

Análisis de rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A.



Abstract

The next project is the result of an investigation into the performance of labor in the construction of prefabricated buildings and homes. Observations and measurements of which data to be analyzed statistically were taken were made.

The practice was focused in the center of challenges COSEVI projects located in Heredia and room in a house located in Guápiles.

Construction is a process that is divided into different stages, among them is the planning and costing of the project, which is why it is very important a good costing in steps, and this can only be done if known resources involved in the construction process.

This project aims to address the lack of representative yields of similar projects, for proper planning and budgeting.

The project developed, will result in a database yields labor and materials in order to support the company to calculate budgets yields obtained labor. And so incorporate them into the spreadsheet of company budgets.

To achieve most of the activities involved in construction for prefabricated systems and resources used in each analyzed.

Resumen

El siguiente proyecto es el resultado de una investigación sobre los rendimientos de mano de obra en la construcción de edificaciones y viviendas en prefabricado. Se realizaron observaciones y mediciones de las cuales se tomaron datos para ser analizados estadísticamente.

La práctica profesional fue enfocada en los proyectos Centro de impugnaciones de COSEVI, ubicado en Heredia y en una casa de habitación, ubicada en Guápiles.

La construcción es un proceso que se divide en distintas etapas, entre ellas está el planeamiento y estimación de costos del proyecto, es por ello que es de gran importancia un buen cálculo de costos en estas etapas, y esto solamente se puede realizar si se conocen los recursos involucrados en el proceso constructivo.

El presente proyecto pretende solucionar la falta de rendimientos representativos de proyectos similares, para obtener una adecuada programación y estimación de costos.

El proyecto desarrollado, tiene como resultado una base de datos de rendimientos de mano de obra y materiales con el fin de apoyar a la empresa en la estimación de costos. Los rendimientos son incorporados en la hoja de cálculo de presupuestos de la empresa.

Para lograrlo se analizó la mayoría de las actividades involucradas en la construcción de proyectos en sistemas prefabricados y los recursos usados en cada una.

Palabras Clave: Rendimientos de mano de obra, Productividad, Programación de Proyectos.

Análisis de Rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A

JOHAN OCTAVIO BRENES SERRANO

Proyecto final de graduación para optar por el grado de
Licenciatura en Ingeniería en Construcción

Diciembre del 2014

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio	1
Resumen ejecutivo.....	3
Introducción.....	4
Objetivos	6
Marco Teórico	7
Metodología	16
Resultados	18
Análisis de los resultados	162
Conclusiones.....	174
Recomendaciones	175
Referencias	176
Anexos	178

Prefacio

Actualmente el uso sistemas constructivos con materiales prefabricados ha ido en crecimiento en la industria de la construcción. Principalmente en proyectos de vivienda de interés social, de clase media, y en algunos proyectos del Estado, como oficinas, escuelas, centros de cuidado, centros de adulto mayor, centros multiusos comunales, entre otros. Además de ser un sistema constructivo vertiginoso, tiene variedad de sistemas prefabricados como lo es prefabricado paredes de paneles o baldosas horizontales o verticales.

Es por esta razón que una empresa constructora involucrada en este mercado, está forzada a tener conocimiento amplio de este sistema constructivo. Precisamente por eso se presenta la necesidad de conocer más profundamente acerca del sistema prefabricado, para obtener conocimiento de los rendimientos de este sistema, para realizar una adecuada programación del proyecto, y por ende un adecuado cálculo del presupuesto y tener una línea base para el control de costos.

Hay referencias de proyectos de graduación que tratan sobre rendimientos, sin embargo éstos no incluyen rendimientos sobre los sistemas prefabricados, ya que incluyen rendimientos principalmente de movimientos de tierras, colados de concreto o formaletas, los cuales, evidentemente, difieren a los rendimientos de una casa, oficinas o centros con sistema prefabricado.

Uno de los objetivos principales de este proyecto es determinar los rendimientos de mano de obra y de los materiales de las actividades de la construcción de oficinas o casas con sistema prefabricado con baldosas horizontales. Asimismo analizar la productividad de las actividades y proponer mejoras en la productividad de los trabajadores.

Demostrada la necesidad de la constructora el proyecto se enfocó en la elaboración de un catálogo de rendimientos que sirva para la determinación de presupuestos con estos rendimientos obtenidos.

Agradecimiento

Dedico este trabajo primero a Dios por darme la oportunidad y las fuerzas necesarias para lograr mis objetivos durante mi carrera profesional y ahora finiquitando mi proyecto graduación.

Un agradecimiento muy especial e inmenso a mi madre Virginia Serano Mena, por el gran apoyo dado a lo largo de mi carrera; quien ha sido mi motivación, ya que gracias a su esfuerzo y a su sabio consejo de superación es que estoy por concluir una etapa académica más en mi vida. A mis hermanos también gracias por el apoyo dado a lo largo de esta etapa académica.

Asimismo un agradecimiento al profesor Ingeniero Milton Sandoval, que fue mi guía para desarrollar el proyecto de graduación elaborado.

Además, al profesor Ingeniero Miguel Artavia en sus consejos para la mejora de mi proyecto para poder presentar un buen proyecto.

Finalmente a la constructora La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A. por permitirme realizar la practica en el proyecto Centro de Impugnaciones de Cosevi, especialmente al Ingeniero Josue Perez Chacón, quien me brindó todo su apoyo en cuanto a su experiencia para enfocar mi práctica a la necesidad de la empresa.

Resumen ejecutivo

La planificación, programación y estimación de costos de proyectos son fases de gran importancia para el mismo, para de esta

se fundamenta en dos aspectos básicos, los cuales son el presupuesto, el cual contempla todo el aspecto económico; y la programación, la cual contempla la duración y secuencia de cada actividad del proyecto.

El cálculo de materiales, así como el equipo necesario para llevar a cabo el proyecto, es probable determinarlo con cierta facilidad y precisión, para la estimación de costos de un proyecto, sin embargo a la hora de calcular la mano de obra del proyecto, no se tiene esa facilidad ni precisión a la hora de calcularse por carencia de rendimientos, dando como resultado errores en el cálculo del costo de la mano de obra y en la programación de un proyecto.

Es por esta razón la importancia de tener datos confiables de rendimientos de mano de obra, para obtener como resultado presupuestos y programación de proyectos acertados. Los rendimientos de mano de obra pueden ser obtenidos mediante observaciones repetitivas en campo; una vez obtenidos rendimientos de las distintas observaciones se realiza un análisis estadístico de los datos.

El conocimiento de datos que tenga el ingeniero a la hora de realizar la programación y presupuesto de un proyecto será decisivo en la obtención de buenos resultados en la realización del proyecto.

A razón de la necesidad del conocimiento de los rendimientos de mano de obra para una atinada programación de una edificación, nace este proyecto, para obtener los rendimientos de una edificación en sistema prefabricado.

Para empezar este proyecto, se realizó una lista de las principales actividades del

manera establecer los recursos a utilizar en el proyecto.

La planificación de un proyecto proyecto. A la hora que se ejecutó el proyecto se realizaron mediciones en diferentes momentos del día, diferentes días de la semana, con excepción de los lunes en la mañana ni sábado a última hora, para que de esta manera los resultados obtenidos fueran representativos, y luego hacer análisis estadístico de los datos obtenidos; y analizar los resultados obtenidos logrando conclusiones que puedan llegar a ayudar para aumentar la productividad de este sistema constructivo.

Para interpretar los datos de una manera más sencilla se procedió a realizar gráficos. Dichos gráficos correlacionan las actividades más importantes con sus respectivas subactividades, con el porcentaje de tiempo invertido de cada trabajador en cada subactividad, así como la inversión del tiempo global en las subactividades.

Por medio de estos gráficos puede observarse el tiempo que demanda cada una de las subactividades en cada uno de los trabajadores, asimismo identificar en cuales subactividades hacer las correcciones para mejorar la productividad.

Introducción

La empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A. es una empresa que no cuenta con herramientas de control y optimización, para el presupuesto. Además, tampoco cuenta con un historial de rendimientos que ayuden a determinar presupuestos y estimar tiempos de ejecución para los proyectos en la etapa de planificación. Esta ausencia de información básica dificulta la óptima realización de presupuestos y programación del proyecto; así

en la etapa de Pre-inversión realizar un adecuado cálculo de costos del proyecto para realizar con éxito el proyecto. Asimismo es de fundamental definir la programación del proyecto.



Es por esta razón que la realización del presupuesto y la programación del proyecto son de gran importancia. Principalmente si se trata que la empresa se encuentra en un mercado donde concursa en licitaciones, o proyectos de vivienda donde se pide financiamiento a alguna entidad. El cálculo del presupuesto es de gran importancia, para evitar de tener un precio ruinoso, ni un precio muy alto que lo deje sin posibilidades de ganar un proyecto. Asimismo evitar realizar un presupuesto de una vivienda erróneo y solicitar un préstamo con un

como tomas de decisiones de forma temprana en actividades que así lo requieren.

Dada las razones anteriores La Empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A. desea contar con herramientas de control y optimización que le ayuden a planificar los recursos en la etapa de planificación y optimizar los procesos durante la etapa de ejecución con el fin de cumplir los objetivos planteados en cada proyecto

En todo proyecto constructivo se pueden identificar 3 etapas; las cuales son la Pre-inversión, la Inversión y la Operación, en donde cada una de ellas se traduce en gasto de dinero, es por ello la importancia presupuesto que no se pueda lograr la ejecución de un proyecto.

La planificación de un proyecto se fundamenta en dos aspectos básicos, los cuales son el presupuesto, el cual contempla todo el aspecto económico; y la programación, la cual contempla la duración y secuencia de cada actividad del proyecto.

A razón de la necesidad del conocimiento de los rendimientos de mano de obra para una atinada programación y estimación de costos de una edificación, nace este proyecto, para obtener los rendimientos de una edificación en sistema prefabricado.

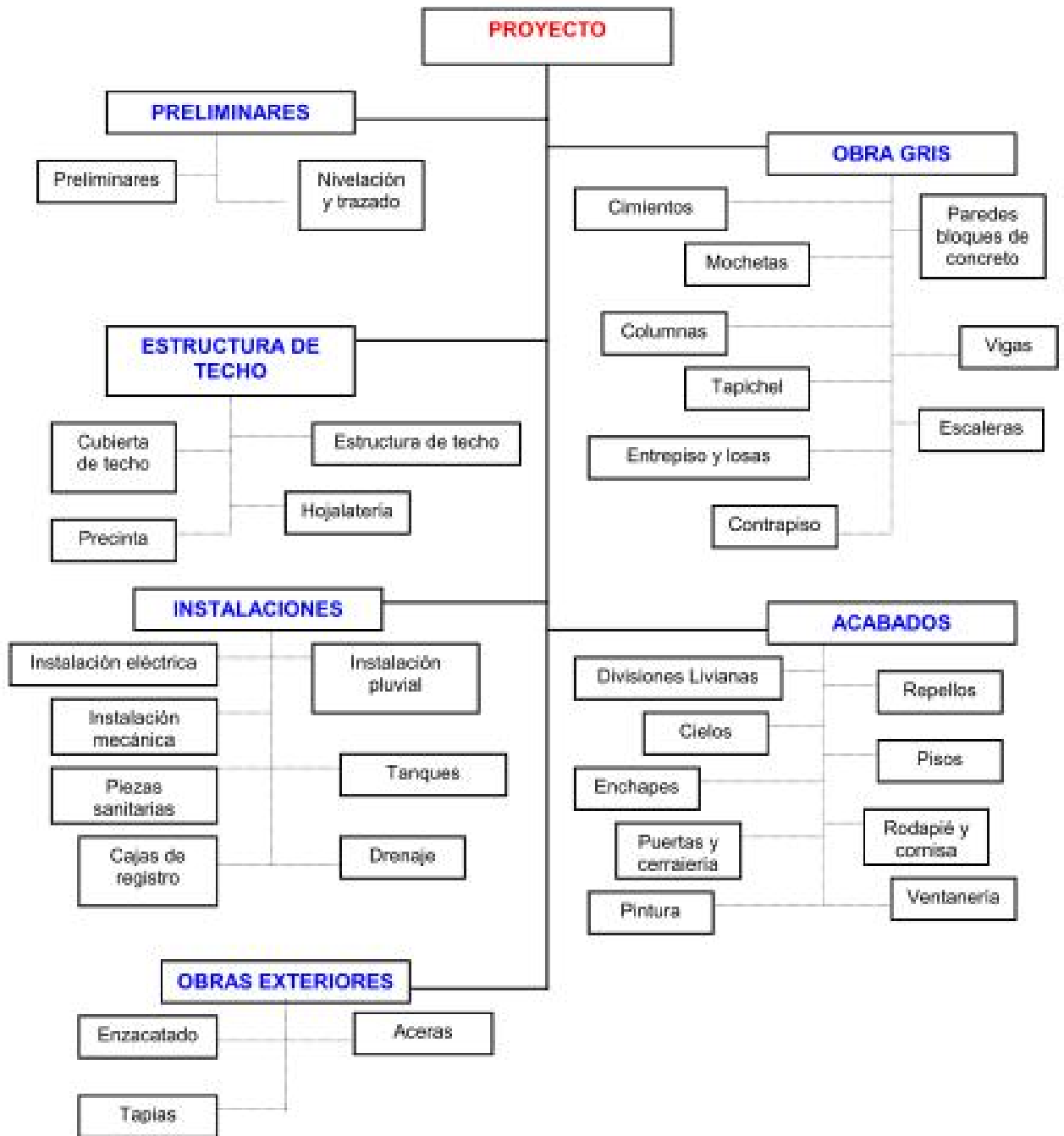


Figura 1. Actividades de la empresa . Fuente: La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A.

Objetivos

El proyecto fue enfocado con respecto a los siguientes objetivos:

General

- Dotar a la Empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A., de rendimientos de mano de obra y rendimientos de materiales, que facilite una adecuada estimación del costo y programación del proyecto.

Específicos

- Identificar las actividades de la construcción del proyecto, y los recursos que son necesarios para la realización de cada actividad.
- Elaborar tablas de rendimientos por actividad y aplicarlas a estimación de costos y programación del proyecto.
- Determinar la productividad de los trabajadores en distintas actividades del proyecto.
- Implementar los rendimientos obtenidos de mano de obra en la herramienta de estimación de costos.

Marco Teórico

Rendimientos

Para alcanzar el éxito de un proyecto de construcción, el ingeniero a cargo del proyecto debe conocer acerca del mismo. Parte de este conocimiento es intuitivo, sin embargo la mayoría es mayoritariamente por conocimientos.

En teoría un buen ingeniero administrador de un proyecto es exitoso cuando logra ejecutar los proyectos asignados en el tiempo establecido y por supuesto gastando igual o menor al presupuesto disponible para el proyecto y con la calidad requerida especificada.

La mano de obra es uno de las partes en el proceso de un proyecto, es una de las variables que afectan la productividad de las actividades. Como todas las empresas, tienen en común el objetivo de ser más competitivos, esto se puede lograr mejorando la productividad en los procesos constructivos, es por ello que es importante conocer cuáles son los factores que afectan la mano de obra.

Primeramente es importante conocer las definiciones de rendimiento y consumo los cuales Antonio Duque Cano los define como:

Rendimiento de mano de obra: el rendimiento de mano de obra se define como la cantidad de trabajo realizado de la actividad estudiada por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios, por unidad de recurso, normalmente se expresa en um/HH (unidad d medida de la actividad por hora hombre).

Consumo de mano de obra: consumo de mano de obra se puede definir como la cantidad de recurso humano dado en horas-hombre, que se está empleando por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios, para ejecutar completamente alguna actividad.

El consumo de mano de obra se expresa normalmente en HH/Cn (horas hombre por cantidad de trabajo) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra.

La eficiencia en la productividad de la mano de obra en la construcción, puede variar desde un amplio rango de 0% hasta el 100% si se presenta la máxima eficiencia teórica posible. Enmarcados entre los 2 anteriores límites, se encuentran los rendimientos y consumos reales de mano de obra obtenidos en cualquier condición, para los cuales se han definido diferentes rangos de acuerdo con la eficiencia en la productividad, como lo muestra la tabla 1, de acuerdo a la propuesta de John S. Page en su libro "estimator's general construction man-hour manual".

Cuadro 1: Clasificación de la eficiencia en la productividad de la mano de obra.

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

Fuente: Estimator's general construction man-hour manual, John S. Page.

Se considera como normal o promedio, el rango de eficiencia en la productividad comprendido entre el 61% y el 80%, por lo tanto se puede definir como el 70% el valor promedio¹

La estimación de costos de un proyecto es de primordial importancia tanto en el sector de construcción como en cualquier otro tipo de proyectos. El valor que tienen estas estimaciones es fácil de apreciar si se examinan las decisiones

que derivan estos cálculos y las decisiones que de ellos dependen.

Al analizar la mano de obra de un proyecto, se nota que es quizás el rubro con mayor dificultad para calcular, ya que al ser un recurso humano son muchas las variables que lo afectan, por lo tanto al obtener rendimientos no será un único valor por actividad. Por esta razón es recomendable que cada empresa maneje sus propios rendimientos de mano de obra dependiendo el tipo de proyecto, considerando las condiciones de su personal. Dentro de los factores que afectan los rendimientos de mano de obra se pueden mencionar:

- Clima
- Forma de Pago (Contrato o pago por horas)
- Herramientas y equipo utilizado
- Capacitación del personal de trabajo
- Incentivos
- Condiciones de trabajo
- Materiales utilizados
- Ubicación del proyecto

De los factores anteriores, se puede decir que el clima es indudablemente el que afecta más los rendimientos de mano de obra de un proyecto, principalmente en un país con un clima como lo es Costa Rica. Una de las principales razones de atrasos en el avance de proyectos es la lluvia, ya que se ven disminuidas las horas de trabajo. Asimismo es importante mencionar que algunas actividades pueden requerir de la inversión de más recursos debido a la época lluviosa como lo son:

1. **Equipo:** en ocasiones, dependiendo del tipo de proyecto se puede necesitar equipo como:
 - Uso de maquinaria con oruga en lugar de llantas.
 - Bombas para extraer agua
 -
2. **Almacenamiento de materiales:** en época lluviosa deben de almacenar materiales con mayor cuidado dándole protección, como:
 - Sacos de cemento
 - Morteros premezclados
 - Varillas, tubos perfiles

3. **Pintura:** Esta actividad se notará atrasada, cuando se realice la pintura exterior, en la época lluviosa.
4. **Salud:** pueden presentarse algunas enfermedades en los trabajadores con mayor frecuencia.
5. **Seguridad Laboral:** deberá de tener mayor control en la seguridad de trabajadores debido a que pueden

Algunas empresas o contratistas para considerar el factor clima a la hora de calcular el costo de mano de obra toman previsiones multiplicando el costo de mano de obra por un factor de zona, que depende de la estación del año, duración del proyecto y ubicación geográfica.

Asimismo otro de los factores que influyen en gran medida en los rendimientos de mano de obra es la forma de pago de la actividad realizada. Esto puede verse reflejado en la práctica, ya que cuando se realiza un pago por horas el rendimiento es menor que cuando se realiza un pago por contrato o actividad terminada.

El motivo de este comportamiento es lógico, pues alguien que reciba un pago por actividad terminada querrá terminar lo antes posible, ya que más pronto posible podrá realizar otro contrato con pago por actividad terminada.

En cuanto a las herramientas y equipo que se les proporciona a los trabajadores, mejorará el rendimiento de los trabajadores, ya que por ejemplo, no es lo mismo que un grupo de trabajadores realicen concreto solamente con palas, a que lo preparen en una batidora, aparte de que el desgaste de los trabajadores será menor.

Asimismo no solo se verá un mejoramiento en el rendimiento de los trabajadores sino que también se verá reflejado en la calidad de las actividades. En otros países se aprecia como cada vez más incorporan el uso de nuevos equipos, herramientas, nuevas tecnologías para el mejoramiento de los rendimientos y calidad de construcción.

Sin embargo, las empresas no solamente deben preocuparse por tener maquinaria, equipos y herramientas para realizar con mayor rapidez las actividades, sino que también deberá preocuparse por tener mano de obra calificada y capacitada, que manejen los equipos para realizar las labores correspondientes

La mentalidad de que la mano de obra es más barata que la utilización de equipo deberá revisarse, ya que para igualar el rendimiento de una maquinaria deberá ponerse a muchos trabajadores realizando la actividad, lo cual analizando el costo por hora de equipo versus el costo de hora de tantos trabajadores, la balanza se inclinará en el costo de los trabajadores.

Por otra parte el uso de incentivos, es otro de los factores que influye en los trabajadores, en la práctica se refleja, por ejemplo, en lo simple de ofrecerle a los trabajadores refresco y galletas a la hora del café para alcanzar una meta y mejorar los rendimientos. (J. Perez, entrevista personal, 18 marzo del 2014). Maestro de obra. Entrevista.

Los materiales utilizados afectan también el rendimiento de los trabajadores, debido a que trabajar con materiales de buena calidad no habrán atrasos en roturas de materiales o reparaciones de materiales de baja calidad.

La ubicación geográfica del proyecto influye mucho en los rendimientos, principalmente cuando está ubicado en una zona muy alejada.

La Productividad

La productividad se puede definir como la relación entre cantidad producida por la cantidad de recursos gastados. En la industria la productividad es de gran utilidad para valorar el rendimiento de los trabajadores, las máquinas usadas, los equipos de trabajo y los trabajadores. (Business solutions, 2006)

En general, decimos que algo es realmente productivo, cuando con una cantidad de recursos usados en un tiempo dado se obtiene el máximo de productos.

La productividad está dada en las máquinas y equipos como parte de sus características técnicas.

En la productividad hay que considerar otros aspectos muy importantes como:

Calidad: La calidad es la rapidez a la cual los recursos usados se producen especialmente por unidad de trabajo. (Jiménez, et al., 2006)

$$\text{Productividad} = \frac{\text{SALIDAS}}{\text{ENTRADAS}}$$

Entradas: Mano de obra, Materia Prima, Maquinaria, Energía, Capital.

Salidas: Productos.

Se puede lograr una mayor productividad, de la siguiente manera:

- Misma entrada, salida más grande
- Entrada más pequeña, misma salida.
- Incrementar salida, disminuir entrada.
- Incrementar salida más rápido que la entrada.
- Disminuir la salida en forma menor que la entrada.

¿Cómo se puede medir la productividad?

Como se mencionó anteriormente la productividad se puede definir como la relación entre insumos y productos, en tanto que la eficiencia representa el costo por unidad de producto. Por ejemplo:

En el caso de los servicios de salud, la medida de productividad estaría dada por la relación existente entre el número de consultas otorgadas por hora/médico. La productividad se mediría a partir del costo por consulta, estaría integrado no solo por el tiempo dedicado por el médico a esa consulta, sino también por todos los demás insumos involucrados en ese evento particular, como pueden ser materiales de curación medicamentos empleados, tiempo de la enfermera, etc. (Business solutions, 2006)

Las empresas industriales que miden la productividad, utilizan la siguiente fórmula:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de unidades de producidas}}{\text{Insumos empleados}}$$

Este modelo se aplica muy bien a una empresa manufacturera. Sin embargo, muchas empresas modernas manufacturan una gran variedad de productos. En estas grandes empresas la productividad global se mide basándose en un momento definido de centros de utilidades que representan en forma adecuada la actividad real de la empresa.

La fórmula se convierte entonces en:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Prod. A} + \text{Prod. B} + \text{Prod. N}}{\text{Insumos empleados}}$$

Finalmente, otras empresas miden su productividad en función del valor comercial de los productos.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Ventas netas de la empresa}}{\text{Salarios pagados}}$$

Todas esas medidas son cuantitativas y no se considera en ellas el aspecto cualitativo de la producción (un producto debería ser bien hecho la primera vez y responder a las necesidades de la clientela). Todo costo adicional (reinicios, re fabricación, reemplazo, reparación después de la venta) debería ser incluido en la medida de la productividad. Un producto también puede tener consecuencias benéficas o negativas en los demás productos de la empresa. En efecto si un producto satisface al cliente, se verá inclinado a comprar otros productos de la misma marca; si ha quedado insatisfecho con un producto puede no volver a comprar otros productos de la misma marca.

El costo relacionado con la imagen de la empresa y calidad debería estar incluido en la medida de la productividad con el fin de medir el progreso de la productividad, generalmente se emplea el índice de productividad (P) como punto de comparación:

$$P = \frac{\text{Productividad observada}}{\text{Estandar de productividad}} * 100$$

La productividad observada es la medida durante un periodo definido (día, semana, Mes, año) en un sistema conocido (taller, empresa, sector económico, departamento, mano de obra, energía, país). El estándar de productividad es la productividad base o anterior que sirve de referencia.

Con lo anterior vemos que podemos obtener diferentes medidas de productividad, evaluar diferentes sistemas, empresas, recursos como materias primas, energía, entre otros.

Pero lo más importante es definir la tendencia por medio del uso de índices de productividad a través del tiempo en empresas, realizar las correcciones necesarias con el fin de aumentar la eficiencia y ser más rentables. (Business solutions, 2006)

Elementos importantes a considerar para aumentar la productividad de la empresa son el capital humano como la inversión realizada por la organización para capacita y formar a sus miembros y el instructor de la población trabajadora que son los conocimientos y habilidades que guardan relación directa con los resultados de trabajo. (Business solutions, 2006)

Factores internos y externos que afectan la productividad

Para Jiménez, et al (2006), los factores internos y externos que afectan la productividad son:

Factores internos:

- Terrenos y edificios.
- Materiales
- Energía
- Maquinaria y equipo
- Recurso humano
- Modalidad contractual
- Condiciones del proyecto
- Dirección y control

Factores externos:

- Disponibilidad de capital e intereses
- Condiciones ambientales
- Mano de obra calificada

- Políticas estatales relativas a tributación y aranceles.
- Infraestructura existente
- Disponibilidad de materiales o materia primas
- Medidas de ajuste aplicadas

La productividad de la construcción en Costa Rica

La productividad en la industria de la construcción es un aspecto que debe preocupar a todos los participantes en este sector. Sus componentes son tres (figura 2) y todos ellos son importantes.

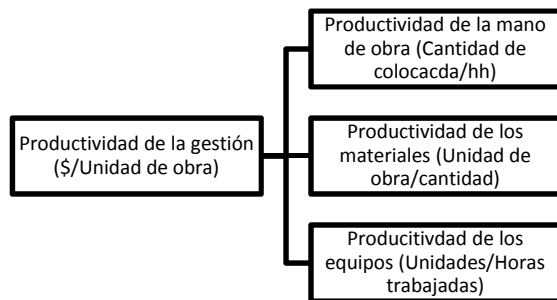


Figura 2. Componentes de la Productividad. Fuente: Fernandez, 2004.

Lejos han quedado los tiempos en los cuales la eficiencia de los trabajadores no era un factor preocupante para los administradores de proyectos de construcción

Los salarios de los trabajadores en el nivel mundial se han incrementado sustancialmente con el transcurso del tiempo. Por esta razón las empresas constructoras exhiben una alta preocupación por mejorar la productividad de los empleados, ya que la influencia de los salarios sobre los costos finales de las obras es extremadamente grande.

Costa Rica no ha sido la excepción. La influencia de los salarios sobre el costo de una obra es importante, considerando que en el caso de nuestro país se tienen al menos dos aumentos al año. De ahí que sea fundamental que las empresas constructoras enfoquen sus esfuerzos a no solo determinar los factores que influyen sobre la productividad, sino también a incluir este

aspecto como uno de los básicos a controlar en la administración de una obra.

Actualmente no se dispone en el país de un método que permita medir la productividad de la industria de la construcción constantemente de manera eficiente y eficaz. Desdichadamente la ausencia de un procedimiento provoca que las constructoras no puedan disponer de información estadística que les permita darle seguimiento a la tendencia de la industria de la construcción en este campo particular y tomar las medidas correctivas apropiadas.

Una forma aproximada de determinar la productividad del sector construcción es considerar el producto interno bruto real del sector construcción y dividirlo entre la cantidad de empleados directos que laboran en este campo.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{PIB real de construcción}}{\text{Empleados directos del sector}}$$

Aplicando a la fórmula anterior se puede por tanto determinar la productividad del sector construcción.

No existe una predisposición clara marcada que permita afirmar que las empresas constructoras han emprendido programas para mejorar la productividad. Por el contrario, existe tendencia hacia fluctuaciones alarmantes de la productividad, lo que hace presumir que este no es uno de los objetivos primordiales en los planes estratégicos de los participantes del sector construcción. Si bien es cierto la industria de la construcción es altamente lucrativa, las mejoras en productividad definitivamente repercutirán sobre la rentabilidad, las incrementarán y traerán, entre otros aspectos, mayores beneficios a las compañías y mayor competitividad.

Es clara la tendencia a la alza de los costos de los diversos tipos de obras. Si bien es cierta la influencia de factores económicos internos y externos hace que produzcan incrementos en los costos de la construcción, no debe olvidarse que los principios de una buena administración de proyectos deberían causar que se neutralicen estos incrementos con mejora en la productividad. Es aconsejable realizar estudio más detallado sobre las probables causas de este fenómeno, especialmente en dos sectores

fundamentales para el sector construcción: el de vivienda, ya que la estabilidad en los costos de construcción debería beneficiar a los clientes y el de la industria y comercio, sobre todo que en este segmento de mercado, la atracción de la inversión extranjera es sumamente beneficiosa para el desarrollo económico del país.

Actualmente no se hace uso de un método exacto y preciso que permita medir con certeza la productividad de la industria de la construcción. Sin embargo, un análisis preliminar permite deducir que la productividad ha sido variable en los últimos años, con ascensos y descensos marcados. Esto hace presumir que las políticas de las empresas constructoras no han estado orientadas hacia la mejora de la productividad. Así lo expresa Fernández Morales: "Es por ello que se deben realizar mayores estudios en este campo, para definir un método adecuado de medición de la productividad y considerar las acciones pertinentes para mejorar la misma. El aporte de las universidades de nuestro país puede ser fundamental, para generar proyectos de investigación en conjunto con las empresas constructoras y lograr obtener resultados que incrementen la productividad de la industria de la construcción (Fernandez, 2004)

Metodologías para determinar la Productividad

Para medir la productividad hay varios métodos. Lo cual es fundamental para darse cuenta el nivel de productividad y analizar en qué se puede mejorar.

Work Sampling (Muestreo del trabajo)

El muestreo del trabajo es un método utilizado para mejorar la productividad observando y analizando el trabajo de una muestra de la población en estudio. Para obtener una representación de todos los trabajadores. Los resultados de esta metodología dan bases para opinar acerca de problemas de productividad, ya que permiten tomar conciencia de cómo se distribuye el trabajo dentro del

proyecto (Oglesby, Parker, & Howell, 1989). Para considerar si un trabajador se encuentra realizando labores o no, se toman en cuenta tres categorías (Thomas y Daily, 1984)

Trabajo Productivo: Es el proceso en el cual se añade una "unidad" o componente a lo que está siendo construido. Donde directamente se observa que el trabajador realiza un volumen de trabajo por unidad de tiempo.

Trabajo Contributorio: Trabajo que no necesariamente aporta o agrega un avance de unidad de trabajo a lo que está siendo construido, pero es esencial para completar el trabajo. Esto incluye tareas como leer planos, transportar materiales a los frentes de trabajo, recibir y dar instrucciones, etc. (Thomas y Daily, 1984)

Trabajo No Contributorio: Es hacer nada o hacer algo que no es necesario para completar el producto final. Esto incluye actividades como caminar sin transportar elementos, tiempos de espera sin explicación, etc.

Para realizar el análisis de estos métodos, es necesario tener una muestra representativa de un tamaño lo suficientemente grande para ser estadísticamente válida, ciertas características del proyecto pueden ser predichas. Esta predicción no es exacta, pero si la muestra es representativa, el resultado está muy cerca de la situación real (Thomas & Daily, 1984).

Estadísticamente, la muestra podrá ser validada a partir de tres conceptos: nivel de confianza, límite de error y proporción por categoría. El primero provee la confiabilidad del resultado, el segundo la precisión del valor estimado y el último cuál es la proporción esperada de la muestra, es decir, cómo se distribuyen las respuestas de la muestra. El número de muestras para las condiciones requeridas es calculado con la siguiente ecuación (Olomolaiye, Jayawardane, Harris, 1998):

$$N = \frac{Z^2 * P * (1 - P)}{L^2}$$

Donde N es el tamaño de la muestra a escoger, Z es el valor obtenido de las tablas estadísticas dependiendo del intervalo de

confianza necesario, P es la proporción por categoría y L el límite de error requerido. Dado que la distribución esperada entre trabajo productivo y no productivo es de 50:50. Se considerará razonable considerar un nivel de confianza del 90% y un límite de error del 5% para representar la distribución del trabajo de una obra completa. De acuerdo a la siguiente tabla se necesitarán 384 muestras. Las cuales necesariamente deben ser realizadas en el campo (Olomolaiye, Jayawardane, Harris, 1998).

Tabla 2: Tamaño requerido de muestra para niveles de confianza de 90% y 95 %

Proporción por categoría (%)	95% nivel de confianza				90% nivel de confianza			
	Límite de error (%)				Límite de error (%)			
	1	2.5	5	10	1	2.5	5	10
50.50	9604	1537	384	96	6765	1082	271	68
40.60	9220	1475	369	92	6495	1039	260	65
30.70	8067	1291	323	81	5683	909	227	57
20.80	6147	983	246	61	4330	693	173	43
10.90	3457	553	138	35	2435	390	97	24

Fuente: Olomolaiye, Jayawardane, Harris.

Five Minutes Rating (Muestreo del trabajo)

El método five minutes rating es un método para valorar las actividades realizadas en obra. Es un método efectivo para evaluar la productividad del trabajo observado. Este método consiste en la suma de observaciones realizadas en un periodo de estudio corto, con un número de observaciones muy pequeño como para ofrecer la confianza estadística del muestreo del trabajo (Oglesby, Parker, & Howell, 1989).

Existen estudios que dan validez al uso de esta herramienta, como un estimador rápido de la magnitud del uso de la mano de obra, ya que, encuentran cierta correlación de los resultados efectividad de este con la efectividad de la mano de obra del muestro del trabajo (Thomas & Daily, 1984). En aquel estudio,

Thomas determina un 39.7% de trabajo productivo con el método de Work sampling (muestreo del trabajo) y un 32% con five minutes rating sobre una misma muestra; las similitudes entre ambas metodologías son claras, sin embargo ya que el método de five minutes rating requiere de un menor número de muestras, le resta confiabilidad.

El método proviene de su nombre de la regla por la cual es regida. Ya que la cuadrilla debe ser observada por un tiempo igual al número de personas de la cuadrilla (cada persona equivale un minuto) pero nunca menos de 5 minutos. Por ejemplo, una cuadrilla de 12 personas debe ser estudiada por al menos 12 minutos. Una vez determinado el periodo de estudio, este se divide e intervalos de 30 segundos o lo que considere pertinente (esto es establecido por el medidor). Durante cada intervalo la efectividad de los trabajadores es evaluada. Si el trabajador está ocupado más del 50% del tiempo del intervalo se considera que trabajó durante el intervalo. Cuando la medición se ha completado, la suma del total de los intervalos trabajados por todos los trabajadores es dividida por el total de intervalos de la muestra, obteniendo la eficiencia. Como regla general se deben realizar al menos 4 mediciones para obtener un valor de eficiencia representativo (Thomas & Napolitan, 1995).

Construir en Sistema Prefabricado

La construcción industrializada nace en los tiempos de posguerra, en un momento donde las sociedades diezmadadas por las mismas estaban necesitadas de vivienda.

Buscando la reconstrucción de ciudades al costo más bajo, arquitectos, ingenieros y constructores indagan y experimentan con modelos, métodos, sistemas constructivos que hagan renacer a la sociedad de sus cenizas. Allí es cuando nacen las prefabricadas impulsadas por la industria, reduciendo costos y generando techos a donde dormir. (Casas prefabricadas, 2012).

Con el tiempo estos modelos fueron tomando fuerza, tecnificándose, mejorando las condiciones de vida del ser humano y una nueva forma de construir.

El comienzo de la construcción de casas prefabricadas comenzó en los Estados Unidos cuando entre vecinos se ayudaban haciendo sus propios techos. Sin embargo, la tendencia se masificó cuando llega a Europa.

Hace unos años los diseños prefabricados fueron bastante básicos, sencillos y limitados en su pasado, sin embargo, la tecnología y la gran demanda de los consumidores han hecho que las construcciones con sistema prefabricado se posicionen prácticamente a la misma altura que las viviendas convencionales.

Es una alternativa para bajar los costos y tiempo de construcción, los sistemas prefabricados están ganando espacio y están revolucionando al mercado de la construcción en Costa Rica. Las edificaciones prefabricadas es una moderna iniciativa que ofrece un amplio rango de diseños y acabado.

A diferencia de otras construcciones los elementos prefabricados pueden ser colocados aún en condiciones climáticas adversas, y el tiempo de construcción es mucho menor, en comparación a los sistemas convencionales.

¿Qué ventajas tiene?

Algunos sistemas Prefabricados han sido diseñados y debidamente probados para cumplir satisfactoriamente las regulaciones del CFIA, Código Sísmico de Costa Rica, Su fácil y rápida instalación y su bajo precio permiten una significativa reducción de costos en: Acarreo, materiales de construcción, mano de obra y un mayor control en el proceso constructivo. (Productos de concreto, 1998)

¿Por qué escoger este sistema?

El sistema prefabricado de PC le brinda un producto de alta calidad, contando con todas las

normas del colegio federado, Código sísmico y algunas normas de ministerio de industria y comercio y además Lanamme (laboratorio nacional de materiales y modelos estructurales) que supervisan la calidad y resistencia del concreto. (Productos de concreto, 1998)

Población y muestra

Una población es el conjunto de elementos de referencia sobre el que se realizan las observaciones, es el conjunto sobre el cual se está interesado en obtener conclusiones. Normalmente la población es un conjunto muy grande, el cual es difícil poder abarcarlo todo y realizar un estudio estadístico, es por esta razón que se debe extraer una muestra de la población.

En este caso la población de este proyecto es la totalidad de las cuadrillas de los operarios, soldador, ayudantes y peones; es fundamental destacar que el estudio y toma de tiempos, una técnica de muestreo, y como tal, la exactitud para dar el valor verdadero del tiempo, depende del número de observaciones que se realicen de cada actividad para dar una visión representativa del proceso.

La muestra es un subconjunto de la población; en este proyecto la muestra es las mediciones que se estudiaron para realizar el cálculo de rendimientos. Considerar que entre mayor sea el número de observaciones la muestra será más representativa y mayor precisión se esperaría en los resultados.

Media Aritmética o Promedio

La media aritmética o también llamado promedio, es la sumatoria de todas las observaciones realizadas, dividido entre la cantidad de observaciones realizadas. Es de gran importancia considerar que la media aritmética considera todos los datos de las observaciones realizadas, por lo que aun así se tomaran en cuenta los datos extremos que se salen de la normalidad, lo cual puede causar que la media aumente o disminuya. Es por ello que es más preciso antes de determinar el promedio de un conjunto de datos, eliminar los datos extremos y con los datos restantes determinar la media

aritmética para obtener una media más representativa de los datos más repetidos. Se determina con la siguiente fórmula:

$$C_v = \frac{\sigma}{|\bar{x}|} * 100\%$$

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n}$$

Desviación estándar o desviación típica

La desviación estándar es la dispersión de datos más utilizada en la estadística, es representada con el símbolo “ σ ”. Este valor indica la dispersión con respecto a la media aritmética. Dicho de otra manera la desviación estándar es simplemente el promedio de la variación esperada de los datos con respecto al promedio. El cuadrado de la desviación estándar recibe el nombre de varianza.

Entre más grande sea la desviación esto indica que los datos analizados hay mucha variación entre sí. Se determina con la siguiente fórmula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n}}$$

Coefficiente de Variación

Es la relación entre el valor obtenido del promedio y la desviación estándar. Normalmente se representa con las siglas C.V.

Es la relación entre el tamaño de la media aritmética y la desviación estándar. Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética. A mayor valor del coeficiente de variación, hay una mayor heterogeneidad entre los datos de las observaciones realizadas, caso contrario a menor Coeficiente de Variación mayor homogeneidad entre los datos analizados.

Metodología

Con el fin de cumplir con los objetivos propuestos se utilizó información documental y observación de campo para identificar las etapas de las actividades involucradas en la construcción del proyecto, mediante visitas periódicas al proyecto.

Se tomaron como parámetros para la observación los dos proyectos que estaban en proceso en ese momento, los cuales eran las Oficinas de Impugnaciones del COSEVI en Heredia, el cual se encontraba con un avance de 0% y una casa habitacional en Guápiles, la cual se encontraba con un avance del 60 %.

Para la obtención de datos en el campo, se utiliza parte del procedimiento usado por la Ing. Ana Yansi Paniagua Cascante, en su Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción.

1. Anotar las condiciones generales en que se realiza el proyecto
 - Actividad
 - Estado del tiempo
 - Día de la semana
 - Número de trabajadores
 - Numero de mediciones
 - Ubicación geográfica
2. Descripción de la actividad a evaluar
 - Desglosar la actividad en sus sub-actividades
 - Recurso humano a utilizar
 - Materiales a usar
 - Herramientas a usar
 - Imágenes de la actividad (Anexos).
3. Identificar el puesto de los trabajadores en cada actividad

- Operario, Soldador, Ayudante, Peón, fontanero, electricista.
- Indicar si los trabajos son realizados por contrato o por hora, etc.

4. Anotar el tiempo ocupado en cada actividad parcial o total y medir la cantidad de trabajo realizado en ese tiempo.
Por otra parte para procesar los datos, y determinar los rendimientos de mano de obra, se utilizó metodología presentada en el folleto "Control de Costos" elaborado por la Ing. Giannina Ortiz, el Ing. Eduardo Paniagua y el Ing. Milton Sandoval, la cual consiste en:
5. Determinar el número de mediciones, establecer la duración y cantidad de trabajo de cada medición, y el número de trabajadores.
6. Calculo de rendimientos:
Los rendimientos se calcularon en base a la siguiente formula:

$$R = \frac{T \times N}{V}$$

Dónde:

R = Rendimiento en horas-hombre/unidad.
T = Tiempo en duración de la actividad.
N = Número de trabajadores que participaron en la actividad y que pertenecen a una misma categoría.
V = Volumen de trabajo realizado.

7. Eliminación de datos extremos: En el cálculo anterior, puede haber rendimientos muy alejados de los valores calculados, por lo que se podrá eliminar esos datos extremos para que no afecte el cálculo de la media aritmética.
8. Proceso estadístico
 - Calculo de la media aritmética de los

rendimientos en condiciones normales:

$$\bar{R} = \sum_{i=1}^n \frac{R_i}{n}$$

➤ Cálculo de la desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n_R}}$$

➤ Cálculo del Coeficiente de variación:

$$C_v = \frac{\sigma}{|\bar{x}|} * 100\%$$

9. Aplicación de factores

En vista de que los tiempos empleados para el cálculo de rendimientos son netos, y a que hay ciertos tiempos que ocupan trabajadores para transporte de materiales, alimentación, etc; se tienen que afectar los rendimientos por un factor que considere dichos tiempos.

Este factor de incremento se calcula:

$$f.i. = \frac{T.c.* 100\%}{h.d. - T.c.}$$

Dónde:

f.i. = Factor de incremento.

T.c.=Tiempo consumido en otras actividades.

h.d.= Horas diarias de trabajo total.

Para el trabajo realizado el T.c. lo constituye:

- Café 0.25 hr
- Almuerzo 0.50 hr
- Café 0.25 hr
- Servicio Sanitario 0.25 hr

- Transporte de materiales 0.25 hr
 - T.c. = 1.50 hr

10. Rendimiento a calcular:

$$R = \bar{R} * (1 + f.i.)$$

Dónde:

R = Rendimiento factorado.

\bar{R} = Media aritmética.

f.i. = Factor de incremento.

Para el cálculo de rendimientos de materiales se utiliza un promedio de los materiales medidos en el campo, y en algunos casos tablas proporcionadas por los fabricantes.

Con respecto al equipo se medirá el rendimiento del equipo que se utilice específicamente en una sola actividad en especial, y el resto de herramientas solamente se menciona, ya que generalmente estas herramientas son calculadas en forma general, ya que se utilizan en distintas actividades.

Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos del proyecto realizado. Cabe mencionar que se logró observar y analizar las actividades desde la excavación para la cimentación hasta la colocación de cerámica.

Asimismo, considerar que las actividades estudiadas, tuvieron una modalidad de pago por subcontrato. Lo cual puede representar una variación en los rendimientos obtenidos, ya que no son los mismos rendimientos de mano obra, si es subcontrata, a como si se le pagaran por horas a los trabajadores.

LISTA DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

ACTIVIDAD 1: TRAZADO DEL PROYECTO.

Marcación de los ejes donde irán las paredes del proyecto.

ACTIVIDAD 2: EXCAVACIÓN PARA LAS PLACAS AISLADAS. Excavación a 1.80 metros de profundidad en promedio, con sección de $*(0.50)^2 \text{ m}^2$.

ACTIVIDAD 3: COLOCACIÓN DE PIEDRA BOLA. Colocación de Piedra bruta de 30 cm de espesor y una sección de $*(0.50)^2 \text{ m}^2$.

