los rendimientos de la mano de obra de algunos rubros en un proyecto de agua potable con la ayuda de los principios de la filosofía Lean Construction que se presentan en forma de herramientas para la gestión eficiente de proyectos de construcción.

Fase 2: Planteamiento del problema.

Ya definida una idea de investigación se procede a realizarse las preguntas científicas las cuales nos permitirán plasmar por escrito la problemática dependiendo de la idea de investigación nos planteamos premisas de las que partiremos para este caso los posibles

problemas que se pueden presentar con respecto a los rendimientos de la mano de obra en los rubros de un proyecto de agua potable

Fase 3: Revisión literaria.

En esta fase se busca información bibliográfica en artículos científicos para sustentar la investigación, aquí se presentan avances e investigaciones previas en las que se presentan modelos de investigación desde donde se puede partir para realizar la investigación.

Fase 4: Análisis del objeto y zona de estudio.

En la fase 4 se define claramente cuál es el objeto y la zona de estudio para lo cual se debe visitar antes la zona donde se realizan los trabajos y socializar con quienes realizan el proyecto esto para proporcionar mayor comodidad y resultados satisfactorios cuando se esté realizando la toma de datos en campo.

Fase 5: Población y muestra del estudio.

Cuando nos referimos a la población y la muestra del estudio se enfoca en los elementos que intervienen en el estudio para lo cual se debe definir una muestra ya que para este caso se usara los principios de la filosofía Lean Construction y sus herramientas para realizar las mediciones se debe definir arbitrariamente una muestra dentro del proyecto analizado.

Fase 6: Recolección de datos.

En la parte de la recolección de datos como se mencionó anteriormente que se usara las herramientas que nos proporciona el Lean Construction, para lo cual se debe conocer previamente la zona de estudio y el objeto de estudio, además de la muestra que se tomara dentro del proyecto de construcción que se está analizando.

Fase 7: Análisis de datos.

Para analizar los datos recopilados se usará la herramienta Excel, que nos permite realizar gráficos estandarizados donde se puede observar los datos y esto ayuda a comprender lo que sucede en el proyecto respecto al rendimiento de la mano de obra y con las actividades que mayor injerencia tienen en el rubro analizado.

Fase 8: Interpretación de datos.

Esta fase es importante, ya que se trata de interpretar los datos analizados para obtener conclusiones sobre la información recolectada que puede coincidir o no con las suposiciones presentadas al comienzo de la investigación, además se pueden hacer recomendaciones que ayudan a mejorar las actividades del proyecto analizado y que se pueden aplicar en otros similares.

3.3 Objeto de estudio

Para este trabajo de titulación, el objeto de estudio está en la ciudad de Pasaje provincia del Oro, donde se construye el mejoramiento del sistema de agua potable para la ciudad de Pasaje para lo cual se analizarán los rendimientos de la mano de obra según los rubros del proyecto ofertados por el contratista.

3.4 Descripción de la población y muestra

En la zona de estudio donde se realizara esta investigación en la cual se analiza los rubros del proyecto nombre del proyecto, se analizara los rendimientos de la mano de obra de acuerdo a los principios de la filosofía Lean Construction en la cual se identifica al personal técnico de la obra que está en contacto directo con el proceso constructivo que se está llevando a cabo dentro del proyecto, para analiza de forma discreta la productividad de la mano de obra de algunas cuadrillas que previamente se seleccionaran para realizar la recolección de los datos correspondientes.

3.5 Métodos teóricos con los materiales utilizados

Se le dará un enfoque cualitativo de investigación en la cual se presentó anteriormente en la ilustración tal, aplicando los principios de la filosofía Lean Construction la cual nos da una visión relativamente nueva de como analizar los rubros en proyectos de construcción para determinar los rendimientos y actividades que generan perdidas dentro de estos.

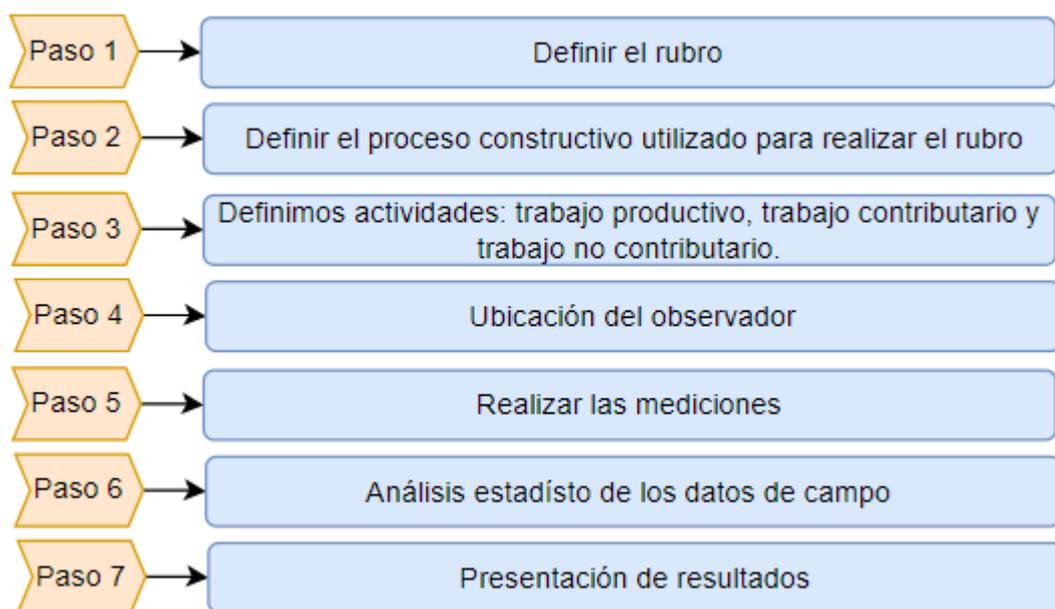
3.5.1 Carta de balance de recursos.

La carta de balance es una herramienta que nos permite analizar actividades específicas que se realizan dentro de un proyecto de construcción, para esto se determina primero las características de la actividad a realizar la medición teniendo en cuenta los problemas que puede encontrarse al realizar las mediciones, principalmente se base en definir en obra tres principales características que son el trabajo productivo el trabajo contributivo y el no contributivo, para cada actividad seleccionada se necesita realizar mediciones en

diferentes horas y días para que la medición se acerque estadísticamente a la realizada de lo que sucede en el proyecto, esta es una herramienta que se basa en los principios de la filosofía Lean Construction para determinar cómo se realizan los procesos y que actividades se puede mejorar para ser más eficientes.

Para aplicar la carta de balance se definió el proceso presentado en la ilustración 21 en la que, según la investigación realizada en diferentes fuentes como artículos científicos y tesis de maestrías, se define un proceso adaptado que puede ser aplicado en el proyecto de abastecimiento de agua potable analizado en este trabajo.

Ilustración 21: Pasos para la aplicación de la Carta Balance.



Fuente 21: Elaboración propia

Paso 1. Definir el rubro.

Como paso 1 se deben seleccionar según nuestro criterio los rubros para las mediciones, y se puede sustentar con las encuestas y entrevistas realizadas sobre la complejidad de las mediciones respecto al rubro o la importancia de rubro en un proyecto, adecuado para que la medición pueda realizarse correctamente durante la recolección de datos de campo.

Paso 2. Definir el proceso constructivo utilizado para realizar el rubro.

“Ya que tenemos el paso 1 bien delineado, realizamos visitas periódicas al lugar donde se realizan las actividades escogidas, para definir en los rubros el proceso constructivo que se sigue en la obra, para este proceso se debe tener en cuenta la bibliografía existente

sobre cada actividad ya que existen procesos que son comunes en todos los proyectos de construcción. ``

Paso 3. Definimos actividades para: Trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo.

Según la definición del proceso constructivo dentro del rubro seleccionado, definiremos actividades diarias dentro del rubro las cuales son ejecutadas por el personal y tendremos que analizar actividades que concuerden con la definición de trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo, se complica la definición de las actividades mencionadas ya que la información no es diversa, por lo que debemos usar la lógica y la opinión de personas con experiencia que puedan ayudar a mejorar estas actividades.

Paso 4. Ubicación del observador.

Un aspecto importante para la realización de la carta de balance es determinar el lugar idóneo para las mediciones ya que se usa el método de observación, es importante porque la mano de obra suele tener baja productividad cuando no siente que está siendo vigilada mientras que su productividad aumenta cuando está siendo vigilada, por esto escoger lugares donde se pueda divisar correctamente la actividad y además que la mano de obra no se sienta vigilada si el caso lo amerita o por lo contrario no se sienta presionada para realizar más trabajo del que realiza es indispensable para un buen estudio.

Paso 5. Realizar las mediciones.

Para esto debemos considerar la cantidad de datos a analizar, varios autores definen que se deben realizar 3 cartas de balance por cada rubro o actividad realizada, con un tiempo de muestreo aproximado de 350, pero otros autores creen que depende del criterio del observador el número de mediciones realizadas, para ello debemos tabular los datos y mirar la tendencia de las muestras, si se tiene una tendencia constante bastara para realizar un análisis estadístico.

Paso 6. Análisis estadístico de los datos recopilados.

Para analizar los datos es importante realizar este proceso en una herramienta adecuada como Excel, para lo que se usan métodos estadísticos para analizar datos, además esta

herramienta permite realizar gráficos detallados donde se visualizarán mejor los resultados obtenidos por las mediciones realizadas en campo.

Paso 7. Presentación de resultados.

Presentar los resultados de forma coherente y estética es muy importante porque permite ver de forma correcta lo que en la investigación se quiere determinar, en este paso también se usara la herramienta Excel, en la cual como ya se mencionó anteriormente, se presentara de forma gráfica las actividades que no generan valor y que pueden ser eliminadas o reducidas para aumentar las actividades que generan valor en el rubro.

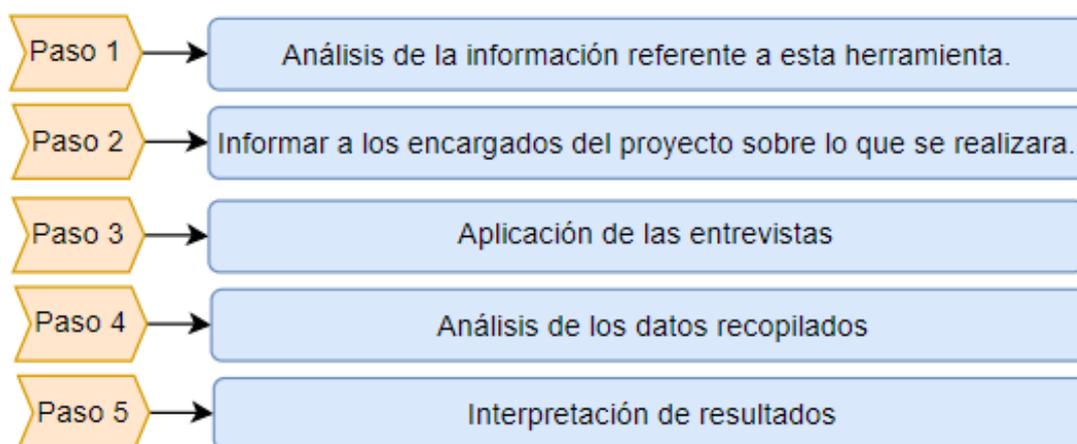
3.6 Métodos empíricos con los materiales utilizados

3.6.1 Encuestas para la detección de perdidas.

Entrevistas Informales.

Con el objetivo de conocer de primera mano la opinión de los actores principales que están relacionados con las etapas constructivas del proyecto se realiza una entrevista a estos con preguntas abiertas que se presentan en la ilustración 21, las cuales nos ayudan a conocer de primera mano cómo se están realizando las actividades dentro del proyecto que se analizara en esta investigación, con esto se puede determinar las causas y errores que se comenten dentro de las actividades realizadas y como se podría mejorar en base a la percepción de los Residentes que allí laboran día a día, se debe dejar constancia que este tipo de herramientas se realizan en base a los conocimientos que tienes los que se encuentran laborando en el proyecto, para aplicarla de forma estandarizada se plantea la siguiente secuencia en la ilustración 22, cada paso se explicara posteriormente.

Ilustración 22: Entrevista de detección de pérdidas



Fuente 22: Elaboración propia.

Paso 1: Análisis de la información referente a esta herramienta.

Primero debemos conocer todo lo referente a esta herramienta la cual se basa en los principios de la filosofía Lean Construction, además de modelar esta herramienta a las condiciones propias de la investigación que se está realizando, para este caso un proyecto de agua potable

Paso 2: Informar a los encargados del proyecto sobre la que se realizara.

Para que no se produzcan malentendidos con los encargados de realizar el proyecto analizando se debe plantear una socialización con ellos dándoles a conocer los que se realizara, este paso para esta investigación es más complejo porque se debe realizar individualmente por la disponibilidad de tiempo.

Paso 3: Aplicación de las entrevistas.

Las entrevistas se deben realizar a quienes estén en contacto directo con los procesos constructivos del proyecto, pueden ser los residentes de obra y los encargados de la planificación de la obra, quienes conocen de primera mano cómo se lleva el proyecto, y se realiza de forma individual por la disponibilidad de tiempo de estos individuos.

Paso 4: Análisis de los datos recopilados.

Para el análisis de los datos recopilados al ser entrevistas con preguntas abiertas se debe utilizar un criterio para identificar las coincidencias de las respuestas además de esto

como se muestra en la ilustración 21 la estructura la entrevista existe una pregunta que se debe tabular y tomar una muestra para presentar los resultados de una forma consistente.

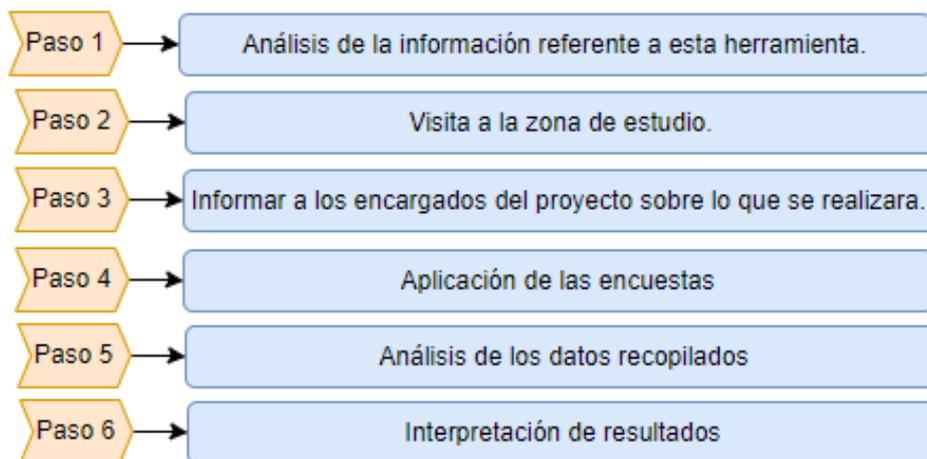
Paso 5: Interpretación de resultados.

En base a el análisis de los datos se puede realizar conclusiones detectando la percepción de los Residentes entrevistados y buscar patrones que nos permiten conocer cómo se está realizando el proyecto y como se puede mejorar

Encuesta.

Esta parte sirve para identificar pérdidas comunes en los proyectos de construcción donde se identifican previamente problemas y se presentan en forma de encuestas en las cuales el encuestado debe seleccionar un máximo de 10 respuestas de un total de 40 opciones el formato se presenta en la ilustración 24, esto se realiza para que los datos puedan agruparse por rangos altos para la visualización de los resultados, esta técnica o herramienta se aplica a el personal técnico de un proyecto de construcción, y generalmente nos ayuda a planificar de mejor forma las actividades que debemos analizar en la aplicación de la metodología de carta balance, para la aplicación de esta herramienta se presenta el siguiente proceso en la ilustración 23.

Ilustración 23: Modelo de aplicación de la encuesta.



Fuente 23: Elaboración propia

Paso 1: Análisis de la información referente a esta herramienta.

Primero debemos conocer todo lo referente a esta herramienta la cual se basa en los principios de la filosofía Lean Construction además debemos tomar como referencia otros trabajos de investigación que nos ayuden a definir las pérdidas que comúnmente ocurren en los proyectos de construcción en general para aplicarlas a esta investigación.

Paso 2: Visita a la zona de estudio.

Una vez tenemos la información referente a la herramienta a aplicar vamos a campo para determinar qué es lo que está ocurriendo en el proyecto y tener más información acerca de que pérdidas se están dando, también se puede utilizar la entrevista realizada previamente para conocer la opinión de los Residentes de la obra.

Paso 3: Informar a los encargados del proyecto sobre lo que se realizara.

Como en la entrevista se puede socializar para que todos sepan lo que se realizará y así que no exista inconvenientes entre las partes involucradas en el proyecto y el que realiza el trabajo de investigación además de esto se consigue que el personal colabore para realizar las encuestas requeridas.

Paso 4: Aplicación de las encuestas.

Una vez definido el formato presentado en la ilustración 23, se procede a la obra y a realizar las encuestas donde los encuestados deben escoger o marcar 10 respuestas de 40 posibilidades y que además puedes agregar algunas sugerencias que ellos crean conveniente que debe ir incluida en la encuesta.

Paso 5: Análisis de los datos recopilados

Se identifican las principales tendencias de la encuesta, donde se toma una muestra del universo de los datos recopilados para realizar su tabulación, porque al ser preguntas abiertas se presenta una variedad de respuestas y como nos interesa saber las actividades que más pérdidas generan se realiza una selección de las que más relevancia presentan.

Paso 6: Interpretación de los resultados.

Los resultados analizados representan a la percepción de las personas en cuanto a las pérdidas que se están generando en el proyecto de construcción analizado, esto permite conocer de primera mano las pérdidas que afecta a los procesos constructivos.

IV. Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados

4.1 Análisis de resultados.

4.1.1 Encuestas para la detección de pérdidas.

Primera parte: Entrevista resultados

Paso 1: Análisis de la información referente a esta herramienta.

“Primero se debe llevar a cabo una investigación sobre la herramienta que se desea utilizar, en este caso la encuesta de detección de pérdidas, para determinar que se debe aplicar a personas relacionadas con los procesos constructivos de la obra, las cuales conocen lo que se está realizando y los problemas que se generan en esta obra.”

Paso 2: Informar a los encargados del proyecto sobre lo que se realizara.

Para la aceptación y tener la cooperación de las personas se han realizado reuniones individuales debido al tiempo que se tienen los trabajadores para informar sobre la investigación que se estará realizando en este proyecto, se mencionó también que es con fines académicos a lo cual los trabajadores y dirigentes del proyecto accedieron a dar las facilidades necesarias para poder realizar la aplicación de estas entrevistas además de que alguno inclusive estuvieron prestos para ayudar con lo que haga falta.

Paso 3: Aplicación de las entrevistas.

Las entrevistas se las realizaron dependiendo de la disponibilidad de tiempo con el que disponían los residentes de la obra y personal que conoce lo que sucede en la misma, estos accedieron a entrevistar de forma normal en sus horarios de descanso al medio día el 21 de agosto del 2023, trece personas ayudaron aportando ideas a la titulación que se está realizando.

En la ilustración 24 se presenta el formato que se ha diseñado para la entrevista realizada que como ya se dijo anteriormente se basa en los principios del Lean Construction y a diversas fuentes de investigación que se ha buscado para darle un valor agregado a la entrevista y que pueda ser aplicada a un proyecto de agua potable que es este caso de estudio.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	
Cargo:	
Fecha:	

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Fuente 24: Elaboración propia

Paso 4: Análisis de los datos recopilados.

Las entrevistas realizadas se presentan en el Anexo 1. Se llevaron a cabo 13 entrevistas realizadas en el proyecto construcción del mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Pasaje, para lo cual se tuvo la colaboración de todo el personal de la obra, estas fueron realizadas en diferentes días debido a la disponibilidad de tiempo con la que contaban los trabajadores.

Resultados de la entrevista:

1A: En esta pregunta realizada se encontraron varias opiniones acerca de los problemas que se generan en los proyectos de agua potable en los cuales se dijo que muchos de los encuestados respondieron que el problema más común son los retrasos de las actividades y el encarecimiento de la obra esto por causa de que a veces inclusive no se plasman algunos rubros en el proyecto lo cual al momento de realizarlo se deben hacer igualmente lo que generan pérdidas, por otro lado otros entrevistados contestaron que no debería haber problemas significativos si es que la consultoría que se ha realizado está bien hecha.

2A: Con respecto a esta pregunta se vio varias opiniones de importancia como que este problema muchas veces surge por la falta de experiencia del contratista o del consultor ya que los rendimientos de la mano de obra no se apegan a la realizada que se está viviendo en ese momento, otro aspecto importante es debido a la experiencia de la mano de obra que muchas veces se contrata sin experiencia para ahorrar dinero y se termina pagando más por el trabajo y con una calidad menor.

3A: Esta pregunta nos proporcionará información de lo que pasa en el proyecto de agua potable que se está estudiando para lo cual se presenta la siguiente ilustración 25 en la que se presenta de las muchas respuestas recibidas una muestra de 34 las cuales son las que más se repiten, ya que es de nuestro interés conocer cuáles son esos rubros que pueden dar problemas al momento de realizar un proyecto de agua potable.

Ilustración 25: Muestra de datos para la entrevista

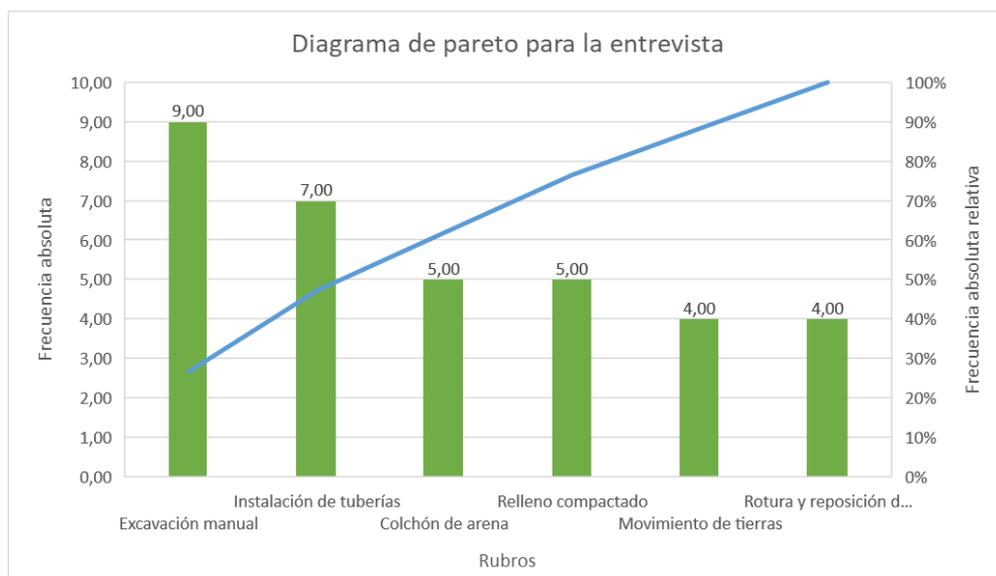
Nº	Descripción	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa
1	Excavación manual	9,00	26%
2	Instalación de tuberías	7,00	20%
3	Colchón de arena	5,00	15%
4	Relleno compactado	5,00	15%
5	Movimiento de tierras	4,00	12%
	Rotura y reposición de aceras	4,00	12%
Total:		34,00	100%

Fuente 25: Elaboración propia.

Se mencionó en la metodología que se usó el programa Excel para realizar el análisis de los datos para las entrevistas recopiladas que se presentan en la ilustración 26 para lo cual de un universo de datos mayor a 50 se tomó una muestra de 34 para realizar la siguiente

grafica donde la excavación manual con un 26% es en la que concuerdan la mayor parte de los entrevistados que es la actividad que genera más problemas, supieron decir que esto se debe a la variabilidad del terreno y otros factores externos que pueden afectar considerablemente su funcionamiento normal, otro de los rubros es la instalación de las tuberías que debido ya que muchas veces estas se rompen y se generan muchas perdidas de materiales y demoras por el transporte de estas.

Ilustración 26: Rubros que generan más inconvenientes en el proyecto de agua potable.



Fuente 26: Elaboración propia.

5A: Las razones por las que han escogido este rubro se debe al valor económico que estos generan al proyecto de agua potable. Además de que generan paralizaciones de trabajos por causa de rotura de tuberías y muchas veces las excavaciones no se pueden realizar debido al impedimento de la movilidad de las máquinas para realizar esta actividad y otro aspecto importante es que son los que visualmente se puede percibir que se están teniendo contratiempo con la realización del rubro.

Segunda parte: Encuesta resultados.

Paso 1: Análisis de la información referente a esta herramienta.

Se buscó información acerca de esta herramienta en diferentes documentos de investigación en donde se recabo información acerca de cómo se aplica esta encuesta y como se interpretan los resultados que en esta se presentan, además se modificó el formato original para que su aplicación sea más adaptada a la realidad de nuestro proyecto.

Paso 2: Visita a la zona de estudio.

Para realizar de forma correcta la entrevista, se debe ir a la obra para revisar cómo se lleva el proyecto para detectar los problemas, se debe interpretar los resultados de manera objetiva y en el contexto de la investigación. Identificar tendencias o relaciones significativas en los datos y se considera cómo estos resultados se relacionan con la pregunta de investigación y objetivos.

Paso 3: Informar a los encargados del proyecto sobre lo que se realizara.

Al igual que en la entrevista se debe socializar con el personal de la obra acerca de la entrevista que se realizado, indicándoles de forma recurrente que es con fines académicos, para contar con el apoyo y la cooperación de todas las personas que trabajan en la obra.

Paso 4: Aplicación de las encuestas.

Para la aplicación de la encuesta se realizó de forma individual a cada residente de obra y personal que esta conoce de primera mano cómo se está llevando a cabo en proyecto, por la poca disponibilidad de tiempo que tiene los trabajadores se realizó estas encuestan en los horarios de descanso por recomendación del jefe del personal, el formato de encuesta se presenta en la ilustración 27, la cual cuenta con diferentes opciones acerca de pérdidas que comúnmente se pueden generar en los proyectos de agua potable en base a la información recopilada en el paso 1 y a las opiniones de ingenieros civiles que nos brindaron su opinión respecto a este tema, esta encuesta consta de 40 posibles respuestas en donde se debe escoger 10 de las que el criterio del entrevistado crea conveniente.

Ilustración 27: Modelo de encuesta.

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de alcantarillado sanitario y pluvia,		Más frecuentes
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	
3	Movimiento innecesario de personal	
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	
6	Accidentes	
7	Mano de obra sin experiencia	
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Fuente 27: Elaboración propia

Paso 5: Análisis de los datos recopilados

Se presentan las encuestas realizadas en el Anexo 1, donde también se encuentran las entrevistas realizadas para lo cual siendo preguntas en las cuales se debe seleccionar 10 respuestas se tabulo estas y por la frecuencia que aparecían se seleccionaron las que más impacto o más información nos proporcionan.

A continuación, en la ilustración 28 se encuentra los datos que se han obtenido del análisis estadístico en donde se toma una muestra, para que se puedan representar de mejor forma.

Las 10 actividades presentes en la ilustración son las que más problemas han generado en la construcción del sistema de agua potable para la ciudad de Pasaje, además de esto los encuestados supieron decir que generalmente el tiempo no productivo en este tipo de proyectos es elevado debido a las condiciones propias del proyecto.

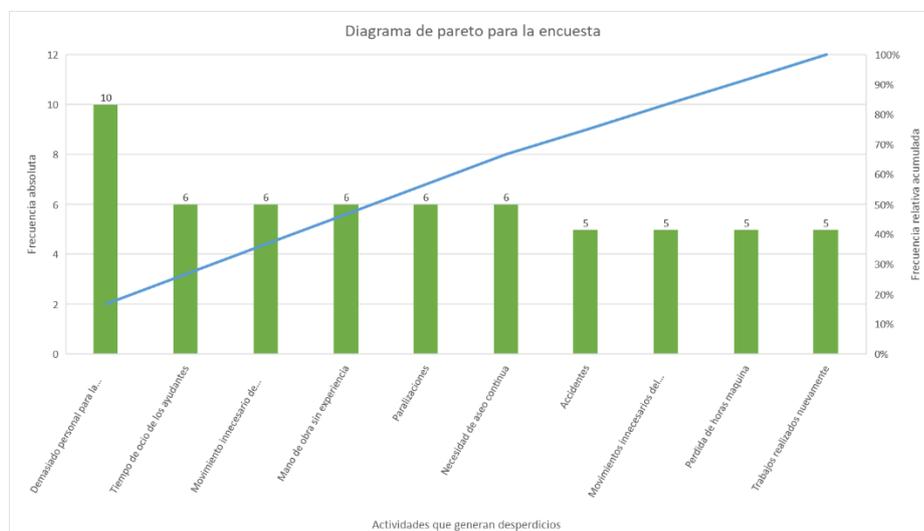
Ilustración 28: Resultado de la encuesta realizada.

Descripción	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa
Demasiado personal para la actividad realizada	10	17%
Tiempo de ocio de los ayudantes	6	10%
Movimiento innecesario de personal	6	10%
Mano de obra sin experiencia	6	10%
Paralizaciones	6	10%
Necesidad de aseo continua	6	10%
Accidentes	5	9%
Movimientos innecesarios del material	5	8%
Perdida de horas maquina	5	8%
Trabajos realizados nuevamente	5	8%
Total	60	100%

Fuente 28: Elaboración propia

También, como se mencionó en la metodología, se realizará un gráfico estadístico utilizando la herramienta Excel, que se presenta en la ilustración 29 en el cual se observa claramente que la actividad en la que la mayor parte de los encuestados está de acuerdo que es la que genera más pérdidas es el personal excesivo para una actividad determinada seguida del tiempo de ocio que es cuando no se realiza ninguna actividad que genere valor al rubro que se está realizando.

Ilustración 29: Actividades que generan más pérdidas en un proyecto de agua potable



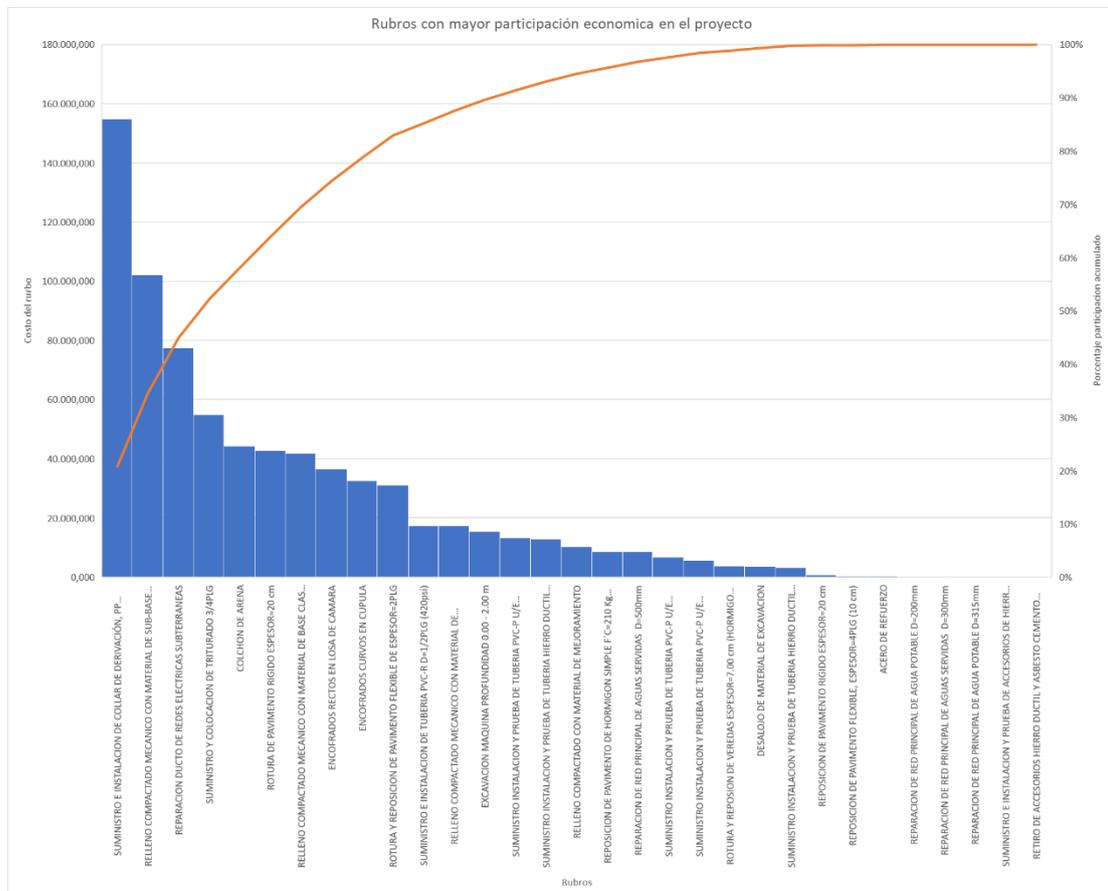
Fuente 29: Elaboración propia

4.1.1 Carta de balance de recursos.

Paso 1: Definir el rubro.

