

**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TEMA:**

**“Análisis de productividad y rendimientos de procesos constructivos de losa de hormigón armado en vivienda residencial”**

**AUTOR:**

**Palau Dueñas Ricardo**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de  
Ingeniero Civil**

**TUTORA:**

**Ing. Cali Proaño Ángela Francisca, Mgs.  
Guayaquil, Ecuador**

14 de septiembre de 2021



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Palau Dueñas Ricardo**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Civil**.

**TUTORA**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Cali Proaño Ángela Francisca, Mgs.**

**DIRECTORA DE LA CARRERA**

f. \_\_\_\_\_  
**Ing. Alcívar Bastidas Estefany Esther, M.Sc.**

**Guayaquil, al 14 del mes de septiembre del año 2021**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **Palau Dueñas Ricardo**

**DECLARO QUE:**

El Trabajo de Titulación, **Análisis de productividad y rendimientos de procesos constructivos de losa de hormigón armado en vivienda residencial**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

**Guayaquil, al 14 del mes de Septiembre del año 2021**

**EL AUTOR**

f. \_\_\_\_\_  
**Palau Dueñas Ricardo**



UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **Palau Dueñas Ricardo**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis de productividad y rendimientos de procesos constructivos de losa de hormigón armado en vivienda residencial**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

**Guayaquil, al 14 del mes de septiembre del año 2021**

**EL AUTOR:**

f. \_\_\_\_\_  
**Palau Dueñas Ricardo**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**REPORTE URKUND**



### Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** RICARDO PALAU.docx (D112047403)  
**Submitted:** 9/4/2021 6:30:00 AM  
**Submitted By:** claglas@hotmail.com  
**Significance:** 8 %

#### Sources included in the report:

<https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6030/an%C3%A1lisis-productividad-pirr%C3%ADs.pdf?sequence=1&isAllowed=y>  
[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6732/productividad\\_rendimiento\\_procesos\\_constructivos\\_islha.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6732/productividad_rendimiento_procesos_constructivos_islha.pdf?sequence=1&isAllowed=y)  
<http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/UPT/1563/Gilacopa-Banegas%20Colque-Colque.pdf?sequence=1>  
<https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/666/1600>  
<https://core.ac.uk/download/pdf/337285132.pdf>  
[https://www.researchgate.net/publication/262739312\\_Tendencias\\_para\\_optimizar\\_la\\_productividad\\_en\\_los\\_proyectos\\_de\\_construccion\\_en\\_Palestina](https://www.researchgate.net/publication/262739312_Tendencias_para_optimizar_la_productividad_en_los_proyectos_de_construccion_en_Palestina)

#### Instances where selected sources appear:

22

## DEDICATORIA

*Este trabajo está dedicado a mi familia, por ser el motor y la fuente de inspiración para culminar este importante proceso académico.*

*A todo ustedes, muchas gracias.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a Dios por ser la fuente de todo, es por Él y sus bendiciones que fue posible llegar a este momento.*

*Agradezco a mis padres, por su guía, por inculcarme siempre la responsabilidad y el deseo de superación.*

*A mi familia, por su amor y apoyo en todo lo que emprendo. Todo este esfuerzo es por y para ustedes.*

*Agradezco de manera especial a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, y todo el equipo administrativo y docente de la Carrera de Ingeniería Civil, en especial a la Ing. Ángela Cali Proaño, mi tutora, por compartir sus conocimientos y ser la mejor guía en el proceso de titulación.*



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**TUTORA**

f. \_\_\_\_\_  
**ING. CALI PROAÑO ÁNGELA FRANCISCA, MGS.**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

f. \_\_\_\_\_  
**ING. CARLOS CHON DIAZ, M.Sc**  
DECANO

f. \_\_\_\_\_  
**ING. CLARA GLAS CEVALLOS, M.Sc**  
DOCENTE

f. \_\_\_\_\_  
**ING. ALEX VILLACRÉS SÁNCHEZ, M.Sc**  
OPONENTE

# ÍNDICE

Antecedentes .....	2
Objetivo general .....	4
Objetivos específicos .....	4
Hipótesis.....	4
Justificación.....	5
Alcance .....	5
Metodología.....	6
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO .....	7
1.1. Antecedentes investigativos .....	7
1.2. Productividad y rendimientos en la construcción .....	9
1.3. Elementos que afectan la productividad en la construcción .....	12
1.4. Método de balance de cuadrilla. ....	13
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....	16
2.1. Modalidad .....	16
2.2. Tipo.....	16
2.3. Alcance .....	16
2.4. Métodos .....	17
2.5. Población .....	17
2.6. Técnicas .....	17
2.7. Instrumentos .....	18
2.8. Procesamiento de la información.....	18
CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	19
3.1. Resultados de la aplicación del método de balance de cuadrilla y cálculo de rendimientos.....	19
3.2. Resultados de las encuestas a los trabajadores.....	54
CAPÍTULO IV: PROPUESTA.....	61
CONCLUSIONES .....	64
RECOMENDACIONES.....	65
Anexo 1: Ficha de observación del balance de cuadrilla.....	70
Anexo 2: Cuestionario encuesta a trabajadores.....	71
Anexo 3: Fotografías en obra .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Talento Humano observado.....	19
Tabla 2: Balance de cuadrilla en la toma de niveles .....	21
Tabla 3: Rendimiento toma de niveles.....	24
Tabla 4: Balance de cuadrilla en el encofrado .....	25
Tabla 5: Rendimiento de encofrado .....	28
Tabla 6: Balance de cuadrilla en la armada de estructura .....	29
Tabla 7: Rendimiento en la armada de estructura .....	32
Tabla 8: Balance de cuadrilla en la instalación de elementos alivianados...	33
Tabla 9: Rendimiento instalación de elementos alivianados.....	36
Tabla 10: Balance de cuadrilla en la instalación hidrosanitaria.....	37
Tabla 11: Rendimiento instalación hidrosanitaria.....	40
Tabla 12: Balance de cuadrilla en las instalaciones eléctricas .....	40
Tabla 13: Rendimiento instalaciones eléctricas .....	44
Tabla 14: Balance de cuadrilla en el control de nivel final .....	44
Tabla 15: Comparativo actividades por trabajador control de nivel final .....	47
Tabla 16: Balance de cuadrilla en la fundición.....	48
Tabla 17: Comparativo actividades por trabajador fundición .....	50
Tabla 18: Rendimiento fundición.....	51
Tabla 19: Resumen de rendimientos .....	54

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Tipo de trabajo en la toma de niveles por trabajador .....	22
Gráfico 2: Participación del tipo de trabajo en la toma de niveles.....	22
Gráfico 3: Comparativo actividades por trabajador en toma de niveles .....	23
Gráfico 4: Participación de las actividades improductivas en la toma de niveles .....	23
Gráfico 5: Tipo de trabajo en el encofrado por trabajador.....	26
Gráfico 6: Participación del tipo de trabajo en el encofrado.....	26
Gráfico 7: Comparativo de actividades por trabajador en el encofrado .....	27
Gráfico 8: Participación de las actividades improductivas en el encofrado..	27
Gráfico 9: Tipo de trabajo en la armada de estructura.....	30
Gráfico 10: Participación del tipo de trabajo en la armada de estructura.....	30
Gráfico 11: Comparativo actividades por trabajador armada de estructura .	31
Gráfico 12: Participación de las actividades improductivas en la armada de estructura.....	31
Gráfico 13: Tipo de trabajo en la instalación de elementos alivianados por trabajador.....	34
Gráfico 14: Participación del tipo de trabajo en la instalación de elementos alivianados.....	34
Gráfico 15: Comparativo actividades por trabajador en la instalación de elementos alivianados .....	35
Gráfico 16: Participación de las actividades improductivas en la instalación de elementos alivianados .....	35
Gráfico 17: Tipo de trabajo en la instalación hidrosanitaria por trabajador ..	38
Gráfico 18: Participación del tipo de trabajo en la instalación hidrosanitaria	38
Gráfico 19: Comparativo actividades por trabajador instalación hidrosanitaria .....	39
Gráfico 20: Participación de las actividades improductivas en la instalación hidrosanitaria .....	39
Gráfico 21: Tipo de trabajo en las instalaciones eléctricas por trabajador ...	42
Gráfico 22: Participación del tipo de trabajo en las instalaciones eléctricas	42

Gráfico 23: Comparativo actividades por trabajador instalaciones eléctricas .....	43
Gráfico 24: Participación de las actividades improductivas en las instalaciones eléctricas.....	43
Gráfico 25: Tipo de trabajo en el control del nivel final por trabajador .....	45
Gráfico 26: Participación del tipo de trabajo en el control del nivel final .....	46
Gráfico 27: Control del nivel final .....	46
Gráfico 28: Participación de las actividades improductivas en el control de nivel final.....	47
Gráfico 29: Tipo de trabajo en la fundición por trabajador .....	49
Gráfico 30: Participación del tipo de trabajo en la fundición .....	50
Gráfico 31: Participación de las actividades improductivas en la fundición .	51
Gráfico 32: Participación general de cada tipo de trabajo.....	52
Gráfico 33: Participación de cada trabajador en los tipos de trabajo .....	52
Gráfico 34: Participación de las actividades por tipo de trabajo.....	53
Gráfico 35: Años de experiencia en trabajo en construcción .....	54
Gráfico 36: Percepción de la relación con los superiores .....	55
Gráfico 37: Nivel de satisfacción con el clima organizacional .....	55
Gráfico 38: Nivel de satisfacción con la seguridad ocupacional en la obra..	56
Gráfico 39: Satisfacción con las facilidades existentes en la obra .....	57
Gráfico 40: nivel de satisfacción con las instrucciones recibidas .....	57
Gráfico 41: Nivel de satisfacción con las herramientas e insumos entregados .....	58
Gráfico 42: Nivel de satisfacción con los tiempos de entrega de los materiales o instrucciones .....	58
Gráfico 43: Percepción con la carga laboral .....	59
Gráfico 44: Percepción de la conformación de equipos de trabajo .....	59
Gráfico 45: Causas que afectan o pueden afectar su rendimiento en el trabajo .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ciclo para mejorar la productividad .....	13
Figura 2: Losa encofrada y armada lista para fundir .....	74
Figura 3: Obrero en actividad de encofrado conocida como emboquillado .	74
Figura 4: Apuntalamiento convencional de losa.....	75
Figura 5: Toma de armadura e instalaciones.....	75
Figura 6: Obrero en actividad complementaria .....	76
Figura 7: Zona de preparación de hierro.....	76
Figura 8: Proceso de fundición .....	77
Figura 9: Armande hierro para colocar sobre encofrado.....	77
Figura 10: Observación de obreros en momentos improductivos .....	78
Figura 11: Obreros alternando manejo de concretera .....	78
Figura 12: Momento de actividad complementaria de limpieza de concretera .....	79
Figura 13: Despegada de mezcla de tambor detienen continuidad en proceso de fundición.....	79
Figura 14: Testigos .....	80
Figura 15: Completando actividades previos a fundición .....	80
Figura 16: Elementos alivianados, hierros e instalaciones .....	81
Figura 17: Losa fundida .....	81

## RESUMEN

La búsqueda de la competitividad requiere de acciones que mejoren los procesos, optimicen el uso de recursos y respondan de manera oportuna a los clientes, garantizando calidad. En el sector de la construcción la calidad se logra al enfocarse en la mejora continua de los procesos constructivos, donde el talento humano juega un rol importante. Es así que requiere un adecuado control en obra, que permita un efectivo aprovechamiento de los recursos tanto monetarios como talento humano y tiempo. Con el fin de determinar la productividad y el rendimiento de los procesos constructivos, se plantea el uso del método de balance de cuadrilla, el cual se aplica a un caso de estudio específico, como es una losa de hormigón armado. Se emplea entonces la observación directa como principal técnica de recolección de datos primarios, así como la investigación documental para el fundamento teórico. Se analizaron los procesos de construcción de la losa donde intervinieron ocho trabajadores de diversos cargos, y se logró evidenciar oportunidades de mejora tanto en los procesos como en el talento humano, lo cual motivó a la propuesta de un programa encaminado a la capacitación respecto a la metodología de balance de cuadrilla.

*Palabras Claves: balance de cuadrilla, proceso constructivo, desempeño, procesos, construcción, optimización*

## ABSTRACT

Searching for competitiveness requires actions that improve processes, optimize the use of resources and respond on time to clients, guaranteeing quality. In construction sector, quality is reached when focusing on continuous improvement of the constructive processes, where human talent plays an important role. That is why it is needed an effective control in the construction, to allow an effective use of resources, no matter if money, human talent or time. In order to determine productivity and performance on constructive processes, it is proposed the use of the crew balance method, which is applied to a specific case, as it is the concrete slab. The direct observation was the main technique to collect primary data, as well as the documental research to develop the theoretical frame. Slab construction processes were analyzed; eight employees of different positions participated on it, and it was possible to evidence improve opportunities on processes and human talent, which motivated the proposal of a training program about crew balance methodology.

*Keywords: crew balance, constructive process, performance, processes, construction, optimization.*

# INTRODUCCIÓN

## Antecedentes

La participación del sector de la construcción como rubro en la inversión pública de América Latina y el Caribe asciende al 28% dentro de la línea de infraestructura pública de transporte y el 19.7% en lo que corresponde a construcción de viviendas y proyectos de dotación de agua y alumbrado eléctrico (Richter, 2020), situación que permite el empleo directo de más de 7,5% de la población económicamente activa (PEA) en América Latina y el Caribe (Organización Internacional del Trabajo, 2018)

En el Ecuador, el sector de la construcción lo componen aproximadamente 5.066 empresas, en su mayoría micro, pequeñas y medianas (MiPyMes), sin embargo, alrededor de 76% de las plazas de empleo se originan en las grandes empresas de la construcción (Corporación Financiera Nacional, 2020).

Previo a la pandemia por Covid 19, el sector estaba experimentando un decrecimiento en su participación en la economía nacional, sin embargo, su participación en el Producto Interno Bruto (PIB) seguía siendo importante con alrededor del 8.29% (Corporación Financiera Nacional, 2020). En 2016 y 2017 el sector sufrió una depresión que fue contrarrestada gracias a las acciones emprendidas para derogar la Ley de Plusvalía y la emisión de la Ley de Fomento Productivo (Revista Ekos Negocios, 2018).

Para el 2019, el número de edificaciones nuevas estimado a nivel nacional fue de 33.314, un 6,5% menos en relación al año 2018 y por debajo de las 47.291 unidades habitacionales proyectadas para una superficie total de 14.0 millones de metros cuadrados, de los que se emplearon únicamente cerca de 8.6 millones (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2020).

Es importante mencionar que del total de edificaciones construidas el 89,6% fueron destinadas a residencia (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2020), lo cual valida la importancia de este segmento dentro del mercado de la construcción.

El financiamiento desde la CFN y desde la banca privada a favor de empresas constructoras ha permitido el desarrollo de proyectos inmobiliarios de tipo residencial (Corporación Financiera Nacional, 2020). Sin embargo, a pesar del financiamiento existente, las ventas domésticas han decrecido (Richter, 2020), hecho que se ha marcado mucho más en tiempos de pandemia, a pesar que el sector de la construcción fue uno de los primeros en iniciar el proceso de reactivación, debido a su importancia para la economía y gracias al rápido diseño de los protocolos de bioseguridad necesarios para que los trabajadores retomen sus labores (Comité COE Construcción-001, 2020).

Al ser el sector constructor uno de los pilares fundamentales de la economía del país, principalmente por su poder para generar empleo directo e indirecto y la dinámica que genera en la economía (Richter, 2020), es importante establecer acciones que mejoren su situación. Como en todo proceso productivo, el sector de la construcción está en la constante búsqueda estrategias que permitan aumentar su productividad y sus rendimientos por obra, con el fin de sostenerse en el tiempo (Gómez & Morales, 2016) para lo cual se requiere observar y analizar sus procesos y establecer acciones de mejora de manera continua (International Standardization Organization, 2015).

El desarrollo eficiente de los procesos productivos mejora su competitividad (Gómez & Morales, 2016) y permite no solo ser más productivo y más rentable, sino también ser financieramente más accesible para los clientes ante la oportunidad de disminuir costos, evitando rubros excesivamente elevados o reprocesos (Céspedes, 2010) que afecten los presupuestos y los tiempos.

Es importante entonces, la medición de los procesos constructivos (Navarro, 2010) que permita identificar las situaciones donde se pueden optimizar

recursos en beneficio de la obra, la empresa y los clientes, para lo cual existen metodologías como: muestreo del trabajo, valoraciones de cinco minutos (Hizen, 2009), y el balance de cuadrilla (Fakhouri & Kuprenas, 2001). Cada una de estas metodologías observa el desempeño de los trabajadores de la construcción con diferencia en la frecuencia de los tiempos

La presente investigación hace uso de la metodología del balance de cuadrilla para medir la productividad y rendimiento del proceso de construcción de una losa por un método convencional en el cantón Samborondón, Isla Mocolí, que permita identificar las oportunidades de mejora del proceso.

### **Objetivo general**

Determinar la productividad y el rendimiento de los procesos constructivos de una losa de hormigón armado a partir del método de balance de cuadrilla.

### **Objetivos específicos**

- Fundamentar teóricamente lo relacionado a los procesos constructivos, la mejora de su productividad y rendimientos y el método de balance de cuadrilla.
- Medir la productividad y rendimientos de los procesos productivos de una losa construida de manera convencional.
- Evaluar la productividad y rendimientos del proceso productivo propuesto para la losa en estudio.

### **Hipótesis**

La productividad y el rendimiento de los procesos constructivos aplicados en la losa de hormigón armado evaluada son poco competitivos y pueden ser optimizados con una mejor administración del personal.

## **Justificación**

El desarrollo de la investigación se justifica ante la necesidad de mejorar la productividad y los rendimientos de los proyectos de construcción para hacer frente a la realidad generada por los estragos del Covid 19 en la economía mundial, siendo necesario mejorar la competitividad empresarial que permita optimizar costos y poder incluso mejorar los precios ofrecidos a la clientela.

Es entonces, la aplicación de métodos validados, que incidan positivamente en la identificación de las oportunidades de mejora una manera de aportar en la competitividad de las empresas constructoras y a los profesionales de la construcción en libre ejercicio. Por lo que es importante, tal como se plantea en la investigación, el evidenciar la situación de la productividad y el rendimiento de la construcción a partir de la medición del desempeño laboral y desde ahí establecer estrategias de optimización del trabajo del talento humano, evaluando su desempeño en beneficio de la obra.

De no desarrollarse la investigación se mantendría la situación actual, donde, de manera general, no se controlan los trabajos de los obreros técnicamente, es decir haciendo uso de instrumentos de evaluación válidos que establezcan, al detalle, la realidad de la dinámica del desempeño del personal en la construcción, lo cual seguirá incidiendo negativamente en los tiempos y el uso de recursos.

## **Alcance**

El Alcance de la investigación se enmarca específicamente en el método de balance de cuadrilla aplicado durante la construcción de una losa en una vivienda.

## **Metodología**

La investigación requirió un análisis documental que fundamente teóricamente los aspectos relacionados a la productividad y el rendimiento de los procesos constructivos y además de las herramientas que permiten su medición con el fin de mejorarlos.

Fue necesario además realizar una medición del rendimiento y la productividad haciendo uso del método de balance de cuadrilla aplicado a los trabajadores que participaron en la construcción de una losa para vivienda, lo cual se complementó además con una encuesta a los trabajadores para conocer su percepción en cuanto al trabajo que se realiza y una entrevista al responsable de la obra.

# **CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO**

## **1.1. Antecedentes investigativos**

Con el fin de conocer la manera cómo la temática fue abordada en el pasado se llevó a cabo una revisión de investigaciones previas a partir de investigadores que en diversos casos, aplicaron métodos de evaluación de la productividad y el rendimiento en la construcción la recopilación de los antecedentes permitió además garantizar la originalidad del trabajo desarrollado.

Uno de los trabajos revisados fue el de Padilla (2016), el cual evaluó la productividad y el rendimiento de los procesos constructivos en una obra gris en Costa Rica. La autora selecciona primero las actividades a medir mediante un análisis de los costos y criticidad, para luego mediante muestreo observar y registrar información respecto a la productividad y el rendimiento de cada uno de los procesos. Los resultados demostraron que, de manera general, se cumplen con los procesos pero no de manera eficaz, siendo la mano de obra un factor influyente en que esto ocurra. Para finalizar, Padilla propone la mejora de la productividad gracias al uso de mejores especificaciones y planos para cada actividad, en conjunto con listas de verificación de calidad.

Se revisó también el trabajo investigativo de Fontalvo, De La Hoz y Morelos (2018) donde se expusieron fundamentos en torno a la productividad en los procesos, y la determinación de los factores externos e internos que generan los niveles de productividad en las empresas. Los autores toman en consideración al talento humano como factor de gran importancia dentro de la determinación de productividad y como facilitadores en el alcance de los objetivos organizacionales. Se considera también a la gestión de calidad como una metodología de trabajo dentro de la cual el factor humano organizado y responsable trabaja para mejorar la productividad. Es importante, de acuerdo a los autores, que se controle el desempeño del personal con el fin de que el monitoreo garantice la efectiva ejecución de los procesos.

Se analizó además la investigación de Pérez, Del Toro y López (2019) en la que se analiza la implementación de *Lean Construction* y *Building Information Modeling* dentro de la gestión cotidiana de la construcción de viviendas de tipo popular para lograr mejorar los márgenes de ganancia y reducir los tiempos de entrega de las construcciones. Los autores consideraron que la aplicación de las cartas de balance o balance de cuadrilla fue la metodología más eficaz para medir el rendimiento y conocer la situación real para a partir de ahí tomar decisiones que mejoren la productividad.

Díaz, Oliveira, Pucharelli y Pinzón (2019) manifiestan que con el fin de alcanzar la competitividad dentro del mercado es necesario llevar a cabo procesos productivos eficientes, que garanticen el cumplimiento de tiempos, volúmenes y calidades. En el sector de la construcción los autores consideran que la tendencia es hacia la aplicación de programas que mejoren los procesos constructivos, haciendo uso de sistemas como la gestión de calidad o el sistema de planificación y control de la producción *Last Planner*. Los autores hicieron también un acercamiento a profesionales de la construcción y sistemas de calidad con el fin de identificar los aspectos negativos y positivos que permitan tomar acciones para mejorar los proyectos.

El trabajo de Tello (2020) fundamenta que la medición y mejora de la productividad en el sector de la construcción es muy importante para mejorar la situación financiera y organizacional de las empresas que ahí compiten. El autor considera que uno de los rubros más importantes en los procesos constructivos es la mano de obra, por lo que emplea para la medición el balance de cuadrilla y el mapa de flujo de valor específicamente observando los procesos de encofrado, acero de refuerzo, hormigón, mamposterías y enlucidos. El autor logró identificar con la medición del desempeño y productividad de la mano de obra aquellos procesos que suman valor y aquellas donde existe mal uso de tiempos y recursos que encarecen la obra y reducen los márgenes de ganancia. Los resultados alcanzados permitieron establecer acciones en donde existía oportunidad de mejora de tiempos o mal uso de recursos.