ACTIVIDAD 4: COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO. Colocación de Lastre-Cemento de 90 cm de espesor y una sección de $*(0.50)^2 \text{ m}^2$.

ACTIVIDAD 5: COLOCACIÓN DE CONCRETO. Colocación de Concreto de 100 cm de espesor y una sección de $*(0.50)^2 \text{ m}^2$.

ACTIVIDAD 6: COLOCACIÓN DE VARILLA. Colocación de Varilla a lo largo de todo el perímetro y de las paredes.

ACTIVIDAD 7: COLOCACIÓN DE FORMALETA.

Colocación de formaleta para el prisma de concreto que servirá de apoyo para las baldosas.

ACTIVIDAD 8: COLOCACIÓN DE COLUMNAS PREFABRICADAS: Colocación de columnas prefabricadas.

ACTIVIDAD 9: COLOCACIÓN DE BALDOSAS: Colocación de baldosas.

ACTIVIDAD 10: COLOCACIÓN DE VIGA SOLERA: Colocación de viga solera RT.

ACTIVIDAD 11: RELLENO DE LASTRE COMPACTADO. Relleno y compactación de Lastre.

ACTIVIDAD 12: MALLA ELECTROSOLDADA. Colocación de malla electrosoldada en todo el contrapiso.

ACTIVIDAD 13: COLADO DE CONTRAPISO. Preparación y Colado del Concreto.

ACTIVIDAD 14: ACABADO DE CONTRAPISO. Aplanchado del contrapiso.

ACTIVIDAD 15: ESTRUCTURA DE TECHO: Realización de estructura de techo con tubo de 4".

ACTIVIDAD 16: CLAVADORES. Colocación de Clavadores.

ACTIVIDAD 17: CUBIERTA. Colocación de Cubierta.

ACTIVIDAD 18: COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA MALLA Y RELLENO DE SISA. Colocación de adhesivo Maxicril, relleno de sisa con bondex y colocación de Cinta Malla.

ACTIVIDAD 19: REPELLOS. Colocación de repellos con mortero premezclado Imperplaster.

ACTIVIDAD 20: CERAMICA. Colocación de Cerámica.

13. Figura que representa la variación del rendimiento con forme transcurre el día.

Información de tabulada de cada actividad.

La información tabulada se presentará en cuadros y figuras las cuales llevan este orden, por cada una de las actividades:

1. Cuadro de Actividades y subactividades y recursos utilizados.
2. Cuadro de Información general de la Actividad.
3. Cuadro con información obtenida en la medición con el Work sampling, llamado Método de estudio 1. (Para las actividades que cuentan con las mediciones mínimas para analizar la productividad)
4. Cuadro con la información obtenida en la medición con el Five Minutes rating, llamado Método de estudio 2. (Para las actividades que cuentan con las mediciones mínimas para analizar la productividad)
5. Cuadro de la eficiencia de cada trabajador. (Para las actividades que cuentan con las mediciones mínimas para analizar la productividad).
6. Cuadro de eficiencia general, donde se puede observar la eficiencia global.
7. Cuadro de eficiencia promedio entre los 2 métodos de medición de productividad.
8. Distribución del tiempo invertido por cada trabajador en la actividad.
9. Grafico que contiene la distribución del tiempo de los trabajadores a la hora de realizar la actividad
10. Figura de distribución del tiempo de manera global de todos los trabajadores.
11. Hoja de cálculo para desarrollar el cálculo del rendimiento de la actividad.
12. En algunas actividades contiene un cuadro de la variación del rendimiento con forme transcurre el día.

ACTIVIDAD 1: TRAZADO

Esta actividad consiste en el proceso de definir y medir en un terreno las dimensiones de la obra donde se realizara la construcción. Al definir las medidas de la obra se forma el perímetro de la obra y se logran señalar los ejes del proyecto. De ahí se puede observar en donde irá colocadas los cimientos de la obra, las paredes, columnas y demás elementos de la construcción. Los materiales principales para hacer el trazo son reglas de 1"x2", 2"x3", cuerdas, plomada, nivel, cinta métrica, entre otros.

ACTIVIDAD 1: TRAZADO				
CUADRO 2: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN EL TRAZADO				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Planificación	-	1 Operario 1 Carpintero 1 Maestro de Obra	Planos	-
Preparación de materiales	Medición de piezas	1 Carpintero	Cinta	Regla 1"x3"
	Corte de piezas	1 Operario	Cinta, SERRUCHO	Regla 1"x3"
	Traslado de piezas	1 Operario	-	Regla 1"x3"
Marcado de puntos	Lectura de planos	1 Maestro de Obra	-	-
	Marcado de cotas en terreno	1 Maestro de Obra 1 Operario	Cinta, Lápiz, escuadra	Regla 1"x3", cal, manguera
	Colocación de estacas	1 Carpintero	Martillo, maso, cinta	Regla 1"x3", clavos, cuerda
	Verificación de puntos	1 Maestro de Obra	Cinta, plomo, nivel, planos	-
Limpieza final	Recolección de sobrantes	1 Operario 1 Peón	Pala, Carretillo	Regla 1"x3"

Cuadro 2: Subactividades y recursos usados en el trazado. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 3: INFORMACIÓN GENERAL EN EL TRAZADO	
ACTIVIDAD 1	TRAZADO
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO
DIA DE SEMANA	MARTES
# TRABAJADORES	4
# MEDICIONES	1
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 3: Información general del trazado. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 4: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), TRAZADO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
09:30 a.m.	4	4	0	
09:35 a.m.	4	2	2	HABLANDO
09:40 a.m.	4	3	1	HABLANDO
09:45 a.m.	4	2	2	HABLANDO
09:50 a.m.	4	4	0	
09:55 a.m.	4	3	1	HABLANDO
10:00 a.m.	4	4	0	
10:05 a.m.	4	3	1	HABLANDO
10:10 a.m.	4	4	0	

CUADRO 4: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), TRAZADO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
10:15 a.m.	4	2	2	HABLANDO
10:20 a.m.	4	3	1	DESCANSANDO
10:25 a.m.	4	2	2	DESCANSANDO
10:30 a.m.	4	4	0	
10:35 a.m.	4	2	2	OBSERVANDO
10:40 a.m.	4	4	0	
10:45 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO
10:50 a.m.	4	4	0	
10:55 a.m.	4	3	1	HABLANDO
11:00 a.m.	4	4	0	
11:05 a.m.	4	2	2	HABLANDO
11:10 a.m.	4	4	0	
11:15 a.m.	4	2	2	OBSERVANDO
11:20 a.m.	4	4	0	
11:25 a.m.	4	3	1	DESCANSANDO
11:30 a.m.	4	4	0	
TOTAL MINUTOS	480	379.2	100.8	
CUADRO 4: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), TRAZADO				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	480	100.00%		
CANTIDAD HT	379.2	79.00%		
CANTIDAD HNT	100.8	21.00%		

Cuadro 4: Muestreo de trabajo con método Work sampling. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 5: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS, TRAZADO						
# MEDICIÓN	HORA	MAESTRO DE OBRA	ALBAÑIL	PEÓN 1	PEÓN 2	HOMBRES TRABAJANDO
1	01:10 p.m.	1	1	1	1	4
2	01:15 p.m.	1	1	0	1	3
3	01:20 p.m.	1	1	1	1	4
4	01:25 p.m.	1	0	1	1	3
5	01:30 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	1	1	1	3
6	01:35 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	0	0	1	1
7	01:40 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	1	1	0	2
8	01:45 p.m.	1	0	1	1	3
9	01:50 p.m.	0	1	1	1	3
10	01:55 p.m.	1	1	0	1	3
11	02:00 p.m.	1	0	1	0	2
12	02:05 p.m.	0	1	1	1	3
13	02:10 p.m.	1	0	1	1	3
14	02:15 p.m.	1	1	1	1	4
15	02:20 p.m.	1	1	0	0	2

CUADRO 5: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS, TRAZADO						
# MEDICIÓN	HORA	MAESTRO DE OBRA	ALBAÑIL	PEÓN 1	PEÓN 2	HOMBRES TRABAJANDO
16	02:25 p.m.	0	0	1	1	2
17	02:30 p.m.	1	1	1	1	4
18	02:35 p.m.	1	1	1	1	4
19	02:40 p.m.	1	1	0	1	3
20	02:45 p.m.	1	1	1	1	4
21	02:50 p.m.	1	0	1	0	2
22	02:55 p.m.	1	1	1	1	4
23	03:00 p.m.	1	0	1	0	2
24	03:05 p.m.	0	1	1	1	3
25	03:10 p.m.	1	1	1	1	4
TOTAL MINUTOS		18	17	20	20	75

CUADRO 5: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, TRAZADO	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	97.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	75.00
EFFECTIVIDAD (%)	77.32%

Cuadro 5: Muestreo de trabajo con método five minutes rating. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 6: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN EL TRAZADO				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
MAESTRO DE OBRA	105	20	85	80.95%
ALBAÑIL	120	40	80	66.67%
PEÓN 1	120	25	95	79.17%
PEÓN 2	120	25	95	79.17%

Cuadro 6: Eficiencia de cada trabajador en el trazado. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 7: EFICIENCIA TOTAL EN EL TRAZADO	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	465
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	110
TIEMPO TOTAL LABORADO	355
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	76.34%

Cuadro 7: Eficiencia en el trazado. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 8: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	79.00%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	77.32%
EFICIENCIA PROMEDIO	78.16%

Cuadro 8: Eficiencia promedio entre métodos estudiados. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 9: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES DE TRAZADO								
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		PLANIFICACIÓN	PREPARACIÓN DEL MATERIAL	MARCADO DE PUNTOS	LIMPIEZA FINAL	FUERA DE MEDICIÓN	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	MAESTRO DE OBRA	18	2	43	4	15	5	18
	ALBAÑIL	9	10	49	5	0	8	39
	PEÓN 1	5	9	57	15	0	10	24
	PEÓN 2	6	8	59	10	0	12	25
	TOTAL	38	29	208	34	15	35	106
PORCENTAJE (%)	MAESTRO DE OBRA	17.14%	1.90%	40.95%	3.81%	14.29%	4.76%	17.14%
	ALBAÑIL	7.50%	8.33%	40.83%	4.17%	0.00%	6.67%	32.50%
	PEÓN 1	4.17%	7.50%	47.50%	12.50%	0.00%	8.33%	20.00%
	PEÓN 2	5.00%	6.67%	49.17%	8.33%	0.00%	10.00%	20.83%
	TOTAL	8.17%	6.24%	44.73%	7.31%	3.23%	7.53%	22.80%

Cuadro 9: Distribución del tiempo en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

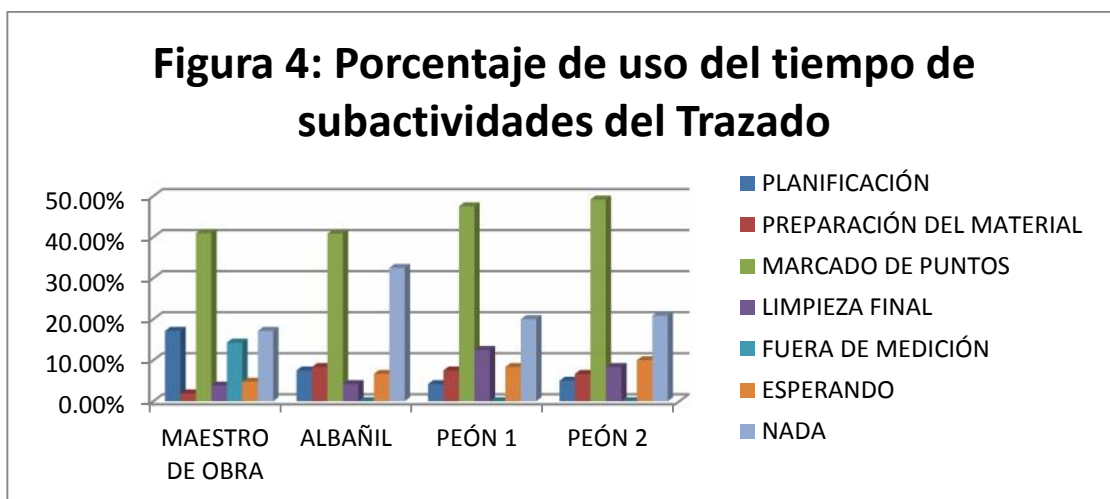


Figura 4: Porcentaje del uso del tiempo en subactividades del trazado. Fuente: Elaboración Propia.

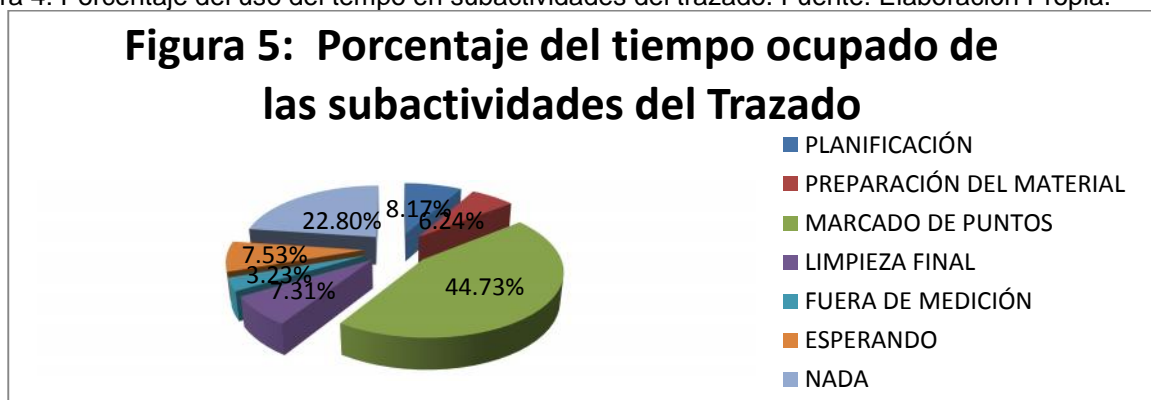


Figura 5: Porcentaje del tiempo ocupado en las subactividades del trazado. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 10: Cálculo del rendimiento de Operarios en el trazado

Cuadrilla	n	2	personas	
Tiempos	Hrs	Cantidades	m2	
T1:	10	C1:	150	
Rn:	$\frac{\sum_{i=1}^n R_i}{n}$	R1:	0.133	
R':	$\frac{\sum_{i=1}^n R_i^2}{nR}$		0.133	
σ :	$\frac{\sigma}{R} = \frac{100}{R}$		σ :	0.00
CV:		CV:	0.00%	
h.d.:	11	hrs	f.i.:	$\frac{c + 100}{t.d. - t.c.}$
t.c.:				
Café	0.25	hrs		
Almuerzo	0.50	hrs	f.i.:	15.79%
Café	0.25	hrs		
Servicio	0.25	hrs		
Otros	0.25	hrs		
	1.50			
	R:	0.154	±0.00	hr-hh/m2

Cuadro 10: Calculo de rendimiento en operarios en el trazado. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 11: Cálculo del rendimiento de Peones en el trazado

Cuadrilla	n	3	personas
Tiempos	Hrs	Cantidades	m2
T1:	10	C1:	150
Rn:	$\frac{\sum_{i=1}^n \frac{T_i}{C_i} + \dots}{R^1 + R^2 + \dots + R^n}$	R1:	0.200
R':	$\frac{\sum_{i=1}^n \frac{R_i^2}{n_i}}{\sqrt{\left(\frac{R^1 - R}{nR}\right)^2 + \left(\frac{R^2 - R}{nR}\right)^2 + \dots + \left(\frac{R^n - R}{nR}\right)^2}}$	R':	0.200
σ:	$\frac{\sigma}{R} \cdot 100$	σ:	0.00
CV:		CV:	0.00%
h.d.:	10	hrs	f.i.:
t.c.:			$\frac{c \cdot 100}{t.d. - t.c.}$
Café	0.25	hrs	
Almuerzo	0.50	hrs	f.i.:
Café	0.25	hrs	17.65%
Servicio	0.25	hrs	
Otros	0.25	hrs	
	1.50		
	R: 0.235	±0.00	hr-hh/m2

Cuadro 11: Calculo de rendimiento en peones en el trazado. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 2: EXCAVACIÓN

La excavación consiste en remover el terreno para que la cimentación de la obra quede apoyada en terreno firme y tengan las dimensiones indicadas, según el diseño y el estudio de suelos. En el caso de este proyecto la cimentación consistía en realizar como unos pilotes de 2 metros de profundidad, ya que el terreno en que se encuentra el proyecto es un relleno, por tal razón la profundidad de la cimentación. La excavación consistió en realizar 87 huecos con un área de 0.20 m^2 , y en promedio había que excavar en cada hueco 2 metros de altura (0.40 m^3). Dicha excavación se realizó con un minicargador con una extensión de barreno de 25 cm de diámetro.

ACTIVIDAD 2: EXCAVACIÓN				
CUADRO 12: SUBATIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN LA EXCAVACIÓN				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Excavación	-	1 Operario	Planos, Plomada, Minicargador, Palín, Nivel, Pala, Pico, Cinta	Suelo existente, Cal
		1 Peón		
Limpieza final	Recolección de material	1 Operario 1 Peón	Minicargador, carretillo, Pala	Suelo existente

Cuadro 12: Subactividades y recursos usados en la excavación. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 13: INFORMACIÓN GENERAL EN LA EXCAVACIÓN	
ACTIVIDAD 2	EXCAVACIÓN
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO Y LLUVIOSO
DÍA DE SEMANA	LUNES, MARTES
# TRABAJADORES	2
# MINICARGADORES	1
# MEDICIONES	5
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 13: Información general en la excavación. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 14: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN LA EXCAVACIÓN 05/05/2014				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
09:20 a.m.	2	2	0	
09:25 a.m.	2	2	0	
09:30 a.m.	2	2	0	
09:35 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
09:40 a.m.	2	2	0	
09:45 a.m.	2	2	0	
09:50 a.m.	2	2	0	
09:55 a.m.	2	0	2	HABLANDO
10:00 a.m.	2	2	0	
10:05 a.m.	2	2	0	
10:10 a.m.	2	2	0	
10:15 a.m.	2	2	0	
10:20 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
10:25 a.m.	2	2	0	
10:30 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
10:35 a.m.	2	1	1	HABLANDO

CUADRO 14: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN LA EXCAVACIÓN 05/05/2014				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
10:40 a.m.	2	2	0	
10:45 a.m.	2	2	0	
10:50 a.m.	2	2	0	
10:55 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
11:00 a.m.	2	2	0	
11:05 a.m.	2	2	0	
11:10 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
11:15 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
11:20 a.m.	2	2	0	
11:25 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
11:30 a.m.	2	2	0	
11:35 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
11:40 a.m.	2	2	0	
11:45 a.m.	2	1	1	HABLANDO
11:50 a.m.	2	2	0	
11:55 a.m.	2	1	1	HABLANDO
12:00 p.m.	2	2	0	
12:05 p.m.	2	1	1	DESCANSANDO
12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:30 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:35 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:40 p.m.	2	2	0	
12:45 p.m.	2	1	1	DESCANSANDO
12:50 p.m.	2	1	1	DESCANSANDO
12:55 p.m.	2	1	1	HABLANDO
01:00 p.m.	2	2	0	
01:05 p.m.	2	1	1	HABLANDO
01:10 p.m.	2	2	0	
01:15 p.m.	2	1	1	OBSERVANDO
01:20 p.m.	2	2	0	
01:25 p.m.	2	1	1	DESCANSANDO
01:30 p.m.	2	2	0	
TOTAL MINUTOS	440	342	98	
CUADRO 14: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN LA EXCAVACIÓN 05/05/2014				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	440	100.00%		
CANTIDAD HT	342	77.78%		
CANTIDAD HNT	98	22.22%		

Cuadro 14: Muestreo de trabajo en operarios por método Work sampling en la excavación. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 15: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN LA EXCAVACIÓN 06/05/2014				
HORA	HOMBRES OBSERVADOS	HOMBRES TRABAJANDO	HOMBRES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
10:10 a.m.	2	2	0	
10:15 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
10:20 a.m.	2	2	0	
10:25 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
10:30 a.m.	2	2	0	
10:35 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
10:40 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
10:45 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
10:50 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
10:55 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
11:00 a.m.	2	2	0	
11:05 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
11:10 a.m.	2	2	0	
11:15 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
11:20 a.m.	2	2	0	
11:25 a.m.	2	2	0	
11:30 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
11:35 a.m.	2	2	0	
11:40 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
11:45 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
11:50 a.m.	2	2	0	
11:55 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
12:00 p.m.	2	2	0	
12:05 p.m.	2	2	0	
12:10 p.m.	2	2	0	
TOTAL MINUTOS	250	185	65	
CUADRO 15: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN LA EXCAVACIÓN 06/05/2014				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	250	100.00%		
CANTIDAD HT	185	74.00%		
CANTIDAD HNT	65	26.00%		
CUADRO 15: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN LA EXCAVACIÓN 06/05/2014				
PROMEDIO DE PRODUCTIVIDAD EN EXCAVACIONES				
# OBSERVACIONES	690	100.00%		
CANTIDAD HT	527	76.41%		
CANTIDAD HNT	163	23.59%		

Cuadro 15: Muestreo de trabajo para peones por método work sampling en la excavación Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 16: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS 05/05/2014

# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO	PEÓN	HOMBRES TRABAJANDO
1	08:55 a.m.	1	1	2
2	09:00 a.m.	1	0	1
3	09:05 a.m.	1	1	2
4	09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
5	09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
6	09:20 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
7	09:25 a.m.	1	1	2
8	09:30 a.m.	0	1	1
9	09:35 a.m.	1	0	1
10	09:40 a.m.	1	1	2
11	09:45 a.m.	0	1	1
12	09:50 a.m.	1	1	2
13	09:55 a.m.	1	0	1
14	10:00 a.m.	1	1	2
15	10:05 a.m.	0	1	1
16	10:10 a.m.	0	1	1
17	10:15 a.m.	1	0	1
18	10:20 a.m.	1	1	2
19	10:25 a.m.	1	1	2
20	10:30 a.m.	0	1	1
21	10:35 a.m.	1	1	2
22	10:40 a.m.	1	1	2
23	10:45 a.m.	1	0	1
24	10:50 a.m.	0	0	0
25	10:55 a.m.	1	1	2
26	11:00 a.m.	1	1	2
27	11:05 a.m.	1	1	2
28	11:10 a.m.	1	0	1
29	11:15 a.m.	1	1	2
30	11:20 a.m.	0	1	1
31	11:25 a.m.	1	1	2
32	11:30 a.m.	0	0	0
33	11:35 a.m.	1	1	2
34	11:40 a.m.	1	0	1
35	11:45 a.m.	1	1	2
36	11:50 a.m.	1	1	2
37	11:55 a.m.	0	1	1
38	12:00 p.m.	1	0	1
39	12:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
40	12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
41	12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
42	12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
43	12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
44	12:30 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
45	12:35 p.m.	1	1	2
46	12:40 p.m.	1	1	2

CUADRO 16: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS 05/05/2014				
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO	PEÓN	HOMBRES TRABAJANDO
47	12:45 p.m.	1	1	2
48	12:50 p.m.	1	0	1
49	12:55 p.m.	1	1	2
50	01:00 p.m.	1	0	1
51	01:05 p.m.	1	1	2
TOTAL MINUTOS		33	30	63

CUADRO 16: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS 05/05/2014	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	84.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	63.00
EFFECTIVIDAD (%)	75.00%

Cuadro 16: Muestreo de trabajo por método five minutes rating en la excavación. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 17: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN LA EXCAVACIÓN				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO	205	45	160	78.05%
PEÓN	205	60	145	70.73%

Cuadro 17: Eficiencia de cada trabajador en la excavación. Fuente Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 18: EFICIENCIA TOTAL EN LA EXCAVACIÓN	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	410
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	105
TIEMPO TOTAL LABORADO	305
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	74.39%

Cuadro 18: Eficiencia total en la excavación. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 19: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	76.41%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	75.00%
EFICIENCIA PROMEDIO	75.70%

Cuadro 19: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 20: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN LA EXCAVACIÓN							
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		FUERA DE MEDICIÓN	RECTIFICACIÓN DE PUNTOS	LIMPIEZA FINAL	EXCAVACIÓN	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO	45	19	9	109	8	45
	PEÓN	45	4	12	111	3	60
	TOTAL	90	23	21	220	11	105
PORCENTAJE (%)	OPERARIO	19.15%	8.09%	3.83%	46.38%	3.40%	19.15%
	PEÓN	19.15%	1.70%	5.11%	47.23%	1.28%	25.53%
	TOTAL	19.15%	4.89%	4.47%	46.81%	2.34%	22.34%

Cuadro 20: Distribución del tiempo por subactividades en la excavación. Fuente: Elaboración Propia.

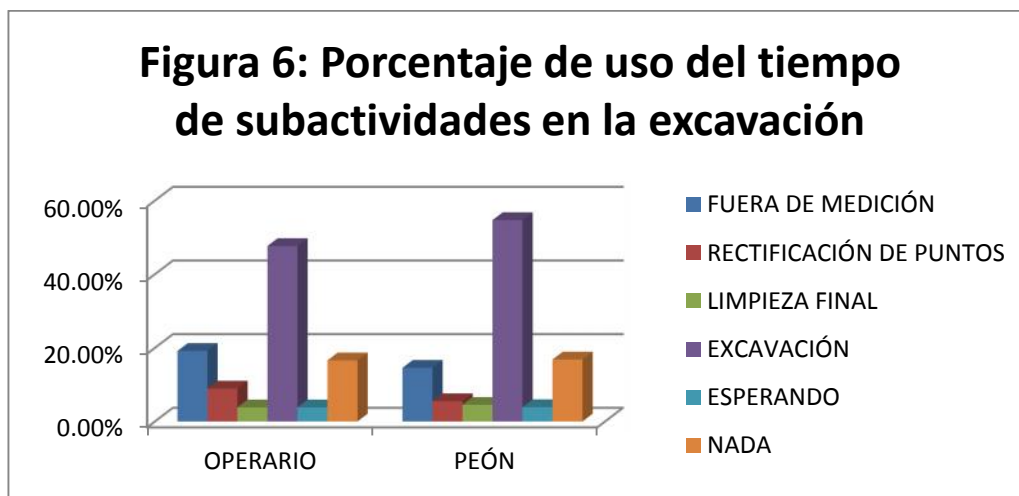


Figura 6: Porcentaje del uso del tiempo de subactividades en la excavación. Fuente: Elaboración Propia.

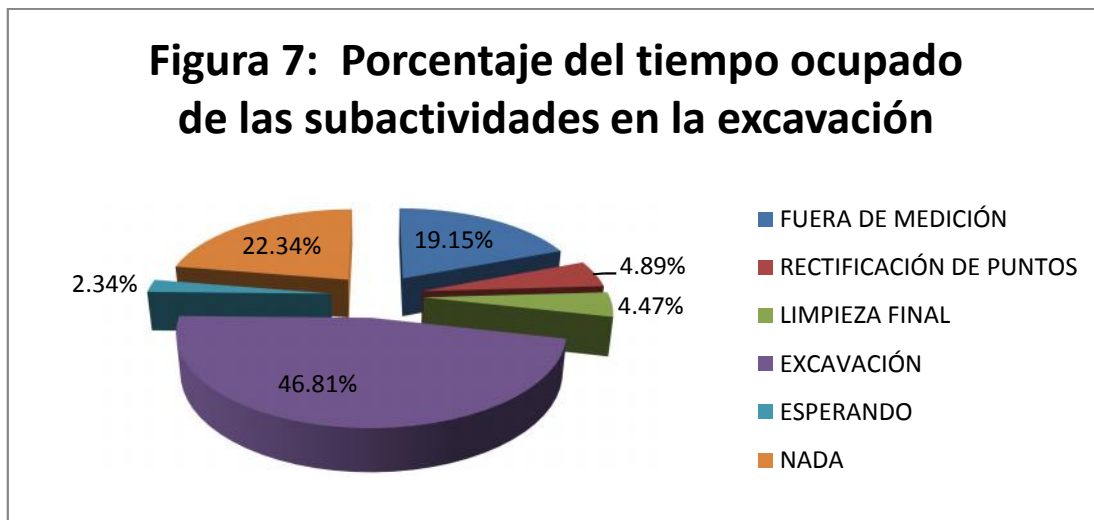


Figura 7: Porcentaje del tiempo total en las subactividades de la excavación. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 21: Cálculo del rendimiento de Minicargador de en la excavación

MEDICIÓN	1	2	3	4	5
Minicargadores	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Tn (Horas)	2.13	3.08	1.98	0.32	0.90
Cn (m3)	0.89	1.39	0.84	0.15	0.37
$R_n = \frac{Cn}{Tn}$ (H-H/m3)	2.41	2.22	2.37	2.15	2.44
$R = \frac{R_1 + \dots + R_n}{n}$ (H-H/m3)	2.32				
$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}{n}}$	0.11				
$CV = \frac{\sigma \times 100}{R}$	4.82%				
h.d. (Horas):	11				
Café (Horas):	0.25				
Almuerzo (Horas):	0.67				
Café (Horas):	0.25				
Servicio (Horas):	0.25				
Otros (Horas):	0.25				
t.c. (Horas):	1.50				
$f.t. = \frac{t.c. + 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%				
$R = R(1 + f.t. \pm CV)$	2.684	±	4.82%	hr/m3	

Cuadro 21: Calculo del rendimiento del minicargador en la excavación. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 22: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA EXCAVACIÓN CON FORME TRANSCURRE EL DÍA					
Hora	09:20 a.m.	10:31 a.m.	12:36 p.m.	03:14 p.m.	04:18 p.m.
Rendimiento	2.84	2.62	2.87	3.05	3.66

Cuadro 22: Variación del rendimiento en la excavación con forme pasa el día.. Fuente: Elaboración Propia.

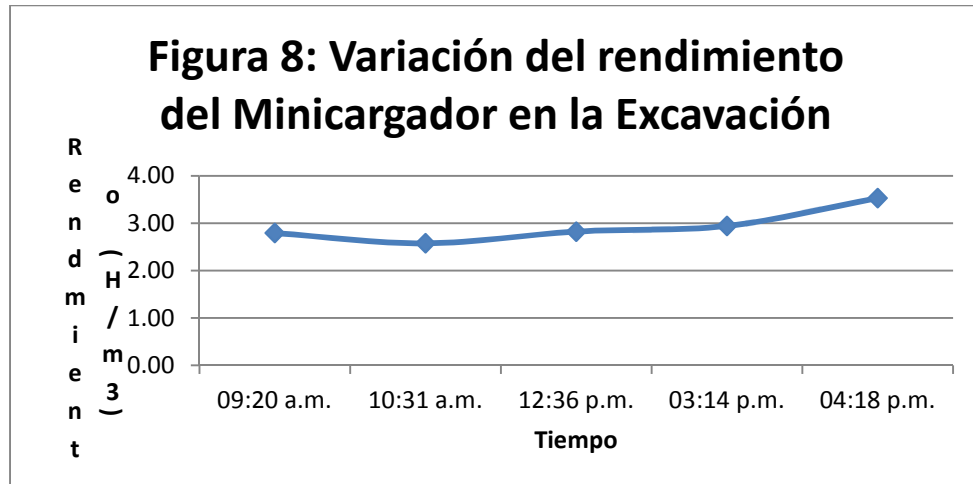


Figura 8: Variación del rendimiento del minicargador. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 23: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en la excavación

MEDICIÓN	1	2	3	4	5
Cuadrilla (Personas)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Tn (Horas)	2.13	3.08	1.98	0.32	0.90
Cn (m3)	0.89	1.39	0.84	0.15	0.37
$R_n = \frac{C_n}{T_n}$ (H-H/m3)	4.82	4.45	4.74	4.30	4.88
$\bar{R} = \frac{\sum R_n}{n}$ (H-H/m3)	4.64				
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (R_n - \bar{R})^2}{n-1}}$	0.22				
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \times 100$	4.82%				
h.d. (Horas):	11				
Café (Horas):	0.25				
Almuerzo (Horas):	0.				
Café (Horas):	0.25				
Servicio (Horas):	0.25				
Otros (Horas):	0.25				
t.c. (Horas):	1.50				
$f.t. = \frac{t.c. + 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%				
$R = R(1 + f.t.) \pm cv$	5.368	±	4.82%	hr-hh/m3	

Cuadro 23: Calculo del rendimiento de trabajadores en la excavación. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 3: COLOCACIÓN DE PIEDRA BOLA

La colocación de piedra bola era parte de la cimentación del proyecto, ya que al realizar la excavación posteriormente se colocaba una capa de 30cm de piedra bola. Dicha colocación de piedra bola se hacía manualmente, y el transporte de la piedra se hacía por medio de carretillos.

ACTIVIDAD 3: COLOCACIÓN PIEDRA BOLA				
CUADRO 24: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLOCACIÓN PIEDRA BOLA				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de Piedra Bola	-	1 Operario 1 Peón	Carretillo, Nivel, Cinta	Piedra Bola

Cuadro 24: Subactividades y recursos usados en la colocación de piedra bola. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 25: INFORMACIÓN GENERAL EN COLOCACIÓN PIEDRA BOLA	
ACTIVIDAD 3	COLOCACIÓN PIEDRAS
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO
DIA DE SEMANA	LUNES, MARTES
# TRABAJADORES	1
# MEDICIONES	4
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 25: Información general en la colocación de piedra. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 26: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN COLOCACIÓN PIEDRA BOLA			
TRABAJADOR/ACTIVIDAD	TRANSPORTE DE PIEDRAS	NADA	COLOCACIÓN DE PIEDRA
PEÓN	2	1	3
TOTAL	2	1	3
PEÓN	33.33%	16.67%	50.00%
TOTAL	33.33%	16.67%	50.00%

Cuadro 26: Distribución del tiempo en la colocación de piedra bola. Fuente: Elaboración Propia.

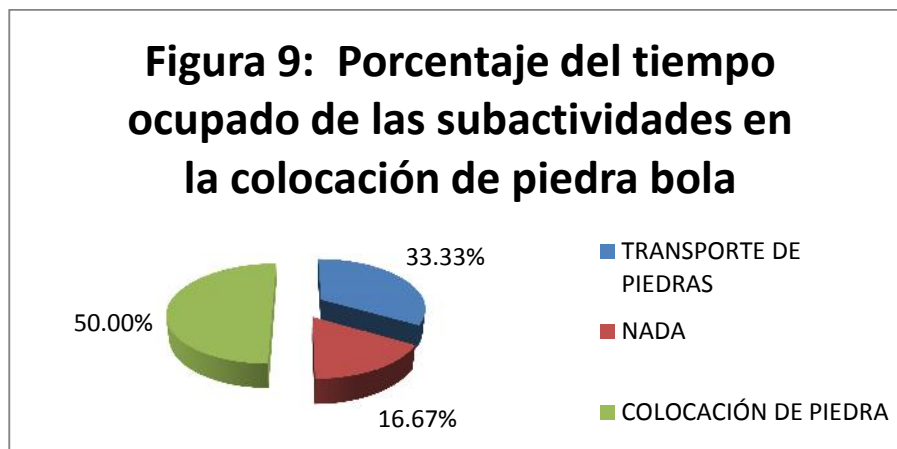


Figura 9: Porcentaje del tiempo ocupado en las subactividades de la colocación de piedra bola. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 27: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en la colocación de piedra bola

MEDICIÓN	1	2	3	4
Trabajadores	1.00	1.00	1.00	2.00
Tn (Horas)	0.07	0.08	0.07	0.03
Cn (m3)	0.06	0.06	0.06	0.06
$Rn = \frac{C_n \cdot n}{T_n}$ (H-H/m3)	1.13	1.29	1.13	1.13
$\bar{R} = \frac{R_1 + \dots + R_n}{n}$ (H-H/m3)	1.17			
$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - \bar{R})^2 + \dots + (R_n - \bar{R})^2}{n}}$	0.07			
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	5.71%			
h.d. (Horas):	11.00			
Café (Horas):	0.25			
Almuerzo (Horas):	0.50			
Café (Horas):	0.25			
Servicio (Horas):	0.25			
Otros (Horas):	0.25			
t.c. (Horas):	1.50			
$f.t. = \frac{t.c. \cdot 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%			
$R = R_n (1 + FD \pm CV)$	1.355	±	5.71%	hr-hh/m3

Cuadro 27: Calculo del rendimiento de trabajadores en la colocación de piedra. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 28: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA COLOCACIÓN DE PIEDRAS CON FORME TRANSCURRE EL DÍA				
Hora	10:00 a.m.	10:12 a.m.	10:32 a.m.	12:35 p.m.
Rendimiento	1.31	1.31	1.31	1.49

Cuadro 28: Variación del rendimiento de la colocación de piedra bola con forme pasa el día. Fuente: Elaboración Propia.

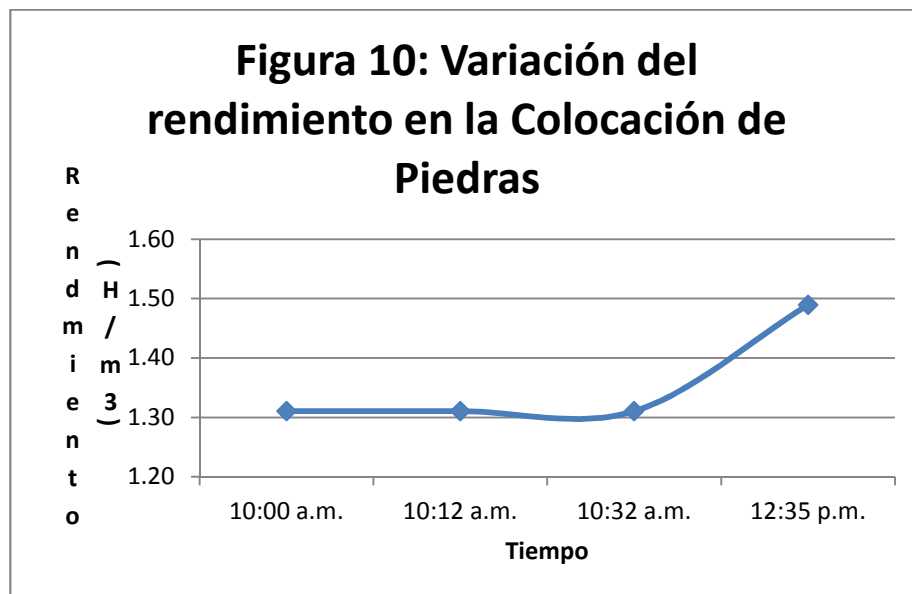


Figura 10: Variación del rendimiento en la colocación de piedra. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 4: COLOCACIÓN DE LASTRE- CEMENTO

La colocación de lastre cemento era parte de la cimentación del proyecto, ya que al realizar la excavación posteriormente se colocaba una capa de 80cm de lastre cemento en proporción de 1:4. Dicha colocación de lastre cemento se hacía manualmente, y el transporte se hacía por medio de carretillos.

ACTIVIDAD 4: COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO				
CUADRO 29: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de lastre-cemento	Transporte de agregados	1 Operario 2 Peón	Planos, Batidora, Carretillo, Pala, Nivel, Cinta, Cuchara	Lastre, Cemento
	Preparación de lastre-cemento			
	Colado de lastre-cemento			

Cuadro 29: Subactividades y recursos usados en la colocación de lastre cemento. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 30: INFORMACIÓN GENERAL COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO	
ACTIVIDAD 4	COLOCACIÓN LASTRE-CEMENTO
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO Y LLUVIOSO
DÍA DE SEMANA	LUNES, MARTES, JUEVES
# TRABAJADORES	3
# MEDICIONES	4
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 30: Información general en la colocación de lastre. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 31: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
10:10 a.m.	4	4	0	
10:15 a.m.	4	2	2	OBSERVANDO
10:20 a.m.	4	4	0	
10:25 a.m.	4	4	0	
10:30 a.m.	4	3	1	AUSENTE
10:35 a.m.	4	4	0	
10:40 a.m.	4	4	0	
10:45 a.m.	4	2	2	HABLANDO
10:50 a.m.	4	4	0	
10:55 a.m.	4	4	0	
11:00 a.m.	4	4	0	
11:05 a.m.	4	3	1	DESCANSANDO
11:10 a.m.	4	4	0	
11:15 a.m.	4	3	1	AUSENTE
11:20 a.m.	4	4	0	
11:25 a.m.	4	4	0	

CUADRO 31: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
11:30 a.m.	4	4	0	
11:35 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO
11:40 a.m.	4	4	0	
11:45 a.m.	4	4	0	
11:50 a.m.	4	2	2	HABLANDO
11:55 a.m.	4	1	3	HABLANDO
12:00 p.m.	4	3	1	DESCANSANDO
12:05 p.m.	4	4	0	
12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:30 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:35 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:40 p.m.	4	3	1	DESCANSANDO
12:45 p.m.	4	4	0	
TOTAL MINUTOS	500	428	72	
CUADRO 31: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	500	100.00%		
CANTIDAD HT	428	85.58%		
CANTIDAD HNT	72	14.42%		

Cuadro 31: Muestreo de trabajo con método work sampling. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 32: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO						
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	PEÓN 1	PEÓN 2	HOMBRES TRABAJANDO
1	12:35 p.m.	1	1	1	1	4
2	12:40 p.m.	1	0	1	0	2
3	12:45 p.m.	1	1	1	1	4
4	12:50 p.m.	1	1	1	1	4
5	12:55 p.m.	0	1	1	1	3
6	01:00 p.m.	1	1	1	1	4
7	01:05 p.m.	1	1	1	1	4
8	01:10 p.m.	0	1	0	1	2
9	01:15 p.m.	1	1	1	1	4
10	01:20 p.m.	1	1	1	1	4
11	01:25 p.m.	1	1	1	1	4

CUADRO 32: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO						
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	PEÓN 1	PEÓN 2	HOMBRES TRABAJANDO
12	01:30 p.m.	1	0	1	1	3
13	01:35 p.m.	1	1	1	1	4
14	01:40 p.m.	1	1	1	0	3
15	01:45 p.m.	1	1	1	1	4
16	01:50 p.m.	1	1	1	1	4
17	01:55 p.m.	1	1	1	1	4
18	02:00 p.m.	1	1	0	1	3
19	02:05 p.m.	1	1	1	1	4
20	02:10 p.m.	1	1	1	1	4
21	02:15 p.m.	0	1	1	0	2
22	02:20 p.m.	1	0	0	0	1
23	02:25 p.m.	0	1	1	1	3
24	02:30 p.m.	1	1	1	1	4
25	02:35 p.m.	1	0	1	0	2
26	02:40 p.m.	0	0	1	1	2
27	02:45 p.m.	1	1	0	1	3
28	02:50 p.m.	1	1	1	1	4
29	02:55 p.m.	1	1	1	0	3
30	03:00 p.m.	0	1	0	0	1
31	03:05 p.m.	1	1	0	1	3
32	03:10 p.m.	1	1	1	1	4
TOTAL MINUTOS		26	27	26	25	104

CUADRO 32: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING,	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	128.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	104.00
EFFECTIVIDAD (%)	81.25%

Cuadro 32: Muestreo de trabajo con método five minutes rating. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 33: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN LA COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO 1	155	30	125	80.65%
OPERARIO 2	155	25	130	83.87%
PEÓN 1	155	30	125	80.65%
PEÓN 2	155	35	120	77.42%

Cuadro 33: Eficiencia de cada trabajador en la colocación de lastre cemento. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 34: EFICIENCIA TOTAL EN LA COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	620
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	120
TIEMPO TOTAL LABORADO	500
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	80.65%

Cuadro 34: Eficiencia total en la colocación de lastre cemento. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 35: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	85.58%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	81.25%
EFICIENCIA PROMEDIO	83.41%

Cuadro 35: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 36: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN LA COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO							
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		FUERA DE MEDICIÓN	TRANSPORTE DE AGREGADOS	PREPARACIÓN LASTRE-CEMENTO	COLADO LASTRE-CEMENTO	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	30	7	32	58	18	10
	OPERARIO 2	30	5	41	49	16	14
	PEÓN 1	30	29	52	28	9	7
	PEÓN 2	30	27	49	21	11	17
	TOTAL	120	68	174	156	54	48
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	19.35%	4.52%	20.65%	37.42%	11.61%	6.45%
	OPERARIO 2	19.35%	3.23%	26.45%	31.61%	10.32%	9.03%
	PEÓN 1	19.35%	18.71%	33.55%	18.06%	5.81%	4.52%
	PEÓN 2	19.35%	17.42%	31.61%	13.55%	7.10%	10.97%
	TOTAL	19.35%	10.97%	28.06%	25.16%	8.71%	7.74%

Cuadro 36: Distribución del tiempo por subactividades en la colocación de lastre cemento. Fuente: Elaboración Propia.