Como se plantea en la metodología, el primer paso para realizar la carta balance es la definición de los rubros que se medirán, esto depende de diferentes factores como la disponibilidad de tiempo la dificultad al momento de realizar las mediciones, debemos también tener en cuenta trabajos previos sobre estos temas y como han enfocado este problema otros autores por esto se han escogido tres rubros que son la excavación a máquina, la instalación de tuberías y por último la rotura de pavimento en el proyecto de agua potable que se está analizando, y para saber si los rubros generan un impacto importante se presenta la ilustración 30 en donde podemos observar los rubros con mayor impacto económico en el proyecto.

Ilustración 30: Costo de los rubros en el proyecto



Fuente 30: Elaboración propia

- **Excavación de máquina.**

El primer rubro que se ha tomado en cuenta para realizar las mediciones es la excavación con máquina, la cual es una de las actividades más importantes al momento de realizar el

proyecto y consta con un valor elevado en el presupuesto del proyecto que se realizara el estudio, también se tomó en cuenta los resultados de las entrevistas realizadas en las cuales la excavación es una de las actividades que más problemas ha generado en el proyecto de agua potable que se está estudiando por las dificultades que se presentan al momento de realizar esta actividad como se puede observar en la ilustración 31 donde se tiene tuberías que no se pueden romper.

Ilustración 31: Excavación a máquina.



Fuente 31: Fotografía tomada por el autor.

- **Instalación de tuberías.**

El segundo rubro que se ha tomado en cuenta para realizar las cartas balance es la instalación de tuberías la cual se realiza inmediatamente después de las excavaciones, esta también se ha tomado en cuenta por la opinión de los entrevistados acerca de cuáles son los rubros que han generado más inconvenientes al momento de realizar el proyecto, además de otras investigaciones en donde se presenta este rubro como una para realizar las cartas de balance debido a la continuidad de las actividades que se realizan dentro de este rubro, en la ilustración 32 se pude ver una parte del proceso de la instalación de tuberías de agua potable que se realizan en este proyecto.

Ilustración 32: Instalación de tuberías de agua potable.



Fuente 32: Fotografía tomada por el autor.

- **Rotura de pavimento.**

Por último se ha determinado la rotura de pavimentos como el último rubro a medir esto se tomó en base a las entrevistas realizadas y al criterio personal ya que es una actividad en la cual se dan las condiciones necesarias para que pueda ser medible y que sus actividades se las reconoce fácilmente, ya que muchos de los rubros conllevan una gran dificultad por la variabilidad de sus procesos o por el tiempo de ejecución de los mismos, por esto se debe tener cuidado estas inmerso en el proyecto para definir los rubros que se realizara las mediciones con la herramienta de la carta balance, en la ilustración 33 se muestra un ejemplo de rotura de pavimento con máquina que se ha realizado en el proyecto.

Ilustración 33: Rotura de pavimento rígido.



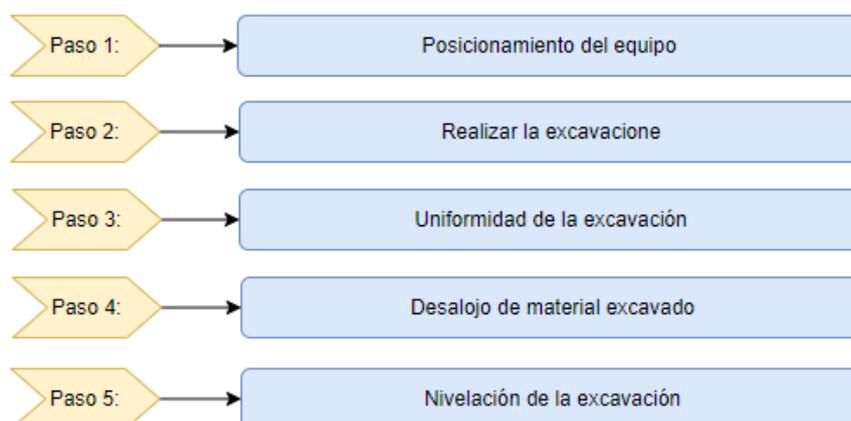
Fuente 33: Fotografía tomada por el autor

Paso 2: Definir el proceso constructivo utilizado para realizar el rubro.

▪ Excavación a máquina.

Para el rubro de excavación a máquina se presenta el siguiente proceso constructivo en la ilustración 34 que se realizó mediante investigación de campo para lo cual también se consultó con el personal técnico de la obra el cual nos permite conocer de forma más acertada el proceso que se está realizando referente al rubro de excavaciones en el proyecto de agua potable que se está realizando.

Ilustración 34: Proceso constructivo para el rubro de excavaciones.



Fuente 34: Elaboración propia.

Paso 1: Posicionamiento del equipo.

Se parte al realizar el rubro de excavaciones por el posicionamiento del equipo que realizara la excavación para esto se debe tener definido el lugar donde se seguirá realizando los trabajos, de esto se encarga el residente de obra el cual menciona que siempre antes de iniciar con las actividades diarias define las zonas donde se realizaran los trabajos y el avance que se espera realizar en ese día de trabajo, dependiendo de lo que se haya hecho el día anterior, con esto ahora tiempo y una vez iniciado el día pueden realizar los trabajos de forma rápida.

Paso 2: Realizar la excavación.

Cuando el equipo se encuentra colocado correctamente se procede a realizar la excavación para esto los obreros y el operador deben estar muy concentrados en sus funciones ya que es una actividad peligrosa para la integridad de vida de las personas que se encuentran alrededor de la excavación, el residente cuenta que al realizar excavaciones en lugares con terreno muy blando se pueden producir colapsos del talud que ha realizado el operador por lo que es muy importante realizar el correspondiente tablestacado si fuese necesario, también comento que otro problema frecuente es la de romper tuberías que se encuentran enterradas y que no se tiene constancia de ellas ya que antiguamente no se dejaban registros de las instalaciones realizadas o también pueden ser conexiones clandestinas que son muy usuales.

En la realización de este rubro de excavaciones es importante recalcar que también existe la excavación manual debido a que existen variaciones en el terreno o también cuando se encuentra con tuberías que deben ser descubierta manualmente para no comprometer la estructura de estas tuberías, este proceso puede ser tardado y agotador para los obreros por lo que se trata de realizarlo lo menos posible

Paso 3: Uniformidad de la excavación.

Se definió este paso debido a que las excavaciones son muy variables y se debe tener cuidado en realizar las dimensiones adecuadas ya que si no se presta atención a esto se puede encarecer la obra innecesariamente, esto encarece a la obra debido a que si se excava más de lo que se debe traerá consigo demoras al realizar esta actividad y también mayor costo en los rubros de relleno con material compactado y colchón de arena, para que la excavación tenga las medidas correctas se debe contar con la participación de los

obreros que sirven de guía para el operados el cual confiara en el criterio de estos para seguir con la excavación o realizar modificaciones.

Paso 4: Desalojo del material excavado.

Esta actividad de desalojar el material excavado hacia otro lugar es muy importante en el rubro de excavaciones ya que permite que los obreros y demás personas técnico puedan realizar su trabajo con seguridad ya que al momento de las excavaciones se pueden presentar escombros de todo tipo que pueden ser peligrosos para los que transitan cerca del lugar, además es importante ya que al realizar estas excavaciones muchas personas ajenas a el proyecto se acercan a observar el trabajo que se está realizando y estos no cuentan con el equipo necesario para esta cerca de la excavación por lo que ponen en peligro su integridad física.

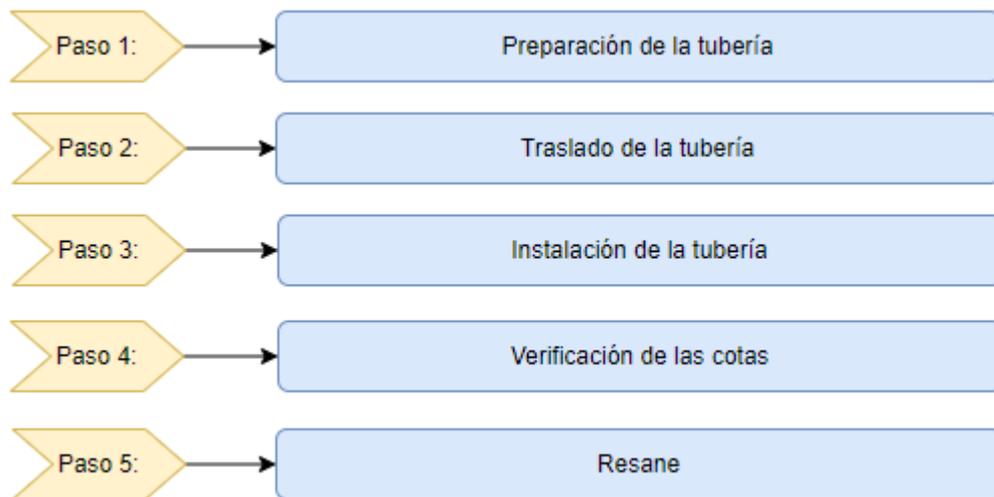
Paso 5: Nivelación del terreno natural.

En lo que respecta al paso 5 de la nivelación de terreno natural se refiere a la verificación de las cotas que se encuentran ya establecidas en el diseño del proyecto con sus respectivas pendientes, según el residente de la obra esto es variable ya que en algunas ocasiones no se puede excavar con las medidas que se han diseñado y se debe realizar ajustes en campo para que no comprometa el buen funcionamiento del proyecto, sin embargo en ocasiones no es posible y las tuberías deben trabajar a rebose lo cual no es recomendable ya que produce múltiples problemas como el mal olor o estos lugares pueden ser perfectos para la proliferación de mosquitos.

- **Instalación de tuberías.**

Para la instalación de tuberías el proceso constructivo presentado en la ilustración 35 se realizado en base a las observaciones realizadas en el proyecto de agua potable que se está estudiando, para lo cual se consultó también al ingeniero responsable del proyecto de cómo se realiza la conformación de este rubro, además de pedir la autorización para poder ir a la obra sin inconvenientes.

Ilustración 35: Proceso constructivo para el rubro de Instalación de tuberías.



Fuente 35: Elaboración propia.

Paso 1: Preparación de la tubería.

Como primer paso para realizar el rubro de instalación de tuberías tenemos la preparación de la misma ya que previamente se debe realizar actividades como el corte de la tubería a una cierta longitud porque no siempre se puede poner la tubería completa, también se debe colocar las boyas y la grasa vegetal para que las uniones se producen sellos herméticos que no permitan el paso de agua o fugas que pueden afectar a las capas de terreno superiores que se ponen como el colchón de arena o la base o subbase

Paso 2: Traslado de la tubería.

En muchas ocasiones para realizar la instalación de las tuberías debido a la inseguridad que se presenta en la zona donde se están realizando los trabajos se debe trasladar la tuberías justa al momento de la instalación, además también se engloba aquí el traslado de la tubería para su posterior instalación en la excavación previamente realizada, para esto su puede usar equipo pesado o por medio de los obreros los cuales cargan la tubería hasta el lugar de la instalación, también menciono el residente de obra que todas las tuberías que se haya pedido deben ser instaladas y no se deben dejar hasta el siguiente día en el lugar ya que probablemente se las roben.

Paso 3: Instalación de tubería.

La instalación de tuberías se la realizar por el personal obrero dependiendo del diseño de la res de tuberías del proyecto para lo cual se debe contar con la tubería necesaria para que se pueda realizar la instalación de forma rápida, según el residente de la obra este

proceso conlleva algunos inconvenientes que se pueden presentar al momento de la instalación de tubería un ejemplo de esto es la rotura de la tubería por falla del talud, otro es por la manipulación por parte de los obreros ya que a veces por realizar las actividades rápidamente rompen las tuberías.

Paso 4: Verificación de cotas.

De igual forma que en las excavaciones se realiza la verificación de las cotas de la clave de la tubería ya que el terreno es muy variable y puede cambiar la pendiente de la instalación por ende se toma desde el lomo de la tubería nuevas cotas y estas deben coincidir con la pendiente del terreno natural, en este proceso cuando no se tiene la suficiente pendiente se hace trabajar la tubería por reboso lo cual como se dijo anteriormente no es recomendable realizar.

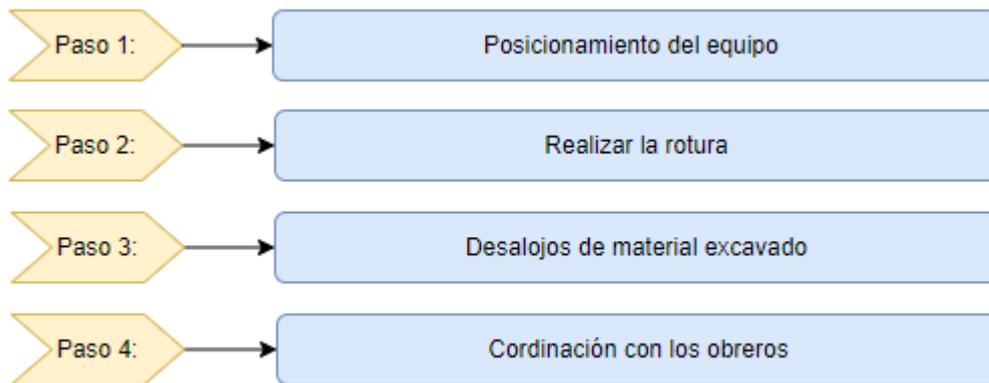
Paso 5: Resane.

El resane se realiza en las instalaciones de tuberías debido a que se debe procurar que las conexiones entre la tubería y la caja sean herméticas y que no se produzcan fugas de agua además también en la conexión que se realiza con collarines, para que estos no se desplacen, se usa hormigón simple el cual se puede realizar en la obra o pedir al mixer que provee de hormigón a otros rubros que lo requieren.

- **Rotura de pavimento rígido.**

En cuanto al rubro de rotura de pavimento rígido se realizó el siguiente proceso constructivo presentado en la ilustración 36, para el cual se realizó de igual manera que en el rubro de instalación de tuberías y de las excavaciones visitas periódicas a la obra que se está estudiando donde se determinó 4 procesos que se realizan para conformar el rubro de rotura de pavimento rígido.

Ilustración 36: Proceso constructivo del rubro de rotura de pavimento rígido.



Fuente 36: Elaboración propia.

Paso 1: Posicionamiento del equipo.

El primer paso para realizar el rubro de rotura de pavimento regido es la colocación del equipo en la zona donde se realizará el trabajo para esto se debe tener previamente definida la zona, de este proceso se encarga el residente de obra el cual un día previo prepara la estrategia que se realizará el siguiente día, este proceso se lo realiza con un martillo que se cambia por la cuchara de la gallineta, para que realizar este proceso.

Paso 2: Realizar la rotura.

Para la rotura el operador debe estar pendiente de las conexiones de agua que puedan existir en el área donde se está realizando los trabajos, el operador realizar la rotura transversalmente a las aceras y este proceso puede ser demorado, pero es continuo y no consta con muchas interrupciones salvo que el equipo falle debido a que a antigüedad de este.

Paso 3: Desalojo de material excavado.

Como sucedía en la excavación en la rotura también se generan muchos desperdicios debido al hormigón roto que queda y a los desperdicios de varillas que brotar por causa de la rotura estos desperdicios pueden ser peligrosos para los obreros y los transeúntes que por allí pasan, el residente de la obra comento que este es un trabajo en el que la mayor parte lo realiza la maquina y que los obreros solo deben verificar que el trabajo se esté realizando de forma adecuada.

Paso 4: Coordinación con los obreros.

Los obreros deben estar pendientes de los posibles problemas que se presentan al momento de realizar la rotura, como la remoción de escombros en la cual ellos deben realizar de forma continua y la verificación de que el trabajo se realiza de la mejor manera esto significa que el equipo realiza correctamente la rotura del pavimento ya que una vez cambiado el lugar de rotura es difícil que poder regresar a realizar otra vez la rotura de un área que quedó inconclusa.

Paso 3: Definimos actividades: Trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo.

Excavación a máquina.

- **Trabajo productivo.**

Dentro del trabajo productivo se definen dos actividades que están directamente relacionadas con la realización del rubro y que son prioritarias, estas actividades son la excavación a máquina que se realiza generalmente con excavadoras o tractores y también la excavación manual, ya que siempre se necesita a los obreros para que realicen esta actividad cuando el operador de la maquina no tiene la posibilidad de realizar algunos ajustes o el trabajo con garantías.

- **Trabajo contributivo.**

Para el trabajo contributivo se tiene 4 actividades las cuales son seleccionadas en base a la observación y el proceso constructivo del rubro además de algunos trabajos realizados previamente donde se indican estas actividades como contributivas a la realización del rubro, estas actividades son, la coordinación-vigía-operador en donde se establece la colaboración de un obrero y el operados para realizar las excavaciones, también se tomó la actividad de verificación de uniformidad de zanja que es simplemente la verificación de la geometría de la zanja de acuerdo a las dimensiones previstas en el diseño, otra actividad es la remoción de los escombros que es una de las actividades que ayuda a la movilidad y a evitar lesiones a las personas y obreros que pasan por el lugar, y por ultimo tenemos a la verificación de cotas que se realiza con la ayuda de un nivel de ingeniero y la estadía según el diseño de la red que se haya realizado.

- **Trabajo no contributivo.**

Para el trabajo no contributivo se han definido 3 actividades que generalmente se consideran en esta categoría en cuanto al rubro de excavación a máquina, estas son las esperas que se definen como el tiempo que los obreros pasan esperando a que se realice una actividad para poder ellos realizar la que le corresponde otra actividad es el cambio de lugar de la maquina esta fue tomada en base a la investigación bibliográfica realizada en donde tomas esta actividad como no contributaria, y por ultimo tenemos el ocio que es la actividad que realizan los obreros y que está fuera de cualquier vinculación con el rubro y no se define en la categoría de esperas.

Instalación de tuberías.

- **Trabajo productivo.**

En el caso de la instalación de tuberías se han definido 2 actividades para el trabajo productivo la primera actividad es la colocación de la tubería que la realizan los obreros y la otra actividad es la de resanar para que la conexión entre tuberías y cajas no produzca fugas de agua que pueden dañar las capas superiores que se deben colocar como la aceras o pavimentos.

- **Trabajo contributivo.**

En el trabajo contributivo se presentan 4 actividades que se consideran que son indirectamente importantes para la realización del rubro, estas actividades son el traslado de la tubería que se realiza muchas veces del campamento hacia la zona donde se colocara la tubería por causa de inseguridad ya que se pueden sustraer las tuberías, otra actividad es la colocación de boyas que generalmente se las coloca en la unión entre tuberías de agua potable con manteca vegetal para que no se produzcan fugas que puedan afectar el buen funcionamiento del sistema, otra actividad es el corte de la tubería ya que muy a menudo de debe realizar cortes por la geometría lineal de la red que no permite colocar piezas completas en la zanja, y por ultimo tenemos la nivelación que es una de las actividades de mayor valor ya que con esto verificamos que la instalación de las tuberías cumpla con los parámetros de diseño pertinentes.

- **Trabajo no contributivo.**

Para el trabajo no contributivo, tenemos dos actividades que se han mencionado en la excavación la primera es las esperas que según la filosofía lean construcción es una de las

actividades que más tiempo se desperdicia por culpa de la mala planificación de actividades secuenciales, y también tenemos el ocio que es una actividad ajena al rubro y que no se debería realizar.

Rotura de pavimento.

- **Trabajo productivo.**

Para el trabajo productivo se determinó una actividad que es la rotura del pavimento, debido a la escasa información acerca de cómo se han definido actividades para este rubro se usó el criterio del investigador además del de ingenieros con experiencia para definir estas actividades, esto para que se pueda realizar las mediciones de forma correcta y que no se produzcan inconvenientes al momento de medir el rubro.

- **Trabajo contributivo.**

Para el trabajo contributivo se han determinado 4 actividades las cuales son la remoción de escombros que como en el rubro de excavaciones sirve para precautelar la integridad de las personas además de ayudar a la movilidad en la zona, la siguiente actividad es el traslado de los escombros que es similar a la remoción de los escombros con la característica de que estos se lleva a depositar a un lugar determinado y también tenemos el cambio de lugar de la maquina ya que se realiza por avances este trabajo de la rotura de pavimento por ultimo tenemos a la coordinación con el operador donde un obrero está pendiente de las actividades que realiza el maquinista para que el trabajo se realiza de forma correcta.

- **Trabajo no contributivo.**

Al igual que los rubros anteriores las actividades para el trabajo no contributivo son las esperas y el ocio, estas actividades se repiten ya que son las que generalmente más se repiten en los proyectos de obras civiles y que son las que se pueden disminuir con la ayuda de las herramientas de la filosofía Lean Construction.

Paso 4: Ubicación del observador.

Un punto importante es la ubicación donde se realizará las mediciones para esto debemos tener en cuenta que se debe ser lo más discreto posible ya que los obreros por sentido

común trabajarán mejor o tendrán mayor rendimiento cuando son supervisados a diferencia de cuando no están siendo supervisados.

Ilustración 37: Lugares donde se realizaron las mediciones.



Fuente 37: Proporcionado por el proyecto.

Paso 5: Realizar las mediciones.

Para realizar las mediciones se ha realizado visitas periódicas de acuerdo a las actividades que se realizan en el periodo de tiempo, para lo cual se ha pedido permisos para realizar estas actividades además de comunicar de que se trata el tema de investigación y además se recibió algunas recomendaciones para realizar las mediciones a continuación en el anexo 3 se presentan los datos recopilados de campo de los tres rubros que se han analizado previamente.

Paso 6: Análisis estadístico de los datos de campo.

- **Excavación a máquina.**

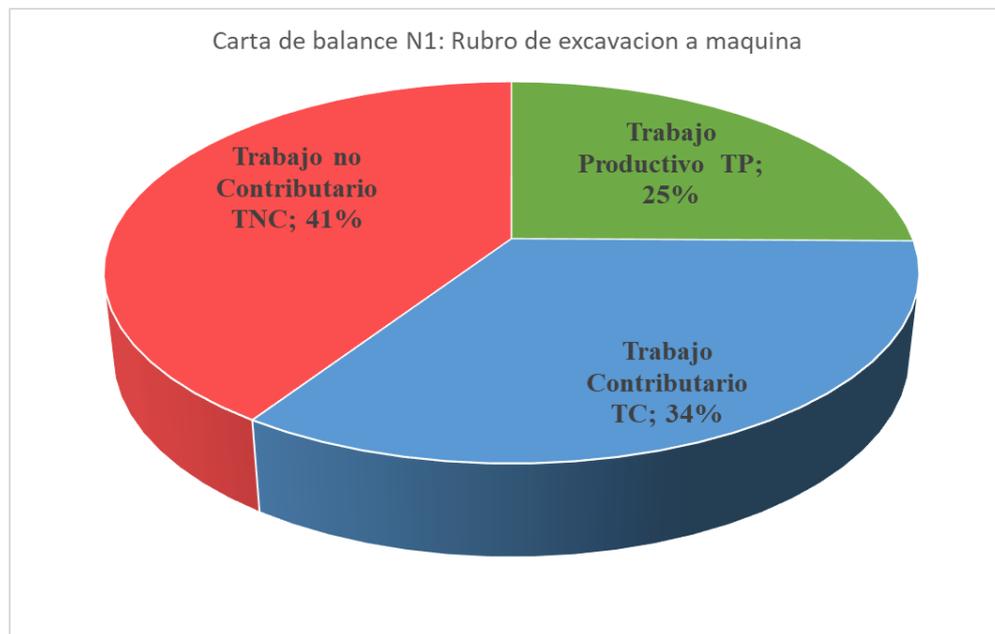
Para el rubro de excavación de tuberías se realizó 4 cartas de balance las cuales se presentarán a continuación de acuerdo al análisis estadístico realizado para cada una de ellas, es importante mencionar que de acuerdo con la recolección de datos no se presentaron mayores inconvenientes al momento de realizar las mediciones.

Carta de balance Numero 1

De acuerdo a la carta de balance realizada el día tal con un tiempo de muestreo de 45 minutos en intervalos de 1 minuto se presenta en la ilustración 38 el análisis estadístico de los datos recopilados para la carta de balance del rubro de excavaciones en donde el

personal a cargo de llevar a cabo el rubro está conformado por 2 peones 1 operador, se presenta un gráfico circular para que se puede visualizar bien los resultados obtenidos en donde el trabajo productivo que se ha registrado durante la medición del rubro le corresponde un porcentaje del 25%, de igual forma para en trabajo contributivo con un porcentaje del 34% y para el trabajo no contributivo con un porcentaje del 41%.

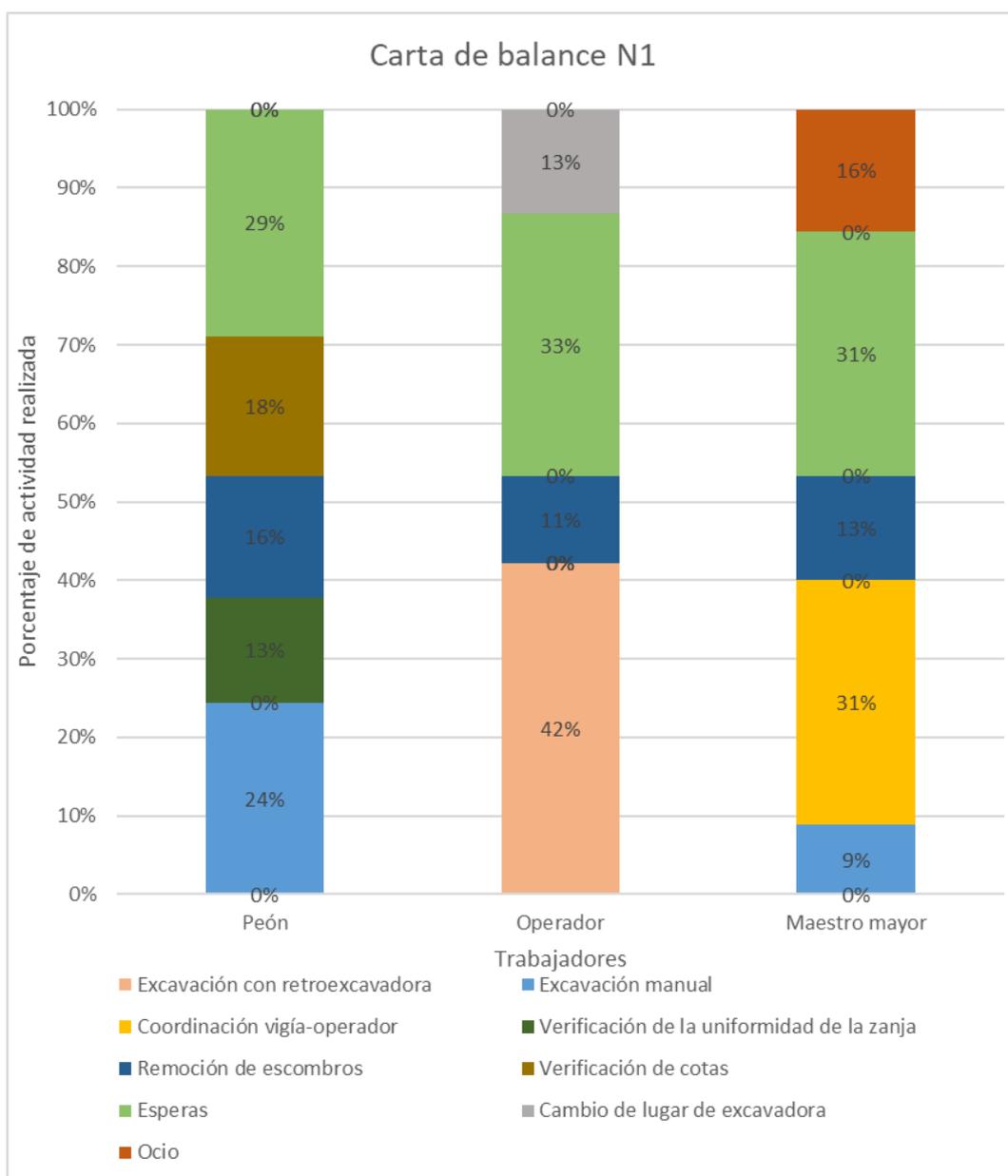
Ilustración 38: Resultados carta de balance NI



Fuente 38: Elaboración propia

En la ilustración 39 se muestra en porcentaje todas las actividades que se han considerado para realizar la carta de balance número 1, en función de los trabajadores T1 que equivale a un peón, T2 que equivale al operador del equipo pesado, y T3 que equivale a un peón en donde la actividad con más presencia en el grafico son las esperan lo cual concuerda con que el trabajo no contributivo sea mayor que el trabajo productivo y contributivo, en este grafico se puede visualizar claramente que participación tiene cada actividad en función del trabajador, como en el caso del trabajador T3 el cual corresponde a un peón en donde el que menos participación tiene en la realización del rubro y por ende el único que presenta actividades de ocio durante la medición del rubro de excavaciones con máquina.

