

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE PARA LA
MEJORA EN LA PRODUCTIVIDAD EN LA OBRA
INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133
SUSANA HIGUSHI HIGUSHI, MATAPALO -
ZARUMILLA - TUMBES – 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Raul Alonso Chacon Montoya

Yelssin Jhordano Abanto Varela

Asesor:

Mg. Ing. German Sagastegui Vásquez

<https://orcid.org/0000-0003-3182-3352>

Trujillo - Perú

2023

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Gonzalo Hugo Díaz García	40539624
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Nixon Brayan Peche Melo	70615775
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Cintha Vanessa Alvarado Ruiz	71412783
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

COD-F-REC-VAC-5.15_6_TESIS.-2_1.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	es.scribd.com Fuente de Internet	1%
3	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%

Excluir citas: Apagado Excluir coincidencias: < 1%
Excluir bibliografía: Activo

DEDICATORIA

Dedico esta tesis con mucho cariño y de todo corazón para nuestros padres por siempre mostrarnos su apoyo absoluto, y motivarnos constantemente para alcanzar nuestros sueños anhelados.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a nuestro Dios por brindarnos la vida, la salud, la cordura y las fuerzas para seguir adelante luchando por nuestros sueños y no dejarnos decaer ante los problemas de la vida.

A mis padres por darme su apoyo en cada momento con sus consejos y guiarme por el buen camino en este periodo de mi carrera universitaria y así finalizar satisfactoriamente la universidad.

A nuestros docentes de la Universidad Privada del Norte por brindarnos las enseñanzas adecuadas y formarnos académicamente hasta culminar la carrera.

Por último, a nuestro asesor por haber encaminado este proyecto a base de sus conocimientos, su sabiduría y paciencia para así poder realizar eficazmente esta investigación.

TABLA DE CONTENIDO

JURADO CALIFICADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	8
RESUMEN	12
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad problemática	13
1.1.1. Carta balance	16
1.1.2. Productividad	17
1.2. Formulación del problema	20
1.3. Objetivos	20
1.1.3. Objetivo general	20
1.1.4. Objetivos específicos	20
1.4. Hipótesis	21
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	22
2.1. Tipo de investigacion	22
2.1.1. Por el propósito	22
2.1.2. Según el diseño	22
2.2. Matriz de operacionalizacion de variables	24
2.3. Poblacion y muestra	26
2.3.1. Poblacion	26
2.3.2. Muestra	26

2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.	30
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos	30
2.4.2.	Instrumentos de recolección de datos	31
2.4.3.	Análisis de datos	33
2.5.	Procedimiento	34
2.5.1.	Procedimiento de desarrollo de la tesis.	34
2.6.	Aspectos éticos.	52
CAPÍTULO III: RESULTADOS		53
3.1	Análisis de la estructura zapatas.	53
3.1.1	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm ² grado 60 – para zapatas	53
3.1.2	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² – para zapatas	56
3.2	Análisis de la estructura viga de cimentación.	60
3.2.1	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm ² grado 60 – para viga de cimentación.	60
3.2.2	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² – para viga de cimentación.	63
3.2.3	Encofrado y desencofrado – para viga de cimentación.	67
3.3	Análisis de la estructura columna y placas.	71
3.3.1	Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm ² grado 60 – para columna y placa.	71
3.3.2	Concreto $f'c=210$ kg/cm ² – para columna y placa.	74
3.3.3	Encofrado y desencofrado – para columna y placa.	78
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES		82
4.1	Discusión	82
4.2	Limitaciones	85
4.3	Implicancias	86
4.4	Conclusiones	86
4.5	Recomendaciones	88
REFERENCIAS		90
ANEXOS		95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de desperdicio en la construcción trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo No Contributorio (TNC).....	14
Tabla 2 Matriz de operacionalización de variable independiente.....	24
Tabla 3 Matriz de operacionalización de variable dependiente.....	25
Tabla 4 Bloques y ambientes de la infraestructura educativa de estudio.....	29
Tabla 5 Partidas incidentes para la investigación.....	30
Tabla 6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos de las variables.....	33
Tabla 7 Procedimiento para el desarrollo del proyecto de investigación.....	35
Tabla 8 Distribución de trabajo en partida acero corrugado para zapatas.....	54
Tabla 9 Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida acero corrugado para zapatas.....	55
Tabla 10 Distribución de trabajo en partida concreto para zapatas.....	57
Tabla 11 Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida concreto para zapatas.....	59
Tabla 12 Distribución de trabajo en partida acero para viga de cimentación.....	60
Tabla 13 Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida acero para viga de cimentación	63
Tabla 14 Distribución de trabajo en partida concreto para viga de cimentación.....	64
Tabla 15 Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida concreto para viga de cimentación.....	66
Tabla 16 Distribución de trabajo en partida encofrado para viga de cimentación.....	67

Tabla 17 Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida encofrado para viga cimentación.....	70
Tabla 18 Distribución de trabajo en partida acero para columna.....	71
Tabla 19 Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida acero para columna.....	74
Tabla 20 Distribución de trabajo en partida concreto para columna.....	75
Tabla 21 Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida concreto para columna.....	77
Tabla 22 Distribución de trabajo en partida encofrado para columna.....	79
Tabla 23 Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida encofrado para columna.....	81
Tabla 24 Resumen de porcentajes alcanzados según estructura- tipo de trabajo.....	83
Tabla 25 Resumen de porcentajes alcanzados según estructura-clasificación.....	84
Tabla 26 Resumen de mejora de la productividad alcanzada usando carta balance.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01	Círculo de la improductividad de una empresa.....	15
Figura 02	Relación entre la eficiencia, efectividad y productividad.....	17
Figura 03	Plano de ubicación de la infraestructura educativa en estudio.....	26
Figura 04	Ubicación referencial de la infraestructura educativa en estudio.....	27
Figura 05	Formato 01: Levantamiento de tiempos.	31
Figura 06	Pasos a seguir en la aplicación de la carta balance.....	33
Figura 07	Cronograma de ejecución de la infraestructura educativa en estudio.....	35
Figura 08	Cuadro de rendimientos e índices y cuadrillas para la ejecución de la obra....	36
Figura 09	Cuadro de metrados totales y metrados por día según sectores.....	38
Figura 10	Sectorización de la obra en estudio.....	38
Figura 11	Programación LookAhead 4 semanas de las partidas incidentes.....	39
Figura 12	Formato de la carta balance típico.....	40
Figura 13	Lista de partidas a mejorar la productividad en obra.....	41
Figura 14	Lista de distribución de trabajo para las diferentes partidas.....	42
Figura 15	Lista de identificación de trabajo para las diferentes actividades.....	43
Figura 16	Registro en el formato 01 de la carta balance.....	44
Figura 17	Cuadro de recojo de datos para obtener las productividades.....	45
Figura 18	Cuadros y gráficos para la interpretación de resultados.....	46
Figura 19	Cronograma de implementación de la carta balance.....	48

Figura 20 Cuadro y gráficos para análisis de Eficiencia y Eficacia.....	50
Figura 21 Cuadro y gráficos para el análisis de rendimiento y productividad.....	51
Figura 22 Cuadro y gráficos de acero corrugado para zapata.....	54
Figura 23 Cuadro y gráficos de concreto para zapata.....	58
Figura 24 Cuadro y gráficos de acero para viga de cimentación.....	61
Figura 25 Cuadro y gráficos de concreto para viga de cimentación.....	65
Figura 26 Cuadro y gráficos de encofrado para viga de cimentación.....	69
Figura 27 Cuadro y gráficos de acero para columna.....	72
Figura 28 Cuadro y gráficos de concreto para columna.....	76
Figura 29 Cuadro y gráficos de encofrado para columna.....	80

RESUMEN

El presente investigación como propósito primordial tuvo el aplicar la carta balance para determinar la mejorar la productividad, para ello se tomó como muestra un proyecto de infraestructura educativa en la Región Tumbes del distrito de Matapalo y Provincia de Zarumilla, en la etapa de ejecución, de la cual se recopilaron los datos de campo, el tipo de investigación según el propósito es aplicada, según el diseño es no experimental y su nivel de investigación es descriptiva y explicativa.

Se registró la toma de datos de los tiempos de trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio de la mano de obra en las partidas más incidentes aplicando la herramienta Cartas Balance, se llegó a la conclusión que la aplicación de la carta balance posibilita la mejora de la productividad con los datos obtenidos, además sirven para formular de una manera más precisa mejoras en el proceso constructivo, así mismo posibilita la optimización de los recursos de mano de obra, en las partidas incidentes del proyecto, como fueron acero en zapata, concreto de columna y acero de viga de cimentación y que se obtuvieron rendimientos diferenciados, entre los del expediente técnico y lo realmente ejecutado.

PALABRAS CLAVES: Carta balance, Productividad, Rendimiento y Eficiencia.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Uno de los factores más preocupantes dentro de los problemas de la industria de la construcción en el Perú es que la tasa de productividad es sólo del 20%, cifra que está lejos del 60% óptimo para lograr una actividad más competitiva, señaló (García, 2019).

De acuerdo con el McKinsey Global Institute (2018), a nivel mundial la industria de la construcción está experimentando el menor aumento de productividad en más de 20 años. Como referencia, mientras que el valor agregado en la manufactura creció un 3,6 % y la economía global creció un 2,8 %, la construcción creció solo un 1 %. Por su parte Giménez y Suárez (2008) sostienen que los sistemas de mejora buscan la realización de la construcción en menor tiempo, a menor costo, pero con la mayor eficiencia y eficacia, por lo que es necesario el establecimiento de políticas de calidad que permitan cuantificar el comportamiento del proceso constructivo.

Pons (2014) indica que mediante un estudio cuantitativo realizado con una metodología descriptiva básica y auditado por la Oficina de Estadísticas Laborales del Departamento de Comercio de EE. UU. comparó la productividad laboral en la industria de la construcción de EE. UU. y todas las demás industrias no agrícolas encontró que las tasas de productividad en la construcción cayeron casi un 2,5 por ciento entre 1964 y 2003, mientras que el tiempo, como en otras industrias no agrícolas industrias la productividad de las industrias aumentó en casi un 200%. Además, otro estudio encontró que hasta el 57 % del tiempo dedicado a la energía y los materiales en los proyectos de construcción no agrega valor al producto final, en comparación con solo el 26 % en la fabricación.

Ordoñez (2017) precisa que centrarse en la eliminación de pérdidas es importante porque los niveles de pérdidas en la construcción son muy altos en todo el mundo. Por otra parte, Orihuela y Esteves (2013) recalcan que mediante una metodología descriptiva

realizaron varias selecciones de los tipos de trabajo en la construcción, los cuales fueron, como indica el autor, tipo de trabajo Productivo (TP), Contributorio (TC) y No Contributorio (TNC), nos indicó que alrededor de un tercio de la producción en la obra de construcción son desperdicios, ver tabla 1.

Tabla 1:

Niveles de desperdicio en la construcción Productivo (TP), Contributorio (TC) y No Contributorio (TNC),

PAÍS	FUENTE	TIPO DE TRABAJO		
		TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (NTC)
CHILE	SEPELL 2002	38%	36%	26%
CHILE	SERPELL, et ál. 1995	47%	28%	25%
COLOMBIA	BOTERO 2002	49%	28%	23%
PERÚ	GHIO, et ál. 2000	28%	36%	36%
PERÚ	MORALES Y GALEAS. 2005	30%	44%	26%

Nota. Esta tabla muestra los niveles de trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio y sus porcentajes alcanzados en los distintos países que realizó el estudio Orihuela. Tomado de Orihuela (2011). Lean Construction en el Perú.

Según lo establecido por Botero y Álvarez (2004), el curso de las actividades de construcción está determinado principalmente por el recurso mano de obra, del cual depende la productividad de otros recursos, ya que determina la cantidad de trabajo realizado cada día, y aquí se presta especial atención a evaluar la productividad y la producción de este recurso midiendo su rendimiento, lo que permite determinar los factores que pueden afectarla para tomar acciones correctivas para mejorarla.

Press (1998) indica que Taiishi Ohno descubrió, mediante un análisis de datos cuantitativo-descriptivo, que en una empresa u organización la mayor parte de las

actividades que realizamos no añaden valor neto al producto o servicio final que entregamos al cliente y por lo tanto son susceptibles de mejorar o eliminar, ver figura 1.

Figura 01:

Círculo de la improductividad de una empresa. Adaptado de Ohno (1988).



Nota. El gráfico representa el esquema de actividades que se realizan, donde detalla la improductividad pura, el trabajo realizado y su distribución del trabajo neto y trabajo sin valor. Tomado de Pons Achell, J. F. (2014). Libro Introduction al Lean Construction.

Este esfuerzo de investigación se realizó para ayudar a ver los beneficios de la aplicación de la carta balance en una infraestructura educativa para la productividad en obra de construcción en las partidas más representativas. En función de la aplicación de la carta balance se diagnosticó el proyecto para poder tener las bases para el desarrollo del procedimiento de la carta balance y así aplicarlo en la ejecución de la obra y con los datos recolectados y tabulados se analizó la productividad obtenida y la eficiencia generada por la aplicación de la carta balance.

Para esta investigación se aplicaron conceptos para poder aplicar la carta balance para mejorar la productividad en la obra de infraestructura como son:

1.1.1. Carta balance

La carta de balance, también conocido como la carta de equilibrio de la cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos frente a los recursos involucrados en una actividad (recursos humanos, equipos, etc.). Los recursos están representados por barras desglosadas en el tiempo según la secuencia de acciones, teniendo en cuenta el tiempo improductivo. Estas medidas nos ayudarán a comprender la secuencia de construcción que se está utilizando para que luego podamos optimizar el flujo de trabajo analizado (Serpell, 2002).

1.1.1.1. Trabajo

Según Serpell (2002), el trabajo realizado en la ejecución de proyectos inmobiliarios tiene gran importancia, para su mejor entendimiento el trabajo está conformado por componentes que se detallan a continuación:

- **Trabajo Productivo**

Este es el tiempo que abarcan las actividades que contribuyen directamente al análisis de la producción o de los objetivos del proyecto. (Cubillos y Ruiz, 2017).

- **Trabajo Contributorio**

Este es el tiempo cubierto por las actividades o procesos de apoyo que se requieren para completar el trabajo productivo. Este trabajo de entrada debe mantenerse al mínimo para aumentar el trabajo productivo (Rodriguez, 2004).

- **Trabajo No Contributorio**

Este es el tiempo que cubre cualquier otra actividad realizada por cada miembro de la cuadrilla y no incluida en la categoría anterior y por lo tanto se consideran pérdidas por ser actividades innecesarias que tienen un costo y no agregan valor, y por lo tanto buscan eliminar ellos con el fin de mejorar el proceso de producción (Buleje, 2012).

1.1.2. Productividad

Según Serpell (2002), la productividad puede definirse en forma más explícita como una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado. Es decir, la productividad comprende tanto la eficiencia como la efectividad.

1.1.2.1. Productividad

Se define también como la relación de la cantidad producida entre los recursos utilizados, como indica Arboleda (2014), es decir:

$$Productividad = \frac{\text{Cantidad productiva}}{\text{Recursos Utilizados}}$$

El objetivo de cualquier proceso productivo es lograr una alta productividad, lo que se consigue mediante la obtención de alta eficiencia y efectividad, como puede verse en la siguiente figura:

Figura 02:

Relación entre la eficiencia, efectividad y productividad.

UTILIZACIÓN DE LOS RECURSOS		
Pobre	Alta	
EFFECTIVO PERO INEFICIENTE	EFFECTIVO Y EFICIENTE <u>ÁREA DE ALTA PRODUCTIVIDAD</u>	Alto
INEFFECTIVO E INEFICIENTE	EFICIENTE PERO INEFFECTIVO	Bajo
		OBTENCIÓN DE LAS METAS

Nota, Esta figura muestra un cuadro de utilización de recursos, pobre – alta y obtención de las metas, baja – alto, donde indica según cuadrante la efectividad y eficiencia alcanzada para lograr la productividad. Botero y Álvarez, Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción.

Un sistema productivo como la construcción, se caracteriza por la transformación de

insumos y recursos en productos deseados, los principales son los siguientes:

- Mano de obran,
- Materiales,
- Maquinarias,
- Herramientas y equipos,
- Información.

Según Botero y Álvarez (2004) indican que se puede hablar entonces de diferentes clases de productividad en la construcción, de acuerdo con los recursos considerados:

- Productividad de los materiales, debido a su costo, es importante evitar el desperdicio.
- Productividad de la mano de obra, factor fundamental, ya que suele ser el recurso el que determina el ritmo de trabajo de la construcción, y de él depende la productividad de otros recursos.
- Productividad de la maquinaria, debido a su alto costo, es tan importante que debe usarse con prudencia en los proyectos para evitar el tiempo de inactividad.

Los factores que afectan negativamente la productividad de los proyectos de construcción incluyen:

- Errores en los diseños y falta de especificaciones.
- Falta de supervisión de los trabajadores.
- Modificaciones a los diseños durante la ejecución del proyecto.
- Alta rotación de trabajadores.
- Agrupamiento de trabajadores en espacios muy reducidos (sobrepoblación en el trabajo).
- Pobres condiciones de seguridad industrial que generan altas tasas de accidentes.

- Falta de materiales requeridos.
- Dotación de personal insuficiente,
- Colocación incorrecta de materiales en el sitio.
- Falta de suministros de equipos y herramientas.
- Control de calidad excesivo.
- Un sitio con difíciles condiciones de desarrollo.
- Condiciones y clima desfavorables en el sitio.
- El tamaño del trabajo y las características de su duración, que no motivan a los empleados.

1.1.2.2. Rendimiento

El rendimiento según Mantilla (2019) refiere que es el tiempo que requiere una cuadrilla con características específicas para desarrollar una actividad, este puede ser evaluado en semanas, días u horas, dependiendo el análisis realizado, también se puede ser determinado para personal independiente (cuadrillas de trabajo)

Rendimiento de mano de obra: Es la cantidad de recurso humano expresado en horas - hombre (hh), empleado por una cuadrilla de uno o varios obreros de diferente especialidad, para ejecutar completamente una cantidad unitaria de una determinada actividad de construcción. Es el inverso matemático de la productividad. (Rodríguez, 2004)

Según los conceptos desarrollados y lo indicado por Juan) que indica que el 90% de probabilidad de desvío en una obra es provocado por la mano de obra. Es muy importante enfocarse en los desvíos producidos en la mano de obra, aunque represente menos en la incidencia que tenga en el rendimiento. Por lo indicado, en esta investigación se concentró en el estudio de tiempos de la mano de obra en la fase de estructuras, en el paquete obras de concreto armado, en sus partidas en donde se concentró mayor mano de obra y donde la

partida sea crítica, para los responsables de ejecución del proyecto, en el proceso constructivo.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo aplicar la carta balance para la mejora en la productividad en la obra de infraestructura educativa N° 133 Susana Higushi Higushi, Matapalo – Zarumilla – Tumbes 2022?

1.3. Objetivos

1.1.3. Objetivo general

Aplicar la carta balance para la mejora en la productividad en la obra de infraestructura educativa N° 133 Susana Higushi Higushi, Matapalo – Zarumilla – Tumbes 2022.

1.1.4. Objetivos específicos

Oe 01: Realizar un diagnóstico del estado situacional para la mejora en la productividad en la obra de infraestructura educativa.

Oe 02: Desarrollar un procedimiento de la aplicación de la carta balance para la mejora en la productividad.

Oe 03: Implementar el procedimiento de la carta balance para la mejora en la productividad en la obra de infraestructura educativa.

Oe 04: Analizar la eficiencia de la aplicación de la carta balance para la mejora en la productividad en la obra de construcción.

La aplicación de la carta balance influirá para la mejora en la productividad en la obra de infraestructura educativa N° 133 Susana Higushi Higushi, Matapalo – Zarumilla – Tumbes 2022.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

2.1.1. Por el propósito

El tipo de investigación según su propósito es aplicada. Como indica, Ñaupas (2013), este tipo de investigaciones están orientadas a mejorar, perfeccionar u optimizar el funcionamiento de los sistemas, los procedimientos, normas, reglas tecnológicas actuales a la luz de los avances de la ciencia y la tecnología; Por tanto, este tipo de investigación no se aplica a la calificación de verdadero, falso o probable, sino a la calificación de eficaz, insuficiente, ineficaz, eficaz o ineficaz. Se baso en los resultados de la investigación y los aplico para producir un conjunto de objetivos..

2.1.2. Según el diseño

El tipo de investigación es no experimental según el diseño, como señala Kerlinger (1979) la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, este es un estudio en el que deliberadamente no cambiamos la variable independiente. Lo que hicimos en la investigación no experimental es observar fenómenos que ocurren en el medio natural y luego analizarlos.

En un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador. En la investigación no experimental las variables independientes ya han ocurrido y no pueden ser manipuladas, el investigador no tiene control directo sobre dichas variables, no puede influir sobre ellas porque ya sucedieron, al igual que sus efectos.

El nivel de la investigación es descriptiva y explicativa. La investigación involucro la observación y describió hechos o circunstancias sin afectarla en modo alguno, buscando explicar el comportamiento de una variable que está en función de una o más variables

independientes. De este modo la investigación puede explicar, interpretar y comprender por qué sucedió el fenómeno y condiciones para su reparación. Este tipo de investigación según Cazau (2006) precisa que trasciende a la simple descripción de la relación entre variables, estando dirigido a indagar las causas de los problemas, tratando de dar una explicación de por qué ocurren, o por qué dos o más variables están vinculadas.

Como indica, Gay (1996) la investigación descriptiva, comprende la colección de datos para probar hipótesis o responder a preguntas concernientes a la situación corriente de los sujetos del estudio. Un estudio descriptivo determina e informa los modos de ser de los objetos. La investigación explicativa prueba sus hipótesis con diseños experimentales y no experimentales. La recopilación de datos requirió una descripción detallada y una explicación de la situación actual.

2.2. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 2:

Matriz de operacionalización de variable independiente

Variables	Tipo	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Und.	Instrumento de medición	Escala de medición
Aplicación de la carta balance	Independiente	Indica Serpell (2002) que la Carta de balance es también llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos en función a los recursos (mano de obra, equipos, entre otros.) que participan en la actividad. Los recursos son representados por barras las cuales se subdividen en el tiempo según la secuencia de actividades considerando también los tiempos improductivos. Estas mediciones nos ayudarán a tener clara la secuencia constructiva empleada para poder después poder optimizar el proceso que se está analizando.	Serpell y Verbal (1990) resumen que el objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de la mano de obra, de tal manera que no se busca presionar a los obreros a que trabajen más duro, sino de forma más inteligente y eficiente.	Trabajos dentro del proceso productivo	Trabajo productivo Trabajos contributorio Trabajo no contributorio	Porcentaje	Guía de observación, ficha resumen.	Razón

Tabla 3:

Matriz de operacionalización de variable dependiente

Variables	Tipo	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Und.	Instrumento de medición	Escala de medición
Productividad	Dependiente	Se define la productividad como la relación entre el número de bienes y servicios producidos (producción) y la cantidad de recursos como mano de obra, capital y otros para obtenerlos (insumos), Medina, (2010)	Para Ghio (2001) menciona que la productividad es la relación del cociente de la producción entre los recursos utilizados para completar dicho producto.	Influencia en el proceso constructivo	Rendimientos Productividad	Und / hh hh / Und	Guía de observación, ficha resumen	Razón

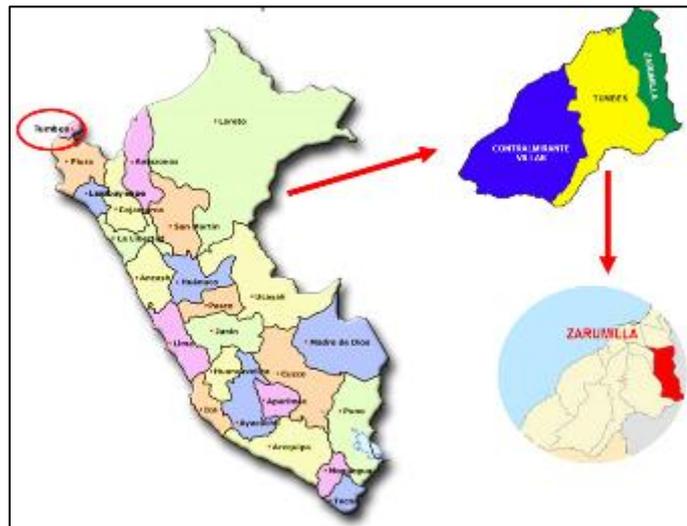
2.3. Población y muestra

2.3.1. Población

Según, Pineda et al (1994) el universo o población puede estar constituido por personas, animales, registros médicos, los nacimientos, las muestras de laboratorio, los accidentes viales entre otros. Para esta investigación nuestra población fueron las Infraestructuras educativas en el distrito de Matapalo, en la Provincia de Zarumilla, Tumbes; con la totalidad de las partidas para ejecutar en el expediente técnico de la obra de construcción.

Figura 03:

Plano de ubicación de la infraestructura educativa en estudio.



Nota, Esta figura muestra la ubicación del proyecto: OBRA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133 SUSANA HIGUSHI HIGUSHI, MATAPALO - ZARUMILLA – TUMBES.

2.3.2. Muestra

La muestra es un subconjunto de la población; según Fisher (1994) el tamaño de la muestra debe definirse partiendo de dos criterios: de los recursos disponibles y de los

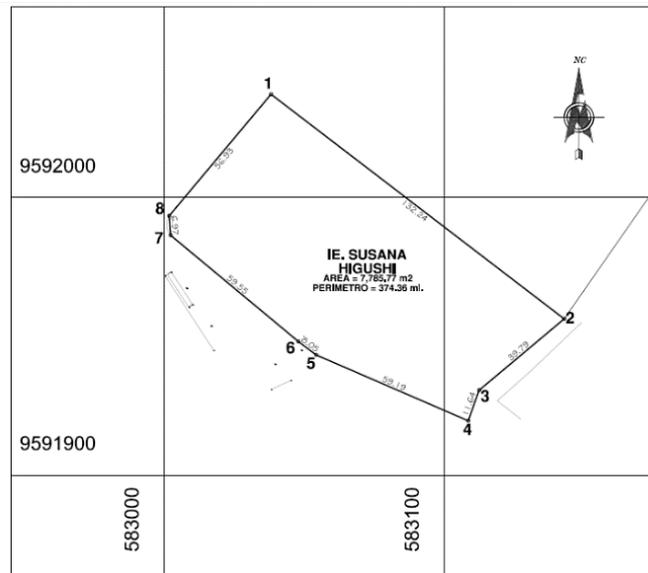
requerimientos que tenga el análisis de la investigación. Por tanto, una recomendación es tomar la muestra mayor posible, mientras más grande y representativa sea la muestra, menor será el error de la muestra. En este proyecto la muestra fue la Infraestructura Educativa n°133 Susana Higushi Higushi, C.P. Nuevo Progreso - El Tutumo - distrito de Matapalo - provincia de Zarumilla - Región Tumbes – 2022, tomando las partidas más representativas del expediente técnico de la obra de construcción. Los datos de la muestra:

Nombre del proyecto:

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 133 SUSANA HIGUSHI HIGUSHI CENTRO POBLADO DE NUEVO PROGRESO-EL TUTUMO - DISTRITO DE MATAPALO - PROVINCIA DE ZARUMILLA - REGIÓN TUMBES"

Figura 04:

Ubicación referencial de la infraestructura educativa en estudio.



Nota, Esta figura muestra la ubicación referencial del proyecto: OBRA INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133 SUSANA HIGUSHI HIGUSHI, MATAPALO - ZARUMILLA – TUMBES.

2.2.3. Muestreo

El muestreo es no probabilístico a conveniencia. Según Hernández, R., Fernández, C., Baptista, P.; (2014), en las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador.

La Institución Educativa en estudio tuvo las características siguientes:

- Demoler los ambientes del bloque B y C,
- Infraestructura pedagógica y complementaria

Se propuso ambientes con áreas reglamentarias, altura de piso hacia el techo es de 3.10 m, techo aligerado, ventanas altas y bajas, cobertura de fibra vegetal (zona rural), para evacuación pluvial, sistema de drenaje, instalaciones eléctricas, instalaciones sanitarias y sistema de drenaje, etc.

Tabla 4:

Bloques y ambientes de la infraestructura educativa de estudio.

Bloque	Ambientes
Bloque 1,2,3	Aulas inicial
Bloque 4	Servicios higienicos (varón y dama) Dirección
Bloque 5	Aulas nivel primario AIP Primaria C.R.E. (Centro de recursos educativos)
Bloque 6	Aulas primaria
Bloque 7	Aulas secundaria
Bloque 8	01 SS.H y M DISC 01 Laboratorio
Bloque 9	01 Aula 01 Aula de innovación pedagógica 01 Almacén general 01 conectividad
Bloque 10	01 S.U.M. 01 Aula taller
Bloque 11	01 Vestuario H y M

Nota. esta tabla muestra los bloques y los ambientes que contiene el proyecto de infraestructura. Expediente Técnico de la obra de infraestructura educativa N° 133 Susana Higushi Higushi, Matapalo - Zarumilla – Tumbes.

Según lo solicitado por el Responsable de ejecución de la obra, considerando que su ruta crítica fue alcanzar lo más temprano posible los encofrados de la partidas de losas aligeradas, losas macizas, vigas y escaleras, se tomó como partidas incidentes aquellas que afectan con su retraso o improductividades, en esta investigación se concentró en el estudio de tiempos de la mano de obra en la fase de estructuras, en el paquete obras de concreto armado, en sus partidas en donde se concentró mayor mano de obra, para los responsables de ejecución del proyecto, en el proceso constructivo. Esta delimitación fue la siguiente:

Tabla 5:

Partidas incidentes para la investigación.

WBS	Descripción de la actividad
	INICIO DEL PROYECTO
1	ESTRUCTURAS
1.06	OBRAS DE CONCRETO ARMADO
01.06.01	ZAPATAS
01.06.01.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM ² - PARA ZAPATAS
01.06.01.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM ² GRADO 60 - PARA ZAPATAS
01.06.02	VIGA DE CIMENTACION
01.06.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM ² - EN VIGAS DE CIMENTACION
01.06.02.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM ² GRADO 60 - VIGA DE CIMENTACION
01.06.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA DE CIMENTACION
01.06.03	SOBRECIMIENTO ARMADO
01.06.03.01	CONCRETO F'C=175 KG/CM ² - PARA SOBRECIMIENTO ARMADO
01.06.03.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM ² GRADO 60 - PARA SOBRECIMIENTO ARMADO
01.06.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO
01.06.04	COLUMNAS Y PLACAS
01.06.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM ² PARA COLUMNAS Y PLACAS
01.06.04.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM ² GRADO 60 - PARA COLUMNAS
01.06.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS

Nota. Esta tabla muestra las partidas más incidentes a desarrollar en la presente tesis, en la fase de estructuras, en las partidas de concreto armado. Expediente Técnico de la obra de infraestructura educativa N° 133 Susana Higushi Higushi, Matapalo - Zarumilla – Tumbes.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Según Romero, H. et al (2021) es el desarrollo de conocimiento, mediante el contacto directo del sujeto y el objeto a través de los sentidos, para la presente tesis la técnica usada fue la de observación y la revisión documental.

Para Aguilar (2016) indica que el investigador siempre se basará en los métodos de observación, e incluso si se utilizan otros métodos, los principios metodológicos se centran en los métodos de observación, y el éxito o el fracaso depende del método que se utilice en el estudio.

Para la investigación se aplicó la técnica de la observación directa apoyado con la carta balance para la recolección de los datos en el campo entre los meses de enero y febrero del 2023 usando para ello el formato 01: Formato medición de tiempos (Anexo 1), que nos permitió realizar las mediciones de tiempo de la productividad en campo y los factores que afectan los rendimientos de la mano de obra.

Las partidas seleccionadas que requerían realizar, los responsables de ejecución, como una primera implementación de la carta balance, fueron las de obras de concreto armado. Estas partidas seleccionadas por los responsables de la obra fueron las de Zapata (Acero y concreto), Vigas de cimentación (Acero, encofrado, concreto), Columnas y Placas (Acero, encofrado y concreto).

La decisión optada para realizar las mediciones de tiempo en estas partidas fue porque para los responsables de ejecución de la obra estas partidas eran críticas y eran el cuello de botella para poder realizar las losas aligeradas, vigas, escaleras y losas macizas, que son partidas que marcan el ritmo de la obra.

Además, se realizó una revisión documental, como fueron el Expediente Técnico (memoria descriptiva, especificaciones técnicas, presupuesto, metrados, precios unitarios, planos de las diferentes especialidades); así como también bibliografía del tema de investigación para desarrollar los instrumentos de recolección de los datos. Además, nos sirvió para realizar un diagnóstico del estado situacional de la productividad en la obra de infraestructura educativa y desarrollar un procedimiento de la aplicación de la carta balance para la productividad.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la técnica de recolección de datos se ha usado los formatos 01: Levantamiento de tiempos (Ver Anexo N° 1), una muestra se presenta a continuación:

Figura 05:

Formato 01: Levantamiento de tiempos.

ACTIVIDAD: _____ FREENTE: _____
FECHA: _____

ID	Operarios								Oficiales/Peones				Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													

Trabajo Productivo (TP)	
A	ALINEACION Y COLOCACION ACERO
B	TEJIDO - AJUSTE
C	SOLDANDO
D	EMPLANTILLADO C/ SOLDADURA
E	SUJETAR PARA TEJER

Trabajo Contributorio (TC)	
F	TRANSPORTE DE MATERIAL
G	RECIBIENDO MATERIAL
H	PREPARACION DE ALAMBRE
I	VERIFICACION DE MATERIAL
J	MARCANDO/MIDIENDO

Trabajo no Contributorio (TNC)	
K	ESPERANDO BAJADO DE MATERIAL
L	ESPERANDO COLOCACION MAT.
M	PARADO SIN SERVICIO
N	CAMINANDO

Nota, Esta figura es un extracto del formato de levantamiento de tiempos de la carta balance utilizada en esta tesis, donde se muestra la ficha a llenar.

Se recolecto la información mediante el instrumento de guía de observaciones a través de la forma más utilizada que es la técnica de observación en el contexto de la recopilación de datos, que consistió en observar el comportamiento o acciones de las cuadrillas (mano de obra) en un entorno específico para comprender y registrar lo observado en los formatos, esto se realizó mediante la herramienta carta balance (Formato 01), estas fueron codificadas según las observaciones para obtener datos numéricos exactos, que pudieron ser analizadas mediante un enfoque cuantitativo. Para la técnica de la revisión documental usamos ficha resumen (Formato 02), la misma que permitió conocer los principales conceptos teóricos e información de la obra para el desarrollo de nuestra tesis. Los instrumentos para la recolección de datos fueron formatos en hojas de cálculo, desarrollados bajo las condiciones de la obra de infraestructura educativa donde se obtuvieron los niveles de productividad.

Tabla 6:

Técnicas e instrumentos de recolección de datos de las variables.

RECOLECCIÓN DE DATOS					
VARIABLES	Tipo	Fuente	Técnica	Herramienta	Instrumento
Carta balance	Independiente	Expediente técnico	Observación, análisis de documentos	Software de ofimática (Excel, Word)	Guía de observación, guía de análisis de documento.
Productividad	Dependiente	Expediente técnico	Observación, análisis de documentos	Software de ofimática (Excel, Word)	Hojas de cálculo

Nota, Esta tabla contiene las variables dependiente e independiente y la recolección de datos de dichas variables, indicando la fuente, la técnica, la herramienta utilizada y los instrumentos por cada técnica.

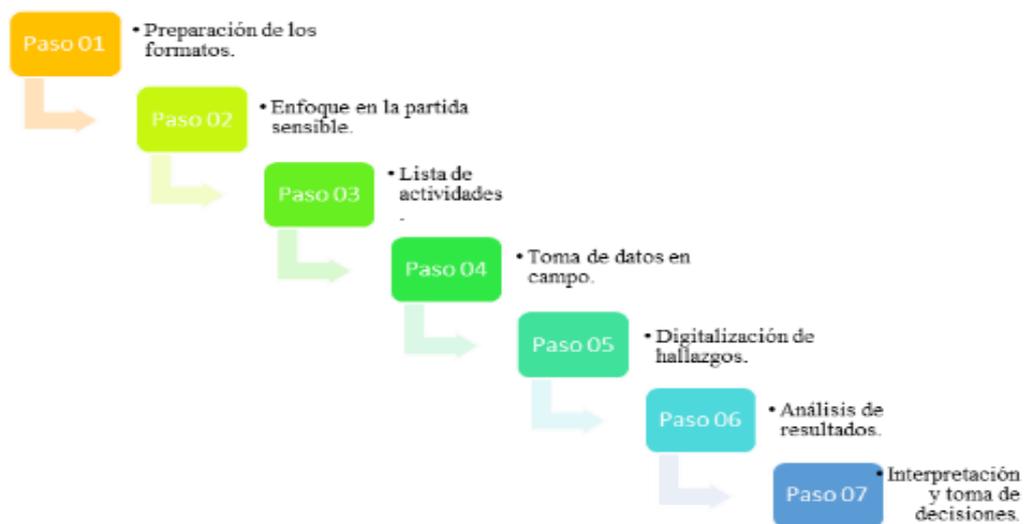
2.4.3. Análisis de datos

Para esta tesis se realizó el análisis e interpretación de resultados mediante la aplicación de los formatos de la carta balance, que después se realizó una estadística descriptiva y un análisis cuantitativo de los datos obtenidos, mediante un software de ofimática, con la herramienta Excel, siendo es un software para ingresar datos de gran volumen y procesarlo, obteniendo tablas estadísticas, gráficos y así poder también obtener las productividades y rendimientos de obra.

La interpretación de estos datos hallados, en relación con el problema de la investigación, su objetivo general y sus objetivos específicos, permitió obtener beneficios con la aplicación de carta balance para mejorar la productividad en la obra de infraestructura educativa, ver figura 06.

Figura 06:

Pasos para seguir en la aplicación de la carta balance.



Nota. Esta figura muestra un esquema de pasos que se realizarán, donde detalla siete pasos desde la preparación de los formatos hasta el análisis de resultados, interpretación y toma de decisiones.

2.5. Procedimiento

El procedimiento (pasos) usado en detalle para el análisis de resultado y el conocimiento del estado actual de las partidas críticas de estudio y los factores que afectaron el rendimiento, nos permitió conocer la distribución de los trabajos productivo, trabajos contributivo y trabajos no contributivo, la explicación del paso a paso del procedimiento se desarrolla en el índice 2.4.1., además, a continuación se describe las fases para el desarrollo del análisis de datos que fueron como se indica en la tabla 7.

Tabla 7:

Procedimiento para el desarrollo del proyecto de investigación.

FASES DE LA INVESTIGACIÓN			
Fase 01	Fase 02	Fase 03	Fase 04
Realizar un diagnóstico del estado situacional de la productividad en la obra de infraestructura educativa.	Desarrollar un procedimiento de la aplicación de la carta balance para la productividad.	Implementar el procedimiento del uso de la carta balance para la productividad en la obra de infraestructura educativa.	Analizar la eficiencia de la aplicación del uso de la carta balance para la productividad en la obra de construcción..

Nota. La tabla muestra en forma macro las fases de la investigación desarrollada, así como la descripción de los objetivos por cada fase desarrollada.

2.5.1. Procedimiento de desarrollo de la tesis.

Fase 01: Realizar un diagnóstico del estado situacional de la productividad en la obra de infraestructura educativa.

En esta fase del procedimiento se realizó una revisión documental del Expediente Técnico y los datos relevantes para la investigación y las partidas a controlar para la mejora de la productividad se presentan a continuación:

- **Cronograma de la ejecución de la obra**

Figura 07:

Cronograma de ejecución de la infraestructura educativa en estudio.

WBS	Descripción de la actividad	Duración	Comienzo	Fin
	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 133 SUSANA HIGUSHI HIGUSHI CENTRO POBLADO DE NUEVO PROGRESO-EL TUTUMO - DISTRITO DE MATAPALO - PROVINCIA DE ZARUMILLA - REGION TUMBES"	313 días	jue 1/12/22 08:00	jue 30/11/23 17:00
	INICIO DEL PROYECTO	0 días	jue 1/12/22 08:00	jue 1/12/22 08:00
1	ESTRUCTURAS	312 días	jue 1/12/22 08:00	mié 29/11/23 17:00
1.06	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	282 días	jue 5/01/23 08:00	mié 29/11/23 17:00
01.06.01	ZAPATAS	40 días	jue 5/01/23 08:00	lun 20/02/23 17:00
01.06.01.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 - PARA ZAPATAS	20 días	sáb 28/01/23 08:00	lun 20/02/23 17:00
01.06.01.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA ZAPATAS	30 días	jue 5/01/23 08:00	mié 8/02/23 17:00
01.06.02	VIGA DE CIMENTACION	40 días	jue 5/01/23 08:00	lun 20/02/23 17:00
01.06.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 - EN VIGAS DE CIMENTACION	20 días	sáb 28/01/23 08:00	lun 20/02/23 17:00
01.06.02.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - VIGA DE CIMENTACION	30 días	jue 5/01/23 08:00	mié 8/02/23 17:00
01.06.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA DE CIMENTACION	22 días	sáb 21/01/23 08:00	mié 15/02/23 17:00
01.06.03	SOBRECIMIENTO ARMADO	37 días	jue 2/02/23 08:00	jue 16/03/23 17:00
01.06.03.01	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 - PARA SOBRECIMIENTO ARMADO	18 días	vie 24/02/23 08:00	jue 16/03/23 17:00
01.06.03.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA SOBRECIMIENTO ARMADO	20 días	jue 2/02/23 08:00	vie 24/02/23 17:00
01.06.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	30 días	sáb 4/02/23 08:00	vie 10/03/23 17:00
01.06.04	COLUMNAS Y PLACAS	78 días	mié 18/01/23 08:00	mar 18/04/23 17:00
01.06.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA COLUMNAS Y PLACAS	25 días	mar 21/03/23 08:00	mar 18/04/23 17:00
01.06.04.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA COLUMNAS	60 días	mié 18/01/23 08:00	mar 28/03/23 17:00
01.06.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	70 días	sáb 21/01/23 08:00	mié 12/04/23 17:00

Nota. Esta figura muestra el cronograma de la obra en la Fase de estructuras concreto armado, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para el paquete de obras de concreto armado en subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas). Expediente Técnico – Cronograma de obra actualizado

- Análisis de precios unitarios de la obra

Figura 08:

Cuadro de rendimientos e índices y cuadrillas para la ejecución de la obra.

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA LE N° 133 SUSANA HIGUSHI HIGUSHI CENTRO POBLADO DE NUEVO PROGRESO-EL TUTUMO - DISTRITO DE MATAPALO - PROVINCIA DE ZARUMILLA - REGION TUMBES"									
WBS	Descripción de la actividad	Unidad	Rendimiento	CUADRILLA			INDICE		
				OPERARIO	OFICIAL	PEON	OPERARIO	OFICIAL	PEON
	INICIO DEL PROYECTO								
1.06	OBRAS DE CONCRETO ARMADO								
01.06.01	ZAPATAS								
01.06.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 - PARA ZAPATAS	M3/DIA	20.000	2.0000	2.0000	10.0000	0.8000	0.8000	4.0000
01.06.01.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA ZAPATAS	KG/DIA	266.666	1.0000	1.0000	1.0000	0.0300	0.0300	0.0300
01.06.02	VIGA DE CIMENTACION								
01.06.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 - EN VIGAS DE CIMENTACION	M3/DIA	18.000	2.0000	2.0000	10.0000	0.8889	0.8889	4.4444
01.06.02.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - VIGA DE CIMENTACION	KG/DIA	266.666	1.0000	1.0000	1.0000	0.0300	0.0300	0.0300
01.06.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA DE CIMENTACION	M2/DIA	12.000	1.0000	1.0000		0.6667	0.6667	
01.06.03	SOBRECIMIENTO ARMADO								
01.06.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 - PARA SOBRECIMIENTO ARMADO	M3/DIA	18.000	2.0000	2.0000	10.0000	0.8889	0.8889	4.4444
01.06.03.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA SOBRECIMIENTO ARMADO	KG/DIA	266.666	1.0000	1.0000	1.0000	0.0300	0.0300	0.0300
01.06.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	M2/DIA	15.000	1.0000	1.0000		0.5333	0.5333	
01.06.04	COLUMNAS Y PLACAS								
01.06.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 PARA COLUMNAS Y PLACAS	M3/DIA	10.000	2.0000	2.0000	10.0000	1.6000	1.6000	8.0000
01.06.04.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA COLUMNAS	KG/DIA	266.666	1.0000	1.0000	1.0000	0.0300	0.0300	0.0300
01.06.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	M2/DIA	10.000	1.0000	1.0000		0.8000	0.8000	

Nota. Esta figura muestra el cronograma de la obra en la Fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para el paquete de obras de concreto armado en subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas). Expediente Técnico – Cronograma de obra actualizado “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 133 SUSANA HIGUSHI HIGUSHI CENTRO POBLADO DE NUEVO PROGRESO-EL TUTUMO - DISTRITO DE MATAPALO - PROVINCIA DE ZARUMILLA - REGION TUMBES”

- Medrado de la obra

Figura 09:

Cuadro de metrados totales y metrados por día según sectores de ejecución.

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA LE N° 133 SUSANA HIGUSHI HIGUSHI CENTRO POBLADO DE NUEVO PROGRESO-EL TUTUMO - DISTRITO DE MATAPALO - PROVINCIA DE ZARUMILLA - REGION TUMBES"								
WBS	Descripción de la actividad	Unidad	Rendimiento	Metrado	Sectores	Metrado /Día	Cuadrilla Base.	Cuadrilla Típica
	INICIO DEL PROYECTO							
1	ESTRUCTURAS							
1.06	OBRAS DE CONCRETO ARMADO							
01.06.01	ZAPATAS							
01.06.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 - PARA ZAPATAS	M3/DIA	20.000	532.8636	20.0000	26.6432	1.332	1.000
01.06.01.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA ZAPATAS	KG/DIA	266.666	19241.2417	20.0000	962.0621	3.608	3.000
01.06.02	VIGA DE CIMENTACION							
01.06.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 - EN VIGAS DE CIMENTACION	M3/DIA	18.000	93.7512	20.0000	4.6876	0.260	0.500
01.06.02.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - VIGA DE CIMENTACION	KG/DIA	266.666	15007.9750	20.0000	750.3988	2.814	3.000
01.06.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA DE CIMENTACION	M2/DIA	12.000	691.0600	20.0000	34.5530	2.879	3.000
01.06.04	COLUMNAS Y PLACAS							
01.06.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 PARA COLUMNAS Y PLACAS	M3/DIA	10.000	376.7602	34.0000	11.0812	1.108	1.000
01.06.04.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA COLUMNAS	KG/DIA	266.666	58975.1098	34.0000	1734.5621	6.505	6.000
01.06.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	M2/DIA	10.000	3681.4240	34.0000	108.2772	10.828	10.000

Nota, Esta figura muestra el cuadro de metrados totales y metrados por día que se usaran para el desarrollo de la obra en la Fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para el paquete de obras de concreto armado en subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas). Expediente Técnico – Cronograma de obra actualizado

Sectores de ejecución de la obra

El responsable de ejecución nos alcanzó la idealización de los sectores que requería que se implemente la carta balance para mejorar la productividad, indicando que los pabellones seleccionados tenían 2 niveles por eso el nivel de prioridad. El requerimiento de los sectores a controlar es mostrado en la figura 10.

Figura 10:

Sectorización de la obra en estudio.

Local	Sectores	Secuencia		
Pabellon 10	2.0	S01	S02	
Pabellon 9	2.0	S03	S04	
Pabellon 8	3.0	S05	S06	S07
Pabellon 7	2.0	S08	S09	
Pabellon 6	1.0	S10		
Pabellon 5	2.0	S11	S12	
Pabellon 4	1.0	S13		
Pabellon 3	2.0	S14	S15	
Pabellon 2	2.0	S16	S17	
Pabellon 1	2.0	S18	S19	
Pabellon 11	1.0	S20		

Nota, Esta figura representa la sectorización desarrollada por el responsable de ejecución de la obra en la Fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para el paquete de obras de concreto armado en subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas). Elaborado por el responsable de la producción para la ejecución de la obra: “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 133 SUSANA HIGUSHI HIGUSHI CENTRO POBLADO DE NUEVO PROGRESO-EL TUTUMO - DISTRITIO DE MATAPALO - PROVINCIA DE ZARUMILLA - REGION TUMBES”.

- Programación LOOKAHEAD 4 semanas de obra

Figura 11:

Programación LookAhead 4 semanas de las partidas incidentes.

"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 133 SUSANA HIGUSHI HIGUSHI CENTRO POBLADO DE NUEVO PROGRESO-EL TUTUMO - DISTRITO DE MATAPALO - PROVINCIA DE ZARUMILLA - REGION TUMBES"								1	2	3	4	5	6	Dom	7	8	9	10	11	12	Dom	13	14	15	16	17	18	Dom	19	20	21	22	23	24	Dom
WBS	Descripción de la actividad	Unidad	Metrado	Sectores	Metrado /Día	Rendimiento	Cuadrilla Típica	Semana 01						Semana 02						Semana 03						Semana 04									
	INICIO DEL PROYECTO																																		
1.06	OBRAS DE CONCRETO ARMADO																																		
01.06.01	ZAPATAS																																		
01.06.01.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 - PARA ZAPATAS	M3/DIA	532.8636	20.000	26.6432	20.000	1.000		S01	S02	S03	S04	S05		S06	S07	S08	S09	S10	S11		S12	S13	S14	S15	S16	S17		S18	S19	S20				
01.06.01.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA ZAPATAS	KG/DIA	19241.2417	20.000	962.0621	266.666	3.000	S01	S02	S03	S04	S05	S06		S07	S08	S09	S10	S11	S12		S13	S14	S15	S16	S17	S18		S19	S20					
01.06.02	VIGA DE CIMENTACION																																		
01.06.02.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 - EN VIGAS DE CIMENTACION	M3/DIA	93.7512	20.000	4.6876	20.000	0.500				S01	S02	S03		S04	S05	S06	S07	S08	S09		S10	S11	S12	S13	S14	S15		S16	S17	S18	S19	S20		
01.06.02.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - VIGA DE CIMENTACION	KG/DIA	15007.9750	20.000	750.3988	266.666	3.000		S01	S02	S03	S04	S05		S06	S07	S08	S09	S10	S11		S12	S13	S14	S15	S16	S17		S18	S19	S20				
01.06.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA DE CIMENTACION	M2/DIA	691.0600	20.000	34.5530	12.000	2.000			S01	S02	S03	S04		S05	S06	S07	S08	S09	S10		S11	S12	S13	S14	S15	S16		S17	S18	S19	S20			
01.06.03	SOBRECIMIENTO ARMADO																																		
01.06.03.01	CONCRETO FC=175 KG/CM2 - PARA SOBRECIMIENTO ARMADO	M3/DIA	149.5436	20.000	7.4772	20.000	0.500				S01	S02		S03	S04	S05	S06	S07	S08		S09	S10	S11	S12	S13	S14		S15	S16	S17	S18	S19	S20		
01.06.03.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA SOBRECIMIENTO ARMADO	KG/DIA	8225.6049	20.000	411.2802	266.666	1.500			S01	S02	S03	S04		S05	S06	S07	S08	S09	S10		S11	S12	S13	S14	S15	S16		S17	S18	S19	S20			
01.06.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	M2/DIA	1787.7000	20.000	89.3850	15.000	6.000				S01	S02	S03		S04	S05	S06	S07	S08	S09		S10	S11	S12	S13	S14	S15		S16	S17	S18	S19	S20		
01.06.04	COLUMNAS Y PLACAS																																		
01.06.04.01	CONCRETO FC=210 KG/CM2 PARA COLUMNAS Y PLACAS	M3/DIA	376.7602	34.000	11.0812	10.000	1.000				S01	S02	S03		S04	S05	S06	S07	S08	S09		S10	S11	S12	S13	S14	S15		S16	S17	S18	S19	S20		
01.06.04.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA COLUMNAS	KG/DIA	58975.1098	34.000	1734.5621	266.666	6.000	S01	S02	S03	S04	S05	S06		S07	S08	S09	S10	S11	S12		S13	S14	S15	S16	S17	S18		S19	S20					
01.06.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	M2/DIA	3681.4240	34.000	108.2772	10.000	10.000				S01	S02	S03	S04		S05	S06	S07	S08	S09	S10		S11	S12	S13	S14	S15	S16		S17	S18	S19	S20		

Nota. En esta figura se aprecia el programa LookAhead 4 semanas para las partidas más incidentes de la obra en la Fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para el paquete de obras de concreto armado en subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas). Elaborado por el responsable de producción para la ejecución de la obra: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO EN LA I.E. N° 133 SUSANA HIGUSHI HIGUSHI CENTRO POBLADO DE NUEVO PROGRESO-EL TUTUMO - DISTRITO DE MATAPALO - PROVINCIA DE ZARUMILLA - REGION TUMBES"

Fase 02: Desarrollar un procedimiento de la aplicación de la carta balance para la productividad.

Para la mejora de la productividad en la obra de infraestructura educativa y teniendo en cuenta los factores que afectan negativamente la productividad de la mano de obra, se desarrolló el procedimiento de la aplicación de carta balance como se evidencia en el Anexo N° 1, y siguiendo los pasos indicados en la figura 06, el desarrollo siguiente:

- 1) Se prepararon los siguientes formatos para ser utilizados en cada tipo de partidas a estudiar, Ver Anexo N° 1. Se presenta a continuación un ejemplo de formato para llenar una carta balance.

Figura 12:

Formato de la carta balance típico para todas las actividades de colocación de acero.

ACTIVIDAD: _____ FREENTE: _____
 FECHA: _____

ID	Operarios								Oficiales/Peones				Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1													
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16													
17													
18													
19													
20													
21													

Trabajo Productivo (TP)	
A	ALINEACION Y COLOCACION ACERO
B	TEJIDO - AJUSTE
C	SOLDANDO
D	EMPLANTILLADO C/ SOLDADURA
E	SUJETAR PARA TEJER

Trabajo Contributorio (TC)	
F	TRANSPORTE DE MATERIAL
G	RECIBIENDO MATERIAL
H	PREPARACION DE ALAMBRE
I	VERIFICACION DE MATERIAL
J	MARCANDO/MIDIENDO

Trabajo no Contributorio (TNC)	
K	ESPERANDO BAJADO DE MATERIAL
L	ESPERANDO COLOCACION MAT.
M	PARADO SIN SERVICIO
N	CAMINANDO

Nota. En esta figura se muestra el formato validado por los responsables de ejecución, y presentado en la implementación para su aplicación en la obra en la fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para el paquete de

obras de colocación de acero en subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas). Elaborado por los tesistas.

- 2) Como siguiente paso nos enfocamos en las partidas más incidentes o críticas que fue propuesta por los responsables de ejecución de la obra. Estas partidas se detallan a continuación:

Figura 13:

Lista de partidas a mejorar la productividad en obra.

WBS	Descripción de la actividad	Unidad
	INICIO DEL PROYECTO	
1.06	OBRAS DE CONCRETO ARMADO	
01.06.01	ZAPATAS	
01.06.01.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 - PARA ZAPATAS	M3/DIA
01.06.01.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA ZAPATAS	KG/DIA
01.06.02	VIGA DE CIMENTACION	
01.06.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 - EN VIGAS DE CIMENTACION	M3/DIA
01.06.02.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - VIGA DE CIMENTACION	KG/DIA
01.06.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGA DE CIMENTACION	M2/DIA
01.06.04	COLUMNAS Y PLACAS	
01.06.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA COLUMNAS Y PLACAS	M3/DIA
01.06.04.02	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60 - PARA COLUMNAS	KG/DIA
01.06.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	M2/DIA

Nota. Esta figura muestra la lista de actividades y sus unidades que fueron validadas por los responsables de ejecución e ingresadas a los formatos de la carta balance y presentado en la implementación para su aplicación en la obra en la fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para el paquete de obras de las subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas).

- 3) Se realizó la lista de actividades de las partidas más incidentes o críticas para realizar ordenadamente el registro de toma de tiempos de la carta balance. Estas actividades fueron divididas en los tres tipos de trabajo Tiempo Productivo, Tiempo Contributivo y Tiempo No Contributivo. A continuación, se presenta para la actividad de encofrado su distribución de trabajo:

Figura 14:

Lista de distribución de trabajo para las diferentes partidas.

OBRA:	INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133 SUSANA HIGUSHI	RESPONSABLE	Montoya Quiroz, Luis Alberto
SERVICIO:	ENCOFRADO EN VIGA DE CIMENTACIÓN	PERIODO :	ENERO / FEBRERO
REFERENCIA	LISTADO DE DISTRIBUCIÓN DE TRABAJO	CLASIFICACION	CLASIFICACION DE TIEMPOS
A	PREPARACION PREVIA	Productiva	Productiva
B	UNION DE ENCOFRADO (EN PISO)	Productiva	Transporte
C	AMARRE DE ENCOFRADO	Productiva	Control
D	ENGRAPADO	Productiva	Retrabajo
E	ATORNILLADO	Productiva	Parada
F	COLOCACION DE PANELES	Productiva	Espera
G	ARMADO Y DESARMADO DE ANDAMIO	Productiva	Caminando / Traslado
H	COLOCACION DE MATERIAL	Productiva	
I	MARTILLANDO	Productiva	
J	RECIBO DE MATERIAL	Transporte	
K	TRANSPORTE DE MATERIAL	Transporte	
L	APUNTALAMIENTO DE ENCOFRADO	Control	
M	APLOMADO	Control	
N	PREPARANDO MATERIAL (DEENCOFRADO)	Control	
O	CORTANDO	Control	
P	MIDIENDO	Control	
Q	ESPERA COLOCACION DE MATERIAL	Espera	
R	ESPERA PARA CARGAR MATERIAL	Espera	
S	CAMINANDO	Caminando / Traslado	
T	PARADO SIN SERVICIO	Parada	
U			
V			
W			

Nota. Esta figura muestra la lista de distribución de trabajo para las diferentes partidas donde indica además la clasificación de tiempos, y fueron validadas por los responsables de ejecución, ingresadas a los formatos de la carta balance y presentado en la implementación para su aplicación en la obra en la fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para las partidas de encofrado y desencofrado en subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas).

- 4) Antes de proceder con la recolección de datos o el muestreo, se identificaron los puestos de trabajo que componen las diferentes categorías (productivo, contributivo y no contributivo), definirlos para las operaciones en estudio y asignar a cada puesto una letra o claves.

Figura 15:

Lista de identificación de trabajo para las diferentes actividades.

Trabajo Productivo (TP)	
A	VACIADO CONCRETO-SUJETA MENGUERA
B	VIBRACION DE CONCRETO
C	NIVELACION, SOLAQUEO
D	ESPARCIMIENTO DE CONCRETO
E	GOLPEANDO ENCOFRADO

Trabajo Contributorio (TC)	
F	TRANSPORTE DE MATERIAL
G	SOPLETEO PARA LIMPIEZA
H	COLOCACION DE MATERIAL
I	VERIFICANDO TRABAJO

Trabajo no Contributorio (TNC)	
J	CAMINANDO
K	PARADO ESPERANDO CONCRETO
L	PARADO SIN SERVICIO

Nota. Esta figura muestra la lista de identificación de trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio, estas listas son de ejemplo para vaciado de concreto y fueron validadas por los responsables de ejecución, ingresadas a los formatos de la carta balance y presentado en la implementación para su aplicación en la obra en la fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para las partidas de concreto de las subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas).

- Se registro en el formato de Carta de Balance, minuto a minuto, las actividades de cada uno de los integrantes de la cuadrilla. Además de digitalizaron los hallazgos.

Figura 16:

Registro en el formato 01 de la carta balance.

CARTA BALANCE															
ACTIVIDAD: ACERO EN ZAPATA										INICIO: 10.30 A 11.30 AM					
FECHA: 27 de Enero de 2023										FRETE: SECTOR 5					
ID	Operarios									Oficiales/Peones					Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	A	A	B	B	B	F				G	G	M	M		
2	A	A	B	B	B	F				G	N	N	N		
3	A	A	B	B	B	A				B	B	E	E		
4	A	A	B	B	B	M				F	G	G	E		
5	A	A	B	B	M	N				A	A	B	B		
6	B	B	F	B	G	J				F	G	F	F		
7	A	A	B	B	B	A				A	A	B	A		
8	M	M	B	B	A	M				F	F	G	G		
9	B	A	A	B	B	A				G	F	F	G		
10	A	B	B	B	M	J				N	B	A	N		
11	A	A	B	B	M	A				N	B	A	N		
12	A	B	B	A	B	B				F	G	G	F		
13	K	K	B	A	B	B				B	A	B	F		
14	M	M	N	N	B	M				F	F	G	G		
15	J	J	J	L	L	J				F	F	G	G		
16	M	N	M	N	F	N				G	G	F	F		
17	A	A	K	K	K	A				E	E	B	B		
18	A	A	N	N	B	A				N	N	B	B		
19	M	N	B	B	N	N				B	B	N	N		
20	A	A	A	B	K	K				F	F	G	G		
21	F	G	A	M	K	G				M	N	N	M		
22	F	G	A	B	B	G				F	F	G	G		
23	L	L	L	L	L	A				A	A	B	B		
24	M	N	N	B	B	N				A	N	N	B		
25	A	A	A	B	B	A				I	F	F	F		
26	M	N	M	N	A	N				B	B	M	M		
27	M	A	A	B	B	A				B	B	M	B		
28	L	L	L	B	L	L				L	L	B	L		
29	K	K	K	H	A	A				B	B	A	A		
30	A	I	A	B	B	I				A	A	B	B		
31	I	I	F	F	G	I				L	L	L	L		
32	I	I	B	F	F	I				F	G	G	G		
33	J	M	M	F	G	M				M	M	N	N		
34	I	B	F	G	F	B				M	J	M	M		
35	I	A	M	M	N	N				J	J	F	F		
36	A	B	I	I	B	A				A	A	E	E		
37	A	B	J	J	M	B				B	B	M	M		
38	A	B	B	I	J	B				F	G	M	G		
39	A	A	A	B	F	A				G	G	F	G		
40	I	I	B	F	F	I				F	G	G	G		
41	A	A	B	B	N	A				F	F	G	G		
42	M	M	F	G	F	M				F	G	G	G		
43	M	F	B	G	B	F				B	N	H	B		
44	B	J	F	B	G	J				M	N	F	F		
45	M	N	M	N	M	N				A	A	B	B		
46															
47															

Nota. En esta figura se aprecia un ejemplo del registro de las observaciones en campo y es un registro digitalizado de identificación de trabajo, estos formatos fueron validadas por los responsables de ejecución, ingresadas a los formatos de la carta balance y presentado en la implementación para su aplicación en la obra en la fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para las partidas de concreto de las subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas).

- 6) Se Proceso los datos recogidos en una hoja de Excel, escribiendo un informe considerando la cantidad de mano de obra, las cantidades ejecutadas por la cuadrilla, las horas utilizadas, rendimientos, etc.

Figura 17:

Cuadro de recojo de datos para obtener las productividades.

Partida	ENCOFRADO EN VIGA DE CIMENTACIÓN							
Unidad	m2	Producción Base Diaria				12 m2/día		
Jornada:	8	Número Base Hombres				2		
Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	Eficiencia	Eficacia
1	12	2	0.75	1.33	0.75	1.33	100.00	1.00
2	10	2	0.75	1.33	0.63	1.60	100.00	0.83
3	12	2	0.75	1.33	0.75	1.33	100.00	1.00
4	12	2	0.75	1.33	0.75	1.33	100.00	1.00
5	14	3	0.75	1.33	0.88	1.71	66.67	1.17
6	16	3	0.75	1.33	0.67	1.50	66.67	1.33

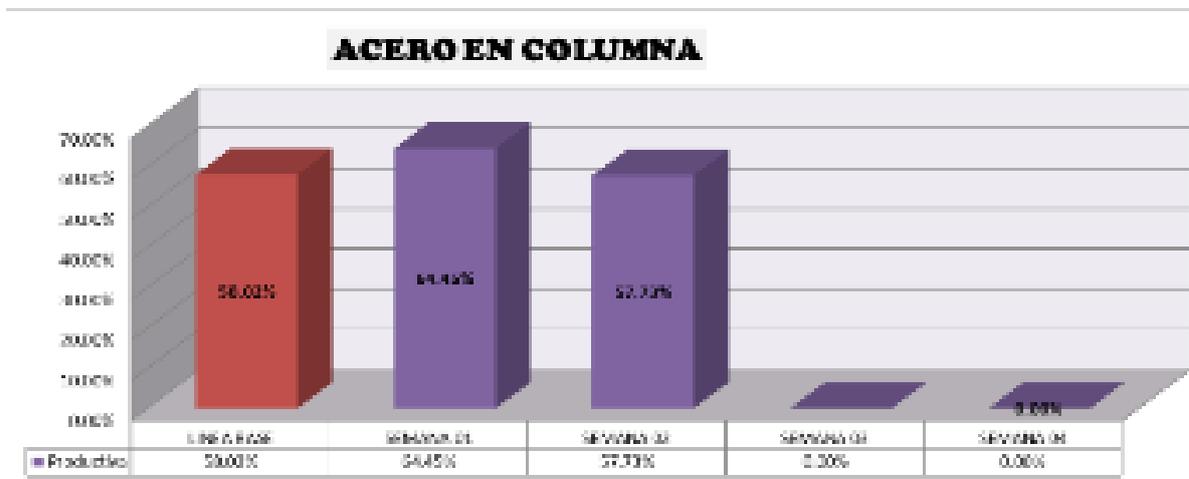
Nota. La figura muestra la recolección de datos, estos cuadros se obtienen las productividades realizadas por las cuadrillas y analizadas en el estudio y fueron validados por los responsables de ejecución, ingresadas a los formatos de la carta balance y presentado en la implementación para su aplicación en la obra en la fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para las partidas de acero de las subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas).

7) Se realizó una interpretación para los datos obtenidos de las distintas actividades y se presentaron en cuadros y gráficos para que los responsables de la ejecución tomen decisiones para la mejora.

Figura 18:

Cuadros y gráficos para la interpretación de resultados.

OBRA:	INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133	RESPONSABLE	Pacheco Coronel, Pedro Nolasco			
SERVICIO:	ACERO EN COLUMNA	PERIODO	ENERO / FEBRERO			
RESUMEN						
CLASIFICACION DE TIEMPOS	LINEA BASE	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	PROMEDIO
Productiva	58.02%	64.45%	57.73%			40.73%
Transporte	19.34%	14.37%	19.80%			11.39%
Control	1.21%	5.36%	8.64%			4.67%
Parada	4.51%	4.30%	4.84%			3.04%
Espera	11.43%	8.41%	5.99%			4.80%
Caminando / Traslado	5.49%	3.11%	3.01%			2.04%
TOTALES	100.0%	100.00%	100.00%			66.67%



Nota, En la figura superior muestra la tabulación digital de los resultados obtenidos del ingreso de datos según la clasificación de tiempos por semana, indicando una línea base que fue con la que se midió los resultados promedios. Además, la figura se muestra el gráfico de barra que ayuda visualmente a ver los porcentajes alcanzado, estos resultados y los datos obtenidos fueron validadas por los responsables de ejecución, ingresadas a los formatos de la carta balance y presentado en la implementación para su aplicación en la obra en la fase

de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para las partidas de acero de las subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas).

Fase 03: Implementar el procedimiento del uso de la carta balance para la productividad en la obra de infraestructura educativa.

Para la implementación de la carta balance para mejorar la productividad en obra se realizó una presentación en formato power point, Ver Anexo N° 2: Implementación de la Carta Balance, el cual fue presentado en la junta de inicio además de las bondades del uso de la herramienta carta balance, también se realizó la presentación de los principales objetivos de implementación, como fueron:

- Involucrar, motivar y comprometer al equipo con el cumplimiento y superación de los índices previstos de rendimiento, optimizando sus costos y cuidando el resultado de su obra.
- Apoyar a los responsables para obtener soluciones a las interferencias en los trabajos productivos que repercuten en el plazo y costo de la obra.
- Optimizar los rendimientos de los diferentes frentes de trabajo.
- Medir el rendimiento y saturación de nuestros recursos.
- Conseguir indicadores que sirvan para la mejora.
- Presentar el uso de los formatos para la mejora de la productividad con el uso de la carta balance

Además, se presentó el cronograma de la implementación de carta balance, ver figura 19.

Figura 19:

Cronograma de implementación de la carta balance.

Cronograma de Implementación de CARTA BALANCE

Actividades	Responsable	Sem Proyecto		Sem 00							Sem 01							Sem 02							Sem 03							Sem 04										
		Sem Año		Sem 03							Sem 04							Sem 05							Sem 06							Sem 07										
		Fecha Inicio	Fecha Fin	16-Ene	17-Ene	18-Ene	19-Ene	20-Ene	21-Ene	22-Ene	23-Ene	24-Ene	25-Ene	26-Ene	27-Ene	28-Ene	29-Ene	30-Ene	1-Feb	2-Feb	3-Feb	4-Feb	5-Feb	6-Feb	7-Feb	8-Feb	9-Feb	10-Feb	11-Feb	12-Feb	13-Feb	14-Feb	15-Feb	16-Feb	17-Feb	18-Feb						
Plan de Implementación Carta Balance		16-Ene	19-Feb																																							
Instalación del equipo en oficina	Chacón Montoya, R.; Abanto Varela Y.	16-Ene	16-Ene	P																																						
Junta de arranque con Obra	Chacón Montoya, R.; Abanto Varela Y.	17-Ene	18-Ene	P	P																																					
Elaboración de periodo base	Chacón Montoya, R.; Abanto Varela Y.	18-Ene	20-Ene	P	P	P																																				
Análisis de partidas más incidentes a controlar (ABC)	Chacón Montoya, R.; Abanto Varela Y.	18-Ene	19-Ene	P	P																																					
Elaboración de procedimiento aplicación CARTA BALANCE	Chacón Montoya, R.; Abanto Varela Y.	17-Ene	20-Ene	P	P	P	P																																			
Capacitación de los formatos CARTA BALANCE	Chacón Montoya, R.; Abanto Varela Y.	20-Ene	21-Ene			P	P																																			
Acompañamiento hombro a hombro en campo	Chacón Montoya, R.; Abanto Varela Y.	23-Ene	18-Feb					P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P						
Análisis de los resultados de la CARTA BALANCE	Chacón Montoya, R.; Abanto Varela Y.	26-Ene	18-Feb							P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P						
Reunión de responsables de ejecución y áreas de apoyo - Todos los martes y jueves	Chacón Montoya, R.; Abanto Varela Y.	26-Ene	19-Feb														P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P						
Junta de Avance - Todos los sábados	Chacón Montoya, R.; Abanto Varela Y.	28-Ene	13-Ene																																		P					

Nota. En esta figura se presentan el cronograma de implementación, las fechas y las actividades a realizar fueron validadas por los responsables de ejecución, para su aplicación en la obra en la fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; para las partidas de las subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas).

Fase 04: Analizar la eficiencia de la aplicación del uso de la carta balance para la productividad en la obra de construcción.

De la información recolectada y digitalizada en Microsoft Excel, se aplicó la data en los formatos de la herramienta de Carta Balance para determinar el trabajo contributivo, trabajo productivo y trabajo no contributivo en las partidas más incidentes como son en Zapata (acero y concreto), Columnas y placas (acero, encofrado y concreto) y vigas de cimentación (acero, encofrado y concreto) para determinar la distribución de trabajo.

Para el desarrollo del análisis de la eficiencia se requirió de los siguientes datos para poder medir la productividad alcanzada, a continuación, se presentan los datos necesarios

para el análisis de la eficiencia de la aplicación de la carta balance para mejora de la productividad en obra:

1. Nombre de la actividad: Debe indicar la actividad en estudio y mostrar una fotografía de la actividad

2. Periodo de la medición: Es donde indica los límites que se toman en cuenta para la toma de datos, horas para la toma de las muestras, fecha de la toma de muestras, sector en donde se toma la muestra.

3. La mano de obra: En donde se indica las cantidades de obreros que entraron en la toma de datos y sus respectivos cargos u oficios para la cuadrilla en estudio.

4. Comentarios: Se indicarán los comentarios respecto a la actividad en estudio, observaciones y datos que no muestra una carta balance, pero que se evidencia durante el tiempo de estudio.

5. Rendimiento: Se indica las cantidades ejecutadas en el periodo de medición y las cantidades de recurso mano de obra utilizado en el periodo de medición para poder conocer los rendimientos alcanzados por las cuadrillas diariamente y así obtener la inversa que es la productividad lograda (hh/kg) (hh/m²) (hh/m³). Para ello se tuvo en cuenta como base la programación diaria o el LookAhead.

A continuación, se presenta los cuadros y gráficos para el análisis de los índices de rendimiento y productividad para la partida viga de cimentación Encofrado y desencofrado, además estos datos se discutirán en los resultados.

1) Análisis de la Eficiencia y eficacia:

Figura 20:

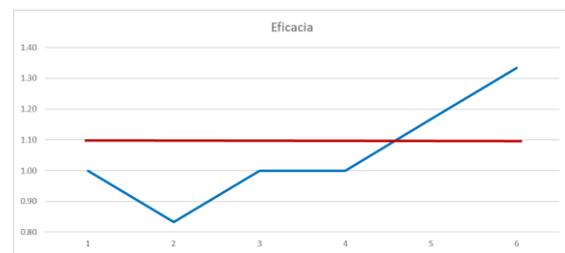
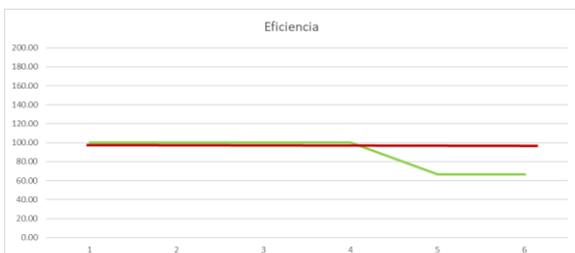
Cuadro y gráficos para análisis de Eficiencia y Eficacia.

Formulario:

Eficiencia	=	$100 * (\text{Recurso Base} / \text{Recurso Real})$
Eficacia	=	$(\text{Producción Real Diaria}) / \text{Producción Base Diaria}$
Pb.	: Productividad Base	= $(\text{Producción Base Diaria}) / (\text{Jornada} * \text{N}^\circ\text{Base Hombres})$
Rb.	: Rendimiento Base	= $(\text{Jornada} * \text{N}^\circ\text{Base Hombres} / \text{Producción Base Diaria})$
Pr.	: Productividad Real	= $(\text{Producción Real Diaria}) / (\text{Jornada} * \text{N}^\circ\text{Real Hombres})$
Rr.	: Rendimiento Real	= $1 / \text{Pr.}$

Partida	ENCOFRADO EN VIGA DE CIMENTACIÓN		
Unidad	m2	Producción Base Diaria	12 m2/día
Jornada:	8	Número Base Hombres	2

Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	Eficiencia	Eficacia
1	12	2	0.75	1.33	0.75	1.33	100.00	1.00
2	10	2	0.75	1.33	0.63	1.60	100.00	0.83
3	12	2	0.75	1.33	0.75	1.33	100.00	1.00
4	12	2	0.75	1.33	0.75	1.33	100.00	1.00
5	14	3	0.75	1.33	0.88	1.71	66.67	1.17
6	16	3	0.75	1.33	0.67	1.50	66.67	1.33



Nota. En la figura se presentan un ejemplo del cuadro para la tabulación, cuadro de fórmulas y gráficos de línea donde se aprecia el seguimiento a los índices de rendimiento e índices de productividad para la partida vigas de cimentación encofrado y desencofrado, para su aplicación en la obra en la fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; estas se aplicaron también para las partidas de las subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas).

2) Análisis del rendimiento y la productividad:

Figura 21:

Cuadro y gráficos para el análisis de rendimiento y productividad.

Formulario:

Pb.	: Productividad Base	= (Producción Base Diaria) / (Jornada * N°Base Hombres)
Rb.	: Rendimiento Base	= (Jornada * N°Base Hombres / Producción Base Diaria)
Pr.	: Productividad Real	= (Producción Real Diaria) / (Jornada * N°Real Hombres)
Rr.	: Rendimiento Real	= 1 / Pr.
IP.	: Índice de Productividad	= Pr. / Pb.
IR.	: Índice de Rendimiento	= Rr. / Rb.

Partida	ENCOFRADO EN VIGA DE CIMENTACIÓN		
Unidad	m2	Producción Base	12 m2/día
Jornada:	8	Número Base Hombres	2

Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	IP.	IR
1	12	2	0.75	1.33	0.75	1.33	1.00	1.00
2	10	2	0.75	1.33	0.63	1.60	0.83	1.20
3	12	2	0.75	1.33	0.75	1.33	1.00	1.00
4	12	2	0.75	1.33	0.75	1.33	1.00	1.00
5	14	3	0.75	1.33	0.88	1.71	1.17	1.29
6	14	3	0.75	1.33	0.88	1.71	1.17	1.29



Nota. En la figura se presentan un ejemplo del cuadro para la tabulación, cuadro de fórmulas y gráficos de línea donde se aprecia el seguimiento a los índices de rendimiento e índices de productividad para la partida vigas de cimentación encofrado y desencofrado, para su aplicación en la obra en la fase de estructuras, para el periodo de implementación de la investigación enero a febrero 2023; estas se aplicaron también para las partidas de las subestructuras (Zapata, vigas cimentación, columnas y placas).

2.6. Aspectos éticos.

Para la tesis presente, los documentos y datos sobre los metrados, rendimientos, planos y cronogramas de obra fueron alcanzados por el Contratista que era la ejecutora del proyecto de infraestructura educativa.

Los Directivos y Responsables de la ejecución del contrato tuvieron conocimiento y apoyaron para el desarrollo de la tesis de investigación y otorgaron el consentimiento para uso de la información alcanzada por el personal y los datos del desempeño en la empresa constructora.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

Se presentan a continuación los resultados obtenidos en campo y el análisis de datos se presenta en forma cuantitativa a través de tablas y graficas sobre el trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo, los cuales fueron obtenidos a través de la observación directa in situ, mostrando la distribución del trabajo de las partidas más representativas de para la estructura concreto armado como son las de zapatas (concreto $f'c=210$ kg/cm², acero corrugado), Vigas de cimentación (concreto $f'c=210$ kg/cm², acero corrugado, encofrado y desencofrado) columnas y placas (concreto $f'c=210$ kg/cm², acero corrugado, encofrado y desencofrado). Se presenta a continuación los resultados más relevantes utilizando la carta balance y las productividades y rendimientos obtenidos.

3.1 Análisis de la estructura zapatas.

3.1.1 Acero corrugado $f_y=4200$ kg/cm² grado 60 – para zapatas

Tabla 8:

Distribución de trabajo en partida acero corrugado para zapatas –registro 4 semanas

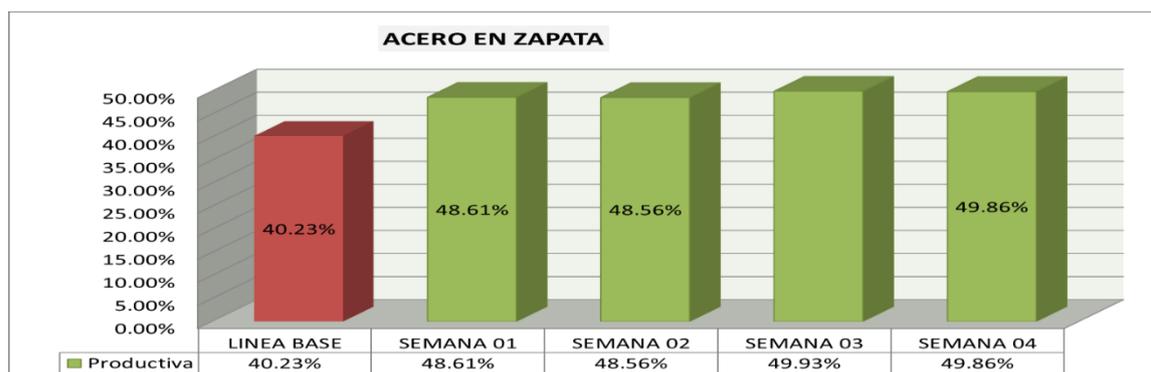
REGISTRO DE OPERACIONES			REGISTRO DEL MUESTREO		
Tipo de trabajo	Distribución de trabajo	Referencia	Tipo de Operación	Promedio	Parcial
TRABAJO PRODUCTIVO	ALINEACION Y COLOCACION ACERO	A	Productiva	18.81%	
	TEJIDO - AJUSTE	B	Productiva	24.13%	
	SOLDANDO	C	Productiva	0.54%	49.24%
	EMPLANTILLADO C/ SOLDADURA	D	Productiva	0.50%	
	SUJETAR PARA TEJER	E	Productiva	5.27%	
TRABAJO CONTRIBUTIVO	TRANSPORTE DE MATERIAL	F	Transporte	13.70%	
	RECIBIENDO MATERIAL	G	Transporte	8.47%	22.17%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	PREPARACION DE ALAMBRE	H	Control	0.77%	
	VERIFICACION DE MATERIAL	I	Control	1.33%	
	MARCANDO	J	Control	2.59%	28.59%
	MIDIENDO	K	Control	2.42%	
	ESPERANDO LLEGADA DE MATERIAL	L	Espera	3.14%	

ESPERANDO COLOCACION PARA TEJER	M	Espera	4.72%
PARADO	N	Parada	6.42%
CAMINANDO	O	Caminando / Traslado	7.20%
TOTALES			100.00% 100.00%

Nota. Se observa en la tabla 8, para los trabajos productivos alcanzados en la distribución de trabajo (actividad), tejido-ajuste (ref. B) alcanzo 24.13% en promedio y alineación y colocación de acero (ref. A) en 18.81% en promedio, con un parcial de trabajo productivo de 49.24%; para los trabajos contributorio como transporte (ref. F) se registró en promedio 13.70%, y para la actividad recibiendo material (ref. G) 8.47% en promedio, con un trabajo contributorio parcial, para acero de refuerzo de 22.17%; y para trabajos no contributivos con mayores incidencias se obtuvieron la actividad caminando (ref. O) en 7.20% en promedio, parado (ref. N) 6.42% en promedio, esperando colocando para tejer (ref. M) en 4.72% promedio, alcanzando en acumulado parcial de 28.59%. Datos obtenidos Anexo N° 3.

Figura 22:

Cuadro y gráficos de acero corrugado para zapata – carta balance 4 semanas.



OBRA: INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133 SUSANA HIGUSHI		RESPONSABLE: Flores Alonso, Edilberto					
SERVICIO: ACERO EN ZAPATA		PERIODO: ENERO / FEBRERO					
RESUMEN							
	CLASIFICACION DE TIEMPOS	LINEA BASE	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	PROMEDIO
PRODUCTIVA	Productiva	40.23%	48.61%	48.56%	49.93%	49.86%	49.24%
	Transporte	15.59%	25.62%	23.56%	21.25%	18.25%	22.17%
CONTRIBUTIVO	Control	15.39%	6.06%	5.94%	6.15%	10.30%	7.11%
	Parada	15.63%	6.65%	6.69%	5.84%	6.50%	6.42%
IMPRODUCTIVO	Espera	7.52%	7.37%	9.08%	9.34%	5.65%	7.86%
	Caminando / Traslado	5.64%	5.69%	6.17%	7.49%	9.45%	7.20%
TOTALES		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Nota. En la figura 22 se presenta el cuadro resumen de 04 semanas utilizando la carta balance propuesto, en el tipo de trabajo se aprecia una evolución de mejora en trabajo productivo de 40.23% de línea base alcanzando un 49.24% en promedio, en trabajo contributivo se aprecia una mejora en el control de 15.39% de línea base a 7.11% en promedio, para transporte de 15.59% de línea base aumenta a 22.17% en promedio, para trabajo no contributivo se aprecia mejoras en parada de 15.63 línea base bajando a 6.42% promedio y caminando/traslado se aprecia un aumento de 5.64% a 7.20% que según los datos en global se mejoró. En el gráfico de barras se aprecia productividad base de 40.23% en el inicio de la investigación alcanzando una mejora en la semana 3 en 49.93% de productividad.

Tabla 9:

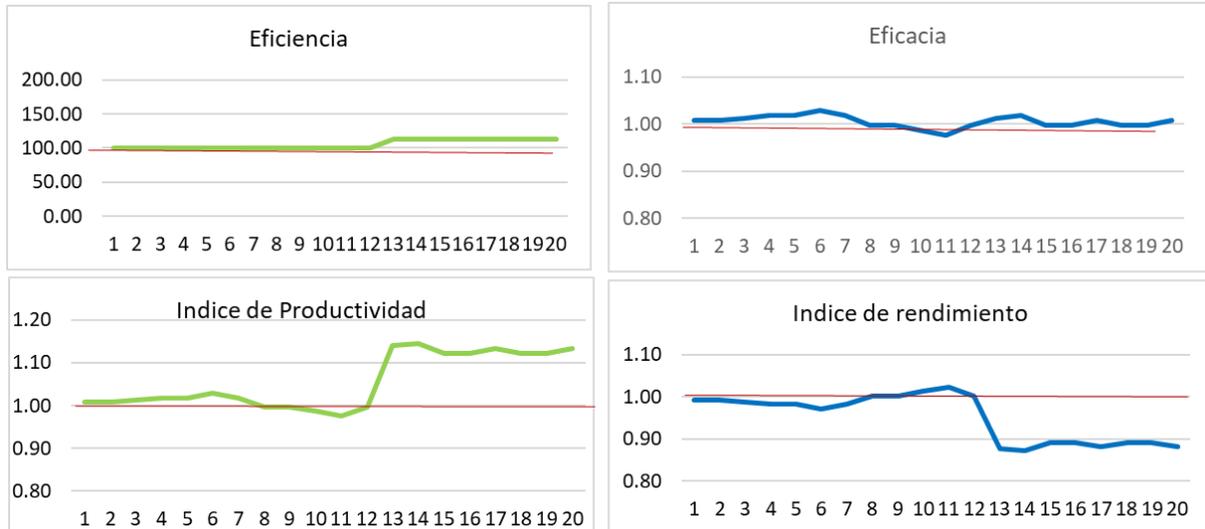
Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida acero corrugado para zapatas –registro 4 semanas

Partida ACERO DE ZAPATA

Unidad kg Producción Base Diaria 962.5 kg/día Producción base total 19250 kg
Jornada: 8 Número Base Hombres 9 Producción real total 19350 kg

Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	IP.	IR	Eficiencia	Eficacia
1	970	9	13.37	0.0748	13.47	0.0742	1.01	0.99	100.00	1.01
2	970	9	13.37	0.0748	13.47	0.0742	1.01	0.99	100.00	1.01
3	975	9	13.37	0.0748	13.54	0.0738	1.01	0.99	100.00	1.01
4	980	9	13.37	0.0748	13.61	0.0735	1.02	0.98	100.00	1.02
5	980	9	13.37	0.0748	13.61	0.0735	1.02	0.98	100.00	1.02
6	990	9	13.37	0.0748	13.75	0.0727	1.03	0.97	100.00	1.03
7	980	9	13.37	0.0748	13.61	0.0735	1.02	0.98	100.00	1.02
8	960	9	13.37	0.0748	13.33	0.0750	1.00	1.00	100.00	1.00
9	960	9	13.37	0.0748	13.33	0.0750	1.00	1.00	100.00	1.00
10	950	9	13.37	0.0748	13.19	0.0758	0.99	1.01	100.00	0.99
11	940	9	13.37	0.0748	13.06	0.0766	0.98	1.02	100.00	0.98
12	960	9	13.37	0.0748	13.33	0.0750	1.00	1.00	100.00	1.00
13	975	8	13.37	0.0748	15.23	0.0656	1.14	0.88	112.50	1.01
14	980	8	13.37	0.0748	15.31	0.0653	1.15	0.87	112.50	1.02
15	960	8	13.37	0.0748	15.00	0.0667	1.12	0.89	112.50	1.00

16	960	8	13.37	0.0748	15.00	0.0667	1.12	0.89	112.50	1.00
17	970	8	13.37	0.0748	15.16	0.0660	1.13	0.88	112.50	1.01
18	960	8	13.37	0.0748	15.00	0.0667	1.12	0.89	112.50	1.00
19	960	8	13.37	0.0748	15.00	0.0667	1.12	0.89	112.50	1.00
20	970	8	13.37	0.0748	15.16	0.0660	1.13	0.88	112.50	1.01



Nota. Se observa en la Tabla N°9, que la actividad se ajustó la cuadrilla de 9 personas a 8 personas a partir del día 13, en productividad tenemos una mejora de la productividad base 13.37 hh/kg a 15.16 hh/kg, con respecto al rendimiento base de 0.0748 kg/hh a una mejora de 0.0653 kg/hh, se presenta una mejora con respecto a la eficiencia logrando un 12.5% por encima de la línea base pero nuestra eficacia en algunos días ha sido menor a 1, por la diferencia de pesos alcanzados en los sectores según el módulo trabajado.

3.1.2 Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – para zapatas

Tabla 10:

Distribución de trabajo en partida concreto para zapatas –registro 4 semanas

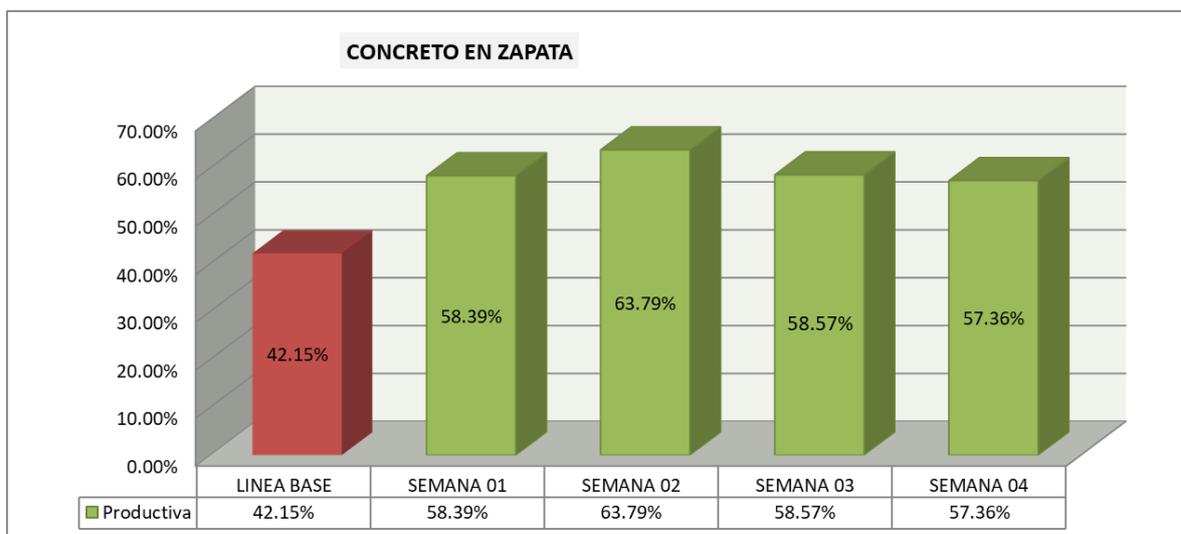
REGISTRO DE OPERACIONES			REGISTRO DEL MUESTREO		
Tipo de trabajo	Distribución de trabajo	Referencia	Tipo de Operación	Promedio	Parcial
TRABAJO PRODUCTIVO	VACIADO DE CONCRETO	A	Productiva	8.70%	59.53%
	VIBRACION DE CONCRETO	B	Productiva	14.77%	

	ACABADO DE CONCRETO (SOLAQUEO, NIVELACIÓN)	C	Productiva	14.96%	
	ESPARCIMIENTO DE CONCRETO	D	Productiva	5.77%	
	CURADO DE CONCRETO	E	Productiva	15.32%	
TRABAJO CONTRIBUTIVO	TRANSPORTE DE MATERIAL	F	Transporte	17.51%	18.72%
	COLOCACION DE MATERIAL	G	Transporte	1.20%	
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	SOPLETEO PARA LIMPIEZA	H	Control	0.00%	21.76%
	VERIFICANDO TRABAJO	I	Control	12.19%	
	CAMINANDO	J	Control	7.16%	
	ESPERANDO LLENADO DE CONCRETO	K	Control	2.29%	
	PARADO SIN SERVICIO	L	Espera	0.12%	
TOTALES				100.00%	100.00%

Nota: Se observa en la tabla 10, que la actividad curado de concreto absorbe más cantidad de tiempo en 15.32%, acabado de concreto aporta 14.96% y vibración de concreto 14.77% del tiempo contabilizado en trabajo productivo con un global de 59.53%; en trabajos contributorio transporte 17.51%, colocación de material 1.20%, y trabajos no contributivos con mayores incidencias verificando trabajo 12.19%, caminando 7.16%, esperando llenado de concreto 2.29%, teniendo un global de 21.76%.

Figura 23:

Cuadro y gráficos de concreto para zapata – carta balance 4 semanas.



OBRA:		INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133	RESPONSABLE		Pacheco Coronel, Pedro Nolasco		
SERVICIO:		CONCRETO EN ZAPATA	PERIODO		FEBRERO		
RESUMEN							
	CLASIFICACION DE TIEMPOS	LINEA BASE	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	PROMEDIO
PRODUCTIVA	Productiva	42.15%	58.39%	63.79%	58.57%	57.36%	59.53%
CONTRIBUTIVO	Transporte	8.28%	16.60%	12.51%	23.93%	21.83%	18.72%
	Control	22.95%	8.80%	14.35%	13.93%	11.68%	12.19%
NO CONTIBUTORIA	Parada	7.82%	0.47%				0.16%
	Espera	9.52%	9.16%				2.29%
	Caminando / Traslado	9.28%	6.59%	9.36%	3.57%	9.14%	7.16%
		TOTALES	100.0%	100.00%	100.00%	100.00%	100.04%

Nota. En la siguiente figura se presentan el cuadro resumen de 04 semanas utilizando la carta balance propuesta, donde en el tipo de trabajo se aprecia una evolución de mejora en trabajo productivo de 42.15% de línea base a 59.53% en promedio de trabajo productivo, en contributivo se aprecia una incremento en la actividad transporte de 18.72% con respecto a la línea base de 8.28% después de 4 semanas, en trabajo no contributorio se aprecia mejoras en control de 22.95% línea base a 12.19% en promedio y en caminando/traslado se aprecia un decrecimiento de 9.28% a 7.16% que según los datos en global se mejoró. En el gráfico de barras se aprecia productividad base de 42.15% en el inicio de la investigación y se mejora en la semana 2 en 63.29% de productividad.

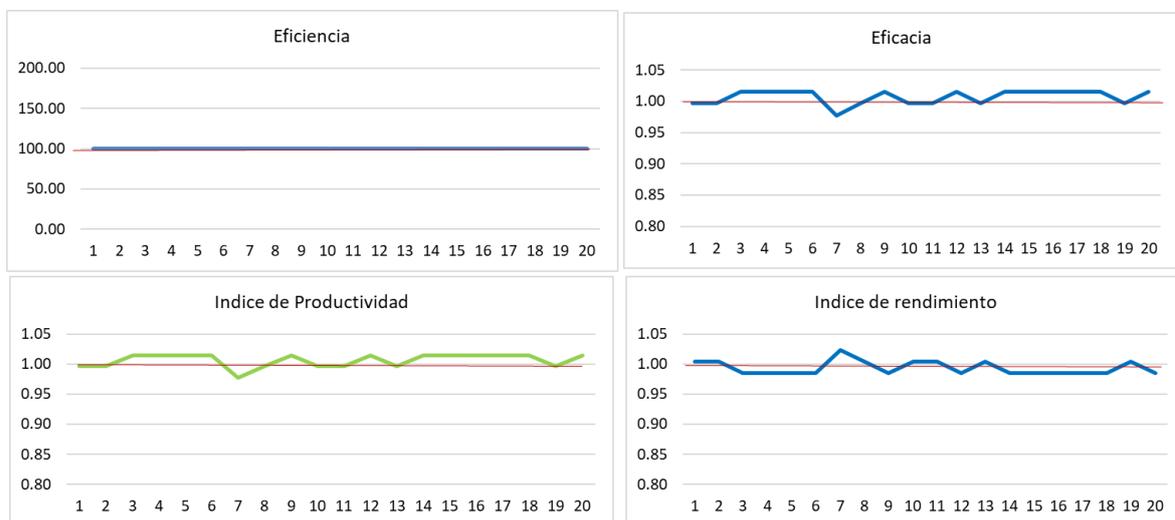
Tabla 11:

Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida concreto para zapatas –registro 4 semanas

Partida	CONCRETO ZAPATA									
Unidad	m3	Producción Base Diaria	26.6	m3/día	Producción base total	533	m3			
Jornada:	8	Número Base Hombres	14		Producción real total	562.275	m3			

Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	IP.	IR	Eficiencia	Eficacia
1	26.5	14	0.24	4.21	0.24	4.23	1.00	1.00	100.00	1.00
2	26.5	14	0.24	4.21	0.24	4.23	1.00	1.00	100.00	1.00
3	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02
4	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02
5	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02

6	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02
7	26	14	0.24	4.21	0.23	4.31	0.98	1.02	100.00	0.98
8	26.5	14	0.24	4.21	0.24	4.23	1.00	1.00	100.00	1.00
9	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02
10	26.5	14	0.24	4.21	0.24	4.23	1.00	1.00	100.00	1.00
11	26.5	14	0.24	4.21	0.24	4.23	1.00	1.00	100.00	1.00
12	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02
13	26.5	14	0.24	4.21	0.24	4.23	1.00	1.00	100.00	1.00
14	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02
15	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02
16	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02
17	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02
18	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02
19	26.5	14	0.24	4.21	0.24	4.23	1.00	1.00	100.00	1.00
20	27	14	0.24	4.21	0.24	4.15	1.02	0.99	100.00	1.02



Nota: Se observa que la actividad en el día 7 realizó concreto menos de lo previsto, llegando a tener una eficacia de 98%, la cuadrilla de 14 personas se ha mantenido durante la aplicación de la carta balance logrando tener 100% de eficiencia de mano de obra, el índice de productividad tiende a mejorar en un 1.02%, con respecto al rendimiento base de 4.21 m³/hh a una mejora de 4.15 m³/hh, se alcanzan índices de rendimiento menores a uno (1), no se redujo la cuadrilla pero la eficacia en algunos días ha sido mayor a 1.00, esto se originó por la cantidad alcanzada de m³ colocados de concreto en campo y por las particularidades de los elementos de cada sector.

3.2 Análisis de la estructura viga de cimentación.

3.2.1 Acero corrugado $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ grado 60 – para viga de cimentación.

Tabla 12:

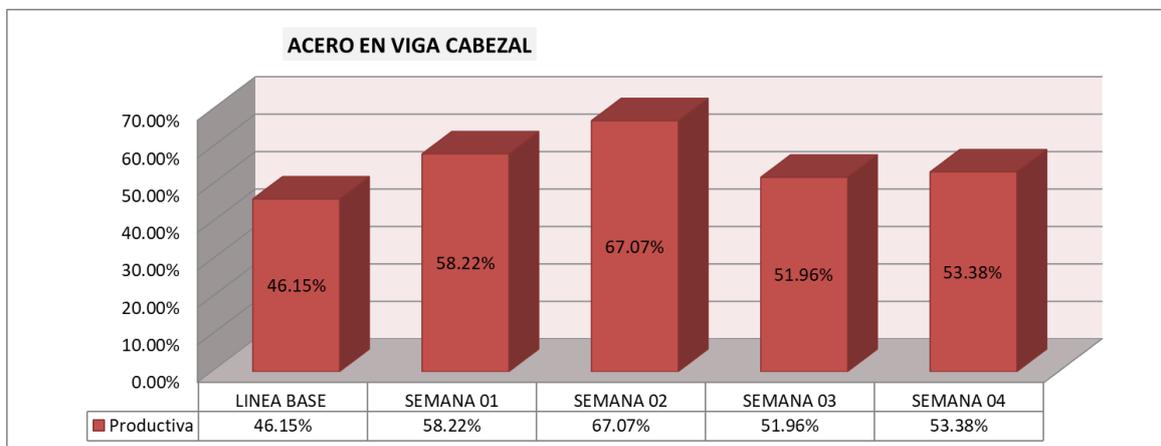
Distribución de trabajo en partida acero para viga de cimentación–registro 4 semanas

REGISTRO DE OPERACIONES			REGISTRO DEL MUESTREO		
Tipo de trabajo	Distribución de trabajo	Referencia	Tipo de Operación	Promedio	Parcial
TRABAJO PRODUCTIVO	ALINEACION Y COLOCACION ACERO	A	Productiva	20.01%	
	TEJIDO - AJUSTE	B	Productiva	19.42%	
	SOLDANDO	C	Productiva	5.37%	57.66%
	EMPLANTILLADO C/ SOLDADURA	D	Productiva	0.00%	
	SUJETAR PARA TEJER	E	Productiva	12.86%	
TRABAJO CONTRIBUTIVO	TRANSPORTE DE MATERIAL	F	Transporte	8.76%	15.01%
	RECIBIENDO MATERIAL	G	Transporte	6.24%	
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	PREPARACION DE ALAMBRE	H	Control	2.11%	
	VERIFICACION DE MATERIAL	I	Control	1.55%	
	MARCANDO	J	Control	3.18%	
	MIDIENDO	K	Control	3.25%	
	ESPERANDO LLEGADA DE MATERIAL	L	Espera	1.07%	27.34%
	ESPERANDO COLOCACION PARA TEJER	M	Espera	5.60%	
	PARADO	N	Parada	5.24%	
CAMINANDO	O	Caminando / Traslado	5.34%		
TOTALES				100.00%	100.00%

Nota. Se observa en la tabla 12, que la actividad tejido y ajuste tiene en trabajos productivos 19.42% y alineación y colocación de acero en 20.01%, con un global de 57.66%; en trabajos contributorio transporte 8.76% aporta, recibiendo material 6.24%, con un global de 15.21%; y trabajos no contributivos con mayores incidencias es esperando con 5.60%, caminando 5.34%, parado 5.24%, marcando 3.18%, teniendo un acumulado de 27.34%. Datos obtenidos Anexo N° 3.

Figura 24:

Cuadro y gráficos de acero para viga de cimentación – carta balance 4 semanas.



OBRA:		INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N°	RESPONSABLE	EDGAR RODAS			
SERVICIO:		ACERO EN VIGA DE CIMENTACION	PERIODO	ENERO // FEBRERO			
RESUMEN							
	CLASIFICACION DE TIEMPOS	LINEA BASE	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	PROMEDIO
PRODUCTIVA	Productiva	46.15%	58.22%	67.07%	51.96%	53.38%	57.66%
CONTRIBUTIVO	Transporte	12.33%	13.38%	11.78%	16.43%	18.44%	15.01%
	Control	7.69%	9.32%	7.52%	13.33%	10.20%	10.09%
NO CONTRIBUTORIA	Parada	7.58%	6.40%	3.98%	4.62%	5.95%	5.24%
	Espera	11.18%	6.48%	4.85%	7.69%	7.66%	6.67%
	Caminando / Traslado	15.07%	6.20%	4.80%	5.98%	4.36%	5.34%
TOTALES		100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Nota. Se presentan el cuadro resumen de 04 semanas utilizando la carta balance propuesta, en el tipo de trabajo se aprecia una evolución de mejora en trabajo productivo base de 46.15% a un máximo en la segunda semana 67.07% en promedio de trabajo productivo, en contributivo se aprecia un incremento en la actividad transporte de 15.01% con respecto a la línea base de 12.33% después de 4 semanas, en trabajo no contributivo se aprecia una mejora en control de 7.69% línea base a 10.09% en promedio y en caminando/traslado se aprecia un decrecimiento de 15.07 a 5.34% en promedio. que según los datos en global se mejoró. En el gráfico de barras se aprecia productividad base de 46.15% en el inicio de la investigación y se mejora en la semana 2 en 67.07% de productividad, se aprecia un

decrecimiento de productividad, pero es por la optimización de la cuadrilla típica, que paso de 9 personas a 8 personas.

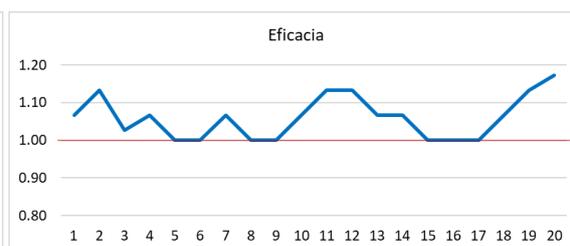
Tabla 13:

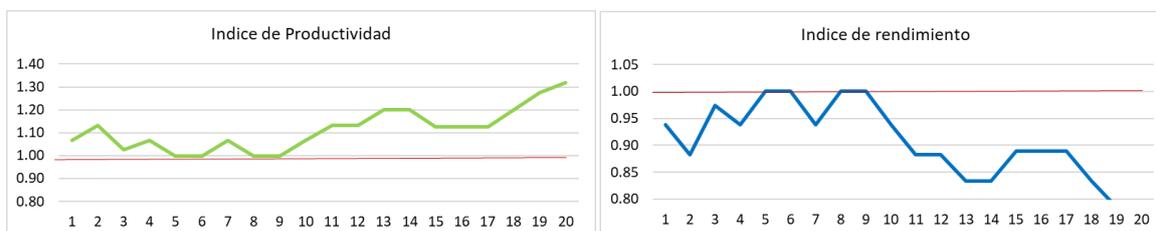
Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida acero para viga de cimentación –registro 4 semanas

Partida ACERO VIGA CABEZAL

Unidad	kg	Producción Base Diaria	750.38	kg/día	Producción base total	15008	m3
Jornada:	8	Número Base Hombres	9		Producción real total	16695	m3

Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	IP.	IR	Eficiencia	Eficacia
1	800	9	10.42	0.10	11.11	0.09	1.07	0.94	100.00	1.07
2	850	9	10.42	0.10	11.81	0.08	1.13	0.88	100.00	1.13
3	770	9	10.42	0.10	10.69	0.09	1.03	0.97	100.00	1.03
4	800	9	10.42	0.10	11.11	0.09	1.07	0.94	100.00	1.07
5	750	9	10.42	0.10	10.42	0.10	1.00	1.00	100.00	1.00
6	750	9	10.42	0.10	10.42	0.10	1.00	1.00	100.00	1.00
7	800	9	10.42	0.10	11.11	0.09	1.07	0.94	100.00	1.07
8	750	9	10.42	0.10	10.42	0.10	1.00	1.00	100.00	1.00
9	750	9	10.42	0.10	10.42	0.10	1.00	1.00	100.00	1.00
10	800	9	10.42	0.10	11.11	0.09	1.07	0.94	100.00	1.07
11	850	9	10.42	0.10	11.81	0.08	1.13	0.88	100.00	1.13
12	850	9	10.42	0.10	11.81	0.08	1.13	0.88	100.00	1.13
13	800	8	10.42	0.10	12.50	0.08	1.20	0.83	112.50	1.07
14	800	8	10.42	0.10	12.50	0.08	1.20	0.83	112.50	1.07
15	750	8	10.42	0.10	11.72	0.09	1.12	0.89	112.50	1.00
16	750	8	10.42	0.10	11.72	0.09	1.12	0.89	112.50	1.00
17	750	8	10.42	0.10	11.72	0.09	1.12	0.89	112.50	1.00
18	800	8	10.42	0.10	12.50	0.08	1.20	0.83	112.50	1.07
19	850	8	10.42	0.10	13.28	0.08	1.27	0.78	112.50	1.13
20	880	8	10.42	0.10	13.75	0.07	1.32	0.76	112.50	1.17





Nota: Se observa en la tabla 13 que a partir del día 13 se redujo la cuadrilla prevista de 9 personas a 8 personas, el índice de productividad tuvo una mejora en un 32% en productividad, con respecto al rendimiento alcanzó una mejora de 0.07 hh/kg, alcanza índices de rendimiento hasta 0.76 hh/kg, además presenta una eficiencia constante hasta el día 13 mejorando su eficiencia, se redujo la cuadrilla, la eficacia llegó a 17% en los últimos días, por la cantidad alcanzada por kg. colocados de acero en campo.

3.2.2 Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – para viga de cimentación.

Tabla 14:

*Distribución de trabajo en partida concreto para viga de cimentación–registro 4
semanas*

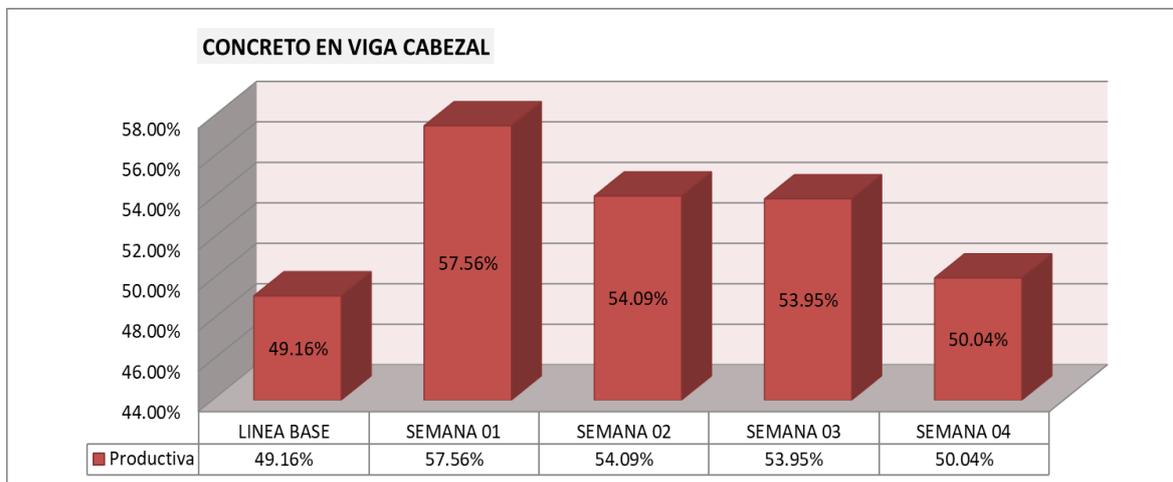
REGISTRO DE OPERACIONES			REGISTRO DEL MUESTREO		
Tipo de trabajo	Distribución de trabajo	Referencia	Tipo de Operación	Promedio	Parcial
TRABAJO PRODUCTIVO	VACIADO DE CONCRETO	A	Productiva	16.97%	53.91%
	VIBRACION DE CONCRETO	B	Productiva	20.69%	
	ACABADO DE CONCRETO (SOLAQUEO, NIVELACIÓN)	C	Productiva	10.04%	
	ESPARCIMIENTO DE CONCRETO	D	Productiva	6.21%	
TRABAJO CONTRIBUTIVO	TRANSPORTE DE MATERIAL	E	Transporte	9.22%	9.22%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	GOLPES CON MARTILLO	F	Control	18.06%	36.86%
	SOPLETEO PARA LIMPIEZA	G	Control	0.64%	
	COLOCACION DE MATERIAL	H	Caminando / Traslado	3.08%	
	VERIFICANDO TRABAJO	I	Espera	5.92%	

CAMINANDO	J	Espera	6.49%
PARADO ESPERANDO CONCRETO	K	Espera	2.33%
PARADO SIN SERVICIO	L	Espera	0.35%
TOTALES			100.00% 100.00%

Nota: Se observa en la tabla 14, que la actividad vibración de concreto absorbe más cantidad de tiempo en 20.69% y vaciado de concreto 16.97% del tiempo contabilizado en trabajo productivo con un parcial de 53.91%; en trabajos contributorio transporte incide en 9.22%; y trabajos no contributivos con mayores incidencias golpes con martillo 18.06%, verificando trabajo en 5.92%, caminando 6.49%, esperando llenado de concreto 2.33%, con un parcial de 36.86%.

Figura 25:

Cuadro y gráficos de concreto para viga de cimentación – carta balance 4 semanas.



OBRA:	INFRAESTRUCTURA	RESPONSABLE	EDGAR RODAS			
SERVICIO:	CONCRETO EN VIGA	PERIODO	Enero // febrero			
RESUMEN						
CLASIFICACION DE TIEMPOS	LINEA BASE	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	PROMEDIO
Productiva	49.16%	57.56%	54.09%	53.95%	50.04%	53.91%
Transporte	8.16%	21.36%	15.43%	18.71%	16.73%	18.06%
Control	23.51%	7.54%	8.40%	9.67%	13.85%	9.86%
Parada	10.41%	10.01%	15.90%	6.29%	4.47%	9.17%
Espera	3.45%	3.01%	4.00%	7.15%	9.51%	5.92%
Caminando / Traslado	5.30%	0.51%	2.18%	4.23%	5.40%	3.08%
TOTALES	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

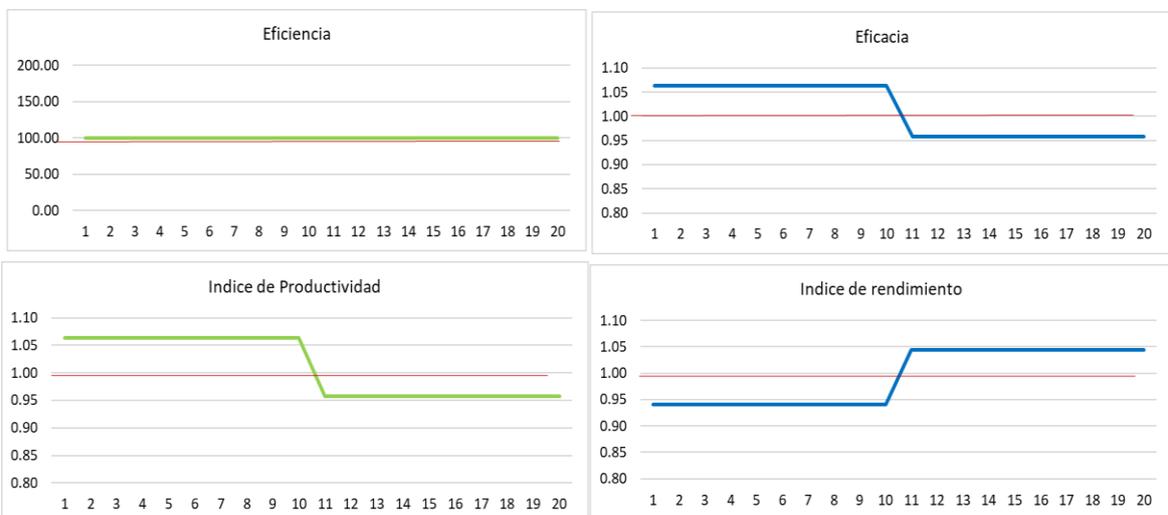
Nota. Se presentan el cuadro resumen de 04 semanas utilizando la carta balance propuesta para concreto de vigas de cimentación, en el tipo de trabajo se aprecia una evolución de mejora en trabajo productivo base de 49.16% a un máximo en la primera semana 57.56% e trabajo productivo, en contributivo se aprecia un incremento en la actividad transporte de 18.06% en promedio, con respecto a la línea base de 8.16% después de 4 semanas, en trabajo no contributivo se aprecia una mejora en control de 9.86% línea base a 23.51% en promedio y en caminando/traslado se aprecia un decrecimiento de 5.30% base a 3.08% en promedio ejecutado, que según los datos en global se mejoró. En el gráfico de barras se aprecia productividad base de 49.16% en el inicio de la investigación y se mejora en la semana 1 en 57.56% de productividad, se aprecia un decrecimiento de productividad.

Tabla 15:

Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida concreto para viga de cimentación –registro 4 semanas

Partida	CONCRETO VIGA CIMENTACIÓN					
Unidad	m3	Producción Base Diaria	4.7	m3/día	Producción base total	94 m3
Jornada:	8	Número Base Hombres	7		Producción real total	99.75 m3

Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	IP.	IR	Eficiencia	Eficacia
1	5	7	0.08	11.91	0.09	11.20	1.06	0.94	100.00	1.06
2	5	7	0.08	11.91	0.09	11.20	1.06	0.94	100.00	1.06
3	5	7	0.08	11.91	0.09	11.20	1.06	0.94	100.00	1.06
4	5	7	0.08	11.91	0.09	11.20	1.06	0.94	100.00	1.06
5	5	7	0.08	11.91	0.09	11.20	1.06	0.94	100.00	1.06
6	5	7	0.08	11.91	0.09	11.20	1.06	0.94	100.00	1.06
7	5	7	0.08	11.91	0.09	11.20	1.06	0.94	100.00	1.06
8	5	7	0.08	11.91	0.09	11.20	1.06	0.94	100.00	1.06
9	5	7	0.08	11.91	0.09	11.20	1.06	0.94	100.00	1.06
10	5	7	0.08	11.91	0.09	11.20	1.06	0.94	100.00	1.06
11	4.5	7	0.08	11.91	0.08	12.44	0.96	1.04	100.00	0.96
12	4.5	7	0.08	11.91	0.08	12.44	0.96	1.04	100.00	0.96
13	4.5	7	0.08	11.91	0.08	12.44	0.96	1.04	100.00	0.96
14	4.5	7	0.08	11.91	0.08	12.44	0.96	1.04	100.00	0.96
15	4.5	7	0.08	11.91	0.08	12.44	0.96	1.04	100.00	0.96
16	4.5	7	0.08	11.91	0.08	12.44	0.96	1.04	100.00	0.96
17	4.5	7	0.08	11.91	0.08	12.44	0.96	1.04	100.00	0.96
18	4.5	7	0.08	11.91	0.08	12.44	0.96	1.04	100.00	0.96
19	4.5	7	0.08	11.91	0.08	12.44	0.96	1.04	100.00	0.96
20	4.5	7	0.08	11.91	0.08	12.44	0.96	1.04	100.00	0.96



Nota: Se observa en la tabla 15 que a partir del día 11 se redujo la producción diaria de concreto esto debido a las secciones de los módulos en estudio, el índice de productividad tuvo una mejora en un 1% en productividad, con respecto al rendimiento alcanza índices de

hasta 0.94 hh/kg, además presenta una eficiencia constante, pero en eficacia llego a 96% en los últimos días, por la reducción de concreto vertido.

3.2.3 Encofrado y desencofrado – para viga de cimentación.

Tabla 16:

Distribución de trabajo en partida encofrado para viga de cimentación–registro 4 semanas.

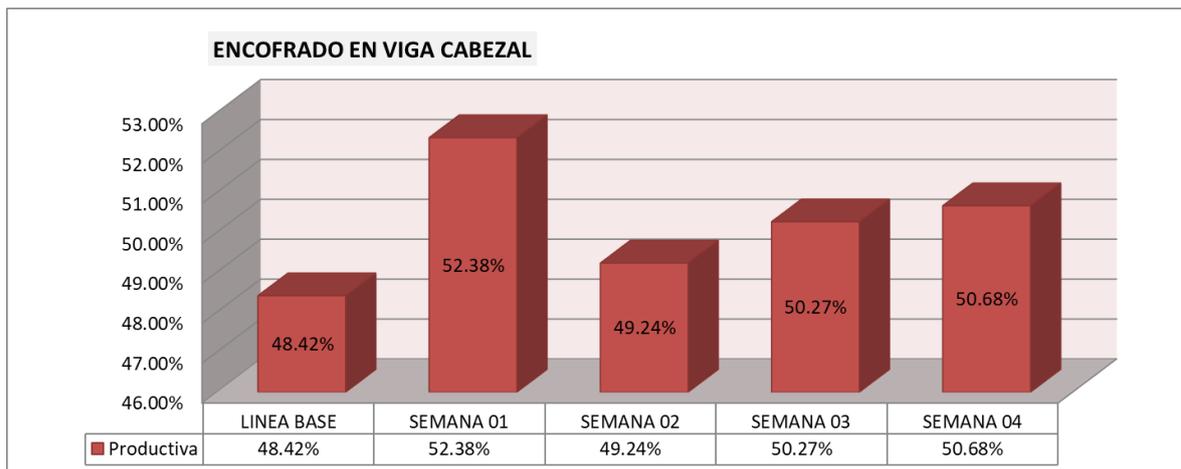
REGISTRO DE OPERACIONES			REGISTRO DEL MUESTREO		
Tipo de trabajo	Distribución de trabajo	Referencia	Tipo de Operación	Promedio	Parcial
TRABAJO PRODUCTIVO	PREPARACION PREVIA	A	Productiva	0.00%	
	UNION DE ENCOFRADO (EN PISO)	B	Productiva	11.59%	
	AMARRE DE ENCOFRADO	C	Productiva	7.08%	
	ENGRAPADO	D	Productiva	0.54%	
	ATORNILLADO	E	Productiva	11.96%	50.64%
	COLOCACION DE PANELES	F	Productiva	6.24%	
	ARMADO Y DESARMADO DE ANDAMIO	G	Productiva	0.00%	
	COLOCACION DE MATERIAL	H	Productiva	6.68%	
	MARTILLANDO	I	Productiva	6.54%	
TRABAJO CONTRIBUTIVO	RECIBO DE MATERIAL	J	Transporte	9.95%	
	TRANSPORTE DE MATERIAL	K	Transporte	10.06%	20.01%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	APUNTALAMIENTO DE ENCOFRADO	L	Control	3.98%	
	APLOMADO	M	Control	0.54%	
	PREPARANDO MATERIAL (DESENCOFRADO)	N	Control	0.96%	29.35%
	CORTANDO	O	Control	1.67%	
	MIDIENDO	P	Control	3.77%	
	ESPERA COLOCACION DE MATERIAL	Q	Espera	4.26%	

ESPERA PARA CARGAR MATERIAL	R	Espera	5.51%
CAMINANDO	S	Caminando / Traslado	4.90%
PARADO SIN SERVICIO	T	Parada	3.76%
		TOTALES	100.00% 100.00%

Nota. Se observa en la tabla 16, que la actividad atornillado de encofrado absorbe más cantidad de tiempo en 11.96% y unión de encofrado 11.59% del tiempo contabilizado en trabajo productivo, en trabajos contributivo transporte 10.06%, recibo de material 9.95%, y trabajos no contributivos con mayores incidencias espera para cargar material 5.51%, caminando 4.49%, espera 4,26%, apuntalamiento 3.98% y midiendo 3.77% de incidencia en este tipo de trabajo.

Figura 26:

Cuadro y gráficos de encofrado para viga de cimentación – carta balance 4 semanas.



OBRA:	INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133	RESPONSABLE	ADILSON CODECEIRA			
SERVICIO:	ENCOFRADO EN VIGA CABEZAL	PERIODO	ENERO // FEBRERO			
RESUMEN						
CLASIFICACION DE TIEMPOS	LINEA BASE	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	PROMEDIO
Productiva	48.42%	52.38%	49.24%	50.27%	50.68%	50.63%
Transporte	20.46%	11.21%	18.48%	28.52%	21.81%	19.41%
Control	8.58%	18.13%	15.37%	1.42%	8.74%	11.64%
Parada	8.87%	4.15%	3.84%	3.27%	3.79%	3.75%
Espera	2.07%	9.37%	8.02%	13.05%	8.66%	10.14%
Caminando / Traslado	11.60%	4.76%	5.05%	3.46%	6.33%	4.42%
	TOTALES	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Nota Se presentan el cuadro resumen de 04 semanas utilizando la carta balance propuesta, en el tipo de trabajo se aprecia una evolución de mejora en trabajo productivo base de 48.42% a un máximo de 50.63% en promedio de trabajo productivo, en trabajo contributivo se aprecia un decrecimiento en promedio en la actividad transporte de 19.41% con respecto a la línea base de 20.46% después de 4 semanas, en trabajo no contributivo se aprecia una mejora en paradas de 8.87% línea base a 3.75% en promedio y en caminando/traslado se aprecia un decrecimiento de 11.60% línea base a 4.42% en promedio, que según los datos en global se mejoró. En el gráfico de barras se aprecia productividad base de 48.42% y logrando un promedio por encima de la base.

Tabla 17:

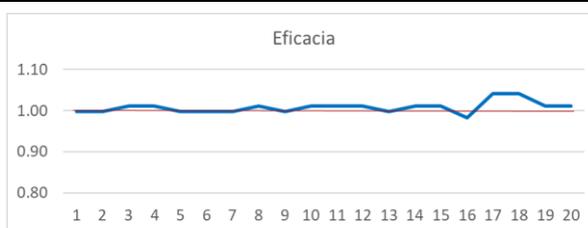
Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida encofrado para viga cimentación –registro 4 semanas

Partida ENCOFRADO VIGA CIMENTACIÓN

Unidad	m ²	Producción Base Diaria	34.6	m ² /día	Producción base total	692	m ²
Jornada:	8	Número Base Hombres	6		Producción real total	697.5	m ²

Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	IP.	IR	Eficiencia	Eficacia
1	34.5	6	0.72	1.39	0.72	1.39	1.00	1.00	100.00	1.00
2	34.5	6	0.72	1.39	0.72	1.39	1.00	1.00	100.00	1.00
3	35	6	0.72	1.39	0.73	1.37	1.01	0.99	100.00	1.01
4	35	6	0.72	1.39	0.73	1.37	1.01	0.99	100.00	1.01
5	34.5	6	0.72	1.39	0.72	1.39	1.00	1.00	100.00	1.00

6	34.5	6	0.72	1.39	0.72	1.39	1.00	1.00	100.00	1.00
7	34.5	6	0.72	1.39	0.72	1.39	1.00	1.00	100.00	1.00
8	35	6	0.72	1.39	0.73	1.37	1.01	0.99	100.00	1.01
9	34.5	6	0.72	1.39	0.72	1.39	1.00	1.00	100.00	1.00
10	35	6	0.72	1.39	0.73	1.37	1.01	0.99	100.00	1.01
11	35	6	0.72	1.39	0.73	1.37	1.01	0.99	100.00	1.01
12	35	6	0.72	1.39	0.73	1.37	1.01	0.99	100.00	1.01
13	34.5	6	0.72	1.39	0.72	1.39	1.00	1.00	100.00	1.00
14	35	6	0.72	1.39	0.73	1.37	1.01	0.99	100.00	1.01
15	35	6	0.72	1.39	0.73	1.37	1.01	0.99	100.00	1.01
16	34	6	0.72	1.39	0.71	1.41	0.98	1.02	100.00	0.98
17	36	6	0.72	1.39	0.75	1.33	1.04	0.96	100.00	1.04
18	36	6	0.72	1.39	0.75	1.33	1.04	0.96	100.00	1.04
19	35	6	0.72	1.39	0.73	1.37	1.01	0.99	100.00	1.01
20	35	6	0.72	1.39	0.73	1.37	1.01	0.99	100.00	1.01



Nota. Se observa en la tabla 17 el índice de productividad tuvo una mejora en un 4% en productividad los días 17 y 18, muestra una eficiencia constante esta partida, pero tenemos en la fecha 16 una ineficacia alcanzada en 98% debido al concreto de estructura del módulo, pero en promedio la cuadrilla ejecuto volúmenes mayores a los previstos. Se logra un rendimiento de 34.6 m²/día a 34.88 m²/día alcanzado, con una mejora de productividad de 1%.

3.3 Análisis de la estructura columna y placas.

3.3.1 Acero corrugado $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ grado 60 – para columna y placa.

Tabla 18:

Distribución de trabajo en partida acero para columna–registro 4 semanas

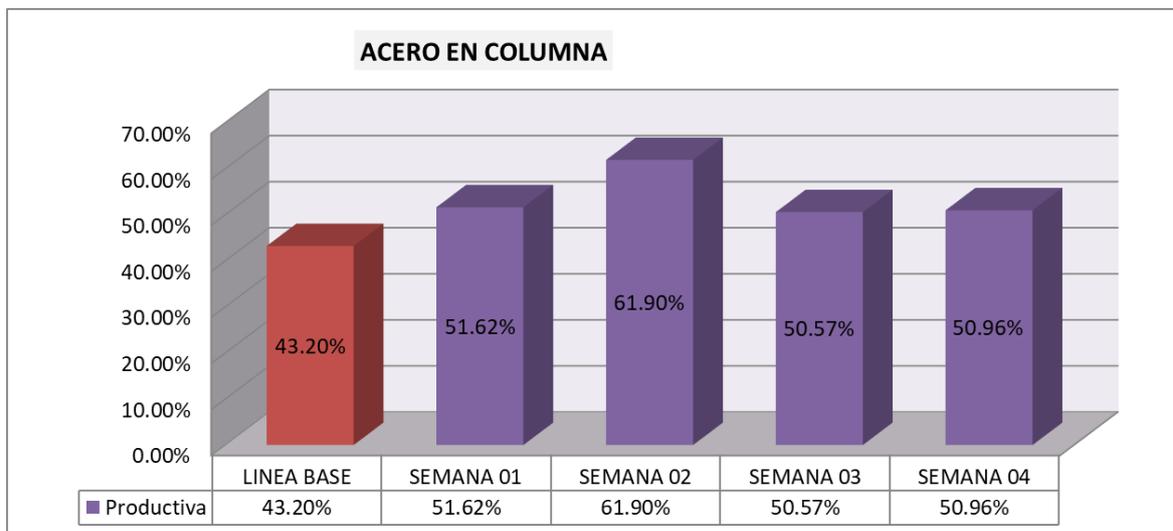
REGISTRO DE OPERACIONES			REGISTRO DEL MUESTREO		
Tipo de trabajo	Distribución de trabajo	Referencia	Tipo de Operación	Promedio	Parcial
TRABAJO PRODUCTIVO	ALINEACION Y COLOCACION ACERO	A	Productiva	12.86%	
	TEJIDO - AJUSTE	B	Productiva	27.06%	
	SOLDANDO	C	Productiva	0.00%	53.76%
	EMPLANTILLADO C/ SOLDADURA	D	Productiva	0.00%	
	SUJETAR PARA TEJER	E	Productiva	13.84%	
TRABAJO CONTRIBUTIVO	TRANSPORTE DE MATERIAL	F	Transporte	10.81%	17.49%
	RECIBIENDO MATERIAL	G	Transporte	6.68%	
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	PREPARACION DE ALAMBRE	H	Control	4.42%	
	VERIFICACION DE MATERIAL	I	Control	2.13%	
	MARCANDO	J	Control	2.19%	
	MIDIENDO	K	Control	1.97%	
	ESPERANDO LLEGADA DE MATERIAL	L	Espera	1.62%	28.75%
	ESPERANDO COLOCACION PARA TEJER	M	Espera	6.23%	
	PARADO	N	Parada	6.38%	
CAMINANDO	O	Caminando / Traslado	3.81%		
TOTALES				100.00%	100.00%

Nota: Se observa en la tabla 18, que la actividad tejido y ajuste absorbe más cantidad de tiempo en 27.06%, alineación y colocación de acero 12.86% y sujetar para tejer 13.84% del tiempo contabilizado en trabajo productivo acumulando un parcial de 53.76%, en trabajos contributorio transporte 10.81%, recibiendo material 6.68%, con un parcial de 17.49%; y

trabajos no contributivos con mayores incidencias parado 6.38%, esperando colocación para tejer 6.23%, preparación de alambre 4.42% y caminando 3.81%, con un parcial de 28.75%.

Figura 27:

Cuadro y gráficos de acero para columna – carta balance 4 semanas.



OBRA:	INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133	RESPONSABLE	Gutierrez Ledesma, Jorge Giancarlos			
SERVICIO:	ACERO EN COLUMNA	PERIODO	FEBRERO			
RESUMEN						
CLASIFICACION DE TIEMPOS	LINEA BASE	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	PROMEDIO
Productiva	43.20%	51.62%	61.90%	50.57%	50.96%	53.76%
Transporte	9.43%	17.27%	14.88%	14.88%	22.91%	17.49%
Control	29.61%	12.89%	7.51%	15.44%	7.01%	10.71%
Parada	2.63%	3.39%	7.80%	5.79%	8.55%	6.38%
Espera	9.21%	12.43%	4.64%	7.85%	6.48%	7.85%
Caminando / Traslado	5.92%	2.39%	3.27%	5.48%	4.10%	3.81%
TOTALES	100.0%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Nota. se presentan el cuadro resumen de 04 semanas utilizando la carta balance propuesta, en el tipo de trabajo se aprecia una evolución de mejora en trabajo productivo base de 43.20% a un máximo en la segunda semana 61.90% de trabajo productivo y en promedio alcanza 53.76%, en trabajo contributivo se aprecia un incremento en la actividad transporte

de 17.49% con respecto a la línea base de 9.43%, después de 4 semanas, en trabajo no contributorio se aprecia una mejora en control de 29.61% línea base a 10.71% en promedio y en parada un incremento de 2.63% en línea base a 6.38% ejecutado, caminando/traslado se aprecia un decrecimiento de 5.92% línea base a 3.81% en promedio, espera de 9.21% línea base a 7.85%. que según los datos en global se mejoró. En el gráfico de barras se aprecia productividad base de 43.20% en el inicio de la investigación y se mejora en la semana 2 en 61.90% de productividad, se aprecia un decrecimiento de productividad, pero se mantiene por encima de la línea base.

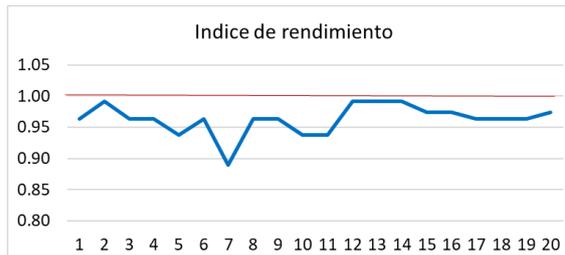
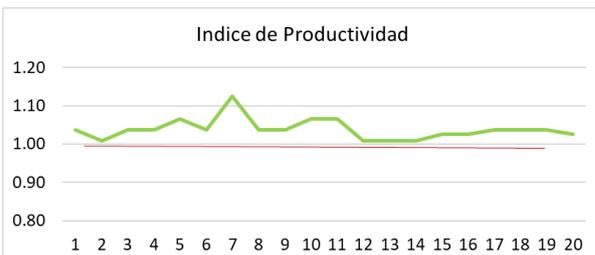
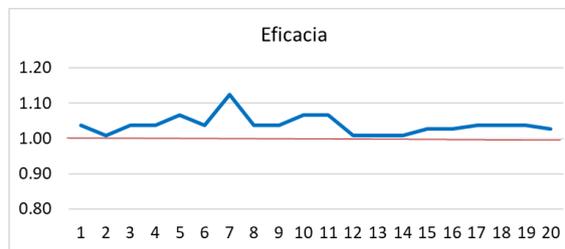
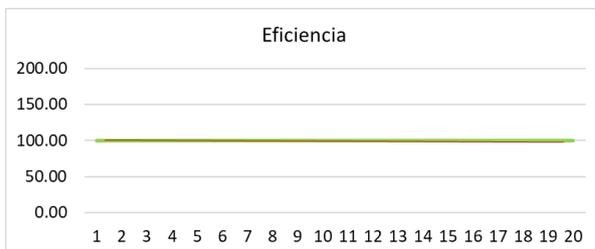
Tabla 19:

Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida acero para columna –registro 4 semanas

ACERO		COLUMNA	
Unidad	kg	Producción Base Diaria	1734.6 kg/día
Jornada:	8	Número Base Hombres	16
		Producción base total	34691 kg
		Producción real total	37842 kg

Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	IP.	IR	Eficiencia	Eficacia
1	1800	16	13.55	0.07	14.06	0.07	1.04	0.96	100.00	1.04
2	1750	16	13.55	0.07	13.67	0.07	1.01	0.99	100.00	1.01
3	1800	16	13.55	0.07	14.06	0.07	1.04	0.96	100.00	1.04
4	1800	16	13.55	0.07	14.06	0.07	1.04	0.96	100.00	1.04
5	1850	16	13.55	0.07	14.45	0.07	1.07	0.94	100.00	1.07
6	1800	16	13.55	0.07	14.06	0.07	1.04	0.96	100.00	1.04
7	1950	16	13.55	0.07	15.23	0.07	1.12	0.89	100.00	1.12
8	1800	16	13.55	0.07	14.06	0.07	1.04	0.96	100.00	1.04
9	1800	16	13.55	0.07	14.06	0.07	1.04	0.96	100.00	1.04
10	1850	16	13.55	0.07	14.45	0.07	1.07	0.94	100.00	1.07
11	1850	16	13.55	0.07	14.45	0.07	1.07	0.94	100.00	1.07
12	1750	16	13.55	0.07	13.67	0.07	1.01	0.99	100.00	1.01
13	1750	16	13.55	0.07	13.67	0.07	1.01	0.99	100.00	1.01
14	1750	16	13.55	0.07	13.67	0.07	1.01	0.99	100.00	1.01
15	1780	16	13.55	0.07	13.91	0.07	1.03	0.97	100.00	1.03
16	1780	16	13.55	0.07	13.91	0.07	1.03	0.97	100.00	1.03

17	1800	16	13.55	0.07	14.06	0.07	1.04	0.96	100.00	1.04
18	1800	16	13.55	0.07	14.06	0.07	1.04	0.96	100.00	1.04
19	1800	16	13.55	0.07	14.06	0.07	1.04	0.96	100.00	1.04
20	1780	16	13.55	0.07	13.91	0.07	1.03	0.97	100.00	1.03



Nota. Se observa en la tabla 19 que el índice de productividad mantuvo una mejora alcanzando un pico de 1.07 kg/hh en productividad, además presenta una eficiencia constante, y una eficacia por encima de lo previsto llegando a 7.0 % con el máximo. En rendimiento alcanza 1802 kg/día en comparación con la base 1734.60 kg/día alcanzando una mejora en 4.0 %.

3.3.2 Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – para columna y placa.

Tabla 20:

Distribución de trabajo en partida concreto para columna–registro 4 semanas

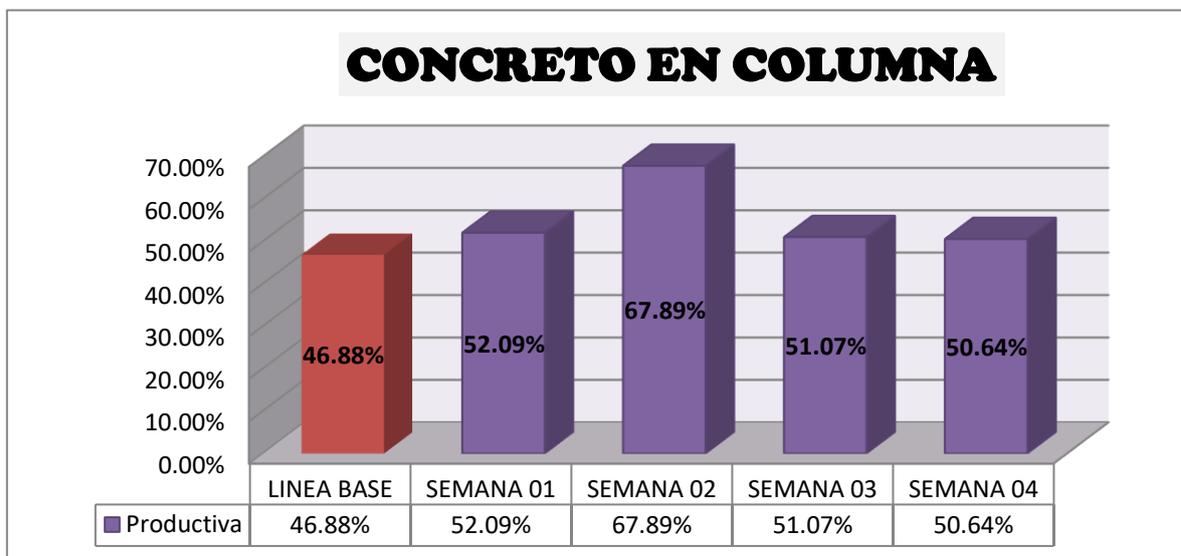
REGISTRO DE OPERACIONES			REGISTRO DEL MUESTREO		
Tipo de trabajo	Distribución de trabajo	Referencia	Tipo de Operación	Promedio	Parcial
TRABAJO PRODUCTIVO	VACIADO DE CONCRETO	A	Productiva	17.76%	
	VIBRACION DE CONCRETO	B	Productiva	9.49%	
	ACABADO DE CONCRETO (SOLAQUEO, NIVELACIÓN)	C	Productiva	6.65%	55.42%
	ESPARCIMIENTO DE CONCRETO	D	Productiva	21.52%	

TRABAJO CONTRIBUTIVO	TRANSPORTE DE MATERIAL	F	Transporte	13.65%	13.65%
	VERIFICACION DE TRABAJOS	G	Control	9.97%	
	GOLPES CON MARTILLO	E	Control	1.11%	
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	CAMINANDO	H	Caminando / Traslado	4.20%	30.93%
	ESPERANDO LLENADO DE CONCRETO	I	Espera	8.91%	
	PARADO SIN SERVICIO	J	Parada	6.74%	
TOTALES				100.00%	100.00%

Nota. Se observa en la tabla 20, que la actividad esparciendo concreto absorbe una cantidad de tiempo de 21.52%, vaciado de concreto en 17.76% y vibración de concreto 9.49% del tiempo contabilizado en trabajo productivo, en trabajos contributorio transporte 13.65%, y trabajos no contributivos con mayores incidencias verificando trabajo 9.97%, esperando en 8.91%, caminando 4.20%, parado sin servicio 6.74%.

Figura 28:

Cuadro y gráficos de concreto para columna – carta balance 4 semanas.



OBRA:	INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133	RESPONSABLE	Alva Miranda Raul Leoncio			
SERVICIO:	CONCRETO EN COLUMNA	PERIODO	ENERO / FEBRERO			
RESUMEN						
CLASIFICACION DE TIEMPOS	LINEA BASE	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	PROMEDIO
Productiva	46.88%	52.09%	67.89%	51.07%	50.64%	55.42%
Transporte	8.75%	13.18%	5.22%	20.09%	16.11%	13.65%
Control	21.25%	15.43%	5.89%	10.90%	12.08%	11.08%
Parada	6.25%	8.04%	6.73%	2.99%	9.20%	6.74%
Espera	11.25%	5.79%	9.57%	12.82%	7.48%	8.91%
Caminando / Traslado	5.63%	5.47%	4.69%	2.14%	4.50%	4.20%
	TOTALES	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

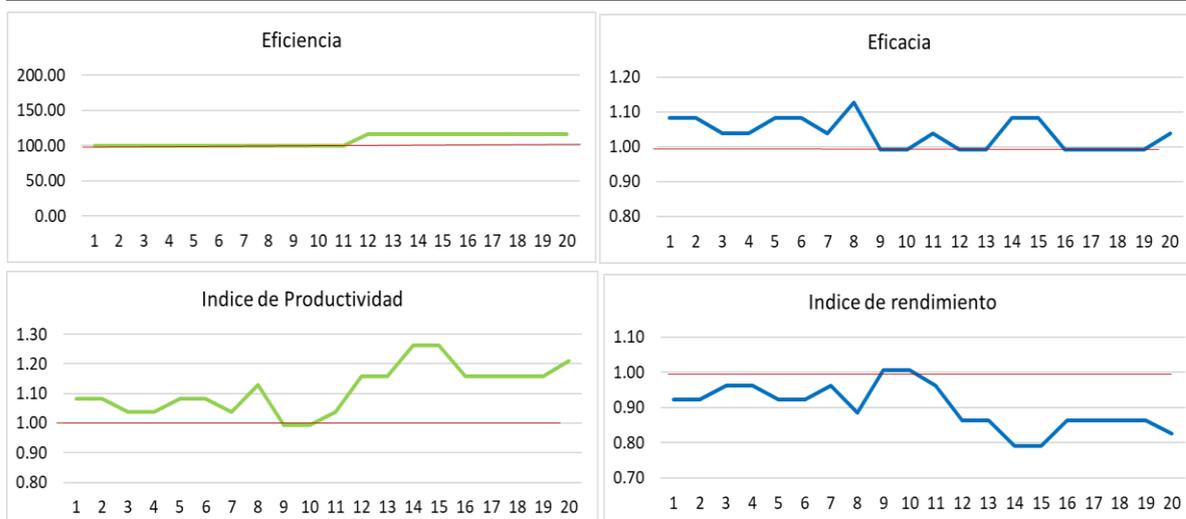
Nota. Se presentan en la figura 28 el cuadro resumen de 04 semanas utilizando la carta balance propuesta, en el tipo de trabajo se aprecia una evolución de mejora en trabajo productivo base de 46.88% a un máximo en la segunda semana 67.89% en promedio de trabajo productivo con un promedio de 55.42%, en contributivo se aprecia una mejora en la actividad transporte de 13.65% con respecto a la línea base de 8.75% después de 4 semanas, en trabajo no contributivo se aprecia una mejora en control de 21.25% línea base a 11.08% en espera de 11.25% base a 8.91% ejecutado en promedio, y en caminando/traslado se aprecia un decrecimiento de 5.63 a 4.20% en promedio. que según los datos en global se mejoró, pero se tiene un incremento en parada de 6.25% línea base a 6,74% en promedio. En el gráfico de barras se aprecia productividad base de 46.88% en el inicio de la investigación y se mejora en la semana 2 en 67.89% de productividad, se aprecia un decrecimiento de productividad en la semana 4 alcanzando 50.64% pero que se mantiene por encima de la línea base.

Tabla 21:

Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida concreto para columna –registro 4 semanas

Partida	CONCRETO COLUMNA	Producción Base Diaria	11.0 m ³ /día	Producción base total	222 m ³
Unidad	m ³	Número Base Hombres	8	Producción real total	230 m ³
Jornada	8		14		

Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	IP.	IR	Eficiencia	Eficacia
1	12	14	0.10	10.11	0.11	9.33	1.08	0.92	100.00	1.08
2	12	14	0.10	10.11	0.11	9.33	1.08	0.92	100.00	1.08
3	11.5	14	0.10	10.11	0.10	9.74	1.04	0.96	100.00	1.04
4	11.5	14	0.10	10.11	0.10	9.74	1.04	0.96	100.00	1.04
5	12	14	0.10	10.11	0.11	9.33	1.08	0.92	100.00	1.08
6	12	14	0.10	10.11	0.11	9.33	1.08	0.92	100.00	1.08
7	11.5	14	0.10	10.11	0.10	9.74	1.04	0.96	100.00	1.04
8	12.5	14	0.10	10.11	0.11	8.96	1.13	0.89	100.00	1.13
9	11	14	0.10	10.11	0.10	10.18	0.99	1.01	100.00	0.99
10	11	14	0.10	10.11	0.10	10.18	0.99	1.01	100.00	0.99
11	11.5	14	0.10	10.11	0.10	9.74	1.04	0.96	100.00	1.04
12	11	12	0.10	10.11	0.11	8.73	1.16	0.86	116.67	0.99
13	11	12	0.10	10.11	0.11	8.73	1.16	0.86	116.67	0.99
14	12	12	0.10	10.11	0.13	8.00	1.26	0.79	116.67	1.08
15	12	12	0.10	10.11	0.13	8.00	1.26	0.79	116.67	1.08
16	11	12	0.10	10.11	0.11	8.73	1.16	0.86	116.67	0.99
17	11	12	0.10	10.11	0.11	8.73	1.16	0.86	116.67	0.99
18	11	12	0.10	10.11	0.11	8.73	1.16	0.86	116.67	0.99
19	11	12	0.10	10.11	0.11	8.73	1.16	0.86	116.67	0.99
20	11.5	12	0.10	10.11	0.12	8.35	1.21	0.83	116.67	1.04



Nota. Se observa en la tabla 21 que a partir del día 12 se redujo la cuadrilla prevista de 14 personas a 12 personas, el índice de productividad tuvo una mejora en un 11% en

productividad, con respecto al rendimiento alcanzo una mejora de 11.08 a 11.50 m³/día, además presenta una eficiencia constante hasta el día 12 mejorando su eficiencia, se redujo la cuadrilla, la eficacia llego a 13% como máximo en la semana de estudio.

3.3.3 Encofrado y desencofrado – para columna y placa.

Tabla 22:

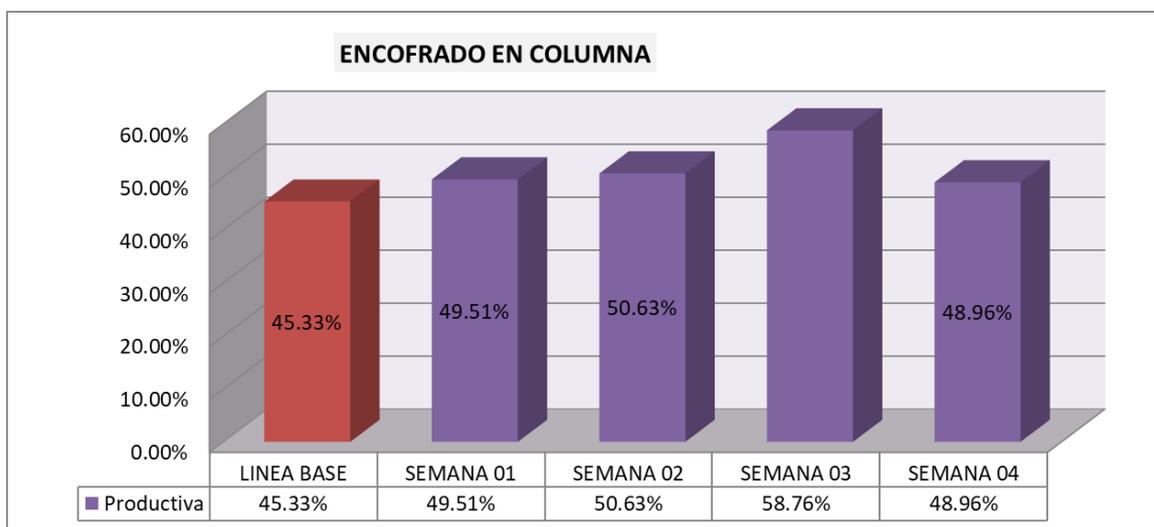
Distribución de trabajo en partida encofrado para columna–registro 4 semanas

REGISTRO DE OPERACIONES			REGISTRO DEL MUESTREO		
Tipo de trabajo	Distribución de trabajo	Referencia	Tipo de Operación	Promedio	Parcial
TRABAJO PRODUCTIVO	PREPARACION PREVIA	A	Productiva	0.00%	
	UNION DE ENCOFRADO (EN PISO)	B	Productiva	11.08%	
	AMARRE DE ENCOFRADO	C	Productiva	8.18%	
	ENGRAPADO	D	Productiva	3.33%	
	ATORNILLADO	E	Productiva	3.42%	51.97%
	COLOCACION DE PANELES	F	Productiva	10.27%	
	ARMADO Y DESARMADO DE ANDAMIO	G	Productiva	1.84%	
	COLOCACION DE MATERIAL	H	Productiva	4.12%	
	MARTILLANDO	I	Productiva	9.72%	
TRABAJO CONTRIBUTIVO	RECIBO DE MATERIAL	J	Transporte	8.04%	18.58%
	TRANSPORTE DE MATERIAL	K	Transporte	10.55%	
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	APUNTALAMIENTO DE ENCOFRADO	L	Control	0.00%	
	APLOMADO	M	Control	2.70%	
	PREPARANDO MATERIAL (DESENCOFRADO)	N	Control	2.93%	
	CORTANDO	O	Control	2.48%	
	MIDIENDO	P	Control	2.38%	29.45%
	ESPERA COLOCACION DE MATERIAL	Q	Espera	3.69%	
	ESPERA PARA CARGAR MATERIAL	R	Espera	6.80%	
	CAMINANDO	S	Caminando / Traslado	4.56%	
PARADO SIN SERVICIO	T	Parada	3.91%		
			TOTALES	100.00%	100.00%

Nota. Se observa en la tabla 22, que la actividad unión de encofrado absorbe más cantidad de tiempo en 11.08%, colocación de paneles 10.27%, martillando 9.72% y amarre de encofrado 8.18% del tiempo contabilizado en trabajo productivo, en trabajos contributorio transporte 10.55%, recibo de material 8.04%, y trabajos no contributivos con mayores incidencias espera para cargar material 6.80%, caminando 4.56%, parado sin servicio 3.91%.

Figura 29:

Cuadro y gráficos de encofrado para columna – carta balance 4 semanas.



OBRA:	INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133	RESPONSABLE	Rios Perez Miguel Angel			
SERVICIO:	ENCOFRADO EN COLUMNA	PERIODO	FEBRERO			
RESUMEN						
CLASIFICACION DE TIEMPOS	LINEA BASE	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	PROMEDIO
Productiva	45.33%	49.51%	50.63%	58.76%	48.96%	51.64%
Transporte	12.73%	16.50%	23.00%	20.32%	14.50%	17.45%
Control	18.19%	13.59%	5.65%	6.66%	16.06%	12.19%
Parada	5.81%	2.43%	4.21%	2.86%	6.15%	4.05%
Espera	11.27%	14.81%	11.03%	6.53%	9.60%	9.68%
Caminando / Traslado	6.67%	3.16%	5.47%	4.87%	4.74%	4.99%
TOTALES	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Nota, se presentan en la figura 29 el cuadro resumen de 04 semanas utilizando la carta balance propuesta, en el tipo de trabajo se aprecia una evolución de mejora en trabajo productivo base de 45.33% a un máximo en la tercera semana 58.63% en promedio de

trabajo productivo, en contributivo se aprecia un incremento en la actividad transporte de 17.45% con respecto a la línea base de 12.73% después de 4 semanas, en trabajo no contributivo se aprecia una mejora en control de 18.19% línea base a 12.19% en promedio y en caminando/traslado se aprecia un decrecimiento de 6.67 a 4.99%, en parada de 5.81% en línea base a 4.05% ejecutado y espera de 11.27% a 9.68% en promedio que según los datos en global se mejoró. En el gráfico de barras se aprecia productividad base de 45.33% en el inicio de la investigación y se mejora en la semana 3 en 58.76% de productividad.

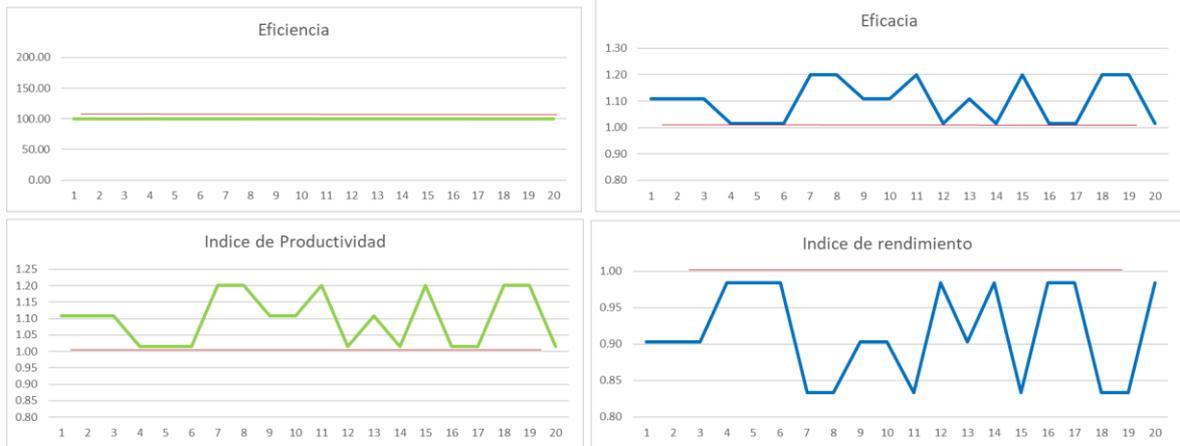
Tabla 23:

Cuadro de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia en partida encofrado para columna –registro 4 semanas

Partida ENCOFRADO ZAPATA

Unidad	m ²	Producción Base Diaria	108.3	m ² /día	Producción base total	2166	m ²
Jornada:	8	Número Base Hombres	20		Producción real total	2380	m ²

Día	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	IP.	IR	Eficiencia	Eficacia
1	120	20	0.68	1.48	0.75	1.33	1.11	0.90	100.00	1.11
2	120	20	0.68	1.48	0.75	1.33	1.11	0.90	100.00	1.11
3	120	20	0.68	1.48	0.75	1.33	1.11	0.90	100.00	1.11
4	110	20	0.68	1.48	0.69	1.45	1.02	0.98	100.00	1.02
5	110	20	0.68	1.48	0.69	1.45	1.02	0.98	100.00	1.02
6	110	20	0.68	1.48	0.69	1.45	1.02	0.98	100.00	1.02
7	130	20	0.68	1.48	0.81	1.23	1.20	0.83	100.00	1.20
8	130	20	0.68	1.48	0.81	1.23	1.20	0.83	100.00	1.20
9	120	20	0.68	1.48	0.75	1.33	1.11	0.90	100.00	1.11
10	120	20	0.68	1.48	0.75	1.33	1.11	0.90	100.00	1.11
11	130	20	0.68	1.48	0.81	1.23	1.20	0.83	100.00	1.20
12	110	20	0.68	1.48	0.69	1.45	1.02	0.98	100.00	1.02
13	120	20	0.68	1.48	0.75	1.33	1.11	0.90	100.00	1.11
14	110	20	0.68	1.48	0.69	1.45	1.02	0.98	100.00	1.02
15	130	20	0.68	1.48	0.81	1.23	1.20	0.83	100.00	1.20
16	110	20	0.68	1.48	0.69	1.45	1.02	0.98	100.00	1.02
17	110	20	0.68	1.48	0.69	1.45	1.02	0.98	100.00	1.02
18	130	20	0.68	1.48	0.81	1.23	1.20	0.83	100.00	1.20
19	130	20	0.68	1.48	0.81	1.23	1.20	0.83	100.00	1.20
20	110	20	0.68	1.48	0.69	1.45	1.02	0.98	100.00	1.02



Nota. Se observa en la tabla 23 que el índice de productividad tuvo una mejora en un 20% como máximo, con respecto al rendimiento alcanzo una mejora de 108.3 m²/día a 119 m²/día en promedio, además presenta una eficiencia constante y una eficacia por encima de la línea base. Datos obtenidos Anexo N° 3

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Los diversos muestreos realizados por Orihuela (2011) recalca que en Perú entre el año 2000 al 2005 según el tipo de trabajo en la construcción alcanzaron los siguientes porcentajes, Trabajo Productivo entre 28% a 30%, Trabajo Contributorio entre 36% y 44% y Trabajo No Contributorio entre 26% y 36% (ver tabla 1), según lo realizado en nuestra investigación para las estructuras y actividades en estudio (ver tabla 24), se logró tomar información aplicando la carta balance sobre el Trabajo Productivo realizado entre 49% a 57% resultando mayor a lo indicado por Orihuela (2011), en Trabajo Contributorio entre 15% y 22% encontrando una gran reducción según los estudios realizados y con respecto Trabajo No Contributorio entre 27% y 37% que se encuentra dentro de los parámetros recopilados por Orihuela (2011).

Tabla 24:

Resumen de porcentajes alcanzados según estructura- actividad - tipo de trabajos

Estructura	Actividad	Tipo de trabajo		
		Trabajo productivo	Trabajo contributorio	Trabajo no contributorio
Zapata	Acero	49.24%	22.17%	28.59%
	Concreto	59.53%	18.72%	21.76%
Viga de cimentación	Acero	57.66%	15.01%	27.34%
	Concreto	53.91%	9.22%	36.86%
	Encofrado	50.64%	20.01%	29.35%
Columna y placas	Acero	53.76%	17.49%	28.75%
	Concreto	55.42%	13.65%	10.93%
	Encofrado	51.97%	18.58%	29.45%

Nota. De los resultados mostrados en la tabla se puede indicar que según los tipos de trabajo el Trabajo Productivo realizado esta entre 49% a 57% del tiempo tomado, el Trabajo Contributorio se encuentra entre 15% y 22% y con respecto Trabajo No Contributorio entre 27% y 37% que se encuentra dentro de los parámetros recopilados en la carta balance.

Los estudios comparativos realizados por Pons (2014) indica que hasta el 57% del tiempo, el esfuerzo y el material de la inversión en proyectos de construcción no añade valor al producto final, según los resultados encontrados en esta investigación el trabajo contributorio paso a ser trabajo productivo, mientras que la lucha debe continuar por reducir los desperdicios que se encuentran en actividades que no generan valor, como indica Pons (2014), control 7% y 12%, paradas entre 6% y 9%, esperas entre 7% y 19% y caminando / traslado entre 4% y 7% las paradas, dentro del proceso de ejecución de obras de infraestructura educativa alcanzo un máximo de 36% (ver tabla 25).

Tabla 25:

Resumen de porcentajes alcanzados según estructura- actividad – clasificación

Clasificación	Zapata		Viga de cimentación			Columna y placas		
	Acero	Concreto	Acero	Concreto	Encofrado	Acero	Concreto	Encofrado
Productiva	49.24%	59.53%	57.66%	53.91%	50.63%	53.76%	55.42%	51.64%
Transporte	22.17%	18.72%	15.01%	18.06%	19.41%	17.49%	13.65%	17.45%
Control	7.11%	12.19%	10.09%	9.86%	11.64%	10.71%	11.08%	12.19%
Parada	6.42%	0.16%	5.24%	9.17%	3.75%	6.38%	6.74%	4.05%
Espera	7.86%	2.29%	6.67%	5.92%	10.14%	7.85%	8.91%	9.68%
Caminando / Traslado	7.20%	7.16%	5.34%	3.08%	4.42%	3.81%	4.20%	4.99%
	100.00%	100.04%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Nota. De la tabla resumen y según la clasificación adoptada el Trabajo Productivo realizado esta entre 49% a 59% del tiempo tomado, el Trabajo Contributorio se encuentra la actividad

de transporte entre 15% y 22% y con respecto Trabajo No Contributorio entre 27% y 37% estos trabajos no generan ningún valor a la ejecución y están clasificadas en control que se encuentra entre 7% y 12%, parada entre 6% y 9%, esperas entre 7% y 19% y caminando / traslado entre 4% y 7%, estos datos según la toma de tiempos utilizando la carta balance.

Para Botero y Álvarez (2004), el curso de las actividades de construcción está determinado principalmente por el recurso mano de obra, del cual depende la productividad de otros recursos, ya que determina la cantidad de trabajo realizado cada día, y aquí se presta especial atención a evaluar la productividad y la producción de este recurso midiendo su productividad, lo que permite determinar los factores que pueden afectarla para tomar acciones correctivas para mejorarla.

Entre las principales mediciones de desempeño para esta obra de infraestructura educativa se identificó los siguientes factores básicamente generados por el recurso mano de obra que permitió implementar acciones correctivas como la mejora de la eficiencia de la cuadrilla por estar sobredimensionada, mejora de productividad para las actividades en el proceso contributorio, la reducción de tiempos muertos de trabajo no contributorio, todas estas acciones realizadas mejoraron la productividad de la infraestructura educativa con la aplicación de la carta balance.

En la tabla 26 se presenta las mejoras de las productividades alcanzadas en la obra de infraestructura educativa aplicando la carta balance.

Tabla 26:

Resumen de mejora de la productividad alcanzada usando carta balance

Partida	Cuadrilla		Rendimiento		Productividad (IP)
	Exp. Técnico	Real ejecutado	Exp. Técnico	Real ejecutado	
Zapata					

Acero	9	per.	8	per.	962.5 Kg	967.5 Kg	1.06 kg/hh
Concreto	14	per.	14	per.	26.6 m ³	26.78 m ³	1.01 m ³ /hh
Viga de cimentación							
Acero	9	per.	8	per.	750.38 Kg	795 Kg	1.06 kg/hh
Concreto	7	per.	7	per.	4.7 m ³	4.75 m ³	1.01 m ³ /hh
Encofrado	6	per.	6	per.	34.6 m ²	34.88 m ²	1.01 m ² /hh
Columna y placas							
Acero	16	per.	16	per.	1734.6 Kg	1802 Kg	1.04 kg/hh
Concreto	14	per.	12	per.	11.08 m ³	11.5 m ³	1.11 m ³ /hh
Encofrado	20	per.	20	per.	108.3 m ²	119 m ²	1.10 m ² /hh

Nota. la tabla nos muestra las mejoras de la productividad en la optimización de la cuadrilla de acero de zapata de 9 personas a 8 personas por cuadrilla, acero de viga de cimentación de 9 personas a 8 personas y concreto de columna y placas de 14 personas a 12 personas por cuadrilla, se observa a demás en la tabla la mejora de la productividad en todas las partidas estudiadas desde 1% de mejora en las partidas de concreto de zapatas, concreto de vigas de cimentación, encofrado de vigas de cimentación, además mejora de 4% en acero de columnas y placas, 6% en acero de viga de cimentación, 10% de mejora de la productividad en encofrado de columnas y placas y un 11% en concreto para columnas y placa, aplicando la carta balance.

4.2 Limitaciones

A comienzo del mes de enero, en el presente año, la obra sufrió un atentado el cual fue uno de los limitantes para el inicio de nuestra investigación, otra gran limitante fue la puesta en marcha de la herramienta carta balance por parte del personal que no conocía la metodología y se entrenó y acompañó a los grupos de toma de tiempos. Otra limitante que afectó nuestra toma de datos fue los espacios confinados donde se trabajaba, el cual interfería en las labores de ejecución y en la toma de datos.

4.3 Implicancias

Realizar el diagnóstico del estado situacional actual de la productividad implicó revisar el expediente técnico, además de revisar los métodos de programación de obra desarrollados por los responsables de la producción, así como reuniones para obtener puntos base para el desarrollo de nuestra investigación y comparar los resultados obtenidos.

Desarrollar el procedimiento de trabajo para la aplicación de la carta balance nos implicó revisar documentación bibliográfica y de otras investigaciones para poder conocer y adecuar a la cultura de la empresa e infraestructura.

Implementar el procedimiento nos implicó desarrollar un cronograma de puesta en marcha además de capacitaciones y reuniones de avance semanal.

Analizar la eficiencia de la aplicación de la carta balance tuvo como principal implicó obtener resultados confiables para poder comparar con las líneas base otorgadas por los responsables de producción de la obra, así como revisar y comparar con resultados de otros investigadores y resúmenes de datos obtenidos por autores reconocidos a nivel de aplicación de sistemas de productividad.

4.4 Conclusiones

La aplicación de carta balance que se realizó a la población y la muestra del proyecto de investigación, se pudo observar la posibilidad de mejora de la productividad, por medio de la optimización de los recursos de mano de obra, en las partidas que inciden más en el proyecto como fueron: acero en zapata, concreto de columna y acero de viga de cimentación que se obtuvieron rendimientos diferentes entre los datos del expediente técnico y los datos realmente ejecutado. Como se muestra en las tablas de comparación y de análisis de las partidas de mayor incidencia evaluadas entre los meses de enero-febrero del 2023.

Se realizó un diagnóstico del estado situacional para la mejora en la productividad en la obra de infraestructura educativa, logrando identificar los datos precisos para el desarrollo de la aplicación de la herramienta de la carta balance.

Con los datos obtenidos del diagnóstico el equipo de investigación pudo desarrollar el procedimiento para aplicación de la carta balance para la mejora en la productividad, este procedimiento ayudo al equipo de investigación conocer los pasos para la aplicación eficiente de la carta balance en la ejecución de la obra.

La implementación del procedimiento de la carta balance para la mejora en la productividad en la obra de infraestructura educativa, permitió poder obtener resultados en la obra mediante la toma de datos del levantamiento de los tiempos, así también permitió entrenar al equipo en la correcta toma de datos de campo.

Producto del análisis de la eficiencia de la aplicación de la carta balance para la mejora en la productividad en la obra de construcción, se pudieron optimizar las cuadrillas de acero de zapata de 9 personas a 8 personas por cuadrilla, acero de viga de cimentación de 9 personas a 8 personas y concreto de columna y placas de 14 personas a 12 personas por cuadrilla, también se observa mejora de las productividades en las partidas de estudio desde 1% hasta 11% en mejora de productividad, aplicando la carta balance. Como también se puede evidenciar que según los tipos de trabajo el Trabajo Productivo realizado esta entre 49% a 57% del tiempo tomado, el Trabajo Contributorio se encuentra entre 15% y 22% y con respecto Trabajo No Contributorio entre 27% y 37% que se encuentra dentro de los parámetros recopilados en la carta balance. Además según la clasificación adoptada el Trabajo Productivo realizado esta entre 49% a 59% del tiempo tomado, el Trabajo Contributorio se encuentra la actividad de transporte entre 15% y 22% y con respecto

Trabajo No Contributorio entre 27% y 37% estos trabajos no generan ningún valor a la ejecución y están clasificadas en control que se encuentra entre 7% y 12%, parada entre 6% y 9%, esperas entre 7% y 19% y caminando / traslado entre 4% y 7%, estos datos según la toma de tiempos utilizando la carta balance.

Se concluye además que, del análisis de los resultados de las tablas diversas de los cuadros de Productividad, Rendimiento, Eficiencia y Eficacia, para las distintas partidas, se pudo corroborar que: si bien las cuadrillas de las diferentes partidas eran eficaces en muchas de ellas no eran eficientes, el uso de la carta balance ha sido de un gran apoyo en identificar la eficiencia de los recursos del proceso y también nos ayudó en identificar la magnitud de la productividad de la actividad. Por otra parte, la carta balance ayudo a identificar la eficacia y poder corregir y mejorar la producción de las diferentes actividades.

En esta tesis la aplicación de la carta balance influyo en la mejora de la productividad en la obra de infraestructura educativa, además es de gran apoyo para este tipo de control de obra.

4.5 Recomendaciones

Realizar el diagnóstico del estado actual de la productividad y sus rendimientos es de suma importancia para poder tener una línea base y comparar los resultados obtenidos para la toma de decisiones correctivas inmediatas.

Desarrollar un procedimiento de trabajo acorde a la cultura empresarial, donde se aplicará la herramienta carta balance, involucra a los responsables de la ejecución así se obtiene compromisos confiables y alcanzables.

Implementar el procedimiento en el uso de la aplicación de la herramienta de la carta balance, garantiza que el personal esté capacitado para poder lograr el buen uso de los formatos y obtener información confiable para analizar los resultados obtenidos.

Analizar la eficiencia de la aplicación de la herramienta de la carta balance permite a tempranas horas corregir los dimensionamientos de las cuadrillas, mejorar el flujo del proceso productivo, lograr equipos eficaces.

Utilizar la herramienta de la carta balance a otro tipo de infraestructura donde intervenga cuadrillas de equipos pesado de línea amarilla, ayudaría a incrementar el conocimiento de la utilización y la eficiencia de dicha herramienta.

REFERENCIAS

- Aguilar, M. (2016). *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*.
- Arboleda López, S. A. (2014) “*Análisis de productividad rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación*” Universidad Nacional De Colombia, Medellín, [Maestría en Construcción. 2014]
- Botero Botero, L. F. y Álvarez Villa, M. E. (2004) Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento) *REVISTA Universidad EAFIT* Vol. 40. No. 136. 2004. pp. 50-64.
- Buleje, K. (2012). Productividad en la Construcción de un Condominio Aplicando Conceptos de la Filosofía Lean Construction. [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Perú. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1691>
- Cubillos Rodríguez, L. Y., & Ruíz Combata, L. J. (2017). *Propuesta de mejora para el proceso productivo de la empresa Prefabricar Lavaderos S.A.S. mediante el uso de la metodología Lean Manufacturing*.
- Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_industrial/31
- Gáelas Peñaloza, J. C. y Morales Galiano, N. S. (2005) *Diagnóstico y evaluación de la relación entre el grado de industrialización y los sistemas de gestión con el nivel*

de productividad en obras de construcción. [Tesis para Título Profesional Pontificia Universidad Católica del Perú]. Recuperado de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1066?show=full>

García, Yvan (18 mayo 2019) III Conferencia anual de la Construcción, mayo 2019.

Periódico *La República*. Recuperado de

<https://larepublica.pe/economia/298933-productividad-de-construccion-es-de-solo-20/>

Gay, L. (1996). *Educational Research Neu Jersey*. Estados Unidos: Prentice Hall Inc.

Ghio, V. (2001). Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta.

Perú. Editorial(es): *PUCP - Fondo Editorial Lima* pp: 196 ISBN:0.

Ghio Castillo, V. A., Bascuñán Walker, R. M., E. de Solminihac Tampier, H., & Serpell

Bley, A. (2000). *Guía para la innovación tecnológica en la construcción*. Santiago de Chile: Eds. Universidad Católica de Chile.

Giménez Palavicini, Z., Suárez Isea, C. (2008). Diagnóstico de Gestión de la Construcción

e Implementación de la Constructabilidad en Empresas de Obras Civiles. *Revista Ingeniería de la Construcción*. ISSN 0718-5073, 23 (1), 4-17. Venezuela. doi.org/10.4067/S0718-50732008000100001.

Kerlinger, E.N. (1979). *Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento*.

México, D.F: Nueva Editorial Interamericana. Actualmente se publica por McGraw—Hill Interamericana

Mantilla, J. C. (2019). *Análisis de la productividad en la construcción de vivienda multifamiliar*. [Tesis de grado Universidad Pontífice Bolivariana, Colombia]

Recuperado de: <http://hdl.handle.net/20.500.11912/8456>.

McKinsey Global Institute (january 2018) *Retraining and reskilling workers in the age of automation: En una era marcada por los rápidos avances en automatización e inteligencia artificial, una nueva investigación evalúa los trabajos perdidos y los trabajos ganados bajo diferentes escenarios hasta 2030*. [Informe en línea]

Instituto Global McKinsey. 28 de noviembre de 2017. Recuperado de <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/jobs-lost-jobs-gained-what-the-future-of-work-will-mean-for-jobs-skills-and-wages>

Medina, J. (2010). Modelo Integral de productividad, Aspectos importantes para su implementación. *Escuela de Administración y Negocios*, 69: 110 - 109.

Ñaupas, H. M. (2013). *Metodología de la investigación científica y elaboración de tesis*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Ordoñez Núñez, J. C. (2017). Metodología lean construction: hacia una edificación eficiente. *Revista tecnológica*, 13, 24. Recuperado de

http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-75322017000100008&lng=pt&nrm=iso#t2

ORIHUELA, P. F.(2011). Sistema Integrado para la Gestión Lean de Proyectos de Construcción. *En IV Encuentro Latinoamericano de Gestión y Economía en la Construcción*. SANTIAGO DE CHILE. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Orihuela, P. F. y Esteves, D. (2013). Aplicación del Método de la Línea de Balance a la Planificación Maestra. *En V Encuentro Latinoamericano de Gestión y Economía*

en la Construcción. (pp. 1 - 10). MONTERREY, NUEVO LEÓN. TEC DE

MONTERREY.

Recuperado

de

<https://repositorio.tec.mx/ortec/bitstream/handle/11285/629750/TESIS%20MAURICIO%20SEPULVEDA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pineda, Beatriz; De Alvarado, Eva Luz; De Canales, Francisca (1994) *Metodología de la investigación, manual para el desarrollo de personal de salud*, Segunda edición.

Organización Panamericana de la Salud. Washington.

Pillo Bombón, D.G. (2021). *Mejora de la productividad en la construcción de proyectos inmobiliarios en la ciudad de Quito mediante la aplicación de Lean Construction*.

[Trabajo de Titulación modalidad Informe final de investigación presentado como requisito para optar por el Título de Magister en Construcciones de Obras Civiles, mención en Gestión y Dirección]. UCE.

Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción al Lean Construction*. Depósito Legal: M-6849-2014. 1° edición, España, Ed. Fundación Laboral de la Construcción. Recuperado de www.fundacionlaboral.org/documento/introduccion-al-lean-construction.

Press, I. P. (1989). Taiichi Ohno, Toyota Production System (*Beyond Human Systems Management*), 8, 175-182.

Serpell, A. (2002). *Administración de Operaciones de Construcción*. Santiago, Chile: Alfa Omega Grupo Editor.

Serpell, A. y Verbal R. (Julio-diciembre 1990) Análisis de operaciones mediante cartas de balance. *Revista de Ingeniería de Construcción*, no. 9 (jul.-dic. 1990), p. 11-28.

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

Taiichi Ohno, Toyota Production System (*Beyond Large-Scale Production*). Productivity

Press, Cambridge, MA, 1988, 176 pages.

Rodriguez Castillejo, W (2004) *Procedimiento para mejorar la productividad en las obras y minimizar los costos operativos en la construcción* [Discurso principal]

III congreso internacional de gerencia de proyectos PMI. Bogota 2004.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Procedimiento de la aplicación de la carta balance

PROCEDIMIENTO: HERRAMIENTA PARA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD – CARTA BALANCE

1. OBJETIVO

El objetivo de la Carta Balance es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros.

2. DESARROLLO

La carta Balance es una herramienta estadística que permite describir en forma detallada el proceso de UNA OPERACIÓN de construcción para buscar su optimización.

Para la aplicación de la carta balance debemos recordar la siguiente clasificación del trabajo:

- Trabajo Productivo (TP), es el que aporta directamente a la Producción
- Trabajo Contributorio (TC), es el relacionado a las actividades necesarias indirectamente para que pueda realizarse el Trabajo Productivo.
- Trabajo No Contributorio (TNC), es el que no es ni producción ni apoyo.

3. CONSIDERACIONES

- Observar y entender la actividad que se va a muestrear.
- Identificar a cada uno de los integrantes de la cuadrilla, (para ello se analizó las cuadrillas típicas de ejecución)

- La frecuencia aconsejada de muestreo es de un minuto, con no menos de treinta observaciones en total (30 minutos) o las que sean necesarias para observar dos ciclos seguidos completos como mínimo, (se recomiendan 3 ciclos).
- La cuadrilla para observar podrá tener un máximo de 8 integrantes.
- Es recomendable que se realice anotaciones de cómo se realizaba el trabajo, con qué materiales, herramientas o equipos, qué tipo de interrupciones hubieron, cuánto avanzó, etc.; así se obtiene más información de lo que sucede mientras se realiza la medición y otros datos necesarios para optimizar la cuadrilla o flujo de recursos.

4. PASOS A SEGUIR

- 1) Se prepara los formatos para ser utilizado para cada tipo de Estructura y partidas a estudiar.
- 2) Para el estudio se enfoca en las partidas más incidentes o críticas que se requiera.
- 3) Se realiza la lista de actividades de las partidas más incidentes o críticas para realizar ordenadamente el registro de toma de tiempos de la carta balance
- 4) Antes de iniciar la toma de datos o el muestreo se deben identificar los trabajos que componen las diferentes categorías (TP, TC y TNC), y definirlos para la operación que se va a estudiar, y además asignarle a cada uno, una letra o clave.
- 5) Registrar en el formato de Carta de Balance, minuto a minuto, las actividades de cada uno de los integrantes de la cuadrilla. Además de digitalizar los hallazgos.
- 6) Procesar los datos recogidos en una hoja de excel, graficando las barras de distribución del uso de tiempo en las diferentes actividades. Además, se puede distribuir

porcentualmente el uso del tiempo para cada uno de los integrantes de la cuadrilla. Escribir un informe considerando la cantidad de mano de obra, las cantidades ejecutadas por la cuadrilla, las horas utilizadas, rendimientos, etc.

7) Se realizará la interpretación de los datos obtenidos de las distintas actividades y se presentaran en cuadros y gráficos para la toma de decisiones por los responsables de la ejecución.

5. FORMATO

Formato 01: Levantamiento de tiempos

CARTA BALANCE													INICIO: 16.05 A 17.05 PM		
ACTIVIDAD:												FRENTE:			
FECHA:															
ID	Operarios						Oficiales/Peones						Observaciones		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
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															
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59															
60															

Formato 02: Registro de levantamiento de tiempos

DESCRIPCIÓN DE LEVANTAMIENTO		REGISTRO DEL LEVANTAMIENTO									
SERVICIO	ACERO EN COLUMNA										
FRENTE	SECTOR 1 AL SECTOR 6										
RESPONSABLE	Guierrez Ledesma, Jorge Giancarlo										
PERIODO	SEMANA 01										
		Horas	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas	Horas
REGISTRO DE OPERACIONES		REGISTRO DEL MUESTREO									
Referencia	Tipo de Operación	Muestreo 1	Muestreo 2	Muestreo 3	Muestreo 4	Muestreo 5	Muestreo 6	Muestreo 7	Muestreo 8	PROMEDIO	
Descripción de Operaciones		Conteo /Tiempo	% de Tiempo	Conteo /Tiempo	% de Tiempo	Conteo /Tiempo	% de Tiempo	Conteo /Tiempo	% de Tiempo	Conteo /Tiempo	% de Tiempo
A	Productiva										
B	Productiva										
C	Productiva										
D	Productiva										
E	Productiva										
F	Transporte										
G	Transporte										
H	Control										
I	Control										
J	Control										
K	Control										
L	Espera										
M	Espera										
N	Parada										
O	Camiondo / Traslado										
TOTALES											

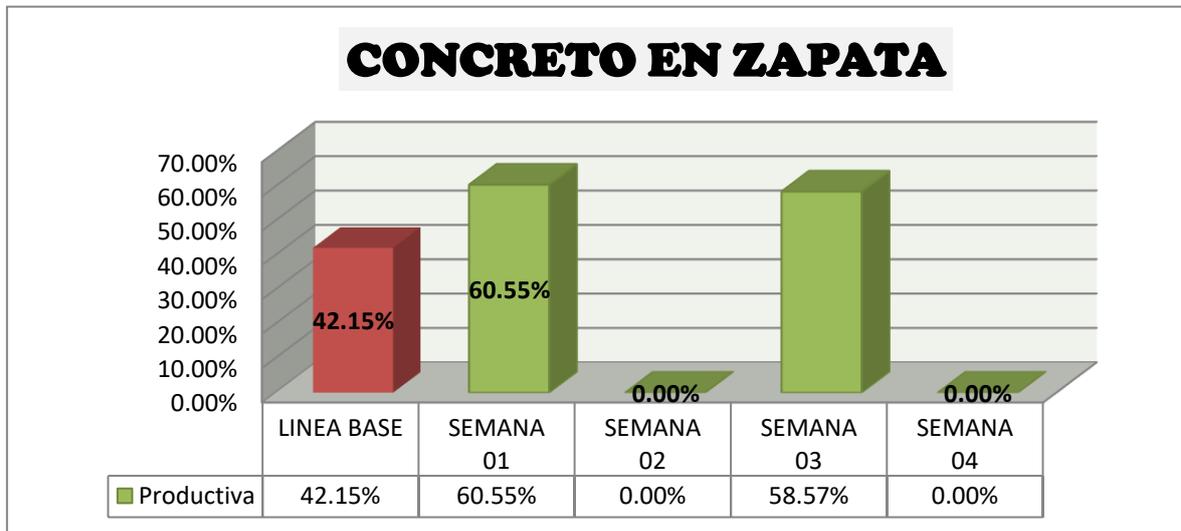
Formato 03: Registro de producción diaria

Partida	Producción Base Diaria		Producción base total					
Unidad	Número Base Hombres		Producción real total					
Jornada:	Producción Real Diaria	Número Real de Hombres	Pb.	Rb.	Pr.	Rr.	Eficiencia	Eficacia
1								
2								
3								
4								
5								
6								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
22								
23								
24								
25								
26								
27								

Formato 04: Resultados obtenidos

OBRA:	INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA N° 133	RESPONSABLE	Pacheco Coronel, Pedro Nolasco			
SERVICIO:	CONCRETO EN ZAPATA	PERIODO	FEBRERO			
RESUMEN						
CLASIFICACION DE TIEMPOS	LINEA BASE	SEMANA 01	SEMANA 02	SEMANA 03	SEMANA 04	PROMEDIO
Productiva	42.15%	60.55%		58.57%		58.57%
Transporte	8.28%	14.96%		23.93%		23.93%
Control	22.95%	11.02%		13.93%		13.93%
Parada	7.82%	0.28%				
Espera	9.52%	5.49%				
Caminando / Traslado	9.28%	7.69%		3.57%		3.57%
TOTALES	100.0%	100.00%		100.00%		100.00%

Formato 05: Gráficos



ANEXO N° 2. Implementación de la Carta Balnce.

1

PROGRAMA DE PRODUCTIVIDAD
INDICADORES E INDICADORES

2

3

4

5

Haga clic para agrandar notas

PROGRAMA DE PRODUCTIVIDAD
IMPLANTACION & DIAGNOSTICO

6

7

8

9

10

Haga clic para agrandar notas

Productividad
GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Se debe considerar básicamente tres procedimientos:

- 1.- **La medición** de la Productividad.
- 2.- **La identificación** y el análisis de los factores determinantes del **"cuello de botella"** que afecta a la productividad.
- 3.- La definición y aplicación de propuestas de **solución de problemas.**

15

16

17

18

19

Productividad

GESTIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

Se debe considerar básicamente tres procedimientos:

- 1.- **La medición** de la Productividad.
- 2.- **La identificación** y el análisis de los factores determinantes del “**cuello de botella**” que afecta a la productividad.
- 3.- La definición y aplicación de propuestas de **solución de problemas**.

Haga clic para agregar notas

20

21

22

23

24

Productividad & Producción

Overcrowding (Exceso de trabajadores)



El **Overcrowding (Exceso de trabajadores)** ocurre cuando se tiene más trabajadores de los que se necesitan para **trabajar de manera productiva** y que vienen asignados a una tarea. Se verifica cuando una **cuadrilla está sobredimensionada**. Así hay una pérdida de productividad.

Haga clic para agregar notas

ANEXO N° 3. Evidencia de la investigación desarrollada

CARTA BALANCE

INICIO: 10.10 A 11.10 PM

ACTIVIDAD: CONCRETO ZAPATA FRETE: SECTOR 13
FECHA: 7 de Febrero de 2023

ID	Operarios					Oficiales / Peones											Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	B	A	B	A		B	A	F	F	F	F	L	F	F	F		
2	B	A	B	A		B	A	J	F	J	F	F	J	F	J		
3	B	A	B	A		B	A	F	F	F	F	F	F	F	F		
4	B	A	B	A		J	A	F	F	F	J	J	F	F	F		
5	B	A	B	J		J	J	F	F	F	J	F	F	F	F		
6	K	K	B	K		K	K	K	K	K	K	K	K	K	K		
7	K	K	K	K		K	K	F	F	F	K	K	F	F	F		
8	K	K	B	K		K	K	K	F	K	F	K	K	F	K		
9	B	K	B	K		K	K	K	K	K	K	K	K	K	K		
10	K	K	K	K		K	K	K	K	K	K	K	K	K	K		
11	K	K	K	K		K	K	K	K	K	K	K	K	K	K		
12	K	K	K	K		K	K	K	K	K	K	K	K	K	K		
13	K	K	K	K		K	K	K	K	J	J	K	J	K	J		
14	K	K	K	K		K	K	K	K	K	K	K	K	K	K		
15	K	K	K	K		K	K	F	J	F	J	F	F	J	F		
16	K	K	J	K		K	K	J	J	J	J	F	J	J	J		
17	K	K	K	K		J	K	F	F	F	F	F	F	F	F		
18	K	K	K	K		K	K	F	F	F	F	F	F	F	F		
19	K	K	K	K		K	K	K	K	K	F	F	K	K	K		
20	K	K	K	K		K	K	K	K	K	F	F	K	K	K		
21	A	A	B	B		B	B	J	J	J	F	F	J	J	J		
22	K	K	K	K		K	K	F	F	F	F	F	F	F	F		
23	B	A	B	A		B	A	F	F	F	J	F	F	F	F		
24	B	A	B	A		B	A	F	F	F	J	F	F	F	F		
25	B	A	B	A		B	A	F	F	F	J	F	F	F	F		
26	B	A	B	A		J	A	F	F	F	J	F	F	F	F		
27	B	A	J	J		B	J	F	F	F	F	F	F	F	F		
28	J	J	B	A		B	A	J	F	J	J	F	J	F	J		
29	B	A	B	A		B	A	F	F	F	J	J	F	F	F		
30	B	A	B	A		B	A	F	F	F	J	I	F	F	F		
31	B	A	B	A		B	A	F	F	F	J	I	F	F	F		
32	B	A	B	A		B	A	F	F	F	I	F	F	F	F		
33	B	A	B	A		B	A	F	F	F	I	F	F	F	F		
34	B	A	B	A		B	A	F	F	F	I	F	F	F	F		
35	B	A	B	A		B	A	F	F	F	J	F	F	F	F		
36	B	A	B	A		B	A	F	F	F	F	L	F	F	F		
37	B	L	L	A		B	A	J	F	J	F	F	J	F	J		
38	B	A	B	A		B	A	F	F	F	F	F	F	F	F		
39	B	A	B	A		B	A	F	F	F	J	J	F	F	F		
40	B	A	B	A		B	A	F	F	F	J	F	F	F	F		
41	B	A	B	A		B	A	F	F	F	E	E	F	F	F		
42	B	A	B	A		B	A	F	F	F	E	E	F	F	F		
43	B	A	B	A		B	A	K	F	K	F	K	K	F	K		
44	B	A	J	J		B	J	F	F	F	E	E	F	F	F		
45	B	J	L	L		B	L	F	F	F	E	E	F	F	F		
46																	
47																	
48																	
49																	
50																	
51																	
52																	
53																	
54																	
55																	
56																	
57																	
58																	
59																	
60																	

Trabajo Productivo (TP)	
A	VACIADO DE CONCRETO
B	VIBRACION DE CONCRETO
C	NIVELACION, SOLAQUEO
D	ESPARCIMIENTO DE CONCRETO
E	CURADO DE CONCRETO
Trabajo Contributorio (TC)	
F	TRANSPORTE DE MATERIAL
G	SOPELEO PARA LIMPIEZA
H	COLOCACION DE MATERIAL
I	VERIFICANDO TRABAJO
Trabajo no Contributorio (TNC)	
J	CAMINANDO
K	PARADO ESPERANDO CONCRETO
L	PARADO SIN SERVICIO

CARTA BALANCE

INICIO: 14.08 A 15.08 PM

ACTIVIDAD: ACERO EN ZAPATA
FECHA: 5 de Febrero de 2023

FRENTE: SECTOR 05

ID	Operarios									Oficiales/Peones					Observaciones		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			15
1	F	F	G							B	L	F	F	G	G		
2	A	A	B							G	O	O	O	O	O		A
3	A	A	B							B	B	E	E	E	B		B
4	A	N	N							F	G	G	E	F	G		C
5	N	M	N							A	A	B	B	F	A		D
6	B	J	F							F	G	F	F	G	G		E
7	A	A	A							A	A	B	A	A	A		
8	N	N	B							F	F	G	G	F	F		
9	B	A	A							G	F	F	G	F	F		F
10	J	J	J							N	B	A	O	F	B		G
11	K	A	K							O	B	A	O	F	B		H
12	A	B	K							F	G	G	F	G	G		I
13	A	B	B							B	A	B	F	G	A		J
14	N	N	N							F	F	G	G	F	F		K
15	L	L	L							F	F	G	G	F	F		
16	M	N	M							G	G	F	F	G	G		
17	A	A	A							E	E	B	B	A	E		L
18	A	A	N							O	O	B	B	O	N		M
19	M	N	B							B	B	O	O	B	B		N
20	A	A	A							F	F	G	G	O	F		O
21	F	G	A							N	O	O	N	A	N		
22	F	G	A							F	F	G	G	B	F		
23	A	A	A							A	A	B	B	M	A		
24	M	N	N							A	N	N	B	B	O		
25	A	A	A							I	F	F	F	G	F		
26	M	N	M							K	B	M	M	B	B		
27	M	A	A							B	B	M	B	B	B		
28	K	K	K							L	L	B	L	L	L		
29	L	L	L							K	K	K	A	B	B		
30	A	I	A							A	A	B	B	F	A		
31	I	I	F							L	L	L	L	L	L		
32	I	I	B							F	G	G	G	F	G		
33	J	M	M							M	M	N	N	B	M		
34	I	B	F							M	I	M	M	M	I		
35	I	A	M							J	J	F	F	G	J		
36	L	L	L							A	A	E	E	M	A		
37	L	L	L							B	B	M	M	N	B		
38	A	B	B							F	G	M	G	G	G		
39	A	A	A							G	G	F	G	K	G		
40	I	I	B							F	G	G	G	F	G		
41	A	A	B							F	F	G	G	N	F		
42	M	M	F							F	G	G	G	L	G		
43	M	F	B							B	N	H	B	B	O		
44	B	J	F							M	N	F	F	G	N		
45	A	A	B							F	G	G	B	F	A		
46																	
47																	
48																	
49																	
50																	
51																	
52																	
53																	
54																	
55																	
56																	
57																	
58																	
59																	
60																	

CARTA BALANCE

INICIO: 11.11 A 12.11 PM

ACTIVIDAD: ACERO EN VIGA DE CIMENTACIÓN
FECHA: 28 de Setiembre de 2012

FRENTE: SECTOR 19

ID	Operarios						Oficiales/Peones						Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	I	I	B				F	G	G	G	F	G	
2	A	A	B				F	F	G	G	N	N	
3	M	M	M				F	G	G	G	L	L	
4	M	M	B				B	N	H	B	B	B	
5	B	J	M				M	N	F	F	G	G	
6	B	J	M				F	G	F	F	G	G	
7	A	A	A				A	A	B	A	A	F	
8	A	A	B				F	F	G	G	F	G	
9	B	A	A				G	F	F	G	F	G	
10	J	J	J				N	B	A	N	F	G	
11	J	A	J				N	B	A	N	F	G	
12	A	B	J				F	G	G	F	G	N	
13	A	B	B				B	A	B	F	G	F	
14	M	M	N				F	F	G	G	F	G	
15	J	J	J				F	F	G	G	F	G	
16	M	N	M				G	G	F	F	G	G	
17	M	N	B				B	B	N	N	B	B	
18	A	A	A				F	F	G	G	N	N	
19	F	G	A				M	N	N	M	A	A	
20	F	G	A				F	F	G	G	B	B	
21	A	A	A				A	A	B	B	M	B	
22	M	N	N				A	N	N	B	B	H	
23	A	A	A				I	F	F	F	G	G	
24	M	N	M				B	B	M	M	B	B	
25	M	A	A				B	B	M	B	B	B	
26	L	L	L				L	L	B	L	L	B	
27	A	A	A				B	B	A	A	B	B	
28	A	I	B				G	G	F	F	F	G	
29	I	I	F				L	L	L	L	L	L	
30	J	A	A				F	F	F	G	G	G	
31	J	M	M				M	M	N	N	B	G	
32	I	B	F				M	I	M	M	M	M	
33	I	A	A				J	J	F	F	G	G	
34	A	A	B				G	G	F	F	F	G	
35	A	B	B				B	B	M	M	N	M	
36	A	B	B				F	G	M	G	G	F	
37	A	A	A				G	G	F	G	K	K	
38	A	B	A				B	M	M	B	A	A	
39	B	F	M				M	B	A	H	A	A	
40	B	F	E				E	B	A	A	K	K	
41	A	A	B				B	B	E	E	E	E	
42	A	A	B				F	F	G	G	N	N	
43	M	M	M				F	G	G	G	L	L	
44	M	M	B				B	N	H	B	B	B	
45	B	J	M				M	N	F	F	G	G	
46													
47													
48													
49													
50													
51													
52													
53													
54													
55													
56													
57													
58													
59													
60													

Trabajo Productivo (TP)	
A	ALINEACION Y COLOCACION ACERO
B	TEJIDO - AJUSTE
C	SOLDANDO
D	EMPLANTILLADO C/ SOLDADURA
E	SUJETAR PARA TEJER
Trabajo Contributorio (TC)	
F	TRANSPORTE DE MATERIAL
G	RECIBIENDO MATERIAL
H	PREPARACION DE ALAMBRE
I	VERIFICACION DE MATERIAL
J	MARCANDO/MIDIENDO
Trabajo no Contributorio (TNC)	
K	ESPERANDO BAJADO DE MATERIAL
L	ESPERANDO COLOCACION MAT.
M	PARADO SIN SERVICIO
N	CAMINANDO

CARTA BALANCE

ACTIVIDAD: CONCRETO EN VIGA CIMENTACIÓN SECTOR - 12
 FECHA: 22 de Febrero de 2023

ID	Operarios		Oficiales				Peones			Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	B	A	B	A			F	F	F	
2	B	A	B	A			F	J	F	
3	B	A	B	A			F	F	F	
4	B	A	B	A			F	F	J	
5	B	A	B	J			F	F	J	
6	K	K	B	K			K	K	K	
7	K	K	K	K			F	F	K	
8	K	K	B	K			F	K	F	
9	B	K	B	K			K	K	K	
10	K	K	K	K			K	K	K	
11	K	K	K	K			K	K	K	
12	K	K	K	K			K	K	K	
13	K	K	K	K			K	J	J	
14	K	K	K	K			K	K	K	
15	K	K	K	K			J	F	J	
16	K	K	J	K			J	J	J	
17	K	K	K	K			F	F	F	
18	K	K	K	K			F	F	F	
19	K	K	K	K			K	K	F	
20	K	K	K	K			K	K	F	
21	A	A	B	B			J	J	F	
22	K	K	K	K			F	F	F	
23	B	A	B	A			F	F	J	
24	B	A	B	A			F	F	J	
25	B	A	B	A			F	F	J	
26	B	A	B	A			F	F	J	
27	B	A	J	J			F	F	F	
28	J	J	B	A			F	J	J	
29	B	A	B	A			F	F	J	
30	B	A	B	A			F	F	J	
31	B	A	B	A			F	F	J	
32	B	A	B	A			F	F	J	
33	B	A	B	A			F	F	J	
34	B	A	B	A			F	F	J	
35	B	A	B	A			F	F	J	
36	B	A	B	A			F	F	F	
37	B	L	L	A			F	J	F	
38	B	A	B	A			F	F	F	
39	B	A	B	A			F	F	J	
40	B	A	B	A			F	F	J	
41	B	A	B	A			F	F	E	
42	B	A	B	A			F	F	E	
43	B	A	B	A			F	K	F	
44	B	A	J	J			F	F	E	
45	B	J	L	L			F	F	E	
46										
47										
48										
49										
50										
51										
52										
53										
54										
55										
56										
57										
58										
59										
60										

Trabajo Productivo (TP)	
A	VACIADO CONCRETO-SUJETA MENGUERA
B	VIBRACION DE CONCRETO
C	NIVELACION, SOLAQUEO
D	ESPARCIMIENTO DE CONCRETO
E	CURADO DE CONCRETO
Trabajo Contributorio (TC)	
F	TRANSPORTE DE MATERIAL
G	SOPLETEO PARA LIMPIEZA
H	COLOCACION DE MATERIAL
I	VERIFICANDO TRABAJO
Trabajo no Contributorio (TNC)	
J	CAMINANDO
K	PARADO ESPERANDO CONCRETO
L	PARADO SIN SERVICIO

CARTA BALANCE

INICIO : 15.15 A 16.15 PM

ACTIVIDAD: ENCOFRADO VIGA CIMENTACIÓN SECTOR 11
 FECHA: 13 de Febrero de 2023

ID	Operarios							Oficiales/Peones				Observaciones		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	E	J	P	R				J	O					
2	E	E	P	I				J	O				A	PREPARACION PREVIA
3	E	E	E	I				J	D				B	UNION DE ENCOFRADO
4	E	P	P	P				P	S				C	AMARRE DE ENCOFRADO
5	P	P	P	P				J	D				D	ENGRAPADO
6	R	E	I	R				J	S				E	ATORNILLADO
7	E	O	E	I				J	R				F	COLOCACION DE PANELES
8	R	O	E	R				R	D				G	ARMADO Y DESARMADO DE ANDAMIO
9	R	O	S	S				J	D				H	COLOCACION DE MATERIAL
10	E	E	O	O				R	S				I	MARTILLANDO
11	I	I	O	R				J	S					
12	I	I	O	H				R	I					Trabajo Contributorio (TC)
13	I	M	I	E				R	I				J	TRANSPORTE DE MATERIAL
14	R	I	R	R				R	E				K	RECIBIENDO MATERIAL
15	R	I	S	E				J	R				L	APUNTALAMIENTO DE ENCOFRADO
16	E	R	E	I				J	R				M	APLOMADO
17	R	R	S	R				J	I				N	PREPARANDO AREA DE TRABAJO
18	S	S	R	R				J	I				O	CORTANDO/MDIENDO
19	E	R	E	I				J	H					
20	E	R	E	S				J	H					Trabajo no Contributorio (TNC)
21	E	R	E	S				R	R				P	ESPERA COLOCACION DE MATERIAL
22	R	R	R	S				R	H				Q	ESPERA PARA CARGAR MATERIAL
23	E	E	E	I				R	S				R	CAMINANDO
24	R	E	E	F				J	S				S	PARADO SIN SERVICIO
25	R	E	E	R				J	H					
26	R	R	R	I				J	H					
27	E	J	E	R				J	O					
28	M	E	R	I				J	D					
29	M	E	R	I				J	D					
30	E	R	S	R				R	S					
31	R	R	S	R				J	D					
32	R	E	I	R				J	S					
33	E	E	E	I				J	R					
34	R	E	E	R				R	S					
35	R	E	S	S				J	D					
36	E	S	O	O				R	S					
37	E	S	O	O				R	S					
38	I	I	E	R				J	S					
39	M	I	R	H				R	O					
40	R	O	I	E				R	O					
41	I	O	I	R				R	O					
42	I	O	I	E				J	R					
43	E	E	E	I				J	R					
44	R	R	S	R				J	I					
45	S	S	R	R				J	I					
46														
47														
48														
49														
50														
51														
52														
53														
54														
55														
56														
57														
58														
59														
60														

CARTA BALANCE

INICIO: 10.15 A 11.15 PM

ACTIVIDAD: **ACERO EN COLUMNA** FREENTE: **SECTOR 11**
 FECHA: **11 de Febrero de 2023**

ID	Operarios					Oficiales/Peones													Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1	I	I	B	F	F	F	F	G	G	G	F	G	F	G	G	F	G	F	
2	A	A	B	B	N	N	F	F	G	G	N	N	F	F	G	N	G	N	
3	M	M	M	M	F	F	F	G	G	G	L	L	F	G	G	L	G	L	
4	M	M	B	M	B	M	B	N	H	B	B	B	B	N	B	B	H	B	
5	B	J	M	B	M	B	M	N	F	F	G	G	M	N	F	G	F	G	
6	B	J	M	B	M	B	F	G	F	F	G	G	F	G	F	G	F	G	
7	A	A	A	N	B	B	A	A	B	A	A	F	A	A	A	A	B	A	
8	A	A	B	N	A	A	F	F	G	G	F	G	F	F	G	F	G	F	
9	B	A	A	B	B	A	G	F	F	G	F	G	G	F	G	F	F	F	
10	J	J	J	N	M	N	N	B	A	N	F	G	N	B	N	F	A	F	
11	J	A	J	N	M	N	N	B	A	N	F	G	N	B	N	F	A	F	
12	A	B	J	A	B	F	F	G	G	F	G	N	B	B	E	E	E	G	
13	A	B	B	A	B	B	B	A	B	F	G	F	F	G	E	F	G	G	
14	M	M	N	N	B	N	F	F	G	G	F	G	A	A	B	F	B	F	
15	J	J	J	L	L	L	F	F	G	G	F	G	E	E	B	A	B	F	
16	M	N	M	N	F	F	G	G	F	F	G	N	N	B	N	B	G		
17	M	N	B	B	N	N	B	B	N	N	B	B	B	B	N	B	N	B	
18	A	A	A	B	B	B	F	F	G	G	N	N	F	F	G	N	G	N	
19	F	G	A	M	N	B	M	N	N	M	A	A	M	N	M	A	N	A	
20	F	G	A	B	B	B	F	F	G	G	B	B	F	F	G	B	G	B	
21	A	A	A	B	B	M	A	A	B	B	M	B	A	A	B	M	B	M	
22	M	N	N	B	B	B	A	N	N	B	B	H	A	N	B	B	N	B	
23	A	A	A	B	B	I	I	F	F	F	G	G	I	F	F	G	F	G	
24	M	N	M	N	A	A	B	B	M	M	B	B	B	B	M	B	M	B	
25	M	A	A	B	B	B	B	B	M	B	B	B	B	B	B	B	M	B	
26	L	L	L	B	L	L	L	L	B	L	L	B	L	L	L	L	B	L	
27	A	A	A	H	A	A	B	B	A	A	B	B	B	B	A	B	A	B	
28	A	I	B	F	F	G	G	G	F	F	F	G	A	A	B	F	B	F	
29	I	I	F	F	G	G	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
30	J	A	A	B	B	B	F	F	F	G	G	G	F	F	G	G	F	G	
31	J	M	M	F	G	B	M	M	N	N	B	G	M	M	N	B	N	B	
32	I	B	F	G	F	G	M	I	M	M	M	M	M	I	M	M	M	M	
33	I	A	A	B	B	B	J	J	F	F	G	G	L	L	K	L	K	G	
34	A	A	B	B	F	F	G	G	F	F	F	G	A	A	E	M	E	F	
35	A	B	B	B	M	N	B	B	M	M	N	M	B	B	M	N	M	N	
36	A	B	B	J	J	F	F	G	M	G	G	F	F	G	G	M	G		
37	A	A	A	B	F	F	G	G	F	G	K	K	L	L	K	K	L	K	
38	A	B	A	B	B	B	M	M	B	A	A	K	L	L	L	L	A		
39	B	F	M	N	B	B	M	B	A	H	A	A	M	B	H	A	A	A	
40	B	F	E	E	E	E	E	B	A	A	K	K	N	B	N	F	A	K	
41	A	A	B	B	A	A	B	B	E	E	E	E	F	G	F	G	G	E	
42	A	A	B	B	N	N	F	F	G	G	N	N	K	L	F	G	L	N	
43	M	M	M	M	F	F	F	G	G	G	L	L	F	F	G	F	G	L	
44	M	M	B	M	B	M	B	N	H	B	B	B	F	F	G	F	G	B	
45	B	J	M	B	M	B	M	N	F	F	G	G	M	N	M	M	G		
46																			
47																			
48																			
49																			
50																			
51																			
52																			
53																			
54																			
55																			
56																			
57																			
58																			
59																			
60																			

- Trabajo Productivo (TP)**
- A ALINEACION Y COLOCACION ACERO
- B TEJIDO - AJUSTE
- C SOLDANDO
- D EMPLANTILLADO C/ SOLDADURA
- E SUJETAR PARA TEJER
- Trabajo Contributorio (TC)**
- F TRANSPORTE DE MATERIAL
- G RECIBIENDO MATERIAL
- H PREPARACION DE ALAMBRE
- I VERIFICACION DE MATERIAL
- J MARCANDO/MIDIENDO
- Trabajo no Contributorio (TNC)**
- K ESPERANDO BAJADO DE MATERIAL
- L ESPERANDO COLOCACION MAT.
- M PARADO SIN SERVICIO
- N CAMINANDO

CARTA BALANCE

ACTIVIDAD: **CONCRETO COLUMNA** FRENTE: **SECTOR 11**
 FECHA: **27 de Enero de 2023**

ID	Operarios								Oficiales				Peones		Observaciones
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	B	A	B	A	B	A			F	F	F	L	F	F	
2	B	A	B	A	B	A			F	J	F	F	J	F	
3	B	A	B	A	B	A			F	F	F	F	F	F	
4	B	A	B	A	J	A			F	F	J	J	F	K	
5	B	A	B	J	J	J			F	F	J	F	F	F	
6	K	K	B	K	K	K			K	K	K	K	K	F	
7	K	K	K	K	K	K			F	F	K	K	F	K	
8	K	K	B	K	K	K			F	K	F	K	K	K	
9	B	K	B	K	K	K			K	K	K	K	K	K	
10	K	K	K	K	K	K			K	K	K	K	K	K	
11	K	K	K	K	K	K			K	K	K	K	K	K	
12	K	K	K	K	K	K			K	K	K	K	K	K	
13	K	K	K	K	K	K			K	J	J	K	J	J	
14	K	K	K	K	K	K			K	K	K	K	K	J	
15	K	K	K	K	K	K			J	F	J	F	F	F	
16	K	K	J	K	K	K			J	J	J	F	J	F	
17	K	K	K	K	J	K			F	F	F	K	F	E	
18	K	K	K	K	K	K			F	F	K	K	F	E	
19	K	K	K	K	K	K			E	E	K	K	E	J	
20	K	K	K	K	K	K			E	E	K	K	E	F	
21	F	J	F	F	J	F			J	J	F	F	J	F	
22	K	K	K	K	K	K			F	F	F	F	F	F	
23	B	A	B	A	B	A			F	F	J	F	F	F	
24	B	A	B	A	B	A			F	F	J	F	F	F	
25	B	A	B	A	B	A			F	F	J	F	F	F	
26	B	A	B	A	J	A			F	F	J	F	F	F	
27	B	A	J	J	B	J			F	F	F	F	F	F	
28	J	J	B	A	B	A			F	J	J	F	J	F	
29	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
30	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
31	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
32	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
33	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
34	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
35	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
36	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
37	B	L	L	A	B	A			F	J	F	F	J	F	
38	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
39	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
40	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
41	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
42	B	A	B	A	B	A			F	F	J	J	F	F	
43	B	A	B	A	B	A			F	K	F	K	K	F	
44	B	A	J	J	B	J			F	F	E	E	F	F	
45	B	J	L	L	B	L			F	F	E	E	F	F	
46															
47															
48															
49															
50															
51															
52															
53															
54															
55															
56															
57															
58															
59															
60															

Trabajo Productivo (TP)	
A	VACIADO CONCRETO-SUJETA MANGUERA
B	VIBRACION DE CONCRETO
C	NIVELACION, SOLAQUEO
D	ESPARCIMENTO DE CONCRETO
Trabajo Contributorio (TC)	
E	GOLPES CON MARTILLO
F	TRANSPORTE DE MATERIAL
G	VERIFICACION DE TRABAJOS
Trabajo no Contributorio (TNC)	
H	CAMINANDO
I	ESPERANDO LLENADO DE CONCRETO
J	PARADO SIN SERVICIO

ANEXO N° 4. Panel fotográfico.



FOTO N°01.- Colocación de acero de zapata.



FOTO N°02.- Habilitación y armado de columnas.



FOTO N°03.- Izaje de columnas y placas prearmadas.



FOTO N°04.- Armado de vigas de cimentación.



FOTO N°05.- armado de vigas de cimentación modulo 9.



FOTO N°06.- Habilitación y colocación de acero de refuerzo zapatas, vigas de cimentación, columnas y placas.



FOTO N°07.- Encofrado de vigas de cimentación.



FOTO N°8.- Concreto premezclado $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$. para zapatas y vigas de cimentación.



FOTO N°9.- Vibrado de concreto en vigas de cimentación y zapatas.



FOTO N°10.- Encofrado de columnas y placas.



FOTO N°11.- Concreto premezclado $F'c=210 \text{ Kg/cm}^2$. para columnas y placas.



FOTO N°12.- Vista de columnas desencofradas.



FOTO N°13.- Vista de avance de columnas don concreto.



FOTO N°14.- Vaciado de vigas de cimentación.



FOTO N°15.- Tarea cumplida.