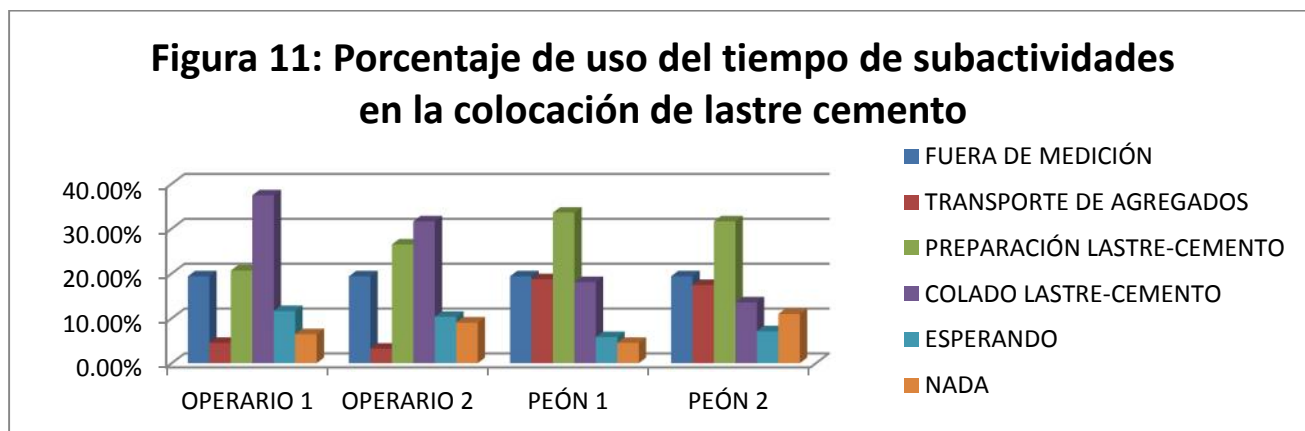


Figura 11: Porcentaje del uso del tiempo de subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 12: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en la colocación de lastre cemento

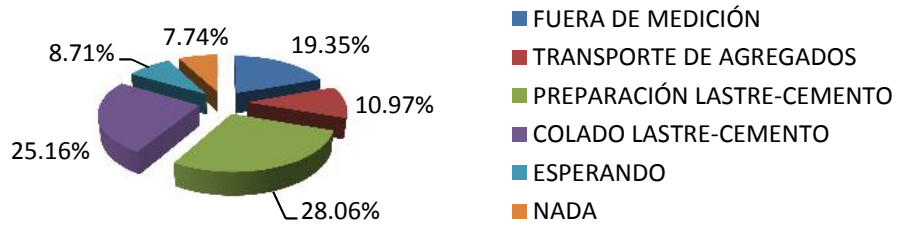


Figura 12: Porcentaje del tiempo total en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 37: Cálculo del rendimiento de Trabajadores de la en la colocación de lastre cemento

MEDICIÓN	1	2	3	4
Trabajadores	2.00	2.00	4.00	4.00
Tn (Horas)	0.92	1.88	0.92	0.25
Cn (m3)	0.33	0.66	0.78	0.19
$R_n = \frac{C_n}{T_n} \cdot n$ (H-H/m3)	5.48	5.68	4.72	5.36
$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}$ (H-H/m3)	5.31			
$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}{n}}$	0.36			
$CV = \frac{\sigma}{R} \cdot 100$ (Hor)	6.79%			
h.d. (Horas):	11.00			
Café (Horas):	0.25			
Almuerzo (Horas):	0.50			
Café (Horas):	0.25			
Servicio (Horas):	0.25			
Otros (Horas):	0.25			
t.c. (Horas):	1.50			
$f.i. = \frac{t.c. \cdot 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%			
$R = R_A + FD \pm CV$	6.148	±	6.79%	hr-hh/m3

Cuadro 37: Calculo de rendimiento de trabajadores. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 38: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO CON FORME TRANSCURRE EL DÍA			
Hora	09:52 a.m.	10:37 a.m.	12:45 p.m.
Rendimiento	5.46	6.21	6.35

Cuadro 38: Variación del rendimiento en la colocación de lastre cemento con forme transcurre el día.
Fuente: Elaboración Propia.

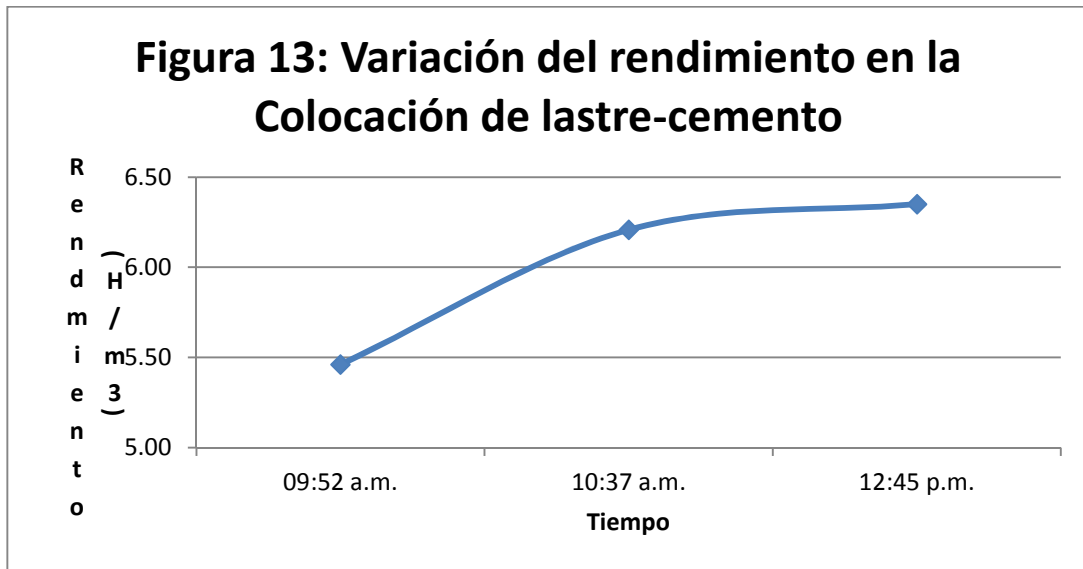


Figura 13: Variación del rendimiento en la colocación de lastre cemento. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 5: COLOCACIÓN DE CONCRETO

La colocación de concreto era parte de la cimentación del proyecto, ya que al realizar la excavación posteriormente se colocaba una capa de 30 cm de piedra bola, luego 80cm de lastre cemento y por ultimo 30 cm de concreto en proporción de 1:3:4. Dicha colocación de concreto se hacía manualmente, y el transporte se hacía por medio de carretillos.

ACTIVIDAD 5: COLOCACIÓN DE CONCRETO				
CUADRO 39: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLOCACIÓN DE CONCRETO				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de Concreto	Transporte de agregados	2 Operarios	Planos, Batidora, Carretillo, Pala, Nivel, Cinta, Cuchara	Cemento, Arena, Piedra
	Preparación de Concreto			
	Colado de Concreto	2 Peones		

Cuadro 39: Subactividades y recursos usados en la colocación de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 40: INFORMACIÓN GENERAL EN COLOCACIÓN DE CONCRETO	
ACTIVIDAD 5	COLOCACIÓN CONCRETO
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO
DÍA DE SEMANA	MARTES, MIÉRCOLES
# TRABAJADORES	2
# MEDICIONES	7
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 40: Información general en la colocación de concreto. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 41: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN DE CONCRETO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:20 a.m.	4	2	2	HABLANDO
09:25 a.m.	4	4	0	
09:30 a.m.	4	4	0	
09:35 a.m.	4	3	1	
09:40 a.m.	4	2	2	AUSENTE
09:45 a.m.	4	4	0	
09:50 a.m.	4	4	0	
09:55 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO
10:00 a.m.	4	4	0	
10:05 a.m.	4	2	2	OBSERVANDO
10:10 a.m.	4	4	0	
10:15 a.m.	4	2	2	DESCANSANDO
10:20 a.m.	4	4	0	
10:25 a.m.	4	3	1	
10:30 a.m.	4	4	0	
10:35 a.m.	4	4	0	

CUADRO 41: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN DE CONCRETO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
10:40 a.m.	4	3	1	
10:45 a.m.	4	2	2	
10:50 a.m.	4	3	1	AUSENTE
10:55 a.m.	4	2	2	HABLANDO
11:00 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO
11:05 a.m.	4	4	0	
11:10 a.m.	4	3	1	
11:15 a.m.	4	4	0	
11:20 a.m.	4	4	0	
11:25 a.m.	4	4	0	
11:30 a.m.	4	2	2	
11:35 a.m.	4	1	3	HABLANDO
11:40 a.m.	4	3	1	DESCANSANDO
11:45 a.m.	4	4	0	
11:50 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO
11:55 a.m.	4	2	2	DESCANSANDO
12:00 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:30 p.m.	4	4	0	
12:35 p.m.	4	3	1	
12:40 p.m.	4	4	0	
12:45 p.m.	4	3	1	DESCANSANDO
12:50 p.m.	4	4	0	
12:55 p.m.	4	3	1	OBSERVANDO
01:00 p.m.	4	2	2	HABLANDO
01:05 p.m.	4	4	0	
01:10 p.m.	4	1	3	HABLANDO
01:15 p.m.	4	4	0	
TOTAL MINUTOS	820	644	176	
CUADRO 41: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN DE CONCRETO.				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	820	100.00%		
CANTIDAD HT	644	78.57%		
CANTIDAD HNT	176	21.43%		

Cuadro 41: Muestreo de trabajo por método work sampling. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 42: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, COLOCACIÓN DE CONCRETO						
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	PEÓN 1	PEÓN 2	HOMBRES TRABAJANDO
1	02:00 p.m.	0	1	1	1	3
2	02:05 p.m.	1	1	1	1	4
3	02:10 p.m.	1	0	0	0	1
4	02:15 p.m.	1	1	1	1	4
5	02:20 p.m.	0	1	1	1	3
6	02:25 p.m.	1	0	1	1	3
7	02:30 p.m.	1	1	0	0	2
8	02:35 p.m.	1	1	1	1	4
9	02:40 p.m.	0	0	1	1	2
10	02:45 p.m.	1	1	0	0	2
11	02:50 p.m.	0	1	1	1	3
12	02:55 p.m.	1	1	0	1	3
13	03:00 p.m.	1	1	1	1	4
14	03:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
15	03:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
16	03:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
17	03:20 p.m.	1	1	0	1	3
18	03:25 p.m.	0	1	1	0	2
19	03:30 p.m.	1	1	0	1	3
20	03:35 p.m.	1	1	1	1	4
21	03:40 p.m.	0	1	1	1	3
22	03:45 p.m.	1	1	0	1	3
23	03:50 p.m.	0	0	1	1	2
24	03:55 p.m.	1	1	1	1	4
TOTAL MINUTOS		14	17	14	17	62

CUADRO 42: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, COLOCACIÓN DE CONCRETO	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	84.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	62.00
EFFECTIVIDAD (%)	73.81%

Cuadro 42: Muestreo de trabajo por método five minutes rating. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 43: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN LA COLOCACIÓN DE CONCRETO				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO 1	100	35	65	65.00%
OPERARIO 2	100	20	80	80.00%
PEÓN 1	100	35	65	65.00%
PEÓN 2	100	20	80	80.00%

Cuadro 43: Eficiencia en cada trabajador. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 44: EFICIENCIA TOTAL EN LA COLOCACIÓN DE CONCRETO	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	400
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	110
TIEMPO TOTAL LABORADO	290
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	72.50%

Cuadro 44: Eficiencia total en cada subactividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 45: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	78.57%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	73.81%
EFICIENCIA PROMEDIO	76.19%

Cuadro 45: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 46: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN LA COLOCACIÓN DE CONCRETO							
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		FUERA DE MEDICIÓN	TRANSPORTE DE AGREGADOS	PREPARACIÓN CONCRETO	COLADO CONCRETO	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	15	12	28	49	16	20
	OPERARIO 2	15	9	35	46	20	15
	PEÓN 1	15	27	37	26	10	25
	PEÓN 2	15	32	45	18	15	15
	TOTAL	60	80	145	139	61	75
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	10.71%	8.57%	20.00%	35.00%	11.43%	14.29%
	OPERARIO 2	10.71%	6.43%	25.00%	32.86%	14.29%	10.71%
	PEÓN 1	10.71%	19.29%	26.43%	18.57%	7.14%	17.86%
	PEÓN 2	10.71%	22.86%	32.14%	12.86%	10.71%	10.71%
	TOTAL	10.71%	14.29%	25.89%	24.82%	10.89%	13.39%

Cuadro 46: Distribución del tiempo por subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 14: Porcentaje de uso del tiempo de subactividades en la colocación de concreto

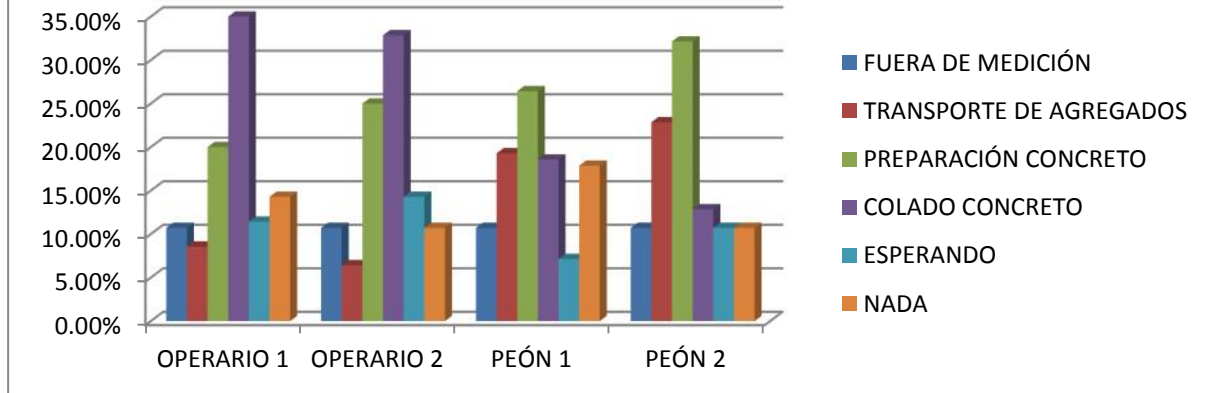


Figura 14: Porcentaje del uso del tiempo en subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 15: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en la colocación de concreto

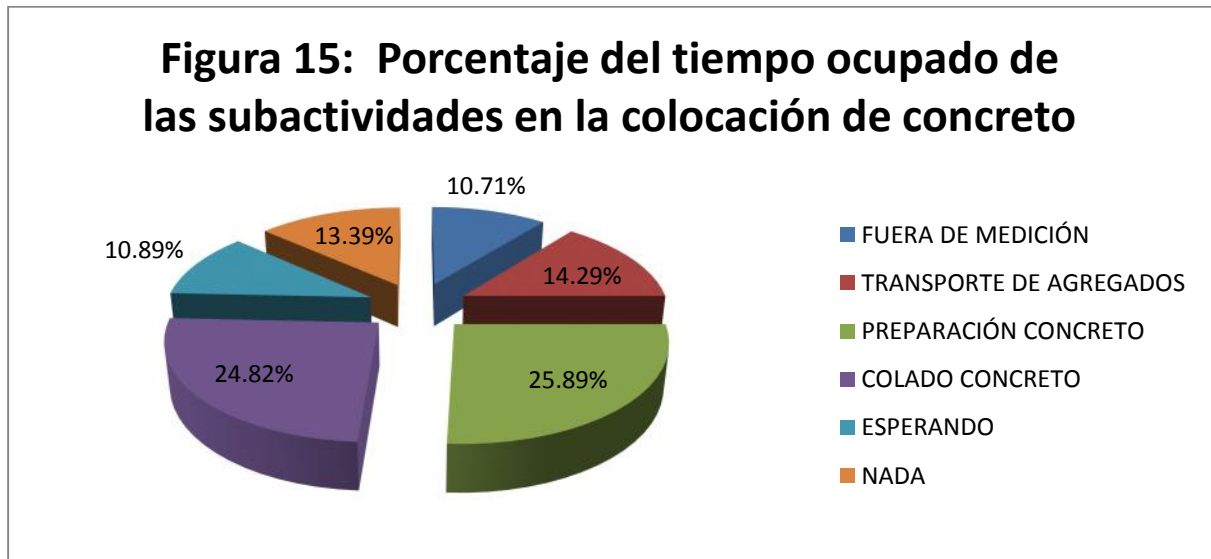


Figura 15: Porcentaje del tiempo total en subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 47: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en la colocación de concreto

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7
Trabajadores	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Tn (Horas)	0.68	0.80	0.58	0.32	0.63	0.67	1.08
Cn (m3)	0.25	0.31	0.22	0.12	0.24	0.25	0.41
$R_n = \frac{C_n}{T_n}$ (H-H/m3)	5.48	5.22	5.29	5.32	5.39	5.29	5.28
$\bar{R} = \frac{R_1 + \dots + R_n}{n}$ (H-H/m3)	5.32						
$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - \bar{R})^2 + \dots + (R_n - \bar{R})^2}{n}}$	0.08						
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$ (H-H/m3)	1.45%						
h.d. (Horas):	11.00						
Café (Horas):	0.25						
Almuerzo (Horas):	0.50						
Café (Horas):	0.25						
Servicio (Horas):	0.25						
Otros (Horas):	0.25						
t.c. (Horas):	1.50						
$f.i. = \frac{t.c. * 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%						
$R = R_c \pm FD \pm CV$	6.165	±	1.45%	hr-hh/m3			

Cuadro 47: Calculo del rendimiento de los trabajadores. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 48: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA COLOCACIÓN DE CONCRETO CON FORME TRANSCURRE EL DÍA						
Hora	09:23 a.m.	10:14 a.m.	10:54 a.m.	11:30 a.m.	12:50 p.m.	01:30 p.m.
Rendimiento	6.05	6.12	6.16	6.24	6.13	6.12

Cuadro 48: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia

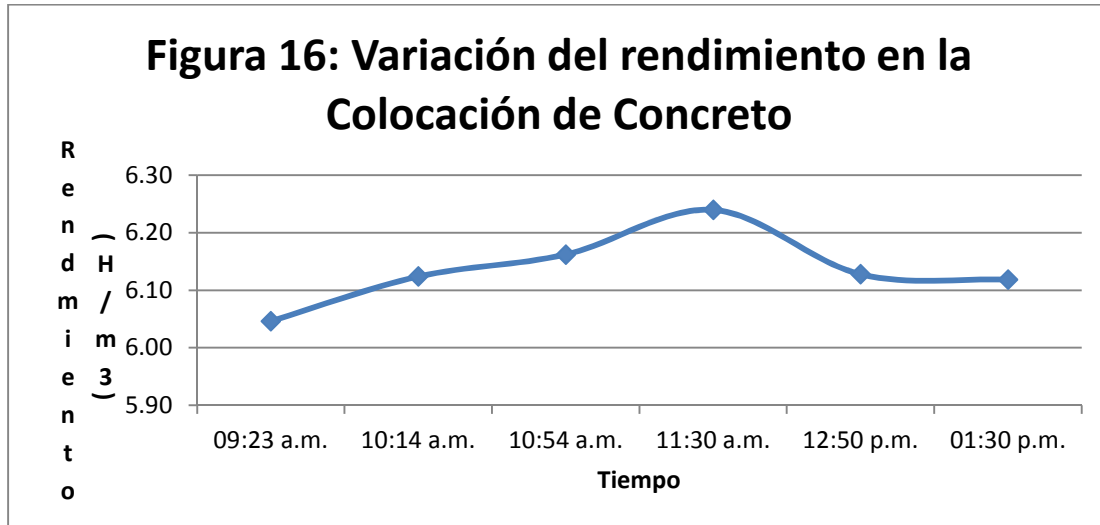


Figura 16: Variación del rendimiento en la colocación del concreto. Fuente: Elaboración Propia

ACTIVIDAD 6: COLOCACIÓN DE VARILLAS

La colocación de varilla era parte del sistema prefabricado para darle un amarre en la parte inferior de las columnas, funcionando como una viga de amarre con una varilla #3. Dicha varilla iba colocada perimetralmente y uniendo las columnas donde habían paredes. Dicha colocación de varilla se hacía manualmente y el acarreo era aproximadamente 25 metros.

ACTIVIDAD 6: COLOCACIÓN DE VARILLA				
CUADRO 49: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLOCACIÓN DE VARILLA				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de Varilla	Transporte de Varilla	1 Operario	Grifa, Esmeriladora, Cinta, Tenaza, Mazo/martillo	Varilla #3, Alambre negro
	Preparación de Varilla			
	Colocación de Varilla			

Cuadro 49: Subactividades y recursos utilizados en la colocación de varilla. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 50: INFORMACIÓN GENERAL EN COLOCACIÓN DE VARILLA	
ACTIVIDAD 6	COLOCACIÓN DE VARILLA
ESTADO DELTIEMPO	SOLEADO Y NUBLADO
DIA DE SEMANA	LUNES, VIERNES
# TRABAJADORES	1
# MEDICIONES	5
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 50: Información general en la colocación de varilla. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 51: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN COLOCACIÓN DE VARILLA							
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		FUERA DE MEDICIÓN	TRANSPORTE DE VARILLA	PREPARACIÓN DE VARILLA	COLOCACIÓN DE VARILLA	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	2	3	1	23	2	1
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	6.25%	9.38%	3.13%	71.88%	6.25%	3.13%

Cuadro 51: Distribución del tiempo por subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

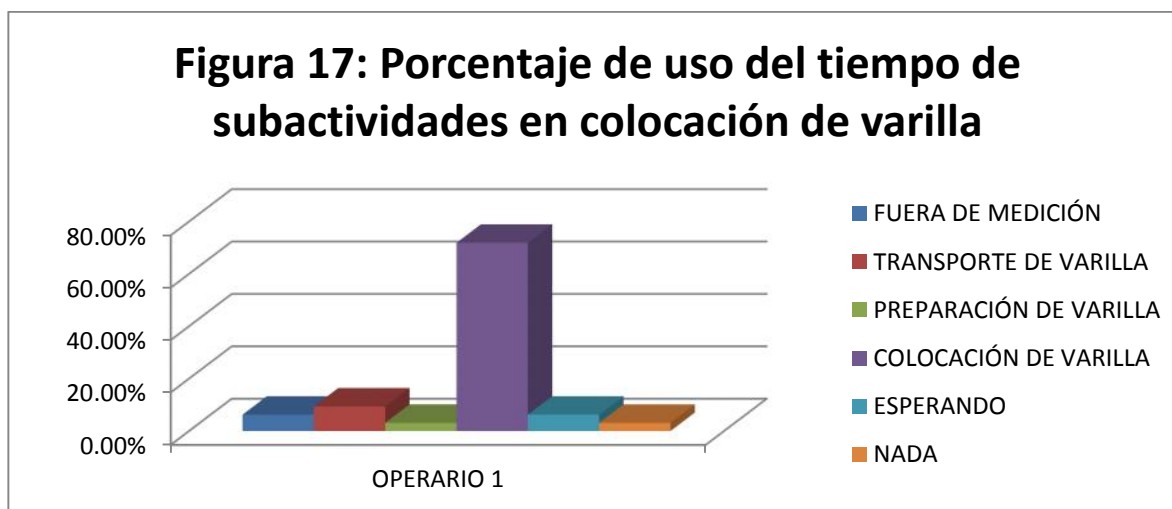


Figura 17: Porcentaje del uso del tiempo en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 52: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en colocación de varilla

MEDICIÓN	1	2	3	4	5
Trabajadores	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Tn (Horas)	0.53	0.30	0.15	0.60	1.33
Cn (ml)	6.00	3.70	2.50	8.50	16.00
$R_n = \frac{C_n}{T_n}$ (H-H/ml)	0.089	0.081	0.060	0.071	0.083
$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}$ (H-H/ml)	0.077				
$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - \bar{R})^2 + (R_2 - \bar{R})^2 + \dots + (R_n - \bar{R})^2}{n}}$	0.010				
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	13.38%				
h.d. (Horas):	11.000				
Café (Horas):	0.250				
Almuerzo (Horas):	0.500				
Café (Horas):	0.250				
Servicio (Horas):	0.250				
Otros (Horas):	0.250				
t.c. (Horas):	1.500				
$f.i. = \frac{t.c. \cdot 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%				
$R = R_n (1 + f.i. \pm cv)$	0.089	±	13.38%	hr-hh/ml	

Cuadro 52: Calculo del rendimiento de los trabajadores. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 53: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA COLOCACIÓN DE VARILLA CON FORME TRASCURRE EL DÍA					
Hora	10:15 a.m.	10:30 a.m.	11:05 a.m.	11:23 a.m.	11:33 a.m.
Rendimiento	0.08	0.09	0.08	0.06	0.07

Cuadro 53: Variación del rendimiento con forma transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

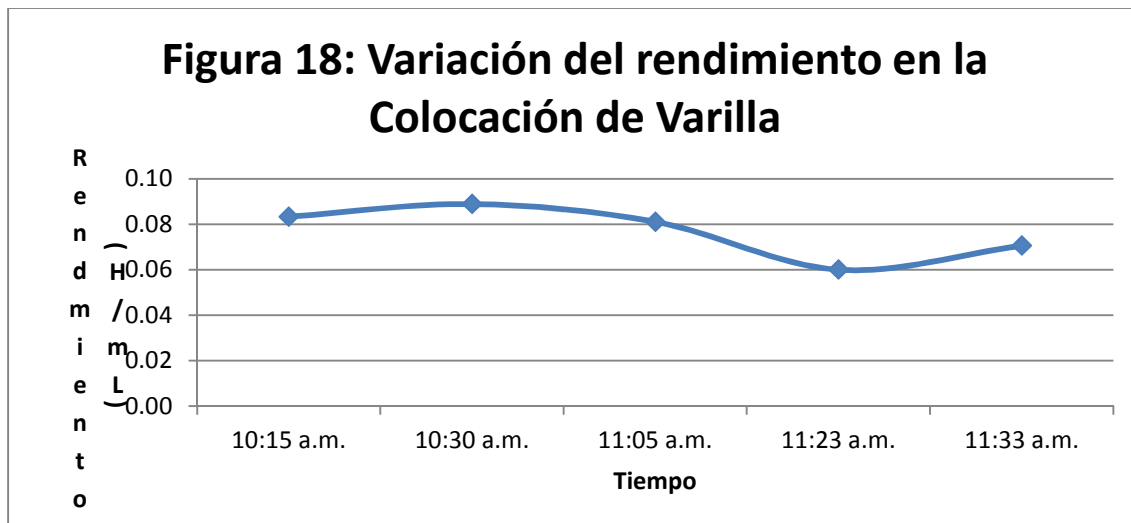


Figura 18: Variación del rendimiento. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 7: COLOCACIÓN DE FORMALETA

La colocación de formaleta fue necesaria para encofrar la viga de amarre o los dados, para que el acero no quedara expuesto. Dicha colocación de formaleta se realizó con tablas de 1"x12" y los cortes se realizaban con patín.

ACTIVIDAD 7: COLOCACIÓN DE FORMALETA				
CUADRO 54: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLOCACIÓN DE FORMALETA				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Transporte de madera	-	1 Operarios 1 Ayudante	Patín, Serrucho, Martillo, Nivel, Tenaza	Tabla 1"x12", Regla 1"x3", Varilla #3, Alambre negro, Clavos
Preparación de madera	Medición de madera			
	Corte de madera			
Armado de Formaleta	Colocación de formaleta			
	Nivelación de Formaleta			

Cuadro 54: Suabctividades y recursos en la colocación de formaleta. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 55: INFORMACIÓN GENERAL EN COLOCACIÓN DE FORMALETA	
ACTIVIDAD 7	COLOCACIÓN FORMALETA
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO Y DESPEJADO
DIA DE SEMANA	LUNES, VIERNES
# TRABAJADORES	2
# MEDICIONES	6
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 55: Información general. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 56: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN COLOCACIÓN DE FORMALETA						
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		TRANSPORTE DE MADERA	CORTE DE MADERA	COLOCACIÓN DE FORMALETA	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	9	25	43	17	8
	AYUDANTE 1	23	36	24	10	9
	TOTAL	32	61	67	27	17
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	8.82%	24.51%	42.16%	16.67%	7.84%
	AYUDANTE 1	22.55%	35.29%	23.53%	9.80%	8.82%
	TOTAL	15.69%	29.90%	32.84%	13.24%	8.33%

Cuadro 56: Distribución del tiempo en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

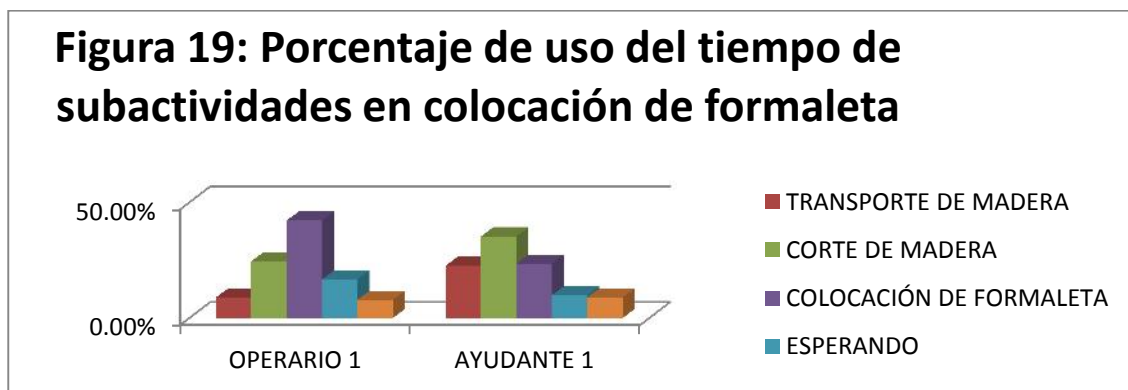


Figura 19: Porcentaje del uso del tiempo en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 20: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en colocación de formaleta

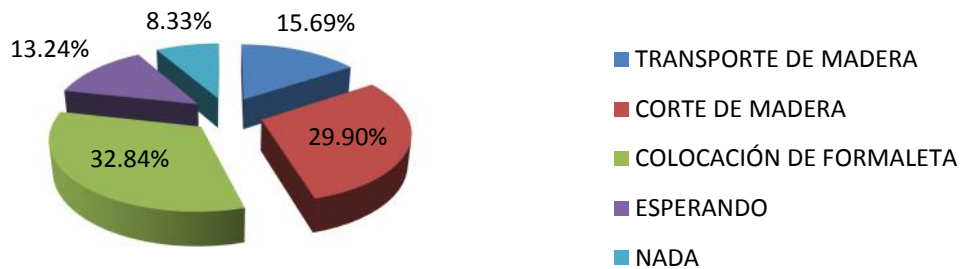


Figura 20: Porcentaje del tiempo total en cada subactividad. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 57: Cálculo del rendimiento de trabajadores en la colocación de formaleta.

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6
Trabajadores	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Tn (Horas)	0.53	1.20	0.53	0.78	0.47	0.22
Cn (m2)	1.26	2.85	1.24	1.80	1.04	0.48
$Rn = \frac{T_n \cdot n}{C_n}$ (H-H/m2)	0.847	0.842	0.860	0.870	0.894	0.895
$\bar{R} = \frac{C_1 + R_n}{nR}$ (H-H/m2)	0.868					
$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - \bar{R})^2 + \dots + (R_n - \bar{R})^2}{nR}}$	0.021					
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	2.41%					
h.d. (Horas):	11.000					
Café (Horas):	0.250					
Almuerzo (Horas):	0.500					
Café (Horas):	0.250					
Servicio (Horas):	0.250					
Otros (Horas):	0.250					
t.c. (Horas):	1.500					
$f.l. = \frac{t.c. \cdot 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%					
$R = R_c + FD + CV$	1.005	±	2.41%	hr-hh/m2		

Figura 57: Calculo del rendimiento de los trabajadores. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 58: VARIACIÓN DEL EN COLOCACIÓN DE FORMALETA CON FORME TRASCURRE EL DÍA					
Hora	10:30 a.m.	11:00 a.m.	01:22 p.m.	11:03 a.m.	01:15 p.m.
Rendimiento	0.98	0.98	1.00	1.01	1.04

Cuadro 58: Variación en la colocación de formaleta con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

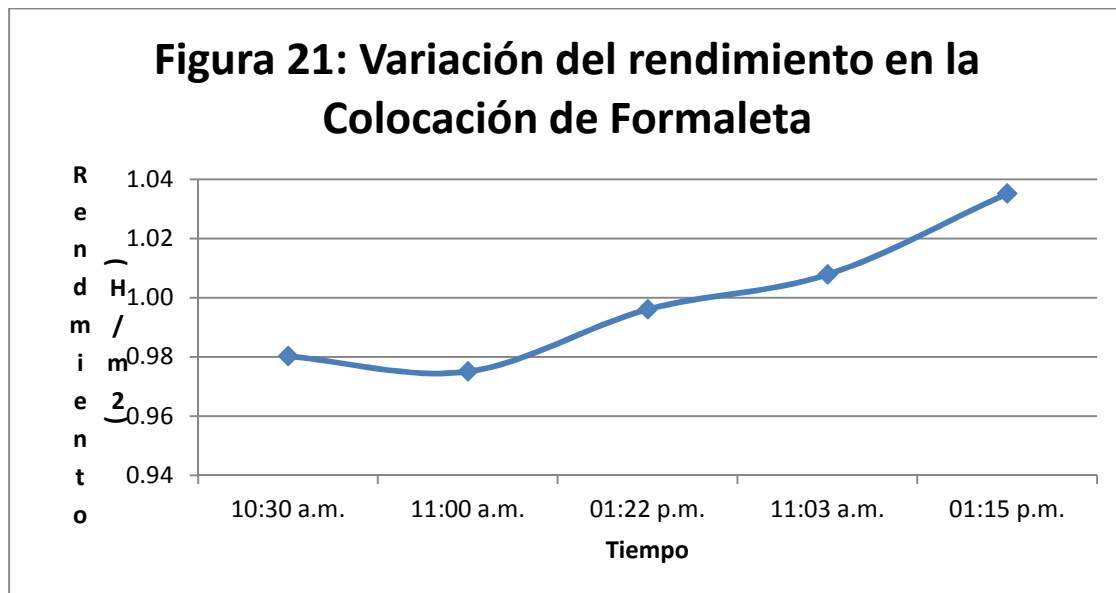


Figura 21: Variación del rendimiento en la colocación de formaleta. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 8: COLOCACIÓN DE COLUMNAS PREFABRICADAS

La colocación de columnas era una actividad que debía de tener su cuidado ya que hay columnas prefabricadas con secciones diferentes (Con una, dos, tres o cuatro entradas para baldosa), además algunas son para tomacorriente o apagador, lo cual hay que considerar a la hora de colocar las columnas. Para la colocación de estas columnas era necesario el acarreo de 25 metros.

ACTIVIDAD 8: COLOCACIÓN DE COLUMNAS				
CUADRO 59: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLOCACIÓN DE COLUMNAS				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de Columnas	Transporte de Columnas	1 Operario 2 Ayudantes	Patín, Tenaza, Nivel, Cinta	Columnas, Regla 1"x2", Regla 1"x3"
	Colocación de Columnas			
	Nivelación de Columnas			
	Colocación de Concreto en base de Columna			

Cuadro 59: Subactividades y recursos usados en la colocación de columnas. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 60: INFORMACIÓN GENERAL COLOCACIÓN DE COLUMNAS	
ACTIVIDAD 8	COLOCACIÓN COLUMNAS
ESTADO DEL TIEMPO	NUBLADO Y SOLEADO
DÍA DE SEMANA	MARTES, JUEVES, VIERNES
# TRABAJADORES	3
# MEDICIONES	11
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 60: Información general en la colocación de columnas. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 61: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN COLOCACIÓN DE COLUMNAS				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
02:10 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
02:15 p.m.	3	3	0	
02:20 p.m.	3	3	0	
02:25 p.m.	3	1	2	HABLANDO
02:30 p.m.	3	3	0	
02:35 p.m.	3	2	1	AUSENTE
02:40 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
02:45 p.m.	3	3	0	
02:50 p.m.	3	3	0	
02:55 p.m.	3	3	0	
03:00 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
03:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
03:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
03:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
03:20 p.m.	3	1	2	

CUADRO 61: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN COLOCACIÓN DE COLUMNAS				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
03:25 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
03:30 p.m.	3	1	2	
03:35 p.m.	3	3	0	
03:40 p.m.	3	3	0	
03:45 p.m.	3	3	0	
03:50 p.m.	3	2	1	
03:55 p.m.	3	3	0	
04:00 p.m.	3	1	2	HABLANDO
04:05 p.m.	3	2	1	AUSENTE
04:10 p.m.	3	3	0	
04:15 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
04:20 p.m.	3	3	0	
04:25 p.m.	3	1	2	HABLANDO
04:30 p.m.	3	3	0	
04:35 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
04:40 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
04:45 p.m.	3	3	0	
04:50 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
04:55 p.m.	3	3	0	
05:00 p.m.	3	2	1	AUSENTE
05:05 p.m.	3	3	0	
05:10 p.m.	3	3	0	
TOTAL MINUTOS	495	388	107	
CUADRO 61: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN COLOCACIÓN DE COLUMNAS				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	495	100.00%		
CANTIDAD HT	388	78.43%		
CANTIDAD HNT	107	21.57%		

Cuadro 61: Muestreo de trabajo con método work sampling. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 62: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN DE COLUMNAS					
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO	AYUDANTE	AYUDANTE	HOMBRES TRABAJANDO
1	12:45 p.m.	1	1	0	2
2	12:50 p.m.	1	0	1	2
3	12:55 p.m.	1	0	1	2
4	01:00 p.m.	1	1	1	3
5	01:05 p.m.	0	1	0	1
6	01:10 p.m.	1	1	1	3
7	01:15 p.m.	1	1	1	3
8	01:20 p.m.	1	1	0	2
9	01:25 p.m.	0	0	1	1
10	01:30 p.m.	1	1	1	3
11	01:35 p.m.	1	1	1	3
12	01:40 p.m.	1	1	1	3
13	01:45 p.m.	1	0	0	1
14	01:50 p.m.	0	1	0	1
15	01:55 p.m.	1	0	1	2
16	02:00 p.m.	1	1	1	3
17	02:05 p.m.	1	1	1	3
18	02:10 p.m.	0	1	0	1
19	02:15 p.m.	1	1	1	3
20	02:20 p.m.	0	0	1	1
21	02:25 p.m.	1	1	1	3
22	02:30 p.m.	1	0	1	2
23	02:35 p.m.	1	1	1	3
24	02:40 p.m.	1	1	1	3
25	02:45 p.m.	0	1	1	2
26	02:50 p.m.	1	1	0	2
27	02:55 p.m.	1	1	1	3
28	03:00 p.m.	1	1	1	3
29	03:05 p.m.	1	0	1	2
30	03:10 p.m.	1	1	1	3
TOTAL MINUTOS		24	22	23	69

CUADRO 62: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN DE COLUMNAS	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	90.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	69.00
EFFECTIVIDAD (%)	76.67%

Cuadro 62: Muestreo de trabajo con método five minutes rating. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 63: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN COLOCACIÓN DE COLUMNAS				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO	145	30	115	79.31%
AYUDANTE	145	40	105	72.41%
AYUDANTE	145	35	110	75.86%

Cuadro 63: Eficiencia de cada trabajador en la colocación de columnas. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 64: EFICIENCIA TOTAL EN COLOCACIÓN DE COLUMNAS	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	435
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	105
TIEMPO TOTAL LABORADO	330
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	75.86%

Cuadro 64: Eficiencia total en la colocación de columnas. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 65: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	78.43%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	76.67%
EFICIENCIA PROMEDIO	77.55%

Cuadro 65: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 66: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN COLOCACIÓN DE COLUMNAS						
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		TRANSPORTE DE COLUMNAS	COLOCACIÓN DE COLUMNAS	NIVELACIÓN DE COLUMNAS	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	12	58	18	27	30
	AYUDANTE 1	18	41	12	34	40
	AYUDANTE 2	19	51	23	17	35
	TOTAL	49	150	53	78	105
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	8.28%	40.00%	12.41%	18.62%	20.69%
	AYUDANTE 1	12.41%	28.28%	8.28%	23.45%	27.59%
	AYUDANTE 2	13.10%	35.17%	15.86%	11.72%	24.14%
	TOTAL	11.26%	34.48%	12.18%	17.93%	24.14%

Cuadro 66: Distribución del tiempo por subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 22: Porcentaje de uso de I tiempo de subactividades en colocación de columnas

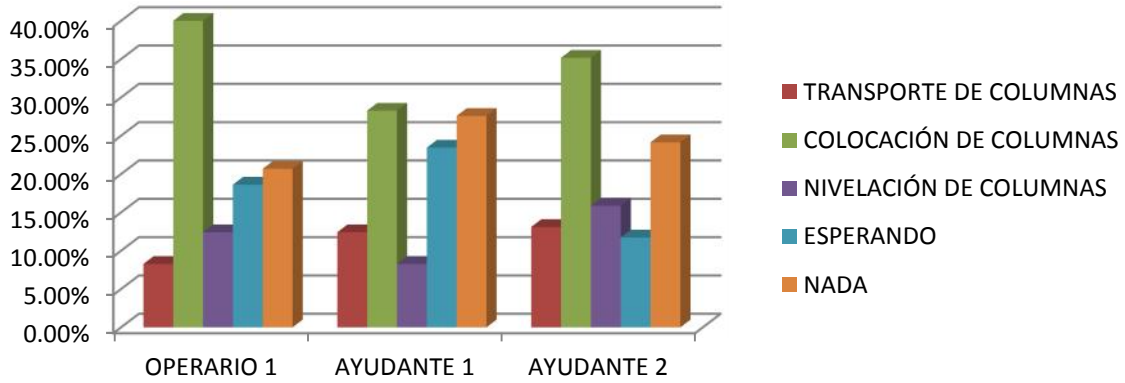


Figura 22: Porcentaje del tiempo en cada subactividad por trabaador. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 23: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en colocación de columnas

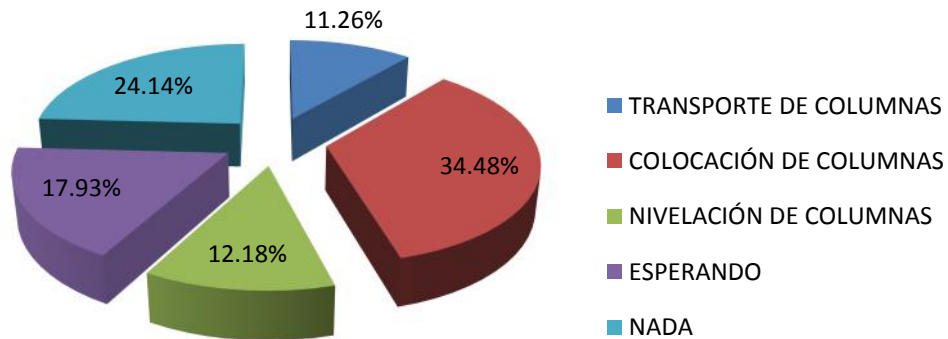


Figura 23: Porcentaje del tiempo total de las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 67: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en colocación de columnas

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Trabajadores	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tn (Horas)	0.30	0.28	0.22	0.28	0.23	0.28	0.25	0.22	0.23	0.25	0.28
Cn (Columnas)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
$R_n = \frac{C_n}{T_n} \cdot \frac{H-H/Col}{C_n}$	0.900	0.850	0.650	0.850	0.700	0.850	0.750	0.650	0.700	0.750	0.850
$\bar{R} = \frac{\sum R_n}{n}$	0.773										
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (R_n - \bar{R})^2}{n}}$	0.086										
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	11.16%										
h.d. (Horas):	11.000										
Café (Horas):	0.250										
Almuerzo (Horas):	0.500										
Café (Horas):	0.250										
Servicio (Horas):	0.250										
Otros (Horas):	0.250										
t.c. (Horas):	1.500										
$f.l. = \frac{t.c.}{h.d. - t.c.} \cdot 100$	15.79%										
$R = R_n \pm CV$	0.895 ± 11.16% hr-hh/Col										

Figura 67: Calculo del rendimiento de trabajadores. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 68: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA COLOCACIÓN DE COLUMNAS CON FORME TRASCURRE EL DÍA

Hora	11:10 a.m.	11:30 a.m.	11:57 a.m.	12:28 p.m.	01:43 p.m.	02:11 p.m.	02:27 p.m.	03:15 p.m.	04:41 p.m.
Rendimiento	1.04	0.98	0.75	0.81	0.98	0.87	0.75	0.81	0.87

Cuadro 68: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

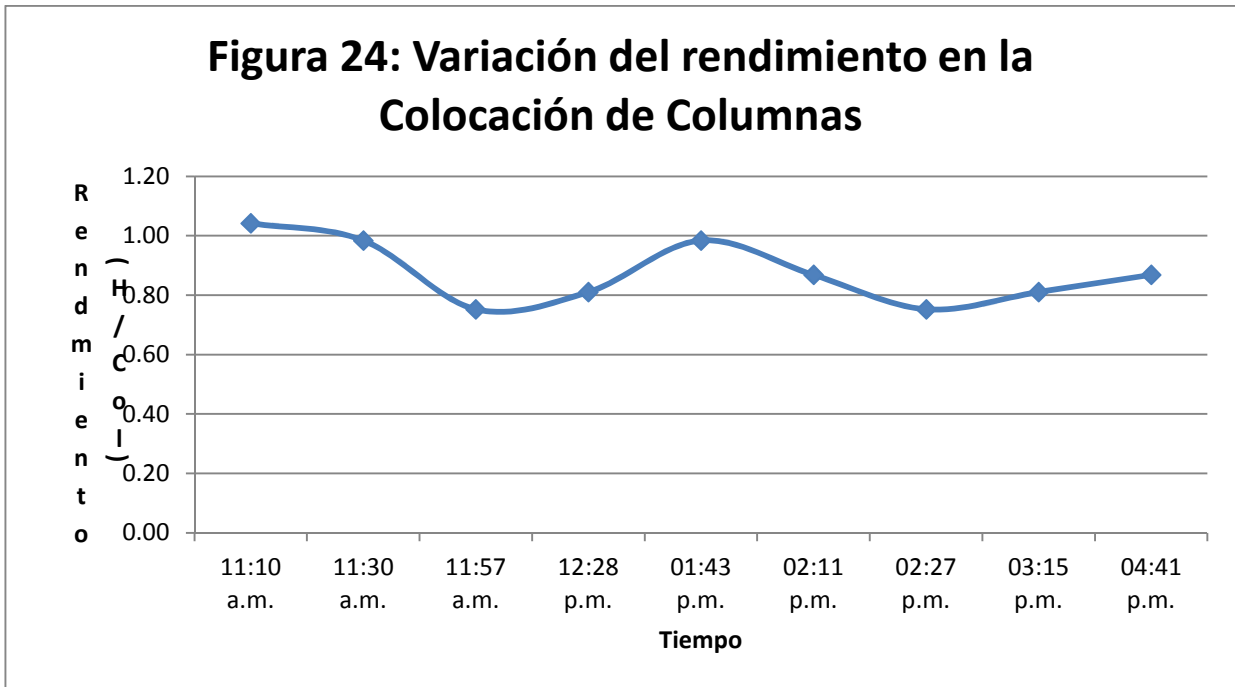


Figura 24: Variación del rendimiento. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 9: COLOCACIÓN DE BALDOSAS

La colocación de baldosas consistía en la colocación de las mismas considerando las dimensiones de las paredes y además los espacios donde habían ventanas. Para la colocación de baldosas era necesario el acarreo de 25 metros.