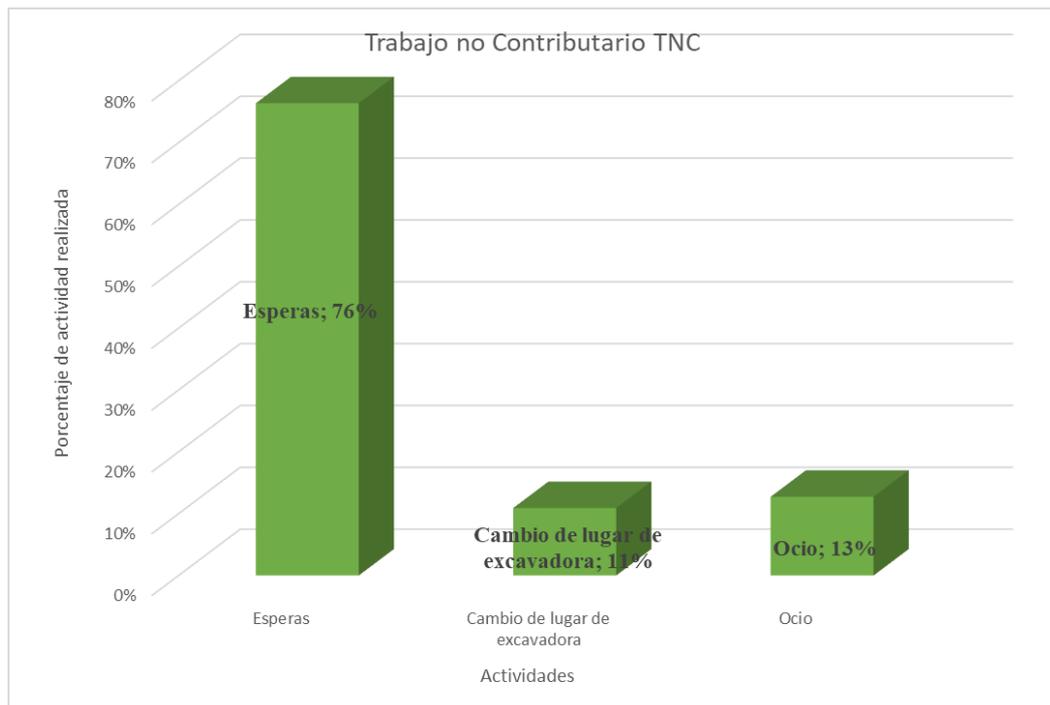
Ilustración 39: Resultados carta de balance NI



Fuente 39: Elaboración propia

Para la ilustración 40 se representan las actividades del trabajo no contributivo, las cuales son actividades en las que se puede intervenir para reducir las o eliminarlas en caso de que así corresponda, en donde la actividad que más se realiza son las esperas con un 76 % dentro del trabajo no contributivo, seguido del ocio con un 13 %, estas actividades se presentan mucho en la realización del rubro.

Ilustración 40: Trabajo no contributivo para carta de balance NI



Fuente 40: Elaboración propia

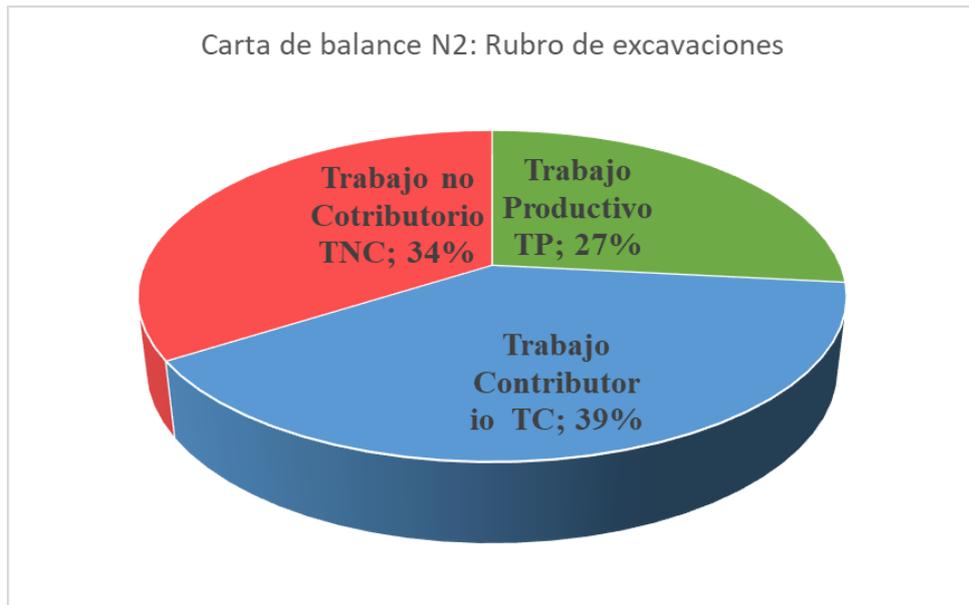
Rendimiento del rubro excavación a máquina 0 a 2 metros.

Para la excavación se registró durante la medición del rubro un volumen del 2.98 metros cúbicos de excavación que en rendimiento equivale a 0.0315 Jornada/m³ lo que comparado con el rendimiento teórico colocado en el análisis de precios unitarios de 0.037 Jornada/m³ representa una disminución en el costo del rubro de un 15% y esto en dólares significa un ahorro de \$ 0.28 dólares en la realización del rubro.

Carta de balance Numero 2

De acuerdo a la carta de balance realizada el día tal con un tiempo de muestreo de 45 minutos en intervalos de 1 minuto se presenta en la ilustración 41 el análisis estadístico de los datos recolectados, la cuadrilla analizada está conformada por 3 elementos dos peones y el operador de la maquina los cuales son los encargados de la realización del rubro, en donde el trabajo productivo tiene un peso del 27%, el trabajo contributivo con un peso del 34% y el trabajo no contributivo con un porcentaje del 39% el cual es el ganador para esta carta de balance.

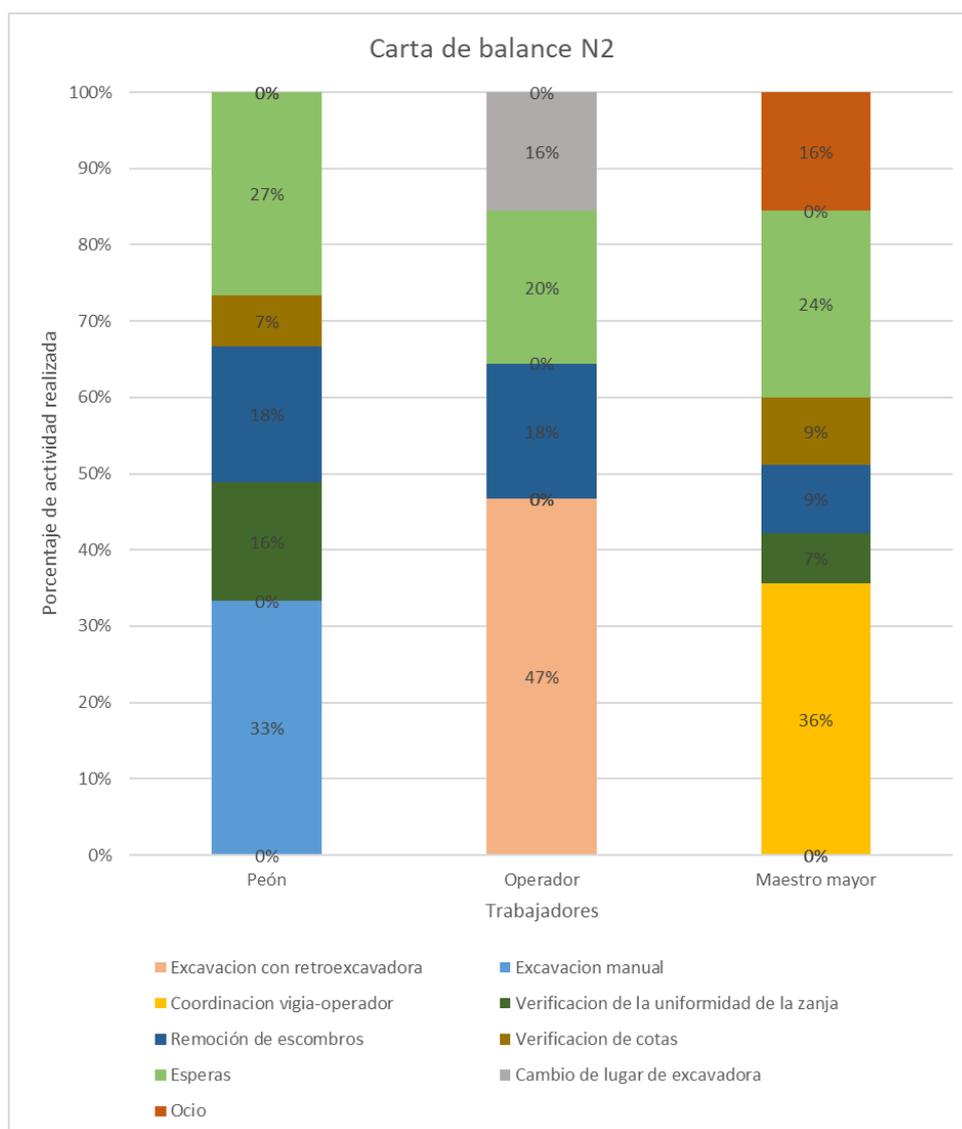
Ilustración 41: Resultados carta de balance N2



Fuente 41: Elaboración propia

En la ilustración 42 se presentan todas las actividades que se consideran trabajo productivo contributivo y no contributivo con su respectivo peso en porcentaje, esto se realiza con la finalidad de mostrar la incidencia de cada actividad en la realización del rubro donde el trabajador T1 que es un peón la actividad que más realizó durante la medición es la excavación manual, en cambio el trabajador T2 el cual es el operador la actividad que más realizó es la excavación a máquina y por último tenemos a el trabajador T3 que es un obrero en donde la actividad que más realizó es la de la coordinación con el operador para realizar las excavaciones.

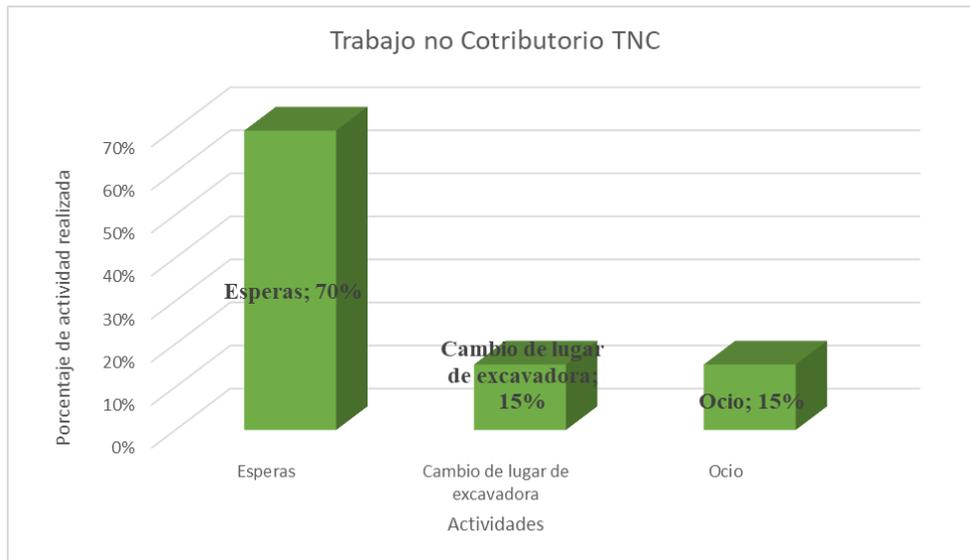
Ilustración 42: Resultados carta de balance N2



Fuente 42: Elaboración propia

En la ilustración 43 se presentan las actividades que forman parte del trabajo no contributivo en el cual claramente la actividad definida como esperas con un porcentaje del 70% es la que más frecuentemente se realiza en la realización del rubro seguida del ocio con un 15%, estas actividades son de interés ya que pueden ser analizadas para su posible reducción o eliminación.

Ilustración 43: Trabajo no contributivo



Fuente 43: Elaboración propia

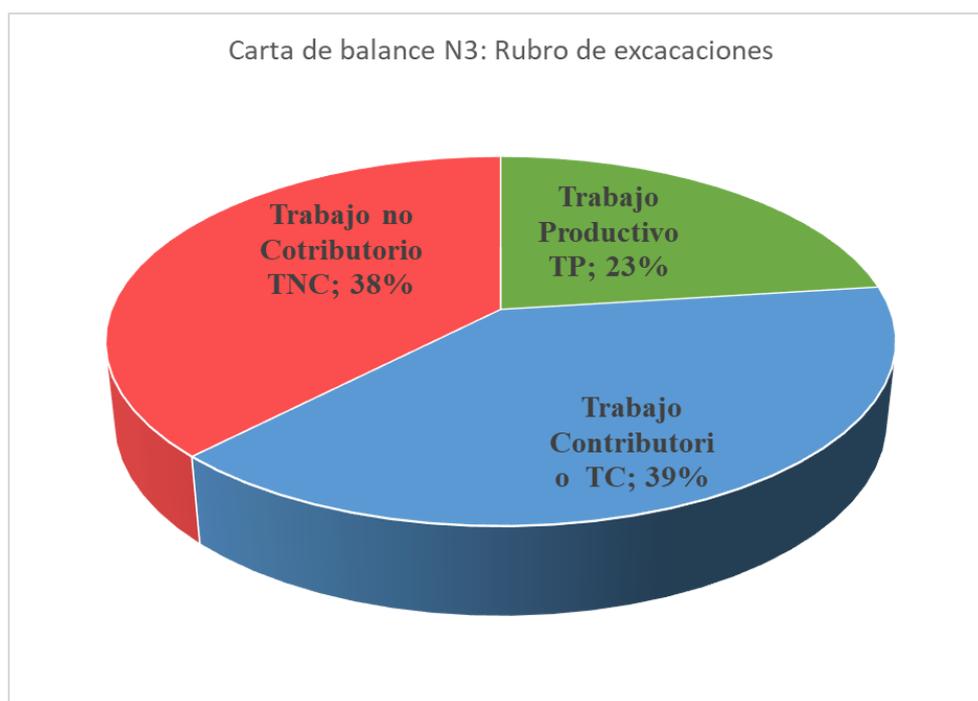
Rendimiento del rubro excavación a máquina 0 a 2 metros.

Durante el periodo de medición de la carta de balance se registró un avance de 2.4 m³ de excavación que corresponde a 0.75 horas para lo cual se tiene un rendimiento del 0.0386 Jornada/m³ que si se compara con el rendimiento teórico del análisis de precios unitarios se registra un aumento del 4% en el costo del rubro lo que en dinero significaría un mínimo aumento de \$ 0.08 dólares en la realización del rubro.

Carta de balance Numero 3

Para la carta de balance número 3, se realizó el mismo procedimiento en donde la cuadrilla cuenta con dos obreros y un aperador de maquinaria pesada, de la información recopilada en campo se determinó que el trabajo productivo incidía en la realización del rubro en un 23%, mientras que el trabajo contributivo tiene una participación del 39 %, y por último el trabajo no contributivo con una participación del 38%, para este caso el trabajo contributivo es el que más se realizó durante la medición de los rubros.

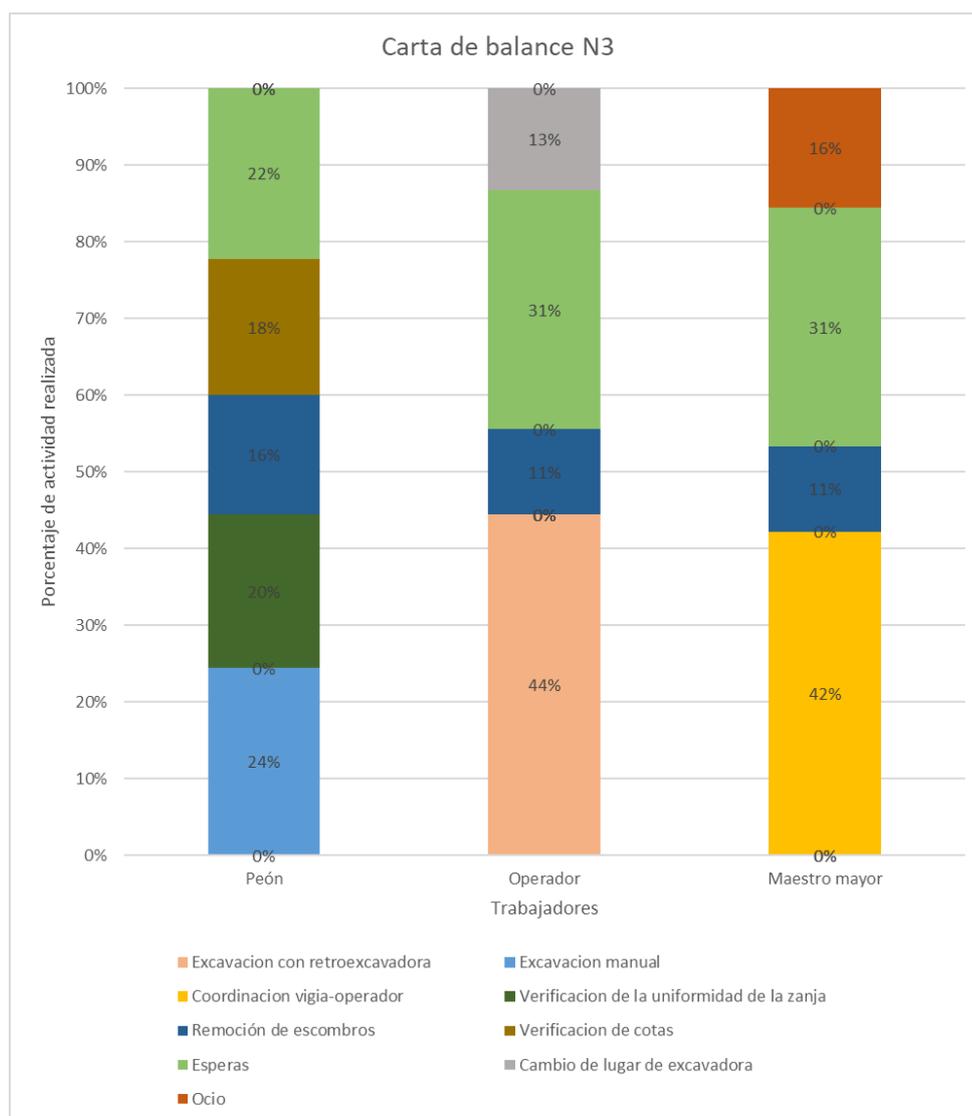
Ilustración 44: Resultados carta de balance N3



Fuente 44: Elaboración propia

Para conocer cuáles son las actividades que se realizaron con mayor frecuencia durante la recolección de datos de campo se realizó el gráfico presente en la ilustración 45, en el cual se puede observar que para T1 que corresponde a un peón la actividad que más realizado es la excavación manual, en cambio para T2 que es el operador la actividad que más realizó es la de excavación con máquina y para T3 que es un peón la actividad que más realizó es la coordinación entre el peón y operador para que la geometría de la excavación sea la correcta.

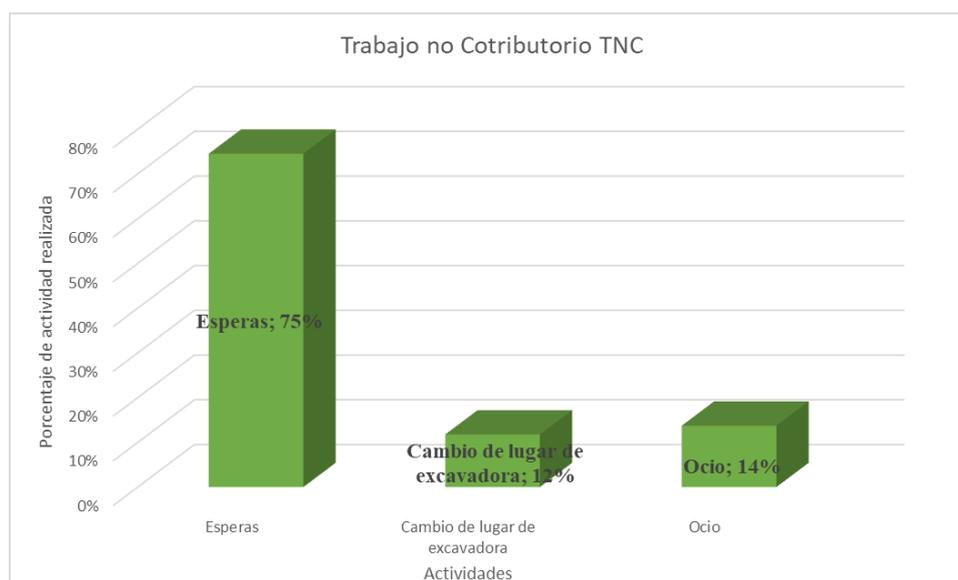
Ilustración 45: Resultados carta de balance N3



Fuente 45: Elaboración propia

En el caso del trabajo no contributivo e la carta de balance N3 se determinó que la actividad que más se realiza son las denominadas esperas, seguida del ocio, estas dos actividades son las que más se realizan en trabajo no contributivo sin embargo a diferencia de las anteriores dos cartas de balance el pero que tiene cada una de ellas es menor.

Ilustración 46: Trabajo no contributivo.



Fuente 46: Elaboración propia

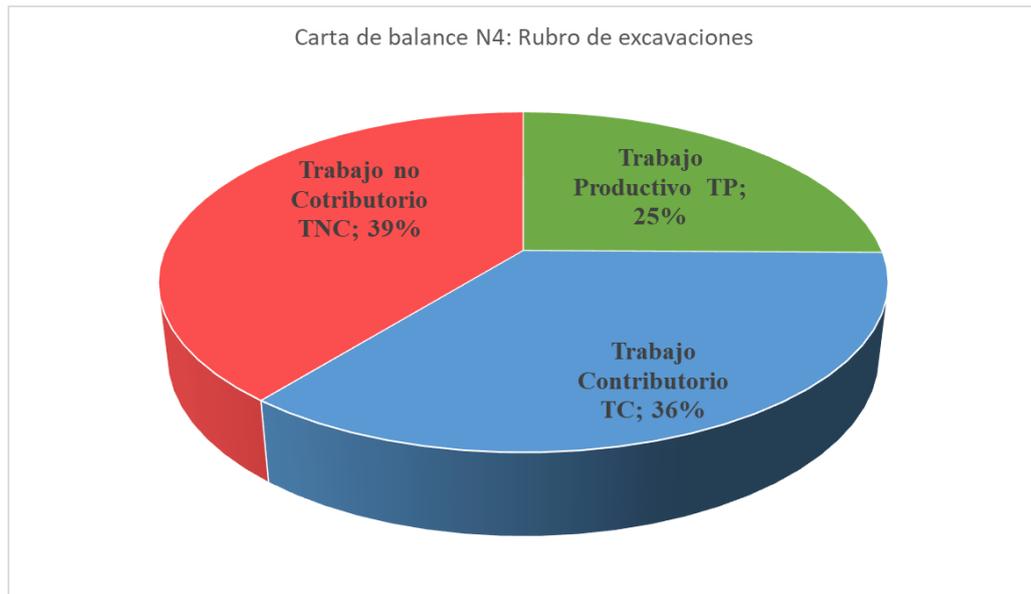
Rendimiento del rubro excavación a máquina 0 a 2 metros.

Para la carta de balance número 3 se registró un avance de 3.403 metros cúbicos de excavación en donde para esta cantidad realizada corresponde a un rendimiento del 0.0275 Jornada/m³ que si se lo compara con el rendimiento teórico del análisis de precios unitarios de del 0.037 Jornada/m³ se tiene una disminución del 26% en la realización del rubro que en dinero significaría \$ 0.49 dólares por cada metro cubico excavado.

Carta de balance Numero 4.

Para la última carta de balance realizada para el rubro de excavaciones se presenta en la ilustración 47 los resultados obtenidos por el análisis de datos donde el trabajo productivo tiene una participación en la realización del rubro del 25% mientras que para el trabajo contributivo la participación de este en el rubro es del 36%, y finalmente el trabajo no contributivo con un 39%, notar que el trabajo contributivo es el que más destaca durante la recopilación de datos que se ha realizado.

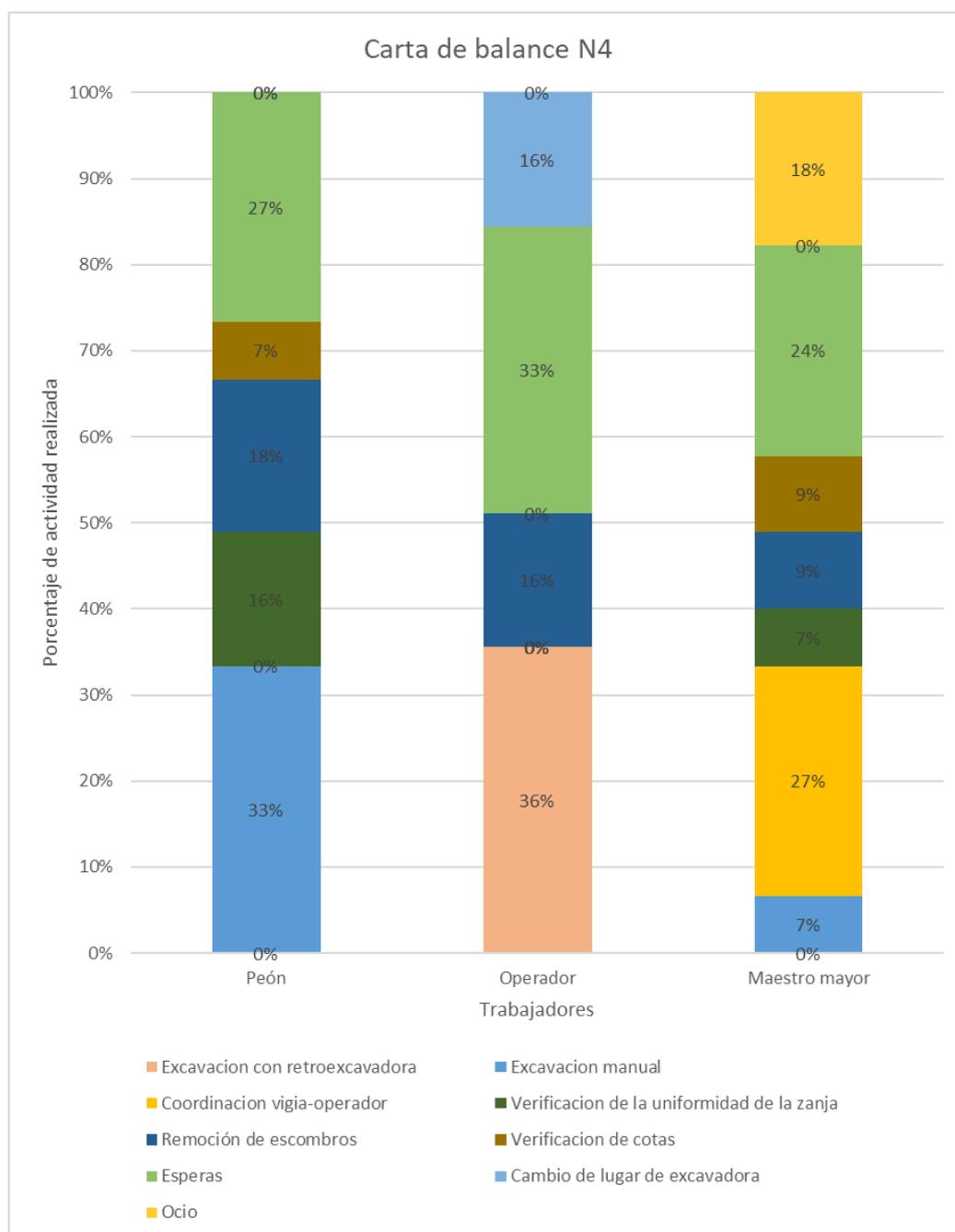
Ilustración 47: Resultados carta de balance N4



Fuente 47: Elaboración propia.

En cuanto a las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo, se presenta en la ilustración 48 la participación en porcentaje de cada una de ellas en función a los trabajadores que realizan esta actividad, en donde para T1, que es un obrero la actividad en que mayor ocupa su tiempo es la excavación manual, para T2 que es el operador la actividad que más realiza es la excavación con maquina y pata T3 que es otro obrero las actividades que más realiza son la coordinación entre el operador y el obrero y las esperas.

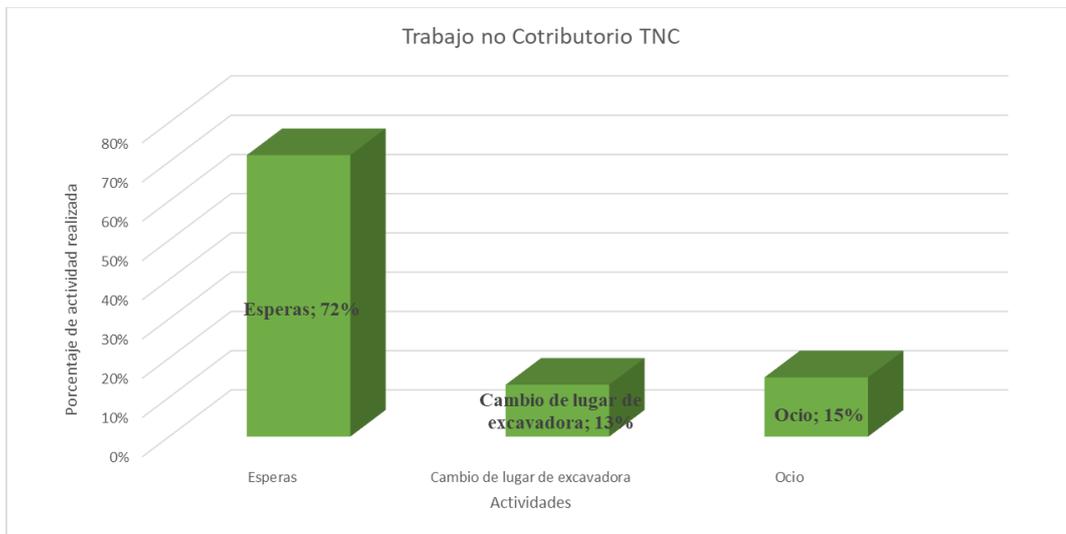
Ilustración 48: Resultados carta de balance N4



Fuente 48:Elaboración propia.

En cuanto al trabajo no contributivo las actividades que más se realizan son las esperas como se puede visualizar en la ilustración 49, esta actividad aparece en todas las cartas de balance realizadas para el rubro de excavaciones y la segunda más realizada es el ocio por parte del personal, estas actividades con un análisis adecuado se pueden reducir para mejorar la realización del rubro.

Ilustración 49: Trabajo no contributivo.



Fuente 49:Elaboración propia.

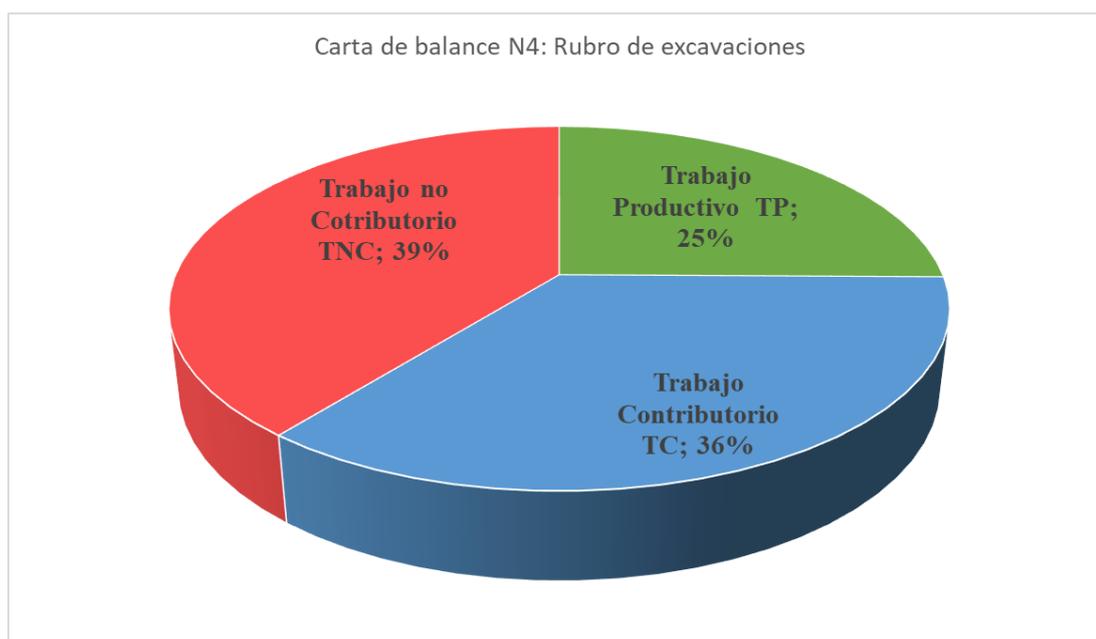
Rendimiento del rubro excavación a máquina 0 a 2 metros.