Es importante mencionar como antecedentes que existen estudios a nivel internacional que validan que la aplicación de métodos de evaluación de la productividad permite identificar oportunidades de mejora. En Chile, por ejemplo, hay información científica y académica que evidencia que los bajos niveles de productividad en la construcción resultan de la gestión ineficiente del talento humano, alcanzando esta situación niveles de participación de hasta el 30% dentro del tiempo total de trabajo, situación muy similar a lo que ocurre en México a causa de la escasa preparación del personal y procesos de construcción no planificados adecuadamente (Pérez, Del Toro, & López, 2019).

## **1.2. Productividad y rendimientos en la construcción**

La productividad, dentro de los procesos productivos, puede definirse el manejo eficiente de los recursos disponibles en la ejecución de procesos referentes a la construcción (Padilla, 2016). Entre los recursos que usualmente se miden dentro de los procesos productivos destacan el talento humano, los insumos y materiales empleados, y demás equipos y herramientas que se emplean en la construcción de determinadas infraestructuras (Enshassi, Kochendoerfer, & Abed, 2013).

A nivel empresarial, la productividad es uno de los elementos más importantes para alcanzar el desarrollo dentro del mercado, aspecto que no es indiferente para el sector de la construcción (Enshassi, Kochendoerfer, & Abed, 2013). Autores como Mojahed y Aghazadeh (2007) sostienen que los contratistas de obra pueden ser más competitivos al reducir los precios de sus proyectos, sin embargo si no existe un análisis real y responsable de los costos de producción a afectar, se podría atentar contra la rentabilidad.

El sector de la construcción padece en muchos países por la falta de acciones y estrategias encaminadas a elevar la productividad de la actividad (Enshassi, Kochendoerfer, & Abed, 2013), es necesario entonces ser conscientes de que optimizar la productividad incide directa y positivamente en el proceso constructivo total, incluyendo importante ahorros de tiempo y costos.

Optimizar la productividad de los procesos constructivos incrementa la rentabilidad gracias a la reducción de costos y la creación y el mantenimiento de ventajas competitivas (Flanagan, Cattell, & Jewell, 2005). Es responsabilidad de los profesionales en la construcción planificar y ejecutar estrategias que permitan mejorar sus procesos y tomar decisiones acertadas en torno a estos, incluyendo la manera cómo aumentar la productividad individual del personal (Arditi & Mochtar, 2000)

Dentro de las estrategias de acción que se asumen para mejorar la productividad, Rojas y Aramvareekul (2003), sugieren que se deben incluir elementos como la aplicación de nuevas técnicas o tecnologías, la mejora de los métodos en ejecución, identificación de las debilidades del personal de obra y el fortalecimiento de sus capacidades, el incremento del nivel de motivación del equipo, el espacio para gestión estratégica y la optimización del abastecimiento.

A lo indicado por Rojas y Aramvareekul (2003), Thomas, Horman, Minchin y Chen (2003) complementan indicando que la producción eficiente requiere un mejor y mayor desempeño laboral, para lo cual es importante conocer los flujos y procesos de trabajo actuales y a partir de ahí identificar oportunidades de mejora. A lo manifestado se añade la necesidad de una disposición oportuna de recursos, materiales, información y equipos (Williams, 2005).

Es entonces uno de los fines de la medición de la productividad, la posibilidad de identificar las causas que generan situaciones improductivas, donde se malgastan recursos, y sobre esto establecer acciones que aumenten la productividad (García, 2005) como por ejemplo:

- Incrementar el producto y mantener el gasto de insumos.
- Disminuir el gasto en insumos y mantener el producto sin cambios o aumentos.
- Incrementar el producto y disminuir el gasto proporcionalmente.

DeVilbiss y Gilbert (2005) manifiesta que es importante entonces, dentro del marco de la mejora de la productividad, conocer los procesos, medirlos, mejorarlos, y garantizar una óptima gestión en terreno, es decir la supervisión en obra es vital para dotar a los trabajadores de un entorno adecuado de trabajo, donde se trabaje en base a una planificación (Williams, 2005) y se resuelvan oportunamente los conflictos (DeVilbiss & Gilbert, 2005).

De acuerdo a Pérez, Del Toro y López (2019) y Botero y Álvarez (2004) existen tres tipos de productividad, los cuales se clasifican según los recursos que participan dentro de los procesos constructivos: materiales, talento humano y maquinaria.

La productividad de los materiales se refiere al óptimo y eficaz uso que se le dé a los recursos materiales que forman parte del proceso productivo o constructivo en el caso de la construcción, es decir hacer más con menos, evitando desperdicios, para así ahorrar costos.

La productividad del talento humano, que es considerada la base de las otras productividades debido a que del trabajo de la fuerza laboral depende el uso eficaz de los recursos, el manejo correcto de los equipos y maquinarias, e incluso la óptima gestión del tiempo.

La productividad de la maquinaria, que sugiere el uso correcto y responsable de la maquinaria existente para el desarrollo de los procesos, principalmente porque su mal uso puede acarrear gastos elevados a la organización.

Es entonces un factor importante en la mejora de la productividad el trabajo eficaz de la mano de obra, la cual, de acuerdo a Botero y Álvarez (2004), incide directamente en la calidad del proyecto y el tiempo de su entrega. Es ante esto importante establecer acciones que permitan su evaluación y mejora.

Contar con información respecto a los niveles de productividad relacionada al rendimiento del talento humano permite tomar decisiones en torno a los

recursos necesarios (Botero & Álvarez, 2004), personal requerido, procesos productivos, procesos o actividades improductivas, inversión adecuada de tiempo, entre otros (Padilla, 2016).

### **1.3. Elementos que afectan la productividad en la construcción**

En el sector de la construcción se pueden identificar factores que inciden directamente a la productividad (Padilla, 2016), si bien es cierto que pueden relacionarse con los tipos de productividad citados (Botero & Álvarez, 2004), pero que pueden detallarse aún más, como por ejemplo:

- Diseños no adecuados que afectan el proceso de la obra y obligan a la realización de cambios que la atrasan o pueden generar aumento en el presupuesto.
- Escaso control de la ejecución de los procesos.
- Áreas de dimensiones insuficientes en comparación al número de individuos trabajando.
- Elevada tasa de rotación de personal.
- Escasa atención a los factores de salud ocupacionales y seguridad en el trabajo que eleva la tasa de accidentes por no prevenir.
- Formación poco productiva de las cuadrillas de trabajo.
- Inconvenientes con la funcionalidad del sitio diseñado.
- Inexistencia de los materiales, equipos y herramientas necesarios para el desarrollo de los trabajos.
- Factores climáticos dificultan el normal desarrollo de la obra.

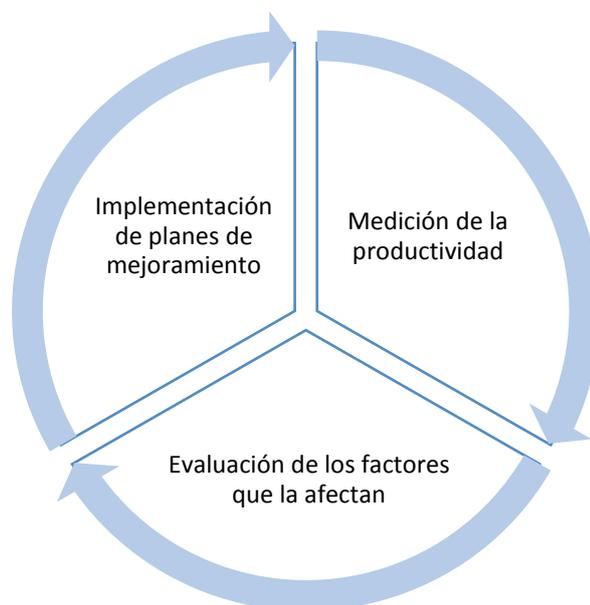
La atención a las potenciales causas de la improductividad permitiría mejorar los procesos y alcanzar los niveles deseados.

Acciones a favor de la productividad

Los procesos improductivos requieren atención, enfocando las acciones a la causa raíz de los problemas, con el fin de que se disminuya la incidencia de situaciones similares. Para tal efecto Botero y Álvarez (2004) y Díaz, Oliveira,

Pucharelli y Pinzón (2019) coinciden en que la mejora de la productividad es un proceso constante, cíclico que busca indefinidamente la productividad, tal como se demuestra en la ilustración 1, donde una acción alimenta a la otra, es decir, la información resultante de la medición permite conocer las causas del problemas, las mismas que formarán parte del plan de mejoras que cambie la situación, una vez realizada la mejora la misma deberá también ser medida para identificar nuevas oportunidades para mejorar las actividades y así indefinidamente.

*Figura 1: Ciclo para mejorar la productividad*



Fuente: Elaborado a partir de Botero y Álvarez (2004)

#### **1.4. Método de balance de cuadrilla.**

A pesar de saber que el costo de la mano de obra tiene una importante participación en el total de gastos, las empresas constructoras en escasas ocasiones contratan personal capacitado para planificar y controlar las actividades y el trabajo del personal, asumiendo estas tareas los gerentes o administradores, quienes tienen además otras ocupaciones (Pérez, Del Toro,

& López, 2019). Cuando se da la responsabilidad a una persona sin preparación suficiente para ejecutarla de manera correcta, se corre el riesgo a caer en errores que perjudiquen lo planificado, eleven los costos y afecten a la productividad (González, Solís, & Alcudia, 2010).

Se debe considerar además que, en los conceptos de tiempo y costo se integran la calidad, la sustentabilidad y la constructabilidad, siendo el gerente de operaciones quien debe tomar las decisiones para alcanzarlos (Castillo & Flores, 2016)

Lo indicado sugiere la inserción de controles dirigidos al personal y la manera cómo invierten su tiempo en el trabajo para determinar si son realmente productivos o no dentro de los procesos en los que participan, siendo ahí donde metodologías como el balance de cuadrilla tiene lugar, dado que de acuerdo a Fakhouri y Kuprenas (2001) permite el estudio de las secuencias y duraciones de cada actividad dentro de un proceso constructivo, cuyos resultados se tabulan y grafican para una adecuada interpretación.

Para la ejecución del método de balance de cuadrilla es necesario establecer el o los procesos dentro de los cuales se medirá el accionar del talento humano (Padilla, 2016), para luego identificar las actividades dentro de estos procesos y clasificarlas en trabajo productivo, trabajo complementario o trabajo improductivo (Pérez, Del Toro, & López, 2019):

1. Trabajo productivo (TP): Se refiere a aquella actividad desarrollada por el trabajador que contribuye directamente al proceso productivo y no realizarla implicaría una afectación directa que no permitiría finalizar el producto.
2. Trabajo contributivo (TC): Incluye las actividades de apoyo a los procesos productivos, que no intervienen directamente en las actividades productivas o esenciales pero que su ejecución facilita o permite incluso su realización.

3. Trabajo improductivo (TI): Abarca toda actividad que no contribuya de ninguna manera a la producción, sino más bien ocasione un mal uso de recursos, como en el caso de pérdida de tiempo, momentos de ocio, y demás actitudes que no suman (Rodríguez, 2018).

Los autores manifiestan que la gráfica recomendada para el método de cuadrilla es la de barras verticales donde se presentan las acciones de la cuadrilla en el tiempo de observación. Sobre el eje horizontal de la gráfica se ubica a cada uno de los trabajadores de la cuadrilla y en el vertical los datos de la duración de cada actividad realizada por el trabajador mientras se realizaba la medición (Fakhouri & Kuprenas, 2001).

La información proporcionada por el balance de cuadrilla permite tomar decisiones respecto a la asignación de tareas entre los trabajadores, para lograr la disminución de los tiempos muertos e incrementar la productividad (Fakhouri & Kuprenas, 2001). Es importante señalar que de la mano con la adecuada asignación de actividades se debe analizar el método constructivo como tal así como las técnicas empleadas, dado que de ello depende también la productividad y el rendimiento (Jaime, 2007).

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

La metodología empleada fue seleccionada en base a la necesidad de la investigación, donde se requirieron datos tanto de fuentes primarias como secundarias.

### **2.1. Modalidad**

La metodología se basó en la modalidad mixta cuali-cuantitativa con predominio cuantitativo, dado que se llevaron a cabo mediciones durante el proceso constructivo que fueron levantadas, tabuladas, graficadas e interpretadas para una mejor toma de decisiones.

### **2.2. Tipo**

La investigación fue experimental dado que analizó los resultados de un proceso constructivo ejecutado por el investigador, mediante el balance de cuadrilla, donde fue necesario permanecer en obra durante la indicada construcción, la misma que se llevó a cabo de manera convencional para una medición de la situación real.

A lo indicado, se sumó la necesidad de fundamentar teóricamente el estudio para profundizar los conocimientos en torno a los procesos productivos, los rendimientos y el balance de cuadrilla.

### **2.3. Alcance**

El alcance fue mayormente descriptivo, dado que fue necesario el establecer la caracterización de la realidad del sector de la construcción en el Ecuador, para luego identificar acciones que puedan mejorar su competitividad. Al final se realiza también la descripción de los resultados obtenidos a partir de la aplicación del balance de cuadrilla.

## **2.4. Métodos**

Analítico – Sintético: se aplicó principalmente en el marco teórico, donde se realizó un estudio del método de balance de cuadrilla a partir de autores expertos en la temática o que desarrollaron investigaciones experimentales al respecto. Este método sirvió además para el análisis de los resultados de la aplicación del balance de cuadrilla.

Histórico – Lógico: se aplicó en el estudio de los antecedentes de la investigación, con el fin de conocer la situación y evolución del sector de la construcción en el país y además estudiar la teoría en torno al balance de cuadrilla.

Deductivo: se aplicó con el fin de plantear la investigación de lo general a lo particular y poder, a partir de la información recopilada, realizar un análisis del desempeño laboral de un caso específico de estudio.

## **2.5. Población**

La población en estudio estuvo conformada por 8 trabajadores que participaron en la construcción de la losa y que fueron observados de acuerdo a las actividades que conformaron el balance de cuadrilla. Los mismos trabajadores participaron de una encuesta de percepción.

## **2.6. Técnicas**

- Observación directa: aplicada dentro del proceso de construcción de la losa donde el enfoque está sobre los trabajadores y el uso del recurso tiempo como factor importante en el nivel de desempeño.
- Ficha de Balance de cuadrilla: la misma que direccionó la evaluación de la productividad y el rendimiento del personal en obra en aquellas actividades productivas y complementarias que forman parte del

proceso de construcción de la losa, y aquellas improductivas que también se presentan e inciden.

- Encuesta: dirigida a los trabajadores observados en el balance de cuadrilla para conocer su percepción hacia su trabajo.

## **2.7. Instrumentos**

El instrumento empleado para el levantamiento de información en la construcción fue la ficha de observación del balance de cuadrilla, la misma que establece las actividades que forman parte del proceso de construcción de la losa y que se miden con el fin de evaluar la productividad y el rendimiento del personal involucrado (ver anexo 1).

Se hizo además uso del cuestionario (anexo 2) para la ejecución de la encuesta.

## **2.8. Procesamiento de la información**

Una vez aplicada la ficha del balance de cuadrilla y la encuesta, los datos fueron tabulados y graficados con el fin de generar un mejor análisis de los mismos. Para el efecto se hizo uso del utilitario Excel, de Microsoft Office.

## CAPÍTULO III: PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se exponen los resultados obtenidos de la aplicación del balance de cuadrilla, los resultados de la encuesta aplicada a los ocho trabajadores que fueron además observados en la obra, y los resultados de la entrevista.

### 3.1. Resultados de la aplicación del método de balance de cuadrilla y cálculo de rendimientos

Previo a la aplicación del método de balance de cuadrilla se definió la cuadrilla de trabajadores que estarían a cargo del desarrollo de la actividad de construcción de la losa. Para esto se pudo determinar que serían ocho los trabajadores que se emplearían en la actividad.

Tabla 1: Talento Humano observado

Talento Humano		
Cargo	Nombre	Recurso
Albañil	Acosta Vince Manuel	I
Carpintero	Alcivar Ibarra Carlos	II
Fierrero	Cedeño Arízala Pedro	III
Gasfitero	Barreto Cevallos William	IV
Electricista	Chávez Torres Freddy	V
Ayudante 1	Veliz Chenche Fernando	VI
Ayudante 2	Lainez Villao Oswaldo	VII
Ayudante 3	Tumbaco cantos Toribio	VIII

Fuente: Datos proporcionados por el arquitecto a cargo de la obra

La columna de recurso indica la identificación de cada trabajador en la ficha de medición mediante el método de balance de cuadrilla.

Se establecieron además las actividades que fueron medidas dentro del proceso de construcción de la losa, en las cuales se asignaron responsabilidades a cada uno de los trabajadores.

Las actividades seleccionadas para la medición de la productividad en base a la inversión del tiempo de trabajo fueron:

- Toma de Niveles
- Encofrado
- Armada de estructura
- Instalación de elementos
- Instalación Hidro-Sanitaria
- Instalación eléctrica
- Control del nivel final
- Fundición

La aplicación de la metodología se basó en la observación directa del trabajo realizado por los trabajadores que participaron en cada actividad, para lo cual fue necesario permanecer en el sitio durante la jornada laboral normal durante los días que duró la construcción de la losa.

Una vez que se obtenían las observaciones necesarias para la medición, se procedía a su tabulación y posterior gráfica con el fin de analizar los resultados y determinar los trabajos productivos, complementarios e improductivos de cada una de las actividades y de cada uno de los trabajadores.

A continuación se presentan los resultados de cada una de las actividades indicadas:

- Toma de niveles:

Para la realización de esta actividad fue necesaria la ejecución de cuatro trabajos productivos y tres complementarios, sobre los cuales se realizó la

medición del trabajo del personal, que para este caso específico fueron solo dos trabajadores: albañil (I) y carpintero (II).

Tabla 2: Balance de cuadrilla en la toma de niveles

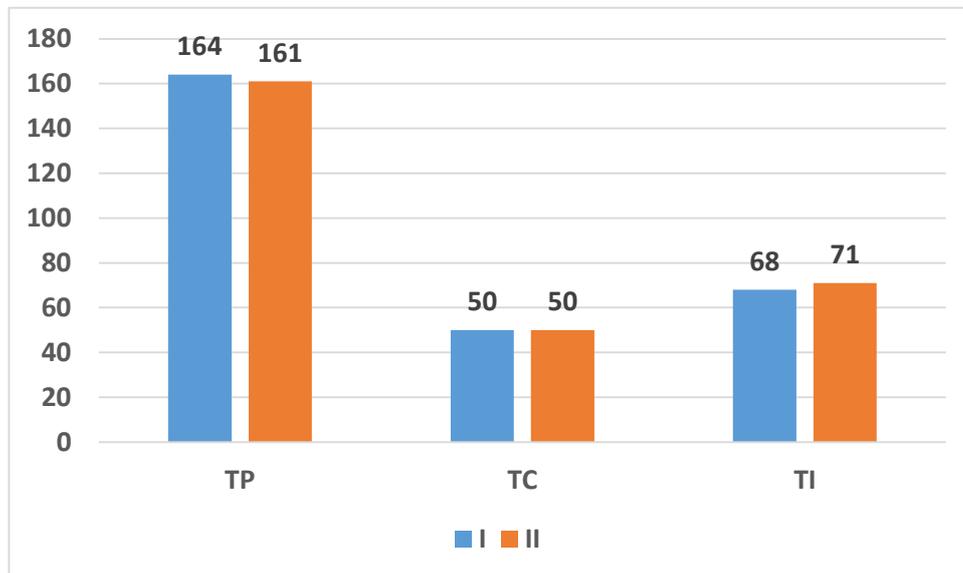
<b>BALANCE DE CUADRILLA</b>	
<b>Proyecto</b>	CONSTRUCCIÓN DE LOSA
<b>Responsable</b>	RICARDO PALAU
<b>Proceso</b>	<b>TOMA DE NIVELES</b>
<b>Fecha</b>	25/8/2021
<b>Hora de Inicio</b>	7:45

		<b>MEDICIONES DE CUADRILLA PARA BALANCE</b>					
<b>Tipo de Actividad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Observaciones por trabajador</b>					
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
TP	Designando punto de referencia	20	19				
	Preparando nivel de manguera	18	20				
	Pasando nivel en columna	52	46				
	Marcando columna con nivel de mano	74	76				
<b>Total TP</b>		<b>164</b>	<b>161</b>				
TC	Solicitar información	21	20				
	Retirar manguera de bodega	19	18				
	Buscar grifo de agua	10	12				
<b>Total TC</b>		<b>50</b>	<b>50</b>				
TI	Conversando	24	25				
	Ausente	18	21				
	Esperando	17	18				
	Ocioso	9	7				
<b>Total TI</b>		<b>68</b>	<b>71</b>				
<b>Observaciones Totales</b>		<b>282</b>	<b>282</b>				

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

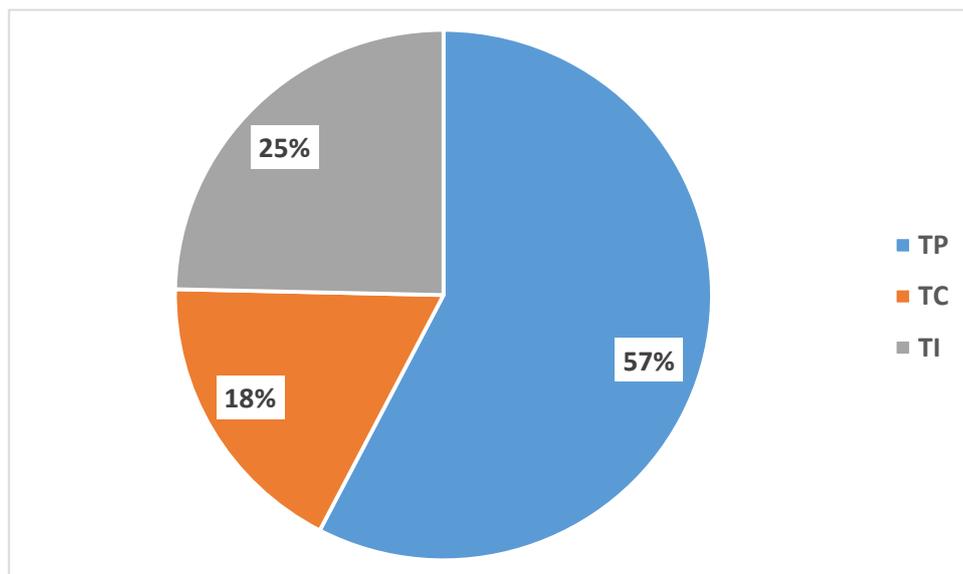
Una vez tabulados los resultados de la aplicación de la ficha de balance de cuadrilla a la actividad de toma de niveles, se pudo evidenciar que los dos trabajadores seleccionados presentan un comportamiento muy similar en la obra, lo cual puede referirse a un trabajo que ya han venido realizando juntos, lo cual mejora la dinámica durante su ejecución.

A pesar de la interacción equilibrada identificada, se pudo constatar que existen tiempos improductivos tanto en el albañil como en el carpintero.

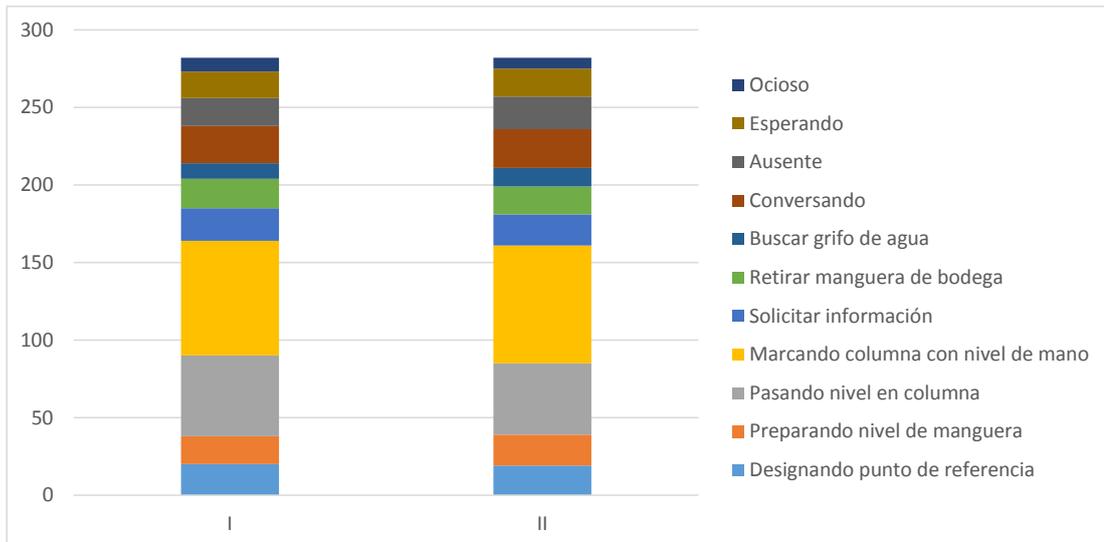


*Gráfico 1:* Tipo de trabajo en la toma de niveles por trabajador.  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Los resultados demuestran que en la toma de niveles el trabajo improductivo tiene mayor participación que el trabajo complementario (Gráfico 2), mientras que el trabajo productivo alcanza solo un 57% de participación.

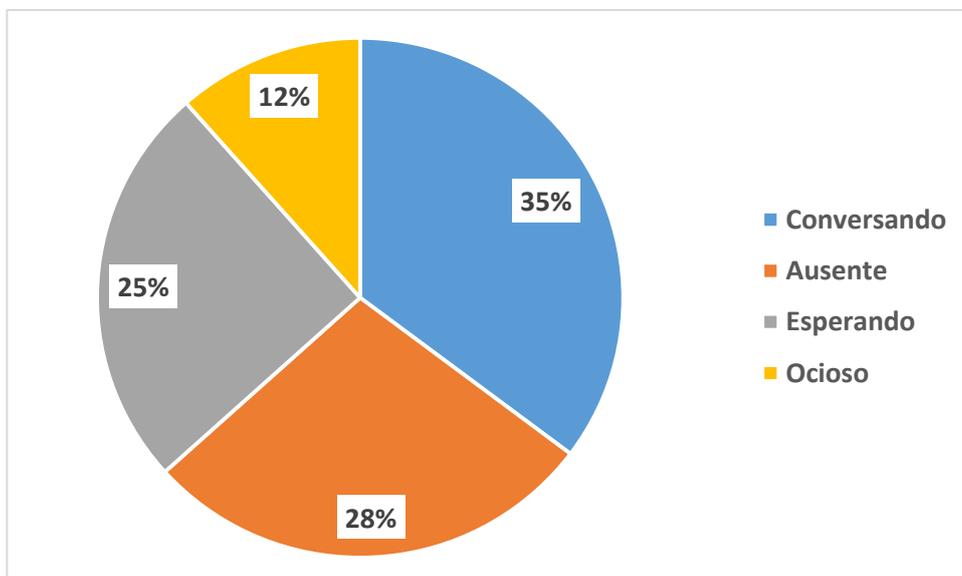


*Gráfico 2:* Participación del tipo de trabajo en la toma de niveles  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla



**Gráfico 3:** Comparativo actividades por trabajador en toma de niveles  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Como se puede observar la actividad dentro del proceso de toma de niveles con mayor participación es la de: marcación de la columna con nivel de mano, seguida de pasando nivel de columna, ambas tareas productivas.



**Gráfico 4:** Participación de las actividades improductivas en la toma de niveles  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

La actividad improductiva con mayor participación en la actividad de toma de nivel fue la conversación que de manera regular mantenían los trabajadores, para lo cual detenían su actividad (35%), seguida del estar ausente del sitio

donde debería estar ejerciendo su trabajo (28%), que se suma a estar esperando ya sea un material, equipo u orden (25%), y finalmente el estar sin realizar ninguna actividad (12%) a pesar de existir trabajo que hacer.

Con los datos observados se realiza el cálculo de rendimiento de la actividad toma de niveles:

Tabla 3: Rendimiento toma de niveles

Muestras	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad de trabajadores	Horas hombre (HH)	Avance (mt)	Rendimiento (HH/mt)
1	0:45:00	0,667	2	1,333	5	0,267
2	0:30:00	0,500	2	1,000	7	0,143
Rendimiento Promedio						0,205
Desviación estándar						0,088
Coeficiente de variación						0,428
Factor de incremento						0,327
Rendimiento final						0,272

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

- Encofrado:

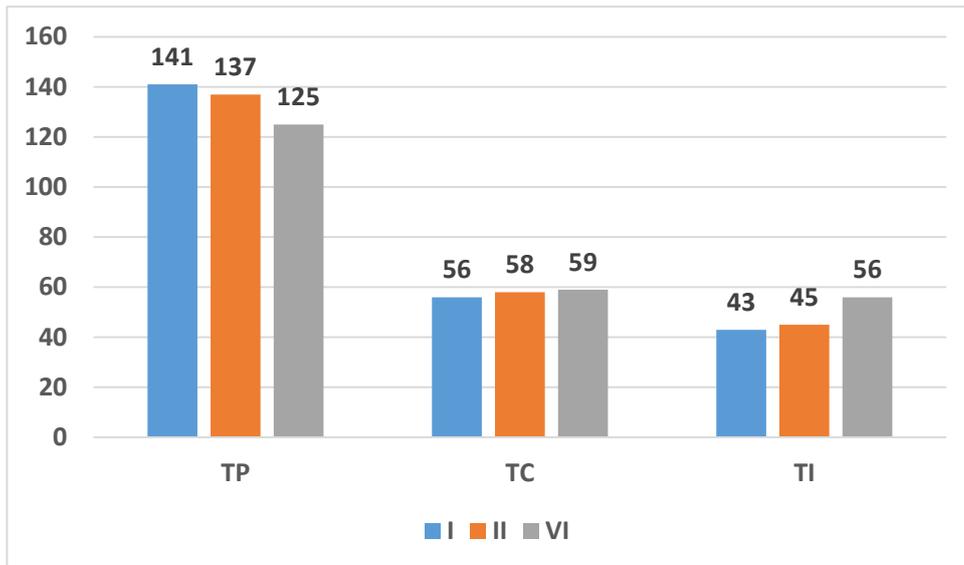
En esta actividad fue necesario el desarrollo de seis trabajos productivos y seis trabajos complementarios que juntos permitieron llevar a cabo la actividad. Se requirió la participación de tres personas: albañil (I), carpintero (II) y ayudante 1 (VI). La tabla 4 presenta muestra los resultados totales recopilados durante la observación a esta importante actividad dentro del proceso de construcción de la losa.

Como se pudo evidenciar en el trabajo de encofrado se requirió la ejecución de más actividades, las mismas que fueron medidas, determinándose que el ayudante 1 invertía más tiempo que los demás en trabajo improductivo.

Tabla 4: Balance de cuadrilla en el encofrado

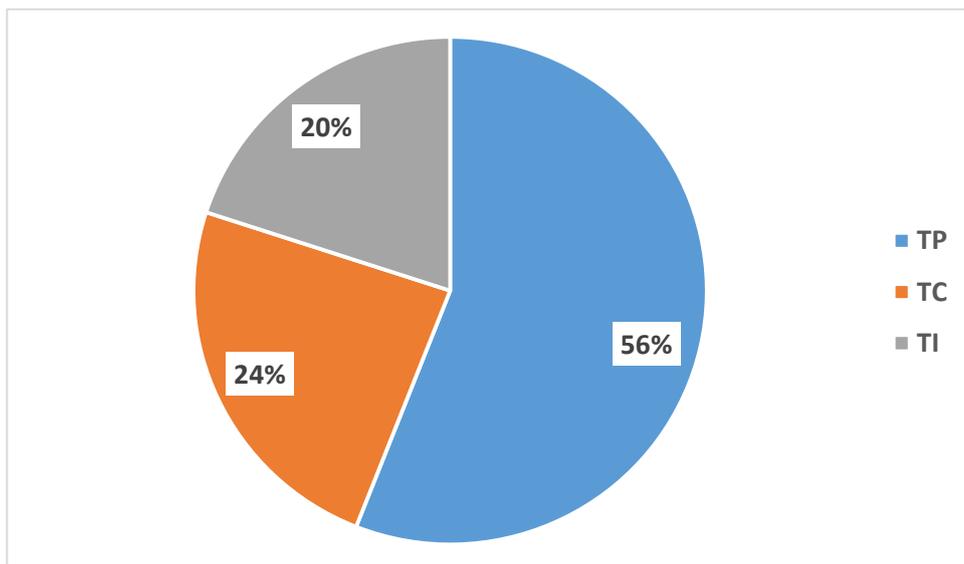
<b>BALANCE DE CUADRILLA</b>							
<b>Proyecto</b>	CONSTRUCCIÓN DE LOSA						
<b>Responsable</b>	RICARDO PALAU						
<b>Proceso</b>	<b>ENCOFRADO</b>						
<b>Fecha</b>	25/8/2021						
<b>Hora de Inicio</b>	14:00						
<b>MEDICIONES DE CUADRILLA PARA BALANCE</b>							
Tipo de Actividad	Actividad	Observaciones por trabajador					
		I	II	III	IV	V	VI
TP	Emboquillados de columnas	16	18				14
	Instalación de fondo de viga	20	18				16
	Instalación de apuntalamiento caña	18	17				16
	Instalación de cuartones	20	23				18
	Instalación de tableros de fondo	35	31				32
	Instalación de tableros laterales	32	30				29
<b>Total TP</b>		<b>141</b>	<b>137</b>				<b>125</b>
TC	Solicitando información	9	8				8
	Preparación de fondo de viga	12	13				9
	Corte de caña a medidas requeridas	9	10				13
	Preparación de cuartones	8	9				11
	Preparación de tableros	12	13				9
	Transportando encofrados	6	5				9
<b>Total TC</b>		<b>56</b>	<b>58</b>				<b>59</b>
TI	Conversando	12	11				16
	Ausente	14	14				17
	Esperando	13	14				15
	Ocioso	4	6				8
<b>Total TI</b>		<b>43</b>	<b>45</b>				<b>56</b>
<b>Observaciones Totales</b>		<b>240</b>	<b>240</b>				<b>240</b>

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

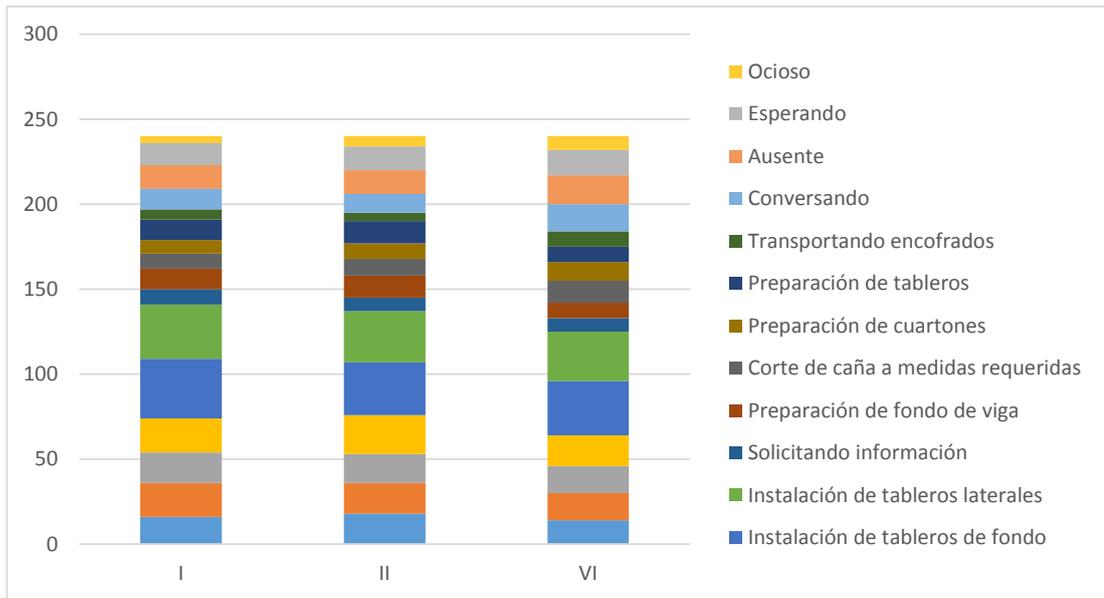


**Gráfico 5:** Tipo de trabajo en el encofrado por trabajador  
 Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Los resultados permitieron identificar que dentro de la actividad de encofrado se destina 20% del tiempo a trabajos improductivos por parte de los trabajadores. Al trabajo productivo se destina el 56% y al complementario el 24%.

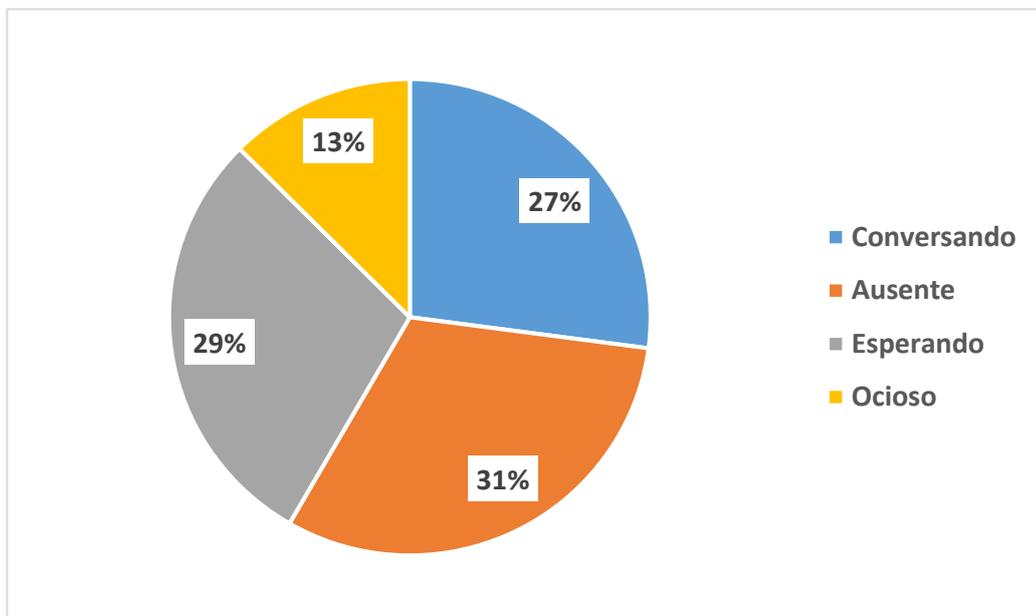


**Gráfico 6:** Participación del tipo de trabajo en el encofrado  
 Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla



**Gráfico 7:** Comparativo de actividades por trabajador en el encofrado  
 Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

En el caso de la actividad del encofrado se evidenció que la actividad improductiva más recurrente es estar ausente (31%), seguida de estar esperando (29%). La ausencia del trabajador durante el tiempo que debe destinar a la obra evidencia que el control no es el adecuado.



**Gráfico 8:** Participación de las actividades improductivas en el encofrado  
 Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

La información recopilada permitió realzar el cálculo de rendimiento que a continuación se presenta:

Tabla 5: Rendimiento de encofrado

Muestras	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad de trabajadores	Horas hombre (HH)	Avance (mt <sup>2</sup> )	Rendimiento (HH/mt <sup>2</sup> )
1	1:45:00	1,750	3	5,250	10	0,525
2	1:45:00	1,750	3	5,250	15	0,350
Rendimiento Promedio						0,438
Desviación estándar						0,124
Coeficiente de variación						0,283
Factor de incremento						0,250
Rendimiento final						0,547

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

- Armada de estructura:

En esta actividad fue necesario el desarrollo de seis trabajos productivos y tres trabajos complementarios y el empleo de dos trabajadores, 1 herrero y 1 ayudante 1.

Esta actividad permitió medir al ayudante 1 en una nueva actividad, para verificar si se repiten los resultados en torno a la recurrencia de actividades improductivas.

A continuación la ficha de resultados del balance de cuadrilla aplicada a la armada de estructura:

Tabla 6: Balance de cuadrilla en la armada de estructura

<b>BALANCE DE CUADRILLA</b>	
<b>Proyecto</b>	CONSTRUCCIÓN DE LOSA
<b>Responsable</b>	RICARDO PALAU
<b>Proceso</b>	<b>ARMADA DE ESTRUCTURA (HIERROS)</b>
<b>Fecha</b>	25/8/2021
<b>Hora de Inicio</b>	15:00

		<b>MEDICIONES DE CUADRILLA PARA BALANCE</b>					
<b>Tipo de Actividad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Observaciones por trabajador</b>					
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
TP	Preparación de aceros de refuerzo			23			18
	Preparación de aceros de estribos			27			21
	Preparación de aceros de vinchas			24			20
	Colocación de hierro en vigas cargadoras			29			22
	Colocación de hierro en vigas de amarres			49			37
	Colocando nervios			45			34
<b>Total TP</b>				<b>197</b>			<b>152</b>
TC	Solicitando información			8			11
	Transportando el hierro			9			14
	Acomodando los nervios			12			16
<b>Total TC</b>				<b>29</b>			<b>41</b>
TI	Conversando			19			29
	Ausente			21			31
	Esperando			21			27
	Ocioso			5			12
<b>Total TI</b>				<b>66</b>			<b>99</b>
<b>Observaciones Totales</b>				<b>263</b>			<b>251</b>

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Como se puede observar en la tabla 4 y en la gráfica 7, el ayudante 1 se mantiene con mayor trabajo improductivo que sus compañeros y menor trabajo productivo, lo cual afecta el tiempo de entrega de los trabajos encargados.

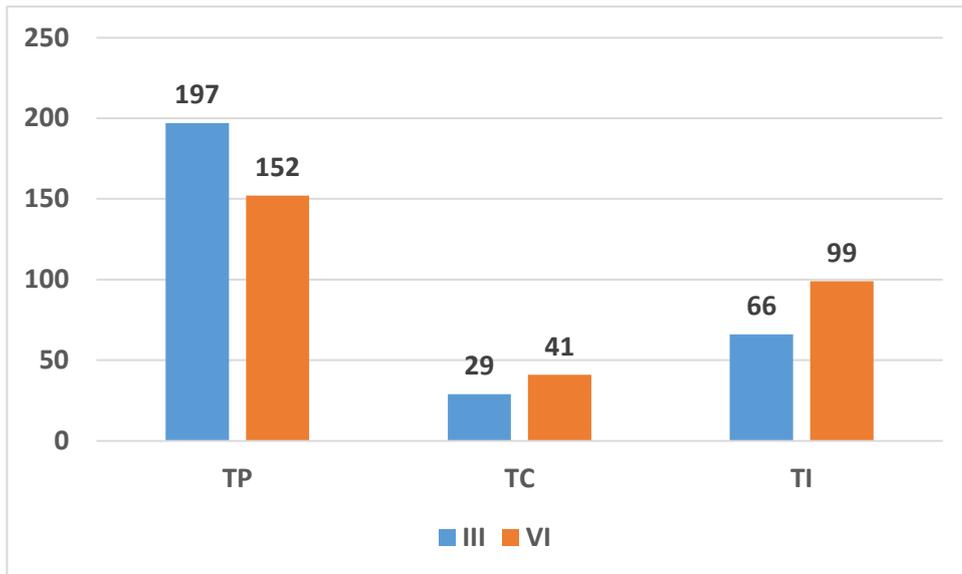


Gráfico 9: Tipo de trabajo en la armada de estructura

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Se pudo evidenciar que el trabajo improductivo alcanzó el 28% de participación, valor muy por encima incluso que el trabajo complementario que alcanzó un 12%.

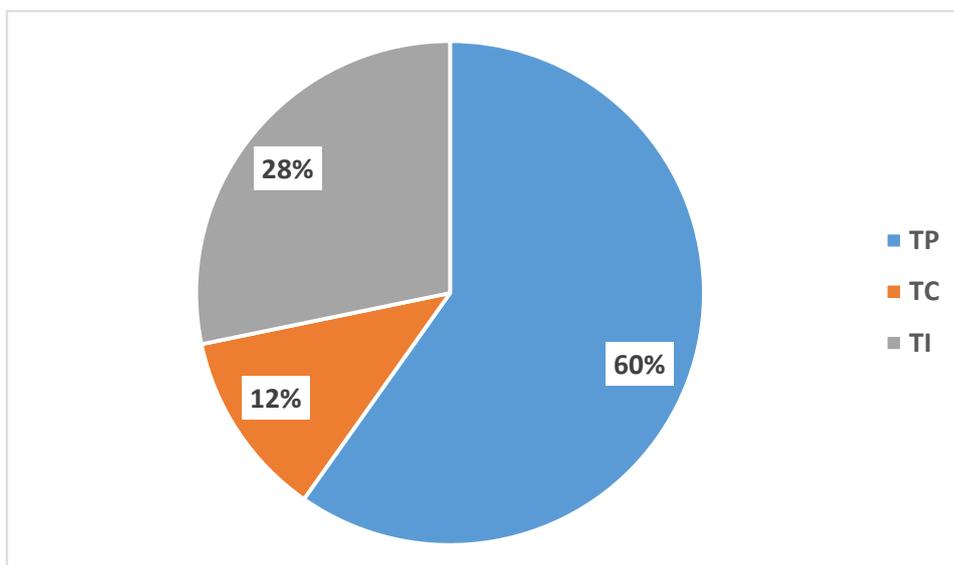
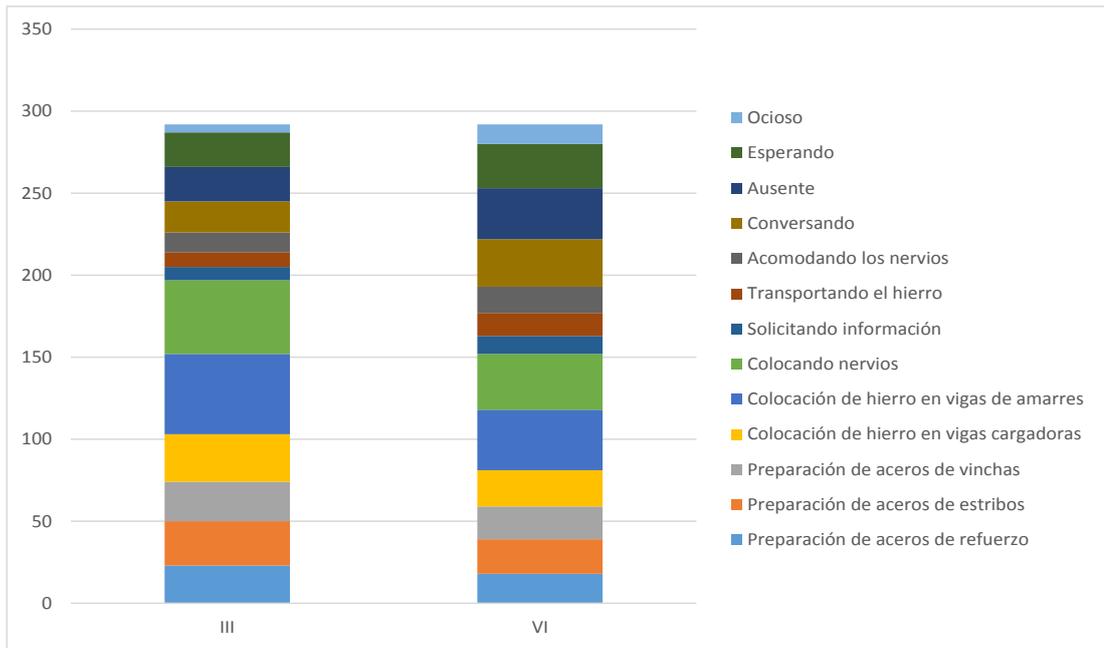


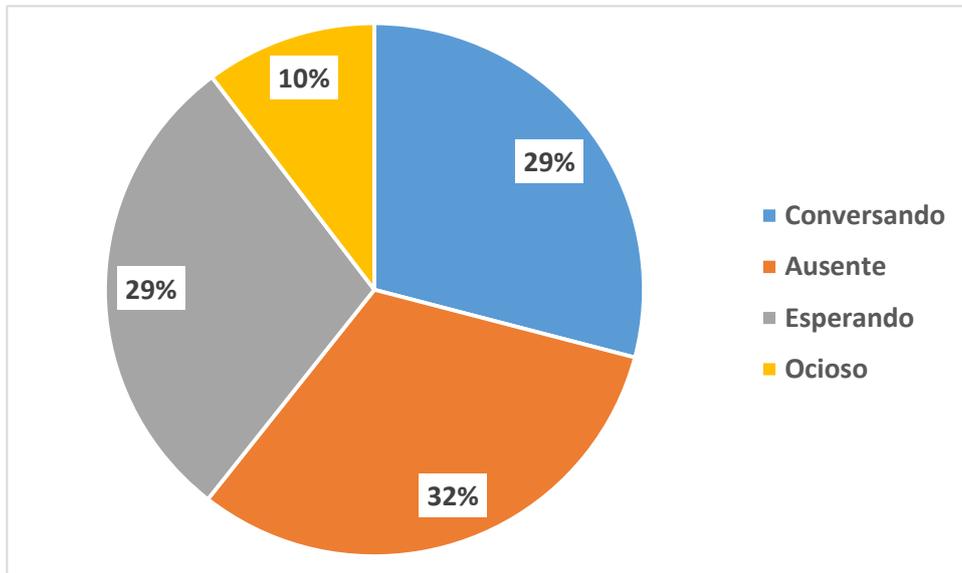
Gráfico 10: Participación del tipo de trabajo en la armada de estructura

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla



**Gráfico 11:** Comparativo actividades por trabajador armada de estructura  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

La colocación de nervios y la colocación de hierro en vigas fueron las actividades con mayor participación de los trabajadores.



**Gráfico 12:** Participación de las actividades improductivas en la armada de estructura  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

La actividad improductiva con mayor recurrencia en la armada de estructura fue el ausentismo (32%), seguido con similar porcentaje por las conversaciones y el tiempo que se permanece esperando.

Con los datos recopilados se procedió al cálculo del rendimiento, para lo cual se calculó primero el rendimiento por empelado, luego se promedió, se obtuvo la desviación estándar y el coeficiente de variación. Al determinar el factor de conversión se pudo realizar el cálculo del rendimiento final, que para la actividad de armada de estructura fue de: 0.209

Tabla 7: Rendimiento en la armada de estructura

Muestras	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad de trabajadores	Horas hombre (HH)	Avance (mt <sup>2</sup> )	Rendimiento (HH/mt <sup>2</sup> )
1	1:00:00	1,000	2	2,000	10	0,200
2	0:45:00	0,750	2	1,500	15	0,100
					Rendimiento Promedio	0,150
					Desviación estándar	0,071
					Coeficiente de variación	0,471
					Factor de incremento	0,394
					Rendimiento final	0,209

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

- Instalación de elementos alivianados:

En esta actividad fue necesario el desarrollo de tres trabajos productivos y tres trabajos complementarios y el empleo de dos trabajadores, 1 carpintero y el ayudante 1.

A continuación los resultados de las 276 observaciones que se realizaron a cada uno de los trabajadores:

Tabla 8: Balance de cuadrilla en la instalación de elementos alivianados

<b>BALANCE DE CUADRILLA</b>	
<b>Proyecto</b>	CONSTRUCCIÓN DE LOSA
<b>Responsable</b>	RICARDO PALAU
<b>Proceso</b>	<b>INSTALACIÓN DE ELEMENTOS ALIVIANADOS</b>
<b>Fecha</b>	26/8/2021
<b>Hora de Inicio</b>	07:00

		<b>MEDICIONES DE CUADRILLA PARA BALANCE</b>					
<b>Tipo de Actividad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Observaciones por trabajador</b>					
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
TP	Encofrado lateral		88				40
	Instalación de bloques alivianado		39				90
	Asegurando alivianado		46				22
<b>Total TP</b>			<b>173</b>				<b>152</b>
TC	Solicitando información		14				17
	Transportando alivianado		18				21
	Reemplazando alivianados		25				30
<b>Total TC</b>			<b>57</b>				<b>68</b>
TI	Conversando		14				17
	Ausente		15				19
	Esperando		12				14
	Ocioso		5				6
<b>Total TI</b>			<b>46</b>				<b>56</b>
<b>Observaciones Totales</b>			<b>276</b>				<b>276</b>

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Como se puede observar en la tabla 8 y el gráfico 13, el ayudante 1 sigue presentando mayores actuaciones improductivas que sus compañeros y menores actividades productivas. A pesar de mantenerse recurrente en las actividades improductivas, la participación en la instalación de elementos alivianados fue menor (18%) que en otras actividades, mientras que en esta ocasión los trabajos complementarios alcanzaron un 23% y los productivos un 59%.

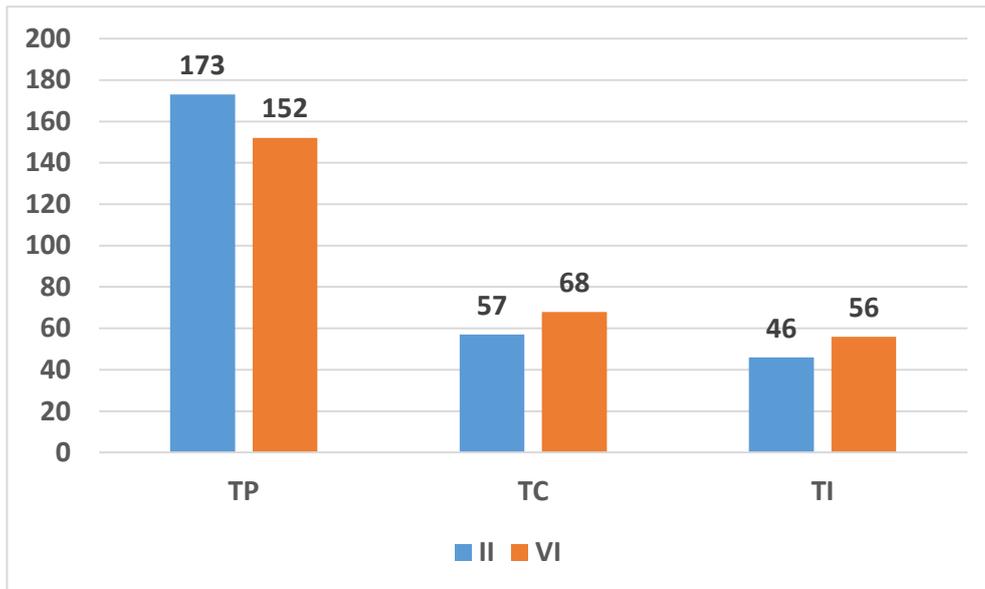


Gráfico 13: Tipo de trabajo en la instalación de elementos alivianados por trabajador

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

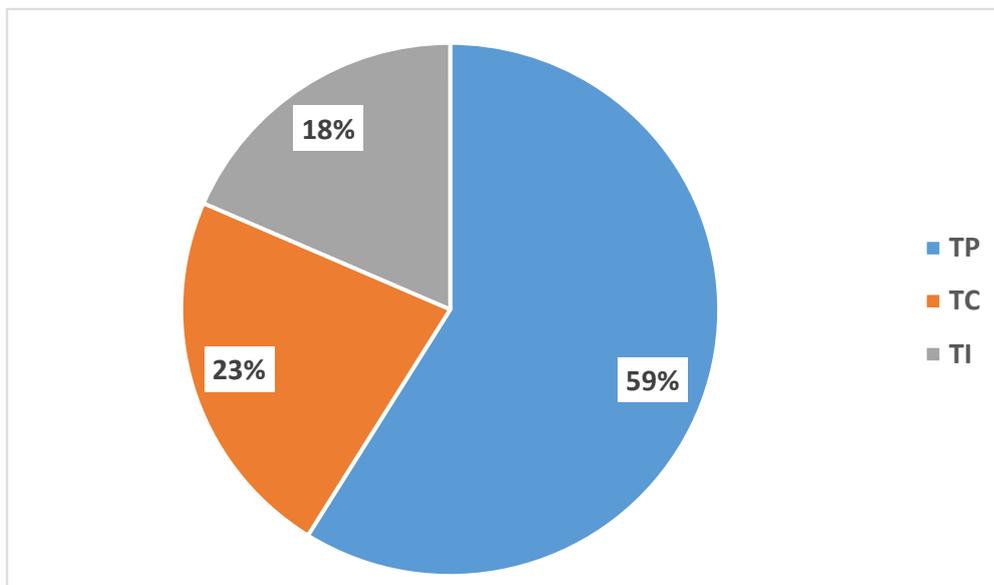


Gráfico 14: Participación del tipo de trabajo en la instalación de elementos alivianados

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

La actividad improductiva con mayor participación durante la instalación de elementos alivianados fue una vez más el ausentismo (33%), seguido por las conversaciones (30%) y la espera (26%).

Por su parte la actividad con mayor participación del tiempo de los trabajadores fue la instalación de bloques alivianados, seguida por el encofrado lateral.

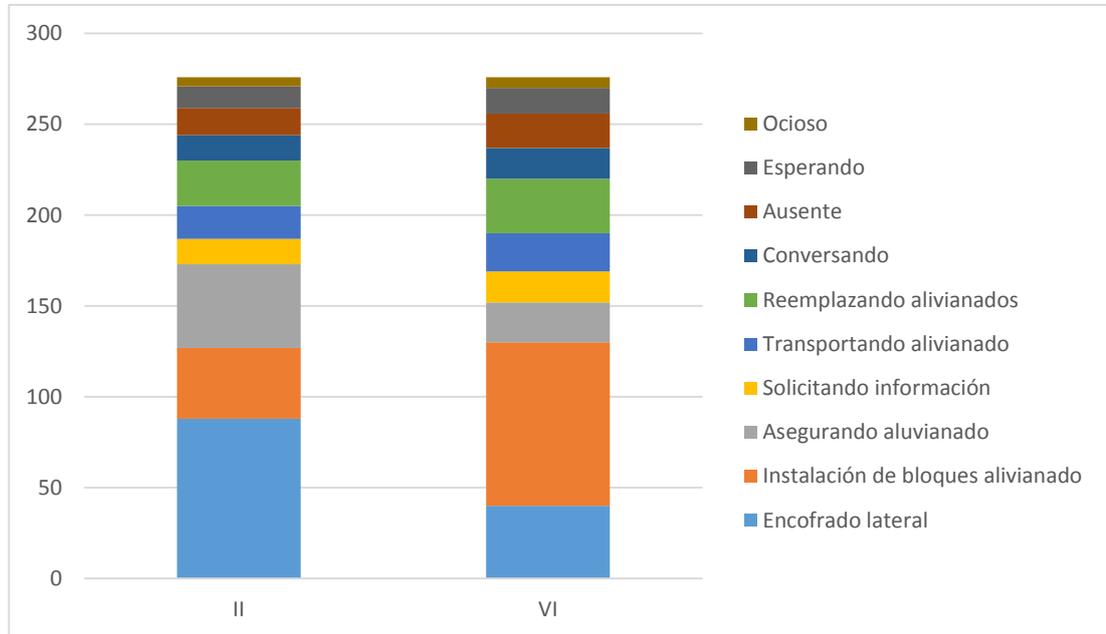


Gráfico 15: Comparativo actividades por trabajador en la instalación de elementos alivianados

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

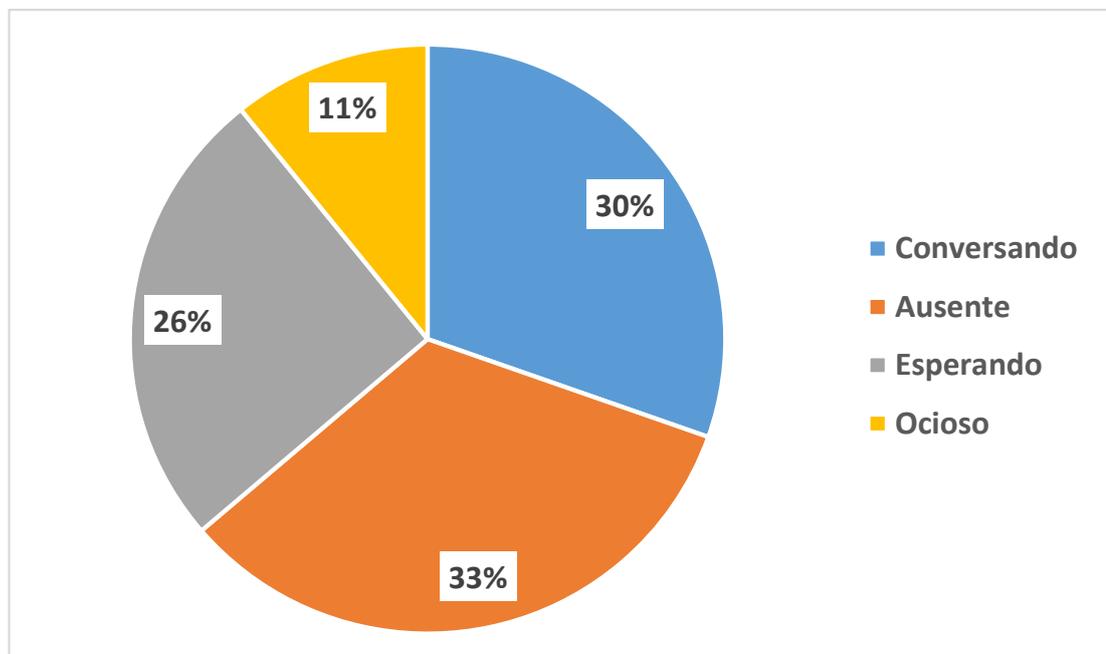


Gráfico 16: Participación de las actividades improductivas en la instalación de elementos alivianados

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

La ausencia fue la actividad improductiva con mayor participación, seguida de los momentos en los que los trabajadores estaban conversando.

Los rendimientos se calcularon al final, una vez que se contó con la información suficiente:

Tabla 9: Rendimiento instalación de elementos alivianados

Muestras	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad de trabajadores	Horas hombre (HH)	Avance (mt <sup>2</sup> )	Rendimiento (HH/mt <sup>2</sup> )
1	1:30:00	1,500	2	3,000	10	0,300
2	1:20:00	1,333	2	2,667	15	0,178
Rendimiento Promedio						0,239
Desviación estándar						0,086
Coeficiente de variación						0,362
Factor de incremento						0,227
Rendimiento final						0,293

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

- Instalación hidrosanitaria:

En la instalación hidrosanitaria se requirió ejecutar cuatro actividades productivas y dos complementarias, así como emplear a dos trabajadores, el gasfitero y el ayudante 1.

En esta actividad se realizaron 234 observaciones a cada uno de quienes intervinieron en la actividad.

A continuación los resultados:

Tabla 10: Balance de cuadrilla en la instalación hidrosanitaria

<b>BALANCE DE CUADRILLA</b>	
<b>Proyecto</b>	CONSTRUCCIÓN DE LOSA
<b>Responsable</b>	RICARDO PALAU
<b>Proceso</b>	<b>INSTALACIÓN HIDROSANITARIA</b>
<b>Fecha</b>	26/8/2021
<b>Hora de Inicio</b>	14:00

		<b>MEDICIONES DE CUADRILLA PARA BALANCE</b>					
<b>Tipo de Actividad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Observaciones por trabajador</b>					
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
TP	Colocación de pasantes adheridas a losas				15		23
	Colocación de red sanitaria en losa				47		40
	Colocación de red AA.PP. En losa				54		49
	Aseguramiento y protección instalaciones				25		21
<b>Total TP</b>					<b>141</b>		<b>133</b>
TC	Solicitando información				14		10
	Replantera puntos sanitarios en losa				22		17
<b>Total TC</b>					<b>36</b>		<b>27</b>
TI	Conversando				17		29
	Ausente				16		20
	Esperando				18		18
	Ocioso				6		7
<b>Total TI</b>					<b>57</b>		<b>74</b>
<b>Observaciones Totales</b>					<b>234</b>		<b>234</b>

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Una vez más se mantiene el trabajo improductivo del ayudante 1 por encima de sus compañeros de trabajo, así como un menor trabajo improductivo lo que evidencia una distribución de trabajo con mayor carga para el técnico y no para el ayudante.

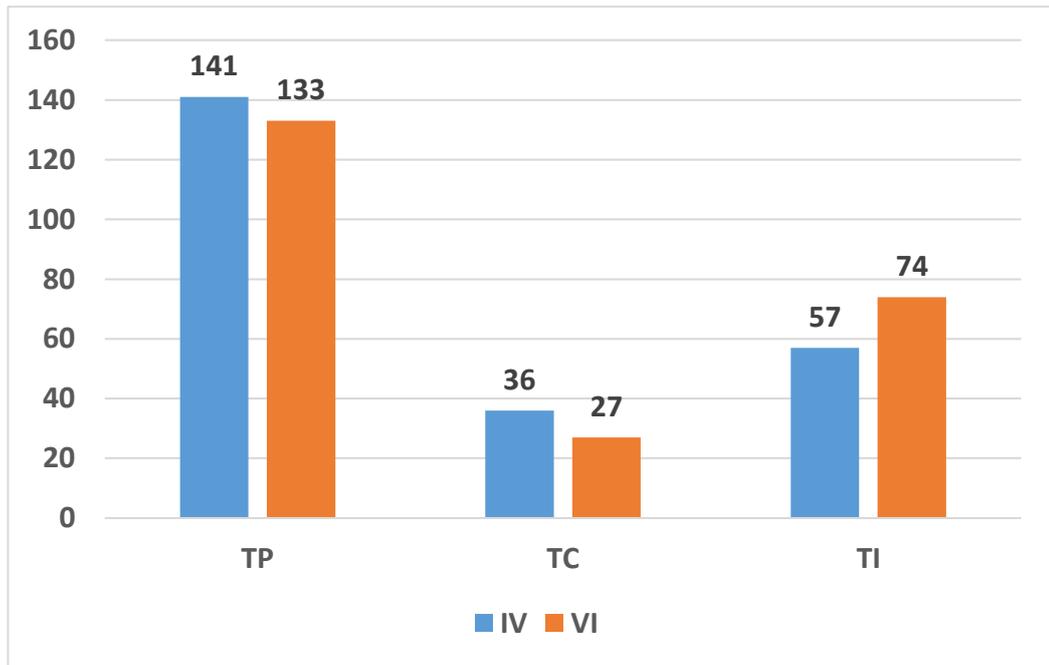


Gráfico 17: Tipo de trabajo en la instalación hidrosanitaria por trabajador  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Los resultados evidenciaron que el trabajo improductivo alcanzó el 28%, el complementario bajó al 13% y el productivo se mantiene en el 59%.

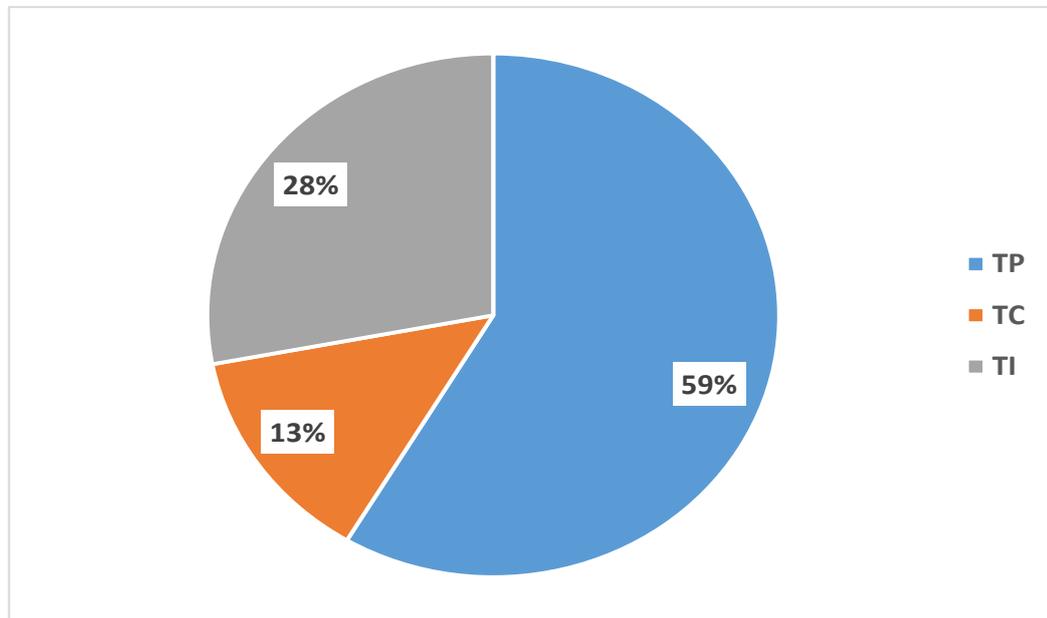


Gráfico 18: Participación del tipo de trabajo en la instalación hidrosanitaria  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

En esta actividad la situación improductiva que más se repite es la conversación (35%), seguida por el ausentismo del puesto de trabajo.

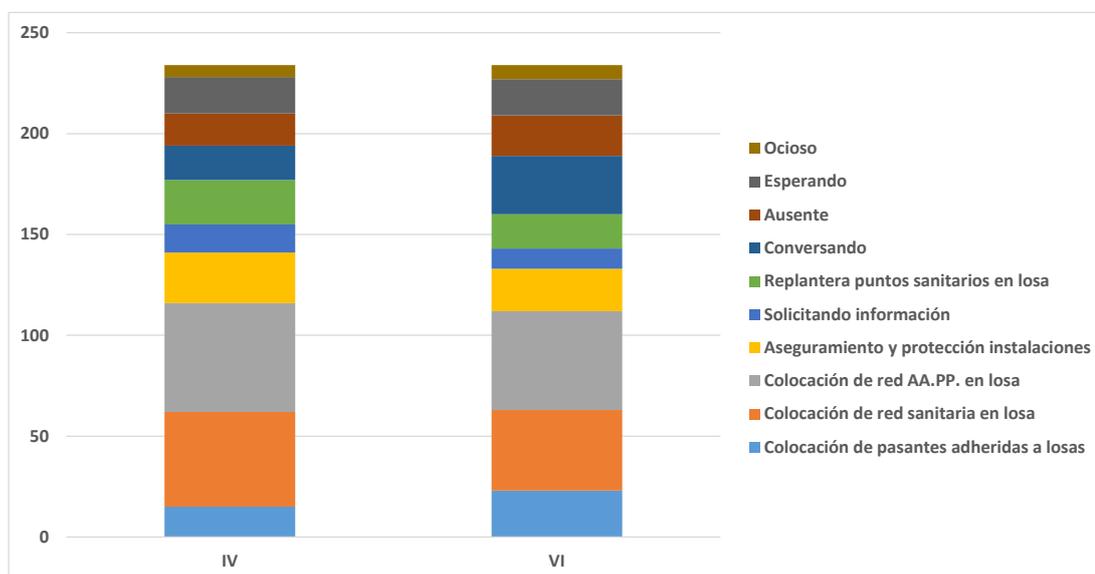


Gráfico 19: Comparativo actividades por trabajador instalación hidrosanitaria  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

La instalación de red de agua potable y la colocación de red sanitaria fueron las actividades productivas de mayor participación.

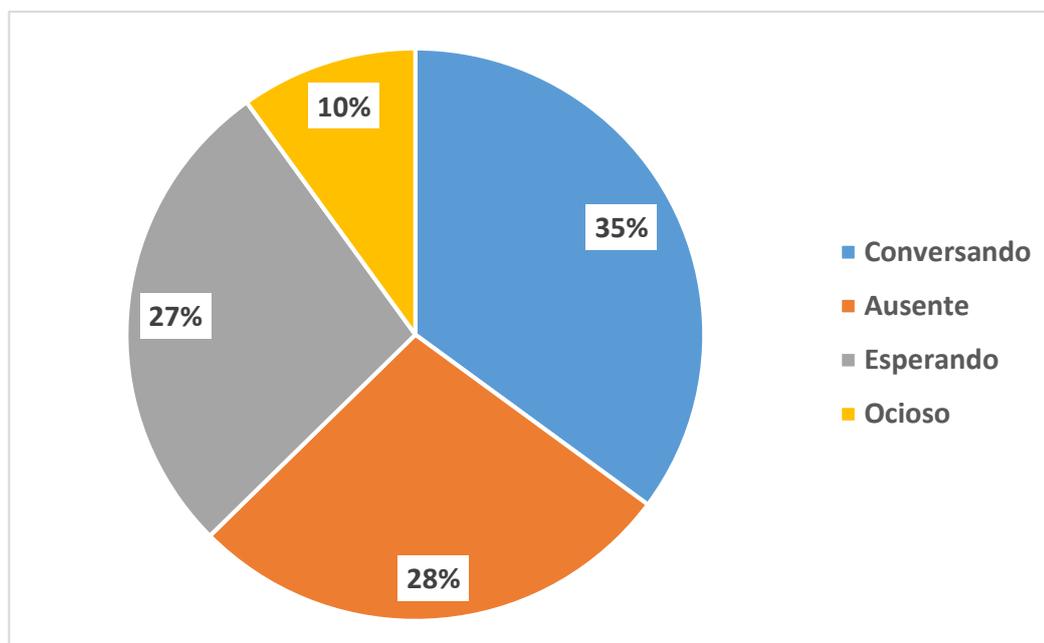


Gráfico 20: Participación de las actividades improductivas en la instalación hidrosanitaria  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

El rendimiento de la actividad correspondiente a instalación hidrosanitaria fue el siguiente:

Tabla 11: Rendimiento instalación hidrosanitaria

Muestras	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad de trabajadores	Horas hombre (HH)	Avance (mt)	Rendimiento (HH/mt)
1	1:45:00	1,667	2	3,333	5,35	0,623
2	1:15:00	1,250	2	2,500	7,32	0,342
Rendimiento Promedio						0,482
Desviación estándar						0,199
Coeficiente de variación						0,413
Factor de incremento						0,389
Rendimiento final						0,670

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

- Instalación eléctricas:

Las instalaciones eléctricas requirieron del trabajo de dos personas: un electricista y el ayudante 1. En esta actividad se ejecutaron tres trabajos productivo y dos complementarios.

Fueron necesarias 253 observaciones para medir todo el trabajo de los dos empleados. A continuación los resultados:

Tabla 12: Balance de cuadrilla en las instalaciones eléctricas

<b>BALANCE DE CUADRILLA</b>	
<b>Proyecto</b>	CONSTRUCCIÓN DE LOSA
<b>Responsable</b>	RICARDO PALAU
<b>Proceso</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>
<b>Fecha</b>	27/8/2021
<b>Hora de Inicio</b>	7:00

		<b>MEDICIONES DE CUADRILLA PARA BALANCE</b>					
<b>Tipo de Actividad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Observaciones por trabajador</b>					
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
TP	Ducterías					30	24
	Control de cajas					53	43
	aseguramiento y protección instalaciones					61	53
<b>Total TP</b>						<b>144</b>	<b>120</b>
TC	Solicitando información					16	12
	Replanter puntos eléctricos en losa					28	19
<b>Total TC</b>						<b>44</b>	<b>31</b>
TI	Conversando					14	37
	Ausente					21	26
	Esperando					22	27
	Ocioso					8	12
<b>Total TI</b>						<b>65</b>	<b>102</b>
<b>Observaciones Totales</b>						<b>253</b>	<b>253</b>

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Se pudo observar que en las instalaciones eléctricas el trabajo improductivo del ayudante 1 sube de manera importante, y se mantiene por debajo de sus compañeros el trabajo productivo, así como el complementario.

El electricista tuvo la mayor participación en el trabajo productivo y complementario, y menor participación en las actividades improductivas, lo cual muestra un mal aprovechamiento de los ayudantes dentro del trabajo en obra, tal como se ha evidenciado en otras actividades.

En la siguiente gráfica se observa el comportamiento de los empleados dentro de la obra y participación por tipo de trabajo realizado:

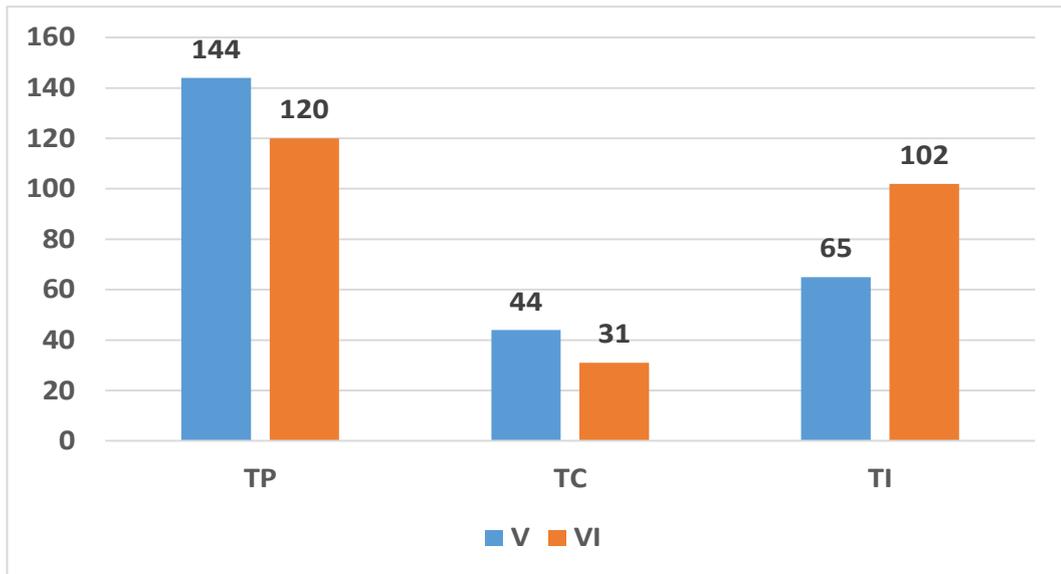


Gráfico 21: Tipo de trabajo en las instalaciones eléctricas por trabajador  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

En esta actividad se generó una alerta en torno al trabajo improductivo, el cual alcanzó un 33% de participación sobre el 100% del trabajo que demandan las instalaciones eléctricas, lo cual significa un mal uso de recursos en esta etapa.

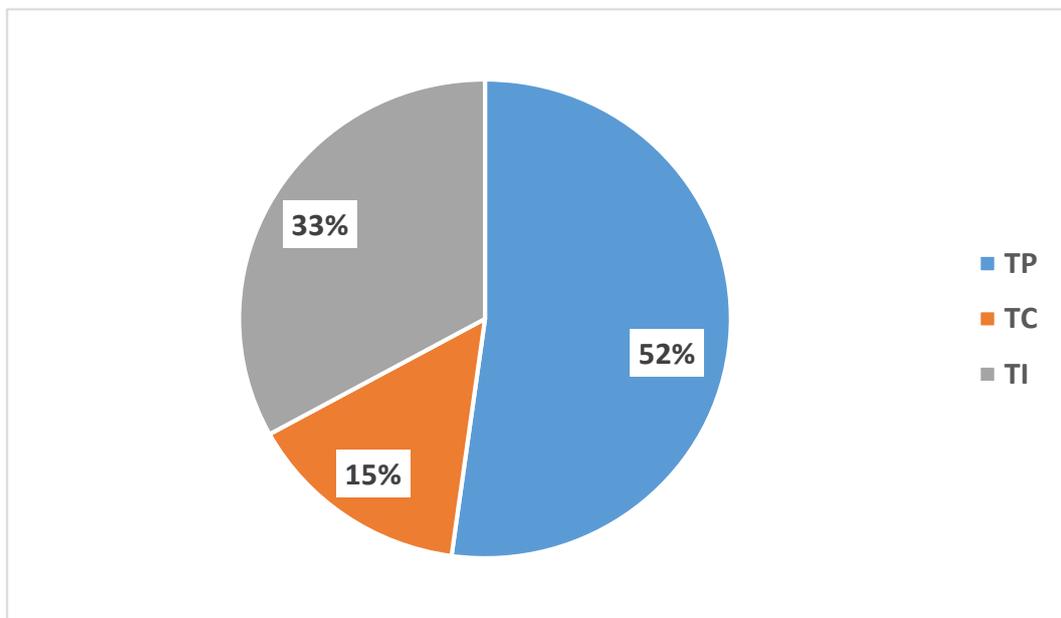


Gráfico 22: Participación del tipo de trabajo en las instalaciones eléctricas  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

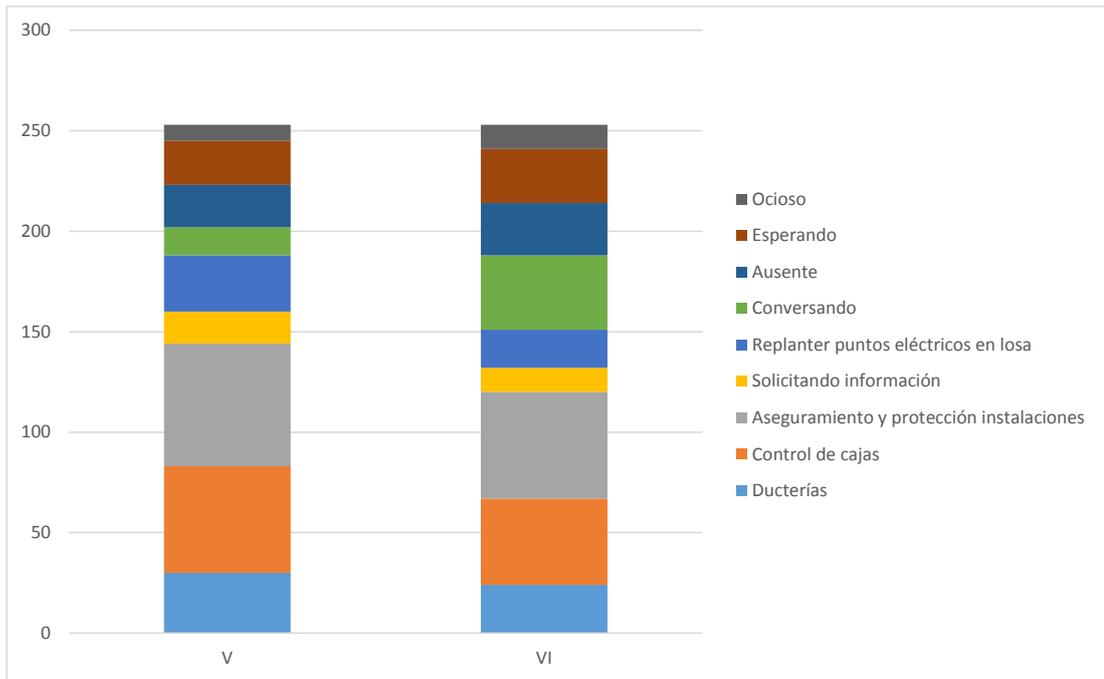


Gráfico 23: Comparativo actividades por trabajador instalaciones eléctricas  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

El aseguramiento y protección de instalaciones y el control de cajas fueron las actividades más recurrentes. El mantenerse conversando (31%) es la actividad improductiva más común durante la ejecución de las instalaciones eléctricas, seguido luego de el ausentismo (28%) que se mantienen en niveles elevados y la espera (29%).

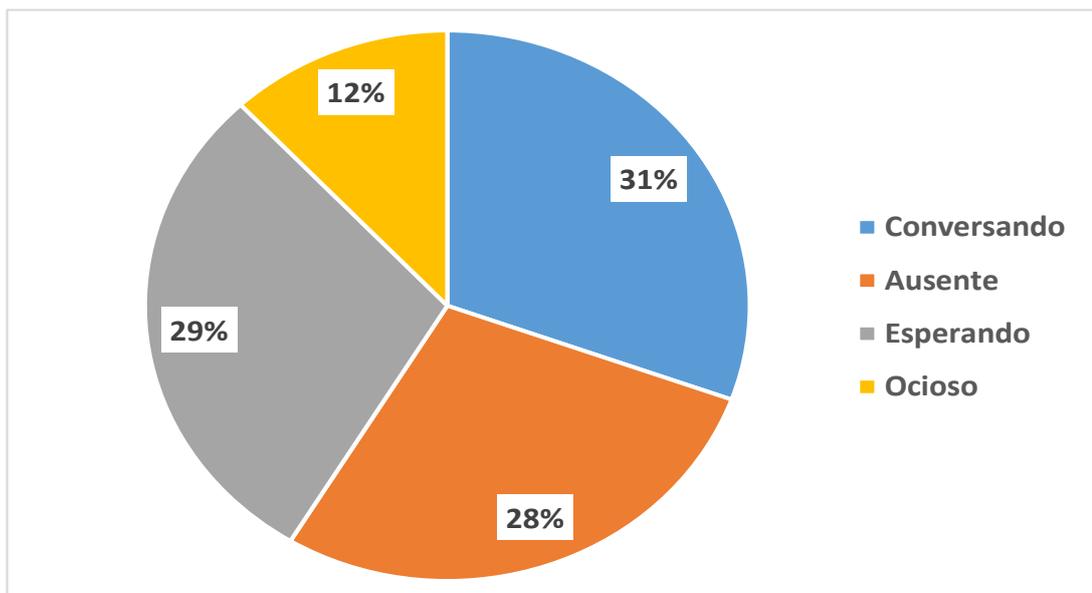


Gráfico 24: Participación de las actividades improductivas en las instalaciones eléctricas

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Tabla 13: Rendimiento instalaciones eléctricas

Muestras	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad de trabajadores	Horas hombre (HH)	Avance (mt)	Rendimiento (HH/mt)
1	1:15:00	1,250	2	2,500	18	0,139
2	1:25:00	1,417	2	2,833	12	0,236
Rendimiento Promedio						0,188
Desviación estándar						0,069
Coeficiente de variación						0,367
Factor de incremento						0,493
Rendimiento final						0,280

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

- Control de nivel final:

Para el control de nivel final fue necesario el trabajo de tres empleados: un albañil, un carpintero y el ayudante 1. En esta actividad se ejecutaron dos trabajos productivo y cuatro complementarios. Se realizaron 232 observaciones durante medio día de trabajo en el sitio. A continuación los resultados:

Tabla 14: Balance de cuadrilla en el control de nivel final

<b>BALANCE DE CUADRILLA</b>	
<b>Proyecto</b>	CONSTRUCCIÓN DE LOSA
<b>Responsable</b>	RICARDO PALAU
<b>Proceso</b>	<b>CONTROL DE NIVEL FINAL</b>
<b>Fecha</b>	27/8/2021
<b>Hora de Inicio</b>	14:00

		<b>MEDICIONES DE CUADRILLA PARA BALANCE</b>					
<b>Tipo de Actividad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Observaciones por trabajador</b>					
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>
TP	Colocación de maestras de niveles	85	89				65

	Chequeo final de estructura para dejar chicotes	48	45				27
<b>Total TP</b>		<b>133</b>	<b>134</b>				<b>92</b>
TC	Solicitar información	23	18				15
	Retirar manguera de bodega						15
	Buscar grifo de agua						16
	Aseguramiento de puntales	25	23				24
<b>Total TP</b>		<b>48</b>	<b>41</b>				<b>70</b>
TI	Conversando	15	17				22
	Ausente	16	18				21
	Esperando	14	15				17
	Ocioso	6	7				10
<b>Total TP</b>		<b>51</b>	<b>57</b>				<b>70</b>
<b>Observaciones Totales</b>		<b>232</b>	<b>232</b>				<b>232</b>

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Se pudo observar en este apartado que se mantiene la tendencia del ayudante 1 de tener mayor participación en las actividades improductivas, seguido esta vez por el carpintero. Sin embargo, se aumentó la participación en las actividades complementarias.

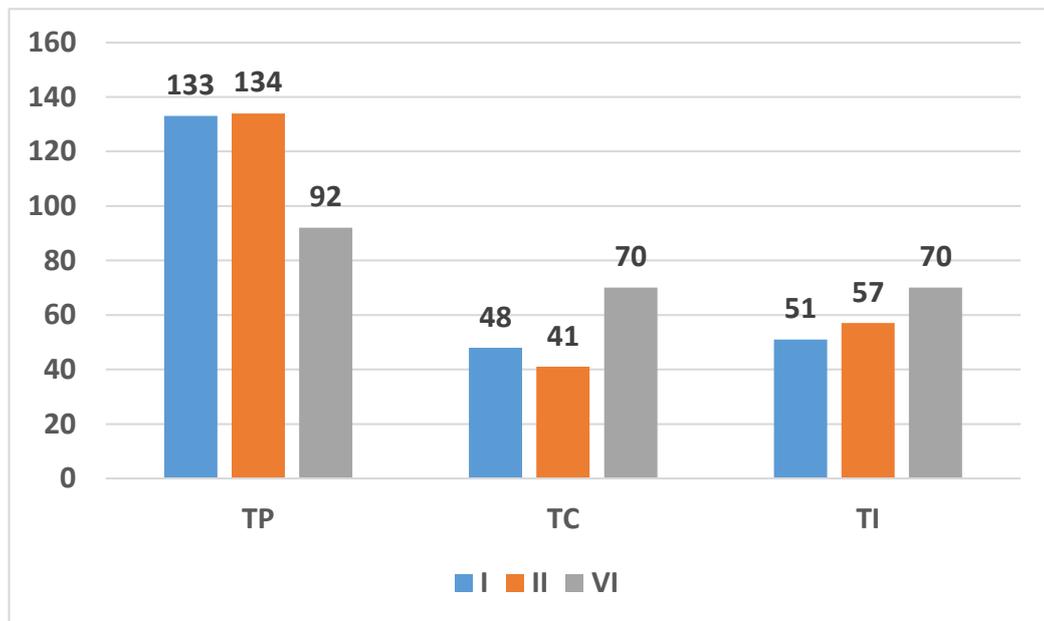


Gráfico 25: Tipo de trabajo en el control del nivel final por trabajador

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

En lo que corresponde a control final, los resultados muestran que el trabajo improductivo alcanza el 25%, es decir un cuarto del tiempo en la actividad es dedicado a este tipo de actividades que no suman a la obra, más bien restan.

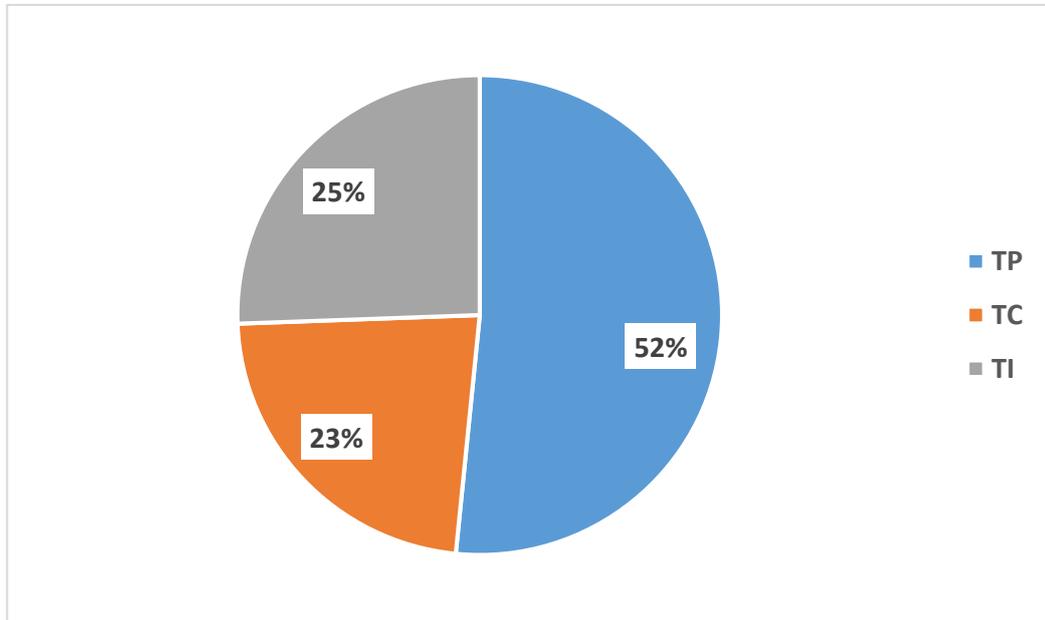


Gráfico 26: Participación del tipo de trabajo en el control del nivel final  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

La colocación de maestras de niveles fue la actividad dentro del control de nivel final con mayor participación de los trabajadores.

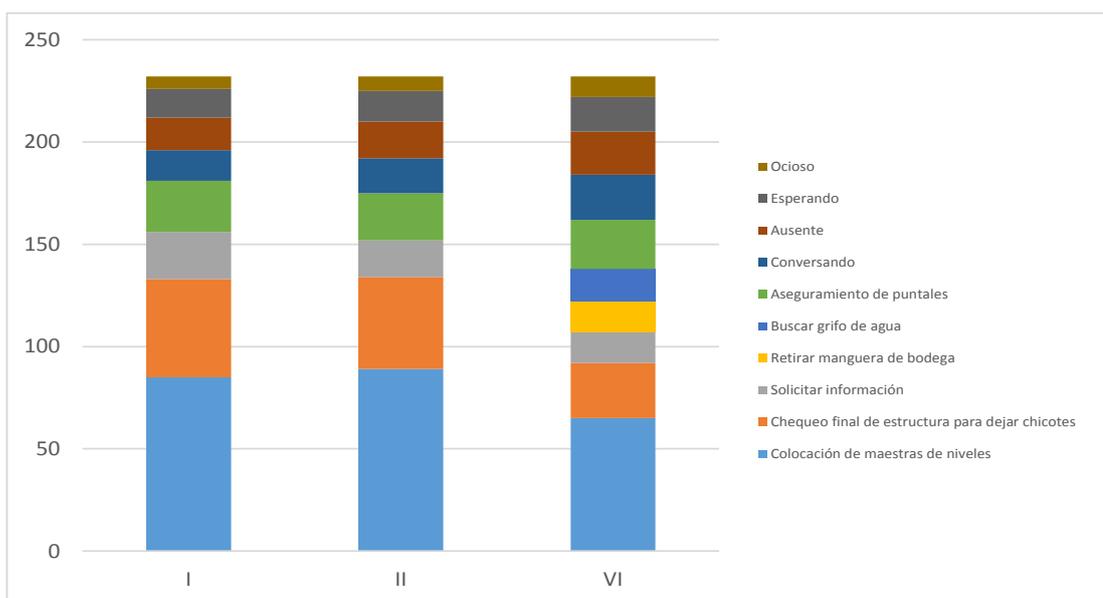


Gráfico 27: Control del nivel final  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

En la actividad revisada el ausentismo vuelve a ser la mayor situación que se presenta en el trabajo improductivo, lo cual sugiere que los empleados no permanecen en su puesto de trabajo como se les es indicado.

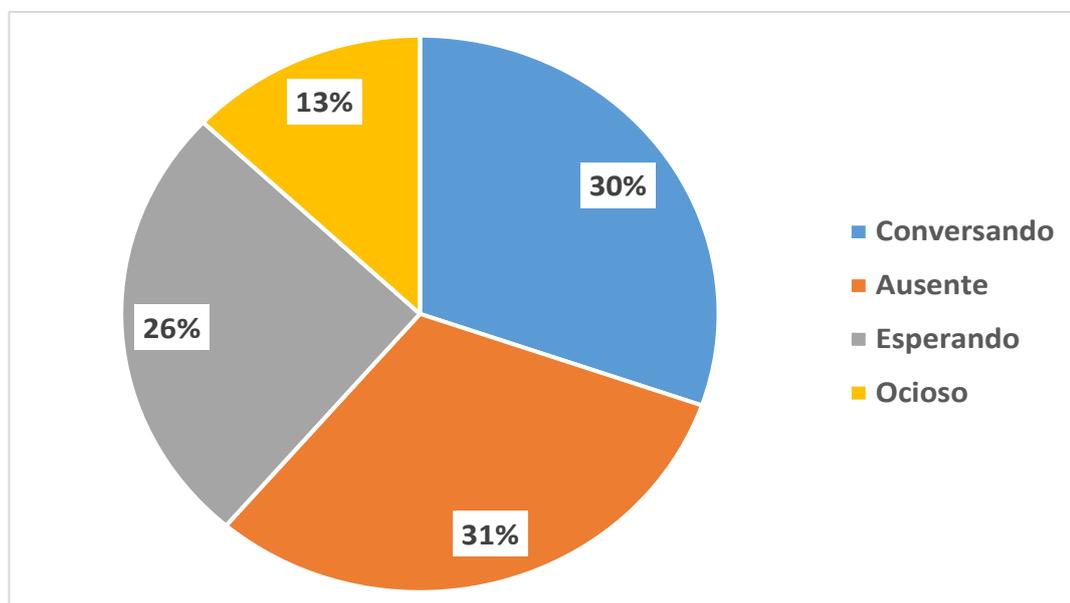


Gráfico 28: Participación de las actividades improductivas en el control de nivel final

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

A partir de los datos obtenidos se procedió a calcular el rendimiento final del control de nivel final.

Tabla 15: Comparativo actividades por trabajador control de nivel final

Muestras	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad de trabajadores	Horas hombre (HH)	Avance (mt)	Rendimiento (HH/mt)
1	0:35:00	0,583	3	1,750	5	0,350
2	0:25:00	0,417	3	1,250	6	0,208
Rendimiento Promedio						0,279
Desviación estándar						0,100
Coeficiente de variación						0,359
Factor de incremento						0,344
Rendimiento final						0,375

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

- Fundición:

En lo que respecta a la fundición, esta es considerada la actividad donde más personal se requiere, para el caso de la losa en desarrollo fueron necesarias cinco personas: albañil, carpintero y tres ayudantes (1,2,3). Se ejecutaron cinco trabajos productivos y cuatro complementarios. Se realizaron 243 observaciones a cada uno de los trabajadores. A continuación los resultados:

Tabla 16: Balance de cuadrilla en la fundición

<b>BALANCE DE CUADRILLA</b>	
<b>Proyecto</b>	CONSTRUCCIÓN DE LOSA
<b>Responsable</b>	RICARDO PALAU
<b>Proceso</b>	<b>FUNDICIÓN</b>
<b>Fecha</b>	28/8/2021
<b>Hora de Inicio</b>	7:00

		<b>MEDICIONES DE CUADRILLA PARA BALANCE</b>							
<b>Tipo de Actividad</b>	<b>Actividad</b>	<b>Observaciones por trabajador</b>							
		<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>	<b>VI</b>	<b>VII</b>	<b>VIII</b>
TP	Revisión de stock de material	7	8						9
	Revisión de estructura para soporte complementario	10	9				6	6	7
	Preparado de hormigón	5	5				83	78	74
	Colocación de hormigón en losa	20	24				75	76	72
	Vibración y paleteado	140	120				24	23	22
<b>Total TP</b>		<b>182</b>	<b>166</b>				<b>188</b>	<b>183</b>	<b>184</b>
TC	Solicitando información	8	14				3	3	4
	Revisión de concretera, limpieza de residuo en tambor	5	4					18	15
	Revisión de equipos (vibradores, parihuela)	10	18				12	12	10
	Control de cálida toma de muestras hormigón	14					9	9	8
<b>Total TC</b>		<b>37</b>	<b>36</b>				<b>24</b>	<b>42</b>	<b>37</b>

TI	Conversando	7	15				9	6	7
	Ausente	2	3				6	4	4
	Esperando	9	16				8	6	7
	Ocioso	6	7				8	2	4
<b>Total TI</b>		<b>24</b>	<b>41</b>				<b>31</b>	<b>18</b>	<b>22</b>
<b>Observaciones Totales</b>		<b>243</b>	<b>243</b>				<b>243</b>	<b>243</b>	<b>243</b>

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

En el proceso de fundición la participación de los ayudantes es mucho mejor, más productiva y con menos recurrencia en actividades improductivas, lo cual se puede deber al tipo de actividad, donde se requiere un trabajo rápido por el trabajo que se realiza con la concretera.

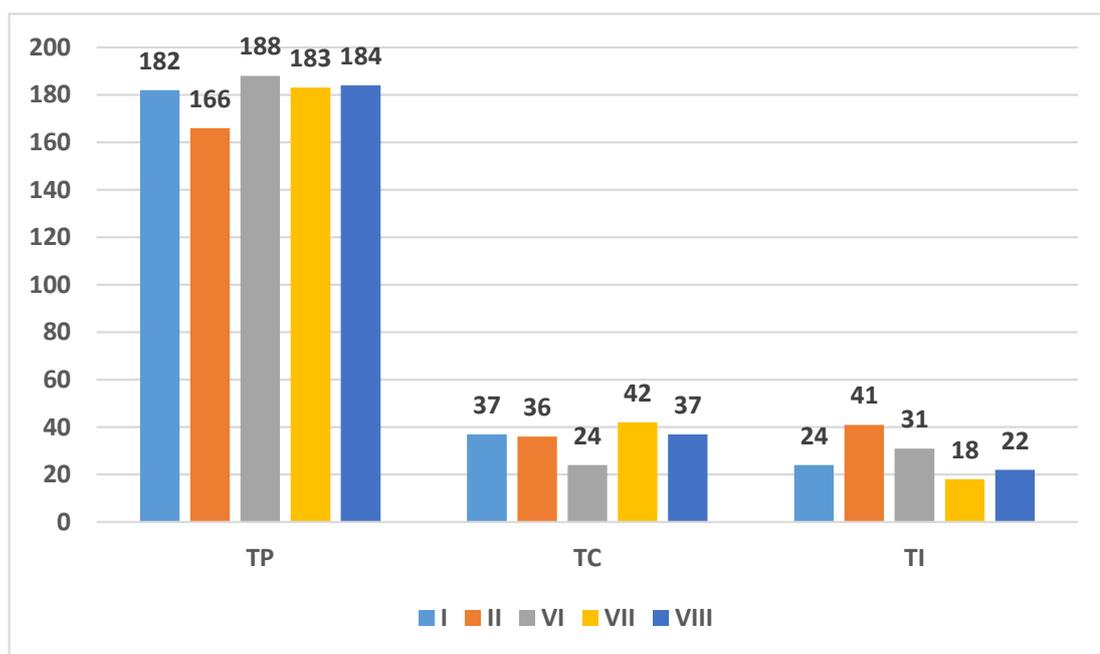


Gráfico 29: Tipo de trabajo en la fundición por trabajador

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Se pudo observar que el trabajo productivo alcanzó el 74%, mientras que el trabajo complementario alcanzó el 15% y el trabajo improductivo el 11%.

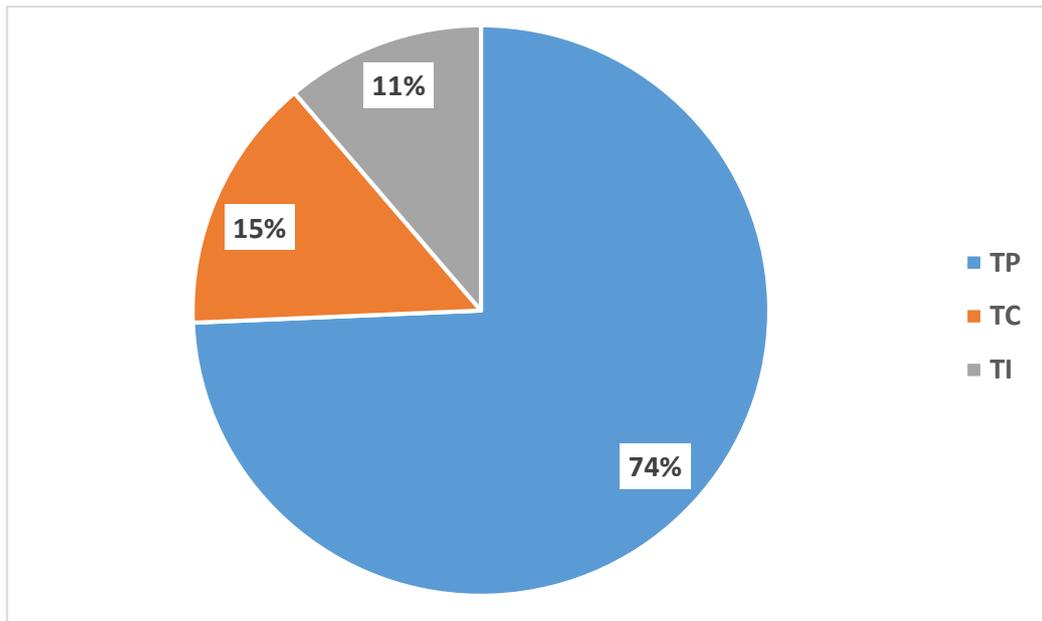


Gráfico 30: Participación del tipo de trabajo en la fundición  
 Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

En fundición las actividades de vibración y paleteado y la colocación de hormigón en losa fueron los trabajos productivos de mayor participación.

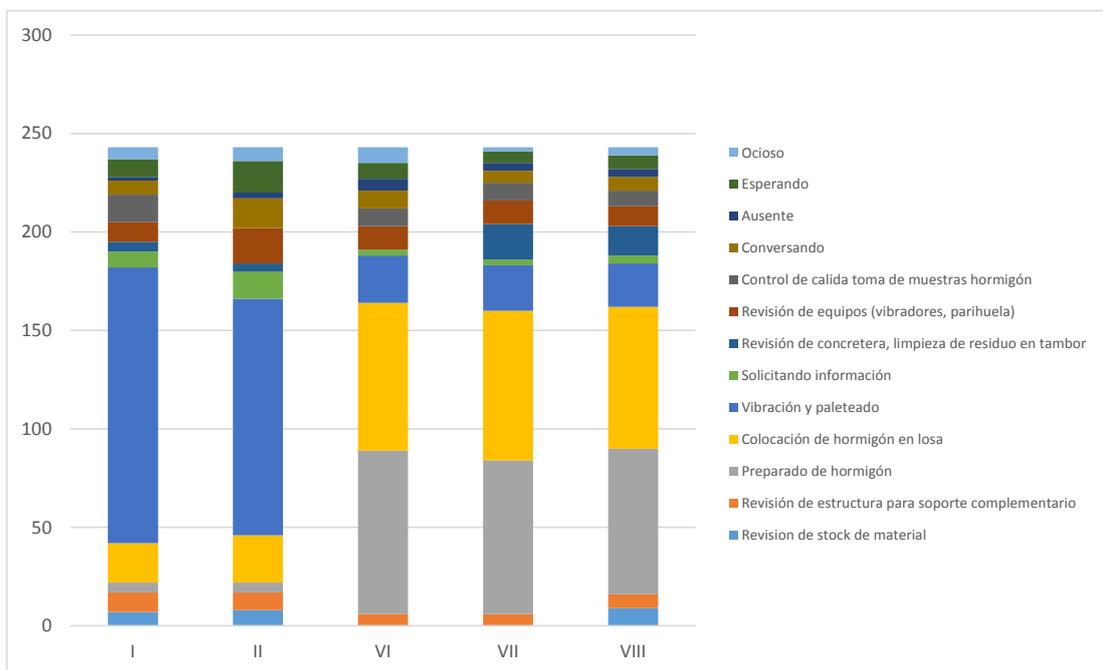


Tabla 17: Comparativo actividades por trabajador fundición  
 Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

En la fundación se disminuyó el ausentismo, pero se mantuvieron los niveles de conversación en 32%.

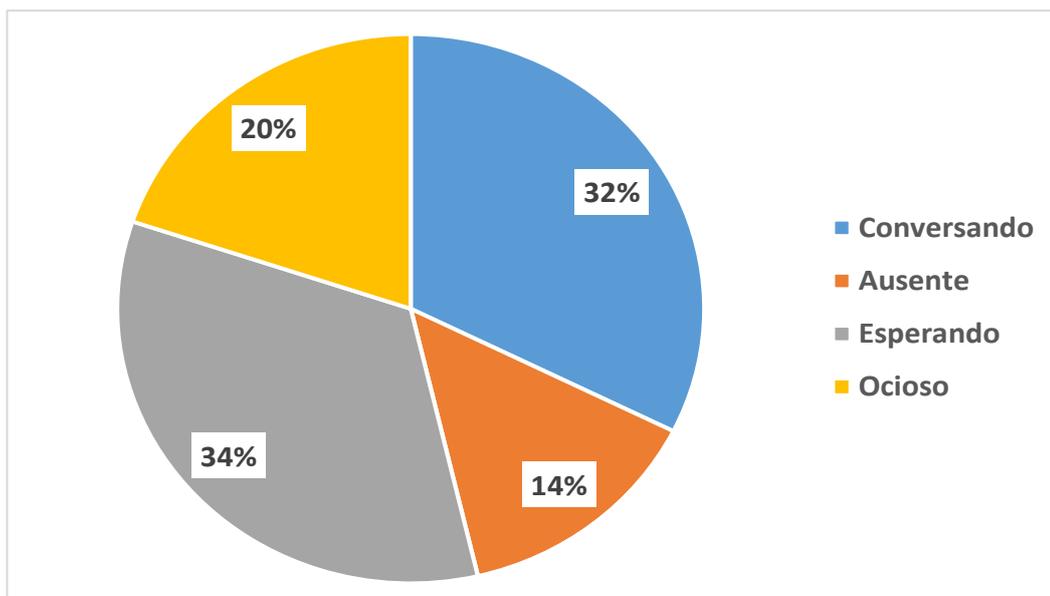


Gráfico 31: Participación de las actividades improductivas en la fundición  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

A continuación se presenta el rendimiento de la actividad de fundición de la losa:

Tabla 18: Rendimiento fundición

Muestras	Tiempo corrido	Tiempo neto (hr)	Cantidad de trabajadores	Horas hombre (HH)	Avance (mt <sup>3</sup> )	Rendimiento (HH/mt <sup>3</sup> )
1	1:35:00	1,583	5	7,917	30	0,264
2	0:45:00	0,750	5	3,750	6	0,625
Rendimiento Promedio						0,444
Desviación estándar						0,255
Coeficiente de variación						0,575
Factor de incremento						0,126
Rendimiento final						0,500

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

De manera general se pudo evidenciar que en la construcción de la losa se desvía un 20% a trabajo improductivo, que podría ser mejor aprovechado en procesos complementarios o productivos para mejorar los tiempos de culminación de la obra.

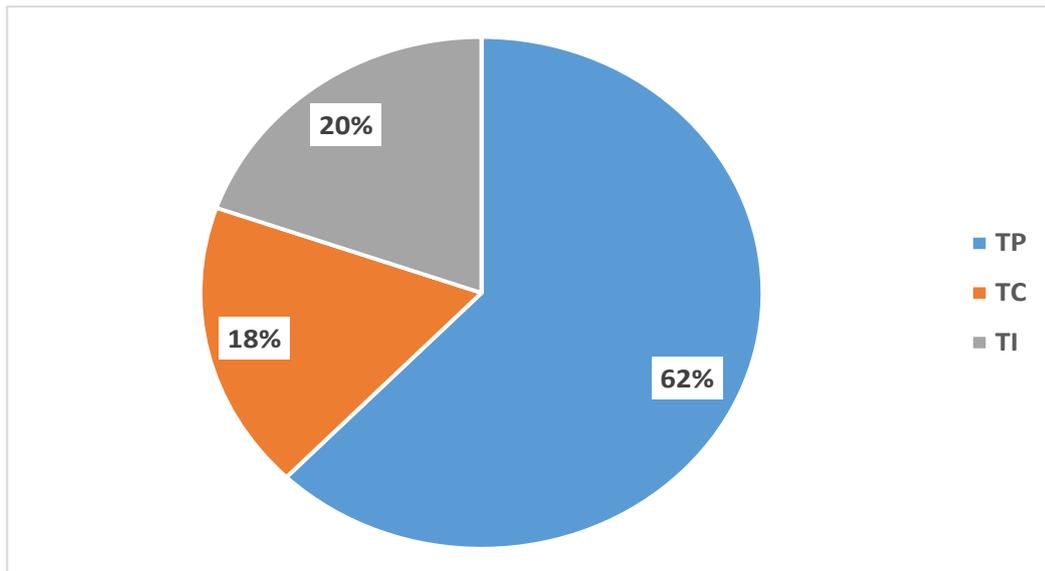


Gráfico 32: Participación general de cada tipo de trabajo  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Como se puede observar, y como se venía analizando en el análisis de cada actividad, el ayudante 1 (VI) es quien presenta un mayor porcentaje de participación en las actividades improductivas (26%), seguido por el albañil (I) (19%) y el carpintero (II) (19%). Es importante indicar que los ayudantes 2 y 3, quienes participaron en la actividad de fundición tienen la mayor participación en trabajo productivo, 75% y 76% respectivamente.

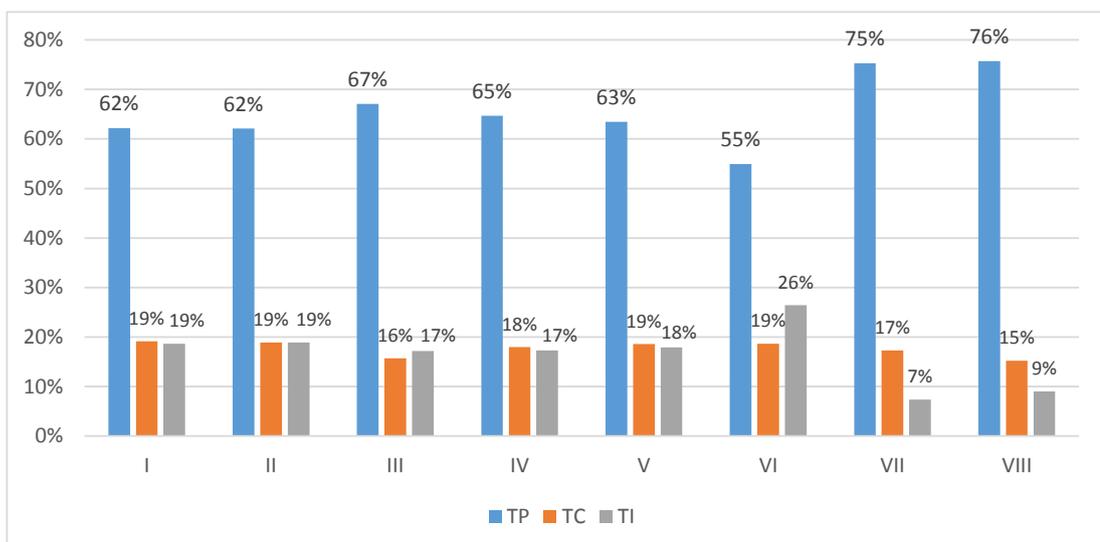


Gráfico 33: Participación de cada trabajador en los tipos de trabajo  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

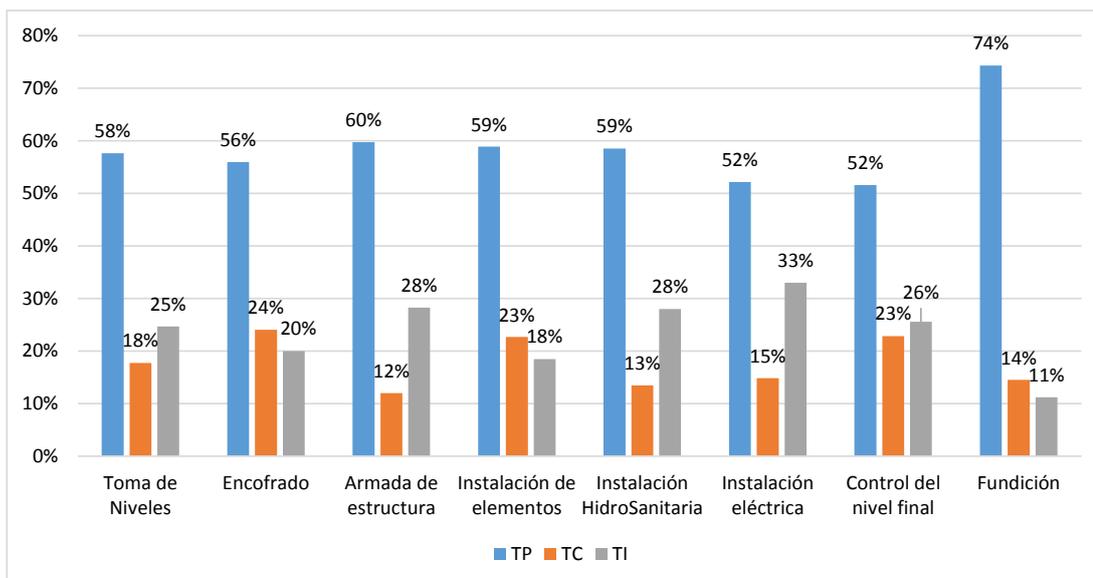


Gráfico 34: Participación de las actividades por tipo de trabajo  
Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

Los resultados demostraron que la actividad de instalación eléctrica es en la que más se registra trabajo improductivo (33%), seguida de la armadura de la estructura (28%) y el control de nivel final (26%).

Mientras tanto las actividades donde hay más trabajo productivo son la fundición con el 74% y la armadura de la estructura con el 60%.

Los resultados demuestran que existe oportunidad de mejora del proceso constructivo de la losa, principalmente en lo que respecta al personal empleado, la distribución de responsabilidades y la mejora de los procesos de aquellas actividades que presentan mucha demora por trabajos improductivos.

En el caso en estudio es importante evaluar al ayudante 1, no solo en lo que respecta a su trabajo sino también a la carga laboral y exigencia en obra, dado que se pudo evidenciar que tiene participación en varias tareas.

En lo que respecta al proceso de instalación eléctrica es necesario determinar si el proceso puede ser más efectivo en tiempo y uso general de recursos, con el fin de reducir los trabajos improductivos y aumentar los productivos.

Por su parte los rendimientos por actividad demostraron que la instalación hidrosanitaria presenta el mejor rendimiento, mientras que la armada de la estructura el rendimiento más bajo.

Tabla 19: Resumen de rendimientos

Actividad	Rendimiento
Instalación HidroSanitaria	67,0%
Encofrado	54,7%
Fundición	50,0%
Control del nivel final	37,5%
Instalación de elementos	29,3%
Instalación eléctrica	28,0%
Toma de Niveles	27,2%
Armada de estructura	20,9%

Fuente: Autor, a partir de la aplicación del método de balance de cuadrilla

### 3.2. Resultados de las encuestas a los trabajadores

Las encuestas realizadas a los ocho trabajadores que participaron de la observación, estuvo dirigida a conocer su percepción sobre su trabajo en la obra, la seguridad, clima organizacional, relación con sus superiores, instrucciones, insumos, tiempos de entrega, situaciones que podrían afectar su rendimiento, entre otros. Los resultados fueron tabulados y luego graficados para una mejor interpretación:

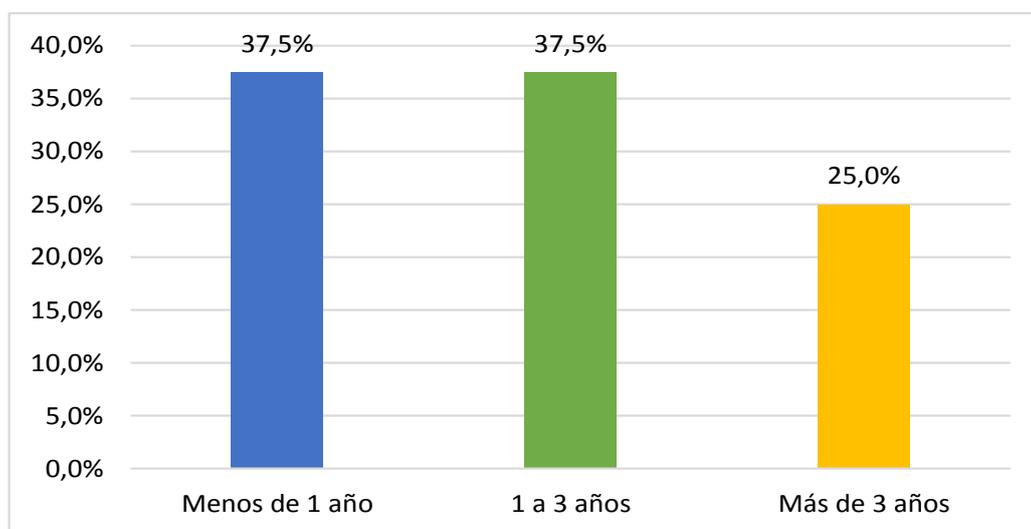
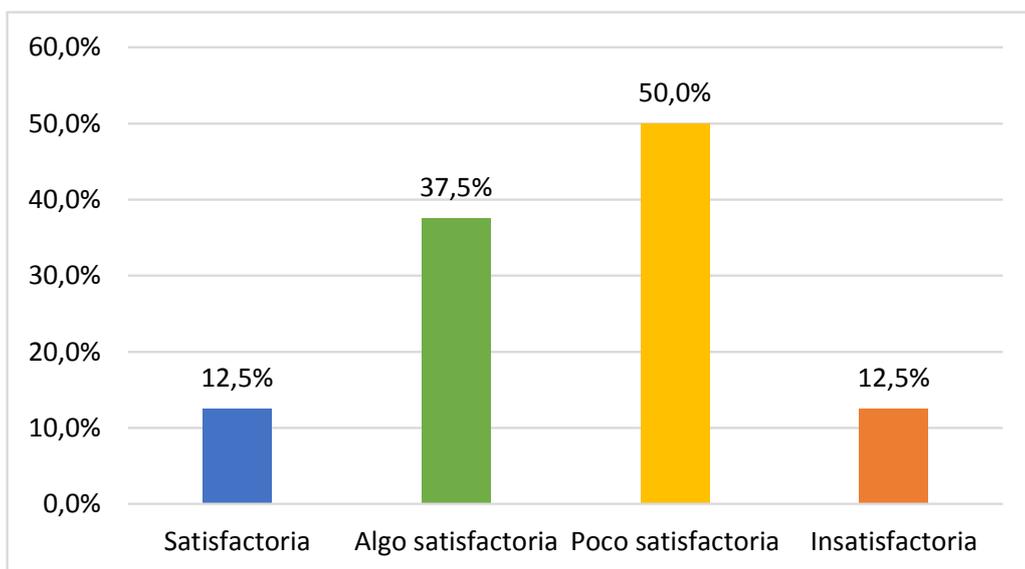


Gráfico 35: Años de experiencia en trabajo en construcción

Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores

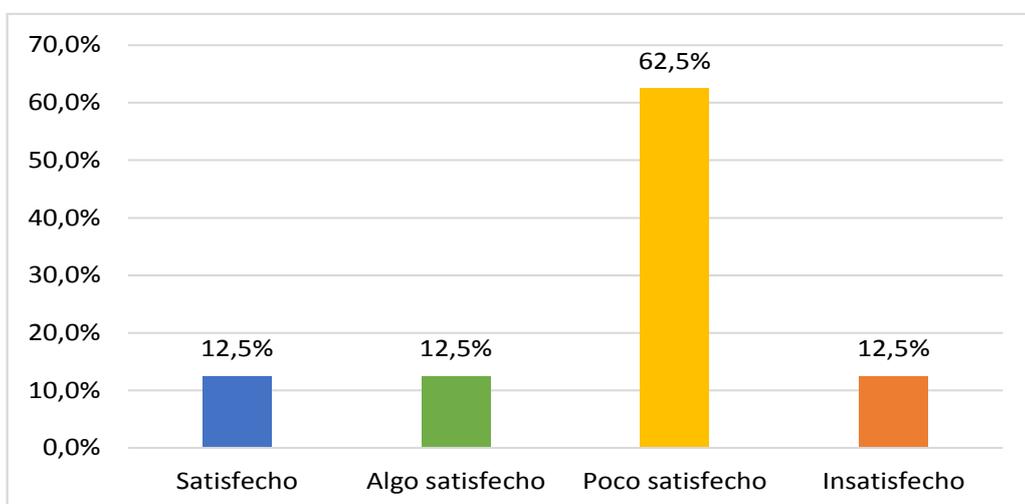
Los resultados demostraron que tres de los ocho trabajadores son relativamente nuevos en la actividad de la construcción ya que tienen menos de un año en esas labores, mientras que la misma cantidad tiene de uno a tres años y dos más de tres años, que son quienes tienen mayor experiencia en construcción.



*Gráfico 36: Percepción de la relación con los superiores*

Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores

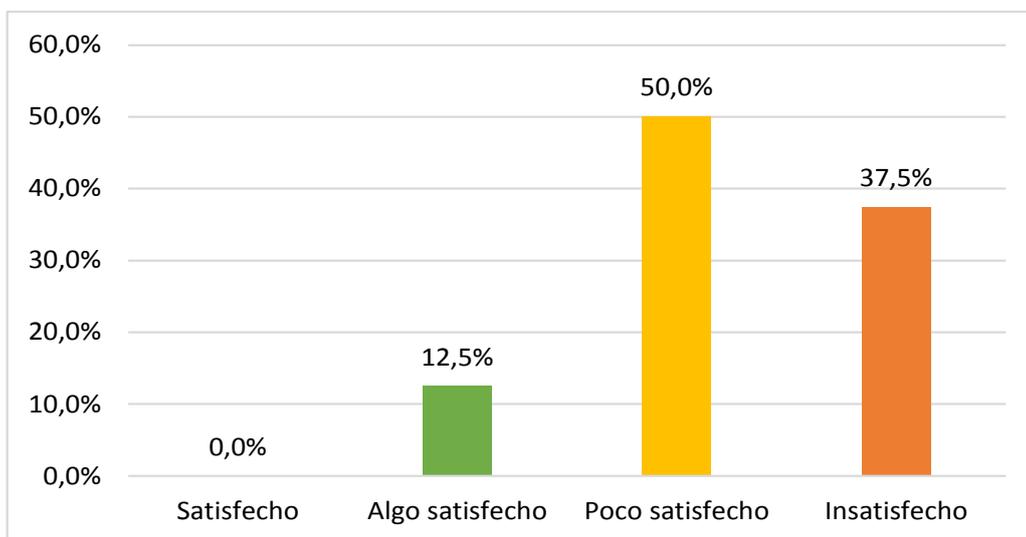
Se pudo evidenciar además que el 50% de los trabajadores manifiesta que percibe la relación con sus superiores poco satisfactoria y el 12,5% insatisfactoria.



*Gráfico 37: Nivel de satisfacción con el clima organizacional*

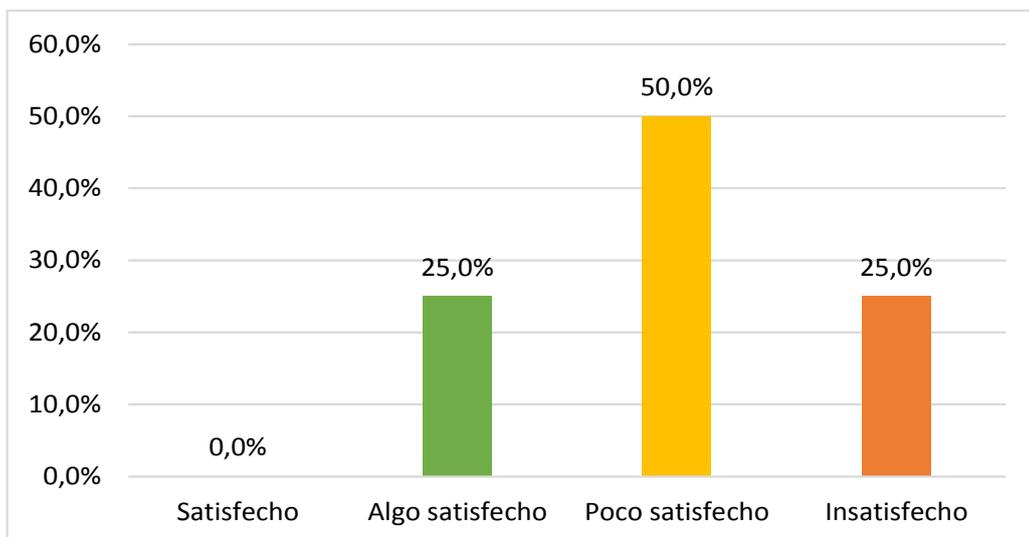
Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores

En lo que respecta al nivel de satisfacción con el clima organizacional, se evidenció que el 62,5% se encuentra poco satisfecho, 12,5% insatisfecho e igual porcentaje algo satisfecho. Esta situación es el reflejo de la insatisfacción que existe en aspectos como .a seguridad ocupaciones, donde existe una insatisfacción de 37,5% y un 50% que se encuentra poco satisfecho.



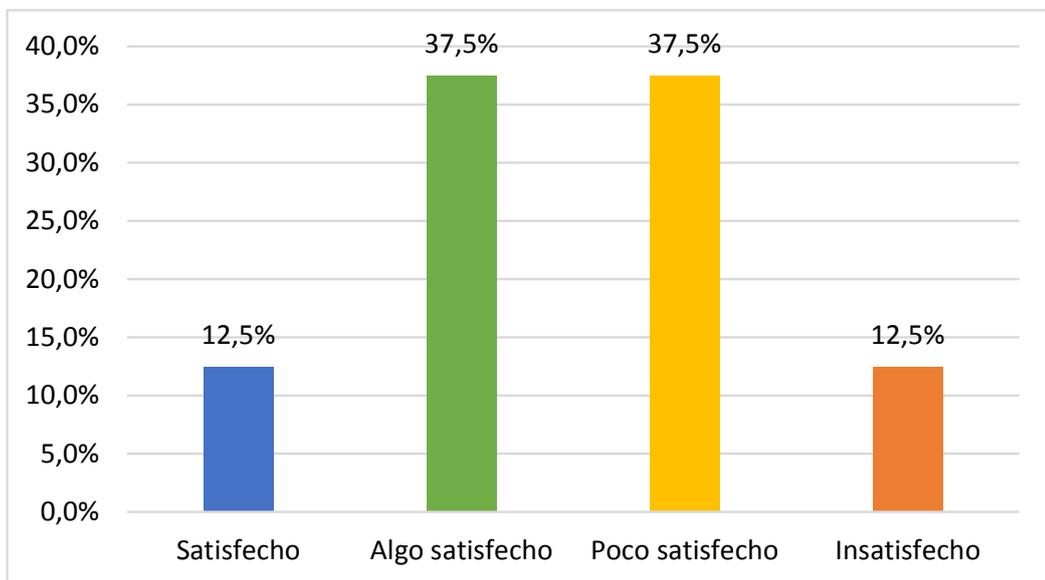
*Gráfico 38: Nivel de satisfacción con la seguridad ocupacional en la obra*  
 Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores

El nivel de satisfacción con las facilidades existentes en la obra el 50% de los trabajadores refleja que el personal está poco satisfechos y un 25% insatisfecho en su totalidad. Solo un 25% se encuentra algo satisfecho. Lo evidenciado permite deducir que las facilidades en la obra no son adecuadas y requieren atención.



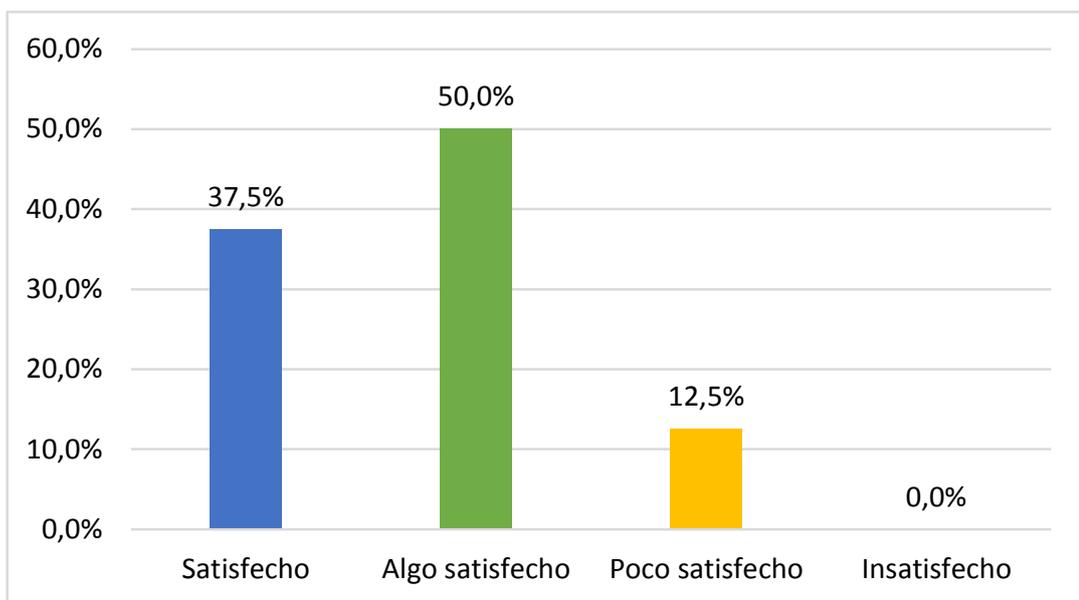
**Gráfico 39: Satisfacción con las facilidades existentes en la obra**  
 Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores

En lo que respecta al nivel de satisfacción con las instrucciones recibidas para la ejecución de sus actividades se pudo conocer que 12,5% está insatisfecho con las mismas y el 37,5% poco satisfecho, es decir existen inconvenientes con las instrucciones dadas por los superiores a los trabajadores.

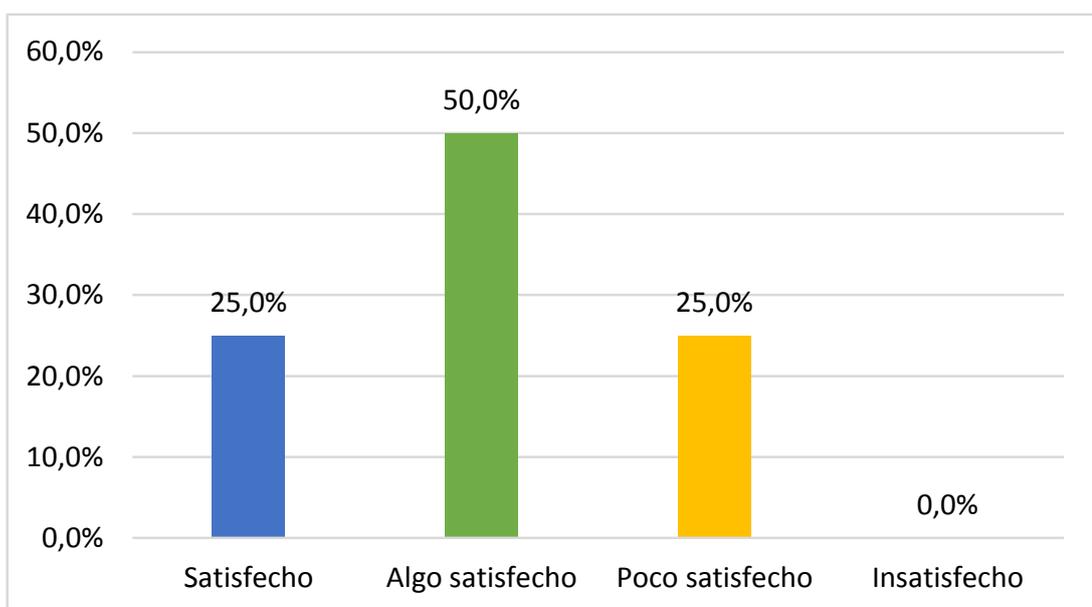


**Gráfico 40: nivel de satisfacción con las instrucciones recibidas**  
 Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores

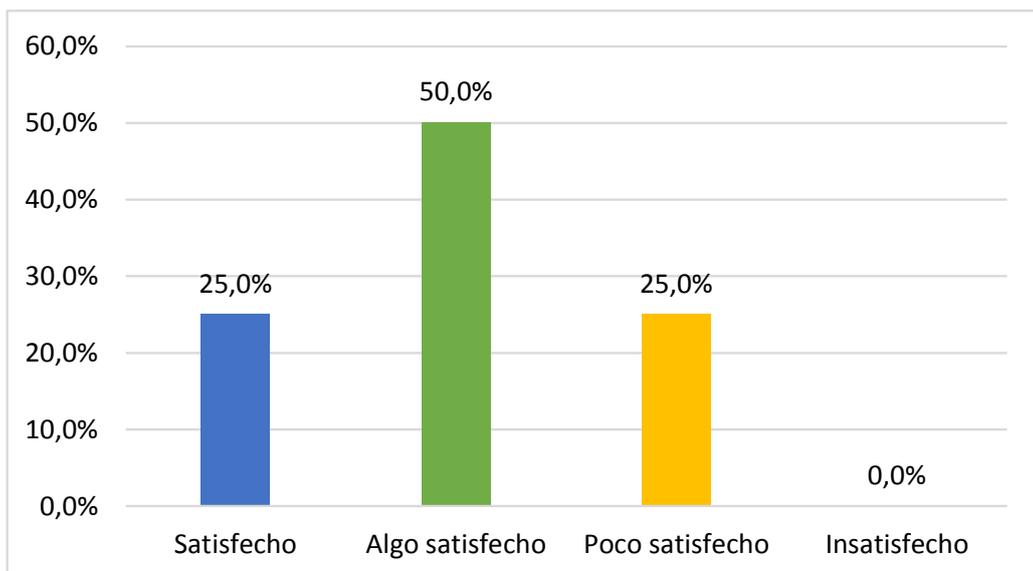
Al consultar a los encuestados sobre el nivel de satisfacción con las herramientas e insumos entregados para la ejecución de sus actividades, se pudo evidenciar que solo el 12,5% está poco satisfecho. El 50% de los trabajadores se encuentran algo satisfechos y el 37.5% satisfechos.



*Gráfico 41: Nivel de satisfacción con las herramientas e insumos entregados*  
Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores



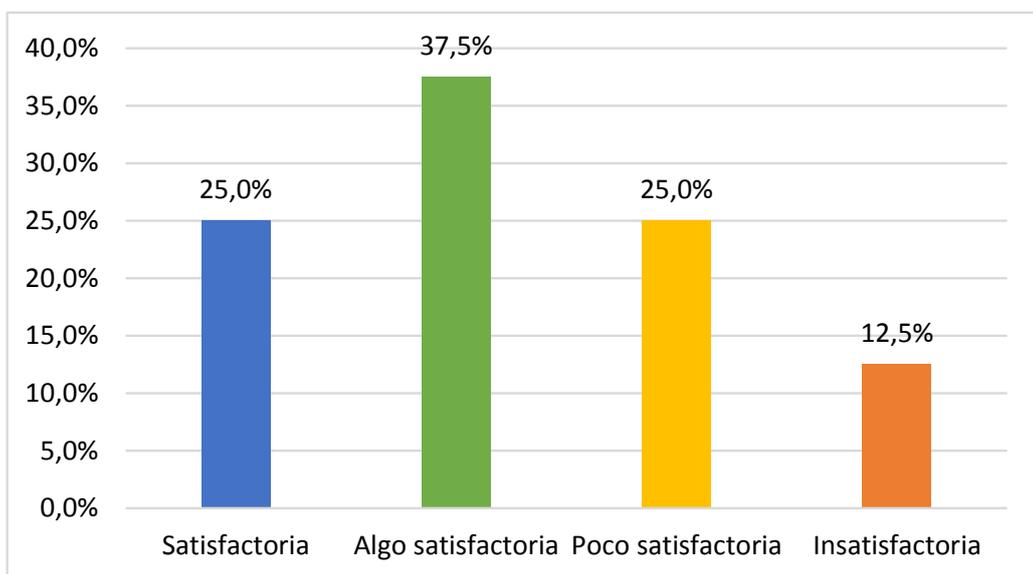
*Gráfico 42: Nivel de satisfacción con los tiempos de entrega de los materiales o instrucciones*  
Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores



*Gráfico 43: Percepción con la carga laboral*

Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores

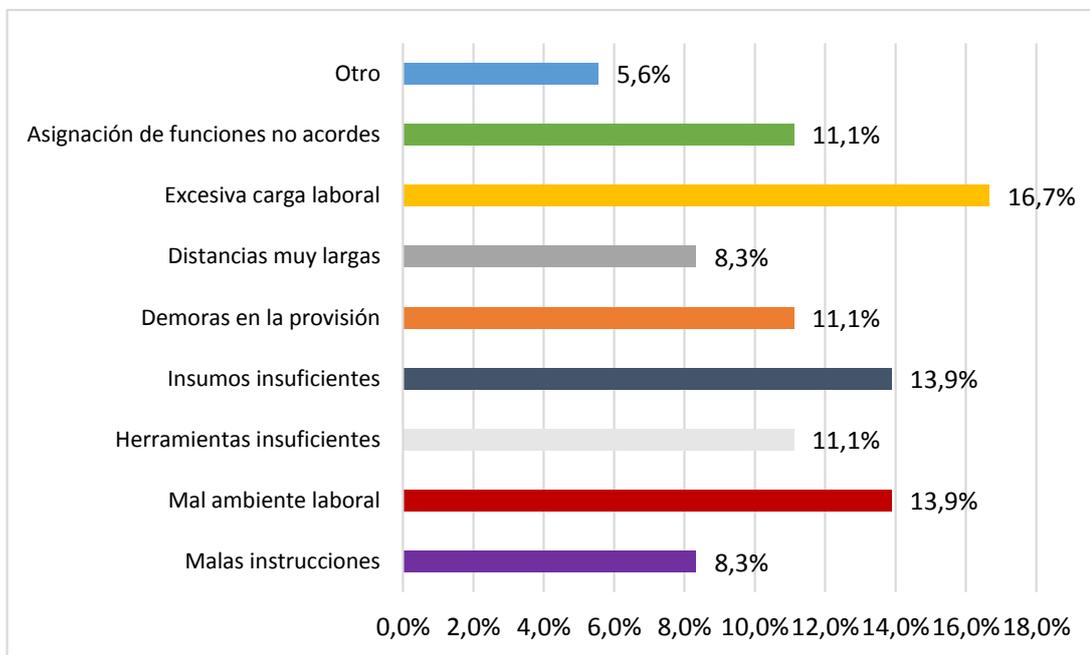
Fue muy importante evidencia que el 25% de los trabajadores se encontraba insatisfechos con la carga laboral asignada y un 50% se encuentra solo algo satisfechos, lo cual sugiere revisar la manera como se asignan las responsabilidades.



*Gráfico 44: Percepción de la conformación de equipos de trabajo*

Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores

Relacionado a la carga laboral se encuentra la conformación de equipos de trabajo, aspecto necesario para el trabajo en obra, sobre lo que el 12,5% está insatisfecho y el 25% la encuentran poco satisfactoria.



*Gráfico 45: Causas que afectan o pueden afectar su rendimiento en el trabajo*  
Fuente: Autor, a partir de los resultados de la encuesta a los trabajadores

Al consultar a los trabajadores sobre las causas que afectan o pueden afectar su rendimiento en el trabajo se destacó principalmente la excesiva carga laboral (16,7%), los insumos insuficientes (13,9%) y el mal ambiente laboral (13,9%), los cuales deben ser atendidos para prevenir o corregir situaciones improductivas.

## **CAPÍTULO IV: PROPUESTA**

Los resultados obtenidos luego de la aplicación del balance de cuadrilla permitieron evidenciar la posibilidad de mejora de las actividades mediante la optimización del trabajo del talento humano empleado e incluso mediante la mejora de procesos.

La experiencia en el sector, y los datos investigativos y teóricos analizados evidencian que es raro el empleo de metodologías de evaluación de la productividad y el rendimiento en los procesos constructivos, lo cual no permite mejorarlos, tanto en uso de recursos como en tiempos de entrega de la obra.

Es por esta razón se propone una estrategia de acción orientada a la optimización de la mano de obra en los procesos productivos con el fin de tener mejores márgenes de ganancia o a su vez abaratar los costos y disminuir el precio de las obras para captar más clientes, y ser más productivos y competitivos. La estrategia se plantea de la siguiente manera:

### **4.1. Programa de reactivación constructiva efectiva**

#### **4.1.1. Objetivo**

Disminuir el gasto en talento humano y tiempos de entrega de las obras de construcción mediante el control del desempeño laboral efectivo.

#### **4.1.2. Alcance**

El alcance del programa es específicamente de gestión arquitectónica y de ingeniería civil, con enfoque en la optimización del recurso humano empleado.

#### **4.1.3. Beneficiarios**

El programa estará dirigido a:

- Arquitectos
- Ingenieros civiles
- Supervisores de obra
- Maestros de obra

#### **4.1.4. Lugar**

Se propone que la propuesta se desarrolle desde la Academia o desde los Colegios de Arquitectos o Ingenieros Civiles, como organismos que se preocupan por el bien de su gremio y que pueden contribuir con la reactivación competitiva del sector.

Se plantea como lugar de inicio del plan piloto la ciudad de Guayaquil.

#### **4.1.5. Plan de trabajo**

El plan de trabajo estará compuesto de las siguientes fases:

- a. Desarrollo del contenido teórico y práctico del programa
- b. Coordinación de la logística del programa
- c. Socialización del programa
- d. Ejecución del programa
- e. Monitoreo
- f. Mejora del programa

#### **4.1.6. Beneficios del programa**

- Profesionales en arquitectura, ingeniería civil, supervisores de obra o maestros responsables de las obras, estarán capacitados de manera práctica en el uso de la ficha de balance de cuadrilla para medir de manera periódica a su talento humano y tomar decisiones favorables en beneficio de los proyectos que desarrollen.
- Personal de obra más eficiente y comprometido con la empresa.
- Información periódica que retroalimenta a trabajadores y gerentes para una mejor toma de decisiones.

#### **4.1.7. Costo del programa**

Se plantea que ante la intervención de la academia o los colegios profesionales de arquitectura o ingeniería civil se coordine la ejecución gratuita del programa, gracias a que puede ser parte de los proyectos de vínculo con la comunidad, lo cual fortalecerá al sector.

## CONCLUSIONES

- La información teórica analizada permitió profundizar los conocimientos en lo que respecta a la productividad y los rendimientos en los procesos constructivos, así como sobre el método de balance de cuadrilla. La teoría valida el uso del método como medio para optimizar el uso de los recursos especialmente talento humano y tiempo, así como mejorar los procesos.
- Se pudo evidenciar que la medición de la productividad y los rendimientos de los procesos productivos de una losa construida de manera convencional haciendo uso del método de balance de cuadrilla es muy práctico y adaptable a cualquier tipo de obra, lo cual lo hace un método que debe replicarse en un programa dirigido a profesionales de la arquitectura, ingeniería civil, responsables de obras, estudiantes, y demás personas relacionadas al área, más aun cuando existe la necesidad de reactivar el sector haciéndolo más competitivo.
- De la evaluación de la productividad y rendimientos del proceso productivo propuesto para la losa en estudio, se pudo identificar oportunidades de mejora en la instalación eléctrica, donde los trabajos improductivos fueron muy recurrentes; además se identificó al trabajador que más registra trabajo improductivo, datos que permiten tomar decisiones en cuanto a la mejora de procesos y capacitación del personal.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a futuros investigadores continuar con la investigación de metodologías novedosas para la evaluación del desempeño de los trabajadores en el sector de la construcción. Así como la inclusión de profesionales en sistemas que puedan proponer softwares que faciliten la aplicación del balance de cuadrilla u otra metodología.

Es importante que la aplicación del balance de cuadrilla se realice por lo menos cada tres meses en diferentes obras y sobre el personal, con el fin de contar con información actualizada que retroalimente a los responsables de las obras y permita la mejora de los procesos, el personal y los tiempos.

## REFERENCIAS

- Arditi, D., & Mochtar, K. (2000). Trends in productivity improvement in the US construction industry. *Construction Management & Economics*, 15-28.
- Botero, F., & Álvarez, M. (2004). *Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda*. Universidad EAFIT.
- Castillo, C., & Flores, M. (2016). *Optimización de la Mano de Obra Utilizando la Carta Balance en Edificios Multifamiliares. Caso: Cerezos de Surco*. Perú: Universidad de San Martín de Porres.
- Céspedes, J. (2010). *Mejoramiento de la productividad en construcción: time-lapse y simulación digital como herramientas de análisis*. Bogotá: Universidad de los Andes.
- Comité COE Construcción-001. (2020). *Protocolo para el plan piloto de reactivación del sector de la construcción en el contexto de la emergencia sanitaria por Covid-19*.
- Corporación Financiera Nacional. (2020). *Ficha Sectorial: Construcción*. Guayaquil, Ecuador.
- DeVilbiss, C., & Gilbert, D. (2005). Resolve conflict to improve productivity. *Leadership and Management in Engineering, ASCE*, 87-91.
- Díaz, L., Oliveira, M., Pucharelli, P., & Pinzón, J. (Agosto de 2019). Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil. *Revista ingeniería de construcción*, XXXIV(2). doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000200146>
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Abed, K. (2013). Tendencias para optimizar la productividad en los proyectos de construcción en Palestina. *Revista ingeniería de construcción*. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732013000200005>

- Fakhouri, A., & Kuprenas, J. (2001). *A Crew Balance Case Study—Improving Construction Productivity*. Construction Management Association of America. Recuperado el 27 de Julio de 2021, de [http://www.cmaanet.org/files/crew\\_balance\\_study.pdf](http://www.cmaanet.org/files/crew_balance_study.pdf)
- Flanagan, R., Cattell, K., & Jewell, C. (2005). Moving from construction productivity to construction competitiveness: Measuring value not output. *University of Reading*.
- Fontalvo, T., De la Hoz, E., & Morelos, J. (Enero - Junio de 2018). La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional. *Revista Dimensión Empresarial*, XVI(1).
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. México: McGraw Hill.
- Gómez, A., & Morales, D. (2016). Análisis de la Productividad en la construcción de Vivienda basada en rendimientos de Mano de Obra. *Revista INGE CUC*, XII(1), 21-31.
- González, J., Solís, R., & Alcudia, C. (2010). Diagnóstico sobre la Planeación y Control de Proyectos en las PYMES de Construcción. *Revista de la Construcción*, IX(1), 17-25. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718>
- Hizen, J. (2009). *Work Measumerent*. Florida: University of Florida. Recuperado el 27 de Julio de 2021, de <http://web.dcp.ufl.edu/hinze/Work%20MeMeasureme.htm>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2020). *Boletín Técnico N°1-2020-ENED. Encuesta Nacional de Edificaciones (ENED) 2019. Minería, Manufactura y Construcción*. Quito.
- International Standarization Organization. (2015). *Norma ISO 9001 Sistemas de gestión de la calidad - requisitos*. Suiza.
- Jaime, P. (2007). La técnica constructiva en la arquitectura. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, 21-37.

- Mojahed, & Aghazadeh . (2007). Major factors influencing productivity of water and wastewater treatment plant construction: Evidence from the deep south USA. *International Journal of Project Management* 2007.
- Navarro, K. (2010). *Análisis de productividad y rendimientos de operaciones y procesos de obra gris de la presa del Proyecto Hidroeléctrico Pirrís*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería en Construcción.
- Organización Internacional del Trabajo. (2018). *Panorama laboral 2018 América Latina y el Caribe*. Oficina Regional de la OIT para América Latina y el Caribe.
- Padilla, A. (2016). *Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR*. Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería en construcción.
- Pérez, G., Del Toro, H., & López, A. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *RITI Journal*. doi:<https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>
- Revista Ekos Negocios. (2018). *El sector de la construcción: evolución y proyecciones*. Recuperado el 19 de Julio de 2021, de <https://www.ekosnegocios.com/articulo/el-sector-de-la-construccion-evolucion-y-proyecciones>
- Richter, A. (2020). *El impacto de la crisis del coronavirus en el sector de la construcción pública*. Banco Interamericano de Desarrollo. Recuperado el 24 de Julio de 2021, de <https://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/el-impacto-del-covid-19-en-la-construccion-publica/>
- Rodríguez, E. (2018). *Filosofía Lean Construction Aplicada Teóricamente en un Proyecto de Construcción*. México.: Universidad Autónoma de Coahuila.

- Rojas, E., & Aramvareekul, P. (2003). Labor productivity drivers and opportunities in the construction industry. *Journal of Management in Engineering, XIX(2)*.
- Tello, E. (2020). *Productividad de la mano de obra en construcciones civiles utilizando mapa de flujo de valor y carta de balance de cuadrilla*. Chimborazo: Universidad Nacional de Chimborazo.
- Thomas, H., Horman, M., Minchin, E., & Chen, D. (2003). Improving labor flow reliability for better productivity as lean construction principle. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Williams, I. (2005). Productivity in UK engineering construction - a view from the industry. *ECITB*.

# ANEXOS

## Anexo 1: Ficha de observación del balance de cuadrilla

BALANCE DE CUADRILLA	
<b>Proyecto</b>	
<b>Responsable</b>	
<b>Proceso</b>	
<b>Fecha</b>	
<b>Hora de Inicio</b>	

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA BALANCE									
Tipo de Actividad	Actividad	Observaciones por trabajador							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
TP									
	<b>Total TP</b>								
TC									
	<b>Total TC</b>								
TI									
	<b>Total TI</b>								
<b>Observaciones Totales</b>									

## Anexo 2: Cuestionario encuesta a trabajadores

1. ¿Cuántos años de experiencia tiene en trabajo en construcción?

Menos de 1 año	<input type="text"/>
1 a 3 años	<input type="text"/>
Más de 3 años	<input type="text"/>

2. ¿Cómo percibe la relación con sus superiores?

Satisfactoria	<input type="text"/>
Algo satisfactoria	<input type="text"/>
Poco satisfactoria	<input type="text"/>
Insatisfactoria	<input type="text"/>

3. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con el clima organizacional?

Satisfecho	<input type="text"/>
Algo satisfecho	<input type="text"/>
Poco satisfecho	<input type="text"/>
Insatisfecho	<input type="text"/>

4. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con la seguridad ocupacional en la obra?

Satisfecho	<input type="text"/>
Algo satisfecho	<input type="text"/>
Poco satisfecho	<input type="text"/>
Insatisfecho	<input type="text"/>

5. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con las facilidades existentes en la obra?

Satisfecho	
Algo satisfecho	
Poco satisfecho	
Insatisfecho	

6. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con las instrucciones recibidas para la ejecución de sus actividades?

Satisfecho	
Algo satisfecho	
Poco satisfecho	
Insatisfecho	

7. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con las herramientas e insumos entregados para la ejecución de sus actividades?

Satisfecho	
Algo satisfecho	
Poco satisfecho	
Insatisfecho	

8. ¿Cuál es su nivel de satisfacción con los tiempos de entrega de los materiales o instrucciones?

Satisfecho	
Algo satisfecho	
Poco satisfecho	
Insatisfecho	

9. ¿Cómo percibe la carga laboral a usted asignada?

Excesiva	
Algo excesiva	
Poco excesiva	
Suficiente	
Insuficiente	

10. ¿Cómo percibe la conformación de equipos de trabajo (cuadrillas)?

Satisfactoria	
Algo satisfactoria	
Poco satisfactoria	
Insatisfactoria	

11. ¿Cuáles son las causas que afectan o pueden afectar su rendimiento en el trabajo?

Malas instrucciones	
Mal ambiente laboral	
Herramientas insuficientes	
Insumos insuficientes	
Demoras en la provisión	
Distancias muy largas	
Excesiva carga laboral	
Asignación de funciones no acordes al perfil	
Otro	

### Anexo 3: Fotografías en obra



*Figura 2: Losa encofrada y armada lista para fundir*



*Figura 3: Obrero en actividad de encofrado conocida como emboquillado*



*Figura 4: Apuntalamiento convencional de losa*



*Figura 5: Toma de armadura e instalaciones*



*Figura 6: Obrero en actividad complementaria*



*Figura 7: Zona de preparación de hierro*



*Figura 8: Proceso de fundición*



*Figura 9: Armando hierro para colocar sobre encofrado*



*Figura 10: Observación de obreros en momentos improductivos*



*Figura 11: Obreros alternando manejo de concretera*



Figura 12: Momento de actividad complementaria de limpieza de concretera



Figura 13: Despegada de mezcla de tambor detienen continuidad en proceso de fundición



*Figura 14: Testigos*



*Figura 15: Completando actividades previos a fundición*



*Figura 16: Elementos alivianados, hierros e instalaciones*



*Figura 17: Losa fundida*



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Ricardo Palau Dueñas**, con C.C: # **0908891856** autor del trabajo de titulación: **Análisis de productividad y rendimientos de procesos constructivos de losa de hormigón armado en vivienda residencial**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Civil** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 14 de septiembre de 2021

f. \_\_\_\_\_

Nombre: **Ricardo Palau Dueñas**

C.C: **0908891856**



<b>REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA</b>			
<b>FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN</b>			
<b>TEMA Y SUBTEMA:</b>	Análisis de productividad y rendimientos de procesos constructivos de losa de hormigón armado en vivienda residencial		
<b>AUTOR(ES)</b>	Ricardo Palau Dueñas		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b>	Ing. Cali Proaño Ángela Francisca, Mgs.		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Ingeniería		
<b>CARRERA:</b>	Carrera de Ingeniería Civil		
<b>TÍTULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero Civil		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	14 de septiembre de 2021	<b>No. PÁGINAS:</b>	81
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Construcción y planificación de obra.		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	Balance de cuadrilla, proceso constructivo, desempeño, procesos, construcción, optimización / crew balance, constructive process, performance, processes, construction, optimization.		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>			
<p>La búsqueda de la competitividad requiere de acciones que mejoren los procesos, optimicen el uso de recursos y respondan de manera oportuna a los clientes, garantizando calidad. En el sector de la construcción la calidad se logra al enfocarse en la mejora continua de los procesos constructivos, donde el talento humano juega un rol importante. Es así que requiere un adecuado control en obra, que permita un efectivo aprovechamiento de los recursos tanto monetarios como talento humano y tiempo. Con el fin de determinar la productividad y el rendimiento de los procesos constructivos, se plantea el uso del método de balance de cuadrilla, el cual se aplica a un caso de estudio específico, como es una losa de hormigón armado. Se emplea entonces la observación directa como principal técnica de recolección de datos primarios, así como la investigación documental para el fundamento teórico. Se analizaron los procesos de construcción de la losa donde intervinieron ocho trabajadores de diversos cargos, y se logró evidenciar oportunidades de mejora tanto en los procesos como en el talento humano, lo cual motivó a la propuesta de un programa encaminado a la capacitación respecto a la metodología de balance de cuadrilla.</p>			
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> +59399483863	E-mail: rickypalau@yahoo.com	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):</b>	Nombre: Ing Clara Glas Ms.C		
	Teléfono: +593984616792		
	E-mail: claglas@hotmail.com		
<b>SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA</b>			
<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>			
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>			
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>			