ACTIVIDAD 9: COLOCACIÓN DE BALDOSAS				
CUADRO 69: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de Baldosas	Transporte de Baldosas	2 Operario	Patín, Tenaza, Nivel, Cinta	Columnas, Regla 1"x2", Regla 1"x3"
	Colocación de Baldosas	2 Ayudantes		

Cuadro 69: Subactividades y recursos usados en la colocación de baldosas. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 70: INFORMACIÓN GENERAL EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS	
ACTIVIDAD 9	COLOCACIÓN BALDOSAS
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO
DÍA DE SEMANA	LUNES, MARTES, MIERCOLES
# TRABAJADORES	4
# MEDICIONES	7
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 70: Información general en la colocación de baldosas. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 71: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
06:55 a.m.	4	4	0	
07:00 a.m.	4	4	0	
07:05 a.m.	4	4	0	
07:10 a.m.	4	2	2	OBSERVANDO
07:15 a.m.	4	2	2	DESCANSANDO
07:20 a.m.	4	4	0	
07:25 a.m.	4	4	0	
07:30 a.m.	4	4	0	
07:35 a.m.	4	2	2	HABLANDO
07:40 a.m.	4	2	2	HABLANDO
07:45 a.m.	4	4	0	
07:50 a.m.	4	4	0	
07:55 a.m.	4	4	0	
08:00 a.m.	4	2	2	OBSERVANDO
08:05 a.m.	4	2	2	OBSERVANDO
08:10 a.m.	4	2	2	AUSENTE
08:15 a.m.	4	3	1	DESCANSANDO
08:20 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO
08:25 a.m.	4	4	0	
08:30 a.m.	4	4	0	
08:35 a.m.	4	2	2	DESCANSANDO
08:40 a.m.	4	2	2	HABLANDO
08:45 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO

CUADRO 71: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
08:50 a.m.	4	4	0	
08:55 a.m.	4	1	3	HABLANDO
09:00 a.m.	4	4	0	
TOTAL MINUTOS	500	385	115	
CUADRO 71: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	500	100.00%		
CANTIDAD HT	385	76.92%		
CANTIDAD HNT	115	23.08%		

Cuadro 71: Muestreo de trabajo por método work sampling. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 72: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS						
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
1	08:45 a.m.	1	1	1	0	3
2	08:50 a.m.	1	1	1	1	4
3	08:55 a.m.	1	0	1	0	2
4	09:00 a.m.	0	1	1	1	3
5	09:05 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
6	09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
7	09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
8	09:20 a.m.	1	1	0	1	3
9	09:25 a.m.	0	1	1	1	3
10	09:30 a.m.	1	1	0	1	3
11	09:35 a.m.	1	0	1	0	2
12	09:40 a.m.	0	1	1	1	3
13	09:45 a.m.	1	1	1	1	4
14	09:50 a.m.	0	1	1	0	2
15	09:55 a.m.	1	0	0	1	2
16	10:00 a.m.	1	1	0	1	3

CUADRO 72: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS						
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
17	10:05 a.m.	1	1	1	1	4
18	10:10 a.m.	1	1	0	1	3
19	10:15 a.m.	1	1	1	1	4
20	10:20 a.m.	0	1	1	1	3
21	10:25 a.m.	1	1	1	1	4
22	10:30 a.m.	1	0	1	1	3
23	10:35 a.m.	0	1	0	1	2
24	10:40 a.m.	1	1	1	1	4
25	10:45 a.m.	1	0	1	1	3
26	10:50 a.m.	1	1	0	1	3
27	10:55 a.m.	0	1	1	1	3
28	11:00 a.m.	1	1	1	0	3
29	11:05 a.m.	0	0	1	1	2
TOTAL MINUTOS		18	20	19	21	78

CUADRO 72: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	108.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	78.00
EFFECTIVIDAD (%)	72.22%

Cuadro 72: Muestreo de trabajo por método five minutes rating. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 73: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO 1	125	40	85	68.00%
OPERARIO 2	125	30	95	76.00%
AYUDANTE 1	125	35	90	72.00%
AYUDANTE 2	125	25	100	80.00%

Cuadro 73: Eficiencia de cada trabajador. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 74: EFICIENCIA TOTAL EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	500
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	130
TIEMPO TOTAL LABORADO	370
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	74.00%

Cuadro 74: Eficiencia total en la colocación de baldosas. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 75: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING) EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	76.92%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	72.22%
EFICIENCIA PROMEDIO	74.57%

Cuadro 75: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 76: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS					
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		TRANSPORTE DE BALDOSAS	COLOCACIÓN DE BALDOSAS	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	11	52	27	35
	OPERARIO 2	13	48	34	30
	AYUDANTE 1	22	37	31	35
	AYUDANTE 2	29	54	22	20
	TOTAL	75	191	114	120
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	8.80%	41.60%	21.60%	28.00%
	OPERARIO 2	10.40%	38.40%	27.20%	24.00%
	AYUDANTE 1	17.60%	29.60%	24.80%	28.00%
	AYUDANTE 2	23.20%	43.20%	17.60%	16.00%
	TOTAL	15.00%	38.20%	22.80%	24.00%

Cuadro 76: Distribución del tiempo por subactividades en la colocación de baldosas. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 25: Porcentaje de uso del tiempo de subactividades en la colocación de baldosas

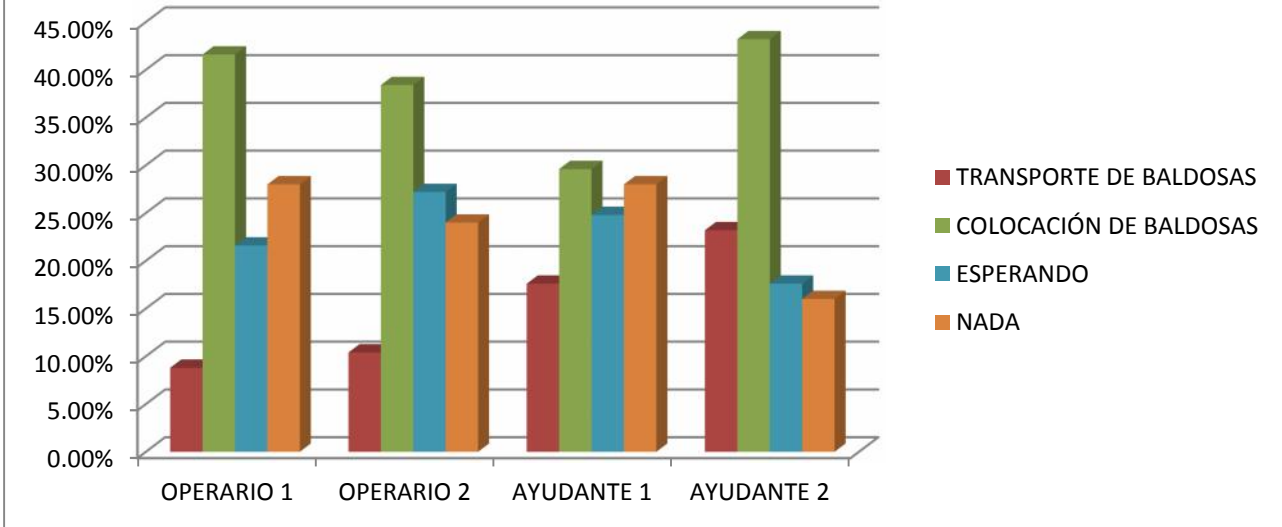


Figura 25: Porcentaje del uso del tiempo en las subactividades por trabajador. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 26: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en la colocación de baldosas

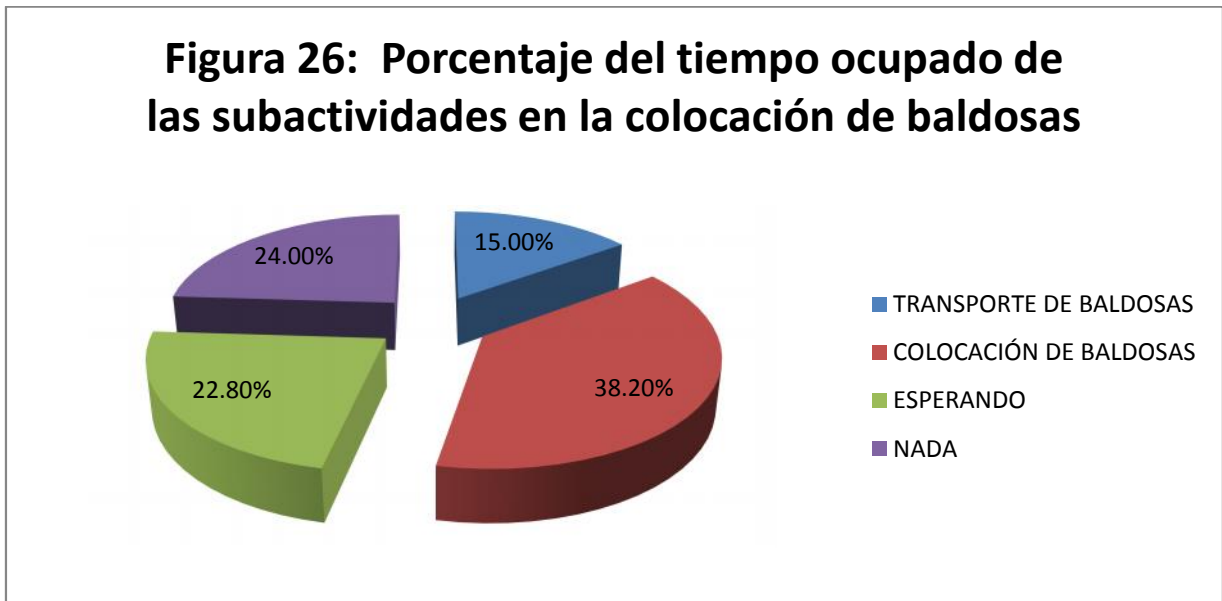


Figura 26: Porcentaje del tiempo total usado en cada subactividad. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 77: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en la colocación de baldosas

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7
Trabajadores	7.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Tn (Horas)	1.33	2.00	2.65	0.90	1.18	3.00	0.32
Cn (Baldosas)	64.00	37.00	43.00	18.00	23.00	62.00	7.00
$R_n = \frac{C_n}{T_n}$ (H-H/Bal)	0.146	0.216	0.188	0.200	0.206	0.194	0.181
$\bar{R} = \frac{\sum R_n}{n}$ (H-H/Bal)	0.190						
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (R_n - \bar{R})^2}{n-1}}$	0.021						
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	11.05%						
h.d. (Horas):	11.000						
Café (Horas):	0.250						
Almuerzo (Horas):	0.500						
Café (Horas):	0.250						
Servicio (Horas):	0.250						
Otros (Horas):	0.250						
t.c. (Horas):	1.500						
$f.i. = \frac{t.c.}{h.d.} \cdot 100$	15.79%						
$R = R_n \pm CV$	0.220	±	11.05%	hr-hh/Bal			

Cuadro 77: Calculo del rendimiento de los trabajadores. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 78: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN COLOCACIÓN DE BALDOSAS CON FORME TRANSCURRE EL DÍA				
Hora	07:00 a.m.	08:51 a.m.	02:14 p.m.	03:09 p.m.
Rendimiento	0.25	0.22	0.23	0.24

Cuadro 78: Variación del rendimiento en la colocación de baldosas. Fuente: Elaboración Propia.

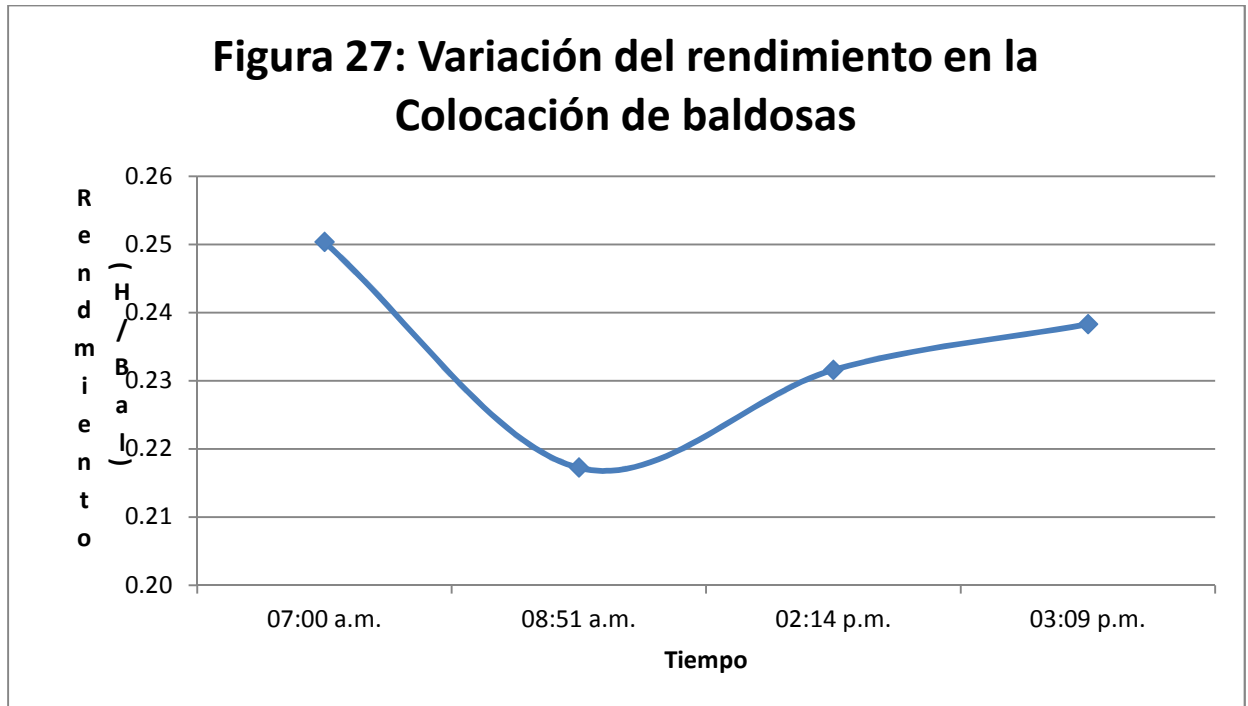


Figura 27: Variación del rendimiento en la colocación de baldosas. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 10: COLOCACIÓN DE VIGA SOLERA EN RT

La colocación de la viga solera consistía en la colocación de un perfil RT de 2"x4" o perfil de 2"x6" dependiendo de la indicación de planos. Antes de la colocación de la viga solera era necesaria la limpieza de los perfiles y la pintura de anticorrosivo ya que los tubos utilizados eran de hierro negro.

ACTIVIDAD 9: COLOCACIÓN DE VIGA SOLERA				
CUADRO 79: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN A VIGA SOLERA				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de Viga Solera	Transporte de Perfiles	1 Soldador 1 Ayudante	Andamio, Escalera, Máquina de Soldar, Máscara para soldar, Esmeril, Martillo, Martillo Cincelado, Cepillo metal, Cinta, Escuadra	RT 1-13, Soldadura, Pintura, Mecha, Aguarras, Lapiz, Brocha, Rodillo
	Limpieza de Perfiles			
	Pintura de Perfiles			
	Corte de los perfiles			
	Colocación de Perfiles			
	Pintura en partes soldadas			

Cuadro 79: Subactividades y recursos en viga solera. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 80: INFORMACIÓN GENERAL EN VIGA SOLERA	
ACTIVIDAD 10	COLOCACIÓN DE VIGA SOLERA
ESTADO DEL TIEMPO	NUBLADO
DIA DE SEMANA	MARTES, MIERCOLES
# TRABAJADORES	2
# MEDICIONES	7
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 80: Información general de viga solera. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 81: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), VIGA SOLERA				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
07:25 a.m.	2	2	0	
07:30 a.m.	2	2	0	
07:35 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
07:40 a.m.	2	2	0	
07:45 a.m.	2	2	0	
07:50 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
07:55 a.m.	2	2	0	
08:00 a.m.	2	2	0	
08:05 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
08:10 a.m.	2	2	0	
08:15 a.m.	2	2	0	
08:20 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
08:25 a.m.	2	2	0	
08:30 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
08:35 a.m.	2	2	0	
08:40 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO

Análisis de rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A

CUADRO 81: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), VIGA SOLERA				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
08:45 a.m.	2	1	1	AUSENTE
08:50 a.m.	2	2	0	
08:55 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
09:00 a.m.	2	2	0	
09:05 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:20 a.m.	2	2	0	
09:25 a.m.	2	1	1	AUSENTE
09:30 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
09:35 a.m.	2	2	0	
09:40 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
09:45 a.m.	2	2	0	
09:50 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
09:40 a.m.	2	2	0	
09:45 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
09:50 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
09:55 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
10:00 a.m.	2	2	0	
10:05 a.m.	2	2	0	
10:10 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
10:15 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
10:20 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
10:25 a.m.	2	2	0	
10:30 a.m.	2	0	2	HABLANDO
10:35 a.m.	2	2	0	
10:40 a.m.	2	2	0	
10:45 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
10:50 a.m.	2	0	2	HABLANDO
10:55 a.m.	2	1	1	AUSENTE
11:00 a.m.	2	2	0	
11:05 a.m.	2	2	0	
TOTAL MINUTOS	410	322	117	
CUADRO 81: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), VIGA SOLERA				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	410	100.00%		
CANTIDAD HT	322	78.57%		
CANTIDAD HNT	117	28.57%		

Cuadro 81: Método de estudio 1. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 82: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS VIGA SOLERA

# MEDICIÓN	HORA	SOLDADOR	AYUDANTE 1	HOMBRES TRABAJANDO
1	01:15 p.m.	1	1	2
2	01:20 p.m.	0	1	1
3	01:25 p.m.	1	0	1
4	01:30 p.m.	1	1	2
5	01:35 p.m.	1	0	1
6	01:40 p.m.	1	1	2
7	01:45 p.m.	1	0	1
8	01:50 p.m.	0	1	1
9	01:55 p.m.	1	1	2
10	02:00 p.m.	1	0	1
11	02:05 p.m.	1	1	2
12	02:10 p.m.	0	1	1
13	02:15 p.m.	1	1	2
14	02:20 p.m.	1	0	1
15	02:25 p.m.	1	1	2
16	02:30 p.m.	1	1	2
17	02:35 p.m.	1	0	1
18	02:40 p.m.	0	1	1
19	02:45 p.m.	1	1	2
20	02:50 p.m.	0	1	1
21	02:55 p.m.	1	0	1
22	03:00 p.m.	1	1	2
23	03:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
24	03:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
25	03:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
26	03:20 p.m.	1	1	2
27	03:25 p.m.	1	0	1
28	03:30 p.m.	0	1	1
29	03:35 p.m.	1	0	1
30	03:40 p.m.	1	1	2
31	03:45 p.m.	1	1	2
32	03:50 p.m.	0	1	1
33	03:55 p.m.	1	0	1
34	04:00 p.m.	0	1	1
35	04:05 p.m.	1	0	1
36	04:10 p.m.	1	1	2
37	04:15 p.m.	1	1	2
38	04:20 p.m.	1	0	1
39	04:25 p.m.	1	1	2
40	04:30 p.m.	0	1	1
41	04:35 p.m.	1	1	2
42	04:40 p.m.	1	1	2
43	04:45 p.m.	1	1	2
44	04:50 p.m.	0	1	1
45	04:55 p.m.	1	1	2

CUADRO 82: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS VIGA SOLERA				
# MEDICIÓN	HORA	SOLDADOR	AYUDANTE 1	HOMBRES TRABAJANDO
46	05:00 p.m.	1	1	2
47	05:05 p.m.	1	1	2
TOTAL MINUTOS		34	32	66

CUADRO 71: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS VIGA SOLERA	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	88.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	66.00
EFECTIVIDAD (%)	75.00%

Cuadro 82: Método de estudio 1. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 83: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN VIGA SOLERA				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
SOLDADOR	215	50	165	76.74%
AYUDANTE 1	215	60	155	72.09%

Cuadro 83: Eficiencia de cada trabajador en actividad viga solera. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 84: EFICIENCIA TOTAL EN VIGA SOLERA	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	430
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	110
TIEMPO TOTAL LABORADO	320
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	74.42%

Cuadro 84: Eficiencia total en viga solera. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 85: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING) EN VIGA SOLERA	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	78.57%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	75.00%
EFICIENCIA PROMEDIO	76.79%

Cuadro 85: Eficiencia promedio entre métodos de estudio. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 86: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN VIGA SOLERA									
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		TRANSP. PERFILES	LIMP. PERFILES	PINTURA PERFILES	CORTE PERFILES	COLOC. PERFILES	PINT. PARTES SOLDADAS	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	SOLDADOR	3	0	0	29	69	39	25	50
	AYUDANTE 1	9	19	35	21	29	15	27	60
	TOTAL	12	19	35	50	98	54	52	110
PORCENTAJE (%)	SOLDADOR	1.40%	0.00%	0.00%	13.49%	32.09%	18.14%	11.63%	23.26%
	AYUDANTE 1	4.19%	8.84%	16.28%	9.77%	13.49%	6.98%	12.56%	27.91%
	TOTAL	2.79%	4.42%	8.14%	11.63%	22.79%	12.56%	12.09%	25.58%

Cuadro 86: Distribución del uso de tiempo por sub actividad. Fuente: Elaboración Propia.

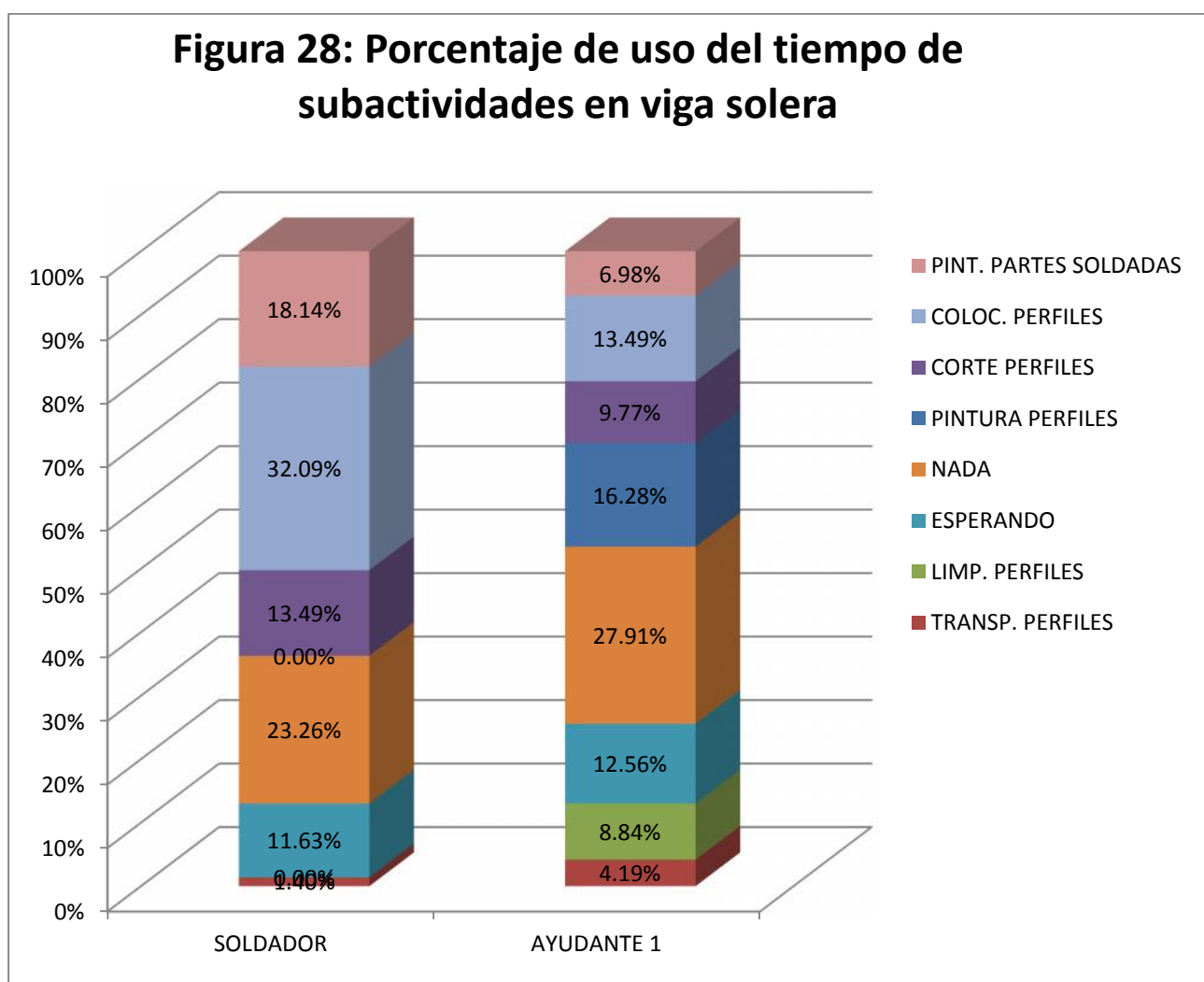


Figura 28: Porcentaje del uso del tiempo en viga solera. Fuente: Elaboración Propia.

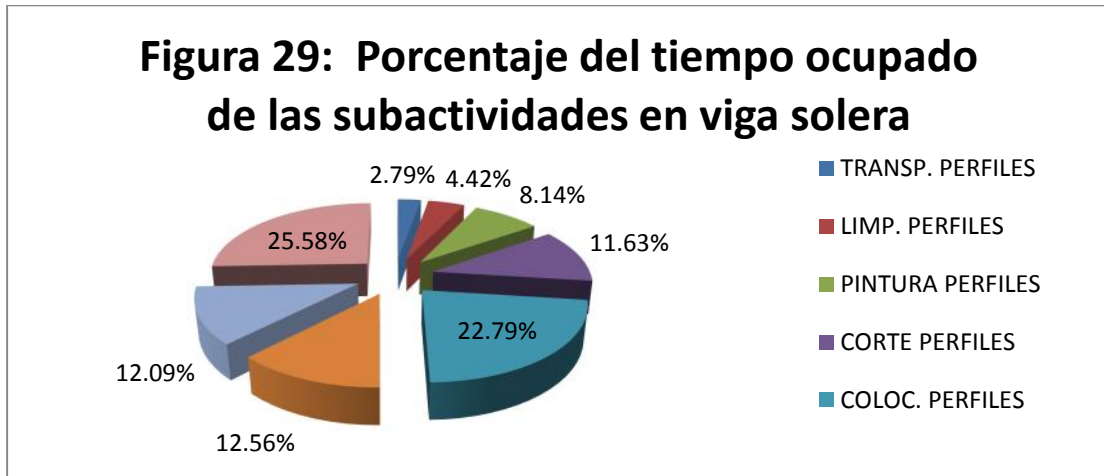


Figura 29: Porcentaje del tiempo ocupado en sub actividades viga solera. Fuente: Elaboración Propia.

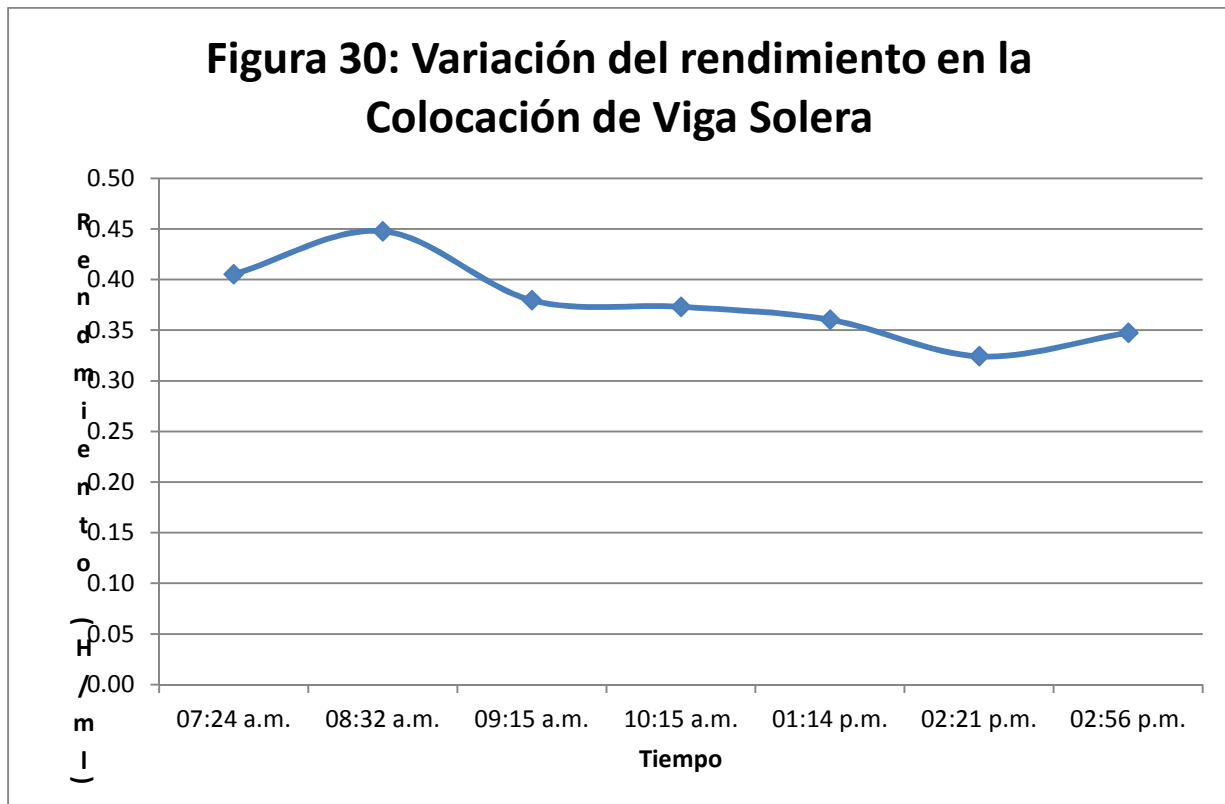
Cuadro 87: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en viga solera

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7
Trabajadores	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Tn (Horas)	1.05	0.48	0.98	0.97	0.93	0.35	0.60
Cn (ml)	6.00	2.50	6.00	6.00	6.00	2.50	4.00
$R_n = \frac{T_n \cdot n}{C_n}$ (H-H/ml)	0.350	0.387	0.328	0.322	0.311	0.280	0.300
$R = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}$ (H-H/ml)	0.325						
$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - R)^2 + (R_2 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}{n}}$	0.032						
$CV = \frac{\sigma}{R} \cdot 100$ (as):	9.91%						
h.d. (Horas):	11.000						
Café (Horas):	0.250						
Almuerzo (Horas):	0.500						
Café (Horas):	0.250						
Servicio (Horas):	0.250						
Otros (Horas):	0.250						
t.c. (Horas):	1.500						
$f.l. = \frac{t.c. + 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%						
$R = R \cdot (1 + f.l.) \pm cv$	0.377	±	9.91%	hr-hh/ml			

Cuadro 87: Calculo de rendimiento en viga solera. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 88: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA VIGA SOLERA CON FORME TRASCURRE EL DÍA							
Hora	07:24 a.m.	08:32 a.m.	09:15 a.m.	10:15 a.m.	01:14 p.m.	02:21 p.m.	02:56 p.m.
Rendimiento	0.41	0.45	0.38	0.37	0.36	0.32	0.35

Cuadro 88: Variación del rendimiento a lo largo del día. Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 11: RELLENO DE LASTRE COMPACTADO

El relleno de lastre compactado consistió en la colocación de lastre para luego compactarlo con su humedad óptima.

ACTIVIDAD 11: RELLENO DE LASTRE COMPACTADO				
CUADRO 89: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN RELLENO DE LASTRE COMPACTADO				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Relleno de lastre compactado	Transporte de lastre	2 Operarios 2 Ayudantes	Carretillo, Pala, Plancha o Sapo	Lastre
	Relleno de lastre			
	Compactación de lastre			

Cuadro 89: Subactividades y recursos usados en actividad lastre compactado. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 90: INFORMACIÓN GENERAL EN RELLENO DE LASTRE COMPACTADO	
ACTIVIDAD 11	RELLENO DE LASTRE COMPACTADO
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO
DÍA DE SEMANA	MIÉRCOLES, JUEVES
# TRABAJADORES	4
# MEDICIONES	7
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 90: Información general en relleno de lastre. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 91: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), RELLENO DE LASTRE COMPACTADO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
10:45 a.m.	4	2	2	HABLANDO
10:50 a.m.	4	2	2	HABLANDO
10:55 a.m.	4	4	0	
11:00 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO
11:05 a.m.	4	3	1	DESCANSANDO
11:10 a.m.	4	4	0	
11:15 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO
11:20 a.m.	4	3	1	AUSENTE
11:25 a.m.	4	4	0	
11:30 a.m.	4	2	2	HABLANDO
11:35 a.m.	4	3	1	DESCANSANDO
11:40 a.m.	4	3	1	DESCANSANDO
11:45 a.m.	4	4	0	
11:50 a.m.	4	1	3	HABLANDO
11:55 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:00 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO

CUADRO 91: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), RELLENO DE LASTRE COMPACTADO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:25 p.m.	4	3	1	OBSERVANDO
12:30 p.m.	4	2	2	OBSERVANDO
12:35 p.m.	4	4	0	
12:40 p.m.	4	3	1	AUSENTE
12:45 p.m.	4	4	0	
12:50 p.m.	4	2	2	HABLANDO
12:55 p.m.	4	3	1	DESCANSANDO
01:00 p.m.	4	3	1	OBSERVANDO
TOTAL MINUTOS	420	310	110	
CUADRO 91: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), RELLENO DE LASTRE COMPACTADO.				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	420	100.00%		
CANTIDAD HT	310	73.86%		
CANTIDAD HNT	110	26.14%		

Cuadro 91: Metodo de estudio 1 en actividad relleno de lastre. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 92: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS RELLENO DE LASTRE COMPACTADO						
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
1	08:45 a.m.	1	1	0	1	3
2	08:50 a.m.	1	1	1	0	3
3	08:55 a.m.	0	0	1	1	2
4	09:00 a.m.	1	1	1	1	4
5	09:05 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
6	09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
7	09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
8	09:20 a.m.	0	1	1	0	2
9	09:25 a.m.	1	0	0	1	2
10	09:30 a.m.	0	1	1	1	3
11	09:35 a.m.	1	1	1	1	4

Análisis de rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A

CUADRO 92: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS RELLENO DE LASTRE COMPACTADO						
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
12	09:40 a.m.	1	1	1	0	3
13	09:45 a.m.	1	1	0	1	3
14	09:50 a.m.	0	1	1	0	2
15	09:55 a.m.	1	1	0	1	3
16	10:00 a.m.	1	1	1	0	3
17	10:05 a.m.	0	1	1	1	3
18	10:10 a.m.	1	1	1	0	3
19	10:15 a.m.	1	1	1	1	4
20	10:20 a.m.	1	0	1	0	2
21	10:25 a.m.	1	1	0	1	3
22	10:30 a.m.	0	1	1	0	2
23	10:35 a.m.	1	1	0	1	3
24	10:40 a.m.	1	1	1	0	3
TOTAL MINUTOS		15	18	15	12	60

CUADRO 92: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS RELLENO DE LASTRE COMPACTADO	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	84.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	60.00
EFFECTIVIDAD (%)	71.43%

Cuadro 92: Método de estudio 2. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 93: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN RELLENO DE LASTRE COMPACTADO				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO 1	100	30	70	70.00%
OPERARIO 2	100	15	85	85.00%
AYUDANTE 1	100	30	70	70.00%
AYUDANTE 2	100	45	55	55.00%

Cuadro 93: Eficiencia de cada trabajador en relleno de lastre. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 94: EFICIENCIA TOTAL RELLENO DE LASTRE COMPACTADO	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	400
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	120
TIEMPO TOTAL LABORADO	280
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	70.00%

Cuadro 94: Eficiencia total en relleno de lastre. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 95: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING) EN RELLENO DE LASTRE COMPACTADO	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	73.86%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	71.43%
EFICIENCIA PROMEDIO	72.65%

Cuadro 95: Eficiencia promedio entre métodos de estudio. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 96: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN RELLENO DE LASTRE COMPACTADO						
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		TRANSPORTE DE LASTRE	RELLENO DE LASTRE	COMPACTACIÓN DE LASTRE	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	47	3	8	12	30
	OPERARIO 2	0	14	65	6	15
	AYUDANTE 1	38	17	3	7	35
	AYUDANTE 2	28	20	6	6	40
	TOTAL	113	54	82	31	120
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	47.00%	3.00%	8.00%	12.00%	30.00%
	OPERARIO 2	0.00%	14.00%	65.00%	6.00%	15.00%
	AYUDANTE 1	38.00%	17.00%	3.00%	7.00%	35.00%
	AYUDANTE 2	28.00%	20.00%	6.00%	6.00%	40.00%
	TOTAL	28.25%	13.50%	20.50%	7.75%	30.00%

Cuadro 96: Distribución del tiempo por sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 31: Porcentaje de uso del tiempo de subactividades en relleno de lastre compactado

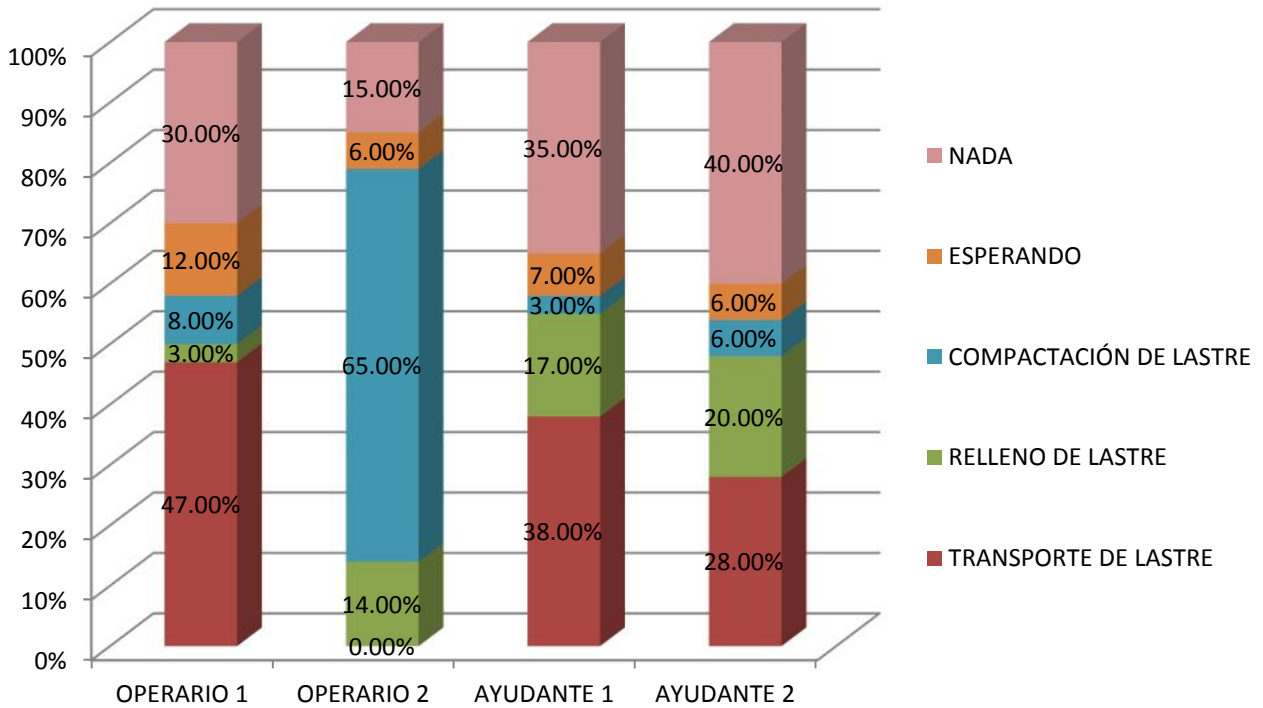


Figura 31: Porcentaje del uso del tiempo por sub actividad. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 32: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en relleno de lastre compactado

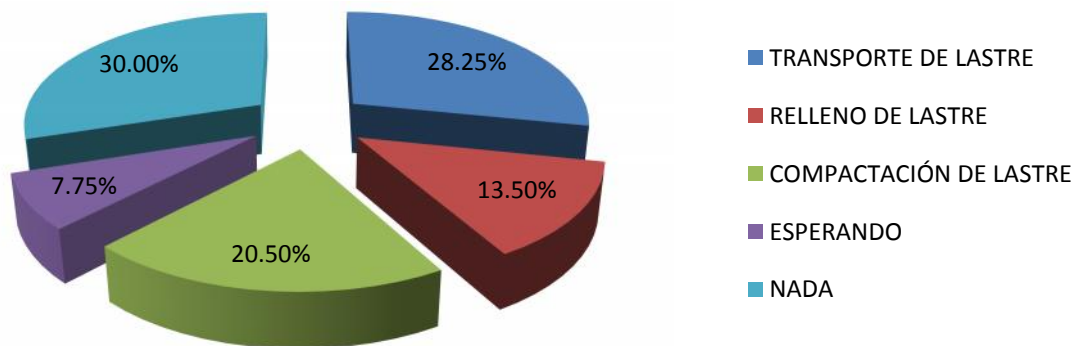


Figura 32: Porcentaje del tiempo total ocupado en sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 97: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en relleno de lastre compactado

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7
Trabajadores	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Tn (Horas)	2.85	0.73	0.32	0.93	0.55	1.17	0.62
Cn (m3)	7.73	1.93	0.86	2.53	1.45	3.12	1.64
$Rn = \frac{\sum n}{Cn}$ (H-H/m3)	1.475	1.516	1.471	1.477	1.516	1.494	1.500
$\bar{R} = \frac{\sum Rn}{n}$ (H-H/m3)	1.493						
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (Rn - \bar{R})^2}{n-1}}$	0.018						
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	1.19%						
h.d. (Horas):	11.000						
Café (Horas):	0.250						
Almuerzo (Horas):	0.500						
Café (Horas):	0.250						
Servicio (Horas):	0.250						
Otros (Horas):	0.250						
t.c. (Horas):	1.500						
$f.l. = \frac{h.d. - t.c.}{h.d.} \cdot 100$	15.79%						
$R = Rn \pm CV$	1.729	±	1.19%	hr-hh/m3			

Cuadro 97: Calculo del rendimiento de trabajadores en relleno de lastre. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 98: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN RELLENO DE LASTRE COMPACTADO CON FORME TRANSCURRE EL DÍA						
Hora	10:47 a.m.	01:02 p.m.	01:36 p.m.	02:10 p.m.	03:22 p.m.	03:59 p.m.
Rendimiento	1.71	1.76	1.70	1.71	1.76	1.73

Cuadro 98: Variación del rendimiento de relleno de lastre con forme transcurre el día, Fuente: Elaboración Propia.