En cuanto a la cuarta cata de balance realizada se determinó un avance de 2.88 metros cúbicos de excavación realizada que en rendimiento es 0.0326 Jornal/ m³ que comparado con el rendimiento teórico correspondería a un ahorro del 12 % en la realización del rubro que en dinero significa \$ 0.23 dólares de ahorro por cada metro cubico de excavación realizada.

Resumen del análisis de datos recopilados.

Se realizó el siguiente análisis presentado en la ilustración 50 en donde se presenta el promedio del rubro de excavaciones en donde para un análisis general del rubro se determinó que para el trabajo productivo se tiene una participación del 25%, para el trabajo contributivo un porcentaje del 37% y para el trabajo no contributivo con un porcentaje del 38%.

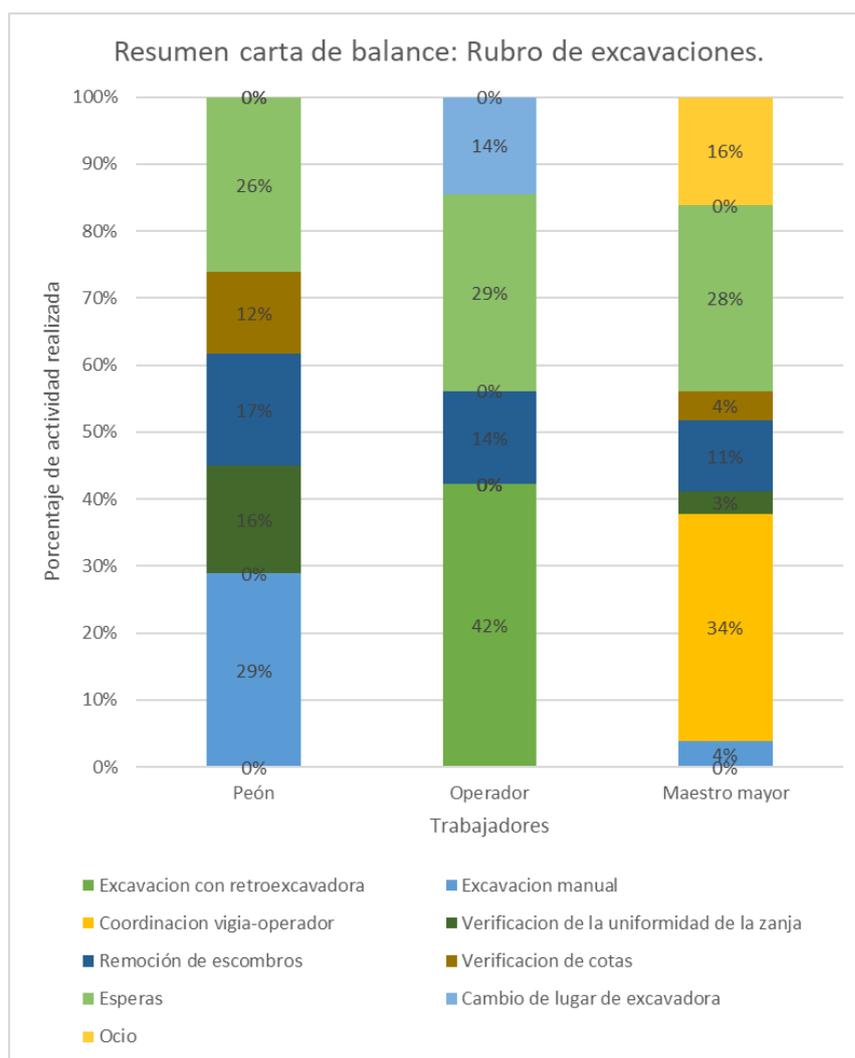
Ilustración 50: Resumen carta de balance de excavaciones.



Fuente 50: Elaboración propio.

También se realizó el análisis de las actividades en función de los encargados de llevarlas a cabo, que se presenta en la ilustración 51 para el rubro de excavaciones en donde, para T1 correspondiente a un obrero se presenta que la actividad más realizada durante la recolección de datos es la excavación manual, para T2 correspondiente a un operador la actividad más realizada es la excavación a máquina, y para T3 que corresponde a un obrero la actividad más realizada es la coordinación entre obrero y operador para que la excavación mantenga la geometría.

Ilustración 51: Resumen carta de balance de excavaciones.



Fuente 51:Elaboración propio

En cuanto al trabajo no contributivo según el análisis de las cuatro cartas de balance presente en la ilustración 52, en el cual en función del trabajo no contributivo con un 73% la actividad más realizada es esperas por parte del personal seguida del ocio con un 14%, estas actividades son muy importantes para mejorar el rendimiento del rubro de excavación a máquina.

Ilustración 52: Resumen carta de balance de excavaciones.

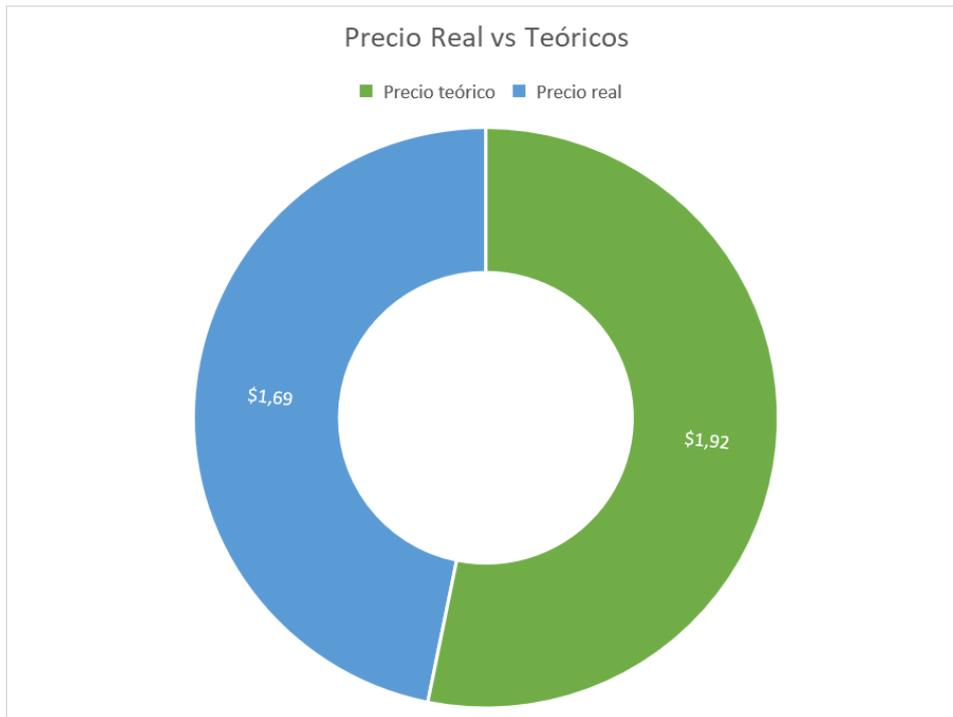


Fuente 52: Elaboración propio

Rendimiento promedio del rubro de excavaciones.

Para las 4 cartas de balance realizadas se registró un rendimiento promedio de 0.0325 Jornada/m³ que comparándolo con el rendimiento teórico del análisis de precios unitarios de 0.037 Jornada/m³ se genera una disminución en el costo del rubro del 12% que en dinero corresponde a \$ 0.23 dólares de ahorro por cada metro cubico de excavación realizada, esto en precio unitario se puede observar en la ilustración 53 y según la cantidad de obra establecida que se debe realizar para este rubro de 145539.7 metros cúbicos le corresponde un ahorro de \$ 33474.12 dólares que se convierten en ganancia para el proyecto.

Ilustración 53: Precio unitario para el rubro de excavación a máquina.



Fuente 53: Elaboración propia.

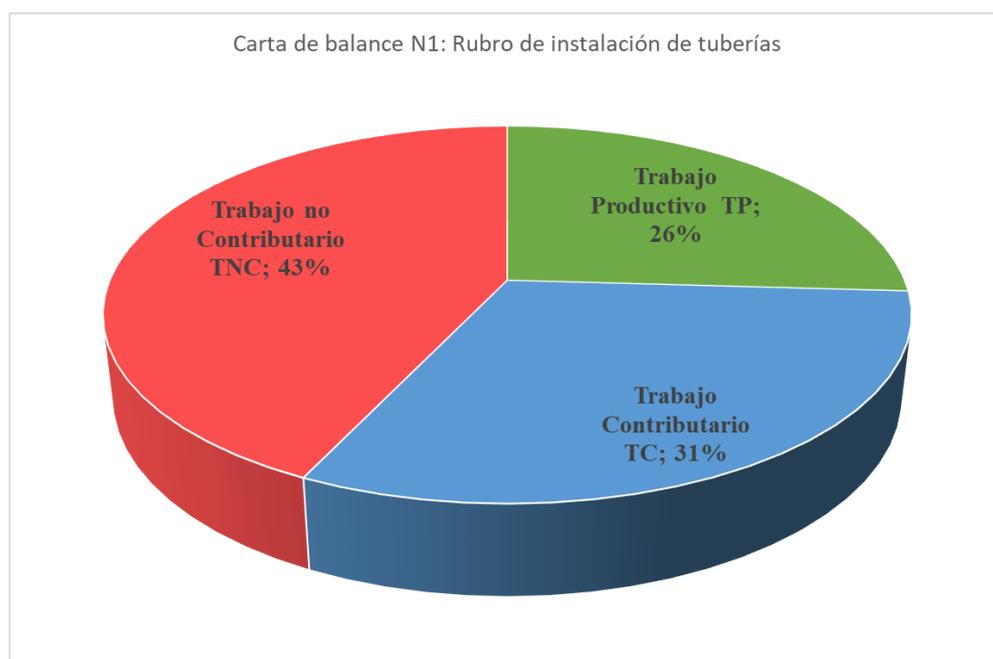
- **Reparación de red principal de agua potable D=200mm.**

Para el análisis de datos del rubro de instalación de tuberías se realizó 4 cartas de balance, las cuáles se las realizo de forma normal con la cooperación del personal a cargo de la obra, cada carta de balance tiene una duración de 45 minutos de recolección de datos en intervalos de un minuto.

Carta de balance N1.

En base a los datos recopilados en campo mediante el análisis de datos se determinó los siguientes resultados generales presentes en la ilustración 54 en donde para el trabajo productivo durante la medición del rubro tuvo una participación del 26%, en caso del trabajo contributivo con un porcentaje de participación del 31% y en el caso del trabajo no contributivo del 43% siendo este el que más participación ha presentado en las actividades realizadas en la realización del rubro.

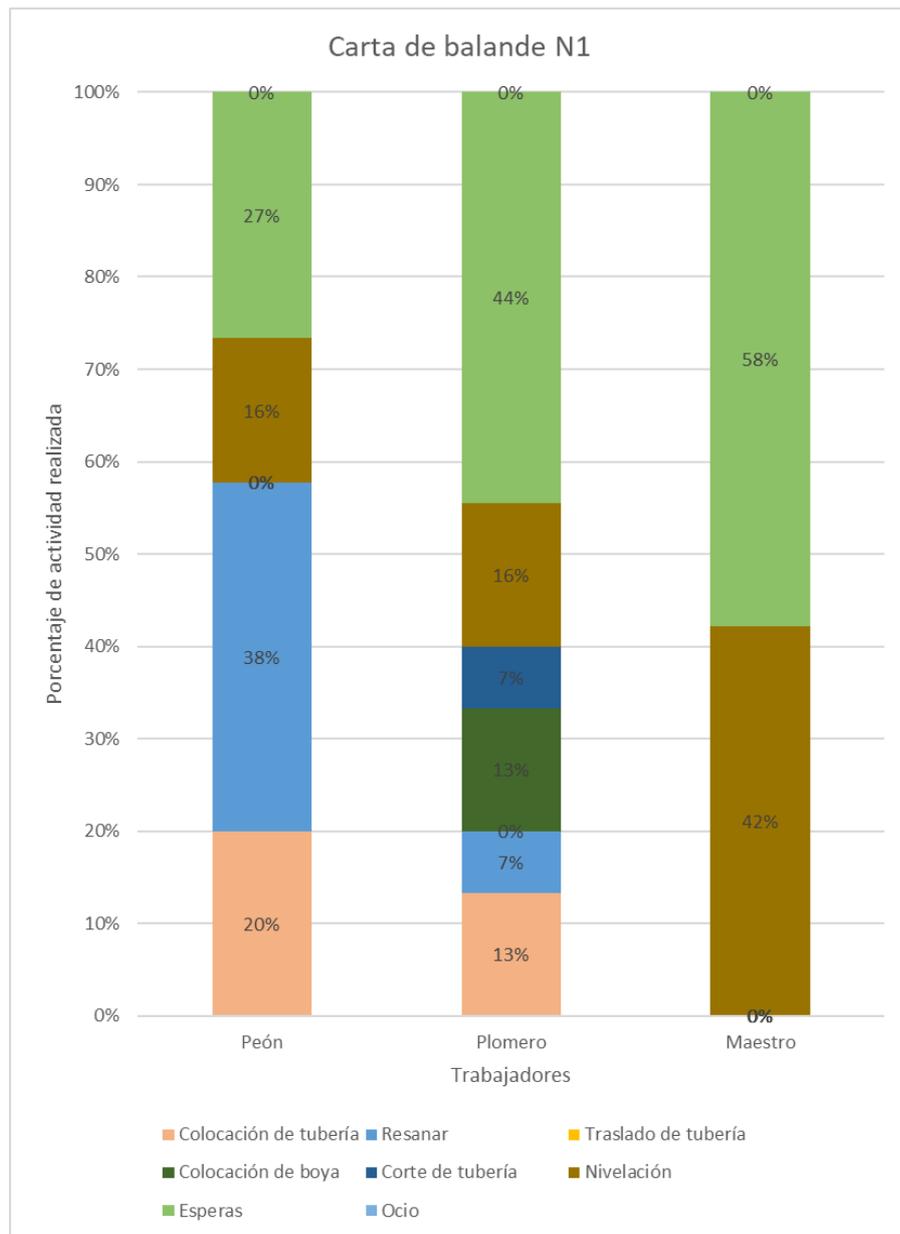
Ilustración 54: Resultados carta de balance NI



Fuente 54: Elaboración propia.

En cuanto a las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo, se realizó el siguiente análisis de datos los cuales se presentan en la ilustración 55 en función de los elementos que realizan el rubro diariamente en donde para el T1 correspondiente a un peón la actividad que más se realizó es la de resanar, ya que en el lugar se presentó muchas conexiones entre cajas y tuberías además de collarines para tomas domiciliarias, en cuanto a T2 que corresponde a un plomero la actividad que más se realiza es la definida como esperas y para T3 que corresponde a un maestro la actividad que más realiza es la de esperas.

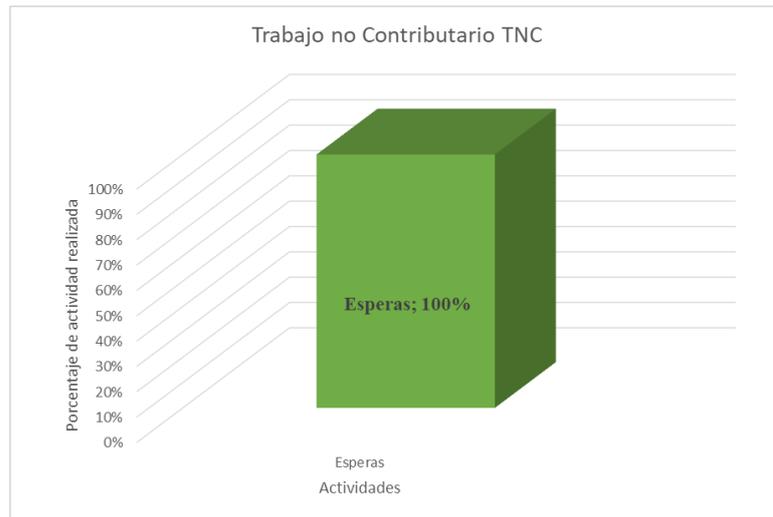
Ilustración 55: Resultados carta de balance NI



Fuente 55: Elaboración propia.

En cuanto a el trabajo no contributivo del rubro que se ha realizado como se muestra en la ilustración 56, en base a la observación realizada se determinó que las esperas es la única actividad que se realizado durante la medición del rubro, lo cual es muy interesante ya que nos dice que los trabajadores están pendientes de lo que se está realizando sin importar que estén esperando para realizar su actividad designada.

Ilustración 56: Trabajo no contributivo.



Fuente 56: Elaboración propia.

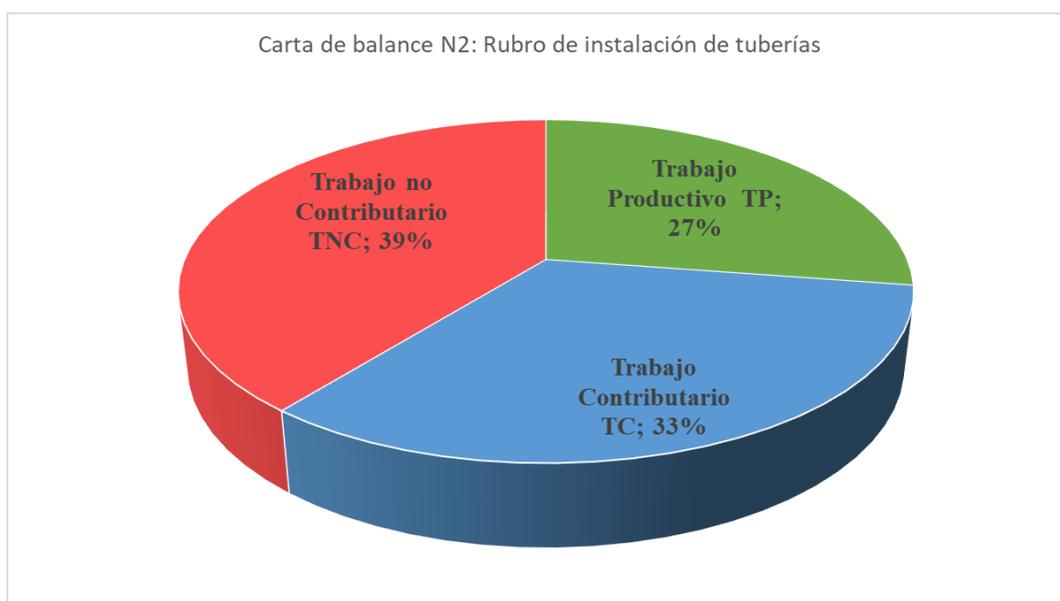
Análisis del rendimiento para instalar tuberías de agua potable D=200 ms.

Para el rubro de instalación de tuberías se consideró el personal de una cuadrilla de 3 integrantes un obrero un plomero y un maestro a diferencia del análisis de precios unitarios que consideran 1 obreros más, para lo cual durante la medición del rubro se instaló aproximadamente 3 unidades de tubería D= 200mm lo que según la cantidad de personal correspondería a 2.667 Jornada/unidades que si se compara con el rendimiento propuesto en el análisis de precios unitarios de 2.00 Jornada/unidades con las consideraciones antes dichas a un 2% de sobre costo que económicamente significa \$ 3.15 dólares de aumento en el costo del rubro.

Carta de balance N2.

Los datos recopilados en campo por medio de la carta de balance se determinó los siguientes datos presentados en la ilustración 57, en donde se muestra la participación del trabajo productivo, contributivo y no contributivo, para lo cual el trabajo productivo según el análisis realizado se ha determinado una participación del 27%, para el trabajo contributivo con un porcentaje del 33% y por último para el trabajo no contributivo un porcentaje de participación del 39%.

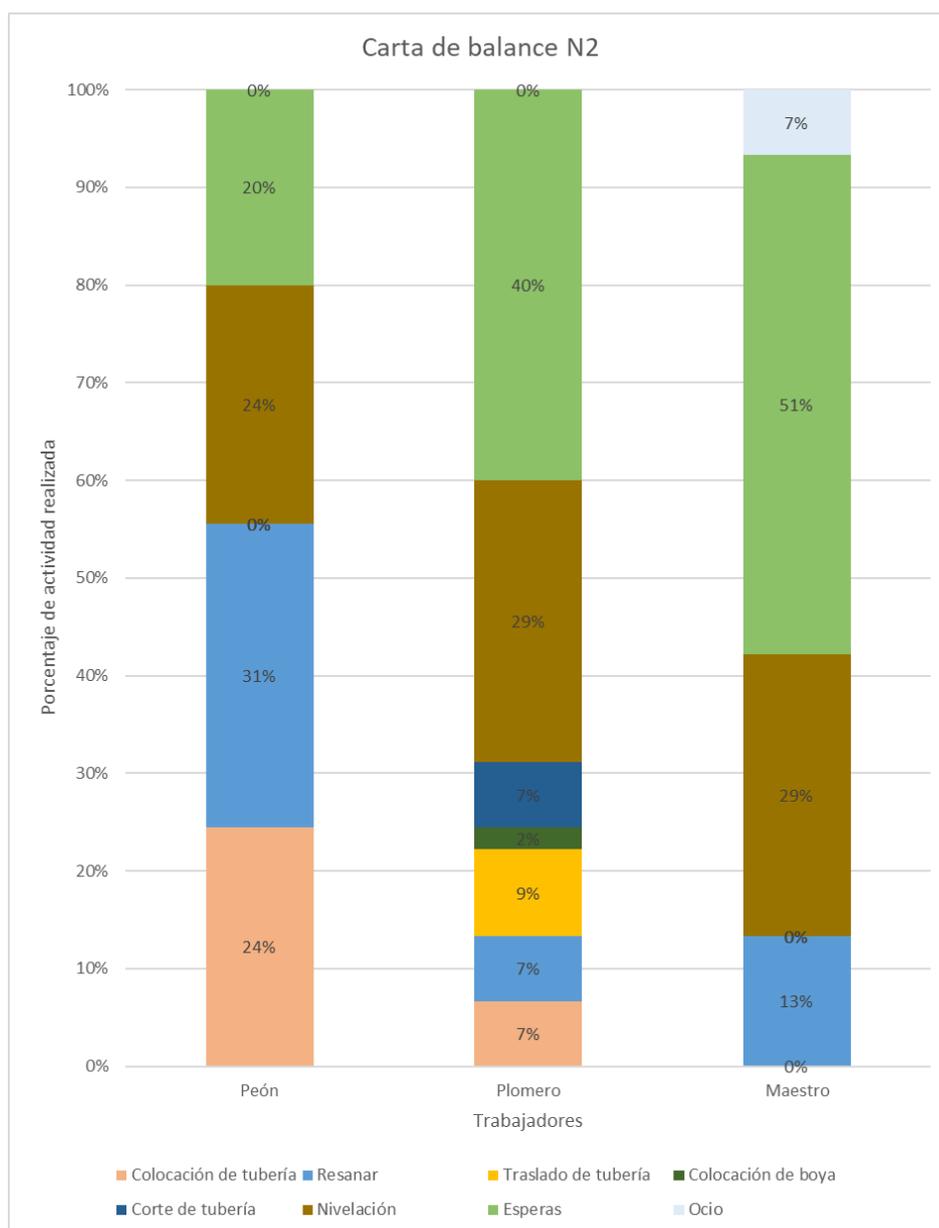
Ilustración 57: Resultados carta de balance N2.



Fuente 57: Elaboración propia.

En cuanto a las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo se presenta en la ilustración 58 el siguiente análisis de datos en función a el elemento que realiza el rubro, para lo cual en elemento T1 correspondiente a un peón, la actividad que más realiza es la de resanar la conexiones entre tuberías y cajas o collarines, para el caso del T2 que corresponde a un plomero la actividad que más realiza es la de esperas al igual que para T3 que corresponde a un maestro.

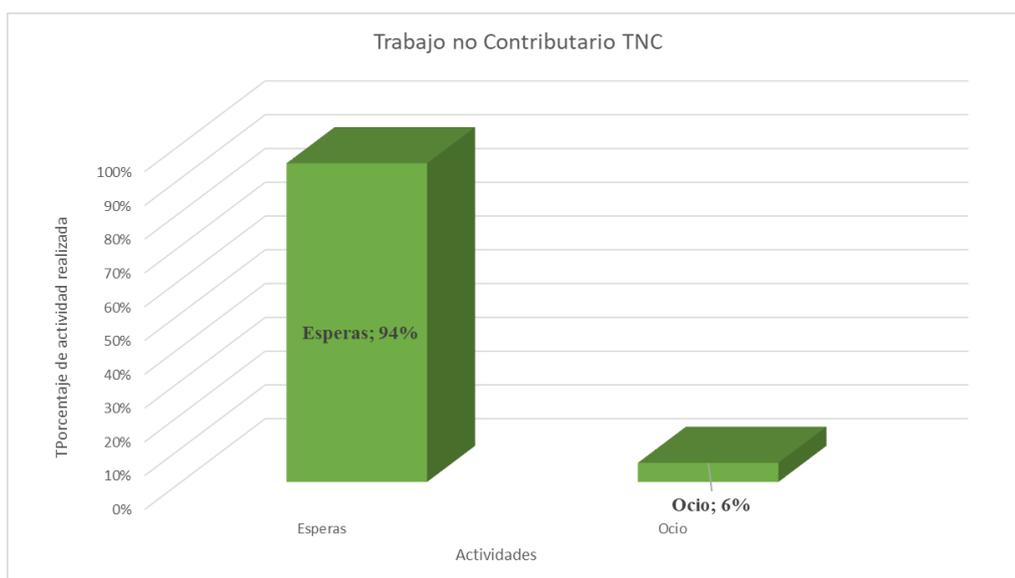
Ilustración 58: Resultados carta de balance N2



Fuente 58: Elaboración propia.

En caso del trabajo no contributivo se presenta la ilustración 59 en donde se grafican las actividades que tienen participación dentro de esta categoría en donde del análisis de los datos se determinó que las esperas son la actividad que más se realiza seguida del ocio por parte de la mano de obra con un 6%, esto concuerda con los porcentajes correspondientes a trabajo productivo, contributivo y no contributivo.

Ilustración 59: Trabajo no contributivo.



Fuente 59: Elaboración propia.

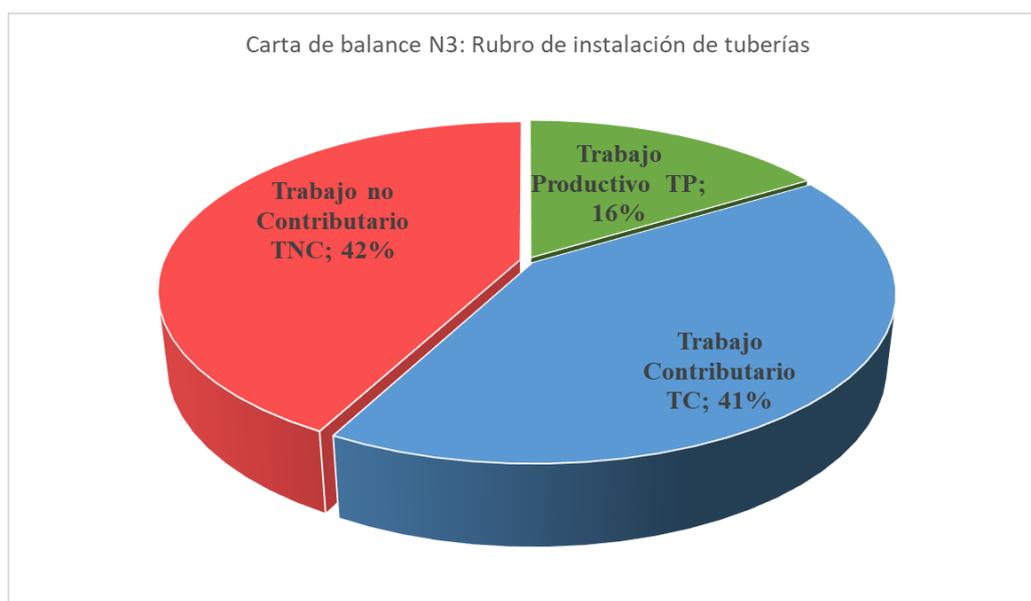
Análisis del rendimiento para el rubro de instalación de tuberías de agua potable D=200 ms.

Para la medición realizada para la carta de balance número 2 se instaló 4.1 unidades de tubería de 200mm de diámetro en donde el rendimiento calculado se determinó en 1.951 Jornada/Unidad que en comparación con el rendimiento teórico del análisis de precios unitarios de 2.00 Jornada/unidades se tiene una reducción del 6% en el costo del rubro lo que correspondería a 9.85 dólares en ahorro por cada unidad de tubería instalada.

Carta de balance N3

Los datos recopilados para la carta de balance N3, mediante el análisis de datos se determinó las siguientes participaciones de trabajo productivo, contributivo y no contributivo en donde para el trabajo productivo se tiene una participación del 16 % para el trabajo contributivo un 41% y para el trabajo no contributivo un 42% de participación al realizar las actividades que conforman el rubro durante la medición realizada para la carta de balance N3.

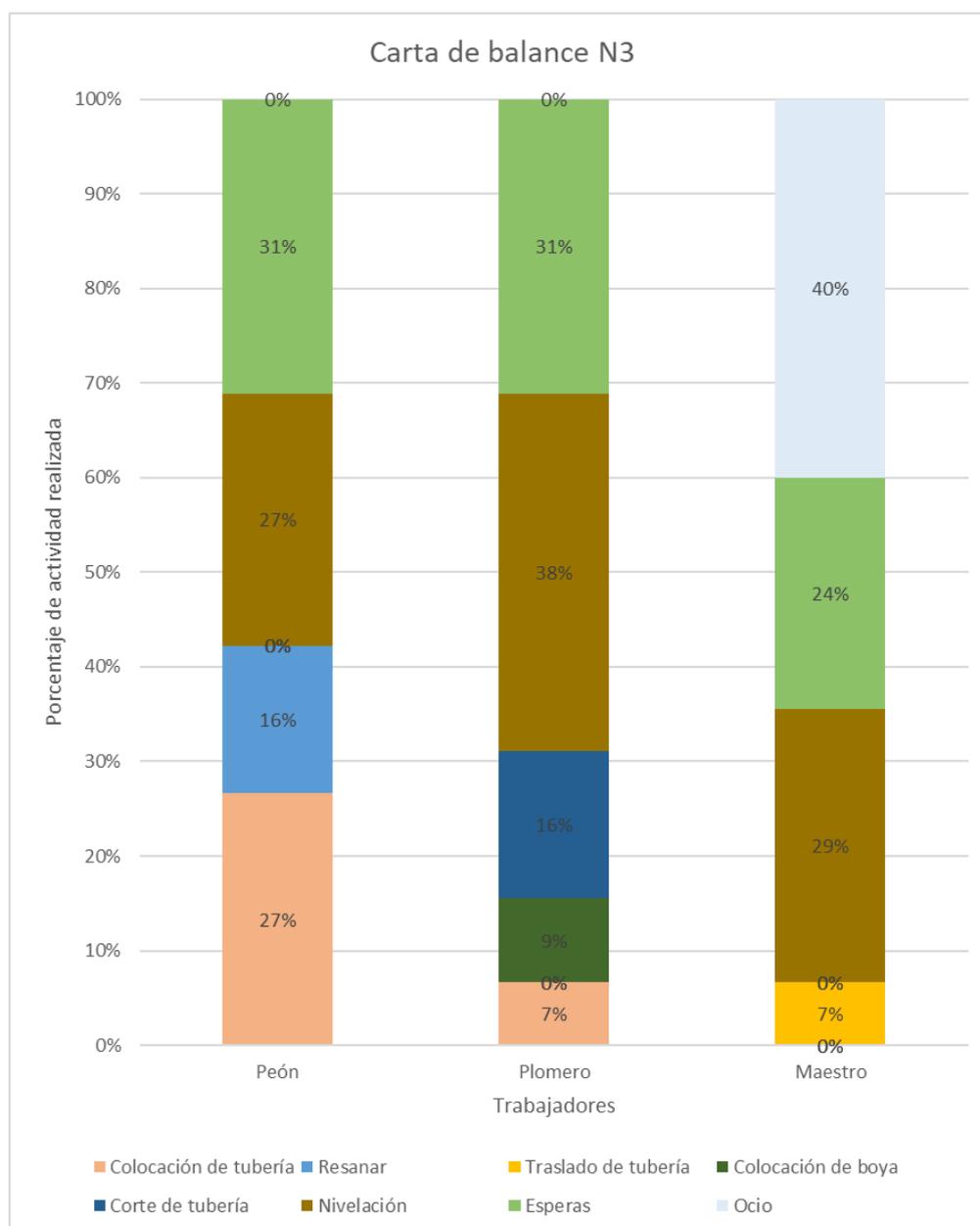
Ilustración 60: Resultados carta de balance N3



Fuente 60: Elaboración propia.

En cuanto a las actividades que conforman el trabajo productivo contributivo y no contributivo se realizó el análisis de datos presente en la ilustración 61 en función de los encargados de realizar este rubro en donde para T1 correspondiente a un peón la actividad en la que más participa es la definida como esperas, para T2 correspondiente a un plomero la actividad en la que más participa es la de nivelación de la tubería y para T3 correspondiente a un maestro la actividad que más realizó durante la medición del rubro es la de ocio.

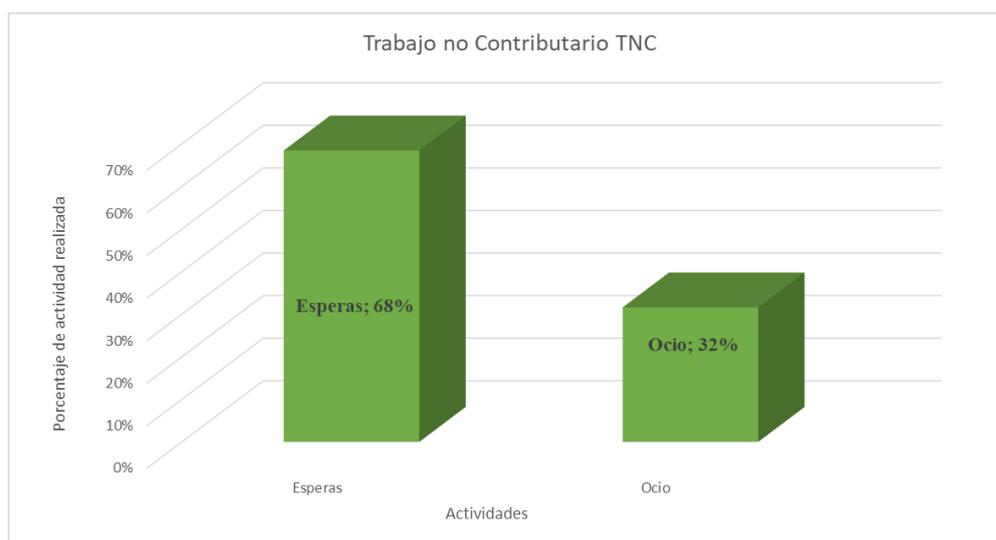
Ilustración 61: Resultados carta de balance N3



Fuente 61: Elaboración propia.

Para las actividades del trabajo no contributivo se presenta la ilustración 62, en donde las esperas tienen un peso del 68% y el ocio con un porcentaje del 32% estas dos actividades son las que se pueden mejorar ya que a diferencia de las cartas de balance analizadas anteriormente el porcentaje de ocio claramente creció.

Ilustración 62: Trabajo no contributivo.



Fuente 62: Elaboración propia.

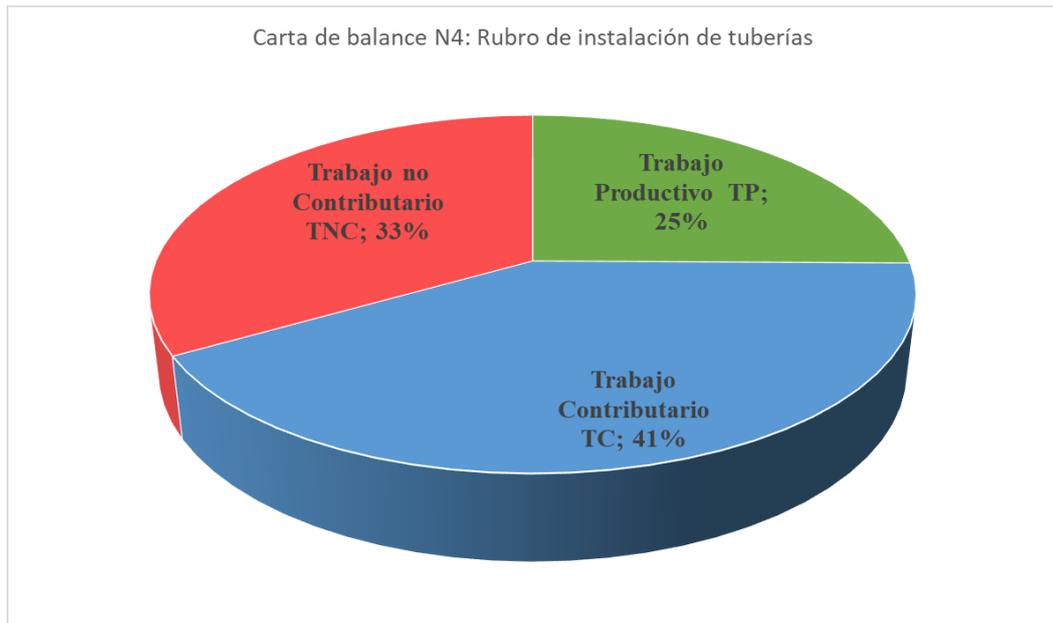
Análisis del rendimiento para el rubro de instalación de tuberías de agua potable D=200 ms.

En la medición realizada para la carta de balance número 3 se registró 4 unidades de tubería instalada en una jornada laboral para lo cual correspondería a un rendimiento de 2.00 Jornada/Unidad que comparado con el rendimiento teórico correspondiente se tiene un 6% de ahorro en la realización del rubro que correspondería a \$ 8.97 dólares de ahorro en la realización del rubro.

Carta de balance N4.

De acuerdo a los datos que se han recopilado en campo para la carta de balance N4 se presenta en la ilustración 63, los resultados del análisis de datos general de la carta de balance donde para el trabajo productivo se tiene una participación del 25%, mientras que para el trabajo contributivo una participación del 41% y para el trabajo no contributivo de 33%.

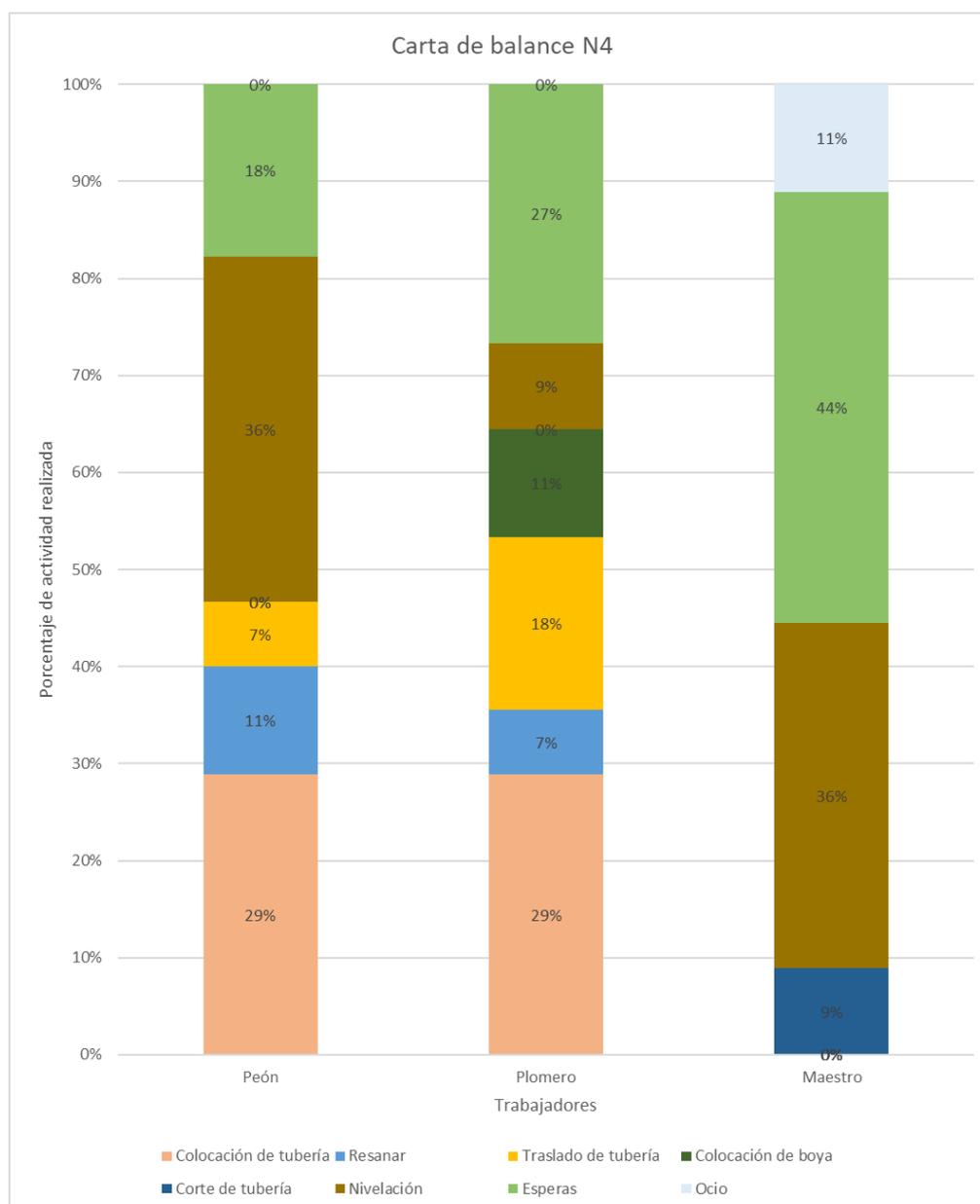
Ilustración 63: Resultados carta de balance N4.



Fuente 63: Elaboración propia.

En cuanto a las actividades correspondientes al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se presenta en la ilustración 64 el análisis de esto en función de las personas que llevan a cabo el rubro, que en el caso T1 correspondiente a un peón la actividad que más realiza es la de nivelación, para T2 correspondiente a un plomero la actividad que más realiza es la colocación de la tubería y para T3 correspondiente a un maestro la actividad que más realzo durante la recolección de datos fue las esperas.

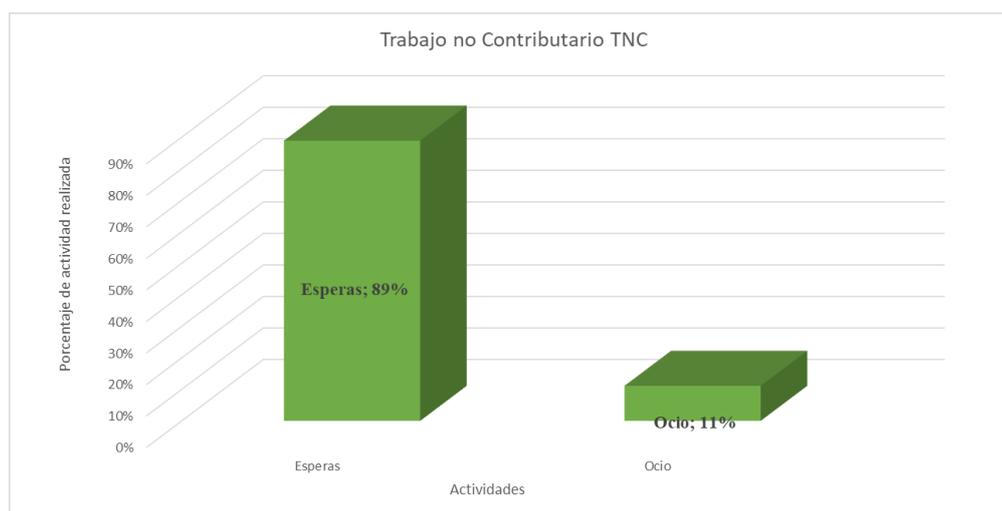
Ilustración 64: Resultados carta de balance N4.



Fuente 64: Elaboración propia.

Para el trabajo no contributivo se realizó el siguiente análisis presente en la ilustración 65, en donde las actividades que más se realizan dentro de esta categoría sin las esperas con un 89% de participación y el ocio con un 11 %, esto servirá para definir los mecanismos para mejorar la productividad dentro del rubro de instalación de tuberías que se ha analizado.

Ilustración 65: Trabajo no contributivo.



Fuente 65: Elaboración propia.

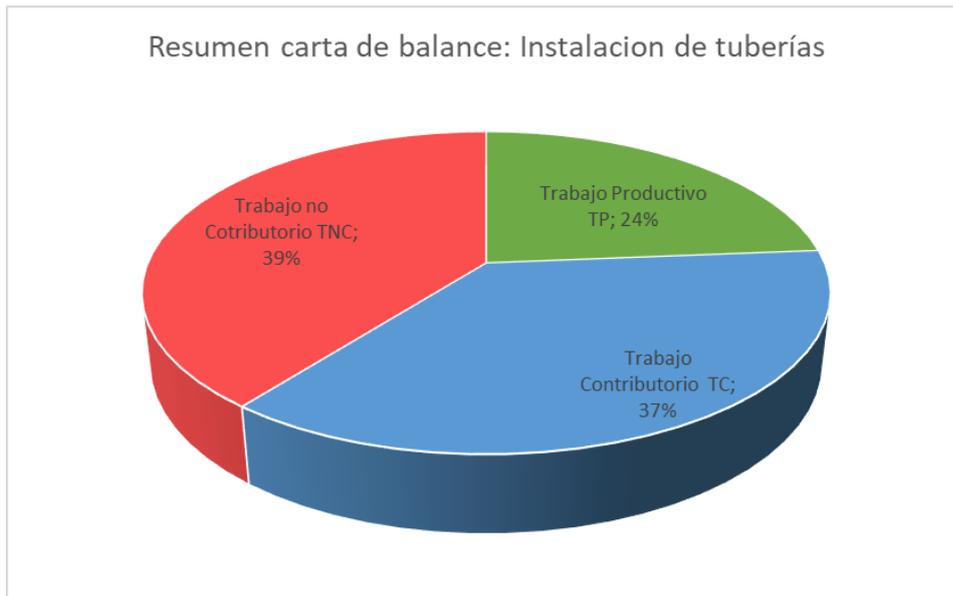
Análisis del rendimiento para el rubro de instalación de tuberías de agua potable D=200 ms.

En la medición realizada para la carta de balance número 4 se registró 5.6 unidades de tubería instalada en una jornada laboral esto en rendimiento de la mano de obra correspondería a 2.00 Jornada/Unidad que comparado con el rendimiento teórico correspondiente se tiene un 12 % de ahorro en la realización del rubro que correspondería a \$ 19.36 dólares de ahorro en la realización del rubro por cada unidad de tubería instalada.

Resumen carta de balance: Rubro de Instalación de tuberías.

Para el caso de rubro de instalación de tuberías mediante el análisis de los datos para las 4 cartas de balance se presenta en la ilustración 66 el resumen de estas cartas de balance en donde para el trabajo productivo tiene un 24% de participación del rubro, para el caso del trabajo contributivo tienen una participación del 37% y por último para el trabajo no contributivo con una participación de 39%.

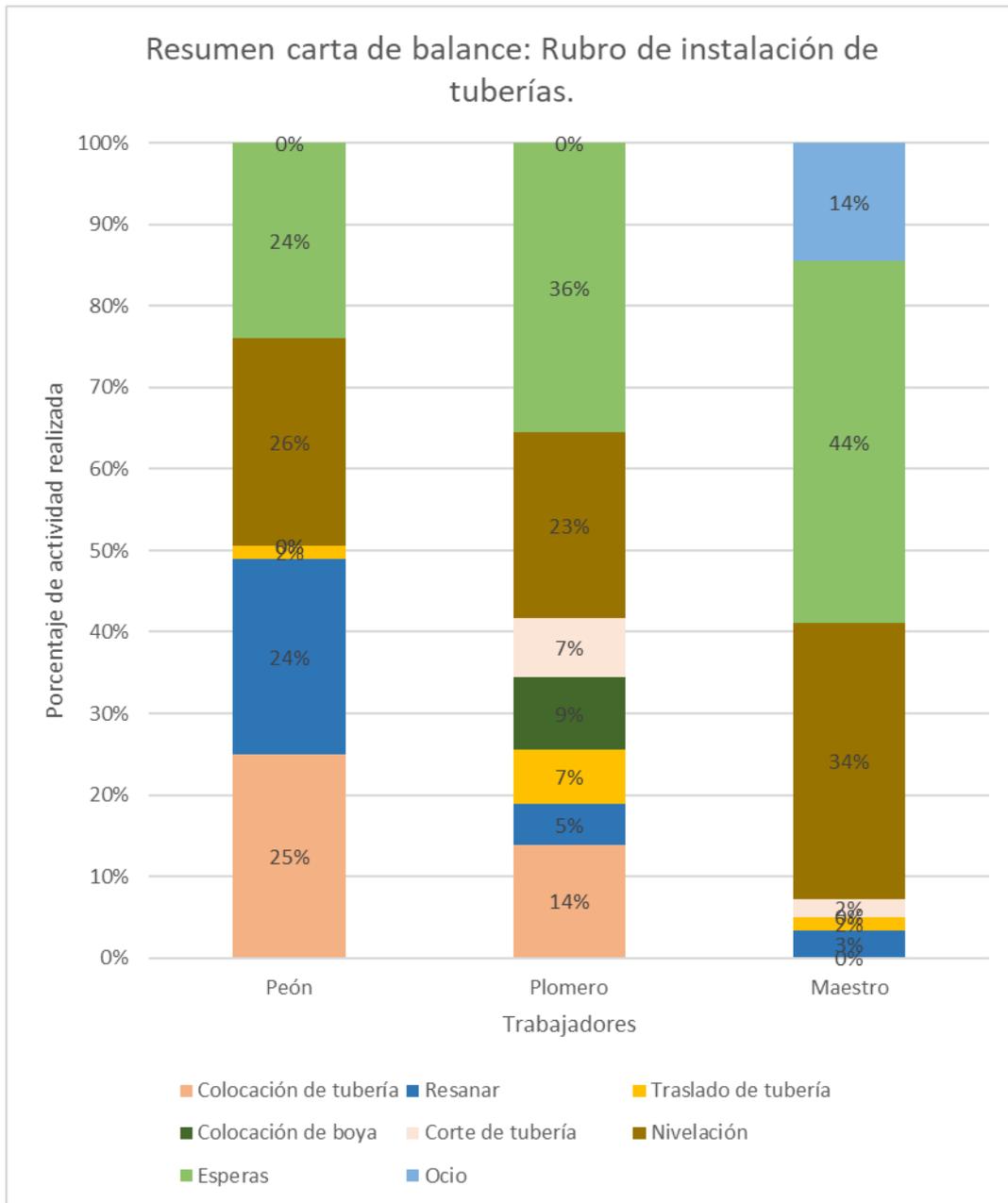
Ilustración 66: Resumen carta de balance rubro de instalación de tuberías



Fuente 66: Elaboración propia.

Para el análisis de las actividades en función de los trabajadores que realizan el rubro se presenta la ilustración 67 en donde para T1 correspondiente a un peón donde se determinó que la actividad que más realiza es la nivelación de la tubería, para T2 correspondiente a un plomero la actividad que más realizó durante las mediciones del rubro es la instalación de tuberías, y para T3 correspondiente a un maestro la actividad más realizada durante las mediciones realizadas es la de esperas.

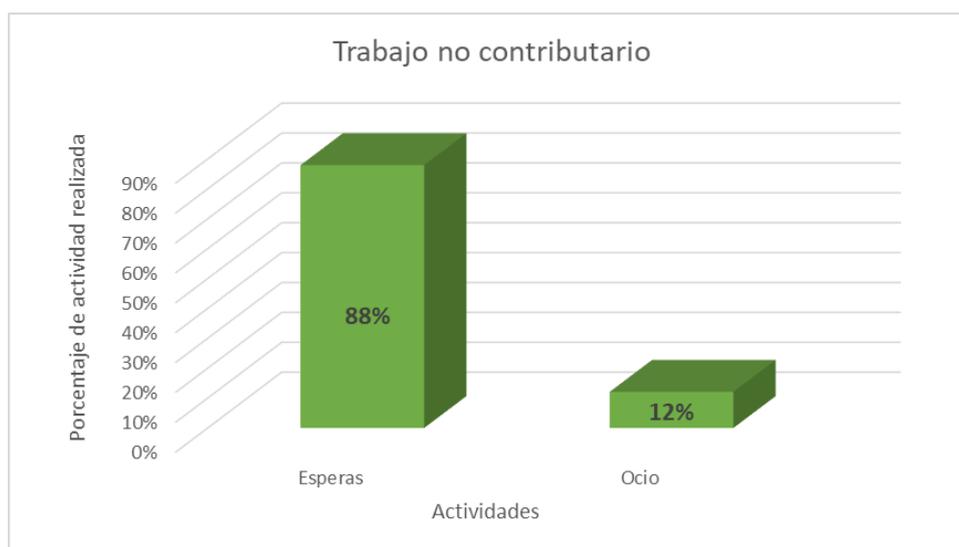
Ilustración 67: Resumen carta de balance rubro de instalación de tuberías



Fuente 67: Elaboración propia.

Para el caso del trabajo no contributivo que son las actividades que no generan valor agregado al rubro se presenta en la ilustración 68, el análisis de estas actividades en función al trabajo no contributivo en donde con un 88 % la actividad que más se realizó es la de espera y el ocio con un 12% de participación.

Ilustración 68: Trabajo no contributivo.

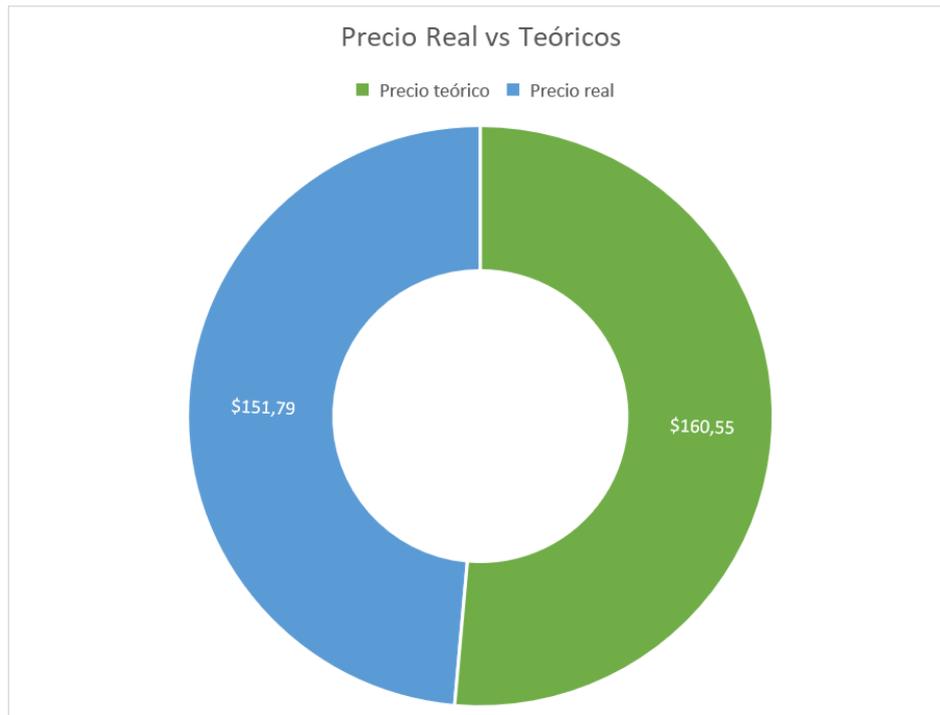


Fuente 68: Elaboración propia.

Análisis del rendimiento para el rubro de instalación de tuberías de agua potable D=200 ms.

Realizando el promedio de los rendimientos de las cuatro cartas de balance realizadas se tiene que para la instalación de tubería se tiene un rendimiento del 2.0116 Jornada/Unidad que corresponde a un ahorro del 5% e la realización del rubro que en términos económicos correspondería a un ahorro de \$8.76 dólares por cada unidad de tubería de 200 mm instalada en la obra el cual si observamos la ilustración 69 podemos ver el precio unitario que tendría el rubro de seguir con esta tendencia y para la cantidad presupuestada de 175 unidades de tubería equivaldría a un ahorro de \$ 1533 dólares en la realización de la cantidad total de obra realizada, qui es importante mencionar que el precio real calculado es muy parecido al teóricamente calculado lo que nos dice de un buen análisis de precios para este rubro.

Ilustración 69: Precio unitario para el rubro de instalación de tuberías.



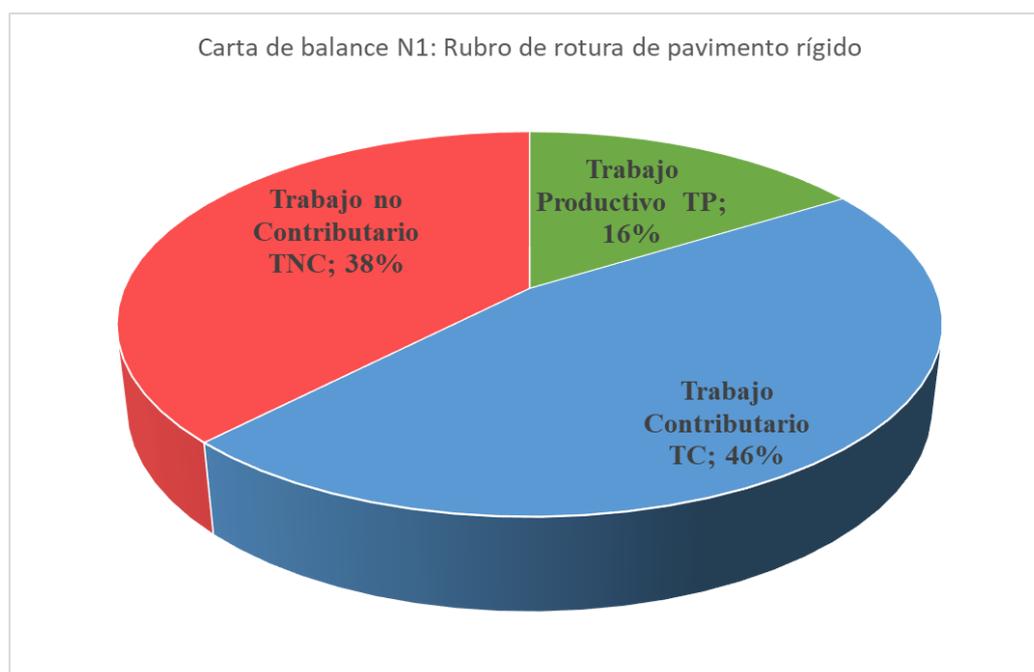
Fuente 69: Elaboración propia.

- **Rotura de pavimentos rígido espesor e=20 cm**

Carta de balance N1

Para el rubro de rotura de pavimentos según el análisis de datos recopilados en campo se presenta en la ilustración 70, el análisis general de la primera carta de balance en donde se muestra que la participación de trabajo productivo en la realización del rubro es de 16%, el trabajo contributivo con un 46% y para el trabajo no contributivo con un 38%.

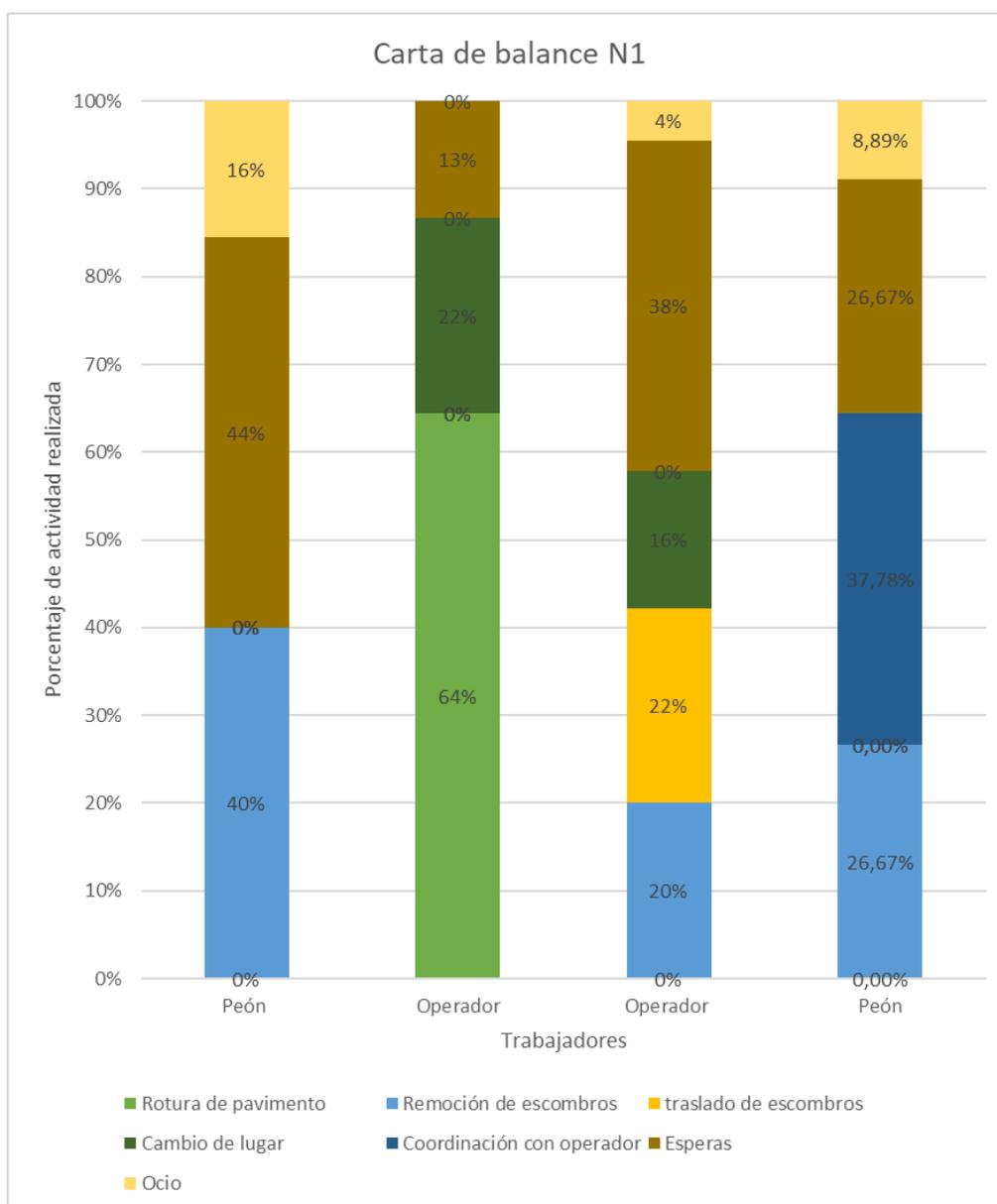
Ilustración 70: Resultados carta de balance NI



Fuente 70: Elaboración propia.