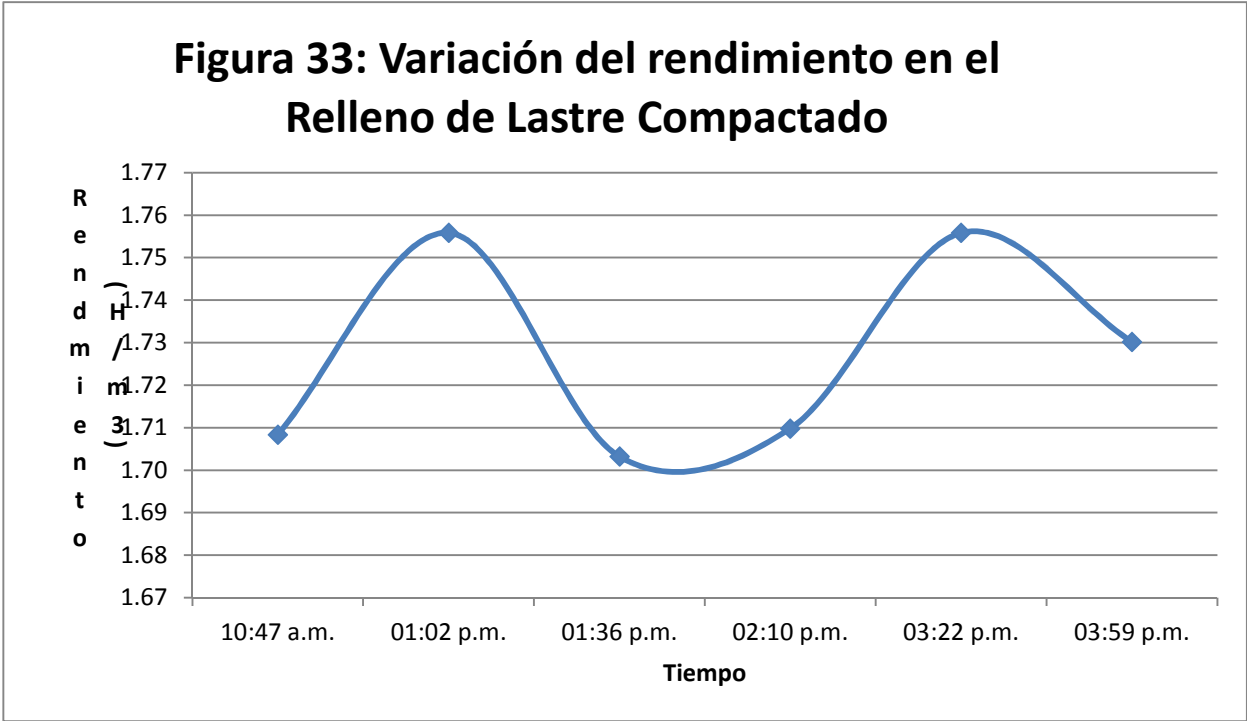


Figura 33: variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 12: COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA

La colocación de malla electro soldada consistió en la colocación de malla electro soldada #2, para evitar las grietas por temperatura en el concreto.

ACTIVIDAD 12: COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA				
CUADRO 99: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de Malla Electrosoldada	Transporte de Malla Electrosoldada	1 Operario 2 Ayudantes	Esmeril, Cinta, Tenaza, Martillo	Malla Electrosoldada, Alambre negro, Regla 1"x2", Clavos
	Corte de Malla Electrosoldada			
	Colocación de Malla Electrosoldada			

Cuadro 99: Sub actividades y recursos usados en actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 100: INFORMACIÓN GENERAL EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA	
ACTIVIDAD 12	COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO Y NUBLADO
DÍA DE SEMANA	SABADO
# TRABAJADORES	3
# MEDICIONES	6
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 100: Información general de actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 101: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
01:25 p.m.	3	3	0	
01:30 p.m.	3	3	0	
01:35 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
01:40 p.m.	3	2	1	AUSENTE
01:45 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
01:50 p.m.	3	1	2	OBSERVANDO
01:55 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
02:00 p.m.	3	2	1	AUSENTE
02:05 p.m.	3	1	2	HABLANDO
02:10 p.m.	3	3	0	
02:15 p.m.	3	3	0	
02:20 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
02:25 p.m.	3	1	2	HABLANDO
02:30 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
02:35 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
02:40 p.m.	3	3	0	
02:45 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
02:50 p.m.	3	3	0	
02:55 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
03:00 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO

CUADRO 101: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
03:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
03:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
03:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
03:20 p.m.	3	2	1	HABLANDO
03:25 p.m.	3	1	2	DESCANSANDO
03:30 p.m.	3	3	0	
03:35 p.m.	3	2	1	AUSENTE
03:40 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
03:45 p.m.	3	1	2	HABLANDO
03:50 p.m.	3	3	0	
03:55 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
TOTAL MINUTOS	405	284	121	
CUADRO 101: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	405	100.00%		
CANTIDAD HT	284	70.24%		
CANTIDAD HNT	121	29.76%		

Cuadro 101: Método de estudio 1. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 102: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA					
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
1	02:50 p.m.	1	0	1	2
2	02:55 p.m.	0	1	1	2
3	03:00 p.m.	1	1	0	2
4	03:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
5	03:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
6	03:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
7	03:20 p.m.	0	1	0	1
8	03:25 p.m.	1	1	1	3
9	03:30 p.m.	1	1	0	2
10	03:35 p.m.	0	1	0	1
11	03:40 p.m.	1	1	1	3
12	03:45 p.m.	1	1	0	2
13	03:50 p.m.	1	0	1	2
14	03:55 p.m.	0	1	1	2
15	04:00 p.m.	1	0	1	2
16	04:05 p.m.	1	1	0	2
17	04:10 p.m.	1	1	1	3
18	04:15 p.m.	1	0	1	2
19	04:20 p.m.	0	1	0	1

CUADRO 102: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA					
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
20	04:25 p.m.	1	1	1	3
21	04:30 p.m.	1	0	0	1
22	04:35 p.m.	1	1	1	3
23	04:40 p.m.	0	1	1	2
24	04:45 p.m.	1	1	1	3
25	04:50 p.m.	1	1	0	2
26	04:55 p.m.	1	1	1	3
27	05:00 p.m.	1	0	1	2
28	05:05 p.m.	1	1	1	3
29	05:10 p.m.	0	1	0	1
30	05:15 p.m.	1	1	1	3
TOTAL MINUTOS		20	21	17	58

CUADRO 102: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	81.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	58.00
EFFECTIVIDAD (%)	71.60%

Cuadro 102: Método de estudio 2. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 103: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO 1	130	35	95	73.08%
AYUDANTE 1	130	30	100	76.92%
AYUDANTE 2	130	50	80	61.54%

Cuadro 103: Eficiencia de cada trabajador en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 104: EFICIENCIA TOTAL EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	390
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	115
TIEMPO TOTAL LABORADO	275
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	70.51%

Cuadro 104: Eficiencia total en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 105: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	70.24%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	71.60%
EFICIENCIA PROMEDIO	70.92%

Cuadro 105: Eficiencia promedio entre métodos de estudio. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 106: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA						
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		TRANSPORTE MALLA ELECTROSOLDADA	CORTE MALLA ELECTROSOLDADA	COLOCACIÓN MALLA ELECTROSOLDADA	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	17	40	34	4	35
	AYUDANTE 1	26	28	22	14	40
	AYUDANTE 2	28	31	15	11	45
	TOTAL	71	99	71	29	120
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	13.08%	30.77%	26.15%	3.08%	26.92%
	AYUDANTE 1	20.00%	21.54%	16.92%	10.77%	30.77%
	AYUDANTE 2	21.54%	23.85%	11.54%	8.46%	34.62%
	TOTAL	18.21%	25.38%	18.21%	7.44%	30.77%

Cuadro 106: Distribución del tiempo por sub actividad. Fuente: Elaboración Propia.

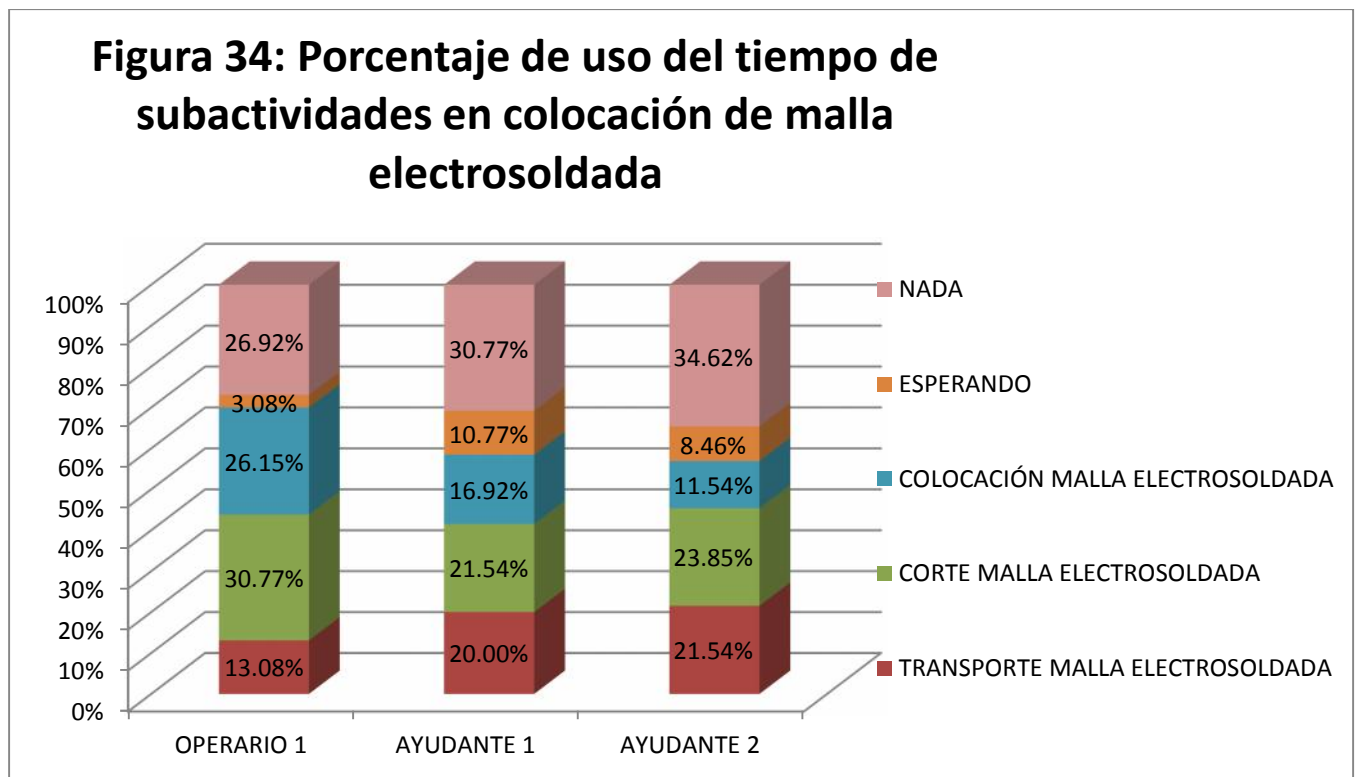


Figura 34: Porcentaje del uso del tiempo por sub actividad. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 35: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en colocación de malla electrosoldada

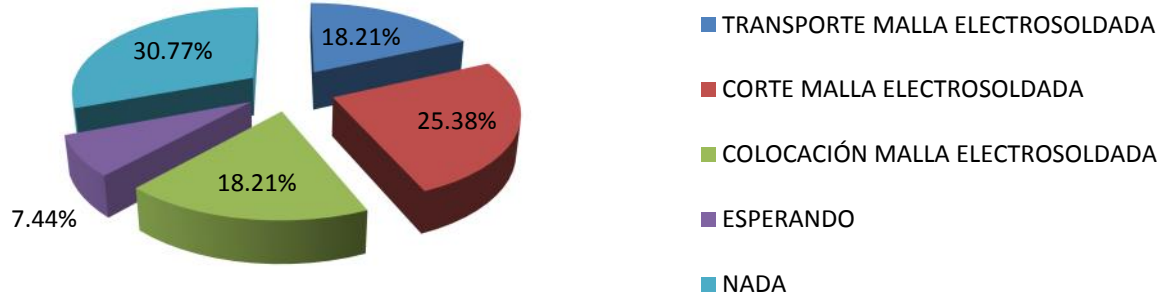


Figura 35: Porcentaje del uso del tiempo total en las sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 107: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en colocación de malla electrosoldada

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6
Trabajadores	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tn (Horas)	0.98	0.50	0.85	0.70	0.62	0.52
Cn (m2)	15.27	8.28	13.79	11.24	9.31	8.11
$R_n = \frac{C_n}{T_n \cdot n}$ (H-H/m2)	0.193	0.181	0.185	0.187	0.199	0.191
$\bar{R} = \frac{\sum R_n}{n}$ (H-H/m2)	0.189					
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (R_n - \bar{R})^2}{n}}$	0.006					
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$ Horas	3.04%					
h.d. (Horas):	11.000					
Café (Horas):	0.250					
Almuerzo (Horas):	0.500					
Café (Horas):	0.250					
Servicio (Horas):	0.250					
Otros (Horas):	0.250					
t.c. (Horas):	1.500					
$f.l. = \frac{t.d. - t.c.}{t.d. + t.c.} \cdot 100$	15.79%					
$R = R(1 \pm FD \pm CV)$	0.219	±	3.04%	hr-hh/m2		

Cuadro 107: Calculo del rendimiento en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 108: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA CON FORME TRASCURRE EL DÍA						
Hora	09:10 a.m.	01:23 p.m.	01:55 p.m.	02:50 p.m.	03:39 p.m.	04:25 p.m.
Rendimiento	0.22	0.21	0.21	0.22	0.23	0.22

Cuadro 108: Variación del rendimiento en la actividad con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

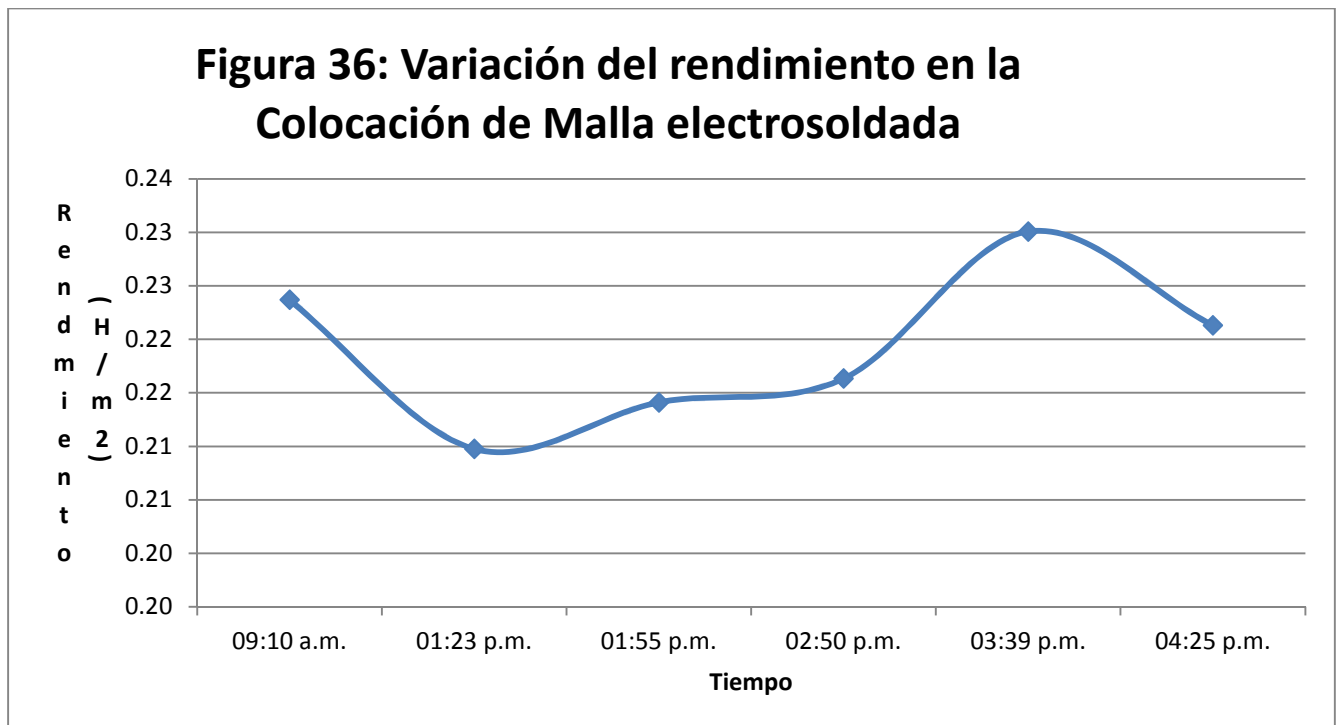


Figura 36: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 13: COLADO DE CONTRAPISO

La actividad colado de contrapiso consistía en el colado de concreto para la realización del contrapiso, para posteriormente preparar el contrapiso para la colocación de cerámica.

ACTIVIDAD 13: COLADO DE CONTRAPISO				
CUADRO 109: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLADO DE CONTRAPISO				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colado de Contrapiso	Transporte de Agregados	1 Operario 2 Ayudantes	Batidora, Vibrador, Pala, Carretillo, Cuchara, Baldes, Cinta, Manguera, Nivel	Cemento, Arena, Piedra, regla 1"x3", Clavos
	Preparación de Concreto			
	Colado de Concreto			
	Codaleo del Concreto			
	Aplanchado de Concreto			

Cuadro 109: Sub actividad y recursos usados en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 110: INFORMACIÓN GENERAL EN COLADO DE CONTRAPISO	
ACTIVIDAD 13	COLADO DE CONTRAPISO
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO Y LLUVIOSO
DIA DE SEMANA	SABADO, LUNES
# TRABAJADORES	3
# MEDICIONES	5
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 110: Información general de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 111: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLADO DE CONTRAPISO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
09:50 a.m.	3	3	0	
09:55 a.m.	3	2	1	DESCANSANDO
10:00 a.m.	3	3	0	
10:05 a.m.	3	1	2	HABLANDO
10:10 a.m.	3	2	1	OBSERVANDO
10:15 a.m.	3	3	0	
10:20 a.m.	3	2	1	OBSERVANDO
10:25 a.m.	3	1	2	HABLANDO
10:30 a.m.	3	3	0	
10:35 a.m.	3	3	0	
10:40 a.m.	3	2	1	DESCANSANDO
10:45 a.m.	3	1	2	HABLANDO
10:50 a.m.	3	3	0	
10:55 a.m.	3	2	1	AUSENTE
11:00 a.m.	3	2	1	HABLANDO
11:05 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	AUSENTE
11:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	AUSENTE
11:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	AUSENTE
11:20 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	AUSENTE
11:25 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	AUSENTE

CUADRO 111: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLADO DE CONTRAPISO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
11:30 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	AUSENTE
11:35 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	AUSENTE
11:40 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	AUSENTE
11:45 a.m.	3	1	2	OBSERVANDO
11:50 a.m.	3	3	0	
11:55 a.m.	3	1	2	DESCANSANDO
12:00 p.m.	3	3	0	
12:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:30 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:35 p.m.	3	2	1	AUSENTE
12:40 p.m.	3	3	0	
12:45 p.m.	3	3	0	
12:50 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
12:55 p.m.	3	3	0	
01:00 p.m.	3	1	2	HABLANDO
01:05 p.m.	3	3	0	
01:10 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
01:15 p.m.	3	3	0	
01:20 p.m.	3	3	0	
TOTAL MINUTOS	420	319	101	
CUADRO 111: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLADO DE CONTRAPISO				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	420	100.00%		
CANTIDAD HT	319	75.86%		
CANTIDAD HNT	101	24.14%		

Cuadro 111: Método de estudio 1. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 112: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLADO DE CONTRAPISO					
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
1	08:25 a.m.	0	1	1	2
2	08:30 a.m.	1	1	0	2
3	08:35 a.m.	1	0	1	2
4	08:40 a.m.	1	1	1	3
5	08:45 a.m.	1	1	1	3
6	08:50 a.m.	1	1	0	2
7	08:55 a.m.	0	0	1	1
8	09:00 a.m.	1	1	0	2

CUADRO 112: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLADO DE CONTRAPISO					
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
9	09:05 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
10	09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
11	09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
12	09:20 a.m.	1	1	1	3
13	09:25 a.m.	1	0	1	2
14	09:30 a.m.	1	1	0	2
15	09:35 a.m.	1	1	1	3
16	09:40 a.m.	0	0	1	1
17	09:45 a.m.	1	1	1	3
18	09:50 a.m.	1	0	1	2
19	09:55 a.m.	1	0	1	2
20	10:00 a.m.	0	1	1	2
21	10:05 a.m.	1	1	1	3
22	10:10 a.m.	1	0	1	2
23	10:15 a.m.	1	1	1	3
24	10:20 a.m.	1	1	1	3
25	10:25 a.m.	1	0	1	2
26	10:30 a.m.	1	1	1	3
27	10:35 a.m.	1	1	1	3
28	10:40 a.m.	0	0	0	0
29	10:45 a.m.	1	1	0	2
30	10:50 a.m.	0	1	1	2
31	10:55 a.m.	1	0	1	2
32	11:00 a.m.	0	1	1	2
33	11:05 a.m.	1	1	1	3
TOTAL MINUTOS		23	20	24	67

CUADRO 112: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLADO DE CONTRAPISO	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	90.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	67.00
EFFECTIVIDAD (%)	74.44%

Cuadro 112: Método de estudio 2. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 113: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN COLADO DE CONTRAPISO				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO 1	145	35	110	75.86%
AYUDANTE 1	145	50	95	65.52%
AYUDANTE 2	145	30	115	79.31%

Cuadro 113: Eficiencia de cada trabajador en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 114: EFICIENCIA TOTAL EN COLADO DE CONTRAPISO	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	435
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	115
TIEMPO TOTAL LABORADO	320
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	73.56%

Cuadro 114: Eficiencia total en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 115: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	75.86%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	74.44%
EFICIENCIA PROMEDIO	75.15%

Cuadro 115: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 116: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN COLADO DE CONTRAPISO								
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		TRANSP. AGREGADOS	PREPARAR CONCRETO	COLADO CONCRETO	CODALEO DE CONCRETO	APLANCHADO DE CONCRETO	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	10	11	37	34	14	9	30
	AYUDANTE 1	36	38	14	3	7	7	40
	AYUDANTE 2	33	41	16	6	9	5	35
	TOTAL	79	90	67	43	30	21	105
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	6.90%	7.59%	25.52%	23.45%	9.66%	6.21%	20.69%
	AYUDANTE 1	24.83%	26.21%	9.66%	2.07%	4.83%	4.83%	27.59%
	AYUDANTE 2	22.76%	28.28%	11.03%	4.14%	6.21%	3.45%	24.14%
	TOTAL	18.16%	20.69%	15.40%	9.89%	6.90%	4.83%	24.14%

Cuadro 116: Distribución del tiempo en las sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 37: Porcentaje de uso del tiempo de subactividades en colado de contrapiso

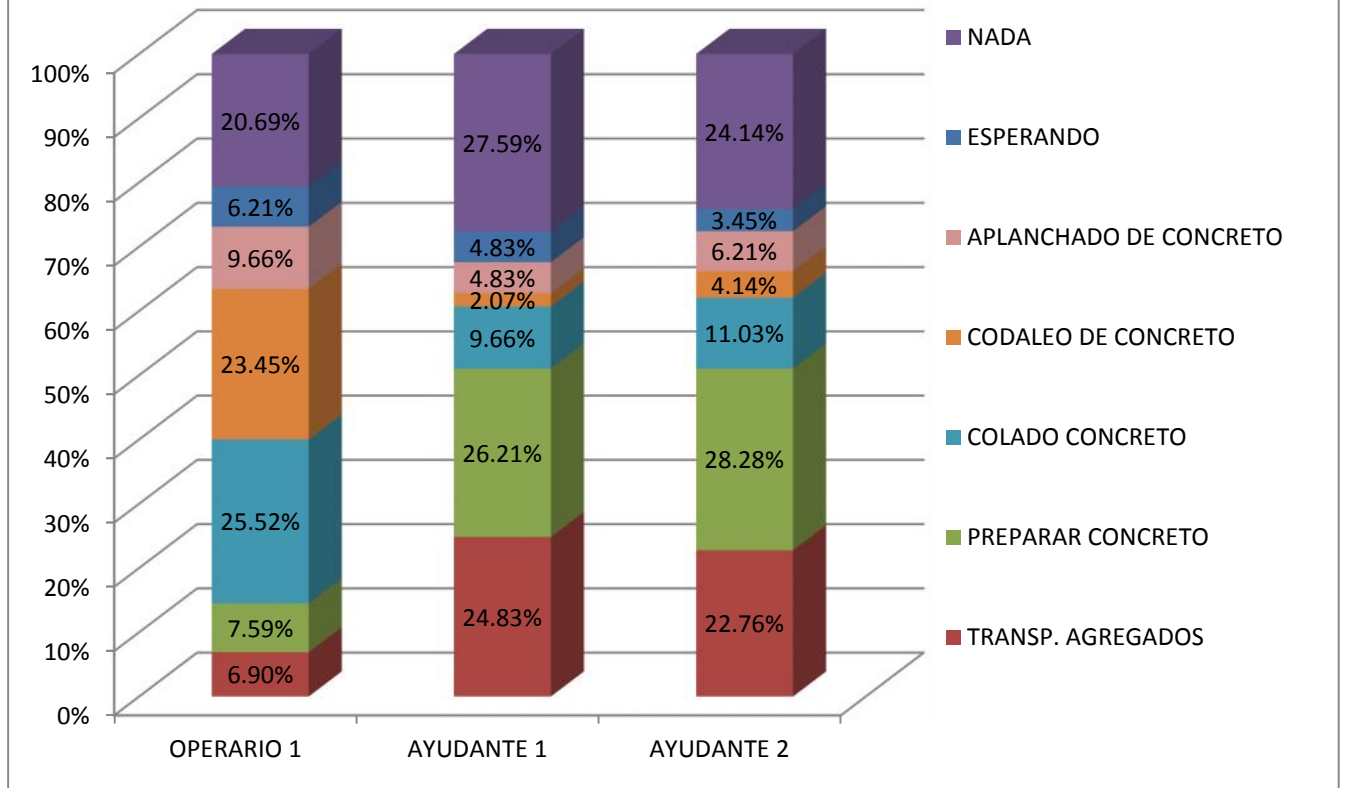


Figura 37: Porcentaje del uso del tiempo en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 38: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en colado de contrapiso

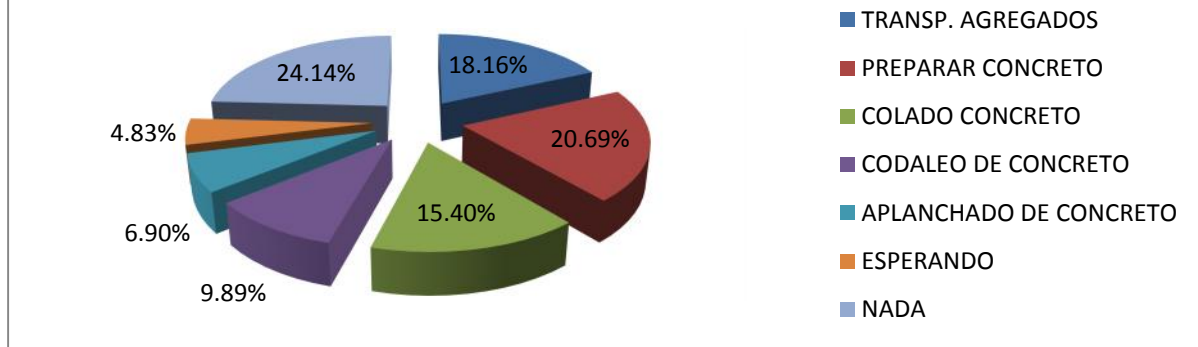


Figura 38: Porcentaje del tiempo total ocupado en cada sub actividad. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 117: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en colado de contrapiso.

MEDICIÓN	1	2	3	4	5
Trabajadores	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tn (Horas)	2.13	1.38	1.42	2.52	1.12
Cn (m3)	1.17	0.74	0.75	1.37	0.63
$Rn = \frac{Cn}{Tn}$ (H-H/m3)	5.452	5.590	5.675	5.513	5.321
$R = \frac{R1 + R2 + R3 + R4 + R5}{n}$ (H-H/m3)	5.510				
$\sigma = \sqrt{\frac{(R1 - R)^2 + (R2 - R)^2 + (R3 - R)^2 + (R4 - R)^2 + (R5 - R)^2}{n}}$	0.120				
$CV = \frac{\sigma}{R} \cdot 100$ (Hora)	2.19%				
h.d. (Horas):	11.000				
Café (Horas):	0.250				
Almuerzo (Horas):	0.500				
Café (Horas):	0.250				
Servicio (Horas):	0.250				
Otros (Horas):	0.250				
t.c. (Horas):	1.500				
$f.i. = \frac{t.c. + 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%				
$R = RCI + FD \pm CV$	6.380	±	2.19%	hr-hh/m3	

Cuadro 117: cálculo del rendimiento de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 118: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN COLADO DE CONTRAPISO CON FORME TRANSCURRE EL DÍA			
Hora	09:50 a.m.	01:39 p.m.	03:20 p.m.
Rendimiento	6.31	6.47	6.57

Cuadro 118: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente. Elaboración Propia.

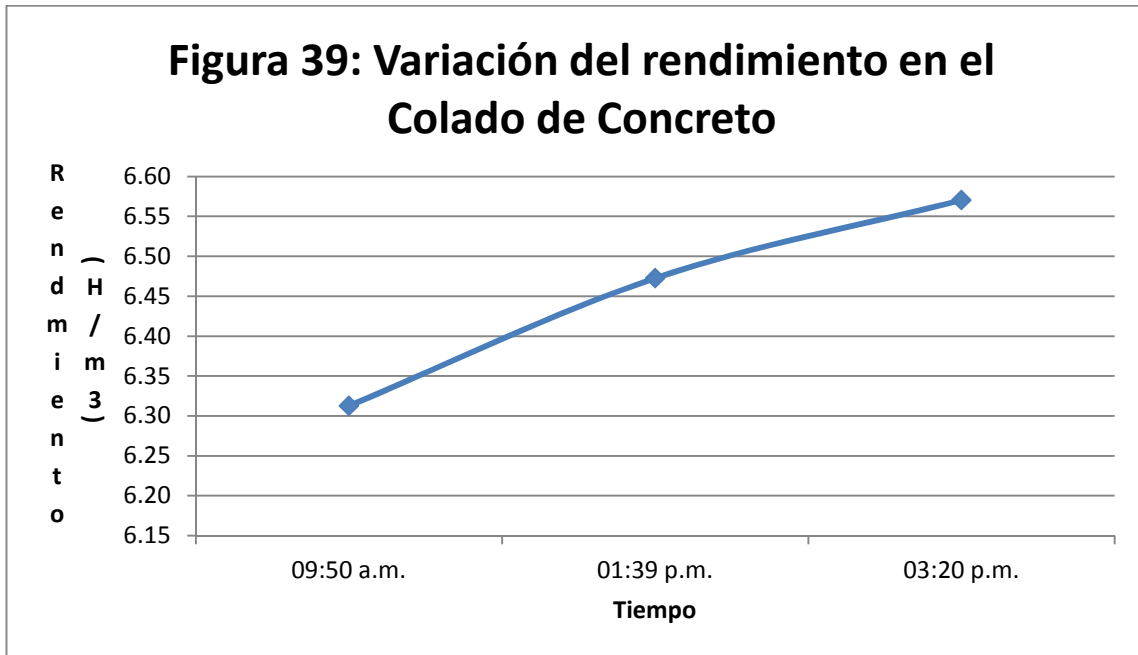


Figura 39: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 14: ACABADO DE CONTRAPISO (APLANCHADO)

La actividad acabado de contrapiso consistía en el aplanchado o repellido del contrapiso para consecutivamente colocar la cerámica.

ACTIVIDAD 14: ACABADO DE CONTRAPISO				
CUADRO 119: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN ACABADO DE CONTRAPISO				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Acabado de Contrapiso	Transporte de Agregados	1 Operario	Pala, Carretillo, Cuchara	Cemento, Arena
	Preparación de Mezcla			
	Colocación de Mezcla			
	Aplanchado de Concreto			

Cuadro 119: Sub actividades y recursos usados en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 120: INFORMACIÓN GENERAL EN ACABADO DE CONTRAPISO	
ACTIVIDAD 14	Acabado de Contrapiso
CLIMA	SOLEADO
# TRABAJADORES	1
# MEDICIONES	4

Cuadro 120: Información general en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 121: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN ACABADO DE CONTRAPISO							
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		TRANSPORTE AGREGADOS	PREPARACIÓN MEZCLA	COLOCACIÓN MEZCLA	APLANCHAR MEZCLA	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	10	11	4	21	2	8
	TOTAL	10	11	4	21	2	8
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	17.86%	19.64%	7.14%	37.50%	3.57%	14.29%
	TOTAL	17.86%	19.64%	7.14%	37.50%	3.57%	14.29%

Cuadro 121: Distribución del uso del tiempo en las sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

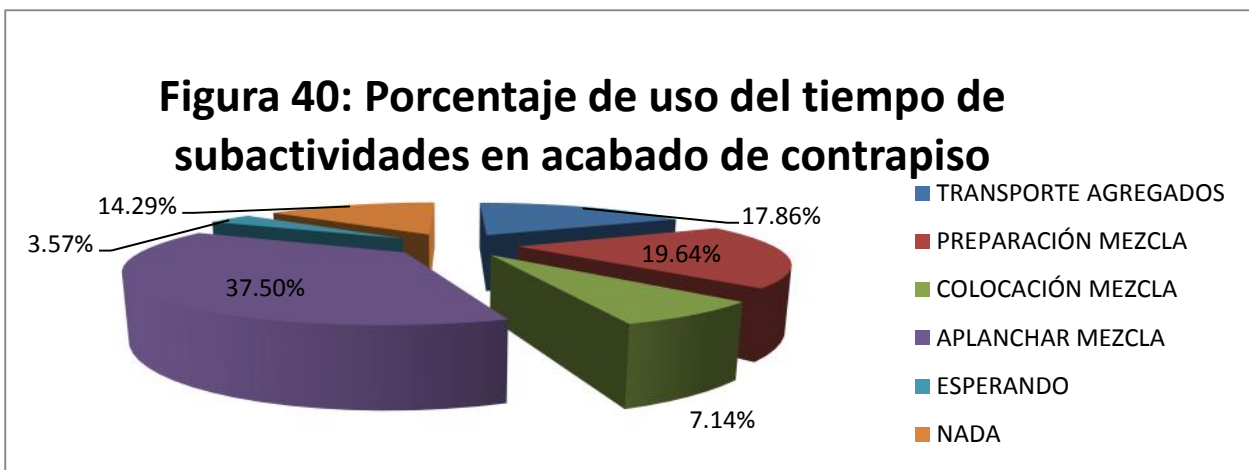


Figura 40: Porcentaje del uso del tiempo en las sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 122: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en acabado de contrapiso

MEDICIÓN	1	2	3	4
Trabajadores	1.00	1.00	1.00	1.00
Tn (Horas)	0.93	0.87	0.30	0.53
Cn (m2)	8.29	6.25	2.20	3.76
$Rn = \frac{Tn \cdot n}{Cn}$ (H-H/m2)	0.113	0.139	0.136	0.142
$\bar{R} = \frac{R1 + \dots + Rn}{nR}$ (H-H/m2)	0.132			
$\sigma = \sqrt{\frac{(R1 - \bar{R})^2 + \dots + (Rn - \bar{R})^2}{nR}}$	0.012			
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	8.77%			
h.d. (Horas):	11.000			
Café (Horas):	0.250			
Almuerzo (Horas):	0.500			
Café (Horas):	0.250			
Servicio (Horas):	0.250			
Otros (Horas):	0.250			
t.c. (Horas):	1.500			
$f.t. = \frac{c + 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%			
$R = R(1 + fD \pm CV)$	0.153	±	8.77%	hr-hh/m2

Cuadro 122: Cálculo de rendimiento de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 123: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN ACABADO DE CONTRAPISO CON FORME TRANSCURRE EL DÍA				
Hora	09:30 a.m.	10:38 a.m.	11:35 a.m.	12:40 p.m.
Rendimiento	0.13	0.16	0.16	0.16

Cuadro 123: Variación del rendimiento de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

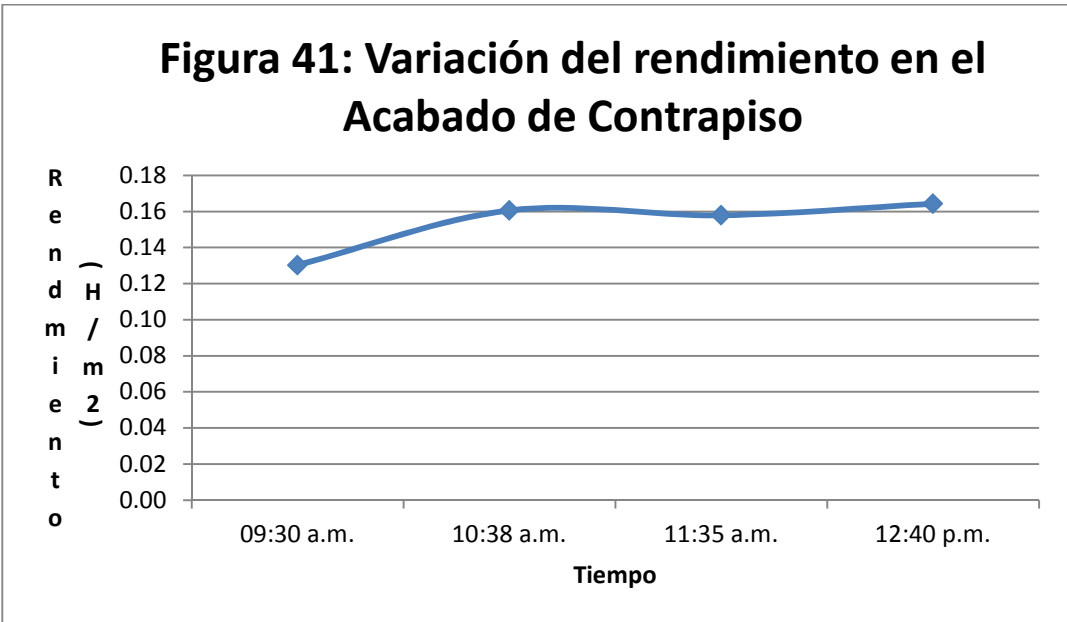


Figura 41: Variación del rendimiento de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 15: ESTRUCTURA DE TECHO

La actividad estructura de techo consistió en la construcción de las cerchas, preparando previamente los tubos de la cercha, limpiándolos y pintándolos. Considerando que los tubos utilizados eran hierro negro.

ACTIVIDAD 15: ESTRUCTURA DE TECHO				
CUADRO 124: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN ESTRUCTURA DE TECHO				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Estructura de Techo	Limpieza de Tubos	1 Soldador 1 Ayudante	Esmeril, Máquina de Soldar, Máscara para Soldar, Martillo, Escuadra, Cinta, Andamio, Escalera, Martillo Cincelado, Cepillo metal	Tubo 4"x4", Soldadura, Varilla #3, Disco para metal, Mecha, Aguarras, Pintura, Lapiz, Brocha, Rodillo
	Pintura de Tubos			
	Transporte de Tubos			
	Medida y Corte de Tubos			
	Soldar Tubos			
	Colocación de Cerchas			
	Retoques de Pintura			

Cuadro 124: Sub actividad y recursos usados en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 125: INFORMACIÓN GENERAL EN ESTRUCTURA DE TECHO	
ACTIVIDAD 15	ESTRUCTURA DE TECHO
ESTADO DELTIEMPO	SOLEADO Y DESPEJADO
DIA DE SEMANA	SABADO, DOMINGO, LUNES
# TRABAJADORES	2
# MEDICIONES	5
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 125: Información general de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 126: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), ESTRUCTURA DE TECHO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
10:35 a.m.	2	2	0	
10:40 a.m.	2	2	0	
10:45 a.m.	2	2	0	
10:50 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
10:55 a.m.	2	2	0	
11:00 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
11:05 a.m.	2	2	0	
11:10 a.m.	2	2	0	
11:15 a.m.	2	0	2	HABLANDO
11:20 a.m.	2	2	0	
11:25 a.m.	2	2	0	
11:30 a.m.	2	2	0	
11:35 a.m.	2	2	0	
11:40 a.m.	2	1	1	AUSENTE

CUADRO 126: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), ESTRUCTURA DE TECHO				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
11:45 a.m.	2	2	0	
11:50 a.m.	2	0	2	HABLANDO
11:55 a.m.	2	2	0	
12:00 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:30 p.m.	2	2	0	
12:35 p.m.	2	1	1	DESCANSANDO
12:40 p.m.	2	2	0	
12:45 p.m.	2	1	1	OBSERVANDO
12:50 p.m.	2	0	2	HABLANDO
12:55 p.m.	2	1	1	AUSENTE
01:00 p.m.	2	2	0	
01:05 p.m.	2	2	0	
01:10 p.m.	2	1	1	OBSERVANDO
01:15 p.m.	2	0	2	HABLANDO
01:20 p.m.	2	2	0	
01:25 p.m.	2	1	1	HABLANDO
01:30 p.m.	2	2	0	
01:35 p.m.	2	0	2	HABLANDO
01:40 p.m.	2	1	1	DESCANSANDO
01:45 p.m.	2	2	0	
01:50 p.m.	2	2	0	
01:55 p.m.	2	2	0	
02:00 p.m.	2	0	2	OBSERVANDO
02:05 p.m.	2	2	0	
02:10 p.m.	2	2	0	
02:15 p.m.	2	1	1	AUSENTE
02:20 p.m.	2	2	0	
TOTAL MINUTOS	390	283	107	
CUADRO 126: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), ESTRUCTURA DE TECHO				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	390	100.00%		
CANTIDAD HT	283	72.50%		
CANTIDAD HNT	107	27.50%		

Cuadro 126: Método de estudio 1. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 127: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN ESTRUCTURA DE TECHO				
# MEDICIÓN	HORA	SOLDADOR 1	AYUDANTE 1	HOMBRES TRABAJANDO
1	08:10 a.m.	1	0	1
2	08:15 a.m.	1	1	2
3	08:20 a.m.	1	1	2
4	08:25 a.m.	0	0	0
5	08:30 a.m.	1	1	2
6	08:35 a.m.	1	1	2
7	08:40 a.m.	1	0	1
8	08:45 a.m.	0	1	1
9	08:50 a.m.	1	1	2
10	08:55 a.m.	1	1	2
11	09:00 a.m.	0	0	0
12	09:05 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
13	09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
14	09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
15	09:20 a.m.	1	1	2
16	09:25 a.m.	1	1	2
17	09:30 a.m.	1	0	1
18	09:35 a.m.	1	1	2
19	09:40 a.m.	1	0	1
20	09:45 a.m.	0	0	0
21	09:50 a.m.	1	1	2
22	09:55 a.m.	0	1	1
23	10:00 a.m.	1	1	2
24	10:05 a.m.	1	0	1
25	10:10 a.m.	1	1	2
26	10:15 a.m.	1	1	2
27	10:20 a.m.	1	0	1
28	10:25 a.m.	1	1	2
29	10:30 a.m.	1	1	2
30	10:35 a.m.	1	1	2
31	10:40 a.m.	0	1	1
32	10:45 a.m.	1	1	2
33	10:50 a.m.	0	0	0
34	10:55 a.m.	1	1	2
35	11:00 a.m.	1	1	2
36	11:05 a.m.	1	1	2
37	11:10 a.m.	0	1	1
38	11:15 a.m.	1	0	1
39	11:20 a.m.	1	1	2
40	11:25 a.m.	1	1	2
41	11:30 a.m.	1	1	2
42	11:35 a.m.	0	0	0
43	11:40 a.m.	1	1	2
44	11:45 a.m.	1	0	1
TOTAL MINUTOS		32	28	60

CUADRO 127: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN ESTRUCTURA DE TECHO	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	82.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	60.00
EFECTIVIDAD (%)	73.17%

Cuadro 127: Método de estudio 2. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 128: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN ESTRUCTURA DE TECHO				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
SOLDADOR 1	200	45	155	77.50%
AYUDANTE 1	200	65	135	67.50%

Cuadro 128: Eficiencia de cada trabajador en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 129: EFICIENCIA TOTAL EN ESTRUCTURA DE TECHO	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	400
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	110
TIEMPO TOTAL LABORADO	290
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	72.50%

Cuadro 129: Eficiencia total en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 130: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	72.50%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	73.17%
EFICIENCIA PROMEDIO	72.84%

Cuadro 130: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 131: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN ESTRUCTURA DE TECHO										
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		LIMPIEZ A TUBOS	PINTURA TUBOS	TRANSP. TUBOS	MEDIR CORTE TUBOS	SOLDAR	COLOC. CERCHAS	RETOQUE PINTURA	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	SOLDADOR 1	4	6	3	27	64	36	7	8	45
	AYUDANTE 1	26	29	8	14	0	36	17	10	60
	TOTAL	30	35	11	41	64	72	24	18	105
PORCENTAJE (%)	SOLDADOR 1	2.00%	3.00%	1.50%	13.50%	32.00%	18.00%	3.50%	4.00%	22.50%
	AYUDANTE 1	13.00%	14.50%	4.00%	7.00%	0.00%	18.00%	8.50%	5.00%	30.00%
	TOTAL	7.50%	8.75%	2.75%	10.25%	16.00%	18.00%	6.00%	4.50%	26.25%

Cuadro 131: Distribución del tiempo en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 41: Porcentaje de uso del tiempo de subactividades en estructura de techo

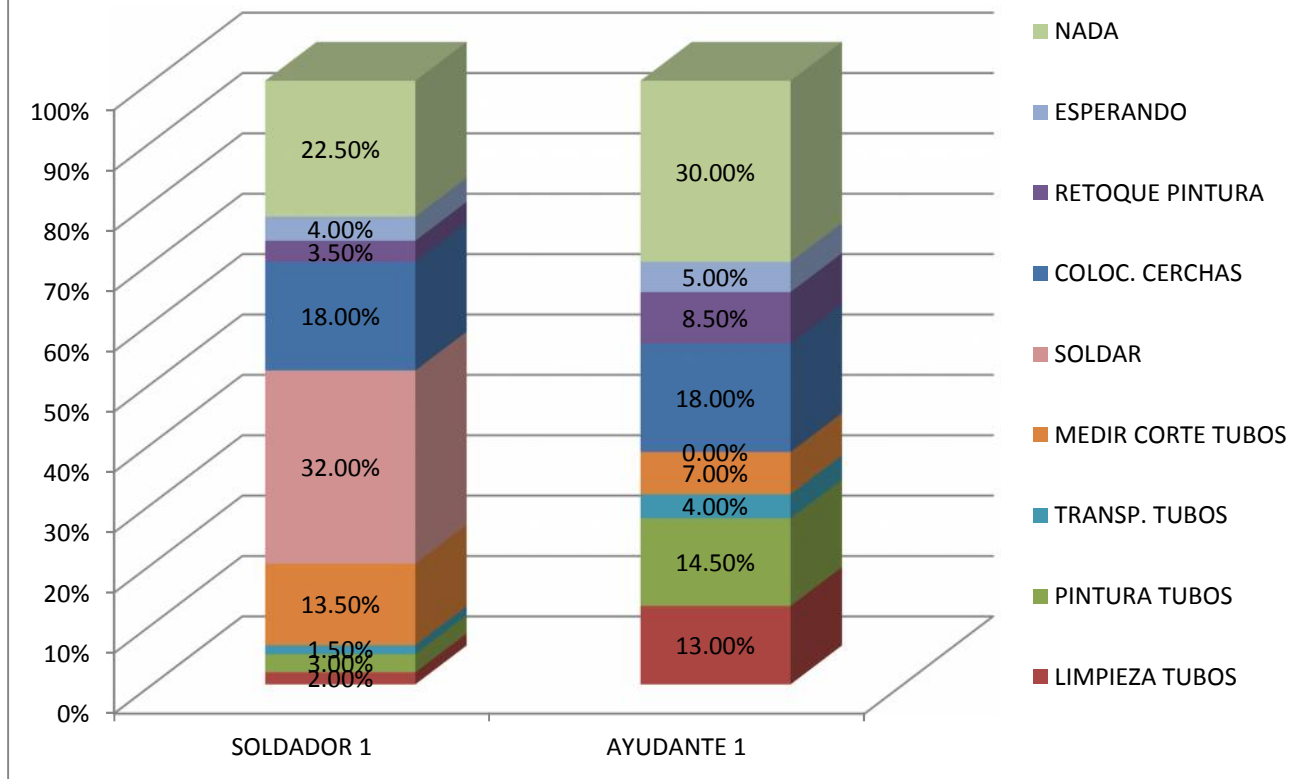


Figura 41: Porcentaje del uso del tiempo en las sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 42: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en estructura de techo

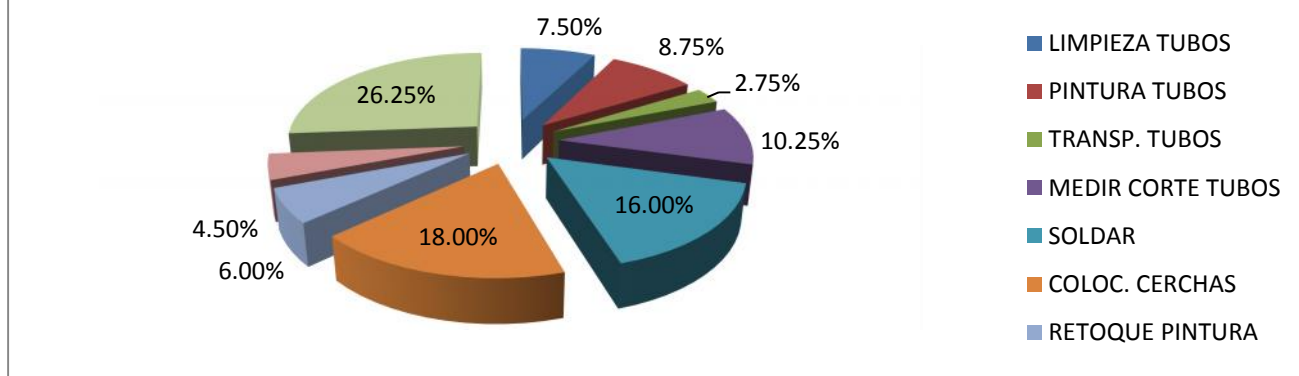


Figura 42: Porcentaje del tiempo total ocupado en las sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 132: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en estructura de techo

MEDICIÓN	1	2	3	4	5
Trabajadores	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Tn (Horas)	4.22	4.10	4.28	4.03	4.15
Cn (m2)	26.93	26.93	26.93	26.93	26.93
$Rn = \frac{Tn \cdot n}{Cn}$ (H-H/m2)	0.313	0.305	0.318	0.300	0.308
$\bar{R} = \frac{R1 + \dots + Rn}{n}$ (H-H/m2)	0.309				
$\sigma = \sqrt{\frac{(R1 - \bar{R})^2 + \dots + (Rn - \bar{R})^2}{n}}$	0.006				
$CV = \frac{\sigma \cdot 100}{\bar{R}}$	2.10%				
h.d. (Horas):	11.000				
Café (Horas):	0.250				
Almuerzo (Horas):	0.500				
Café (Horas):	0.250				
Servicio (Horas):	0.250				
Otros (Horas):	0.250				
t.c. (Horas):	1.500				
$f.l. = \frac{c + 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%				
$R = Rn(1 + f.l.) \pm CV$	0.357	±	2.10%	hr-hh/m2	

Cuadro 132: Calculo del rendimiento en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 133: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN ESTRUCTURA DE TECHO CON FORME TRANSCURRE EL DÍA				
Hora	08:12 a.m.	10:40 a.m.	01:34 p.m.	03:42 p.m.
Rendimiento	0.35	0.36	0.35	0.37

Cuadro 133: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

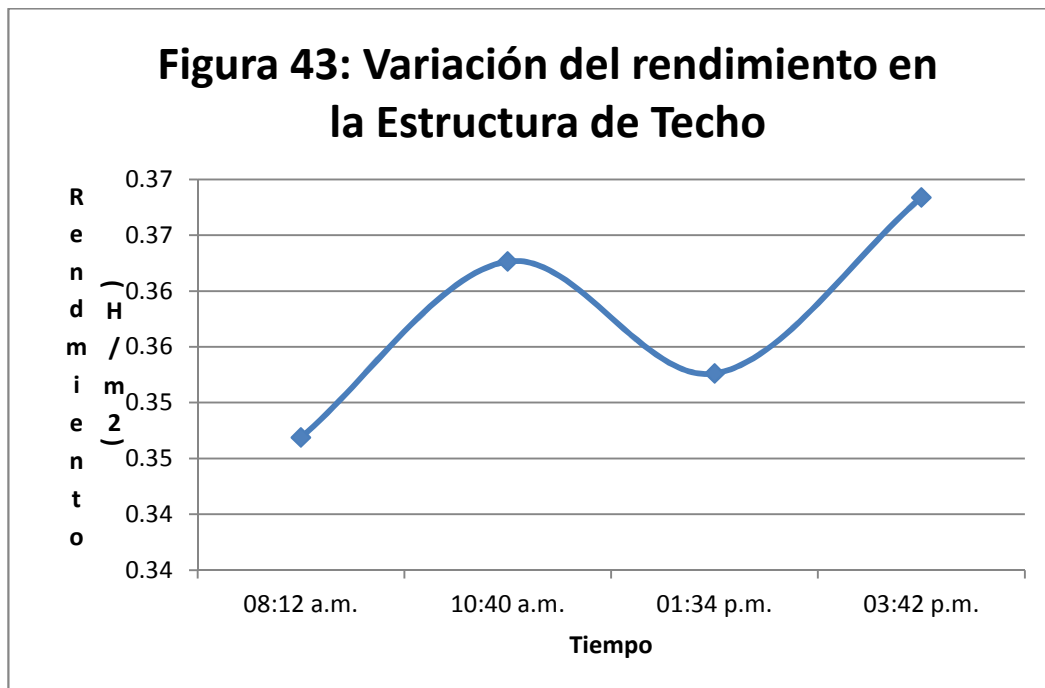


Figura 43: variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 16: CLAVADORES

La colocación de clavadores fue una actividad que consistió en la colocación de RT con su respectivo pie de amigo, con su previa preparación de los RT, limpiándolos y pintándolos.

ACTIVIDAD 16: CLAVADORES				
CUADRO 134: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN CLAVADORES				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Clavadores	Limpieza de RT	1 Soldador 1 Ayudante	Esmeril, Máquina de Soldar, Máscara para Soldar, Martillo, Escuadra, Cinta, Andamio, Escalera, Martillo Cincelado, Cepillo metal	Tubo RT1-16, Soldadura, Varilla #3, Disco para metal, Mecha, Aguarras, Pintura, Lapiz, Brocha, Rodillo
	Pintura de RT			
	Transporte de RT			
	Medida y Corte de RT			
	Colocación de RT			
	Retoques de Pintura			

Cuadro 134: Sub actividades y recursos usados en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 135: INFORMACIÓN GENERAL EN CLAVADORES	
ACTIVIDAD 16	CLAVADORES
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO
DIA DE SEMANA	MIÉRCOLES, JUEVES
# TRABAJADORES	2
# MEDICIONES	7
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 135: Información general en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 136: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), CLAVADORES				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
07:55 a.m.	2	2	0	
08:00 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
08:05 a.m.	2	0	2	OBSERVANDO
08:10 a.m.	2	2	0	
08:15 a.m.	2	2	0	
08:20 a.m.	2	2	0	
08:25 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
08:30 a.m.	2	2	0	
08:35 a.m.	2	2	0	
08:40 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
08:45 a.m.	2	2	0	
08:50 a.m.	2	2	0	
08:55 a.m.	2	0	2	HABLANDO
09:00 a.m.	2	2	0	
09:05 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:20 a.m.	2	2	0	
09:25 a.m.	2	2	0	
09:30 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
09:35 a.m.	2	0	2	HABLANDO
09:40 a.m.	2	2	0	
09:45 a.m.	2	2	0	

CUADRO 136: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), CLAVADORES				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
09:50 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
09:55 a.m.	2	2	0	
10:00 a.m.	2	2	0	
10:05 a.m.	2	2	0	
10:10 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
10:15 a.m.	2	2	0	
10:20 a.m.	2	0	2	HABLANDO
10:25 a.m.	2	2	0	
10:30 a.m.	2	2	0	
10:35 a.m.	2	2	0	
10:40 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
10:45 a.m.	2	2	0	
10:50 a.m.	2	2	0	
10:55 a.m.	2	2	0	
11:00 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
11:05 a.m.	2	2	0	
11:10 a.m.	2	0	2	HABLANDO
11:15 a.m.	2	2	0	
11:20 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
11:25 a.m.	2	2	0	
TOTAL MINUTOS	390	297	93	
CUADRO 136: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), CLAVADORES				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	390	100.00%		
CANTIDAD HT	297	76.25%		
CANTIDAD HNT	93	23.75%		

Cuadro 136: Metodo de estudio 1. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 137: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN CLAVADORES				
# MEDICIÓN	HORA	SOLDADOR 1	AYUDANTE 1	HOMBRES TRABAJANDO
1	11:45 a.m.	0	1	1
2	11:50 a.m.	1	1	2
3	11:55 a.m.	1	0	1
4	12:00 p.m.	1	1	2
5	12:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
6	12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
7	12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
8	12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
9	12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
10	12:30 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
11	12:35 p.m.	1	1	2
12	12:40 p.m.	0	1	1
13	12:45 p.m.	0	1	1

CUADRO 137: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN CLAVADORES				
# MEDICIÓN	HORA	SOLDADOR 1	AYUDANTE 1	HOMBRES TRABAJANDO
14	12:50 p.m.	1	1	2
15	12:55 p.m.	1	1	2
16	01:00 p.m.	1	0	1
17	01:05 p.m.	1	1	2
18	01:10 p.m.	1	1	2
19	01:15 p.m.	1	1	2
20	01:20 p.m.	1	1	2
21	01:25 p.m.	1	1	2
22	01:30 p.m.	1	1	2
23	01:35 p.m.	0	1	1
24	01:40 p.m.	1	1	2
25	01:45 p.m.	1	0	1
26	01:50 p.m.	0	1	1
27	01:55 p.m.	1	1	2
28	02:00 p.m.	1	0	1
29	02:05 p.m.	1	0	1
30	02:10 p.m.	0	1	1
31	02:15 p.m.	1	1	2
32	02:20 p.m.	1	0	1
33	02:25 p.m.	1	1	2
34	02:30 p.m.	0	1	1
35	02:35 p.m.	1	0	1
36	02:40 p.m.	1	1	2
37	02:45 p.m.	1	1	2
38	02:50 p.m.	1	1	2
39	02:55 p.m.	1	0	1
40	03:00 p.m.	1	1	2
41	03:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
42	03:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
43	03:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
44	03:20 p.m.	0	1	1
45	03:25 p.m.	1	1	2
46	03:30 p.m.	1	0	1
47	03:35 p.m.	0	1	1
48	03:40 p.m.	1	1	2
49	03:45 p.m.	1	0	1
50	03:50 p.m.	1	1	2
TOTAL MINUTOS		32	31	63

CUADRO 137: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN CLAVADORES	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	82.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	63.00
EFFECTIVIDAD (%)	76.83%

Cuadro 137: Método de estudio 2. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 138: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN CLAVADORES				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
SOLDADOR 1	200	45	155	77.50%
AYUDANTE 1	200	50	150	75.00%

Cuadro 138: Eficiencia total de cada trabajador en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 139: EFICIENCIA TOTAL EN CLAVADORES	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	400
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	95
TIEMPO TOTAL LABORADO	305
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	76.25%

Cuadro 139: Eficiencia total en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 140: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	76.25%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	76.83%
EFICIENCIA PROMEDIO	76.54%

Cuadro 140: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 141: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN CLAVADORES									
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		LIMPIEZA RT	PINTURA RT	TRANSPORTE RT	MEDICIÓN Y CORTE RT	COLOCAR Y SOLDAR RT	RETOQUE PINTURA	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	SOLDADOR 1	7	22	7	14	76	9	25	40
	AYUDANTE 1	36	48	18	4	24	12	8	50
	TOTAL	43	70	25	18	100	21	33	90
PORCENTAJE (%)	SOLDADOR 1	3.50%	11.00%	3.50%	7.00%	38.00%	4.50%	12.50%	20.00%
	AYUDANTE 1	18.00%	24.00%	9.00%	2.00%	12.00%	6.00%	4.00%	25.00%
	TOTAL	10.75%	17.50%	6.25%	4.50%	25.00%	5.25%	8.25%	22.50%

Cuadro 141: Distribución del tiempo en las sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

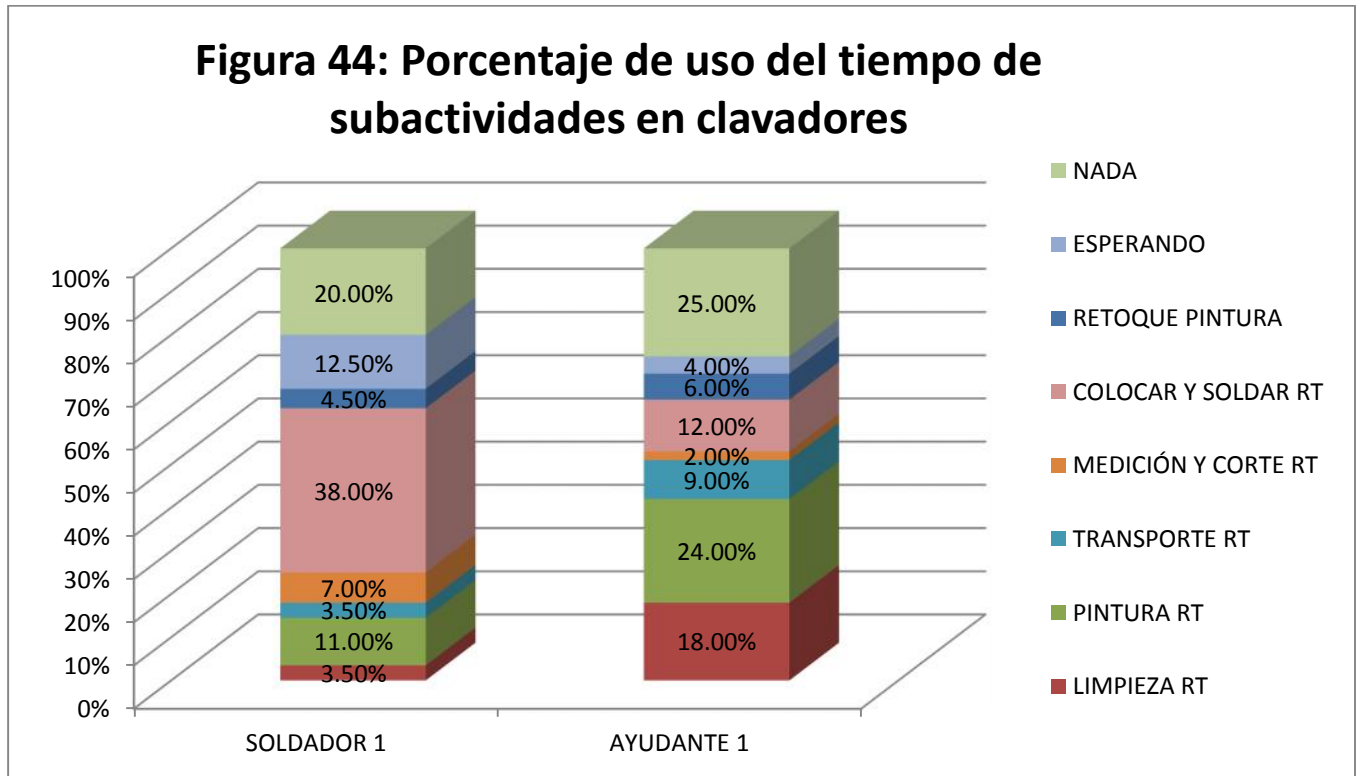


Figura 44: Porcentaje del uso del tiempo en las sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

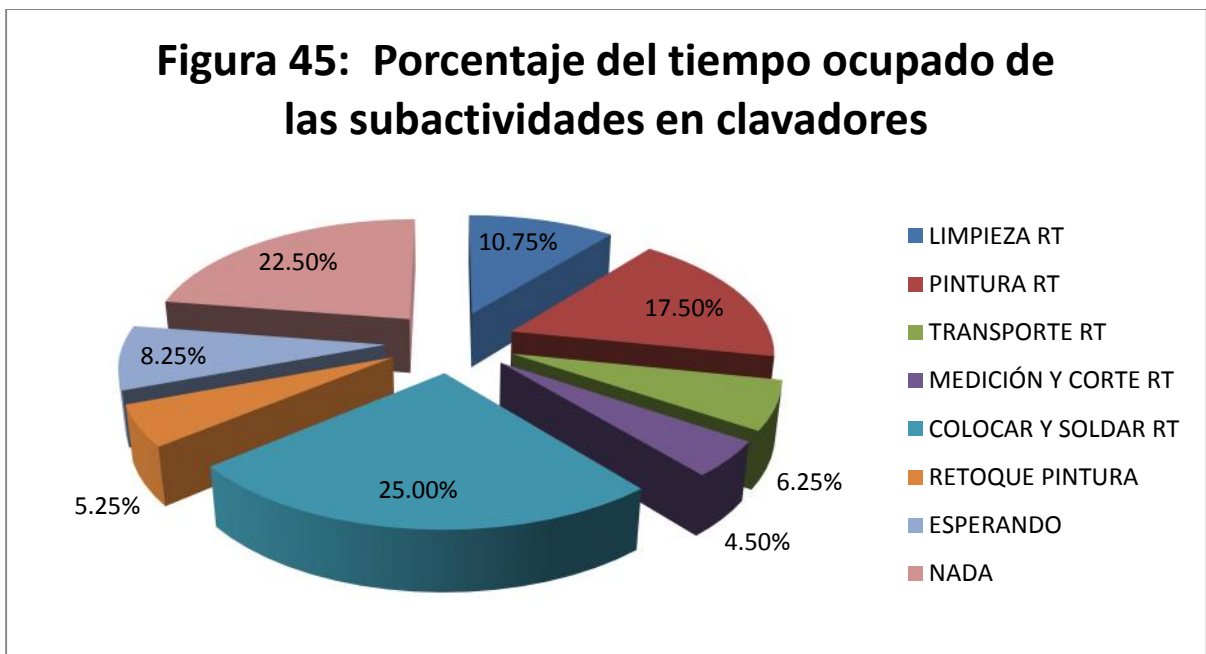


Figura 45: Porcentaje del uso tiempo total en cada sub actividad. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 142: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en clavadores

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7
Trabajadores	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Tn (Horas)	0.37	0.72	0.73	1.35	0.35	0.70	1.18
Cn (ml)	6.50	13.00	13.00	26.00	6.50	13.00	26.00
$R_n = \frac{\sum C_n(t)}{\sum T_n - n}$ (H-H/ml)	0.113	0.110	0.113	0.104	0.108	0.108	0.091
$\bar{R} = \frac{R^1 + R_n}{nR}$ (H-H/ml)	0.107						
$\sigma = \sqrt{\frac{(R^1 - \bar{R})^2 + (R_n - \bar{R})^2}{nR}}$	0.007						
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	6.57%						
h.d. (Horas):	11.000						
Café (Horas):	0.250						
Almuerzo (Horas):	0.500						
Café (Horas):	0.250						
Servicio (Horas):	0.250						
Otros (Horas):	0.250						
t.c. (Horas):	1.500						
$f.l. = \frac{t.c. + 100}{h.d. - t.c.}$	15.79%						
$\frac{f.l.}{R} = \frac{t.c. + 100}{R(h.d. - t.c.)}$	0.123	±	6.57%	hr-hh/ml			

Cuadro 142: cálculo del rendimiento en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 143: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN CLAVADORES CON FORME TRASCURRE EL DÍA							
Hora	07:55 a.m.	08:16 a.m.	09:15 a.m.	09:56 a.m.	10:02 a.m.	10:27 a.m.	11:04 a.m.
Rendimiento	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11

Cuadro 146: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

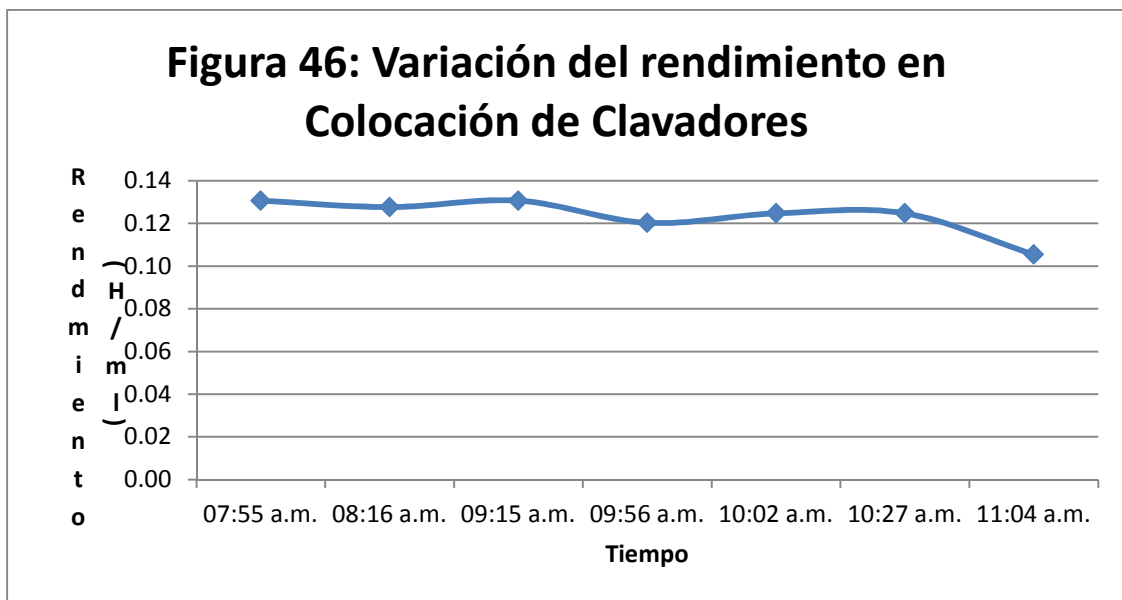


Figura 46: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 17: CUBIERTA

La colocación de la cubierta fue realizada con láminas rectangulares de 2.44cmx1.07cm, realizada en un techo de 2 aguas.

ACTIVIDAD 17: COLOCACIÓN DE CUBIERTA				
CUADRO 147: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLOCACIÓN DE CUBIERTA				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de Cubierta	Transporte de Láminas	1 Operario	Taladro, Nivel, Cinta, Andamio, Escalera, Alicata	Lámina HG #26 103x305cm, Tornillos Techo 6x63mm, Lápiz
	Colocación de Láminas	2 Ayudantes		

Cuadro 147: Sub actividades y recursos usados en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 148: INFORMACIÓN GENERAL EN COLOCACIÓN DE CUBIERTA	
ACTIVIDAD 17	COLOCACIÓN DE CUBIERTA
ESTADO DEL TIEMPO	NUBLADO
DÍA DE SEMANA	JUEVES
# TRABAJADORES	3
# MEDICIONES	10
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 148: Información general en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 149: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN DE CUBIERTA				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
11:25 a.m.	3	3	0	
11:30 a.m.	3	2	1	DESCANSANDO
11:35 a.m.	3	3	0	
11:40 a.m.	3	1	2	HABLANDO
11:45 a.m.	3	3	0	
11:50 a.m.	3	3	0	
11:55 a.m.	3	2	1	AUSENTE
12:00 p.m.	3	3	0	
12:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:30 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO

CUADRO 149: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN DE CUBIERTA				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
12:35 p.m.	3	3	0	
12:40 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
12:45 p.m.	3	3	0	
12:50 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
12:55 p.m.	3	3	0	
01:00 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
01:05 p.m.	3	3	0	
01:10 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
01:15 p.m.	3	1	2	OBSERVANDO
01:20 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
01:25 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
01:30 p.m.	3	3	0	
01:35 p.m.	3	2	1	AUSENTE
01:40 p.m.	3	3	0	
01:45 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
01:50 p.m.	3	1	2	HABLANDO
01:55 p.m.	3	3	0	
02:00 p.m.	3	2	1	DESCANSANDO
02:05 p.m.	3	2	1	OBSERVANDO
02:10 p.m.	3	3	0	
TOTAL MINUTOS	405	318	87	
CUADRO 149: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN DE CUBIERTA				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	405	100.00%		
CANTIDAD HT	318	78.57%		
CANTIDAD HNT	87	21.43%		

Cuadro 149: Método de estudio 1. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 150: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN DE CUBIERTA					
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
1	06:55 a.m.	1	1	1	3
2	07:00 a.m.	1	0	1	2
3	07:05 a.m.	0	1	1	2
4	07:10 a.m.	1	1	1	3
5	07:15 a.m.	1	0	1	2
6	07:20 a.m.	1	1	0	2
7	07:25 a.m.	1	1	1	3
8	07:30 a.m.	1	1	0	2
9	07:35 a.m.	1	1	1	3
10	07:40 a.m.	1	1	1	3
11	07:45 a.m.	0	1	1	2
12	07:50 a.m.	1	0	1	2
13	07:55 a.m.	1	1	1	3
14	08:00 a.m.	1	1	1	3
15	08:05 a.m.	1	0	1	2
16	08:10 a.m.	1	1	1	3
17	08:15 a.m.	1	0	0	1
18	08:20 a.m.	1	1	1	3
19	08:25 a.m.	1	1	1	3
20	08:30 a.m.	1	0	0	1
21	08:35 a.m.	0	1	1	2
22	08:40 a.m.	1	0	1	2
23	08:45 a.m.	1	1	1	3
24	08:50 a.m.	1	1	1	3
25	08:55 a.m.	1	1	1	3
26	09:00 a.m.	1	1	0	2
27	09:05 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
28	09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
29	09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
30	09:20 a.m.	0	1	1	2
31	09:25 a.m.	1	1	1	3
32	09:30 a.m.	1	0	1	2
TOTAL MINUTOS		25	21	24	70

CUADRO 150: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN DE CUBIERTA	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	87.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	70.00
EFECTIVIDAD (%)	80.46%

Cuadro 150: Método de estudio 2. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 151: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN COLOCACIÓN DE CUBIERTA				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO 1	140	20	120	85.71%
AYUDANTE 1	140	40	100	71.43%
AYUDANTE 2	140	25	115	82.14%

Cuadro 151: Eficiencia de cada trabajador en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 152: EFICIENCIA TOTAL EN COLOCACIÓN DE CUBIERTA	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	420
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	85
TIEMPO TOTAL LABORADO	335
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	79.76%

Cuadro 152: Eficiencia total en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 153: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	78.57%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	80.46%
EFICIENCIA PROMEDIO	79.52%

Cuadro 153: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 154: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN COLOCACIÓN DE CUBIERTA					
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		TRANSPORTE DE LÁMINAS	COLOCACIÓN DE LÁMINAS	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	10	98	12	20
	AYUDANTE 1	23	69	8	40
	AYUDANTE 2	26	82	7	25
	TOTAL	59	249	27	85
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	7.14%	70.00%	8.57%	14.29%
	AYUDANTE 1	16.43%	49.29%	5.71%	28.57%
	AYUDANTE 2	18.57%	58.57%	5.00%	17.86%
	TOTAL	14.05%	59.29%	6.43%	20.24%

Cuadro 154: Distribución del tiempo en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

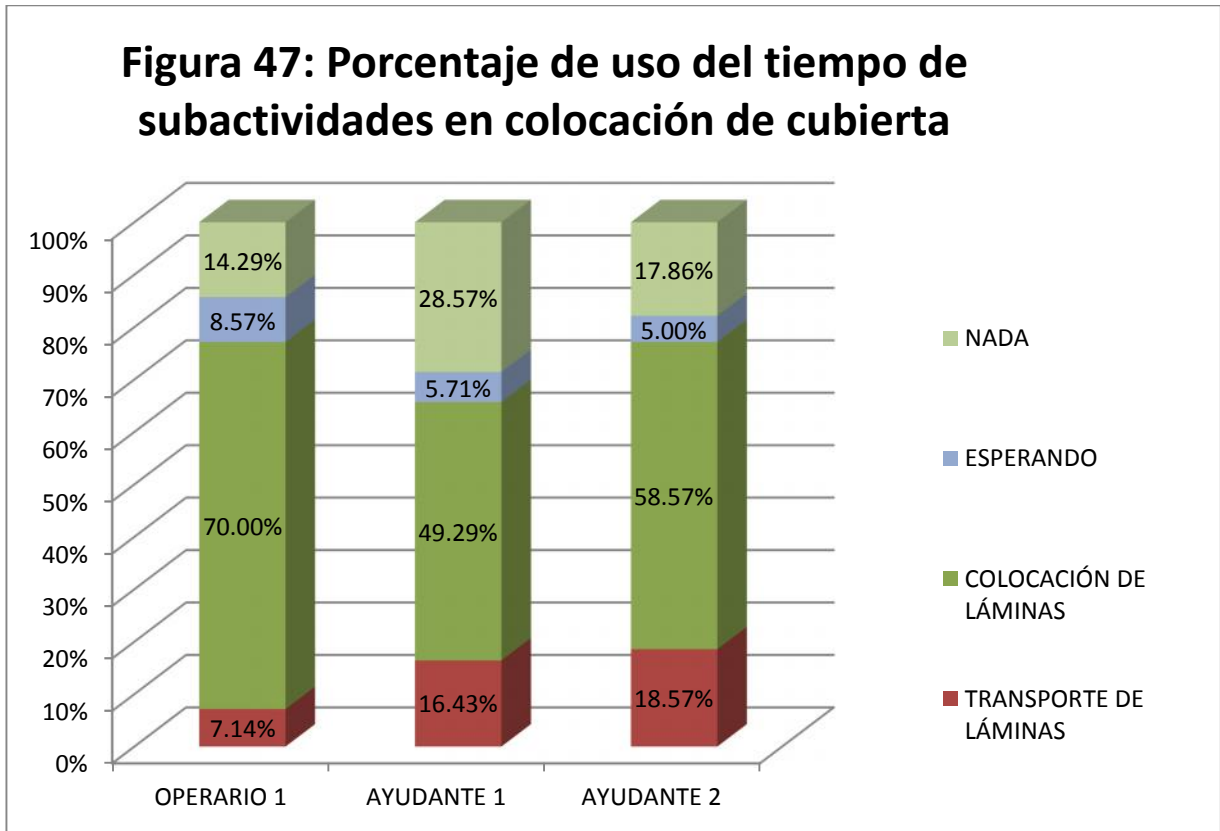


Figura 47: Porcentaje del uso del tiempo en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

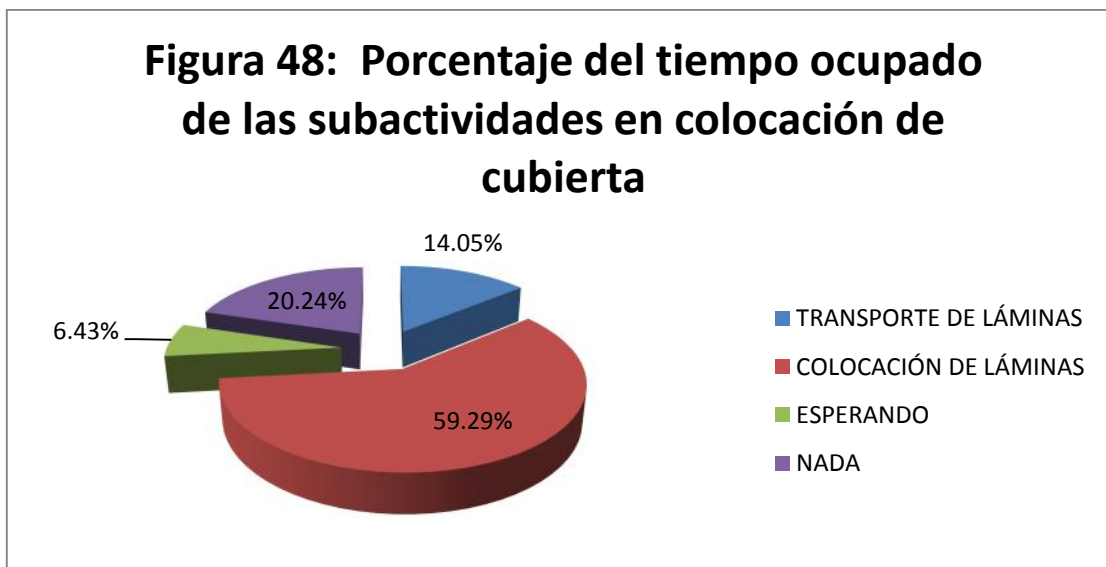


Figura 48: Porcentaje del uso del tiempo total en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 155: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en colocación de cubierta

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Trabajadores	3.00	3.00	4.00	4.00	5.00	4.00	3.00	5.00	4.00	5.00
Tn (Horas)	0.52	0.32	0.08	0.32	0.25	0.08	0.12	0.32	0.35	0.28
Cn (m2)	10.20	7.65	2.55	10.20	10.20	2.55	2.55	12.75	10.20	10.20
$R_n = \frac{T_n}{C_n} \text{ (H-H/m}^2\text{)}$	0.152	0.124	0.131	0.124	0.123	0.131	0.137	0.124	0.137	0.139
$R_n = \frac{\gamma C}{R^1 + nR} + R_n$ $\bar{R} = \frac{R^1 + nR}{n}$	0.132									
$\sigma = \sqrt{\frac{(R^1 - \bar{R})^2 + (R_n - \bar{R})^2}{n}}$	0.009									
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	6.67%									
h.d. (Horas):	11.000									
Café (Horas):	0.250									
Almuerzo (Horas):	0.500									
Café (Horas):	0.250									
Servicio (Horas):	0.250									
Otros (Horas):	0.250									
t.c. (Horas):	1.500									
$f.i. = \frac{t.c.}{h.d.} \cdot 100$	15.79%									
$R = R_n \pm CV$	0.153 ± 6.67% hr-hh/m2									

Cuadro 155: cálculo del rendimiento en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 156: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN COLOCACIÓN DE CUBIERTA CON FORME TRASCURRE EL DÍA										
Hora	11:27 a.m.	11:51 a.m.	12:40 p.m.	12:45 p.m.	01:01 p.m.	01:12 p.m.	01:16 p.m.	01:23 p.m.	01:52 p.m.	02:10 p.m.
Rendimiento	0.18	0.14	0.15	0.14	0.14	0.15	0.16	0.14	0.16	0.16

Cuadro 156: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

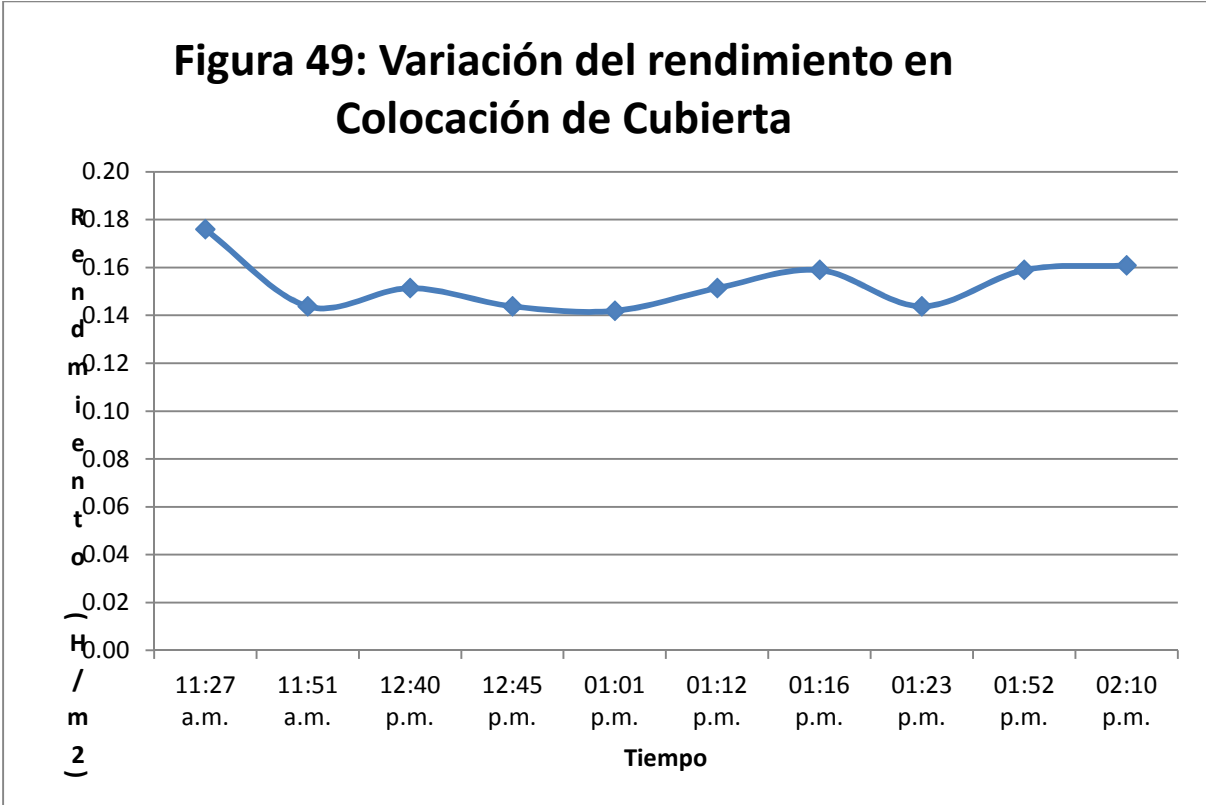


Figura 49: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 18: COLOCACIÓN DE MAXICRIL, CINTA MALLA Y RELLENO DE SISA CON BONDEX

La actividad 18 consistió en la colocación de maxicril para asegurar la adhesión del mortero en la sisa, luego la colocación de malla para evitar las grietas entre la unión entre baldosa y baldosa. Después se rellenaba la sisa con bondex.

ACTIVIDAD 18: COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS				
CUADRO 157: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de Maxicril, Cinta malla y Relleno de Cinta con Bondex	Aplicar Maxicril	2 Operarios	Pala, Carretillo, Cuchara, Llaneta, Espatula	Maxicril, Bondex, Cinta Malla, Brocha, Rodillo
	Preparar Bondex			
	Colocar Bondex			
	Colocar Cinta Malla			
	Rellenar Sisa con Bondex			

Cuadro 157: Sub actividades y recursos usados en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 158: INFORMACIÓN GENERAL EN COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS	
ACTIVIDAD 18	COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS
ESTADO DEL TIEMPO	LLUVIOSO
DÍA DE SEMANA	MIÉRCOLES, JUEVES
# TRABAJADORES	2
# MEDICIONES	5
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 158: Información general de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 159: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
06:40 a.m.	2	2	0	
06:45 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
06:50 a.m.	2	2	0	
06:55 a.m.	2	2	0	
07:00 a.m.	2	2	0	
07:05 a.m.	2	2	0	
07:10 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
07:15 a.m.	2	2	0	
07:20 a.m.	2	0	2	HABLANDO
07:25 a.m.	2	1	1	AUSENTE
07:30 a.m.	2	2	0	
07:35 a.m.	2	2	0	
07:40 a.m.	2	2	0	

CUADRO 159: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
07:45 a.m.	2	0	2	HABLANDO
07:50 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
07:55 a.m.	2	2	0	
08:00 a.m.	2	2	0	
08:05 a.m.	2	2	0	
08:10 a.m.	2	2	0	
08:15 a.m.	2	2	0	
08:20 a.m.	2	0	2	HABLANDO
08:25 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
08:30 a.m.	2	2	0	
08:35 a.m.	2	2	0	
08:40 a.m.	2	2	0	
08:45 a.m.	2	1	1	OBSERVANDO
08:50 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
08:55 a.m.	2	0	2	HABLANDO
09:00 a.m.	2	2	0	
09:05 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:20 a.m.	2	2	0	
09:25 a.m.	2	2	0	
09:30 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
09:35 a.m.	2	2	0	
09:40 a.m.	2	2	0	
09:45 a.m.	2	1	1	AUSENTE
09:50 a.m.	2	2	0	
09:55 a.m.	2	2	0	
10:00 a.m.	2	1	1	DESCANSANDO
10:05 a.m.	2	2	0	
10:10 a.m.	2	2	0	
TOTAL MINUTOS	390	302	88	
CUADRO 159: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	390	100.00%		
CANTIDAD HT	302	77.50%		
CANTIDAD HNT	88	22.50%		

Cuadro 159: Método de estudio 1. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 160: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS

# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	HOMBRES TRABAJANDO
1	11:05 a.m.	1	1	2
2	11:10 a.m.	1	0	1
3	11:15 a.m.	0	1	1
4	11:20 a.m.	1	1	2
5	11:25 a.m.	1	0	1
6	11:30 a.m.	0	1	1
7	11:35 a.m.	1	1	2
8	11:40 a.m.	1	1	2
9	11:45 a.m.	0	1	1
10	11:50 a.m.	1	1	2
11	11:55 a.m.	1	1	2
12	12:00 p.m.	1	0	1
13	12:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
14	12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
15	12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
16	12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
17	12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
18	12:30 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
19	12:35 p.m.	1	1	2
20	12:40 p.m.	1	0	1
21	12:45 p.m.	1	0	1
22	12:50 p.m.	1	0	1
23	12:55 p.m.	1	1	2
24	01:00 p.m.	1	1	2
25	01:05 p.m.	0	0	0
26	01:10 p.m.	1	1	2
27	01:15 p.m.	1	0	1
28	01:20 p.m.	1	1	2
29	01:25 p.m.	1	1	2
30	01:30 p.m.	1	0	1
31	01:35 p.m.	0	1	1
32	01:40 p.m.	1	1	2
33	01:45 p.m.	1	1	2
34	01:50 p.m.	0	1	1
35	01:55 p.m.	1	1	2
36	02:00 p.m.	1	0	1
37	02:05 p.m.	1	1	2
38	02:10 p.m.	1	1	2
39	02:15 p.m.	1	1	2
40	02:20 p.m.	0	1	1
41	02:25 p.m.	1	1	2

CUADRO 160: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS				
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	HOMBRES TRABAJANDO
42	02:30 p.m.	1	1	2
43	02:35 p.m.	1	1	2
44	02:40 p.m.	1	1	2
45	02:45 p.m.	1	1	2
46	02:50 p.m.	0	1	1
47	02:55 p.m.	1	1	2
TOTAL MINUTOS		33	31	64

CUADRO 160: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	82.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	64.00
EFFECTIVIDAD (%)	78.05%

Cuadro 160: Método de estudio 2. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 161: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO 1	200	40	160	80.00%
OPERARIO 2	200	50	150	75.00%

Cuadro 161: Eficiencia de cada trabajador en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 162: EFICIENCIA TOTAL EN COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	400
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	90
TIEMPO TOTAL LABORADO	310
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	77.50%

Cuadro 162: Eficiencia total de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 163: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	77.50%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	78.05%
EFICIENCIA PROMEDIO	77.77%

Cuadro 163: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 164: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS								
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		APLICACIÓN MAXICRIL	PREPARECIÓN BONDEX	COLOCACIÓN BONDEX	COLOCACIÓN CINTA MALLA	RELLENO SISA CON BONDEX	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	23	42	25	21	40	9	40
	OPERARIO 2	16	45	30	15	44	5	45
	TOTAL	39	87	55	36	84	14	85
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	11.50%	21.00%	12.50%	10.50%	20.00%	4.50%	20.00%
	OPERARIO 2	8.00%	22.50%	15.00%	7.50%	22.00%	2.50%	22.50%
	TOTAL	9.75%	21.75%	13.75%	9.00%	21.00%	3.50%	21.25%

Cuadro 164: Distribución del tiempo en cada sub actividad. Fuente: Elaboración Propia.

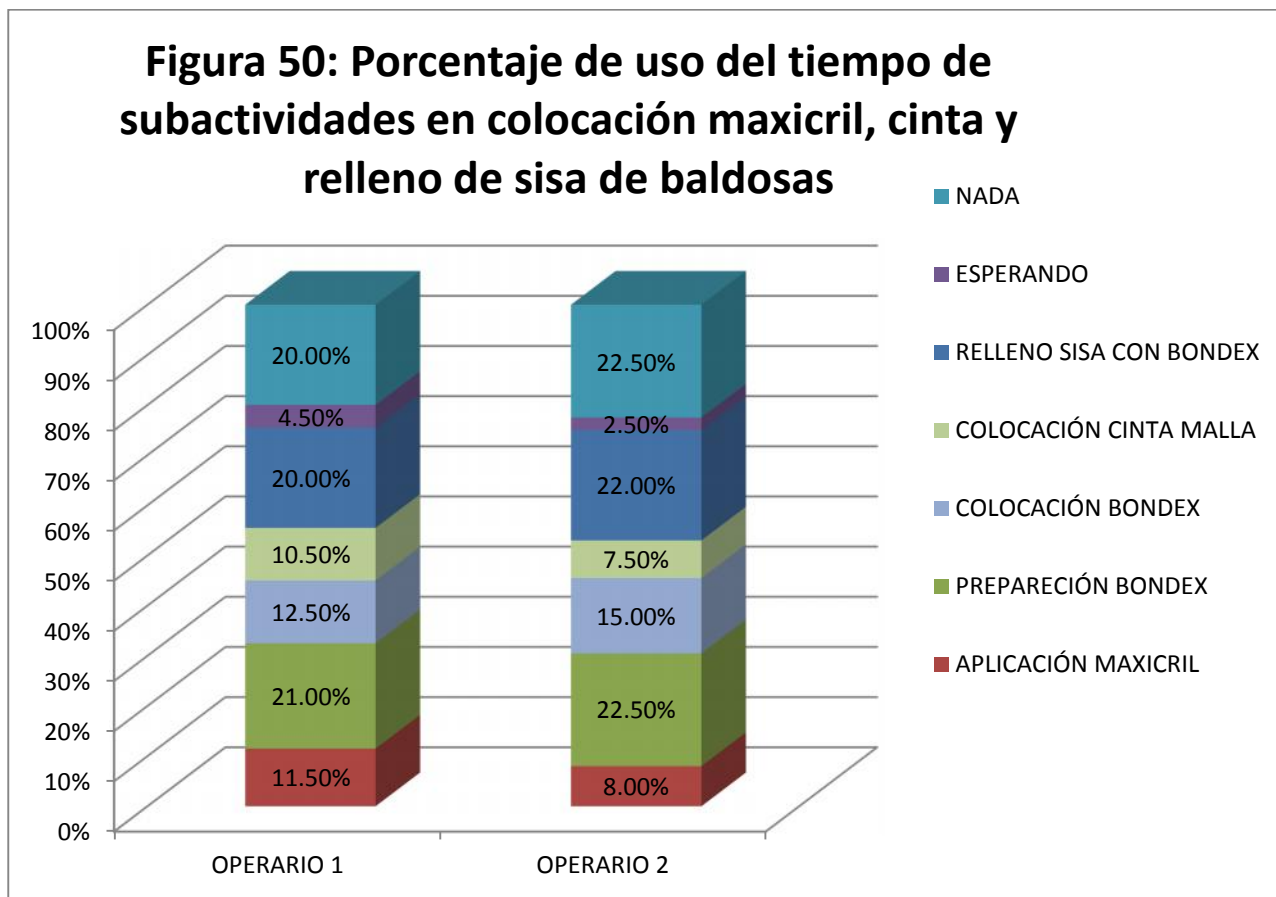


Figura 50: Porcentaje del uso del tiempo en las sub actividades. Fuente: Elaboración Propia.

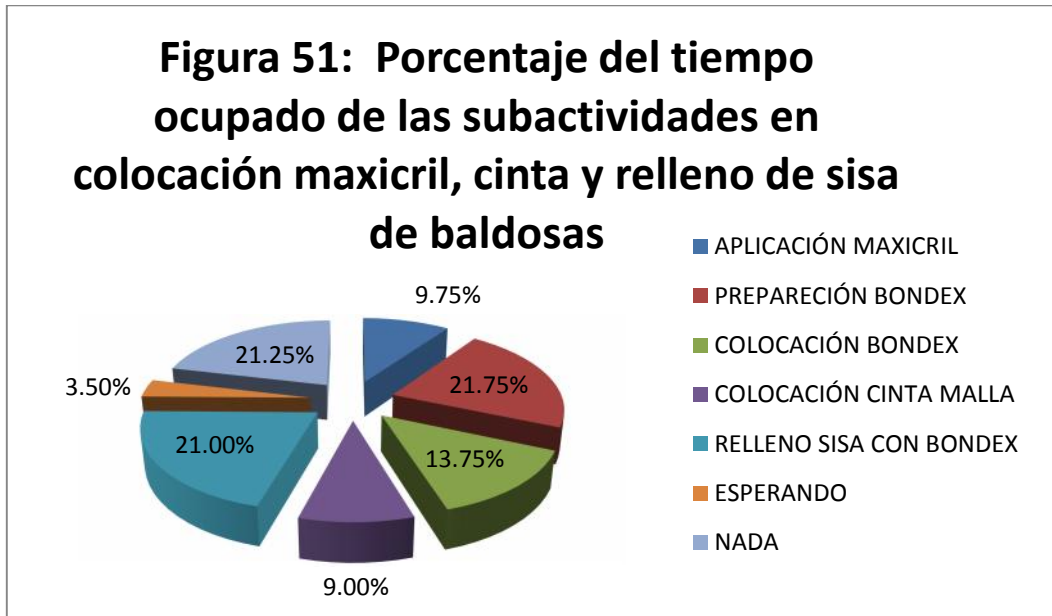


Figura 51: Porcentaje del uso del tiempo total en cada sub actividad. Fuente: Elaboración Propia.

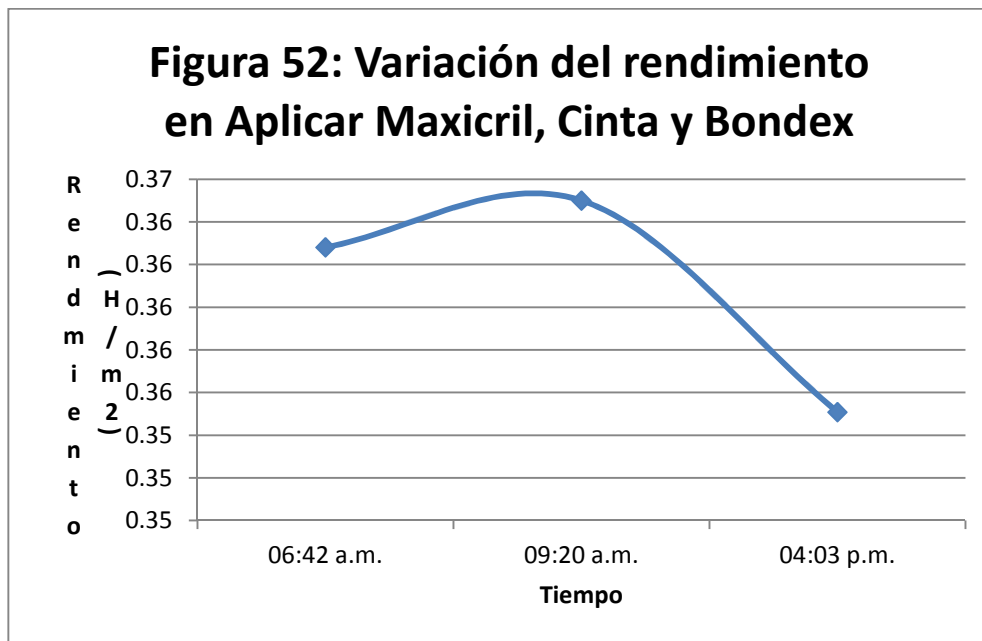
Cuadro 165: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en colocación maxicril, cinta y relleno de sisa de baldosas

MEDICIÓN	1	2	3	4	5
Trabajadores	2.00	1.00	2.00	2.00	2.00
Tn (Horas)	6.00	2.33	2.35	5.95	0.77
Cn (m2)	37.75	7.50	15.00	37.75	5.00
$R_n = \frac{T_n \cdot C_n}{n}$ (H-H/m2)	0.318	0.311	0.313	0.315	0.307
$R = \frac{C_n}{R_1 + nR}$ (H-H/m2)	0.313				
$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - R)^2 + \dots + (R_n - R)^2}{n}}$	0.004				
$CV = \frac{\sigma}{R} \cdot 100$	1.22%				
h.d. (Horas):	11.000				
Café (Horas):	0.250				
Almuerzo (Horas):	0.500				
Café (Horas):	0.250				
Servicio (Horas):	0.250				
Otros (Horas):	0.250				
t.c. (Horas):	1.500				
Otros (Horas)	1.500				
$f.l. = \frac{t.d. - t.c.}{h.}$	15.79%				
$R = R(C_1 + f.l.) \pm CV$	0.362	±	1.22%	hr-hh/m2	

Cuadro 165: Calculo del rendimiento en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 166: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN COLOCACIÓN MAXICRIL, CINTA Y RELLENO DE SISA DE BALDOSAS CON FORME TRASCURRE EL DÍA			
Hora	06:42 a.m.	09:20 a.m.	04:03 p.m.
Rendimiento	0.36	0.37	0.36

Cuadro 166: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.



Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 19: REPELLOS

Esta actividad consistió en la colocación de un mortero para repello premezclado, el cual fue imperplaster.

ACTIVIDAD 19: REPELLOS				
CUADRO 167: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN REPELLOS				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de repellos	Aplicar Maxicril	2 Operarios	Pala, Carretillo, Cuchara, Llaneta, Plancha, Espatula	Maxicril, Mortero Imperplaster, Arena, Cemento
	Preparar Mezcla			
	Pringar Paredes			
	Preparar Mortero			
	Colocar Mortero			
	Codalear Mortero			
	Aplanchar Mortero			

Cuadro 167: Sub actividades y recursos usados en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 168: INFORMACIÓN GENERAL EN REPELLOS	
ACTIVIDAD 19	REPELLOS
ESTADO DEL TIEMPO	SOLEADO
DÍA DE SEMANA	MIÉRCOLES, JUEVES
# TRABAJADORES	2
# MEDICIONES	11
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	AURORA DE HEREDIA

Cuadro 168: Información general de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 169: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), REPELLOS				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
10:25 a.m.	5	5	0	
10:30 a.m.	5	4	1	DESCANSANDO
10:35 a.m.	5	5	0	
10:40 a.m.	5	2	3	HABLANDO
10:45 a.m.	5	3	2	DESCANSANDO
10:50 a.m.	5	4	1	OBSERVANDO
10:55 a.m.	5	2	3	HABLANDO
11:00 a.m.	5	3	2	OBSERVANDO
11:05 a.m.	5	5	0	
11:10 a.m.	5	3	2	HABLANDO
11:15 a.m.	5	4	1	AUSENTE
11:20 a.m.	5	3	2	OBSERVANDO
11:25 a.m.	5	4	1	DESCANSANDO
11:30 a.m.	5	5	0	

CUADRO 169: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), REPELLOS				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
11:35 a.m.	5	4	1	AUSENTE
11:40 a.m.	5	5	0	
11:45 a.m.	5	3	2	OBSERVANDO
11:50 a.m.	5	2	3	HABLANDO
11:55 a.m.	5	4	1	OBSERVANDO
12:00 p.m.	5	5	0	
12:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:30 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	ALMORZANDO
12:35 p.m.	5	4	1	DESCANSANDO
12:40 p.m.	5	4	1	AUSENTE
12:45 p.m.	5	3	2	OBSERVANDO
12:50 p.m.	5	2	3	HABLANDO
12:55 p.m.	5	3	2	OBSERVANDO
01:00 p.m.	5	2	3	HABLANDO
01:05 p.m.	5	4	1	DESCANSANDO
TOTAL MINUTOS	650	467	183	
CUADRO 169: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), REPELLOS.				
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)		
# OBSERVACIONES	650	100.00%		
CANTIDAD HT	467	71.85%		
CANTIDAD HNT	183	28.15%		

Cuadro 169: Método de estudio 1. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 170: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN REPELLOS.							
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3	OPERARIO 4	OPERARIO 5	HOMBRES TRABAJANDO
1	01:35 p.m.	0	1	1	1	0	3
2	01:40 p.m.	1	1	1	0	1	4
3	01:45 p.m.	1	0	0	1	1	3
4	01:50 p.m.	0	1	1	1	1	4

CUADRO 170: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN REPELLOS.							
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	OPERARIO 3	OPERARIO 4	OPERARIO 5	HOMBRES TRABAJANDO
5	01:55 p.m.	1	0	1	0	1	3
6	02:00 p.m.	1	1	1	1	1	5
7	02:05 p.m.	0	0	0	1	1	2
8	02:10 p.m.	1	1	1	0	0	3
9	02:15 p.m.	1	1	1	1	1	5
10	02:20 p.m.	0	0	1	0	1	2
11	02:25 p.m.	1	1	1	1	1	5
12	02:30 p.m.	1	1	0	1	1	4
13	02:35 p.m.	0	1	1	1	0	3
14	02:40 p.m.	1	1	1	1	1	5
15	02:45 p.m.	1	0	1	1	1	4
16	02:50 p.m.	1	1	0	1	1	4
17	02:55 p.m.	0	1	1	0	1	3
18	03:00 p.m.	1	1	1	1	1	5
TOTAL MINUTOS		12	13	14	13	15	67

CUADRO 170: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN REPELLOS.	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	90.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	67.00
EFFECTIVIDAD (%)	74.44%

Cuadro 170: Método de estudio 2. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 171: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN REPELLOS.				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO 1	85	30	55	64.71%
OPERARIO 2	85	25	60	70.59%
OPERARIO 3	85	20	65	76.47%
OPERARIO 4	85	25	60	70.59%
OPERARIO 5	85	15	70	82.35%

Cuadro 171: Eficiencia en cada trabajador en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 172: EFICIENCIA TOTAL EN REPELLOS.	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	425
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	115
TIEMPO TOTAL LABORADO	310
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	72.94%

Cuadro 172: Eficiencia total en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 173: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	71.85%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	74.44%
EFICIENCIA PROMEDIO	73.15%

Cuadro 173: Eficiencia promedio entre métodos. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 174: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN REPELLOS.										
TRABAJADOR/ACTIVIDAD		APLICAR MAXICRIL	PREP. MEZCLA	PRING. PAREDES	PREP. MORTERO	COLOC. MORTERO	CODALEAR MORTERO	APLANCHAR MORTERO	ESPERANDO	NADA
CANTIDAD	OPERARIO 1	13	8	28	1	1	0	0	4	30
	OPERARIO 2	12	1	0	11	23	5	0	8	25
	OPERARIO 3	14	2	0	15	18	4	0	12	20
	OPERARIO 4	10	2	1	14	25	6	0	2	25
	OPERARIO 5	3	0	0	2	3	2	45	15	15
	TOTAL	52	13	29	43	70	17	45	41	115
PORCENTAJE (%)	OPERARIO 1	15.29%	9.41%	32.94%	1.18%	1.18%	0.00%	0.00%	4.71%	35.29%
	OPERARIO 2	14.12%	1.18%	0.00%	12.94%	27.06%	5.88%	0.00%	9.41%	29.41%
	OPERARIO 3	16.47%	2.35%	0.00%	17.65%	21.18%	4.71%	0.00%	14.12%	23.53%
	OPERARIO 4	11.76%	2.35%	1.18%	16.47%	29.41%	7.06%	0.00%	2.35%	29.41%
	OPERARIO 5	3.53%	0.00%	0.00%	2.35%	3.53%	2.35%	52.94%	17.65%	17.65%
	TOTAL	12.24%	3.06%	6.82%	10.12%	16.47%	4.00%	10.59%	9.65%	27.06%

Cuadro 174: Distribución del tiempo en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 53: Porcentaje de uso del tiempo de subactividades en repellos

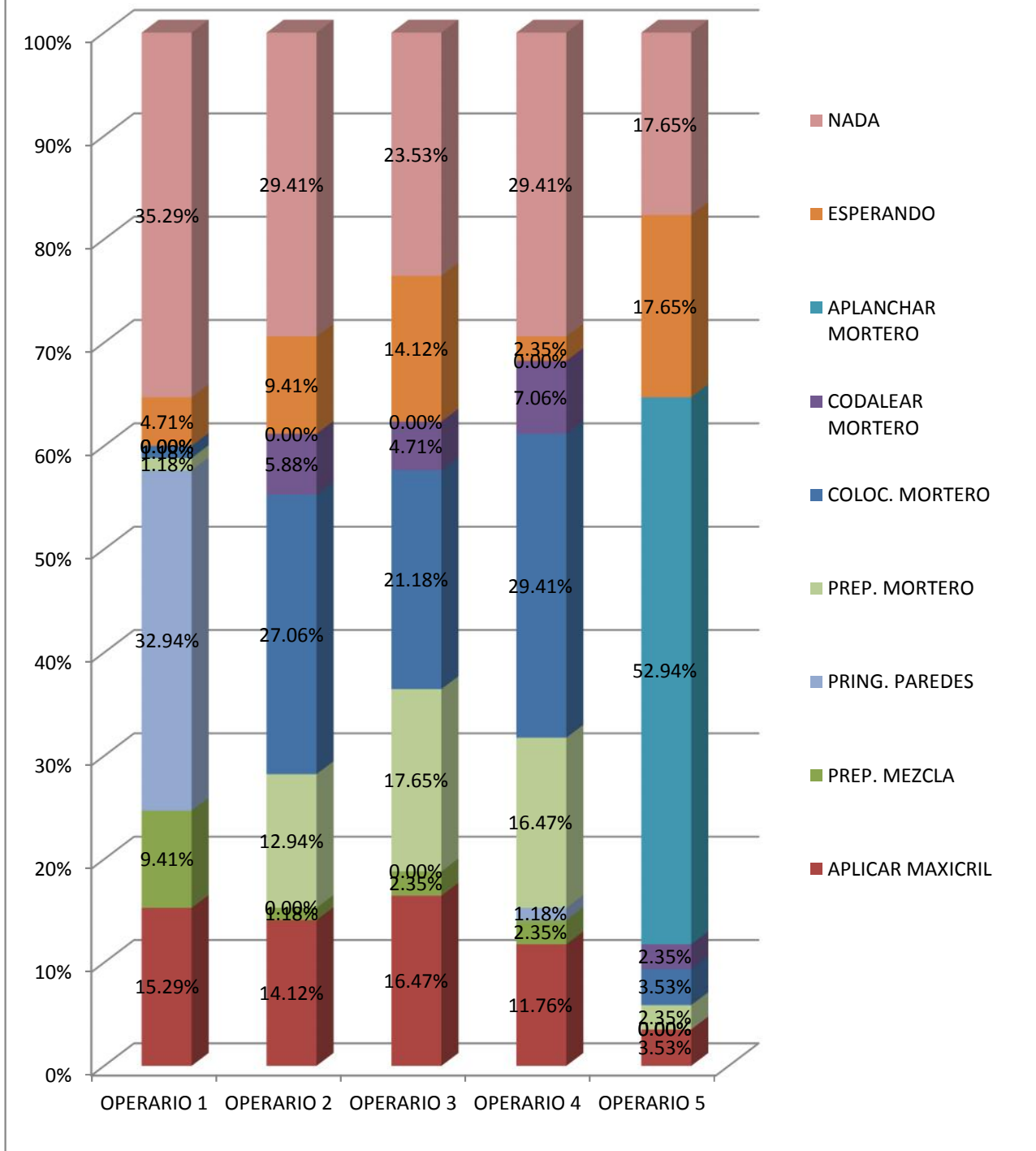


Figura 53: Porcentaje del uso del tiempo en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 54: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en repellos

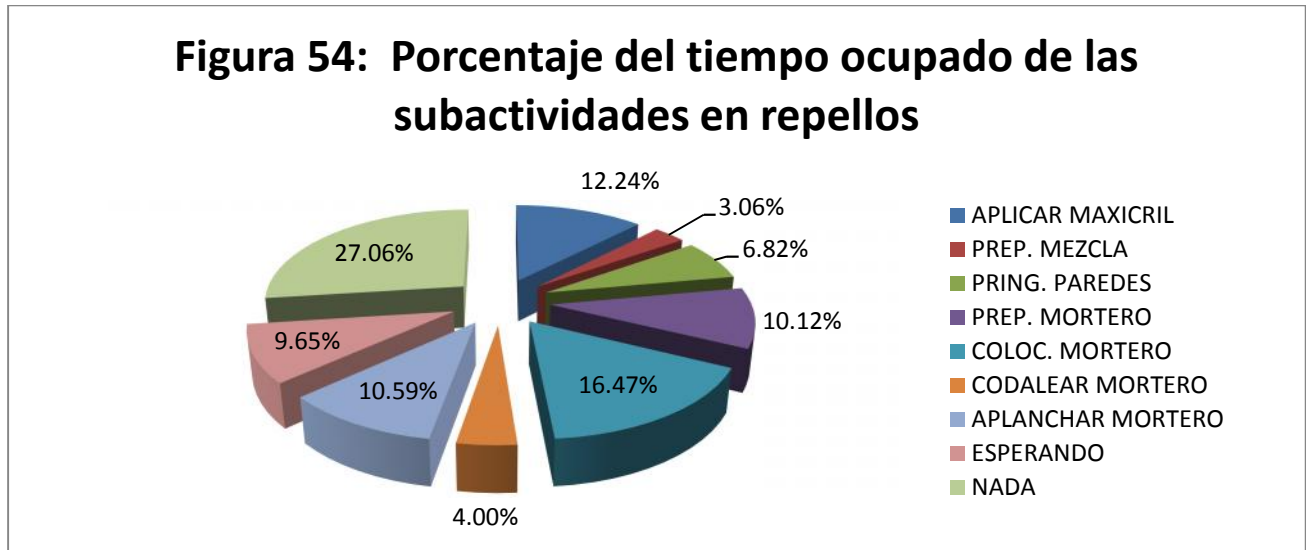


Figura 54: Porcentaje del uso del tiempo total en las subactividades. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 175: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en repellos

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Trabajadores	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Tn (Horas)	0.45	0.50	0.18	0.27	0.18	0.32	0.68	0.70	0.27	0.72	0.63
Cn (m2)	2.15	2.15	0.90	1.36	0.90	1.36	3.40	3.40	1.36	3.40	3.40
$R_n = \frac{C_n}{T_n} \cdot n$ (H-H/m2)	0.448	0.472	0.443	0.435	0.443	0.472	0.440	0.445	0.435	0.450	0.425
$\bar{R} = \frac{\sum R_n}{n}$ (H-H/m2)	0.446										
$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (R_n - \bar{R})^2}{n}}$	0.014										
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	3.07%										
h.d. (Horas):	11.000										
Café (Horas):	0.250										
Almuerzo (Horas):	0.500										
Café (Horas):	0.250										
Servicio (Horas):	0.250										
Otros (Horas):	0.250										
t.c. (Horas):	1.500										
$f.i. = \frac{t.c.}{h.d.} \cdot 100$	15.79%										
$R = R_c \pm FD \pm CV$	0.517 ± 3.07% hr-hh/m2										

Cuadro 175: cálculo del rendimiento en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 176: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN REPellos CON FORME TRASCURRE EL DÍA											
Hora	10:27 a.m.	10:40 a.m.	11:04 a.m.	11:14 a.m.	11:31 a.m.	11:39 a.m.	11:41 a.m.	01:06 p.m.	01:08 p.m.	01:36 p.m.	01:44 p.m.
Rendimiento	0.52	0.55	0.51	0.50	0.51	0.55	0.51	0.52	0.50	0.52	0.49

Cuadro 176: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

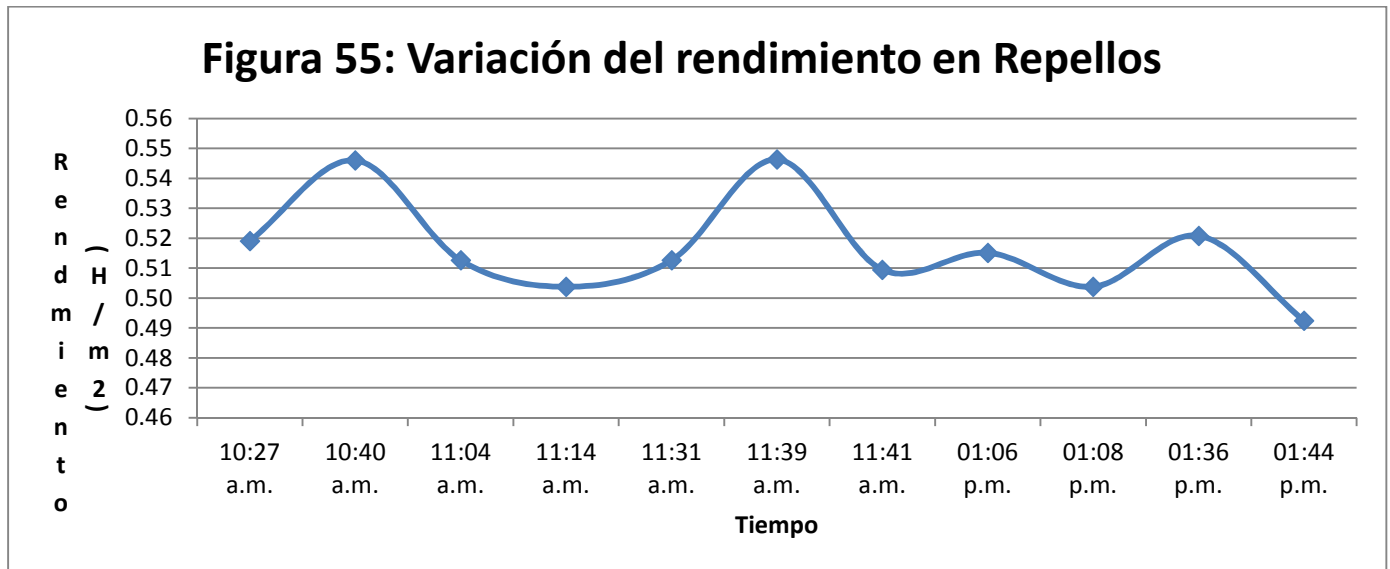


Figura 55: Variación del rendimiento con forme transcurre el día. Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD 20: CERAMICA

Esta actividad consistió en la pega del piso escogido, usando un mortero de pega premezclado (Bondex plus), para posteriormente colocarle la fragua.

ACTIVIDAD 20: CERAMICA				
CUADRO 177: SUBACTIVIDADES Y RECURSOS USADOS EN CERAMICA				
ACTIVIDAD	SUBACTIVIDAD	RECURSOS USADOS		
		HUMANO	EQUIPO	MATERIAL
Colocación de Cerámica	Nivelación de Piso	2 Operarios;	Pala, Carretillo, Cuchara, Llaneta, Cortadora cerámica, Cinta, Mazo de Hule	Piso cerámica, Bondex, Fragua, Separadores,
	Preparación de Bondex			
	Colocación de Cerámica	2 Ayudantes		
	Relleno de sisa con fragua			

Cuadro 177: Subactividades y recursos usados en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 178: INFORMACIÓN GENERAL EN CERAMICA	
ACTIVIDAD 20	COLOCACIÓN CERAMICA
ESTADO DELTIEMPO	NUBLADO
DIA DE SEMANA	MIERCOLES,JUEVES
# TRABAJADORES	4
# MEDICIONES	13
UBICACIÓN GEOGRÁFICA	GUAPILES DE LIMON

Cuadro 178: Información general de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 179: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), CERAMICA				
HORA	NUMERO DE TRABAJADORES	NUMERO DE TRABAJADORES TRABAJANDO	NUMERO DE TRABAJADORES NO TRABAJANDO	OBSERVACIONES
08:55 a.m.	4	4	0	
09:00 a.m.	4	3	1	DESCANSANDO
09:05 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:10 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:15 a.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	CAFÉ
09:20 a.m.	4	2	2	HABLANDO
09:25 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO
09:30 a.m.	4	4	0	
09:35 a.m.	4	3	1	AUSENTE
09:40 a.m.	4	4	0	
09:45 a.m.	4	2	2	OBSERVANDO
09:50 a.m.	4	2	2	OBSERVANDO
09:55 a.m.	4	4	0	
10:00 a.m.	4	2	2	HABLANDO
10:05 a.m.	4	2	2	DESCANSANDO
10:10 a.m.	4	4	0	
10:15 a.m.	4	3	1	OBSERVANDO
10:20 a.m.	4	2	2	HABLANDO
10:25 a.m.	4	4	0	
10:30 a.m.	4	3	1	DESCANSANDO
10:35 a.m.	4	2	2	HABLANDO
10:40 a.m.	4	4	0	
TOTAL MINUTOS	420	274	91	

CUADRO 179: MUESTREO DE TRABAJO 1 (WORK SAMPLING), CERAMICA		
	CANTIDAD	PORCENTAJE (%)
# OBSERVACIONES	420	100.00%
CANTIDAD HT	274	65.34%
CANTIDAD HNT	91	21.78%

Cuadro 179: Método de estudio 1. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 180: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN CERAMICA						
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
1	11:05 a.m.	1	0	0	1	2
2	11:10 a.m.	1	1	0	0	2
3	11:15 a.m.	0	0	1	1	2
4	11:20 a.m.	1	1	1	0	3
5	11:25 a.m.	0	1	0	1	2
6	11:30 a.m.	1	1	1	1	4
7	11:35 a.m.	1	1	0	0	2
8	11:40 a.m.	1	0	1	1	3
9	11:45 a.m.	0	1	0	0	1
10	11:50 a.m.	1	1	1	1	4
11	11:55 a.m.	1	1	0	0	2
12	12:00 p.m.	0	0	1	1	2
13	12:05 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
14	12:10 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
15	12:15 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
16	12:20 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
17	12:25 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
18	12:30 p.m.	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN	FUERA DE MEDICIÓN
19	12:35 p.m.	1	1	0	1	3
20	12:40 p.m.	0	1	1	1	3
21	12:45 p.m.	0	1	1	1	3
22	12:50 p.m.	1	0	1	0	2

CUADRO 180: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN CERAMICA						
# MEDICIÓN	HORA	OPERARIO 1	OPERARIO 2	AYUDANTE 1	AYUDANTE 2	HOMBRES TRABAJANDO
23	12:55 p.m.	1	1	1	1	4
24	01:00 p.m.	0	1	0	0	1
25	01:05 p.m.	1	1	1	1	4
26	01:10 p.m.	1	1	1	0	3
27	01:15 p.m.	1	0	0	1	2
28	01:20 p.m.	0	1	1	1	3
TOTAL MINUTOS		14	16	13	14	57

CUADRO 180: METODO DE ESTUDIO FIVE MINUTES RATING, CADA 5 MINUTOS EN CERAMICA	
DATO	CANTIDAD
UNIDAD DE HOMBRES	88.00
UNIDAD EFECTIVA DE HOMBRES	57.00
EFFECTIVIDAD (%)	64.77%

Cuadro 180: Método de estudio 2. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 181: EFICIENCIA DE CADA TRABAJADOR EN CERAMICA				
TRABAJADOR	TIEMPO TOTAL	TIEMPO NO LABORADO	TIEMPO LABORADO	% EFICIENCIA
OPERARIO 1	105	40	65	61.90%
OPERARIO 2	105	30	75	71.43%
AYUDANTE 1	105	45	60	57.14%
AYUDANTE 2	105	40	65	61.90%

Cuadro 181: Eficiencia de cada trabajador en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 182: EFICIENCIA TOTAL EN CERAMICA	
ITEM	CANTIDAD
TIEMPO TOTAL	420
TIEMPO TOTAL NO LABORADO	155
TIEMPO TOTAL LABORADO	265
PORCENTAJE TOTAL EFICIENCIA PROCESO	63.10%

Cuadro 182: Eficiencia total en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 183: EFICIENCIA PROMEDIO ENTRE METODOS (WORK SAMPLING Y FIVE MINUTES RATING)	
ITEM	PORCENTAJE PROMEDIO (%)
MUESTREO DE TRABAJO METODO 1	65.34%
MUESTREO DE TRABAJO METODO 2	64.77%
EFICIENCIA PROMEDIO	65.06%

Cuadro 183: Eficiencia promedio entre métodos de estudio. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 184: DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO POR SUBACTIVIDADES EN CERAMICA									
TRABAJADOR/ACTIVIDAD	NIVELACIÓN DE PISO	PREPARACIÓN DE BONDEX	COLOCACIÓN DE CERAMICA	PREPARACIÓN DE FRAGUA	RELLENO DE SISAS CON FRAGUA	ESPERANDO	NADA		
OPERARIO 1	14	4	41	3	5	3	35		
OPERARIO 2	8	7	32	11	14	8	25		
AYUDANTE 1	22	14	12	8	16	8	25		
AYUDANTE 2	27	7	8	5	21	2	35		
TOTAL	71	32	93	27	56	21	120		
OPERARIO 1	13.33%	3.81%	39.05%	2.86%	4.76%	2.86%	33.33%		
OPERARIO 2	7.62%	6.67%	30.48%	10.48%	13.33%	7.62%	23.81%		
AYUDANTE 1	20.95%	13.33%	11.43%	7.62%	15.24%	7.62%	23.81%		
AYUDANTE 2	25.71%	6.67%	7.62%	4.76%	20.00%	1.90%	33.33%		
TOTAL	16.90%	7.62%	22.14%	6.43%	13.33%	5.00%	28.57%		
PORCENTA JE (%)									

Cuadro 184: Distribución del tiempo por subactivades de cada trabajador. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 56: Porcentaje de uso del tiempo de subactividades en cerámica

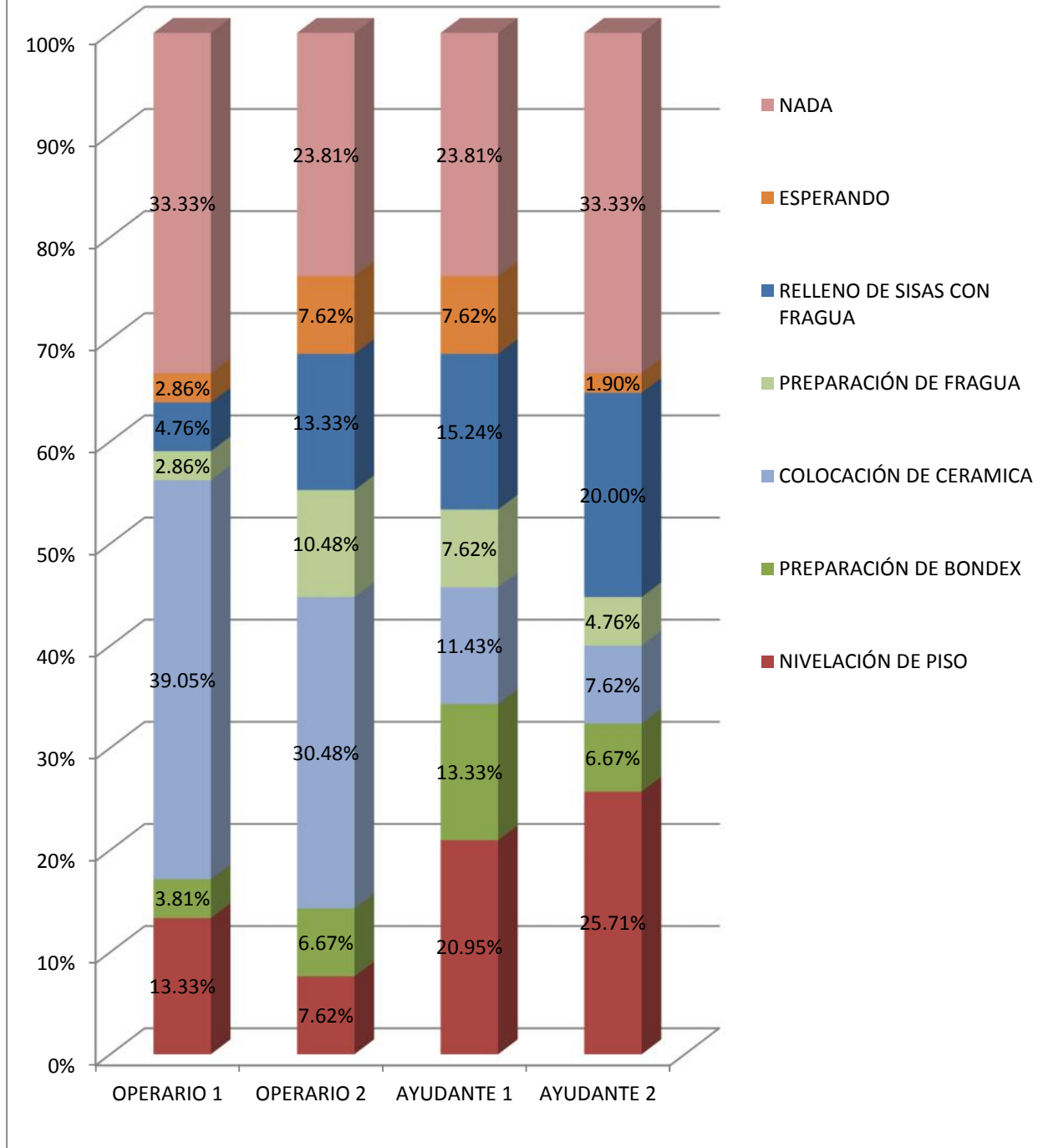


Figura 56: Distribución del tiempo por subactividades de cada trabajador. Fuente: Elaboración Propia.

Figura 57: Porcentaje del tiempo ocupado de las subactividades en cerámica

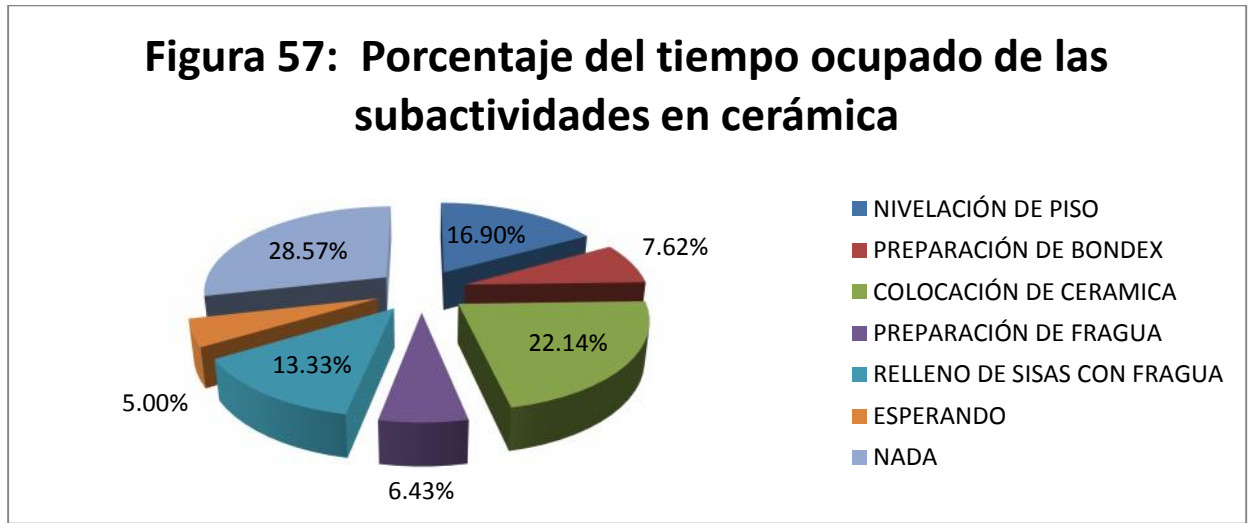


Figura 57: Porcentaje del tiempo total usado en cada sub actividad. Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro 185: Cálculo del rendimiento de Trabajadores en cerámica

MEDICIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Trabajadores	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
Tn (Horas)	0.28	0.32	0.30	0.30	0.15	0.37	0.73	0.27	0.28	0.28	0.15	0.47	0.33	
Cn (m2)	0.81	0.81	0.81	0.81	0.41	0.81	1.58	0.81	0.81	0.81	0.41	0.97	0.92	
$R_n = \frac{C_n}{T_n} \cdot (H-H/m^2)$	1.103	1.186	1.144	1.144	1.144	1.309	1.333	1.062	1.103	1.103	1.144	1.364	1.130	
$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_n}{n}$	1.175													
$\sigma = \sqrt{\frac{(R_1 - \bar{R})^2 + (R_2 - \bar{R})^2 + \dots + (R_n - \bar{R})^2}{n}}$	0.093													
$CV = \frac{\sigma}{\bar{R}} \cdot 100$	7.93%													
h.d. (Horas):	11.000													
Café (Horas):	0.250													
Almuerzo (Horas):	0.500													
Café (Horas):	0.250													
Servicio (Horas):	0.250													
Otros (Horas):	0.250													
t.c. (Horas):	1.500													
$f.i. = \frac{t.c. + \text{Otros (Horas)}}{h.d. - t.c.}$	15.79%													
$R = R \cdot (1 \pm CV)$	1.360	±					7.93%	hr-hh/m2						

Cuadro 185: Calculo del rendimiento de la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

CUADRO 186: VARIACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA CERAMICA CON FORME TRASCURRE EL DÍA											
Hora	08:59 a.m.	08:59 a.m.	09:12 a.m.	09:14 a.m.	09:25 a.m.	09:37 a.m.	09:49 a.m.	10:00 a.m.	10:18 a.m.	10:34 a.m.	10:52 a.m.
Rendimiento	1.28	1.37	1.33	1.33	1.33	1.52	1.54	1.23	1.28	1.28	1.33

Cuadro 186: Variación del rendimiento con forme transcurre el día en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

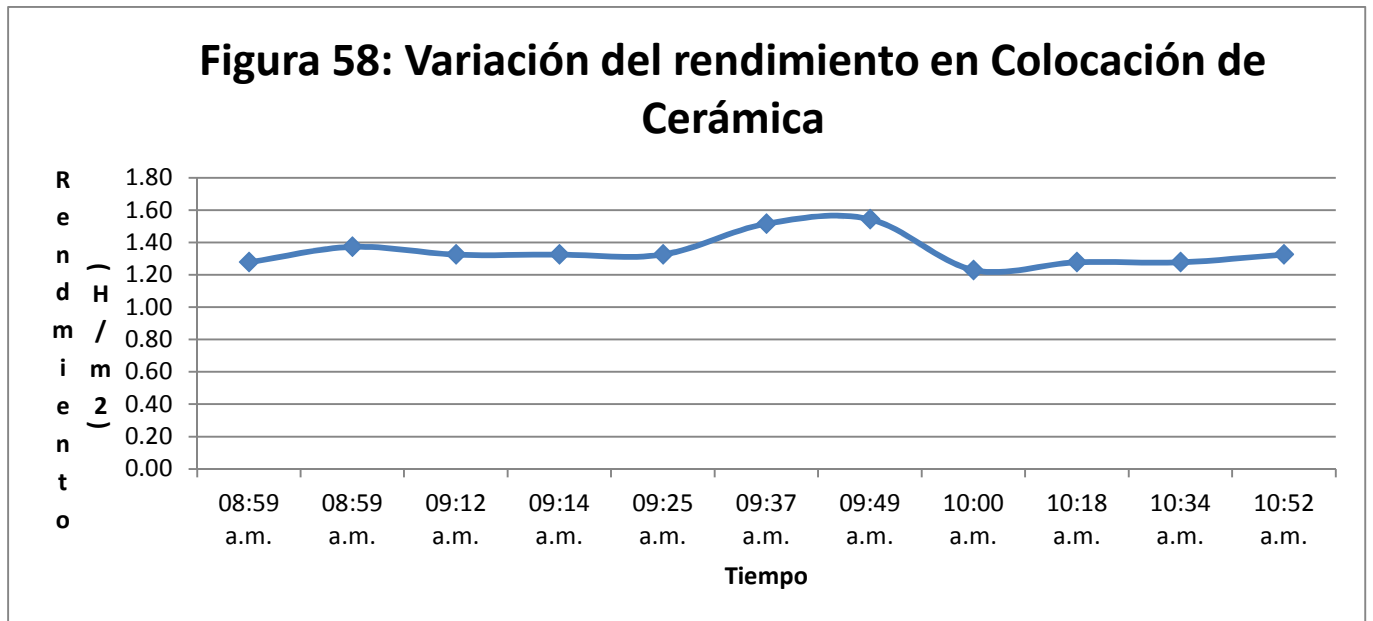


Figura 58: Variación del rendimiento con forme transcurre el día en la actividad. Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de los resultados

A continuación se presenta el análisis de los resultados de cada una de las actividades, se indicara los rendimientos obtenidos.

Actividad 1: Trazado del proyecto. Marcación de los ejes donde irán las paredes del proyecto.

En el trazado se obtuvo un rendimiento de 0.390 Hr-HH/m^2 , considerando que cuando se realizó el trabajo estaba soleado y que el terreno era bastante plano, era muy poco el desnivel del mismo. Solamente se realizó una medición ya que fue una actividad que se realizó en un solo día y de poca duración. Se pudo observar que hubo falta de planificación, ya que operarios por no preguntar o no observar planos se equivocaban en el trazado, y había que realizar 2 veces lo mismo. Asimismo el uso del celular es una de los factores que más afectó la productividad, ya que hacían mucho uso del mismo. Al igual que las conversaciones entre los trabajadores que eran frecuentes y consumían minutos de trabajo. Como se observa en la figura 5, el 22.80% del tiempo, los trabajadores se encontraban haciendo nada (haciendo uso del teléfono, conversando, perdiendo el tiempo, entre otros). Mientras que, como se observa en la misma figura, el trabajo contributivo de los trabajadores es en total de 32.47% dividido en un 8.17% en la planificación, 6.24% preparando los materiales, 7.31% en la limpieza, 3.23% fuera de medición. Y por último el trabajo productivo es un 44.73% en el marcado de puntos. Dando como resultado una productividad promedio de 78.16%, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (promedio).

Actividad 2: Excavación para las placas aisladas. Excavación a 1.80 metros de profundidad en promedio, con sección de $*(0.25)^2 \text{ m}^2$.

En la excavación de las placas aisladas se obtuvo un rendimiento para el minicargador de 2.684 Hr/m^3 y para los trabajadores de 5.368 Hr-HH/m^3 , la excavación se realizó con un minicargador con una extensión (barreno), cuando se realizó la excavación se realizó con el tiempo soleado y con un poco de lluvia. Como había que excavar a una profundidad de 1.80 m es más eficiente realizar la excavación con el minicargador que con los trabajadores, ya que el minicargador con la extensión perfora, excava y saca el material excavado. Se pudo observar que la forma de excavación la realizaban un hueco a la vez, en donde el minicargador perforaba, luego el trabajador con un palín afloja el terreno alrededor del perímetro del hueco (ya que el diámetro del barreno era menor al diámetro del hueco que se necesitaba), hasta terminar un hueco y luego pasar al siguiente, de esta manera se obtuvo un rendimiento inicial del trabajador y del mini cargador igual a 5.368 Hr/m^3 , en donde el mini cargador gran parte del tiempo estaba esperando, por lo que se cambió la forma de excavación para mejorar el rendimiento del minicargador, donde pusieron a excavar varios huecos a la vez, para que el minicargador no estuviera esperando en ningún momento, de esta manera se logró que el rendimiento del minicargador se redujera a 2.684 Hr/m^3 . Por otra parte se pudo observar que por no verificar la excavación de huecos, tuvieron que eliminar varios huecos, y volver a excavar. Asimismo como se observa en la figura 9 el tiempo sin hacer nada se redujo a 22.34%, donde anteriormente era el doble. Cabe mencionar que el trabajo contributivo en total es de 30.85% del tiempo estudiado y el trabajo productivo es de 46.81% del tiempo laborado.

Actividad 3: Colocación de piedra bola. Colocación de piedra bruta de 30 cm de espesor y una sección de $*(0.25)^2 \text{ m}^2$.

En esta actividad se pudo observar que debían colocar 30 cm de piedra en una sección de $*(0.25)^2 \text{ m}^2$, y el transporte de las piedras lo realizaban con carretillos, pero al llevar muy poca piedra debían de realizar varios viajes para lograr los 30 cm de piedra, es por ello que como se observa en la figura 13, el transporte de las piedras representa el 33.33% de la duración de la

actividad, lo cual debería de disminuir llevando más cargados los carretillos. De igual manera la colocación de la piedra debería de hacerse al inicio en descarga directa y al final piedra por piedra para ajustar los 30 cm; y no como lo hicieron varias ocasiones que todo lo hacían piedra por piedra, o lo hacían todo en descarga directa y se pasaban los 30 cm y tenían que sacar piedras después. Igualmente en la figura 13 se observa que el trabajo no contributivo es de 16.67% del tiempo estudiado. Así para la colocación de piedras se obtuvo un rendimiento de 1.355 Hr-HH/m³.

Actividad 4: Colocación de lastre cemento. Colocación de lastre-cemento de 90 cm de espesor y una sección de $*(0.25)^2$ m².

En la colocación de lastre cemento se obtuvo un rendimiento de 6.148 Hr-HH/m³, considerando se realizó con batidora y que cuando se realizó colocación de lastre estaba soleado y en otras mediciones estuvo lluvioso. En esta actividad se pudo observar la falta de rectificación de medida, ya que había que colocar 90 cm de lastre cemento, pero por no verificar, en algunas ocasiones, se tuvo que sacar lastre cemento de los huecos. Asimismo a la hora de la preparación de lastre cemento se observó que los trabajadores conversaban o revisaban sus teléfonos; como se observa en la figura 16, el 7.74% del tiempo los trabajadores se encuentran sin realizar labores, lo cual puede disminuirse, y mejorar la productividad.

Actividad 5: Colocación de concreto. Colocación de concreto de 100 cm de espesor y una sección de $*(0.25)^2$ m².

En la colocación de concreto se obtuvo un rendimiento de 6.165 Hr-HH/m³, considerando que también se realizó con batidora y que cuando se realizó la colocación de concreto el tiempo estaba soleado. La colocación de concreto se realizó en una sección de $*(0.25)^2$ m² con una altura de 100 cm. Como se observa en la figura 21, el 13.39% del tiempo los trabajadores se encuentran sin realizar labores, lo cual se reflejó ya que conversaban mucho mientras preparaban el concreto. Además descansaban por varios

minutos, al ser una actividad con mucho esfuerzo físico, lo cual deberían de aprovechar el tiempo de descanso en la rectificación de medidas, puesto que se observó que por falta de rectificación de medidas se equivocaban en la colocación de los 100 cm de concreto.

Actividad 6: Colocación de varilla. Colocación de varilla a lo largo de todo el perímetro y de las paredes.

En esta actividad se pudo observar que debían colocar varilla #3 a lo largo de todas las paredes, quizás fue una de las actividades con mayor productividad ya que se observó que el trabajo fue realizado por una sola persona y se encontraba trabajado un poco alejado de los demás trabajadores; como se observa en el cuadro 44, el trabajador se encontró sin realizar labores solamente un 3.13% del tiempo observado, y que para el trabajo productivo se observa la inversión del tiempo en un 71.88%, y para el trabajo contributivo se observa una inversión del tiempo en un 25%. Para esta actividad se obtuvo un rendimiento de 0.089 Hr-HH/ml.

Actividad 7: Colocación de formaleta. Colocación de formaleta para el prisma de concreto que servirá de apoyo para las baldosas.

Para esta actividad se obtuvo un rendimiento de 1.005 Hr-HH/m². En esta actividad se observó que se tardaba mucho tiempo en el transporte de las formaletas, como se observa en la figura 28, el 15.69% del tiempo total se encontraban transportando las formaletas, al igual que el corte de las mismas, como se observa en la misma figura el 29.90% del tiempo fue invertido para dicha tarea. En esta actividad se observó que la principal razón del trabajo no contributivo es la conversación entre los trabajadores, como se observa en la figura 28, el 8.33% del tiempo se encontraban conversando los trabajadores.

Actividad 8: Colocación de columnas prefabricadas: colocación de columnas prefabricadas.

En la colocación de columnas se obtuvo un rendimiento de 0.895 Hr-HH/un, considerando que el acarreo de las columnas para colocarlas fue de 15 metros y que cuando se realizó el trabajo estaba nublado y soleado y que el terreno era bastante plano. Se pudo observar que hubo falta de planificación, ya que los operarios por no preguntar o no observar en planos el tipo de columnas a colocar debieron sacar varias columnas por equivocación, y había que realizar 2 veces lo mismo. Asimismo las conversaciones de los trabajadores es uno de los factores que más afectó la productividad, al igual que por atraso de la entrega de materiales por parte del proveedor se ve afectado el flujo de trabajo. Como se observa en la figura 31, el 24.14% del tiempo, los trabajadores se encontraban haciendo nada (conversando, perdiendo el tiempo, entre otros). Mientras que, como se observa en la misma figura, el trabajo contributivo de los trabajadores es en total de 17.93% esperando. Y por último el trabajo productivo es un 57.93% del tiempo total. Dando como resultado una productividad promedio de 77.55%, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 9: Colocación de baldosas. Colocación de baldosas.

En la colocación de baldosas se obtuvo un rendimiento de 0.220 Hr-HH/un, considerando que el acarreo de las baldosas para colocarlas fue de 15 metros y que cuando se realizó el trabajo estaba soleado. Se pudo observar que hubo falta de planificación, ya que los operarios por no preguntar o no observar en planos donde estaban ubicadas las ventanas debieron de cortar varias baldosas, ya que se dieron cuenta hasta que habían colocado la estructura del techo. Asimismo las conversaciones de los trabajadores es uno de los factores que más afectó la productividad, al igual que por atraso de la entrega de materiales por parte del proveedor se ve afectado el flujo de trabajo. Como se observa en la figura 36, el 24.00% del tiempo, los trabajadores se encontraban sin realizar labores

(conversando, perdiendo el tiempo, entre otros). Mientras que, como se observa en la misma figura, el trabajo productivo de los trabajadores es en total de 53.20% dividido en un 15.00% en el transporte de baldosas y 38.20% en la colocación de baldosas. Dando como resultado una productividad promedio de 74.57%, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 10: Colocación de viga solera: Colocación de viga solera RT.

En la colocación de viga solera se obtuvo un rendimiento de 0.377 Hr-HH/ml. Al igual que otras actividades se pudo observar que hubo falta de planificación, ya que los operarios por no consultar u observar los planos como iban colocada la viga solera debieron cortar una viga solera por cambiarla por perfil indicado en planos, ya que habían colocado un perfil más pequeño y hay que realizar 2 veces lo mismo. Asimismo las conversaciones entre los trabajadores es uno de los factores que más afectó la productividad. Como se observa en la figura 40, el 25.58% del tiempo, los trabajadores se encontraban sin realizar labores (conversando, perdiendo el tiempo, entre otros). Mientras que, como se observa en la misma figura, el trabajo contributivo de los trabajadores es en total de 62.33% del tiempo total. Dando como resultado una productividad promedio de 76.79%, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 11: relleno de lastre compactado. Relleno y compactación de Lastre.

En esta actividad se pudo observar que debían colocar 25 cm de lastre compactado en una sección de $*(0.25)^2 \text{ m}^2$, y el transporte lo realizaban con carretillos. Así para el relleno de lastre compactado se obtuvo un rendimiento de 1.729 Hr-HH/m³ considerando que la compactación se realizó con plancha. Se pudo observar que los trabajadores se encuentran sin realizar labores (conversando, perdiendo el tiempo, entre otros). el 30.00% del tiempo, según la figura 44. Esto se observa ya que la cuadrilla para realizar la tarea del relleno está

sobredimensionada, ya que los trabajadores se turnaban para transportar el material de relleno; en este caso era necesario poner menos trabajadores a realizar esta tarea. Esta actividad se obtuvo un 72.65% productividad promedio, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 12: Malla electrosoldada. Colocación de malla electrosoldada en todo el contrapiso.

En la colocación de malla electro soldada se obtuvo un rendimiento de 0.219 Hr-HH/m². Se observó que por no hacer los cortes de la malla como se debía, hubo un mal acomodo de la malla, lo cual atrasa y requiere de hacer 2 veces el mismo trabajo. Asimismo las conversaciones de los trabajadores es un factor que afecta la productividad. Como se observa en la figura 48, el 30.77% del tiempo, los trabajadores se encontraban sin realizar labores (conversando, perdiendo el tiempo, entre otros). Mientras que, como se observa en la misma figura, el trabajo productivo de los trabajadores es en total de 61.79% dividido en un 18.21% en el transporte de malla, un 25.38% en el corte de la misma y 18.21% en la colocación de la malla. Se obtuvo una productividad promedio de 70.92%, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 13: Colado de contrapiso. Preparación y colado del concreto.

En el colado del contra piso se obtuvo un rendimiento de 6.380 Hr-HH/m³, considerando que también se realizó con batidora y que cuando se realizó el colado de concreto el tiempo estaba soleado y en otra ocasión lluvioso. Como se observa en la figura 52, el 24.14% del tiempo los trabajadores se encontraban sin realizar labores, lo cual se reflejó ya que conversaban mucho mientras preparaban el concreto y en el uso del celular. También como se observa en la figura 52, el trabajo productivo es un total de 71.03% del tiempo, dividido en un 18.16% en la preparación del concreto, 20.69% en preparar el concreto, 15.40% en el colado de concreto, 9.89% en el codaleo del mismo y un 6.90% en aplanchar el

concreto. En cuanto a la productividad se obtuvo un 75.15%, de lo cual según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 14: Acabado de contrapiso. Aplanchado del contrapiso.

En esta actividad se pudo observar que debían aplanchar el concreto. Se obtuvo un rendimiento de 0.153 Hr-HH/m². Como se observa en la figura 55, el 82.14% del tiempo se realizó trabajo productivo, mientras que para el trabajo no contributivo se obtuvo un 3.57% (esperando), y en la misma figura se observa que el 14.29% del tiempo se invirtió en nada productivo.

Actividad 15: Estructura de techo: Realización de estructura de techo con tubo de 4”.

En la estructura del techo se obtuvo un rendimiento de 0.357 Hr-HH/m². Al igual que otras actividades se pudo observar que hubo muchas conversaciones entre los trabajadores y que para esta actividad el ayudante del soldador en ciertos momentos se encargaba de soldar. También el uso del teléfono es uno de los factores que afecta la productividad del trabajo. Se observó que el ayudante pasaba muchos minutos sin realizar labores. Como se observa en la figura 59, el 26.25% del tiempo los trabajadores no realizaban sus labores. Mientras que, como se observa en la misma figura, el trabajo contributivo de los trabajadores es en total de 69.25% del tiempo total.

Se obtuvo como resultado una productividad promedio de 72.84%, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 16: Clavadores. Colocación de Clavadores.

En la colocación de clavadores se obtuvo un rendimiento de 0.153 Hr-HH/ml. Al igual que en la estructura de techo se pudo observar que hubo muchas conversaciones entre los

trabajadores y que el ayudante en ciertos momentos se encargaba de soldar. Como se observa en la figura 63, el 22.50% del tiempo los trabajadores no realizaban sus labores. Mientras que, como se observa en la misma figura, el trabajo contributivo de los trabajadores es en total de 69.25% del tiempo total.

Se obtuvo como resultado una productividad promedio de 76.54%, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 17: Cubierta. Colocación de Cubierta.

En la colocación de la cubierta se obtuvo un rendimiento de 0.153 Hr-HH/m², considerando que el tiempo estaba nublado y en un momento llovió. Se pudo observar que por confianza no se marcó las láminas y colocar los tornillos donde corresponde, lo que causó gastar más tornillos y hacer las cosas 2 veces. Como se observa en la figura 67, el 20.24% del tiempo los trabajadores no realizaban sus labores. Mientras que, como se observa en la misma figura, el trabajo contributivo de los trabajadores es en total de 73.33% del tiempo total.

Se obtuvo como resultado una productividad promedio de 79.52%, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 18: Colocación maxicril, cinta malla y relleno de sisa. Colocación de adhesivo Maxicril, relleno de sisa con bondex y colocación de Cinta Malla.

En la colocación de maxicril, cinta malla y relleno de sisa se obtuvo un rendimiento de 0.362 Hr-HH/m². Se pudo observar que por falta de calidad en los trabajos fue necesario realizar los trabajos 2 veces, y que como se observa en la figura 71, el 21.25% del tiempo los trabajadores no realizaban sus labores. También en la misma figura se aprecia que el trabajo contributivo de los trabajadores es en total de 75.25% del tiempo total.

Se obtuvo como resultado una productividad promedio de 77.77%, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 19: Repellos. Colocación de repellos con mortero premezclado Imperplaster.

En los repellos se obtuvo un rendimiento de 0.517 Hr-HH/m², considerando que se usó un producto premezclado. Como se observa en la figura 75, el 27.06% del tiempo los trabajadores se encontraban sin realizar labores, lo cual se reflejó ya que conversaban mucho mientras preparaban la mezcla de repellos y en el uso del celular. También como se observa en la figura 75, el trabajo productivo es un total de 63.29% del tiempo. En cuanto a la productividad se obtuvo un 73.15%, de lo cual según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

Actividad 20: Cerámica. Colocación de Cerámica.

En la colocación de cerámica se obtuvo un rendimiento de 1.360 Hr-HH/m². Se pudo observar que el ayudante pasaba gran parte del tiempo sin realizar labores, como se observa en el cuadro 151, el 28.57% del tiempo los ayudantes se encontraban sin realizar labores.. Asimismo las conversaciones de los trabajadores es uno de los factores que más afectó la productividad. Mientras que, como se observa en el mismo cuadro, el trabajo productivo de los trabajadores es en total de 66.43% dividido en un 16.90% en la nivelación de piso, 7.62% en la preparación de mortero de pega piso, 22.14% en la colocación de cerámica, 6.43% preparación de fragua y 13.33 en el relleno de sisas.

Y en cuanto a la productividad promedio de 65.06%, lo cual, según John S. (1997), se obtiene un resultado de productividad normal (61%-80% promedio).

A continuación se presentará un resumen la tabulación de la información obtenida para cada una de las actividades, en donde se podrá observar los rendimientos obtenidos Hr-Hh/Cn (Horas hombre por cantidad de trabajo), con su

coeficiente de variación, equipo utilizado, así como su respectiva observación; ya que hay que considerar que los rendimientos obtenidos son para proyectos afines y condiciones similares. De esta manera los rendimientos obtenidos solamente podrán ser utilizados en presupuesto o programación de proyectos similares al estudiado. Ya que por ejemplo en este proyecto se utilizó el sistema prefabricado, por esta razón el costo en la mano de obra es muy diferente en la colocación de una columna de sistema prefabricado a una columna en sistema de mampostería. De igual manera sucede en la programación de actividades, no es lo mismo la duración en la colocación de viga solera en RT en un sistema prefabricado; que la duración en la elaboración de una viga de concreto reforzado o viga bloque en un sistema de mampostería.

Las observaciones presentadas en el siguiente cuadro, son aspectos que se observaron a la hora de realizar las mediciones en campo, los cuales, sin duda alguna, influyen directamente en el rendimiento de los trabajadores en las actividades estudiadas.

Asimismo se sugerirán algunos puntos para mejorar la productividad de los trabajadores, por ende los rendimientos de los trabajadores y los costos de mano de obra de la empresa.

Es importante recalcar que los rendimientos obtenidos dependen directamente del clima con que se laboró, el dimensionamiento de cuadrilla, la calidad de la mano de obra, la ubicación del proyecto y la forma contractual que se utiliza.

Los rendimientos de mano de obra obtenidos serán una herramienta muy versátil a la hora de organizar y la etapa de planificación del proyecto, pues no solo permite la estimación de costos de mano de obra y tiempos, sino que va a facilitar la elaboración de un programa de asignación de recurso humano durante la duración del proyecto, pudiendo conocer el dimensionamiento adecuado de cuadrilla a lo largo de la ejecución del proyecto, de esta manera evitando improvisación.

CUADRO 187: RESUMEN DE RENDIMIENTOS						
N° ACTIVIDAD	ACTIVIDAD	RENDIMIENTO	COEFICIENTE VARIACIÓN CV	UNIDAD	EQUIPO	OBSERVACIONES
1	TRAZADO	0.390	± 0.00%	$\frac{UN}{HR \cdot \frac{H}{m^2}}$	Planos, Cinta, Serrucho, Plomada, Nivel, Lápiz, Escuadra, Martillo, Mazo, Pala, Carretillo	Terreno plano
2	EXCAVACIÓN PARA CIMENTOS	2.684	±4.82%	$\frac{m^3}{n^3}$	Planos, Plomada, Minicargador, Palín, Nivel, Pala, Pico, Cinta, Carretillo	Terreno en relleno, usando minicargador con extensión
		5.368	±4.82%			
3	COLOCACIÓN DE PIEDRA BOLA	1.355	±5.71%	$\frac{m^3}{n^3}$	Carretillo, Nivel, Cinta	Colocación a mano y transporte carretillo
4	COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO	6.148	±6.79%	$\frac{m^3}{n^3}$	Planos, Batidora, Carretillo, Pala, Nivel, Cinta, Cuchara	Preparación usando batidora
5	COLOCACIÓN DE CONCRETO	6.165	±1.45%	$\frac{m^3}{n^3}$	Planos, Batidora, Carretillo, Pala, Nivel, Cinta, Cuchara	Preparación usando batidora
6	COLOCACIÓN DE VARILLA	0.089	±13.38%	$\frac{m^3}{n^3}$	Grifa, Esmeriladora, Cinta, Tenaza, Mazo/martillo	-
7	COLOCACIÓN DE FORMALETA	1.005	±2.41%	$\frac{m^3}{n^3}$	Patin, Serrucho, Martillo, Nivel, Tenaza	Formaleta en madera
8	COLOCACIÓN DE COLUMNAS	0.895	±11.16%	$\frac{m^3}{n^3}$	Patin, Tenaza, Nivel, Cinta	Acarreo 15m
9	COLOCACIÓN DE BALDOSAS	0.220	±11.05%	$\frac{m^3}{n^3}$	Patin, Tenaza, Nivel, Cinta	Acarreo 15m
10	COLOCACIÓN DE VIGA SOLERA	0.377	±9.91%	$\frac{m^3}{n^3}$	Máscara para soldar, Esmeril, Martillo, Martillo Cincelado, Cepillo metal, Cinta,	-
11	RELLENO DE LASTRE COMPACTADO	1.729	± 1.19%	$\frac{m^3}{n^3}$	Carretillo, Pala, Plancha o Sapo	Compactación realizada con plancha
12	COLOCACION DE MALLA ELECTROSOLDADA	0.219	±3.04%	$\frac{m^3}{n^3}$	Esmeril, Cinta, Tenaza, Martillo	-
13	COLADO DE CONTRAPISO	6.380	±2.19%	$\frac{m^3}{n^3}$	Batidora, Vibrador, Pala, Carretillo, Cuchara, Baldes, Cinta, Manguera, Nivel	Preparación de concreto usando batidora
14	ACABADO DE CONTRAPISO	0.153	±8.77%	$\frac{m^3}{n^3}$	Pala, Carretillo, Cuchara	Acabado tipo aplanchado
15	ESTRUCTURA DE TECHO	0.357	± 2.10%	$\frac{m^3}{n^3}$	Esmeril, Máquina de Soldar, Máscara para Soldar, Martillo, Escuadra, Cinta, Andamio, Escalera, Martillo Cincelado, Cepillo metal	-
16	CLAVADORES	0.153	±6.57%	$\frac{m^3}{n^3}$	Esmeril, Máquina de Soldar, Máscara para Soldar, Martillo, Escuadra, Cinta, Andamio, Escalera, Martillo Cincelado, Cepillo metal	-
17	CUBIERTA	0.153	±6.67%	$\frac{m^3}{n^3}$	Taladro, Nivel, Cinta, Andamio, Escalera, Alicata	Láminas de 1.05x3.05m ó 0.81x3.05m
18	MAXICRIL, CINTA MALLA Y RELLENO	0.362	±1.22%	$\frac{m^3}{n^3}$	Pala, Carretillo, Cuchara, Llaneta, Espátula	Colocación de maxicril, mallas y relleno de sisa para mayor calidad
19	REPELLOS	0.517	±3.07%	$\frac{m^3}{n^3}$	Pala, Carretillo, Cuchara, Llaneta, Plancha, Espátula	Repellos realizados con Imperplaster
20	CERÁMICA	1.360	±7.93%	$\frac{m^3}{n^3}$	Pala, Carretillo, Cuchara, Llaneta, Cortadora cerámica, Cinta, Mazo de Hule	-

Cuadro 187: Resumen de rendimientos obtenidos. Fuente: Elaboración Propia

Análisis de rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A

CUADRO 188: RESUMEN DE PRODUCTIVIDAD EN CADA ACTIVIDAD		
N°	ACTIVIDAD	PRODUCTIVIDAD
1	TRAZADO	78.16%
2	EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS	75.70%
3	COLOCACIÓN DE PIEDRA BOLA	72.96%
4	COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO	83.41%
5	COLOCACIÓN DE CONCRETO	76.19%
6	COLOCACIÓN DE VARILLA	76.85%
7	COLOCACIÓN DE FORMAleta	76.90%
8	COLOCACIÓN DE COLUMNAS	77.55%
9	COLOCACIÓN DE BALDOSAS	74.57%
10	COLOCACIÓN DE VIGA SOLERA	76.79%
11	RELLENO DE LASTRE COMPACTADO	72.65%
12	COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA	70.92%
13	COLADO DE CONTRAPISO	75.15%
14	ACABADO DE CONTRAPISO	74.28%
15	ESTRUCTURA DE TECHO	72.84%
16	CLAVADORES	76.54%
17	CUBIERTA	79.52%
18	COLOCACIÓN DE MAXICRIL, CINTA MALLA Y RELLENO SISA	77.77%
19	REPELLOS	73.15%
20	CERÁMICA	65.06%
	ACTIVIDAD	75.35%

Cuadro 188: Resumen de productividades obtenidas en las actividades analizadas. Fuente: Elaboración Propia

CUADRO 189: FACTORES PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN CADA ACTIVIDAD

N°	ACTIVIDAD	ASPECTOS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD	SOLUCIONES POSIBLES
1	TRAZADO	FALTA DE PLANIFICACIÓN	AL NO HABER UNA ADECUADA PLANIFICACIÓN SE TIENEN QUE HACER 2 VECES LA MISMA TAREA, POR LO QUE GASTO DEL TIEMPO ES EL DOBLE
		USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	MANTENER UNA DISTANCIA ENTRE LOS TRABAJADORES, Y DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
2	EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS	USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	MANTENER UNA DISTANCIA ENTRE LOS TRABAJADORES, Y DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
		ESPERAR MAQUINARÍA	TURNAR LA EXCAVACIÓN DE HUECOS
3	COLOCACIÓN DE PIEDRA BOLA	FALTA DE PLANIFICACIÓN	AL NO SABER LA CANTIDAD DE PIEDRA A COLOCAR SE DEBEN REPETIR TAREAS O MODIFICAR TAREAS
4	COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO	FALTA DE PLANIFICACIÓN	AL NO SABER LA CANTIDAD DE LASTRE CEMENTO A COLOCAR SE DEBEN REPETIR TAREAS O MODIFICAR TAREAS
		ACARREO DEL LASTRE CEMENTO	ESTA ACTIVIDAD EL ACARREO DE MATERIALES Y LASTRE CEMENTO ES EL 10% DEL TIEMPO, EL CUAL ES ALTO. POR LO QUE SE PUEDE DISMINUIR EL TIEMPO CON UN ADECUADO DISEÑO DE SITIO
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	ESTA AL SER UNA ACTIVIDAD DE MUCHO ESFUERZO FISICO, SE TIENDE A NECESITAR TIEMPO PARA DESCANSAR, LO QUE SE PUEDE REALIZAR ES VERIFICAR MEDIDAS DE CORRECTA COLOCACIÓN DE LASTRE CEMENTO MIENTRAS SE DESCANSA.
		USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
5	COLOCACIÓN DE CONCRETO	FALTA DE PLANIFICACIÓN	AL NO SABER LA CANTIDAD DE CONCRETO A COLOCAR SE DEBEN REPETIR TAREAS O MODIFICAR TAREAS
		ACARREO DE CONCRETO	ESTA ACTIVIDAD EL ACARREO DE MATERIALES Y CONCRETO ES EL 14% DEL TIEMPO, EL CUAL ES ALTO. POR LO QUE SE PUEDE DISMINUIR EL TIEMPO CON UN ADECUADO DISEÑO DE SITIO
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	AL SER UNA ACTIVIDAD DE ESFUERZO FISICO, SE TIENDE A NECESITAR TIEMPO PARA DESCANSAR, LO QUE SE PUEDE REALIZAR ES VERIFICAR MEDIDAS DE CORRECTA COLOCACIÓN DE CONCRETO MIENTRAS SE DESCANSA.

CUADRO 189: FACTORES PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN CADA ACTIVIDAD

N°	ACTIVIDAD	ASPECTOS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD	SOLUCIONES POSIBLES
5	COLOCACIÓN DE CONCRETO	CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
6	COLOCACIÓN DE VARILLA	USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
7	COLOCACIÓN DE FORMALETA	CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
8	COLOCACIÓN DE COLUMNAS	FALTA DE PLANIFICACIÓN	AL NO SABER LA COLUMNA A COLOCAR SE DEBEN REPETIR TAREAS O MODIFICAR TAREAS
		ENTREGA DE MATERIALES	AL REALIZAR LA ENTREGA DE MATERIALES DE FORMA PARCIAL, IMPOSIBILITA EL FLUJO DE TRABAJO CONSTANTE
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
9	COLOCACIÓN DE BALDOSAS	FALTA DE PLANIFICACIÓN	AL NO SABER LA BALDOSA A COLOCAR SE DEBEN REPETIR TAREAS O MODIFICAR TAREAS
		ENTREGA DE MATERIALES	AL REALIZAR LA ENTREGA DE MATERIALES DE FORMA PARCIAL, IMPOSIBILITA EL FLUJO DE TRABAJO CONSTANTE
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
10	COLOCACIÓN DE VIGA SOLERA	MAL ACOMODO DE PERFILES	POR NO OBSERVAR PLANOS SE COLOCAN LOS PERFILES ADREDE
		FALTA DE PLANIFICACIÓN	CHOQUE DE PROCESOS POR FALTA DE PLANIFICACIÓN DE PROCESOS
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
11	RELLENO DE LASTRE COMPACTADO	CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
		ENTREGA DE MATERIALES	AL NO REALIZAR LA COMPRA CON LA DEBIDA ANTICIPACIÓN HAY ATRASOS EN PROCESOS
		USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
12	COLOCACIÓN DE MALLA ELECTROSOLDADA	MAL ACOMODO DE MALLA	POR NO HACER LOS CORTES DE LA MALLA COMO DEBE SER
		USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
13	COLADO DE CONTRAPISO	USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
14	ACABADO DE CONTRAPISO	PREPARACIÓN DE MATERIAL	EL ACABADO DE CONTRAPISO, NECESITA QUE LA GRANULOMETRIA DE LA ARENA SEA PEQUEÑA, POR LO QUE SE RECOMIENDA ZARANDEAR SUFICIENTE ARENA

CUADRO 189: FACTORES PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN CADA ACTIVIDAD			
N°	ACTIVIDAD	ASPECTOS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD	SOLUCIONES POSIBLES
15	ESTRUCTURA DE TECHO	SOLDADOR NO EXPERIMENTADO	QUE LAS TAREAS DE SOLDADURA SEA EL SOLDADOR Y NO EL APRENDIZ
		USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
16	CLAVADORES	USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
		SOLDADOR SIN EXPERIENCIA	QUE LAS TAREAS DE SOLDADURA SEA EL SOLDADOR Y NO EL APRENDIZ
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
17	CUBIERTA	MARCAR LAS LAMINAS	EXCESO DE CONFIANZA A LA HORA DE COLOCAR TORNILLOS, POR LO QUE SE COLOCAN MAL LOS TORNILLOS POR NO HACER MARCACIÓN
18	COLOCACIÓN DE MAXICRIL, CINTA MALLA Y RELLENO SISA	USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
		CALIDAD A LA HORA DE COLOCAR MATERIALES	ES NECESARIA LA REPETICIÓN DE TAREAS POR FALTA DE CALIDAD Y SUPERVISIÓN DEL MAESTRO DE OBRAS AL REALIZAR TAREAS
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
19	REPELLOS	USO DE CELULAR	PROHIBIR EL USO DE CELULAR EN LAS HORAS DE TRABAJO
		CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
		CALIDAD A LA HORA DE COLOCAR MATERIALES	ES NECESARIA LA REPETICIÓN DE TAREAS POR FALTA DE CALIDAD Y SUPERVISIÓN DEL MAESTRO DE OBRAS AL REALIZAR TAREAS
		OPERARIO SIN EXPERIENCIA	QUE LAS TAREAS DE REPELLOS SEAN OPERARIO
20	CERÁMICA	CONVERSACIONES ENTRE TRABAJADORES	DEJAR LAS CONVERSACIONES A LAS HORAS DE OCIO
		MATERIALES DE BAJA CALIDAD	AL USAR MATERIALES DE BAJA CALIDAD ATRASAN PROCESOS, POR EJEMPLO CERAMICA DE BAJA CALIDAD. LOS CORTES NO SE REALIZAN DE LA MEJOR MANERA, SE PIERDEN PIEZAS

Cuadro 189: Factores para aumentar la productividad en cada actividad. Fuente: Elaboración Propia



Figura 59. Aspectos generales que afectan la productividad de los trabajadores. Fuente: Elaboración Propia

Si bien es cierto el clima es quizás el factor más influyente en el rendimiento de mano de obra, ya que por ejemplo un día lluvioso no permitiría la realización de ciertas labores lo cual va afectar el rendimiento de los trabajadores. Por otra parte un día muy caliente, implicará más cansancio y desgaste de los trabajadores, y por ende una afectación en la productividad de los mismos. De esta manera del clima dependerá en gran parte la duración en la realización de labores, y asimismo se verá afectado el apilamiento de materiales, el cual dependiendo del clima habrá que tener más cuidado a la hora de apilarlos.

También tenemos la motivación de mano de obra es uno de los factores más influyentes en la productividad, ya que el aporte fundamental para el avance de un proyecto es la motivación y calificación de un trabajador, así que un trabajador entre más motivado esté más productivo será. Dichas motivaciones para trabajar dependerán de incentivos, condiciones laborales, tipo de contratación, garantías laborales, entre otras.

Al igual los materiales influyen en la productividad de los trabajadores, debido a que

no es lo mismo trabajar con materiales, de primera calidad, los cuales puedes manipularlos e inclusive cortarlos de ser necesario, a trabajar con materiales de baja calidad que hasta transportarlos de un lugar a otro se pueden dañar. De igual manera la modulación de materiales, las dimensiones de los materiales afecta la productividad de los trabajadores, puesto que no es el mismo rendimiento colocar materiales con dimensiones pequeñas a colocar materiales muy grandes

Por otra parte el equipo a utilizar puede ser algo que facilite las labores a realizar y mejore la productividad de los trabajadores, por ejemplo en este proyecto las excavaciones se hizo uso de un mini cargador con una extensión el barrenos, para hacer las perforaciones, ya que si las perforaciones se hubieran hecho manualmente la duración y el desgaste de los trabajadores hubiera sido el doble que la duración del equipo. Al igual sucede con la batidora a la hora de preparar el concreto, es más rápido y los trabajadores tienen menor desgaste si hacen uso de ella, que si les tocara preparar el concreto con solamente palas.

Conclusiones

Se logró identificar los recursos involucrados en las actividades estudiadas, para la ejecución de las actividades en la construcción del proyecto.

Los rendimientos fueron determinados en las actividades en el proyecto de construcción en el edificio de Impugnaciones de COSEVI en la Aurora de Heredia, el coeficiente de variación obtenido en las actividades oscilo entre un 1.19% hasta 13.38%, donde la actividad de mayor variación fue la colocación de varilla y la de menor coeficiente de variación fue el relleno de lastre compactado.

La determinación de rendimientos de mano de obra, es una tarea que depende de muchos factores como el clima, equipo utilizado, ubicación del proyecto, experiencia y capacitación de los trabajadores, materiales utilizados, tipo de contratación; es por esta razón que los resultados obtenidos en este proyecto no se deben considerar como aplicables para cualquier tipo de proyecto, los rendimientos de este proyecto deben ser considerados como una guía a la hora de estimar el costo de mano de obra del proyecto y en la programación de proyectos similares.

La variación del rendimiento existente con forme transcurre el día no se puede afirmar una tendencia similar en las demás actividades.

Los procesos constructivos deben de analizarse continuamente para mejorar la productividad, ya que la productividad es algo que debe estar en continuo estudio y mejoramiento.

Se implementan los rendimientos obtenidos en la herramienta existente de estimación de costos de los proyectos de la Puerta del Sol Equipo Constructor S.A. y claramente se observa que en comparación del presupuesto obtenido con la partida presupuestaria si se logra obtener una oferta competitiva para los concursos en licitaciones.

Se logra alcanzar una mayor productividad con el uso de nuevas tecnologías o herramientas que faciliten o aumenten el avance de un proyecto.

Se obtiene la productividad de los trabajadores en las distintas actividades, se analizan y se observan las deficiencias. Donde básicamente la deficiencia principal es mucha conversación entre trabajadores, ya que se pudo observar que los mismos pasaban varios minutos hablando en horas laborales. Asimismo la falta de revisión y verificación de planos a la hora de realizar las actividades, por lo que se incurría a errores, luego había que corregirlos y nuevamente realizar la actividad correctamente. En algunos casos la secuencia o la forma de realizar actividades, por ejemplo en la excavación, se observó que había mayor productividad realizando varias excavaciones al mismo tiempo, que realizando solamente una excavación hasta terminarla y luego pasar al siguiente. Lo que cabe de rescatar es que dichas deficiencias son fáciles de modificar o eliminar, solamente es necesaria la intervención, inspeccionar y dar indicaciones claras, y así obtener un aumento en la productividad.

La productividad obtenida oscilo entre 65.06% hasta 83.41% siendo la de menor productividad la colocación de cerámica y la de mayor productividad la colocación de lastre cemento. La productividad promedio obtenida fue de 75.35%. La cual es aceptable ya que la productividad promedio en la industria de la construcción oscila entre 61%-80%.

La Puerta del Sol equipo constructor concede como nueva directriz, la prohibición del uso del celular en horas laborales.

Recomendaciones

- Se recomienda que toda empresa constructora debe de tener sus propios rendimientos de mano de obra, maquinaria, ya que estos definen, en un considerable porcentaje, el costo de un proyecto. Asimismo para ayudar en la programación de proyectos y determinar la duración de los mismos.
- Se recomienda que se determinen los rendimientos de maquinaria usada en los distintos proyectos, ya que el uso de maquinaria representa un costo significativo en la realización de proyectos.
- A la hora de ejecutar proyectos se recomienda realizar un muestreo de las actividades y obtener algunos rendimientos para determinar si los rendimientos obtenidos son aceptables, según la base de datos de rendimientos.
- En cualquier proyecto constructivo se recomienda analizar los procesos constructivos para identificar aspectos que perjudiquen la productividad del proyecto.
- La Puerta del Sol Equipo Constructor debería de interesarse en el tema de la productividad y entender que es un tema de continuo mejoramiento, ya que día con día se crean nuevas herramientas y materiales que hacen más eficientes la ejecución de actividades.
- Para mejorar la productividad en los proyectos se recomienda:
 - ✓ Planificación previa a la construcción, en cuanto al análisis de proveeduría, análisis de subcontratistas, caracterización de la zona de trabajo y conseguir mano de obra calificada o capacitada.
 - ✓ Implementar la utilización de incentivos.
 - ✓ Administración de los materiales.
 - ✓ Mejoramiento de la seguridad laboral, por ello facilitar equipo de protección personal.
 - ✓ Tener metas de trabajo semanales.
 - ✓ Es fundamental tener una adecuada comunicación con el equipo de trabajo, recopilar información de campo.
 - ✓ Realizar un diseño de sitio.
 - ✓ Realizar inspecciones periódicas al proyecto.
 - ✓ Considerar o determinar posibles dificultades a la hora de realizar las actividades, para tener 2 o 3 formas diferentes para enfrentar esas dificultades, y tener soluciones inmediatas.
- Se recomienda capacitar al personal constantemente en el uso de nuevas herramientas para lograr realizar los procesos constructivos con mayor productividad.
- Recomendación a la empresa continuar esfuerzos para recolección de rendimientos en los diferentes proyectos o sistemas constructivos.

Referencias

- Alfaro, L. A. (1998). *Identificación y evaluación de factores que afectan la productividad de la mano de obra en la construcción*. Proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Civil. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.
- Barrientos, A. (2008). *Productividad en la construcción, sistemas de productividad y Gestión*. Proyecto de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Civil, Santiago, Universidad Católica de Chile.
- Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Revista Universitaria EAFIT No. 128 (octubre, noviembre, diciembre) pp. 10-21.
- Bussiness solutions. (2006). Productividad. Obtenida el 03 de marzo de 2014 de <http://www.bscgla.com/04.%20Educacion/00010.%20Productividad/Productividad.pdf>
- Casas Prefabricadas, 2012. Un poco de historia prefabricada. Recuperado de <http://www.lascasasprefabricadas.com/casas-prefabricadas/un-poco-de-historia-prefabricada.html>
- Cerdas, C. (2004) *Productividad de la mano de obra en la construcción costarricense*. Proyecto de graduación para optar por el grado de bachiller en Ingeniería Industrial, San José, ULACIT.
- Cruelles, J. A. (2013). Productividad e incentivos. México: Alfa omeg.
- Fernández R. (2003). *Efecto del clima de Costa Rica en los costos de mano de obra de proyectos*. Revista Cámara Costarricense de la Construcción. San José, Costa Rica.
- Gutierrez, E. (1985). *Control de Calidad y Rendimientos de mano de obra y maquinaria en la construcción de obras de urbanización*. Proyecto de graduación para optar por el grado de Bachiller de Ingeniería en Construcción. Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- John, S. (1996). *Conceptual cost estimating manual*. Houston: Gulf Publishing company: 326 p. de John S.
- John S. (1997). *Estimator's general construction man-hour*. Houston: Gulf Publishing company. 252 p.
- Leandro, A. G. (2013). *Apuntes de Curso Diseño de Procesos Constructivos*. Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- María L. E. (1985). *Evaluación y Análisis de Rendimiento de la mano de obra en la construcción de edificios de uno a cuatro pisos*. Proyecto de graduación para optar por el grado de Bachiller de Ingeniería en Construcción. Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Minaya, C. (2008). *Planeamiento integral de obra y proceso de un Edificio Multipropósito*. Proyecto de graduación para optar por el grado de Bachiller Ingeniería Civil, Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- Myers, R. H. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson 9 Edición.
- Oglesby, C., Parker, H., y Howell, G. (1989). *Productivity improvement in construction*. USA: McGraw-Hill.
- Olomolaiye, P., Jayawardane, A., y Harris, F. (1998). *Construction Productivity Management*. Londres: Longman.

- Ortiz, G. (2000). *Datos para facilitar la Administración de recursos en la construcción de viviendas*. Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción. Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Paniagua, A. Y. (2006). *Rendimientos de la mano de obra en construcciones de casas de madera*. Proyecto final de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería en Construcción. Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Paniagua, E., Ortiz, G. y Sandoval, M. (2009). *Control de Costos*. Cartago, Costa Rica.
- Productos de Concreto (1998). Beneficios del prefabricado. Recuperado de <http://www.pc.cr/empresa.php>
- Sandoval, M. (2010). *Apuntes de Costos de Construcción*. Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.
- Thomas, R., & Daily, J. (1984). Crew performance measurement via activity sampling. *Journal of construction engineering and management* , 309-334.
- Thomas, R., & Napolitan, C. (1995). Quantitative effects of construction changes on labor productivity. *Journal of construction engineering and management*, Vol. 121, Noo. 3 , 290-296
- Walpole, Ronald. (1992). *Probabilidad y Estadística*. México: Editorial Mac Graw Hill.

Anexos

Anexo 1. Imágenes del Trazado



Anexo 2. Imágenes de Excavación para cimientos



Análisis de rendimientos y productividad de mano de obra para la empresa La Puerta del Sol Equipo Constructor S.A

Anexo 3. Imágenes de Colocación de Piedra Bola



Anexo 4. Imágenes de Colocación de Lastre Cemento



Anexo 5. Imágenes de Colocación de Concreto



Anexo 6. Imágenes de Colocación de Varilla



Anexo 7. Imágenes de Colocación de Formaleta



Anexo 8. Imágenes de Colocación de Columnas



Anexo 9. Imágenes de Baldosas



Anexo 10. Imágenes de Colocación de Viga Solera



Anexo 11. Imágenes de Relleno de lastre Compactado



Anexo 12. Imágenes de Colocación de Malla Electro soldada



Anexo 13. Imágenes de Colado de Contrapiso



Anexo 14. Imágenes de Acabado de Contrapiso



Anexo 15. Imágenes de Estructura de Techo



Anexo 16. Imágenes de Colocación de Clavadores



Anexo 17. Imágenes de Colocación de Cubierta



Anexo 18. Imágenes de Colocación de Maxicril, cinta malla y relleno de sisa



Anexo 19. Imágenes de Repellos



Anexo 20. Imágenes de Cerámica