Para las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo se presenta la ilustración 71, según el análisis de datos para el elemento T1 correspondiente a un peón la actividad que más realiza es de esperas, para T2 que corresponde a un operador en donde la actividad que más se realiza es la rotura de pavimento, para T3 que corresponde a un operador en donde la actividad que más realiza es la esperas y para T4 que corresponde peón la actividad que más se realiza es la coordinación entre los operadores y los peones para realizar el rubro.

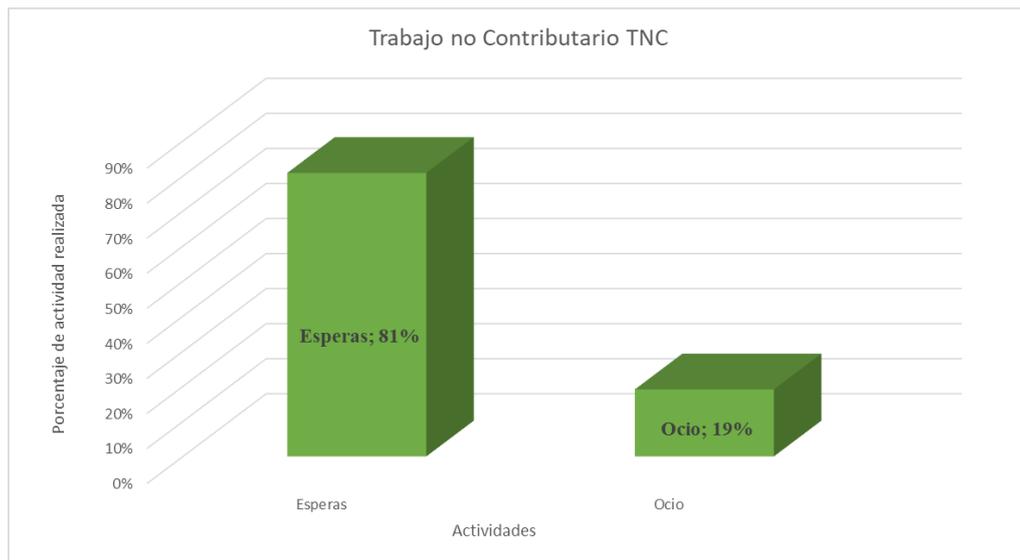
Ilustración 71: Resultados carta de balance NI



Fuente 71: Elaboración propia.

En cuanto al trabajo no contributivo, que ha realizado un análisis de datos que se presenta la ilustración 72, donde la actividad que más se realiza dentro del esta categoría es las esperas con un 81% y el ocio con el 19% estas actividades son importantes ya que permitirán definir mecanismos para mejorar la productividad del rubro.

Ilustración 72: Trabajo no productivo.



Fuente 72:Elaboración propia.

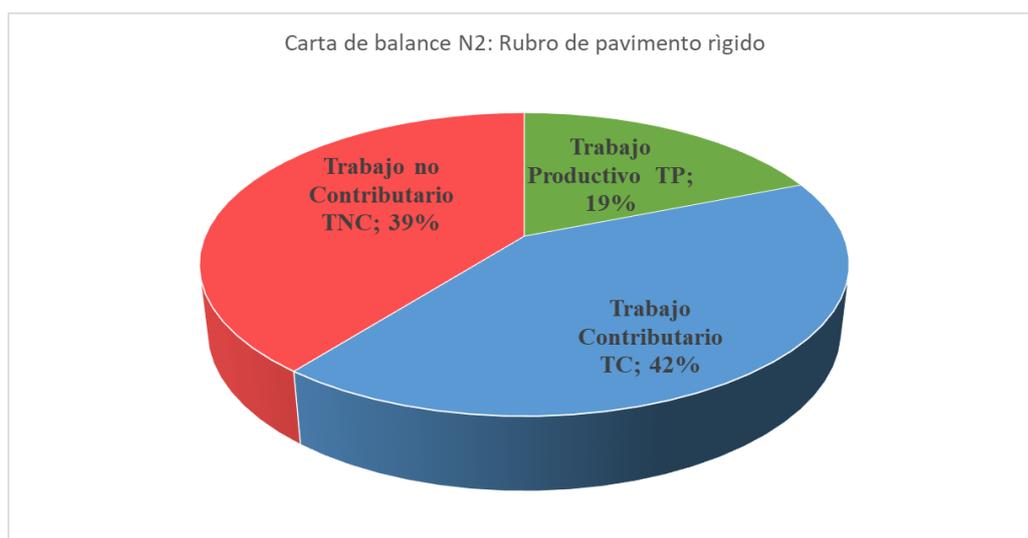
Rendimiento para el rubro de rotura de pavimento rígido e= 20 cm

Para el rubro de rotura de pavimento rígido se realizó el análisis de rendimiento durante la duración de la medición en donde se realizó un total de 11.2 metros cuadrados de rotura 4 personas al igual que en el análisis de precios unitarios, de acuerdo a esto el rendimiento para esta carta de balance es del 0.067 Jornada/m² que en comparación al rendimiento teórico esperado de 0.063 Jornada/m² se determinó que el rubro tiene un sobre costo del 7% lo que se traduce en \$0.19 dólares de aumento en el precio del rubro.

Carta de balance N2

Para la carta de balance número 2, según al análisis de datos realizado utilizando la información recopilada en campo se presenta la ilustración 73, donde según el análisis de datos para el trabajo productivo con un 19% de participación, para el trabajo contributivo con un 42% de participación y para el trabajo no contributivo con un 39% de participación.

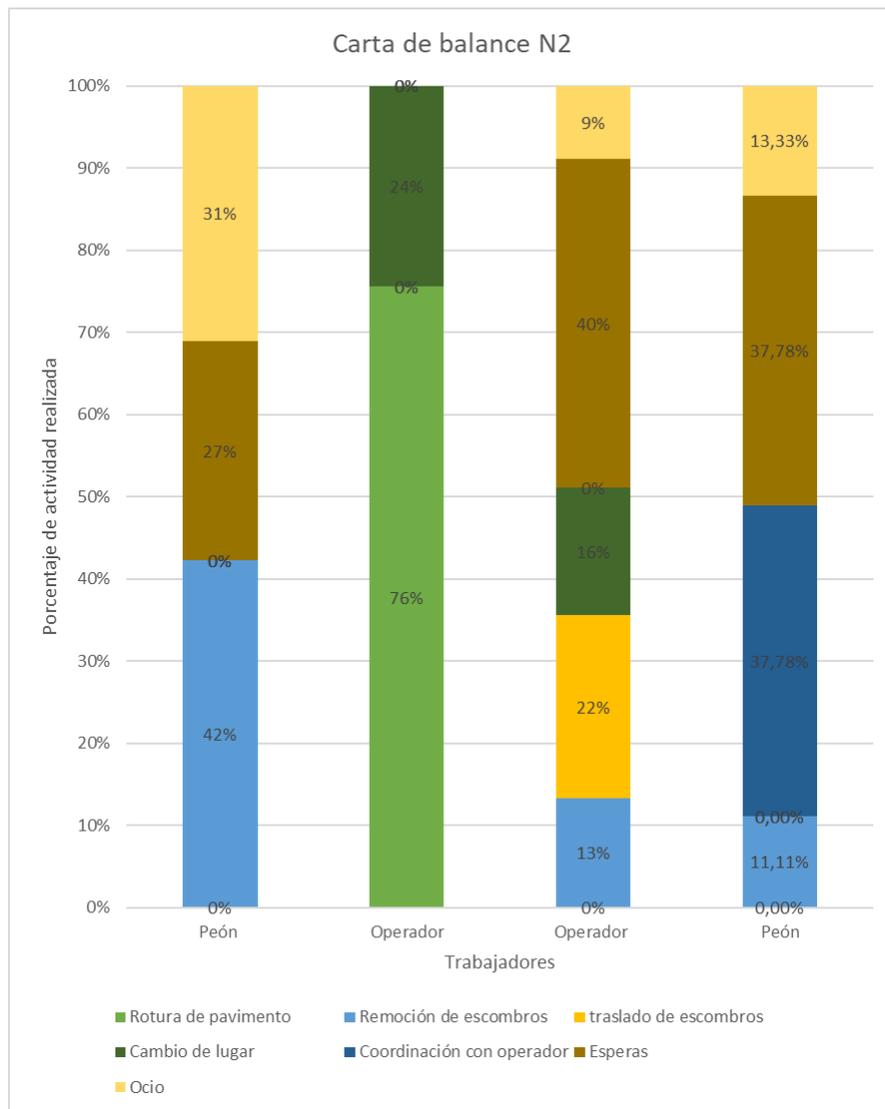
Ilustración 73: Resultados carta de balance N2



Fuente 73:Elaboración propia.

En cuanto a las actividades que son parte del trabajo productivo, el trabajo contributivo y para el trabajo no contributivo se presenta en la ilustración 74. Para el elemento T1 que corresponde a un peón en la cual la actividad que más realiza la remoción de escombros, para T2 que corresponde a un operador en la cual la actividad más realizada es la rotura de pavimento también para T3 que también es un operador y la actividad que más se realiza son la esperas por último par T4 que corresponde a un peón y las actividades que más realiza son las esperas y la coordinación de los peones y los operadores.

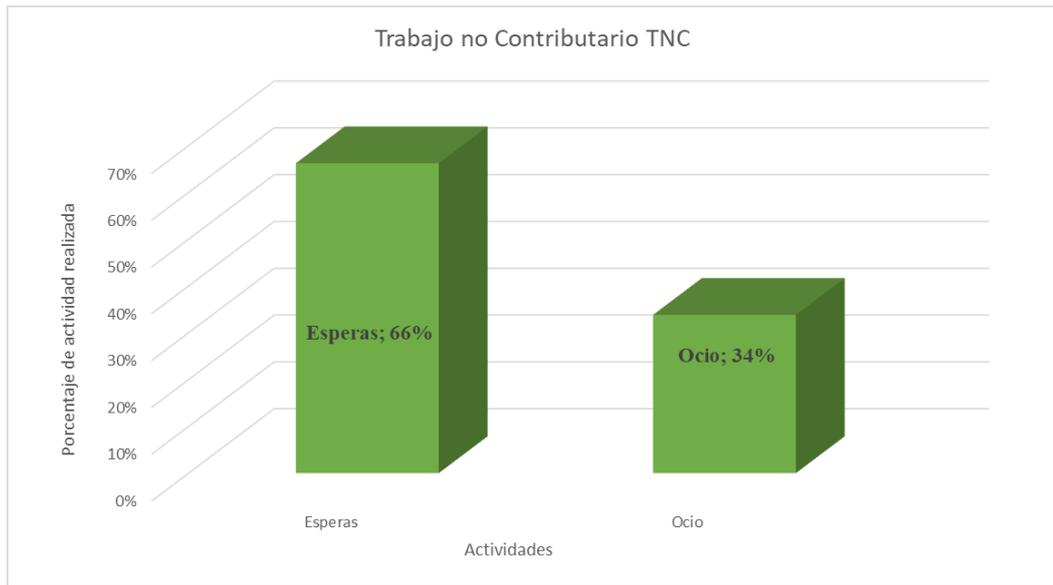
Ilustración 74: Resultados de carta de balance N2



Fuente 74:Elaboración propia.

También se realizó el análisis de datos para la categoría de trabajo no productivo este análisis de datos se presenta en la ilustración 75 en donde la actividad más realizada son las definidas como esperar hasta que otro elemento realice la actividad asignada, y el ocio con un 34% tomando más de un cuarto de la participación en esta categoría.

Ilustración 75: Trabajo no contributivo.



Fuente 75:Elaboración propia.

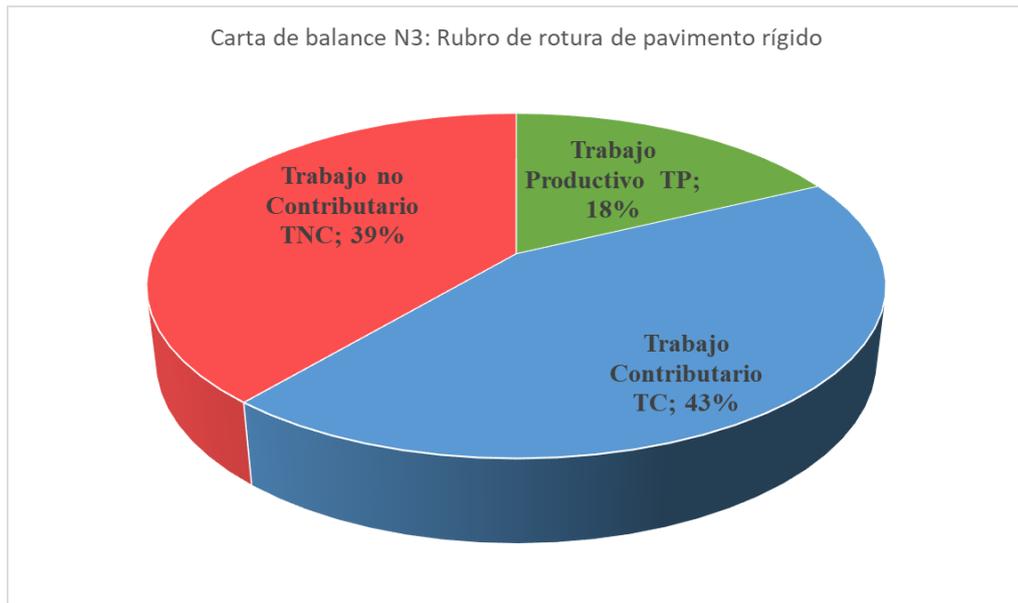
Rendimiento para el rubro de rotura de pavimento rígido e= 20 cm

Para la segunda medición realizada se determinó una cantidad de trabajo realizada de 10.6 metros cuadrados de 10.73 metros cuadrados en 0.75 horas para lo cual se presenta un rendimiento del 0.070 Jornada/m² que en comparación al rendimiento teórico del rubro de 0.063 Jornada/m² se determina que el costo ha aumentado un 12% que en dinero significa un aumento de \$ 0.31 dólares en la realización del rubro.

Carta de balance N3

Para la carta de balance número 3 se presenta el análisis de datos que se muestra en la ilustración 76 en donde para el trabajo productivo presenta una participación del 18 %, para el trabajo contributivo con un 43% de participación en el rubro y para el trabajo no contributivo con un 39% de participación en la realización del rubro.

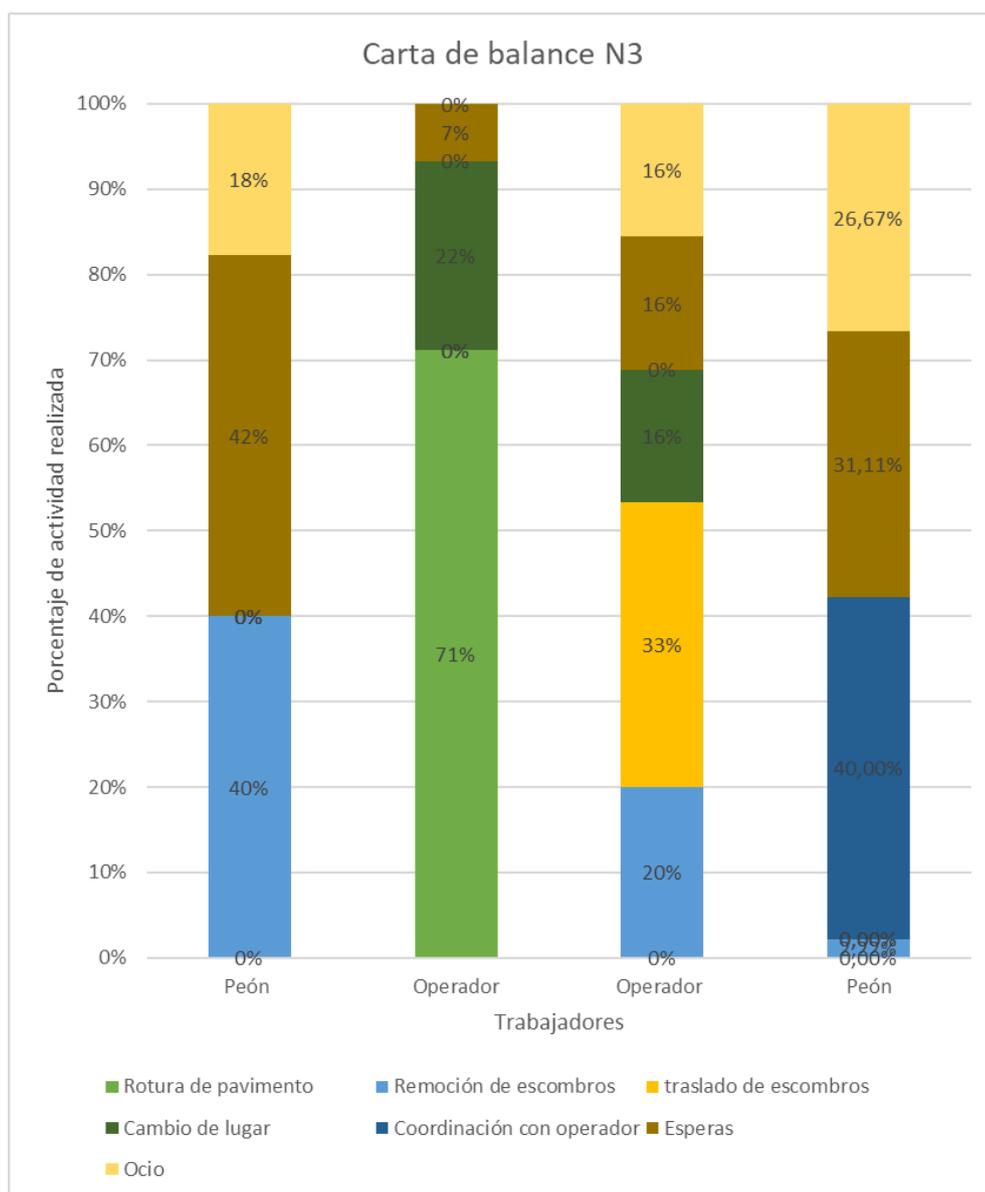
Ilustración 76: Resultado carta de balance N3



Fuente 76:Elaboración propia.

El análisis de datos para las actividades que se presentan en la ilustración 77 en función de las personas que realizan el rubro se visualiza que para T1 correspondiente a un obrero la actividad que más realiza son esperas, para T2 que corresponde a un operador en cuanto a la actividad que más realiza es la rotura de pavimento en cuanto a T3 que corresponde a un operador en cuanto a la actividad que más realiza es el traslado de escombros y para T4 que corresponde a un peón y la actividad que más realiza es la coordinación entre los operadores y los peones.

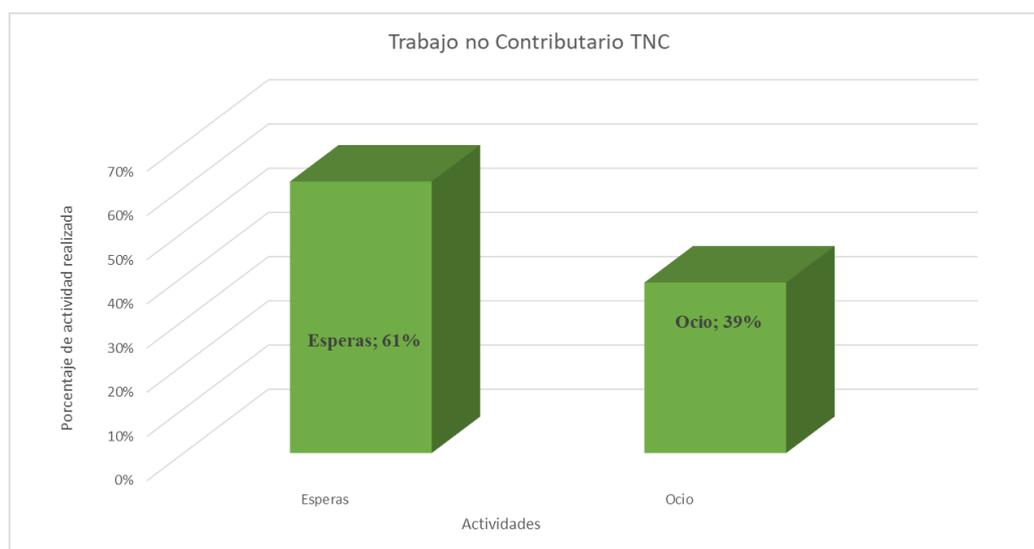
Ilustración 77: Resultados carta de balance N3



Fuente 77: Elaboración propia.

Para el trabajo no contributivo de acuerdo con los datos recopilados en campo se realizó el análisis de estos y se presentan en la ilustración 78, donde se descarta que para el trabajo no contributivo la actividad que más se realiza son las esperas con un 61% y el ocio con un 39% de participación dentro de esta categoría.

Ilustración 78: Trabajo no contributivo.



Fuente 78:Elaboración propia.

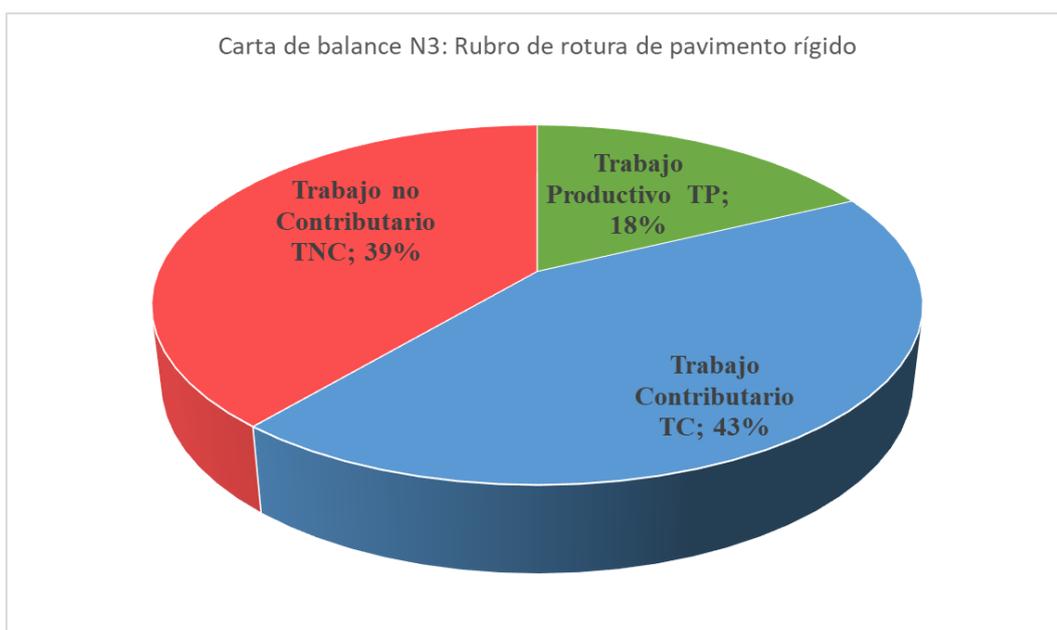
Rendimiento para el rubro de rotura de pavimento rígido e= 20 cm

En cuanto a la carta de balance número 3 se presentó una cantidad de trabajo realizada durante la medición del rubro de 13.3 metros cuadrados lo que significa un rendimiento del 0.056 Jornada/m² que con respecto a el rendimiento teórico tendríamos una disminución en el costo del 10 % y esto en dinero significa un ahorro de \$ 0.26 dólares con respecto al valor teórico del rubro.

Carta de balance N4

Para el caso de la última carta de balance número 4 correspondiente al rubro de rotura de pavimentos se presenta la ilustración 79 en donde el trabajo productivo con una participación 19% en cuanto al trabajo contributivo con una participación del 38% y el trabajo no contributivo con una participación del 42%.

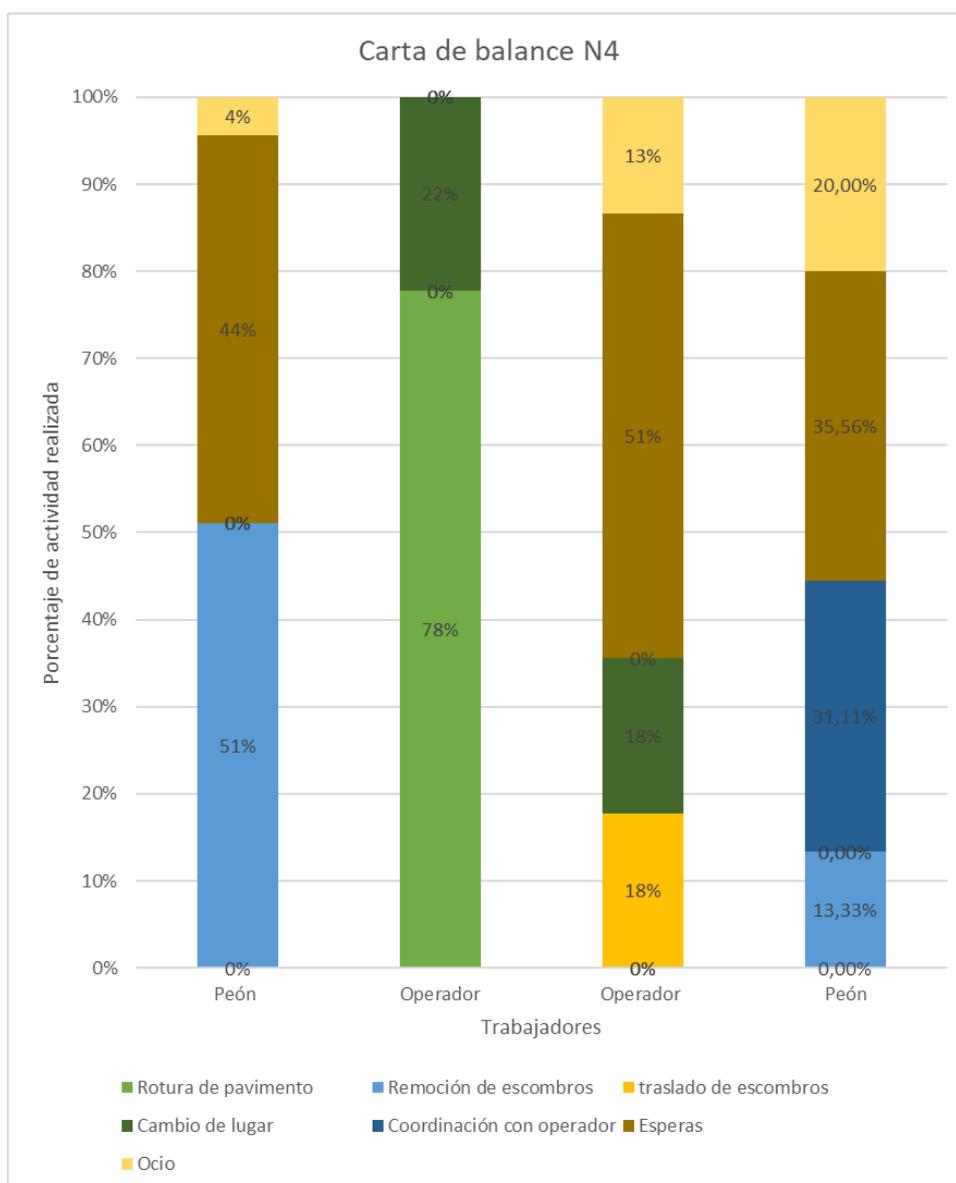
Ilustración 79: Resultados carta de balance N4



Fuente 79:Elaboración propia.

Para el análisis de las actividades que corresponden a las categorías de trabajo productivo, contributivo y no contributivos se presentan en la ilustración 80 que para T1 que corresponde a un peón la actividad más realizada es la remoción de escombros, para T2 que corresponde a un operador la actividad que más se realiza es la rotura de pavimento, para T3 que corresponde a un operador la actividad que más realiza es la definida como esperas y por ultimo T4 que corresponde a un peón y la actividad que más se realiza son las definidas como esperas.

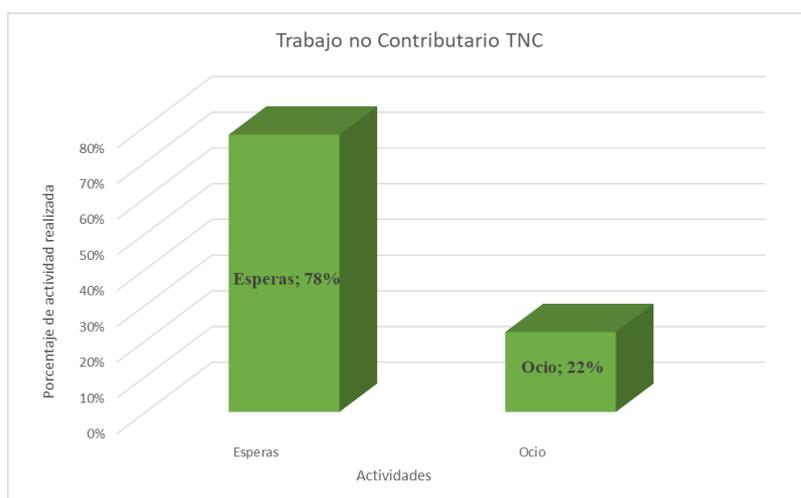
Ilustración 80: Resultados carta de balance N4



Fuente 80:Elaboración propia.

En cuanto a la participación de las actividades que corresponden dentro del trabajo no contributivo se presenta en la ilustración 81 y según el análisis de datos las esperas son las actividades que más se realizan dentro de esta categoría y el ocio tiene una participación del 22%.

Ilustración 81: Trabajo no contributivo.



Fuente 81:Elaboración propia.

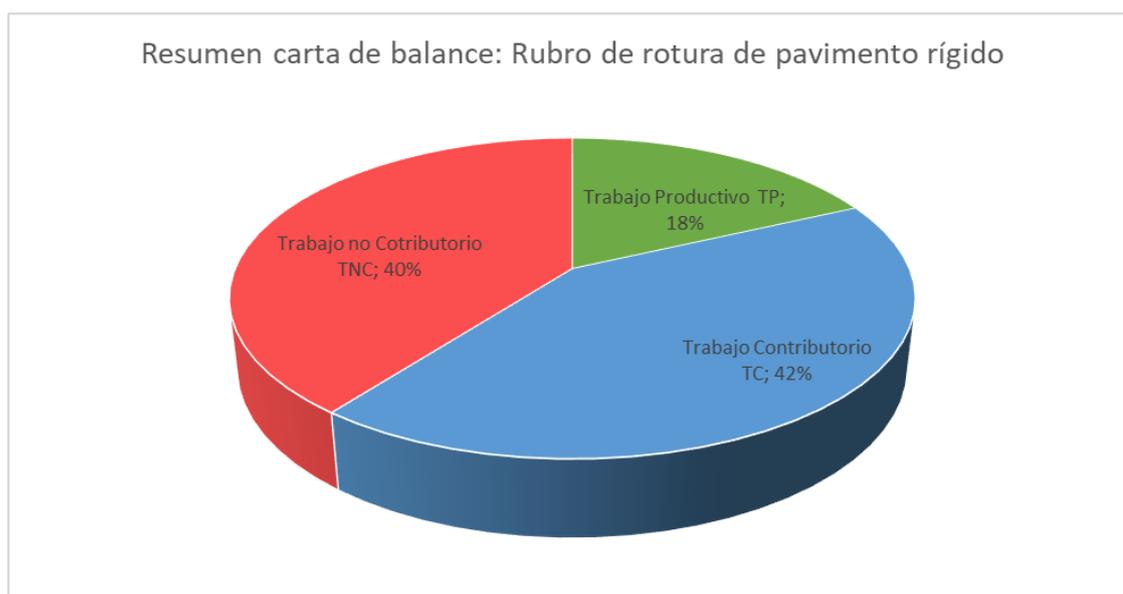
Rendimiento para el rubro de rotura de pavimento rígido e= 20 cm

Con respecto a la última medición realizada se determinó una cantidad de trabajo realizada de 9.28 metros cuadrados que en términos de rendimiento durante la realización del rubro corresponde a 0.0808 Jornada/m² que en comparación con el rendimiento teórico del rubro representa un aumento del 29% en el costo, si hablamos de dinero significa un aumento de \$ 0.77 dólares en la realización del rubro.

Resumen para rubro de rotura de pavimento rígido.

Para el análisis de datos del rubro de rotura de pavimento rígido que se presenta en la ilustración 82, se determinó que para el trabajo productivo durante la medición del rubro tuvo una participación del 18%, para el trabajo contributivo tuvo una participación en la realización del rubro del 42%, y para el trabajo no contributivo que tuvo una participación del 40%.

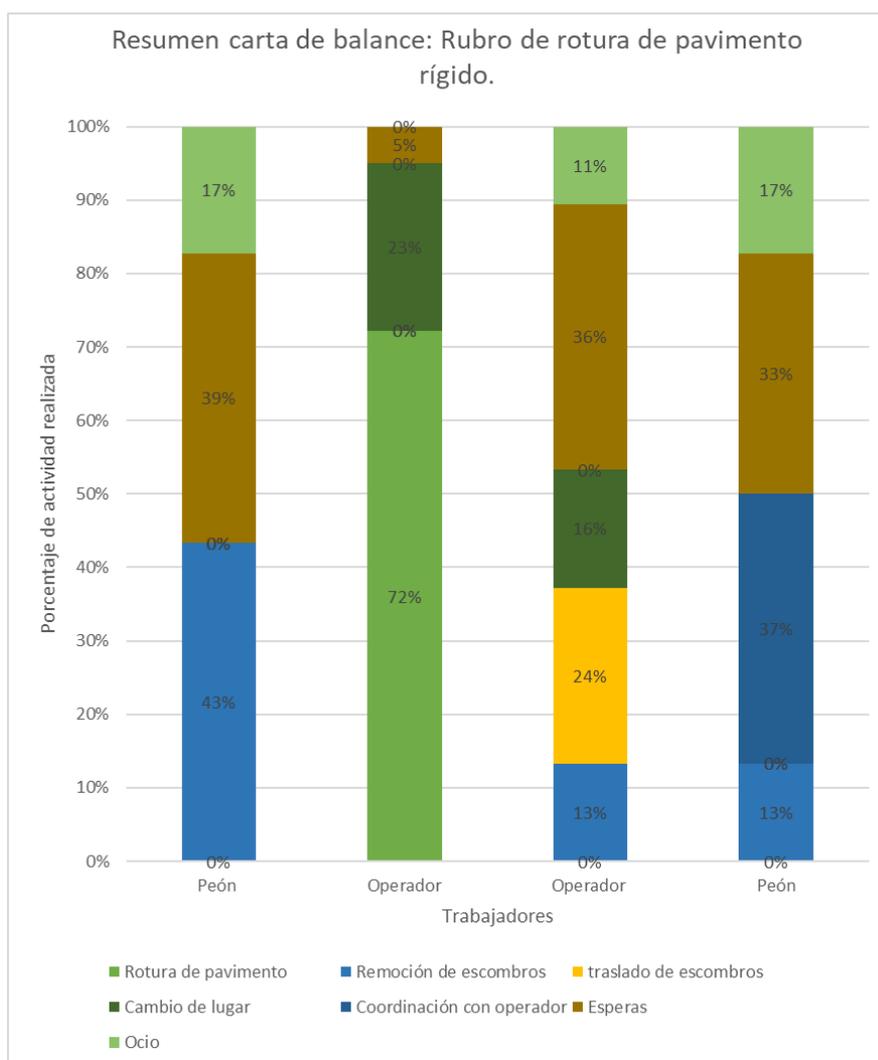
Ilustración 82: Resumen cartas de balance: Rubro de rotura de pavimento rígido.



Fuente 82: Elaboración propia.

De acuerdo a las actividades que conforman el rubro de rotura de pavimento rígido se presenta en la ilustración 83 que para T1 correspondiente a un peón la actividad más realizada por este es la remoción de escombros, para T2 correspondiente a un operador la actividad más realizada es la rotura de pavimento para T3 correspondiente a un operador la actividad que más realizó durante la medición del rubro es la de esperas y por último T4 que corresponde a un peón, la actividad que más realiza es la de esperas.

Ilustración 83: Resumen cartas de balance: Rubro de rotura de pavimento rígido.



Fuente 83:Elaboración propia.

En cuanto a las actividades que forman parte exclusivamente del trabajo no contributivo su análisis se presenta en la ilustración 84 para el cual con un 72 % de participación la actividad más realizada es esperas y con un 28 % el ocio, esto durante la realización de las 4 cartas de balance.

Ilustración 84: Trabajo no contributivo.

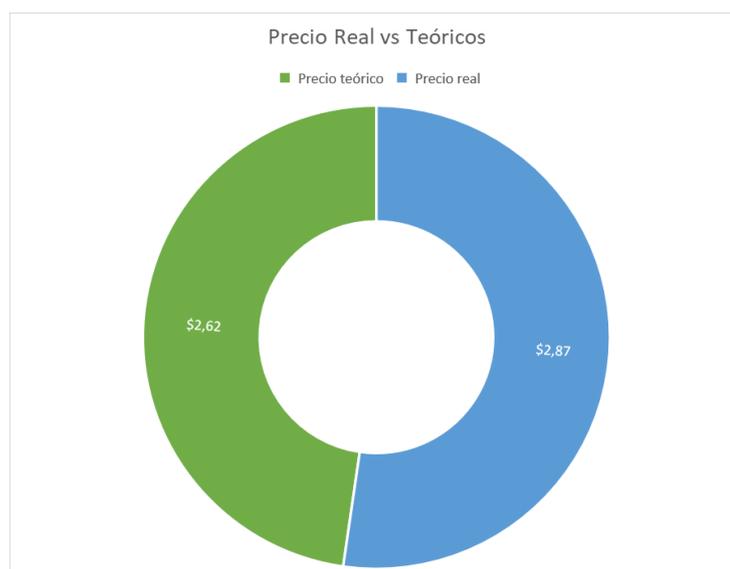


Fuente 84:Elaboración propia.

Promedio de rendimientos para el rubro de rotura de pavimento rígido e=20 cm

Para las cuatro cartas de balance realizadas se determinó un rendimiento promedio de 0.0685 jornada/m² que comparado con el rendimiento teórico del rubro de 0.063 Jornada/m² se tiene un aumento del 10% en el costo del rubro que en dinero le correspondería \$ 0.25 dólares de sobrecosto con respecto al precio teórico presentado en análisis de precios unitarios el cual lo podemos observar en la ilustración 85 que multiplicado a la cantidad de obra que se debe realizar supone un aumento en el precio del rubro de \$ 5396.02 dólares que deberán ser compensados con los rubros en donde exista ganancias.

Ilustración 85: Precio unitario para el rubro de rotura de pavimento rígido.



Fuente 85: Elaboración propia.

4.2 Interpretación de datos

4.2.1 Primera parte: Entrevista resultados

De acuerdo a las entrevistas realizadas realizados a los ingenieros civiles encargados del proyecto y a personas administrativo seleccionado que conoce la realizada del proyecto se determinó cuáles son esos rubros que generan inconvenientes o que estas generando inconvenientes en este proyecto de agua potable para lo cual muchos de los entrevistados está de acuerdo en que la excavación manual es uno de los principales rubros que han generado inconvenientes en el proyecto seguido de la instalación de tuberías y el colchón de arena esto según el criterio del personal debido a la variabilidad de las condiciones donde se realiza estos trabajos ya que muchas veces en excavaciones se debe realizar mayores profundidades o ampliar más la excavaciones para poder trabajar con comodidad y seguridad.

Otro aspecto importante que se puede mencionar son los problemas de diseño del proyecto debido a la falta de control que a veces sucede por parte tanto del contratista como la entidad contratante lo cual genera efectos como sobrecostos y pérdidas de tiempo debido a que se debe realizar ajustes al proyecto y en cuanto a las estimaciones de rendimientos que se presentan en el diseño de los proyectos supieron contestar que si existiese una perdida debe ser mínima debido a que se ha considerado factores de seguridad para que esto no suceda para lo cual se debe haber hecho una buena consultoría para que esto se minimice, esto es muy interesante ya que aun si existiesen inconvenientes

por problemas de diseño el contratista al momento de realizar la propuesta debe verificar estos detalles para que se puede elaborar la propuesta.

4.2.2 Segunda parte: Encuesta resultados

En cuanto a las encuestas para detección de perdidas según el análisis realizado se presenta que una de las actividades que el personal que se ha encuestado considera que genera más perdidas en proyectos de agua potable es el excesivo personal que se cuenta para realizar algunos de los rubros del proyecto ya que al ser demasiado personal se genera inconvenientes y algunos de los obreros no realizan ninguna actividad solo esperan a que los demás las realicen.

Otra de las actividades en las que los encuestados están de acuerdo que genera más perdidas es el ocio de la mano de obra secundaria o de los ayudantes de obra esto debido a que al tener un papel secundario en la realización de las actividades muchas veces estos no realizan actividades productivas ya que esperan que se les dé ordenes de que actividad realizar para ocupar su tiempo.

También una de las actividades que es interesante mencionar es la mano de obra no especializada debido a que esto coincide con el ocio por parte de los ayudantes de obra que según los ingenieros encargados del proyecto se contrata sin experiencia debido a que es mucho más barato que contratar mano de obra especializada por lo que el rendimiento de esta es menor ya que la experiencia que poseen en la realización de proyectos es prácticamente nula.

4.2.3 Carta de balance de recursos.

Rubro de excavación a máquina de 0 a 2 metros.

De acuerdo a el análisis de datos realizado para el rubro de excavaciones a máquina se determinó que las actividades están repartidas de forma correcta siendo así el trabajo no contributivo la que más se ha realizado durante las mediciones realizadas sin embargo se han aun a pesar de esto se ha realizado una cantidad de obra elevada para las cuatro cartas de balance esto nos habla de un buen manejo de los recursos disponibles y el tiempo de ejecución de los trabajos realizados en este rubro lo cual se refleja en el precio real unitario del rubro analizado que supone si la tendencia o se sigue trabajando de esta forma un ahorro de \$ 0.23 dólares esto debido al buen desempeño de la mano de obra que se observó mientras se realizaba las mediciones.

En cuanto a las actividades que realizan los obreros estas están definidas en gran medida por el cargo de cada uno de los obreros y la experiencia ya que el peón T1 es el que realiza el mayor trabajo en comparación con el maestro mayor T3 debido a que T1 ejecuta directamente las actividades por muestras que el maestro supervisa las actividades debido a su elevada experiencia en la realización de este tipo de proyectos mientras que el operador T2 con la mayor parte de su tiempo la destina a realizar la excavación aquí es importante notar que el tiempo que realizan las actividades de esperas es muy similar entre los tres trabajadores lo que puede indicar una buena coordinación entre las tres personas y por esto el ahorro del tiempo que se traduce en un mejor rendimiento para la ejecución de este rubro.

Dentro de la categoría del trabajo no contributivo es preciso decir que las esperas son un problema que se puede mejorar dentro de la realización del rubro ya que debido a la naturaleza misma del proyecto existirán como tal sin embargo se pueden disminuir relacionando mejor las tareas asignada a cada personas que realiza el rubro, sin embargo actualmente con los datos recolectados el rubro dejaría mayor beneficio económico al proyecto y según el residente de la obra esto sucede debido a él plan de trabajo semanal y al control que se realizara para cumplir con las metas a corto plazo propuestas.

Instalación de tuberías.

Para el rubro de instalación de tuberías se realizó el análisis de datos de las 4 cartas de balance realizadas y se procedió a determinar el rendimiento real del rubro con los datos recopilados en campo en el que se obtuvo una reducción del precio del rubro de un 5% del precio teórico calculado en los análisis de precios unitarios este valor es muy importante ya que genera un ahorro considerable en el rubro y según los encargados del proyecto esto se debe a el trabajo de planificación realizado y a la mano de obra que para este caso es especializada en la instalación de tuberías de agua potable debido a la gran cantidad de obra que esto representa los beneficios económicos que conlleva también son elevados.

Para este rubro se definió tres trabajadores que realizaban las actividades del trabajo productivo contributivo y no contributivo en donde el peón denominado en la carta de balance como T1 es el de mayor productividad al momento de realizar el rubro de instalación de tubería inclusive superando ampliamente al plomero que debería ser el que más trabajo realiza, esto se produce debido a que el peón T1 es tiene una mayor jerarquía en la realización del trabajo y además tiene motivaciones económicas que le promueven a tener un rendimiento elevado en el rubro mientras que el maestro por el contrario realiza 0% de la actividad denominada colocación de tuberías ya que se encarga de supervisar el trabajo y el cual tiene un tiempo de esperan muy elevado por la función misma que desempeña dentro de la realización del rubro.

Finalmente tenemos que el trabajo no contributivo las esperas al igual que en el rubro de excavación a máquina son las que predominan dentro de estas categorías que según la información que se pudo revisar es normal debido a que en este tipo de proyectos existe mucha dependencia de las actividades lo cual no significa que no se puede mejorar, también es importante acotar que para a carta de balance número 4 se presentó el mayor rendimiento alcanzando una reducción de más de 15 dólares en el precio unitario del rubro, esto se produjo a la facilidad con la que se podía colocar las tuberías ya que el terreno se encontraba en buenas condiciones y el clima además estaba fresco lo cual influyo directamente en una mejor productividad para ese día, lo cual significa que también se presentarían días en los que las condiciones no permitan un ahorro.

Rotura de pavimentos.

Para el último rubro que se ha realizado según el análisis de datos realizado muestras que a diferencia de los dos anteriores rubros donde se veía una reducción en el costo del rubro para este caso se presenta un aumento en el costo del 10% según los datos recopilados en campo lo que muestra una tendencia negativa si esto se sigue producciones generando perdidas en el proyecto, esto sucede debido a la dificultad de realizar los trabajos y la maquinaria que no se encuentra trabajando adecuadamente y también por que en este caso las actividad dentro del trabajo no contributivo son las protagonistas al momento de la realización del rubro y lo observado durante las visitas periódicas al lugar donde se están realizando los trabajos.

Según lo mencionado antes para este rubro se presentan 4 integrantes en la realización del rubro para el que donde T2 correspondiente al operador del equipo de perforación realiza toda la actividad de rotura de pavimento porque solo con este equipo se puede realizar por su complejidad mientras que el Peón T1 se encarga de remover escombros que dificulten la movilidad del personal en el lugar donde se está realizando los trabajos y T3 correspondiente a un operador que no realiza muchas actividades y prácticamente el mayor tiempo pasa es esperas a que se realice la rotura de pavimento.

Todo lo explicado coincide con la carta de balance analizada, que presenta un porcentaje de participación en el rubro del 40 % para el trabajo no contributivo, ya que el trabajo contributivo participa un 42%, lo que significa que se dedica más tiempo a actividades secundarias y sin valor al rubro, lo cual se habló con algunos ingenieros y contestaron que por la naturaleza de la actividad y el equipo que se cuenta sucede en el sobre costo.

V. Conclusiones.

- Mediante el análisis de resultados de la carta de balance realizadas y el cálculo del rendimiento de la mano de obra para lo cual de los tres rubros que se ha analizado instalación de tuberías, excavaciones y rotura de pavimento rígido este último es el único que presento una perdida durante la realización del rubro esto debido a problemas con el equipamiento y las condiciones propias del sitio que ralentizaban el trabajo de los obreros, además algo interesante que se pudo visualizar durante las visitas a la obra en donde se considera que el rubro se lo podría realizar con menos personal del que se ha requerido en los análisis de precios unitarios y con esto el costo unitario se disminuiría.
- Durante la realización de este proyecto de titulación se ha revisado muchos artículos científicos y tesis de titulación en donde se ha revisado la incidencia de la filosofía de Lean Construction en la industria de la construcción y como han mejorado proyectos de ingeniería civil y por esto se ha optado por realizar este proyecto de titulación ya que la importante el manejo de los recursos se ha vuelto un problema para realizar nuevos proyectos.
- Durante esta investigación se realizaron visitas constantes a las obras para observar de primera mano el funcionamiento del proyecto, así que se pudo dialogar con los involucrados en el proyecto, quienes apoyaron que se realicen estos estudios, pues apunta a un mejor desempeño de los proyectos además de los criterios aportados por los profesionales que ayudaron con las incertidumbres presentadas en el transcurso de esta investigación.
- Por ser la carta de balance una herramienta relativamente nueva para diagnosticar lo que sucede en los rubros del proyecto analizado, donde las actividades tomadas para el trabajo productivo, contributivo y no contributivo se definen según criterios de profesionales de la construcción además del criterio de la autora del proyecto y la revisión de artículos y tesis revisadas para este proyecto de titulación.
- De acuerdo a los defectos que se pudo reconocer en base a el análisis realizado al proyecto que actualmente es eficiente en la mayor parte de su estructura como se observa en el avance que se tiene del proyecto se puede optar para mejorar el cumplimiento de objetivos a corto plazo usando una herramienta conocida del Lean Construction que no se está aplicando actualmente en el proyecto el cual es

el Kanban, esto teóricamente contribuiría a mejorar la productividad de los rubros con metas diarias que se plantean gráficamente y se puede tomar medidas para aumentar la productividad para los rubros en los que no se esté llegando a los objetivos como ocurre en el rubro de rotura de pavimento rígido.

- Cada una de las herramientas utilizadas para el diagnóstico que se han utilizado en este proyecto de titulación se pueden complementar mutuamente como se pudo observar en el análisis de cada una de ellas ya que diagnostican lo que está ocurriendo en un proyecto desde varios puntos de vista en donde se puede trabajar para mejorar, sin embargo la carta de balance es la que en mi criterio es la que más información nos concede para realizar una corrección durante la ejecución de un proyecto debido a su fácil aplicación y la visión que nos provee sobre cómo está llevándose los procesos dentro de un proyecto de construcción

VI. Recomendaciones.

- Conociendo los buenos resultados que ha supuesto la utilización de la filosofía Lean Construction en los proyectos de ingeniería civil se recomienda aplicar este método de gestión de proyectos y analizar su influencia promoviendo así el avance del conocimiento actual ya que una parte importante de Lean Construction es la mejorar continuamente apuntando a solucionar problemas que se presentan con herramientas prácticas de fácil aplicación en los proyectos.
- También se deben realizar capacitaciones constantes al personal ya que para abaratar costos se contrata personal con poca experiencia que aprende en el transcurso de la realización del proyecto por lo que dar estas capacitaciones ayuda a reducir posibles problemas que se puedan presentar por desconocimiento de la mano de obra contratada con poca experiencia en la construcción de proyectos de abastecimiento de la mano de obra.
- Es importante también marcarse objetivos a corto plazo lo cual permitirá realizar un control más exhaustivo al proyecto y con esto logramos corregir rápidamente los problemas que se estén presentando en los proyectos esto complementa a la planificación a final de cada etapa de construcción.
- Se debe realizar un adecuado manejo de los equipos con los que se cuenta para realizar los trabajos en la obra debido a que se generan comúnmente problemas como paralizaciones o retrasos de actividades por defectos muchas veces causados por la falta de mantenimiento a todos estos equipos.

VII. Referencias bibliográficas.

- Abu Aisheh, Y. I., Tayeh, B. A., Alaloul, W. S., & Almalki, A. (2022). Health and safety improvement in Construction projects: a lean Construction approach. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(4), 1981–1993. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1942648>
- Agencia de Regulación y Control del Agua. (2020). *BENCHMARKING DE PRESTADORES PÚBLICOS DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL ECUADOR*.
- Arden, S., & Jawitz, J. W. (2019). The evolution of urban water systems: societal needs, institutional complexities, and resource costs. *Urban Water Journal*, 16(2), 92–102. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2019.1634109>
- Aslam, M., Gao, Z., & Smith, G. (2021). Development of Lean Approaching Sustainability Tools (LAST) Matrix for Achieving Integrated Lean and Sustainable Construction. *Construction Economics and Building*, 176–197. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5130/AJCEB.v21i3.7653>
- Assaf, M., Salami, L., Salhab, D., & Hammad, A. (2023). Promoting the IPD Delivery Method in Construction Projects: A BIM-Based Smart Contract Approach. *Annual Conference of the International Group for Lean Construction*, 69–80. <https://doi.org/10.24928/2023/0149>
- Brioso, X., & Fuentes Hurtado, D. (2020). Adaptando el Lean Project Delivery System a la elaboración o actualización de un plan de estudios de ingeniería civil incorporando BIM, Realidad Virtual y Fotogrametría. *Advances in Building Education*, 4(3), 35. <https://doi.org/10.20868/abe.2020.3.4509>
- Cabrera, A., & Morales, D. (2016). Análisis de la Productividad en la Construcción de Vivienda basada en Rendimientos de Mano de Obra. *Universidad de La Costa*, 12(1), 21–31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5523780>
- Castaño-Jiménez, P., Sánchez-Jurado, J., & García-Londoño, J. (2021). Revisión bibliográfica sobre el estudio de pérdidas en la construcción bajo principios Lean. *Revista UIS Ingenierías*, 20(4). <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n4-2021003>
- Castro Carrera, F. F., Castro Merino, E. P., Osorio López, J. C., & Merizalde Aguirre, J. E. (2022). Causas de retraso en la construcción de proyectos de agua potable y

- alcantarillado en Ecuador. *Gaceta Técnica*, 23(1), 3–19.
<https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.2>
- Chamikara, P. B. S., Perera, B. A. K. S., & Rodrigo, M. N. N. (2020). Competencies of the quantity surveyor in performing for sustainable Construction. *International Journal of Construction Management*, 20(3), 237–251.
<https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1484848>
- Córdova, J., & Alberto, C. (2018). Medición de la eficiencia en la industria de la construcción y su relación con el capital de trabajo Measurement of efficiency in the Construction industry and its relationship with working capital. *Revista Ingeniería de Construcción*. www.ricuc.cl
- Cortés, M. J., Herrera, R. F., Muñoz -, F. C., Rivera, L., & Ávila -Eça De Matos, B. (2020). Key requirements of an IT tool based on last planner® system Principales requerimientos de una herramienta TI basada en last planner® system. *Revista Ingeniería de Construcción*, 126–134.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000200126>
- Dixit, S., Mandal, S. N., Thanikal, J. V., & Saurabh, K. (2019). Study of Significant Factors Affecting Construction Productivity Using Relative Importance Index in Indian Construction Industry. *E3S Web of Conferences*, 140.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/201914009010>
- Fajardo, W., & Quizhpe, J. (2021). Determinación de factores que afectan el rendimiento de la mano de obra en la actividad de colocación de cerámica en la ciudad de Cuenca. *Revista de Ciencias Técnicas y Aplicadas*, 1249–1269.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v7i4.2168>
- Felippe, A., Rech, S., & Silveira, I. (2020). Contribution of visual management to trend analysis. *Gestao Visual de Projeto*, 143–169.
<https://doi.org/https://doi.org/10.5965/1982615x14312021143>
- Flores Percy. (2020). La construcción sostenible en Latinoamérica. *Sustainable Architecture and Construction in Latin America*, 164–173.
<https://doi.org/doi.org/10.26439/limaq2021.n007.5183>

- Francisco, G., Del Toro, H., & López Areli. (2019). Vista de Mejora en la construcción por medio de lean Construction y building information modeling: caso estudio. *RTI Journal*. <https://doi.org/doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>
- Gaete, J., Villarroel, R., Figueroa, I., Cornide-Reyes, H., & Muñoz, R. (2021). Enfoque de aplicación ágil con Scrum, Lean y Kanban Agile application approach with Scrum, Lean and Kanban. *Revista Chilena de Ingeniería*, 29(1), 141–157. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052021000100141>
- Garcés, G., & Peña, C. (2023). A Review on Lean Construction for Construction Project Management. *Revista Ingeniería de Construcción*, 38(1), 43–60. <https://doi.org/10.7764/RIC.00051.21>
- Ghosh, S., & Burghart, J. (2019). Lean Construction: Experience of US Contractors. *International Journal of Construction Education and Research*. <https://doi.org/10.1080/15578771.2019.1696902>
- Giménez, Z., Herrera, R. F., & Sánchez, O. (2023). Value generation analysis within the design process of Construction projects in Chile. *Ain Shams Engineering Journal*, 102332. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102332>
- José, G., Pérez Gómez Martínez, F., Manuel, J., Mendoza, R., Palafox, C. P., & Romero, E. E. R. (2019). Management evaluation in the Construction of a convenience store through lean construction. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193961007001>
- Khaertdinova, A., Maliashova, A., & Gadelshina, S. (2021). Economic development of the Construction industry as a basis for sustainable development of the country. *E3S Web of Conferences*, 274. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127410021>
- Khopade, M. A., & Desale, Dr. S. V. (2022). Lean Technology in Construction. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(5), 1510–1518. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.42512>
- Laksono, T., Wiyanti, D., & Atmadi, D. P. (2018). PRODUCTIVITY OF CONSTRUCTION PROJECT FROM CONTRACTOR POINT OF VIEW. *International Journal of Engineering Technologies and Management Resaarch*, 1–11. <https://doi.org/doi.org/10.29121/ijetmr.v5.i12.2018.334>

- Marhani, M. A., Jaapar, A., Bari, N. A., & MohamedShaari, S. (2022). Reducing Over-processing Construction Waste by Using Lean Construction Tools in The Malaysian Construction Industry. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1067(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1067/1/012048>
- Matthias Bahr, & Leif Laszig. (2021). PRODUCTIVITY DEVELOPMENT IN THE CONSTRUCTION INDUSTRY BY INTERNATIONAL COMPARISON AND AT THE EXAMPLE OF HUMAN CAPITAL. *Civil Engineering and Urban Planning*, 8(2). <https://doi.org/10.5121/civej.2021.8202>
- Mendoza, J., & Vanga, M. (2020). Vista de Realidad y expectativa sobre la construcción sostenible en Ecuador. *Revista San Gregorio*, 197–209. <https://doi.org/doi.org/10.36097/rsan.v1i43.1116>
- Pillo, D. (2021). *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS INSTITUTO DE INVESTIGACION Y POSGRADO (IIP)* [Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25927>
- Piñero, E. A., Vivas, F. E., & Flores, L. K. (2018). Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 11(20), 110. <https://www.redalyc.org/journal/2150/215057003009/>
- Pinilla-Rodríguez, D. E., & Torres-Sánchez, Y. A. (2019). Public social expenditure, access to drinking water and sanitation for rural populations in Latin America. *Problemas Del Desarrollo*, 50(196), 55–81. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2019.196.63499>
- Rodríguez-Díaz, C., Añazco-Campoverde, G., Sanchez-Buri, J., & Escobar-Segovia, K. (2019). Operational losses in urbanization Construction: Causes and Solutions Analysis using the philosophy of Lean Construction. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, 2019-July*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.67>
- Rojas López, M. D., Henao Grajales, M., & Valencia Corrales, M. E. (2017). Lean Construction – LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 115–128. <https://doi.org/10.22395/rium.v16n30a6>

- Sánchez, O., Revuelta, M. P., Gómez-Cabrera, A., & Salazar, L. A. (2023). Paper Planes for Teaching Construction Production Systems Based on Lean Tools: Continuous Improvement Cells and 5S. *Buildings*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/buildings13020558>
- Sarmiento Castillo, G. del P., & Hernández Ocampo, S. E. (2021). RECESIÓN ECONÓMICA E IMPACTO EN LA RENTABILIDAD DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, ECUADOR 2019 – 2020: EL COVID-19, UN CISNE NEGRO. *Revista Enfoques*, 5(19), 201–213. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v5i19.116>
- Sarmiento Rojas, J. A., & Rincón-González, C. (2020). ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE CONSTRUCTION SECTOR ON THE COLOMBIAN ECONOMY. *Proceedings from the International Congress on Project Management and Engineering*, 560–572. <https://doi.org/10.14483/22487638.16194>
- Singh, S., & Kumar, K. (2020). Review of literature of lean Construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018). *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2), 465–471. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012>
- Vacanas, by, Yahya Almathami, K., Coffey, V., & Trigunarsyah, B. (2020). PRODUCTIVITY IN CONSTRUCTION INDUSTRY. *Iroceedings of International Structural Engineering and Construction*. [https://doi.org/doi:10.14455/ISEC.res.2020.7\(1\).CON-20](https://doi.org/doi:10.14455/ISEC.res.2020.7(1).CON-20)
- Vaconcelos, D., Viena, F., & Neto, J. (2019). Lean and green: the contribution of Lean production and environmental management to the waste reduction. *Revista de Administração Da Universidade Federal de Santa Maria*, 365–383. <https://doi.org/10.5902/19834659>

VIII. Anexos

Anexo 1: Entrevistas realizadas.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Daniel Roberto Berzuzeta Jiménez
Cargo:	Planificador
Fecha:	21-AGO-2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

- Una buena calidad de Consultoría ahorra muchas dificultades al respecto de las diferencias de diseño y la necesidad real, sin embargo es parte del proceso y en conjunto con birredigación se resuelven los problemas.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

- Es muy preocupante no tener un buen análisis de rendimiento para que los nuevos contratistas jóvenes no tengan este gran problema económico y puedan cumplir a cabalidad su contrato.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

- Instalación de tuberías en zonas cercanas.
- Cortar y Reparación de Pavimentos
- Interconexión de tuberías existentes
- Movimiento de Terceros
- Instalación de Accesorios

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

- La razón es para poder tener un análisis más amplio y revisar los respectivos rendimientos y evitar pérdidas importantes en la ejecución de los contratos.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Brigitte Pontón Apolo
Cargo:	Planilladora
Fecha:	21 de Agosto del 2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

En muchas ocasiones los diseños no son los correctos al momento de ejecutar la obra, lo que conlleva a generar pérdidas económicas.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Que dichas pérdidas afectan al momento de querer finalizar el proyecto por tal razón la mayoría de obras no son culminadas & son mal ejecutadas

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

- Excavación Manual
- Colchon de Arena
- Relleno Compactado
- Rotura y Reposición de Aceras
- Reparaciones

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Los Rubros mencionados anteriormente son escogidos ya que generan más contratiempo al momento de ejecutarlos y por ende pérdidas económicas.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	<i>Gregory Janga Machuca</i>
Cargo:	<i>Residente</i>
Fecha:	<i>21/08/2023</i>

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Que en el diseño no se considera las tuberías domiciliarias, lo cual provoca muchas reparaciones y retrasos en la ejecución de los rubros.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Para que no se de pérdidas de dinero en la obra se debe tener un mejor control en el rendimiento de los rubros.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

- *Reparaciones*
- *Excavación*
- *Colocación de medidores*
- *Colchon de arena*
- *Compactación de relleno*

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Si no se compacta el material esto provoca un socavon en el pavimento flexible o rígido.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	LISSETH GADUAM REQUEME
Cargo:	PLANILLADORA.
Fecha:	21/08/2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

LA FALTA DE CONTROL EN EL PROCESO DESARROLLO INICIAL DE UN PROYECTO PUEDE TRAER CONSIGO MUCHOS PROBLEMAS ENTRE UNO DE LOS MAS IMPORTANTES, EL ENCAJECIMIENTO DE LA OBRA, QUE PUEDE RETRASAR LA EJECUCIÓN DE LA MISMA.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

COMO DICE EN EL ITEM ANTERIOR LA FALTA DE CONTROL EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO, DAN LUGAR A ESTO, YA QUE DE MANERA REPETITIVA LA MAYORIA DE PROYECTOS (CONSULTORIAS) SON COPIA Y PEGA DE PROYECTOS SIMILARES, EL CONSULTOR NO ANALIZA LOS RUBROS A DETALLE CAUSANDO ESTOS INCÓVENIENTES.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

- MOVIMIENTO TIERRAS.
- ① EXCAVACIONES.
- ② CARGA DE ARENA
- ③ RELENO MATERIAL MEJORAMIENTO, PASE, SUSASA
- ④ INSTALACIÓN TUBERIAS, DIFERENTE DIAMETRO.

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

SON LOS MAS REPRESENTATIVA EN CUENTON A PUNTO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Christian Danilo Ramón Vega.
Cargo:	Residente de obra.
Fecha:	21/08/2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

los problemas de diseños mal realizados o definidos con información que no concuerda con la de sitio genera.

- Pérdidas de tiempo y dinero.
- Genera retrasos no esperados en el cronograma valorado.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Las pérdidas deben ser mínimas tomando factores de seguridad al momento de realizar las estimaciones, apoyándose de proyectos similares sin apearse de la realidad del mercado.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

- Excavaciones a mano.
- Armado de aceno para cámaras de control.
- Reparaciones de tuberías.
- Reposición de estructuras.
- Instalación de dispositivos de control.

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Porque generan pérdidas tanto en el avance económico como el avance físico de la obra.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	KATTY PEREZ PAUTA
Cargo:	ESPECIALISTA SOCIAL
Fecha:	21 AGOSTO / 2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Que se los problemas que se generan en el diseño cuando están mal hechos los planos de la obra presentan problemas al momento de su ejecución ocasionando pérdidas de tiempo y dinero generado retrasos.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Que se debe mejorar las estimaciones apoyándose en proyectos anteriores tomando en cuenta las mejoras que se pueden realizar dentro del proyecto.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

- ① Reparaciones en tuberos
- ② Excavaciones o muros
- ③ Armado de obras para caminos
- ④ Reparación de estructuras
- ⑤ Instalación de dispositivos.

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Por que generan altos costos y pérdidas económicas considerables dentro del proyecto y contratiempos en su ejecución.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	JAIME YAMIL PARRA ULLQUI
Cargo:	JEFE DE AGUA POTABLE Y PUNTOS, AGUAPAS.EP.
Fecha:	21 AGOSTO 2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

MUCHAS VECES EXISTE INCOHERENCIA A LA REALIDAD DEL CAMPO.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

SON UN PROBLEMA PARA EL CONTRATISTA PERO TODO ES EN RAZÓN AL ESTUDIO O CONSULTORIA

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

ALGUNOS O NO HAYAN SIDO CONSIDERADO POR EL CONSULTOR, OBTENIENDO PROBLEMAS ASÍ DE CARÁCTER ECONÓMICO.

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

LA RAZÓN ESTÁ EN FUNCIÓN A UNA CONSULTORIA QUE ESTABLECE LA CUAL PUEDE TENER LO MENOS PROBLEMAS POSIBLES

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Jean Carlos Ordóñez
Cargo:	técnico de Catastro
Fecha:	21/09/2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

El principal problema es al momento de ejecutar la obra y en campo se encuentra con la novedad que no hay redes principales o secundarias y estos rubros no han sido incluidos en el presupuesto, quedando la obra inconclusa.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Se debe hacer una correcta consultoría y así conocer el estado actual y no encontrarse con novedades como por ejemplo profundidad de tuberías y eso genera pérdidas económicas en escavación, tiempo de maquinaria y mano de obra.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

- Maquinaria
- Tuberías
- Excavación
- Reparación de Hormigón
- Instalación de Acometidas

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

La razón principal es el tiempo que hay que invertir en la ejecución de estos rubros.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Walter Eduardo Quinche Rivera.
Cargo:	Residente de Obra.
Fecha:	21/08/2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Dichos problemas pueden causar retrasos e inconvenientes para ejecutar los trabajos, por ende se generarán costos adicionales.

Así mismo, al existir falta de coordinación entre el diseño y la ejecución, se van a generar conflictos en la planificación, especificaciones técnicas. Todo esto limitará la eficiencia de los proyectos de abastecimiento de AAPP.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Que son perjudiciales para el presupuesto de la obra. Se pueden aumentar los costos del proyecto y afectar la rentabilidad del proyecto.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

1. Excavación y movimiento de tierras con máquina
2. Reparaciones
3. Compactación de material de relleno.
4. Excavación manual.
5. Reposición de cajas.

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Tener poco conocimiento de la cantidad de material a excavar y desinformación precisa sobre la ubicación de servicios públicos subterráneos puede generar daños al momento de excavar, generando gastos adicionales y retrasos.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Ing. Dessy Morcho Matute
Cargo:	Tecnico
Fecha:	21/08/2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Los problemas en la consultoría siempre serán absorbidos dentro de la ley permitida, con la aprobación del consultor, viabilizando técnicamente la ejecución de la obra.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Los proyectos en general deben de ser muy apegados a la realidad sus costos, para así poder evitar presupuestos erróneos.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

- Movimientos de Tierra
- Instalación de Accesorios
- Instalación de tuberías
- ESCOMBROS
- Desplazo

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

- puesto que en los proyectos de Agua, son rubros muy relevantes y por sujetos a la valoración errónea de los mismos.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Bruno Pesantez Capo
Cargo:	Residente
Fecha:	21/08/2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Los problemas se dan por no considerar los redes existentes y el estado actual de las mismas;

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Toda obra se obtiene buenas ganancias cuando se trabaja con una buena organización, esto se basa en tener los equipos, maquinaria y personal calificados para la obra a trabajar.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

- ▷ Reparaciones de pavimentos rígido y flexible.
- ▷ Demolicion
- ▷ Excavacion Manual
- ▷ Colchon de Arena
- ▷ Relleno Compactado

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Las reparaciones en la calles provoca problemas de circulación vehicular y daños de los vehículos.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Rafael Zhindón Almeida
Cargo:	Jefe de fiscalización
Fecha:	21/08/2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Que si la consultoria esta bien hecha no hay problema

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Esa situación no se puede dar, el caso que se de es culpa del oferente. Solo se puede dar por falta de experiencia bien sea del consultor o Oferente.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

Ninguno.

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Jacqueline TARIPO SORDAN
Cargo:	CONTADORP. - FINANCIERO
Fecha:	21-08-2023

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Los Problemas del Diseño realizados generan pérdidas en Tiempo, Recursos económicos.

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Opino que se debería mejorar la administración del tiempo y proyectado para la ejecución de obras ya que los costos económicos generados definen un déficit en los ganancias a utilidad que se proyecta. Gaver.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

- Excavaciones a mano
- Reparaciones de Tubos
- Reposición de estructuras
- Instalación de dispositivos de control
- Derrames de agua.

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Porque generan altos costos económicos y contratiempos en la utilización de diámetros.

Anexo 2: Encuestas realizadas.

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable

	Más frecuentes	
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	X
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	X
3	Movimiento innecesario de personal	
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	X
6	Accidentes	X
7	Mano de obra sin experiencia	
8	Consumo y pérdida excesiva de material	X
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	X
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	X
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	X
24	Paralizaciones	X
25	Operaciones lentas	
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	X
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable

	Más frecuentes	
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	<input checked="" type="checkbox"/>
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	
3	Movimiento innecesario de personal	<input checked="" type="checkbox"/>
4	Trabajo innecesario o inventado	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Demasiado personal para la actividad realizada	
6	Accidentes	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Mano de obra sin experiencia	
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	<input checked="" type="checkbox"/>
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	<input checked="" type="checkbox"/>
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	<input checked="" type="checkbox"/>
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	<input checked="" type="checkbox"/>
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	<input checked="" type="checkbox"/>
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	<input checked="" type="checkbox"/>
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable		Más frecuentes
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	
3	Movimiento innecesario de personal	X
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	X
6	Accidentes	
7	Mano de obra sin experiencia	X
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	X
24	Paralizaciones	X
25	Operaciones lentas	
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	X
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	X
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	X
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	X
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	X
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable

	Más frecuentes	
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	X
3	Movimiento innecesario de personal	X
4	Trabajo innecesario o inventado	X
5	Demasiado personal para la actividad realizada	X
6	Accidentes	
7	Mano de obra sin experiencia	X
8	Consumo y perdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	X
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	X
23	Retraso de actividades	X
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	X
32	Trabajos realizados nuevamente	X
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	X
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable

	Más frecuentes	
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	X
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	
3	Movimiento innecesario de personal	X
4	Trabajo innecesario o inventado	X
5	Demasiado personal para la actividad realizada	
6	Accidentes	X
7	Mano de obra sin experiencia	
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobranes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	X
24	Paralizaciones	X
25	Operaciones lentas	
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	✓
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	X
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	X
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	X
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable

	Más frecuentes	
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	X
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	X
3	Movimiento innecesario de personal	X
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	
6	Accidentes	X
7	Mano de obra sin experiencia	
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	X
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	X
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	X
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	X
19	Errores en el Transporte del material	X
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	X
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable

	Más frecuentes	
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	<input checked="" type="checkbox"/>
3	Movimiento innecesario de personal	
4	Trabajo innecesario o inventado	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Demasiado personal para la actividad realizada	
6	Accidentes	
7	Mano de obra sin experiencia	
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	<input checked="" type="checkbox"/>
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	<input checked="" type="checkbox"/>
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	<input checked="" type="checkbox"/>
23	Retraso de actividades	<input checked="" type="checkbox"/>
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	<input checked="" type="checkbox"/>
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	<input checked="" type="checkbox"/>
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable		Más frecuentes
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	X
3	Movimiento innecesario de personal	
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	X
6	Accidentes	
7	Mano de obra sin experiencia	
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	X
14	Uso de material no especificado	X
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	X
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	X
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	X
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	X
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	X
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	X
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable

	Más frecuentes	
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	X
3	Movimiento innecesario de personal	
4	Trabajo innecesario o inventado	X
5	Demasiado personal para la actividad realizada	
6	Accidentes	
7	Mano de obra sin experiencia	X
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	X
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	X
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	X
18	Movimientos innecesarios del material	X
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	X
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	X
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable

	Más frecuentes	
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	
3	Movimiento innecesario de personal	
4	Trabajo innecesario o inventado	<input checked="" type="checkbox"/>
5	Demasiado personal para la actividad realizada	<input checked="" type="checkbox"/>
6	Accidentes	<input checked="" type="checkbox"/>
7	Mano de obra sin experiencia	<input checked="" type="checkbox"/>
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	<input checked="" type="checkbox"/>
14	Uso de material no especificado	<input checked="" type="checkbox"/>
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	<input checked="" type="checkbox"/>
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	<input checked="" type="checkbox"/>
29	Multas	<input checked="" type="checkbox"/>
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	<input checked="" type="checkbox"/>
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable

	Más frecuentes	
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	
3	Movimiento innecesario de personal	
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	X
6	Accidentes	X
7	Mano de obra sin experiencia	
8	Consumo y pérdida excesiva de material	X
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	X
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	X
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	X
25	Operaciones lentas	
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	X
27	Perdida de horas maquina	X
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	X
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	X
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable		Más frecuentes
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	X
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	X
3	Movimiento innecesario de personal	X
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	X
6	Accidentes	
7	Mano de obra sin experiencia	X
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	X
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	X
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	X
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	X
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	X
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	X
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de abastecimiento de agua potable

	Más frecuentes	
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	X
3	Movimiento innecesario de personal	
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	X
6	Accidentes	X
7	Mano de obra sin experiencia	X
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	X
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	X
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	X
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	X
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	X
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	X
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	X
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Anexo 3: Cartas de balance realizadas.

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Pavimento de pavimento				
Carta Nº:	1		Cuadrilla Nº:	N/D	
Fecha:	24/10/2023		Personal de la cuadrilla:	4	
Hora	inicio:	09:30 AM		Tiempo de muestreo:	45 min
	fin:	10:15 AM		Intervalo de muestreo:	1 min

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	17	1	17	17		
2	17	1	17	17		
3	17	1	17	17		
4	17	1	17	17		
5	17	1	17	17		
6	17	1	17	17		
7	17	1	17	17		
8	17	1	17	17		
9	17	1	17	17		
10	17	1	17	9		
11	17	1	11	9		
12	9	1	11	9		
13	9	1	11	9		
14	9	1	11	9		
15	9	1	10	9		
16	9	1	10	9		
17	9	1	10	9		
18	9	1	10	12		
19	17	17	10	12		
20	17	17	10	12		
21	17	17	10	12		
22	17	17	9	12		
23	17	17	9	18		
24	17	17	9	18		
25	17	17	9	18		
26	9	17	9	18		
27	9	1	9	12		
28	9	1	9	12		
29	9	1	9	12		
30	9	1	9	9		
31	17	1	17	9		
32	17	1	17	9		
33	9	1	17	9		
34	9	1	17	12		
35	9	1	17	12		
36	18	1	17	12		
37	18	1	17	17		
38	18	17	17	17		
39	18	17	17	17		
40	18	17	17	17		
41	18	17	10	12		
42	18	17	10	12		
43	9	17	10	12		
44	9	17	18	12		
45	9	17	18	17	17	

Trabajo Productivo TP	
1	Pavimento de pavimento
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Remoción de escombros
10	Traslado de escombros
11	Cambio de lugar
12	Coordinación con operador
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Esperas
18	Otro
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peon
T2:	Operador
T3:	Operador
T4:	Peon
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Rotura de pavimento rigido				
Carta N°:	2		Cuadrilla N°:	N/D	
Fecha:	25/10/2023		Personal de la cuadrilla:	4	
Hora	inicio:	10:10am		Tiempo de muestreo:	45 minutos
	fin:	10:55am		Intervalo de muestreo:	1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	17	1	17	9		
2	17	1	17	9		
3	9	1	17	9		
4	9	1	17	12		
5	9	1	17	12		
6	18	1	17	17		
7	18	1	17	17		
8	18	17	17	17		
9	18	17	17	17		
10	18	17	17	17		
11	18	17	10	12		
12	18	1	10	12		
13	17	1	10	12		
14	17	1	10	12		
15	17	1	9	17		
16	9	1	9	17		
17	9	1	9	17		
18	9	1	9	17		
19	9	1	9	17		
20	9	1	9	9		
21	17	1	17	9		
22	17	1	17	18		
23	9	1	17	18		
24	9	1	17	18		
25	9	1	17	12		
26	18	1	17	17		
27	18	1	17	17		
28	18	17	17	17		
29	18	17	17	17		
30	18	17	17	17		
31	18	17	10	12		
32	18	1	10	12		
33	9	1	10	12		
34	9	1	18	12		
35	9	1	18	18		
36	17	1	17	18		
37	17	1	17	18		
38	17	1	17	17		
39	17	1	17	17		
40	17	17	17	17		
41	9	17	10	17		
42	9	17	10	12		
43	9	1	10	12		
44	9	1	18	12		
45	9	1	18	17		

Trabajo Productivo TP	
1	Rotura de pavimento
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Remoción de escombros
10	traslado de escombros
11	Cambio de lugar
12	Coordinación con operador
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Esperas
18	ocio
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peon
T2:	operador
T3:	operador
T4:	Peon
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Rotura de pavimento rígido				
Carta Nº:	3		Cuadrilla Nº:	M/D	
Fecha:	26/10/2023		Personal de la cuadrilla:	4	
Hora	inicio:	08:00 am		Tiempo de muestreo:	45 minutos
	fin:	08:45 am		Intervalo de muestreo:	1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	17	9	17	18		
2	17	1	17	18		
3	9	1	17	18		
4	9	1	11	18		
5	9	1	11	12		
6	18	1	11	12		
7	18	1	10	17		
8	18	11	10	17		
9	18	11	10	17		
10	18	11	10	17		
11	18	11	10	12		
12	18	17	10	12		
13	9	17	10	12		
14	9	17	17	12		
15	9	1	17	18		
16	17	1	11	18		
17	17	1	11	18		
18	17	1	11	18		
19	17	1	11	18		
20	17	11	9	17		
21	9	11	9	12		
22	9	11	9	12		
23	9	1	10	12		
24	9	1	10	12		
25	9	1	10	17		
26	9	1	9	17		
27	9	1	9	17		
28	17	1	9	17		
29	17	1	9	17		
30	17	1	17	17		
31	17	1	17	9		
32	18	11	10	12		
33	9	11	10	12		
34	9	11	18	12		
35	9	1	18	18		
36	17	1	18	18		
37	17	1	18	18		
38	17	1	18	17		
39	17	1	10	17		
40	17	1	10	12		
41	17	1	9	12		
42	17	1	9	17		
43	17	1	18	17		
44	9	1	18	12		
45	9	1	18	12		

Trabajo Productivo TP	
1	Rotura de pavimento
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Remoción de escombros
10	Traslado de escombros
11	Cambio de lugar
12	Coordinación con operador
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Espera
18	Olío
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peón
T2:	Operador
T3:	Operador
T4:	Peón
T5:	
T6:	

Observaciones:

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Rotura de pavimento rigido				
Carta N°:	4		Cuadrilla N°:	M10	
Fecha:	26/10/2023		Personal de la cuadrilla:	4	
Hora	inicio:	13:20 PM	Tiempo de muestreo:	45 minutos	
	fin:	14:05 PM	Intervalo de muestreo:	1 minuto	

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	17	1	17	9		
2	17	1	17	9		
3	17	1	17	9		
4	9	1	17	9		
5	9	1	17	9		
6	9	1	11	12		
7	9	1	11	12		
8	17	1	11	17		
9	17	1	17	17		
10	17	11	17	17		
11	9	11	17	17		
12	9	11	17	17		
13	17	1	10	12		
14	18	1	10	12		
15	9	1	10	12		
16	9	1	16	12		
17	9	1	18	12		
18	9	1	18	17		
19	9	1	10	12		
20	9	1	18	18		
21	9	1	18	18		
22	17	1	11	18		
23	17	1	17	18		
24	17	1	17	17		
25	17	1	17	17		
26	9	11	17	17		
27	9	1	10	17		
28	9	1	10	12		
29	9	1	18	12		
30	9	1	18	18		
31	17	1	11	18		
32	17	1	17	18		
33	17	1	17	17		
34	17	1	17	17		
35	17	1	17	17		
36	9	1	17	18		
37	9	1	17	18		
38	9	1	11	18		
39	9	1	11	12		
40	9	1	11	17		
41	17	1	17	17		
42	17	11	17	17		
43	17	11	17	17		
44	17	11	17	17		
45	17	11	10	12		

Trabajo Productivo TP	
1	Rotura de pavimento
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Remoción de escombros
10	Traslado de escombros
11	Cambio de lugar
12	coordinación con operador
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Esperas
18	Otro
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peon
T2:	Operador
T3:	Operador
T4:	Peon
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance				
Obra:				
Rubro:	Excavación a máquina o a 2 metro			
Carta Nº:	1	Cuadrilla Nº:	MD	
Fecha:	27/10/2023	Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	10:10 AM	Tiempo de muestreo:	45 minutos
	fin:	10:55 AM	Intervalo de muestreo:	1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2	1	0			
2	2	1	0			
3	2	1	0			
4	2	1	0			
5	2	1	0			
6	2	1	1			
7	11	1	1			
8	11	1	1			
9	11	1	1			
10	11	1	1			
11	11	1	1			
12	12	1	1			
13	12	1	1			
14	12	1	1			
15	12	1	1			
16	12	1	1			
17	10	1	1			
18	10	1	1			
19	10	1	1			
20	12	1	1			
21	12	1	1			
22	12	1	1			
23	10	1	1			
24	10	1	1			
25	10	1	1			
26	12	1	1			
27	12	1	1			
28	12	1	1			
29	12	1	1			
30	12	1	1			
31	2	1	1			
32	2	1	1			
33	2	1	1			
34	2	1	1			
35	12	1	1			
36	12	1	1			
37	12	1	1			
38	12	1	1			
39	12	1	1			
40	12	1	1			
41	12	1	1			
42	12	1	1			
43	12	1	1			
44	12	1	1			
45	12	1	1			

Trabajo Productivo TP	
1	Excavación con retroexcavadora
2	Excavación manual
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Coordinación vigia - operador
10	Verificación de la uniformidad de la zona
11	Remoción de escombros
12	Verificación de cotas
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Esporas
18	Cambio de lugar de excavadora
19	Ocio
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	peón
T2:	operador
T3:	peón
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance					
Obra:	Excavación a máquina 0 a 2 metros				
Rubro:	2				
Carta N°:	28/10/2023		Cuadrilla N°:	N/D	
Fecha:	11:00 am		Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	11:45 am	Tiempo de muestreo:	45 minutos	
	fin:		Intervalo de muestreo:	1 minuto	

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2	17	10			
2	2	17	10			
3	2	17	10			
4	2	17	17			
5	2	17	17			
6	11	1	17			
7	11	1	17			
8	11	1	9			
9	11	1	9			
10	11	1	9			
11	17	1	9			
12	11	1	17			
13	11	1	17			
14	11	1	17			
15	2	1	17			
16	2	1	19			
17	2	1	19			
18	2	18	19			
19	2	18	19			
20	17	18	9			
21	17	18	9			
22	17	18	9			
23	17	18	9			
24	10	18	9			
25	10	11	11			
26	10	11	11			
27	10	11	11			
28	10	11	11			
29	12	1	9			
30	12	1	9			
31	12	1	9			
32	17	1	9			
33	17	1	10			
34	17	1	10			
35	2	1	10			
36	2	1	9			
37	2	1	9			
38	2	1	9			
39	2	11	11			
40	17	11	11			
41	17	11	17			
42	17	11	17			
43	17	17	12			
44	10	17	12			
45	10	17	12			

Trabajo Productivo TP	
1	Excavación con retroexcavadora
2	Excavación manual
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Coordinación Vig.
10	Verificación de la uniformidad de la carga
11	Remoción de escombros
12	Verificación de cotas
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Esperas
18	Cambio de lugar de excavadora
19	DCO
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peón
T2:	Operador
T3:	Peón
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:

Carta de balance			
Obra:	Excavación a máquina 0 a 2 metros		
Rubro:	3		
Carta N°:	3	Cuadrilla N°:	M/D
Fecha:	28/10/2023		Personal de la cuadrilla:
Hora	inicio:	13:15 PM	Tiempo de muestreo:
	fin:	14:00 PM	Intervalo de muestreo:
			45 minutos
			1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2	17	17			
2	2	17	17			
3	2	1	17			
4	2	1	17			
5	17	1	9			
6	17	1	9			
7	17	17	17			
8	11	17	17			
9	11	17	17			
10	17	17	17			
11	17	17	17			
12	17	18	17			
13	17	18	17			
14	17	18	17			
15	17	18	17			
16	2	1	9			
17	2	1	9			
18	2	1	9			
19	2	1	9			
20	2	1	9			
21	2	17	17			
22	2	17	17			
23	11	17	17			
24	11	17	9			
25	11	17	9			
26	11	17	9			
27	11	17	9			
28	11	17	9			
29	12	1	19			
30	12	1	19			
31	12	1	19			
32	10	18	17			
33	10	18	17			
34	10	1	17			
35	11	1	9			
36	12	1	9			
37	12	17	19			
38	10	17	17			
39	10	17	17			
40	10	17	17			
41	17	1	19			
42	17	1	9			
43	10	1	9			
44	10	1	9			
45	10	1	9			

Trabajo Productivo TP	
1	Excavación con retroexcavadora
2	Excavación manual
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Coordinación Ujja - operador
10	Verificación de la uniformidad de la ganja
11	Remoción de escombros
12	Verificación de cotas
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Esperas
18	Cambio de lugar de excavadora
19	DUO
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peon
T2:	Operador
T3:	Peon
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:

Carta de balance				
Obra:				
Rubro:	Excavación a máquina 0 a 2 metros			
Carta N°:	4	Cuadrilla N°:		
Fecha:	30/10/2023	Personal de la cuadrilla:		
Hora	inicio:	15:20 PM	Tiempo de muestreo:	45 minutos
	fin:	16:05 PM	Intervalo de muestreo:	1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2	1	19			
2	2	1	9			
3	2	1	9			
4	2	1	9			
5	2	11	12			
6	17	11	12			
7	17	11	12			
8	17	12	12			
9	17	12	12			
10	10	12	12			
11	10	12	12			
12	2	17	10			
13	2	17	10			
14	2	17	10			
15	2	12	12			
16	2	17	12			
17	11	1	17			
18	11	1	12			
19	11	1	9			
20	11	1	9			
21	11	1	9			
22	11	1	9			
23	11	1	17			
24	11	1	17			
25	11	1	12			
26	2	1	17			
27	2	1	19			
28	2	1	19			
29	2	18	10			
30	2	18	14			
31	17	18	9			
32	17	18	9			
33	17	18	9			
34	17	18	9			
35	10	18	9			
36	10	11	11			
37	10	11	11			
38	10	11	11			
39	10	11	11			
40	12	11	14			
41	12	11	14			
42	12	11	14			
43	11	17	2			
44	17	17	2			
45	17	17	2			

Trabajo Productivo TP	
1	Excavación con retroexcavadora
2	Excavación manual
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Coordinación vigía - operador
10	ventilación de la uni formidad de 4 cajas
11	Remoción de escombros
12	Ventilación de cotas
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	espera
18	cambio de lugar de excavadora
19	Ocio
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peon
T2:	Peon
T3:	maquinista
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Instalación de tuberías				
Carta N°:	1		Cuadrilla N°:	N/D	
Fecha:	31/10/2013		Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	08:00 am		Tiempo de muestreo:	45 minutos
	fin:	08:45 am		Intervalo de muestreo:	1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2	17	17			
2	2	17	17			
3	2	17	17			
4	2	17	17			
5	2	2	17			
6	2	2	17			
7	2	2	17			
8	17	10	17			
9	17	10	17			
10	2	10	17			
11	2	17	17			
12	1	17	17			
13	2	17	17			
14	1	11	17			
15	1	11	17			
16	1	11	17			
17	1	1	17			
18	1	1	17			
19	1	1	17			
20	12	17	17			
21	12	17	17			
22	12	17	17			
23	12	17	17			
24	12	17	17			
25	12	17	17			
26	12	17	17			
27	17	17	17			
28	17	17	17			
29	17	17	17			
30	17	17	17			
31	2	17	17			
32	2	17	17			
33	2	10	17			
34	2	10	17			
35	2	10	17			
36	2	1	17			
37	2	1	17			
38	17	17	17			
39	17	17	17			
40	17	1	17			
41	17	17	17			
42	17	17	17			
43	17	17	17			
44	1	17	17			
45	1	17	17			

Trabajo Productivo TP	
1	Colación de tubería
2	Resonar
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Traslado de tubería
10	colocación de boya
11	Corte de tubería
12	Nivelación
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Esperas
18	Ocio
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peón
T2:	Plomero
T3:	Maestro Mayor
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Instalación de tuberías				
Carta Nº:	2		Cuadrilla Nº:	N/D	
Fecha:	09/11/2023		Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	08:20 AM		Tiempo de muestreo:	45 minutos
	fin:	09:05 AM		Intervalo de muestreo:	1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	1	1	12			
2	1	1	12			
3	1	1	12			
4	12	12	17			
5	12	12	17			
6	12	12	17			
7	12	12	17			
8	12	12	17			
9	12	12	17			
10	12	12	17			
11	12	12	17			
12	2	17	17			
13	2	17	17			
14	2	17	17			
15	2	17	17			
16	2	2	17			
17	2	2	17			
18	2	2	17			
19	17	10	17			
20	17	12	12			
21	2	12	12			
22	2	12	12			
23	2	12	12			
24	2	12	12			
25	1	12	12			
26	1	17	12			
27	1	17	12			
28	1	17	17			
29	1	17	17			
30	17	17	17			
31	17	17	17			
32	17	17	17			
33	1	17	17			
34	1	9	18			
35	2	9	18			
36	2	9	2			
37	2	9	2			
38	2	17	2			
39	17	17	2			
40	17	17	2			
41	17	17	2			
42	17	17	2			
43	12	17	17			
44	12	17	12			
45	12	17	12			

Trabajo Productivo TP	
1	Adición de tubería
2	Resanar
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Traslado de tubería
10	colocación de boya
11	Corte de tubería
12	Nivelación
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	esperas
18	Ocio
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peón
T2:	Pebrero
T3:	Marcio
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Instalación de tuberías				
Carta N°:	3		Cuadrilla N°:	N/D	
Fecha:	02/11/2023		Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	09:05 AM		Tiempo de muestreo:	45 minutos
	fin:	09:40 AM		Intervalo de muestreo:	1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	17	11	17			
2	17	11	17			
3	17	11	9			
4	17	17	9			
5	17	17	9			
6	1	12	12			
7	1	12	12			
8	1	12	12			
9	1	12	12			
10	1	12	12			
11	1	11	17			
12	1	11	17			
13	17	11	17			
14	2	11	17			
15	2	17	12			
16	2	17	12			
17	1	17	12			
18	1	17	12			
19	12	17	18			
20	12	17	18			
21	12	17	18			
22	12	12	18			
23	12	12	18			
24	12	17	18			
25	12	17	18			
26	12	17	18			
27	12	17	18			
28	12	12	18			
29	12	12	18			
30	12	17	18			
31	17	17	18			
32	17	12	18			
33	17	17	18			
34	17	12	18			
35	17	10	18			
36	17	10	18			
37	17	10	18			
38	17	10	18			
39	1	1	18			
40	1	1	18			
41	1	1	18			
42	2	12	12			
43	2	12	12			
44	2	12	12			
45	2	12	12			

Trabajo Productivo TP	
1	Colocación de tubería
2	Resonar
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Traslado de tubería
10	Colocación de boya
11	Corte de tubería
12	Nivelación
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Esporas
18	OJO
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peón
T2:	Plomero
T3:	Maestro
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:

Carta de balance					
Obra:	Instalación de tuberías				
Rubro:					
Carta N°:	4		Cuadrilla N°:	M/D	
Fecha:	02/11/2025		Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	14:15 PM	Tiempo de muestreo:	45 minuto	
	fin:	15:00 PM	Intervalo de muestreo:	1 minuto	

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	1	10	11			
2	1	10	11			
3	1	11	11			
4	1	11	11			
5	1	11	11			
6	12	11	12			
7	12	9	12			
8	12	9	12			
9	12	9	12			
10	12	9	12			
11	12	9	12			
12	9	9	10			
13	9	9	10			
14	9	9	10			
15	1	1	11			
16	1	1	11			
17	1	1	11			
18	12	1	12			
19	12	1	12			
20	12	1	12			
21	12	1	12			
22	12	1	12			
23	12	1	12			
24	12	1	12			
25	12	12	12			
26	12	12	12			
27	12	12	12			
28	12	12	12			
29	2	12	12			
30	2	12	12			
31	2	10	12			
32	2	10	12			
33	2	10	12			
34	12	2	12			
35	12	2	12			
36	12	2	12			
37	1	1	12			
38	1	1	12			
39	1	1	12			
40	1	12	12			
41	1	12	12			
42	12	12	12			
43	12	12	12			
44	12	12	12			
45	12	12	12			

Trabajo Productivo TP	
1	colocación de tubería
2	Resana
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Traslado de tubería
10	colocación de boca
11	Corte de tubería
12	Nivelación
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Esperas
18	Ocio
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Plón
T2:	Mostru
T3:	maestro
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones: