

# **Rendimientos y productividades de la mano de obra de procesos seleccionados en el proyecto Núcleo Integrado de Diseño Industrial**

# Abstract

The following report presents data about productivity and performance of some processes that make activities such as cobblestone, sidewalks, curb and gutter, roof batten, roofing, subflooring and wall plastering. The study was conducted in the Núcleo Integrado de Diseño Industrial project located in the headquarters of the Instituto Tecnológico de Costa Rica.

The information obtained served as the basis for the development of a simple tool for recording performance and calculate the cost of labor for construction projects and as a contribution to a research project.

For selection of activities classification tools were used based on cost and criticality. For analysis flowcharts, breakdown of resources and sampling fields was made.

Productivity measurement was made by the Technical Crew-balance and yields through the assessment of progress in each sampling processes.

With the results a proposal for a measurement procedure of this data was created. In addition, factors that affecting productivity in this project were determined.

**Keywords:** Productivity in construction, yields, activities, processes, field sampling, Crew-balance, database.

# Resumen

El siguiente informe presenta datos sobre la productividad y el rendimiento de algunos procesos que conforman las actividades de adoquín, aceras, cordón y caño, clavadores, cubierta de techo, contrapiso y repellos. El estudio se realizó en el proyecto Núcleo Integrado de Diseño Industrial ubicado en la sede central del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

La información obtenida sirvió como base para el desarrollo de una herramienta sencilla para el registro de rendimientos y el cálculo del costo de la mano de obra de proyectos constructivos y como aporte a un proyecto de investigación.

Para la selección de las actividades se utilizaron herramientas de clasificación basadas en costo y criticidad. Para el análisis se realizaron diagramas de flujos, desglose de recursos y muestreos en campo.

La medición de productividad se hizo por medio de la técnica Crew-balance y los rendimientos por medio de la valoración del avance de los procesos en cada muestreo.

Con los resultados se creó una propuesta de un procedimiento de medición de estos datos y se determinaron los factores que afectan la productividad en este proyecto.

**Palabras clave:** Productividad en la construcción, rendimientos, actividades, procesos, muestreo de trabajo, Crew-balance, base de datos.

# **Rendimientos y productividades de la mano de obra de procesos seleccionados en el proyecto Núcleo Integrado de Diseño Industrial**

# **Rendimientos y productividades de la mano de obra de procesos seleccionados en el proyecto Núcleo Integrado de Diseño**

KRISTELL SÁNCHEZ PEREIRA

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

Julio del 2016

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

# Contenido

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| PREFACIO .....                  | 1   |
| RESUMEN EJECUTIVO .....         | 2   |
| INTRODUCCIÓN.....               | 3   |
| MARCO TEÓRICO .....             | 5   |
| METODOLOGÍA.....                | 10  |
| RESULTADOS .....                | 14  |
| ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS..... | 131 |
| CONCLUSIONES .....              | 147 |
| APÉNDICES .....                 | 149 |
| REFERENCIAS .....               | 281 |

.



# Prefacio

El trabajado realizado en esta práctica profesional dirigida surge debido al interés de la Oficina de Ingeniería del Instituto Tecnológico de Costa Rica de recolectar información sobre los rendimientos y productividades que presentan los proyectos constructivos que actualmente se están desarrollando en la institución. Así como también el brindar información sobre la productividad que sirva como herramienta de apoyo para la realización de un proyecto de investigación sobre el tema.

El objetivo principal del trabajo fue medir datos para determinar la productividad y los rendimientos de algunos procesos seleccionados del proyecto Núcleo Integrado de Diseño Industrial. Además se diseñó una base de datos para la documentación y recolección de los datos obtenidos con el objetivo de que funcione como una herramienta de información y de cálculo del costo de mano de obra para que la Oficina de Ingeniería del TEC tenga una base para establecer el costo base de los proyectos que licita. Además se determinaron cuáles fueron los factores que más influenciaron la productividad del proyecto.

En primer lugar quiero agradecer a Dios y a la Virgen por estar conmigo siempre, guiar mis pasos en este camino y por brindarme la familia de la que formo parte. Agradezco a toda mi familia, en especial a mi padre Alcides Sánchez Granados y a mi hermana Candy Sánchez Pereira por el apoyo incondicional brindado. A mi hermano Jesús Sánchez Pereira por estar siempre conmigo, guiarme, enseñarme, escucharme y animarme. A mi madre y mejor amiga Ruth Pereira Pereira, quien estuvo ahí en mis momentos más difíciles, que nunca me dejó darme por vencida y por quien hoy puedo seguir cumpliendo mis sueños.

También quiero agradecer a la Oficina de Ingeniería por la oportunidad de realizar mi práctica profesional, especialmente al Ing. Alejandro Badilla por su ayuda y enseñanzas

durante la práctica. Igualmente quiero agradecer a la constructora Navarro y Avilés, especialmente al Ing. Carlos Hernández por la ayuda brindada.

Agradezco también a la Escuela de Ingeniería en Construcción, por todas las herramientas que me dio para enfrentar esta etapa, especialmente a mi profesora guía la Ing. Ana Grettel Leandro por su guía, consejo y dedicación.

# Resumen ejecutivo

El trabajo realizado en esta práctica profesional dirigida generó datos que permitieron determinar la productividad y los rendimientos de algunos procesos que conforman una serie de actividades seleccionadas del proyecto Núcleo Integrado de Diseño Industrial, ubicado en la sede central de Instituto Tecnológico de Costa Rica.

El objetivo principal de los datos de rendimientos fue el de servir de referencia y facilitar a la Oficina de Ingeniería de la institución el cálculo de los costos de mano obra al momento de realizar presupuestos para las licitaciones de obra pública.

Para lograr los objetivos planteados como primer paso se aplicaron herramientas ingenieriles para la selección de las actividades más importantes del proyecto. Se analizaron los procesos de estas actividades por medio de la elaboración de diagramas de flujo y el desglose de los recursos de cada uno de ellos.

Se elaboraron hojas de registro y se realizaron muestreos de campo a los que posteriormente se les hizo un análisis de productividad por medio de la aplicación de la técnica Crew-balance. Se calcularon los rendimientos de cada uno de ellos, usando como datos de entrada la cantidad de trabajo, número de trabajadores, tiempo de ejecución y factor de tiempo muerto.

Así mismo se aplicaron encuestas a los trabajadores y al ingeniero residente con el fin de determinar cuáles factores consideran que estaban afectando la productividad del proyecto.

Con los resultados obtenidos de los muestreos se generó una herramienta de registro y cálculo de la mano de obra basado en rendimientos. Además se realizó una propuesta de recolección de datos de este tipo, se diseñaron las hojas de registro que acompañan el proceso y se identificaron los factores que afectan la productividad del proyecto.

.

# Introducción

Hoy es poca la información que se tiene respecto a los niveles de productividad y los rendimientos que se manejan en el sector construcción de nuestro país, inclusive son pocas aún las empresas e instituciones que le dan la importancia que se merece este tema.

Muchas veces esta situación se presenta por la falta de conocimiento acerca de cómo recolectar este tipo de información y las ventajas que se pueden obtener de ella.

Por ejemplo, un registro de productividad le facilitaría a los ingenieros y a los dueños de las empresas constructoras, datos importantes que le sirvan de base para estimar programaciones y presupuestos. Por su lado la identificación de problemas que afectan sus actividades y procesos sirve como herramienta para analizar donde se están presentando esos problemas, lo cual les permitiría tomar acciones para corregir y proponer mejoras que benefician la ejecución de las obras.

Algo similar ocurre con un registro de rendimientos, pues ayuda a calcular de forma más rápida y fiable los costos de mano de obra de un proyecto.

Una de las funciones de la Oficina de Ingeniería del Instituto Tecnológico de Costa Rica es la preparación de licitaciones de obra constructiva en las cuales una de las funciones principales es la elaboración de presupuestos. Es por esto que para el desarrollo de esta práctica profesional dirigida se tiene como objetivo principal medir la productividad y los rendimientos del edificio Núcleo Integrado de Diseño Industrial. El proyecto realizado cuyos resultados se presentan en este informe tuvo los siguientes objetivos específicos.

- ❖ Seleccionar las actividades constructivas por analizar.
- ❖ Identificar los recursos de las actividades seleccionadas.

- ❖ Medir la productividad y los rendimientos de las actividades seleccionadas.
- ❖ Diseñar una base de datos con los rendimientos que facilite el cálculo de la mano de obra de los proyectos.

El alcance de este proyecto contempla la generación de una herramienta sencilla que permita el registro de rendimientos y basado en estos, el cálculo del costo de mano de obra de procesos que conforman las actividades constructivas. Además se presenta una propuesta del procedimiento por seguir para la recolección de datos sobre productividad y rendimientos.

Entre las limitaciones que se tuvieron a la hora de realizar el proyecto se pueden mencionar las siguientes:

- ❖ La forma de trabajo de la empresa constructora es por frentes de trabajo, lo que en muchas ocasiones provocó que sólo se pudieran tomar pocos muestreos puesto que esa actividad se realizaba simultáneamente para terminarla lo más pronto posible.
- ❖ No se pudieron analizar algunos procesos desde un inicio debido a que la empresa realizaba labores simultáneamente por lo que cuando se llegó a evaluar estos procesos los mismos ya se encontraban en un estado avanzado.
- ❖ Se trató de recolectar la mayor cantidad de datos para poder determinar la productividad y los rendimientos con el objetivo de enriquecer la base de datos y el aporte brindando al proyecto de investigación.

- ❖ El análisis de los datos se hizo por medio de vídeos por lo que el análisis consumió una gran parte del tiempo.
- ❖ Estos vídeos no pueden ser distribuidos, ya que para ello se necesita el permiso de las personas que salieron en ellos, el cual fue denegado.
- ❖ Para el caso del rendimiento, se tomaron pocas mediciones debido a las razones expuestas anteriormente, por lo que se tiene una limitada validez estadística de los datos.

# Marco Teórico

## Principio de Pareto

Este principio es conocido también como la regla 80-20 y consiste en que las causas de un problema o situación pueden dividirse en dos grupos, el primero de ellos está formado por un pequeño número de elementos en los cuales se concentra el mayor valor o importancia mientras que el otro grupo está conformado por un gran número de elementos pero su valor o importancia es menor en comparación con el primero (Kume, 2002). Es decir, existen pocos valores importantes y muchos insignificantes.

Lo anterior está basado en un estudio realizado por el sociólogo y economista italiano Wilfredo Pareto acerca de la distribución de la riqueza en la ciudad de Milán en el siglo XVIII, en el cual se concluyó que en el 20% de la población concentraba el 80% de la riqueza. Ese pensamiento de los muy pocos fue lo que dio origen a este principio, que es una herramienta de administración muy usada pero que además puede ser aplicada a diferentes campos como por ejemplo, el de la construcción

## Sistema de clasificación ABC

Es un método utilizado en la clasificación de inventarios, está basado en el principio de Pareto y su objetivo es facilitar el control de los mismos, para ello se trata de darle mayor énfasis a los elementos que tiene un valor más alto y disminuir la atención en aquellos que no son tan importantes según un parámetro establecido (Hasbun, 2014). Es conocido como curva 80-20, debido a que “al aplicarse el método se obtiene

una curva que representa la distribución estadística del efecto considerado.” (Parada, 2009) La siguiente figura ilustra la curva que se puede obtener al aplicar este sistema:

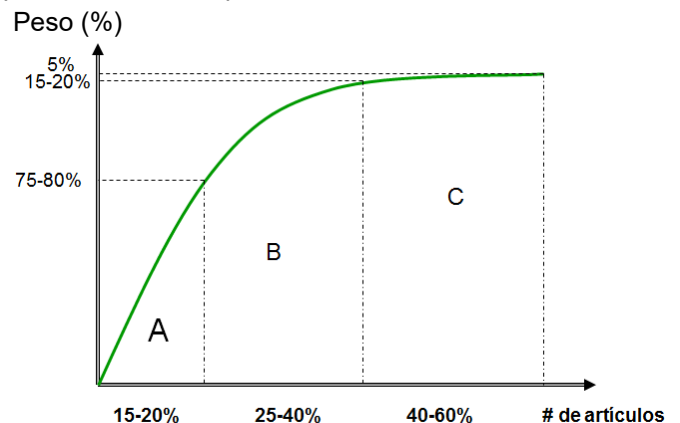


Figura 1. Ejemplo de representación gráfica del método de clasificación ABC (Hasbun, 2016)

Según el método, las características de las zonas pueden ser las siguientes

- ❖ Zona o clase A: es considerada de importancia alta y es aquella que agrupa aproximadamente un 20% de la población, en la cual se concentra el 80% del valor total del parámetro de medición.
- ❖ Zona o clase B: es considerada de importancia media, en ella se agrupa alrededor de un 30% de la población, la cual representa el 15% del valor total del parámetro de medición.
- ❖ Zona o clase C: es considerada de importancia baja, en ella se agrupa del 50% de la población en la cual se concentra el 5% de valor total del parámetro de medición.

El parámetro de medición más usado en esta metodología es el de costo. Una de las ventajas de este método es que se puede adaptar fácilmente a cualquier ámbito, por ejemplo, sirve

para categorizar la importancia de las actividades en los proyectos de construcción según el parámetro establecido.

## Sistema de clasificación 123

Es un sistema cuyo objetivo es el de agregarle un factor o grado de criticidad a los elementos enlistados en la metodología ABC, como el anterior, suele usarse en la clasificación de inventarios pero igualmente puede adaptarse a otros ámbitos

Esta criticidad está basada en el efecto o importancia que tenga un cierto parámetro en la gestión de una empresa, su objetivo es categorizar los elementos de análisis en tres grupos para facilitar la aplicación de distintas políticas de inventario. (Hasbun, 2014)

Los grupos en los cuales se pueden categorizar los elementos son los siguientes:

- ❖ Grado 1: son aquellos componentes considerados de alta criticidad según el parámetro de medición.
- ❖ Grado 2: son aquellos componentes considerados de media criticidad según el parámetro de medición.
- ❖ Grado 3: son aquellos componentes considerados de baja criticidad según el parámetro de medición.

Por otra parte algunos parámetros que pueden ser utilizados para realizar esta clasificación son los siguientes:

- ❖ Importancia para la producción
- ❖ Dificultad de adquisición
- ❖ Dificultad de realización
- ❖ Restricciones de proveedores
- ❖ Restricciones de transporte

## Sistema Alpha-Beta-Gamma

Es el resultado de la combinación de las dos metodologías anteriores, es decir, es la unión de

los factores de costo y criticidad, lo que permite tener una visión más amplia y selectiva de la importancia de los elementos sometidos a análisis. (Hasbun, 2014) Según el sistema, las categorías son las siguientes:

- ❖ Alpha: importancia alta
- ❖ Beta: importancia media
- ❖ Gamma: importancia baja

Para determinar a qué categoría pertenecen los elementos se utiliza una matriz representada en la siguiente figura:

| CUADRO 1. Matriz Alpha-Beta-Gamma |       |      |       |
|-----------------------------------|-------|------|-------|
| Tipo Clasificación                | Costo |      |       |
| Criticidad                        | A     | B    | C     |
| 1                                 | Alfa  | Alfa | Alfa  |
| 2                                 | Alfa  | Beta | Beta  |
| 3                                 | Alfa  | Beta | Gamma |

\*Adaptado de Hasbun, 2014

## Productividad

El termino productividad es muy amplio por lo que sus definiciones varían dependiendo del enfoque con el que se quiera analizar. Por ejemplo, la Organización para la Cooperación Económica Europea (como se citó en Moreno, 1995) en el año de 1950 la definió como el “cociente que resulta de dividir la producción por uno de los factores de producción.” Para el caso de la construcción la definición dada por Serpell (1986), es la que más se ajusta al sector, pues en ella se define la productividad como la relación entre lo producido y los recursos utilizados refiriéndose a los materiales, los equipos, el terreno, el espacio y especialmente la mano de obra, pues de ella depende la cantidad de trabajo realizado.

Es necesario mencionar que no sólo se debe tener productividad, esta tiene que venir acompañada de la calidad, debido a que no tiene sentido que se haga un trabajo con una productividad alta, si este es de mala calidad y

por tanto se requiera de reparaciones o de la necesidad de volver a realizarse.

## Factores que afectan la productividad

Los factores que afectan la productividad en la construcción son muy variados y a lo largo de los años se han realizado una serie de estudios con el fin de analizarlos y buscar soluciones para así aumentar la productividad. Según Serpell (1986) algunos de esos factores son los siguientes

- ❖ Errores y omisiones en los planos y especificaciones
- ❖ Exceso de modificaciones durante la ejecución del proyecto
- ❖ Falta de supervisión
- ❖ No permitir la especialización de la mano de obra
- ❖ Inadecuado diseño de sitio
- ❖ Clima
- ❖ Mala iluminación
- ❖ Falta de materiales, equipo y herramientas
- ❖ Tamaño inadecuado de las cuadrillas
- ❖ Accidentes laborales
- ❖ Exigencias excesivas de controles de calidad

Por otra parte Botero (2002) en su investigación indica que algunos factores que afectan la productividad son los siguientes:

- ❖ Situación económica del país
- ❖ Trabajadores sindicalizados
- ❖ Salarios
- ❖ Ambiente de trabajo
- ❖ Seguridad laboral
- ❖ Clima
- ❖ Condiciones del suelo
- ❖ Grado de dificultad
- ❖ Riesgo
- ❖ Actividades predecesoras
- ❖ Disponibilidad de materiales y herramientas
- ❖ Calidad de las instrucciones
- ❖ Situación personal de los trabajadores
- ❖ Habilidad y conocimiento de los trabajadores

Se podría decir que ambas investigaciones son complementarias, la primera de ellas se

enfoca principalmente en los factores que son producidos por la parte de administración y coordinación de los proyectos mientras que la otra se enfoca en el entorno de los proyectos, en las características de los trabajadores y condiciones ambientales. Por lo que las dos investigaciones ayudan a comprender de forma más amplia los factores que afectan la productividad, permitiendo identificar de forma más precisa la fuente del problema y propiciando mejores oportunidades de solución.

## Categorización del Trabajo

El trabajo puede definirse como todas aquellas acciones o actividades que realizan las personas para transformar los recursos en un producto que tenga un valor establecido o esperado (Arboleda, 2014), para realizar un análisis de productividad primeramente se tiene que clasificar la jornada de trabajo en tres grandes grupos:

- ❖ Trabajo productivo: es aquel trabajo que aporta valor a la actividad o al proceso que se está realizando, es decir, ayuda a que esta avance como por ejemplo, codaleo de superficies, chorrea de concreto, colocación de armadura, etc.
- ❖ Trabajo contributivo: es aquel trabajo que no aporta valor a la actividad o al proceso, pero es necesario que se realice para continuar con el trabajo productivo, es decir, son todas aquellas actividades complementarias como por ejemplo, sostener clavadores, medir, montaje de andamios, etc.
- ❖ Trabajo improductivo: son todas aquellas acciones que el trabajador realiza pero no aportan valor a la actividad o al proceso, en otras palabras son todos aquellos tiempos en los que el trabajador se encuentra ocioso, hablando, observando o trasladándose.

Es necesario tomar en cuenta que al clasificar las tareas en alguno de los grupos anteriores se debe analizar y de forma individual cada una de las actividades, pues lo que en una pueda considerarse como productiva en otra por la naturaleza de esta, puede ser clasificada como contributiva o improductiva.

## Medición de productividad

Aun en la actualidad Costa Rica no cuenta con datos de dominio público que indiquen cual es la productividad de la industria de la construcción. Son pocas las empresas que sacan el tiempo para llevar a cabo sus propias mediciones así como también las investigaciones que se realizan acerca de dicho tema, por lo que no se puede decir con exactitud cuáles son los rangos de productividad que se manejan en el país.

Por lo que a falta de información debemos utilizar como referencia los rangos usados en otros países, donde existe una cultura de control de productividad, según Leandro (2015) estos valores corresponden aproximadamente a un 40% de trabajo productivo y un 60% de trabajo improductivo y en algunos casos puede subir a 50-50%.

El siguiente nomograma (Oglesby, Parker y Howell, 1989) permite determinar el porcentaje de error según la cantidad de mediciones realizadas, en donde el error mínimo aceptable de confiabilidad es del 10%. (Hasbun, 2014)

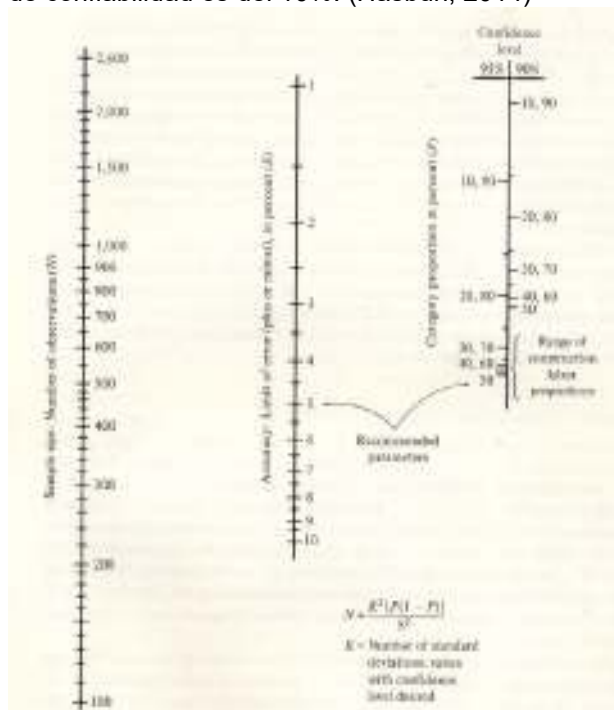


Figura 2 Nomograma para determinar porcentaje de error según valor de productividad

## Crew Balance

Es una de las técnicas que puede usarse para medir la productividad de una actividad o un proceso, es también conocida como balance de cuadrilla. Consiste en realizar un gráfico formado por barras verticales, en donde cada una de ellas representa un trabajador y cada barra está dividida según las acciones que se realizaron durante el tiempo de medición.

Estas acciones se clasifican en productivas, contributivas e improductivas, por lo que al final permite obtener los valores de productividad de cada trabajador así como también un valor global que represente el comportamiento de la cuadrilla.

## Rendimientos

El termino rendimiento se puede definir como la cantidad de obra o de trabajo llevado a cabo en su totalidad por parte de un grupo de personas denominado cuadrilla, que puede estar conformado por operarios, peones, ayudantes o una combinación de estos. Se expresa en horas hombre (HH) entre la unidad de medida de trabajo realizado (Botero, 2002)

Según Ortiz, Paniagua y Sandoval (2009). Los rendimientos se calculan con base en la siguiente fórmula:

$$R = \frac{t * n}{V} \quad \text{Ecuacion 1}$$

Donde:

R= rendimiento en HH/unidad

t= duración de la actividad

n= Número de trabajadores

V=volumen o cantidad de trabajo realizado

Además recomiendan realizar diferentes muestreos con el fin de obtener un rendimiento promedio y así lograr una mejor confiabilidad de los datos. Por otra parte mencionan que es necesario calcular un factor de incremento que permita contemplar los tiempos que los trabajadores ocupan en acarrear materiales, alimentación, etc. Este factor se calcula de la siguiente manera

$$ft = \frac{Timp}{hd - Timp} \quad \text{Ecuacion 2}$$

Donde

fi= factor

Tim= tiempo ocupado en otras actividades

hd =jornada total de trabajo

Al final el rendimiento estaría dado por la siguiente expresión:

$$R = \bar{R}(1 + fi) \quad \text{Ecuacion 3}$$

Una vez aplicadas las ecuaciones anteriores, el rendimiento obtenido puede ser usado como referencia para calcular el costo de la mano de obra de aquellas actividades que sean similares.

# Metodología

En la siguiente sección se presentan todos aquellos procedimientos seguidos para la obtención de la información necesaria para la elaboración de este informe y el cumplimiento de los objetivos propuestos.

El estudio se realizó en una obra financiada por el Banco Mundial, específicamente en el proyecto Núcleo Integrado de Diseño Industrial, ubicado en Cartago, en la sede central del Tecnológico de Costa Rica y el cual cuenta con un área aproximada de 1310 m<sup>2</sup>. Este edificio de dos niveles está destinado a ser la nueva sede de la escuela de la carrera de Ingeniería en Diseño Industrial, el cual estará compuesto por aulas, laboratorios, oficinas, una plazoleta y un parqueo que contará con dispositivos para la carga de vehículos eléctricos.



Figura 3. Fachada esperada del edificio (Oficina de ingeniería, 2015)

Además para este edificio se aplicaron algunas técnicas de sostenibilidad con el objetivo de hacer que la estructura fuera más amigable con el ambiente. Para ello aplicaron ventilación cruzada, uso de mingitorios secos, sanitarios de doble descarga, iluminación natural, luces led con

sensores de movimiento y un sistema de reutilización del agua llovida,

El primer nivel está compuesto por cinco aulas, un vestíbulo, baños, la oficina de la asociación de estudiantes y un laboratorio, mientras que en el segundo nivel se concentraran las oficinas de los profesores, comedor y una sala de reuniones.



Figura 4. Fachada del edificio al mes de marzo del 2016

## Procedimientos

Primeramente se procedió a realizar la selección de las actividades por medio de la aplicación de técnicas ingenieriles y de administración tales como principio de Pareto, sistema de clasificación ABC, sistema de clasificación 123 y el sistema alpha-beta-gamma.

Como primer paso se aplicó el principio de Pareto al presupuesto del proyecto con el fin de determinar el peso de cada una de las actividades en este, para posteriormente

organizar esos porcentajes de mayor a menor y obtener un porcentaje acumulado que permitiera clasificar las actividades según la metodología ABC.

Una vez clasificadas, se analizaron todas las actividades que quedaron dentro de la categoría A, descartando aquellas que estuvieran fuera del alcance del proyecto o terminadas, como por ejemplo, los sistemas eléctricos, de telecomunicaciones y cimientos. Al finalizar este descarte se quedó únicamente con siete actividades a las cuales se les volvió a aplicar Pareto y la clasificación ABC con el fin de determinar el grado de importancia final de cada una.

Después se procedió a realizarle al ingeniero residente, al maestro de obras y al segundo al mando una encuesta (ver Apéndice 15) en la cual le pudieran asignar criticidad a las actividades según su experiencia. Debido a que las respuestas difirieron unas de otras, se decidió darle mayor peso a la información brindada por el ingeniero residente por tener mayor poder de decisión en el proyecto y conocimiento técnico del mismo. Con lo anterior se logró clasificar las actividades restantes por el sistema 123.

Posteriormente se aplica el sistema alpha-beta-gamma, es decir, se comparan los resultados de la clasificación ABC y del sistema 123 con los valores presentes en la matriz que combina costo y criticidad (ver cuadro 1) con el objetivo de categorizar de forma más completa las actividades según su importancia para el proyecto y así determinar a cuales de ellas aplicarles el estudio.

De esas actividades seleccionadas se descartaron aquellas cuya fecha de comienzo estaba para después de la entrega de este informe, por lo que al final se quedó solamente con cuatro actividades, las cuales según el presupuesto estaban divididas a su vez en sub actividades. Por motivo de que a que al final se realizaría una base de datos que serviría como referencia de cálculo, se decidió escoger por lo menos una subactividad de cada una, para así obtener una mayor cantidad de información. Estas subactividades fueron escogidas según el avance del proyecto.

Una vez concluida esta fase, se siguió con la medición de la productividad, usando la técnica de Crew Balance, por lo que se diseñó de forma preliminar una hoja de registro. En la hoja se registró el tipo de trabajador, el momento en

que se realizó la medición, la acción que estaba realizando y como dato adicional la temperatura,

PROYECTO DE GRADUACION  
NUCLEO INTEGRADO DE DISEÑO INDUSTRIAL

Actividad \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_  
Cant. Trabajo \_\_\_\_\_

| Hora | Tipo de trabajador |  |       |  | T (°C) |
|------|--------------------|--|-------|--|--------|
|      | Labor              |  | Labor |  |        |
|      |                    |  |       |  |        |
|      |                    |  |       |  |        |
|      |                    |  |       |  |        |
|      |                    |  |       |  |        |
|      |                    |  |       |  |        |
|      |                    |  |       |  |        |

Figura 5. Hoja de control para registro de productividad y rendimientos

Como siguiente paso se decidió realizar dos tipos de muestreo, uno de ellos manual que se aplicó solamente a dos actividades que contaban con poco personal y consistió en realizar las observaciones en sitio a cada minuto. Las otras actividades fueron medidas por medio de la grabación de vídeos, los cuales posteriormente eran analizados a cada 15 segundos buscando así obtener una mayor precisión en las observaciones. Este método se prefirió debido a que permite ver con más detalle la actividad así como también analizar grandes cuadrillas de trabajo.

Es necesario aclarar que se pretendía realizar dichos muestreos en la mañana y en la tarde pero debido a que la forma de trabajo es por medio de frentes en la mayoría de las actividades se tuvo que adaptar las mediciones al momento en que estas estuvieran disponibles, por este motivo en la mayoría de los casos solamente se pudieron tomar muestreos de un día y de algunos de los procesos que conforman las actividades.

Una vez finalizado los muestreos, se clasificaron a criterio las acciones observadas en productivas, contributivas e improductivas. Luego se elaboraron cuadros que permitieran tabular y agrupar los datos, sacando porcentajes para elaborar el gráfico de Crew Balance acumulado, que permite observar y comparar las acciones de cada uno de los trabajadores durante el tiempo.

que tardo la medición. Así mismo se graficaron las productividades de cada trabajador, se obtuvieron los tiempos que dedican a cada una de las categorías de trabajo y por último se obtuvo la productividad global y el rendimiento total de cada muestreo analizado.

Luego se promediaron los resultados de productividad y rendimiento de aquellos muestreos que presentaban características similares. Para los rendimientos se calculó el factor de incremento y seguidamente se obtuvo el rendimiento final, el cual será ingresado en la base de datos.

Después de haber realizado los muestreos y con el conocimiento adquirido, se procedió a elaborar un procedimiento que sirva como guía para futuras mediciones de productividad y rendimiento. También se rediseñó la hoja de registro y se crearon otras que sirvieran de apoyo a esta para el procesamiento de los datos.

De forma paralela a los muestreos, de cada proceso, se elaboró un diagrama de flujo que permitiera una mejor comprensión del mismo, así como también un listado de los recursos y mano de obra usados para su realización. De igual forma se aplicó una encuesta a los trabajadores (ver Apéndice 16) con el objetivo de determinar su percepción sobre los factores que afectan la productividad en los proyectos de construcción.

Por último, se elaboró una base de datos que tiene como objetivo recolectar los rendimientos de diferentes proyectos para que posteriormente sirva de referencia para el cálculo del costo de la mano de obra de proyectos similares. Esta se realizó con el programa Microsoft Access 2013, el cual contiene una serie de facilidades para desarrollar este tipo de herramientas.

Debido a que no se contaba con el conocimiento para programar en este lenguaje, primeramente se aprendieron los conceptos básicos a través de vídeo tutoriales y manuales. Posteriormente con ayuda de los compañeros Alejandra Badilla y Douglas Camacho que comparten el objetivo de elaborar una base de datos se planteó la lógica de ingreso y funcionamiento de esta. Una vez definido lo anterior se procedió a crear esta herramienta.

# Actividades Seleccionadas

Para la medición de productividad y rendimiento se analizaron las siguientes actividades

## Obras Exteriores del Edificio

De acuerdo con el presupuesto del proyecto esta es la actividad principal. Para efecto de las mediciones se seleccionaron las siguientes sub actividades.

### Adoquín de parqueo

De esta actividad se analizaron los procesos de colocación de la cama de arena, que consistió principalmente en el esparcimiento de la arena en la zona y su posterior codaleado utilizando maestras temporales. También se estudió la colocación manual de los adoquines de concreto con un patrón de colocación denominado “espina de pescado.” Para este caso la mano de obra era subcontratada.

### Aceras en concreto

De esta actividad se analizaron solamente los procesos de colocación de armadura de la acera la cual está compuesta por las tareas de colocación de plástico negro, malla electrosoldada, helados y amarras.

Otro de los procesos estudiados es el del colado del concreto el cual se hizo por medio de descarga directa con mezcladora o chompipa y después el acabado preliminar de la superficie por medio de codaleado y afinado manual. En este caso la mano de obra pertenecía a la empresa

### Cordón y caño en concreto

Para esta actividad solo se pudieron realizar observaciones de una sección pequeña, debido a que ya contaban con la mayoría de los metros lineales construidos, entonces se decidió medir

con el objetivo de incrementar la información que se le agregaría a la base de datos.

Los procesos analizados fueron el colado de concreto, el cual fue hecho en sitio y trasladado al lugar que se ocupaba por medio de un minicargador y carretillo. El otro proceso fue el del acabado preliminar de la superficie de concreto que se realizó de forma manual por medio de un codal, una cuchara y una esponja. En este caso la mano de obra pertenecía a la empresa.

## **Estructuras y cubiertas de Techo**

De acuerdo con el presupuesto del proyecto esta es la actividad principal. Para efecto de las mediciones se seleccionaron las siguientes sub actividades. En este caso la mano de obra era subcontratada.

### **Clavadores**

En esta actividad se tomaron mediciones de los procesos de corte y añadido de los clavadores, estos eran perfiles C de 50x150mm RT 1/16. El proceso de corte se analizó cuando los claros en los que se iban a colocar los clavadores eran de 3,2m y se habló de añadido cuando los claros eran de 6,1m. Para los cortes se utilizó solamente la esmeriladora y para el caso de añadido estos fueron simplemente soldados También se estudió la colocación de los clavadores en su posición final, el cual se realizó de forma manual.

### **Cubierta de techo de pasillo**

Se refiere a la colocación de la cubierta de los pasillos del edificio, la actividad abarcó los procesos de subida de material y fijación de las láminas de HG 24 en la estructura metálica del techo por medio de tornillos.

### **Contrapiso**

Para esta actividad se analizó el proceso de colado de concreto que en algunos casos fue realizado con la ayuda de una bomba

telescópica, en otros casos se utilizó un minicargador y también se coló por medio de descarga directa de la mezcladora o chompipa.

El otro proceso medido fue el del acabado preliminar de la superficie de concreto que se realizó de forma manual mediante el uso de codales y cucharas. En este caso la mano de obra pertenecía a la empresa.

## **Repellos**

Al momento de analizar esta actividad la mayor parte del edificio se encontraba finalizado, al igual que el cordón y caño se realizaron mediciones con el objetivo de incrementar y darle mayor variedad a la base de datos.

Los procesos analizados fueron taqueado y la colocación de capas de mortero, las cuales se hicieron de forma manual y el número de capas estuvo determinado por el espesor dado por la pieza colocada en el taqueado. En este caso la mano de obra pertenecía a la empresa.

# Resultados

## Selección de Actividades

El cuadro 2 muestra la aplicación del principio de Pareto y el sistema de selección ABC de las actividades del presupuesto.

| <b>CUADRO 2. Clasificación de actividades del presupuesto por medio de principio de Pareto y sistema de clasificación ABC</b> |                               |                    |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>Actividad</b>                                                                                                              | <b>Peso en el presupuesto</b> | <b>% Acumulado</b> | <b>Clasificación ABC</b> |
| Sistema eléctrico                                                                                                             | 21,27%                        | 21,27%             | A                        |
| Obras exteriores del edificio                                                                                                 | 8,66%                         | 29,93%             | A                        |
| Estructuras, cubierta y accesorios de techo (incluye acabados)                                                                | 8,41%                         | 38,34%             | A                        |
| Sistema de telecomunicaciones-Datos                                                                                           | 7,60%                         | 45,94%             | A                        |
| Paredes y acabados, incluye moquetas                                                                                          | 5,56%                         | 51,51%             | A                        |
| Pisos, enchapes y aceras                                                                                                      | 4,66%                         | 56,17%             | A                        |
| Ventanería                                                                                                                    | 4,21%                         | 60,39%             | A                        |
| Cimientos                                                                                                                     | 3,81%                         | 64,20%             | A                        |
| Sistemas de seguridad y señalización                                                                                          | 2,83%                         | 67,03%             | A                        |
| Contrapiso                                                                                                                    | 2,77%                         | 69,80%             | A                        |
| Sistema pluvial                                                                                                               | 2,76%                         | 72,56%             | A                        |
| Elevador                                                                                                                      | 2,64%                         | 75,20%             | A                        |
| Columnas, Muros y Columnas de Acero                                                                                           | 2,31%                         | 77,50%             | A                        |
| Puertas y cerrajería                                                                                                          | 2,27%                         | 79,77%             | A                        |
| Movimiento de Tierras                                                                                                         | 2,18%                         | 81,95%             | B                        |
| Cielos                                                                                                                        | 2,10%                         | 84,05%             | B                        |
| Sistema de alarma contra incendio                                                                                             | 1,94%                         | 85,99%             | B                        |
| Entrepisos                                                                                                                    | 1,74%                         | 87,73%             | B                        |
| Sistema de telecomunicaciones - CCTV                                                                                          | 1,47%                         | 89,20%             | B                        |
| Muebles sanitarios, cocina y lavatorios                                                                                       | 1,46%                         | 90,66%             | B                        |
| Sistemas mecánicos                                                                                                            | 1,43%                         | 92,09%             | B                        |
| Vigas de concreto y acero                                                                                                     | 1,34%                         | 93,43%             | B                        |
| Muebles de cocina                                                                                                             | 1,22%                         | 94,65%             | B                        |
| Tanque recolección de agua pluvial                                                                                            | 1,16%                         | 95,81%             | C                        |
| Obras preliminares y provisionales                                                                                            | 1,11%                         | 96,92%             | C                        |
| Sistema de aire acondicionado                                                                                                 | 0,98%                         | 97,90%             | C                        |
| Viga corona de concreto reforzado                                                                                             | 0,68%                         | 98,59%             | C                        |
| Cambio en red sanitaria del TEC                                                                                               | 0,46%                         | 99,05%             | C                        |
| Escaleras de emergencia                                                                                                       | 0,42%                         | 99,47%             | C                        |
| Escalera principal                                                                                                            | 0,39%                         | 99,85%             | C                        |
| Trazado de edificio y obras                                                                                                   | 0,09%                         | 99,95%             | C                        |
| Entrega del edificio                                                                                                          | 0,05%                         | 100,00%            | C                        |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                  | <b>100,00%</b>                |                    |                          |

El cuadro 3 muestra la reclasificación por el principio de Pareto, sistema de clasificación ABC según se indicio en el marco teórico y sistema

123 según los resultados de la encuesta de las actividades clasificadas como categoría A en el cuadro 2.

| <b>CUADRO 3. Clasificación de las actividades A por medio del principio de Pareto, el sistema de clasificación ABC y el sistema 123</b> |                               |                    |                          |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------------|-------------------|
| <b>Actividad</b>                                                                                                                        | <b>Peso en el presupuesto</b> | <b>% Acumulado</b> | <b>Clasificación ABC</b> | <b>Criticidad</b> |
| Obras exteriores del edificio                                                                                                           | 24%                           | 24%                | A                        | 3                 |
| Estructuras, cubierta y accesorios de techo (incluye acabados)                                                                          | 23%                           | 47%                | A                        | 1                 |
| Paredes y acabados, incluye moquetas                                                                                                    | 15%                           | 62%                | A                        | 2                 |
| Pisos, enchapes y aceras                                                                                                                | 13%                           | 75%                | A                        | 1                 |
| Ventanería                                                                                                                              | 12%                           | 86%                | B                        | 1                 |
| Contrapiso                                                                                                                              | 8%                            | 94%                | B                        | 2                 |
| Puertas y cerrajería                                                                                                                    | 6%                            | 100%               | C                        | 2                 |
|                                                                                                                                         | 100%                          |                    |                          |                   |

El cuadro 4 presenta la clasificación final de las actividades por medio de la metodología alpha-beta-gamma.

| <b>CUADRO 4. Clasificación de las actividades por alpha-beta-gamma</b> |                      |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Actividad</b>                                                       | <b>Clasificación</b> |
| Obras exteriores del edificio                                          | Alpha                |
| Estructuras, cubierta y accesorios de techo (incluye acabados)         | Alpha                |
| Paredes y acabados, incluye moquetas                                   | Alpha                |
| Pisos, enchapes y aceras                                               | Alpha                |
| Ventanería                                                             | Alpha                |
| Contrapiso                                                             | Beta                 |
| Puertas y cerrajería                                                   | Beta                 |

## Medición de rendimiento y productividades de las actividades seleccionadas

### Calculo del factor de incremento para los rendimientos

Para el cálculo de este factor se usara la ecuación 2, presentada en el marco teórico, donde las variables tienen los siguientes valores:

- ❖ Hd: 10, 5 h
- ❖ Timp: 1,17h
  - Se divide de la siguiente manera
    - Comidas: 1h
    - Idas al baño: 10 minutos aproximadamente 0,17h

Por tanto fi da como resultado 0,12

# Adoquín

A continuación se presenta las figuras y cuadros que contienen la información obtenida de los procesos analizados para la actividad de

Adoquines. El cuadro 5 muestra las tareas y recursos del proceso de elaboración de la cama de arena

| <b>CUADRO 5. Tareas y recursos del proceso elaboración de cama de arena</b> |                     |               |                   |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|-------------------|
| <b>Tareas</b>                                                               | <b>Mano de Obra</b> | <b>Equipo</b> | <b>Materiales</b> |
| Trasladar arena                                                             | Operarios           | Pala          | Arena             |
| Colocar arena                                                               | Ayudantes           | Cinta Métrica | Cuerda de nylon   |
| Extender arena                                                              | Peones              | Carretillo    |                   |
| Colocar maestras                                                            |                     | Codal         |                   |
| Codalear arena                                                              |                     | Maestras      |                   |

En el siguiente cuadro se presenta un listado de las tareas y recursos del proceso de colocación de adoquines.

| <b>CUADRO 6. Tareas y recursos del proceso colocación de adoquines</b> |                     |               |                       |
|------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------|-----------------------|
| <b>Tareas</b>                                                          | <b>Mano de Obra</b> | <b>Equipo</b> | <b>Materiales</b>     |
| Trasladar adoquines                                                    | Operarios           | Carretillo    | Adoquines de 20x10 cm |
| Apilar adoquines                                                       | Ayudantes           |               |                       |
| Colocar adoquines                                                      | Peones              |               |                       |

A continuación se presentan las figuras que corresponden a los diagramas de flujo de los procesos. La figura 6 es para el proceso de

elaboración de la cama de arena y la figura 7 es para el proceso de colocación de adoquines

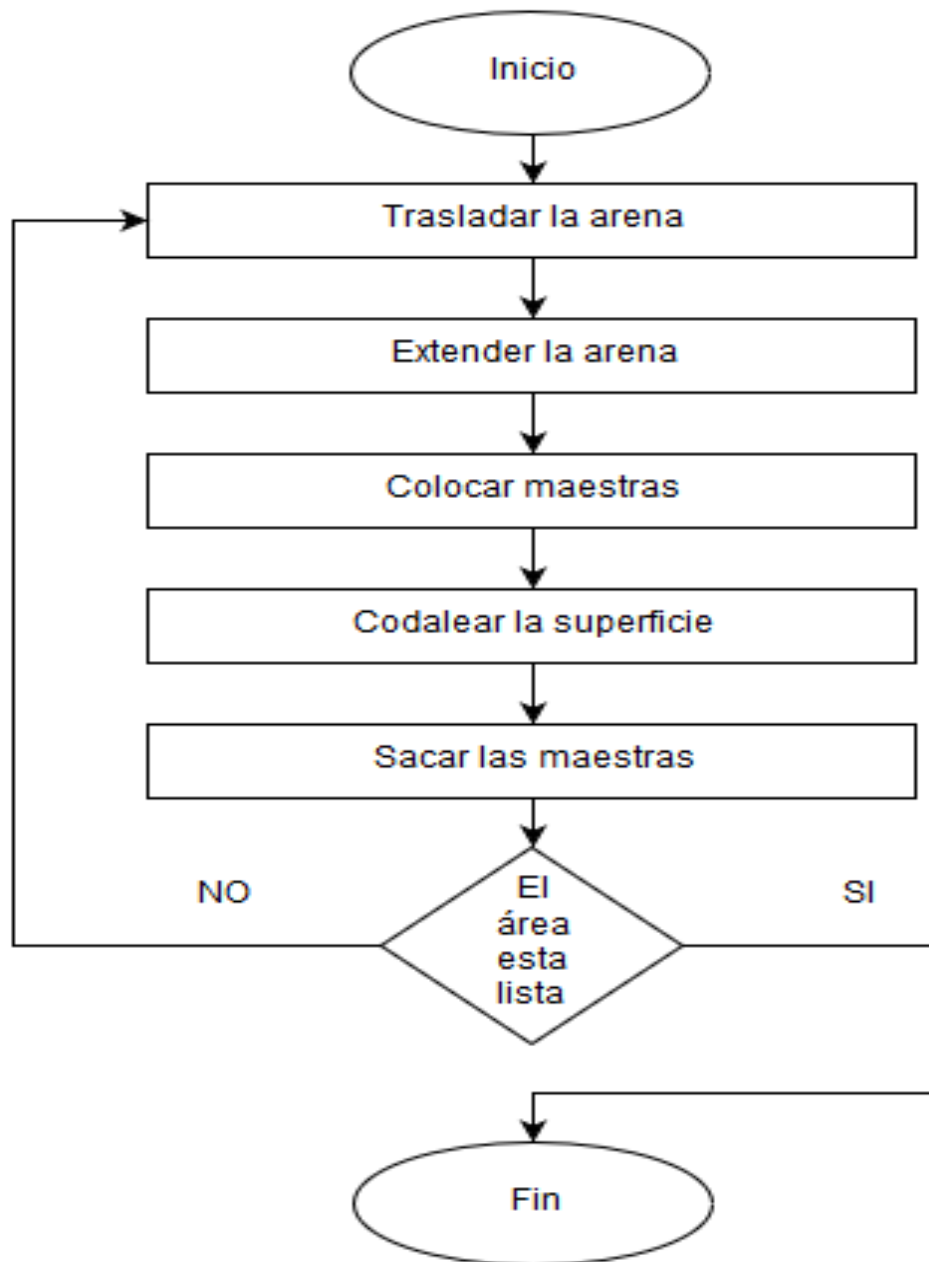


Figura 6. Diagrama de flujo del proceso elaboración de la cama de arena

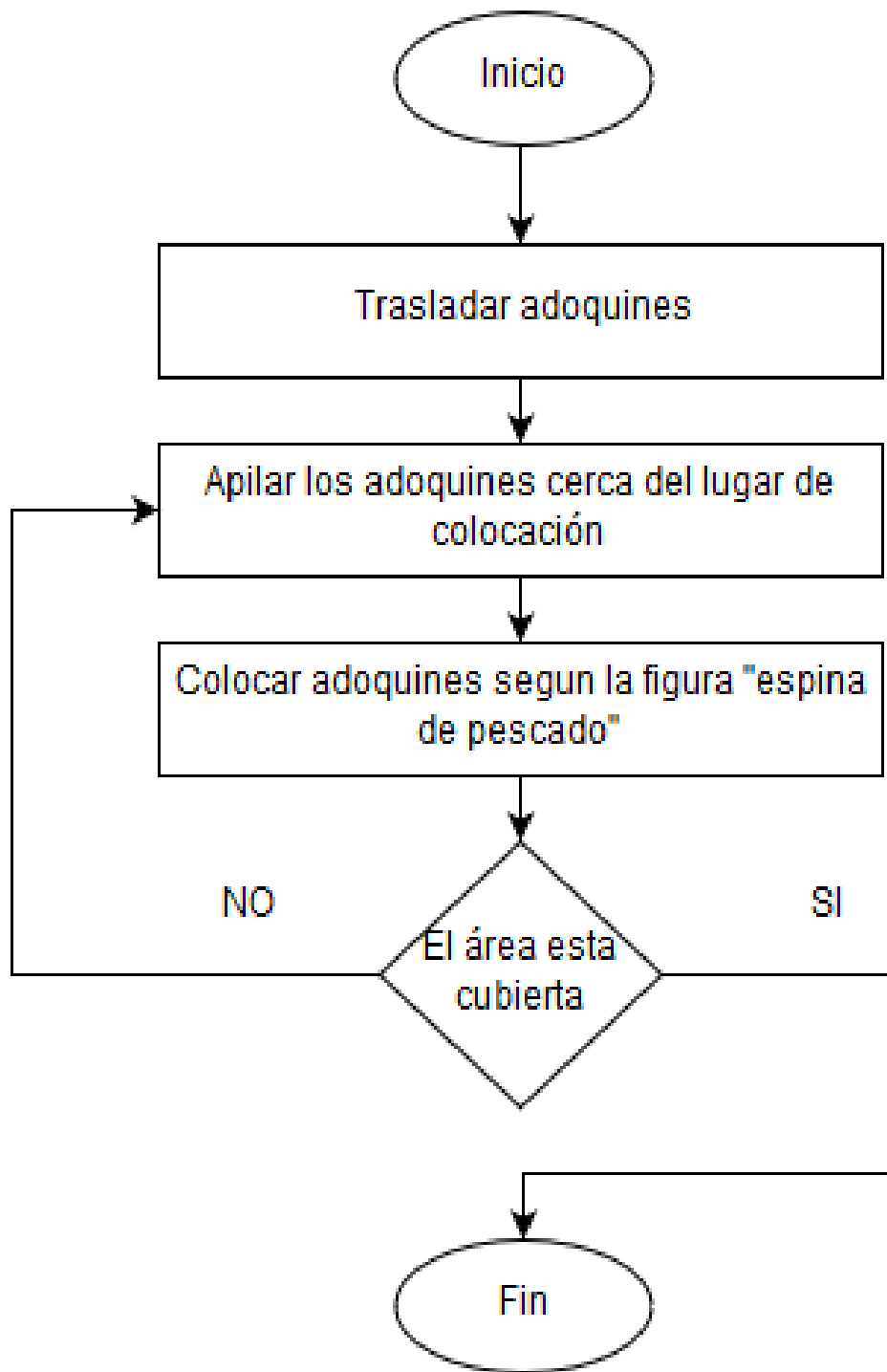


Figura 7. Diagrama de flujo del proceso colocación de adoquines

## Elaboración de la cama de arena

Los resultados que se presentan en esta sección corresponden a las observaciones realizadas en campo que sirvieron para determinar la productividad de este proceso.

En el cuadro 7 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar

la técnica de Crew-Balance, así como la clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 7. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                    |               |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                | Descripción                                        | Clasificación |
| afinando                                                                            | afinando la superficie de arena                    | productivo    |
| ausente                                                                             | no está presente, puede estar en otras labores     | improductivo  |
| codaleando                                                                          | codaleando la superficie                           | productivo    |
| colocando                                                                           | colocando cuerda, maestras                         | productivo    |
| hablando                                                                            | hablando con los compañeros                        | improductivo  |
| llevando                                                                            | llevando el carretillo o el equipo que necesitaban | contributivo  |
| midiendo                                                                            | midiendo la distancia de las maestras              | contributivo  |
| paleando                                                                            | paleando la arena para acomodarla                  | productivo    |
| sosteniendo                                                                         | sosteniendo las maestras, el codal o la cuerda     | contributivo  |
| trasladándose                                                                       | moviéndose de un lugar a otro                      | improductivo  |
| viendo                                                                              | observando lo que hacen los compañeros             | improductivo  |

## Muestreo 1 (Elaboración cama de arena)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 8 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 8. Datos generales del proceso elaboración de cama de arena, muestreo 1</b> |               |        |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                 | 7/4/2016      |        |           |
| Hora inicio                                                                           | 1:04:00 p. m. |        |           |
| Hora fin                                                                              | 1:36:00 p. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                       | 4             | 2      | operarios |
|                                                                                       |               | 2      | ayudantes |
| Tiempo total (h)                                                                      | 1, 7042       | 0,6542 | operarios |
|                                                                                       |               | 1,0500 | ayudantes |
| N° de observaciones                                                                   | 409           |        |           |
| % Error                                                                               | 4,6           |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                             | 28            |        |           |

Por otra parte la figura 8 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 9 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 10 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

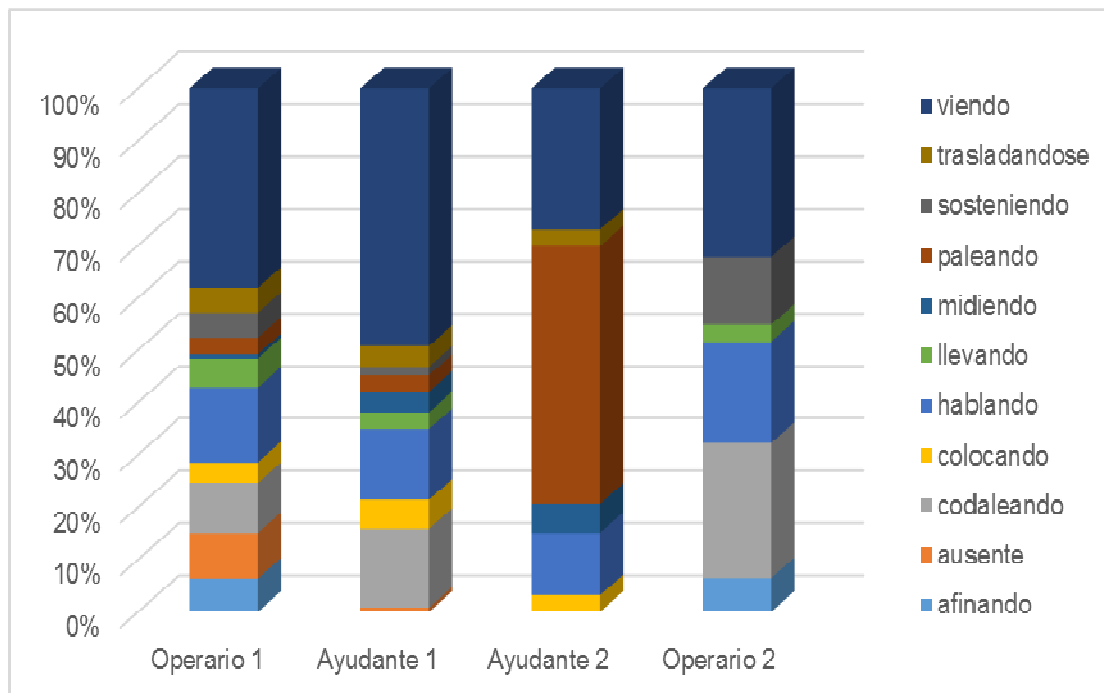


Figura 8. Gráfico Crew-Balance del proceso

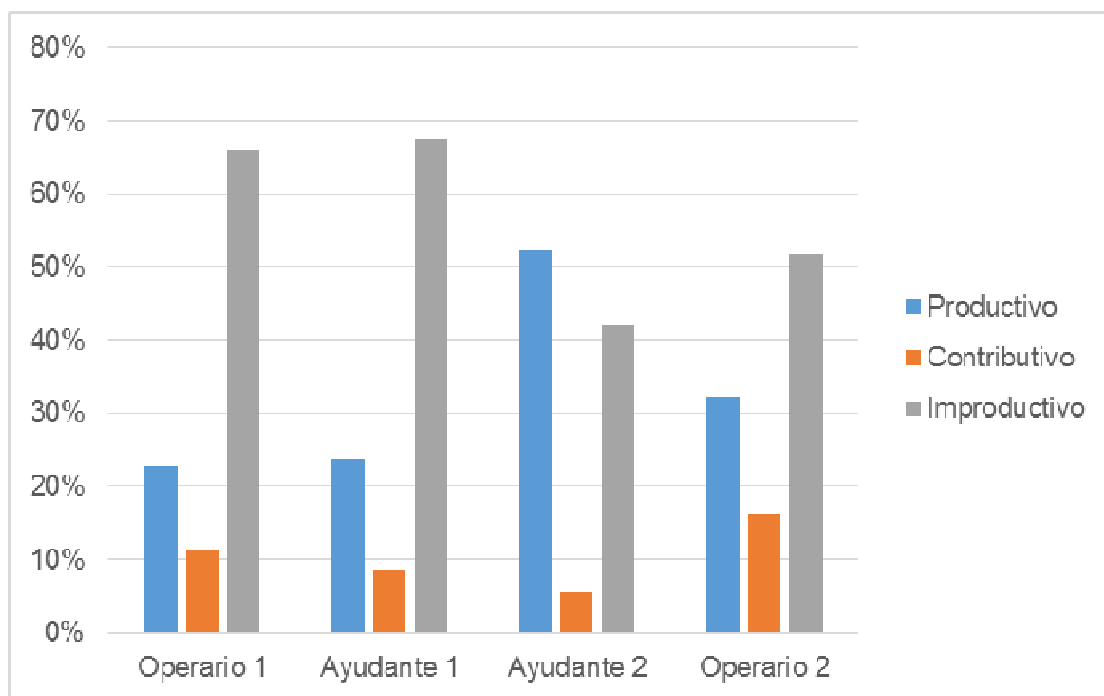


Figura 9. Gráfico de productividad individual

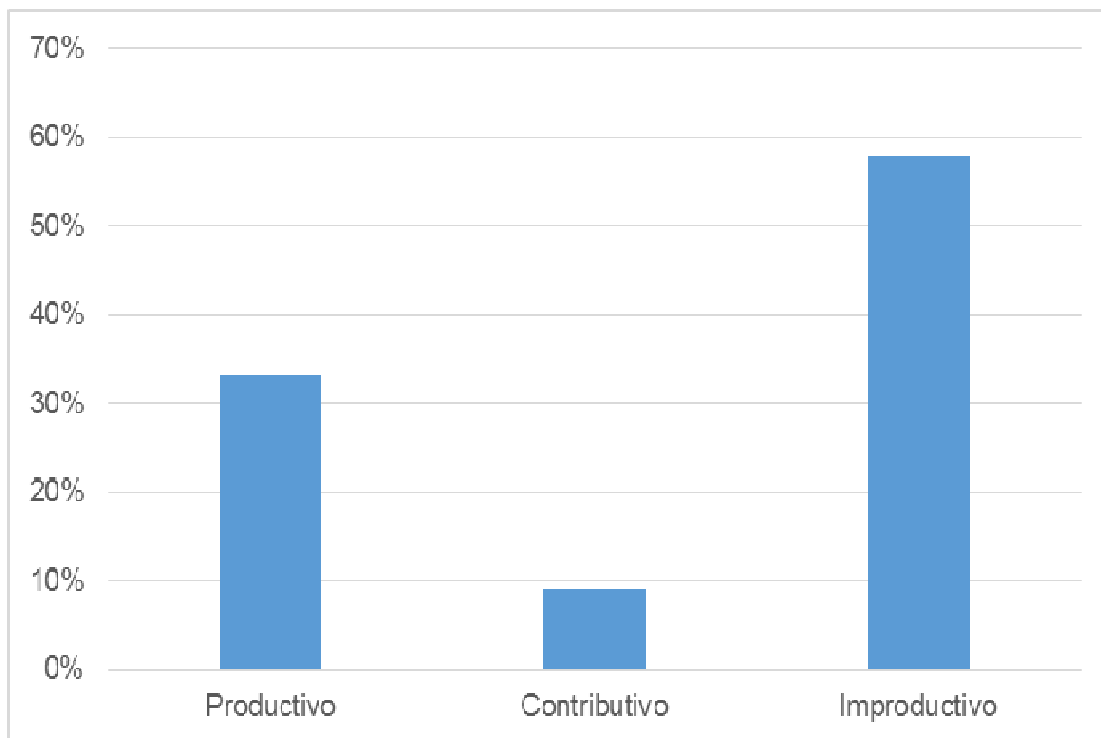


Figura 10. Gráfico de productividad global de la cuadrilla

## Muestreo 2 (Elaboración cama de arena)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. En el cuadro 9 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 9. Datos generales del proceso elaboración de cama de arena, muestreo 2</b> |               |        |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                 | 8/4/2016      |        |           |
| Hora inicio                                                                           | 7:52:00 a. m. |        |           |
| Hora fin                                                                              | 8:19:00 a. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                       | 6             | 1      | operario  |
|                                                                                       |               | 2      | ayudantes |
|                                                                                       |               | 3      | peones    |
| Tiempo total (h)                                                                      | 2,7250        | 0,4541 | operario  |
|                                                                                       |               | 0,9083 | ayudantes |
|                                                                                       |               | 1,3625 | peones    |
| N° de observaciones                                                                   | 654           |        |           |
| % Error                                                                               | 3,6           |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                             | 22            |        |           |

Por otra parte la figura 11 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 12 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 13 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

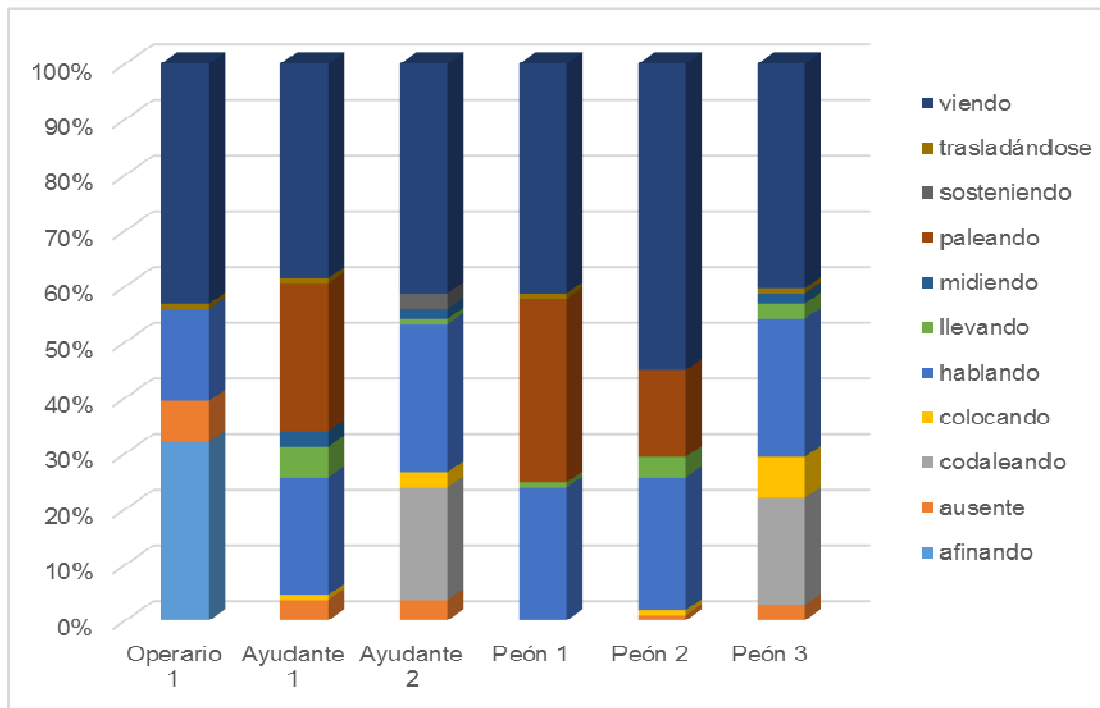


Figura 11. Gráfico Crew-Balance del proceso

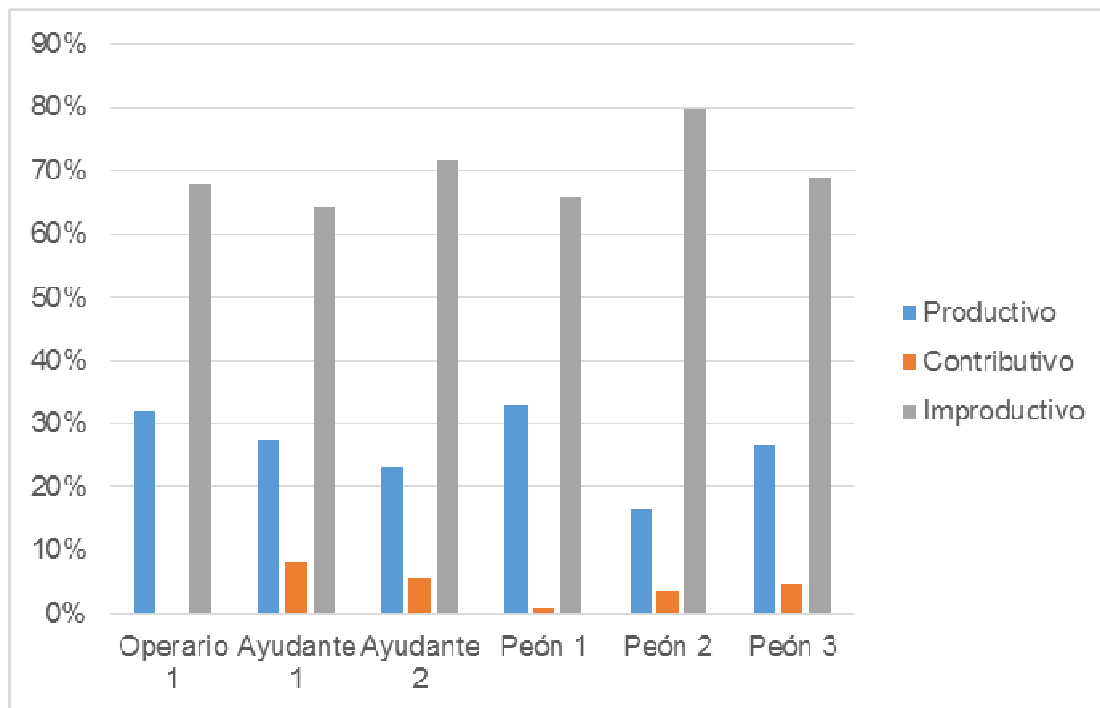


Figura 12. Gráfico de productividad individual

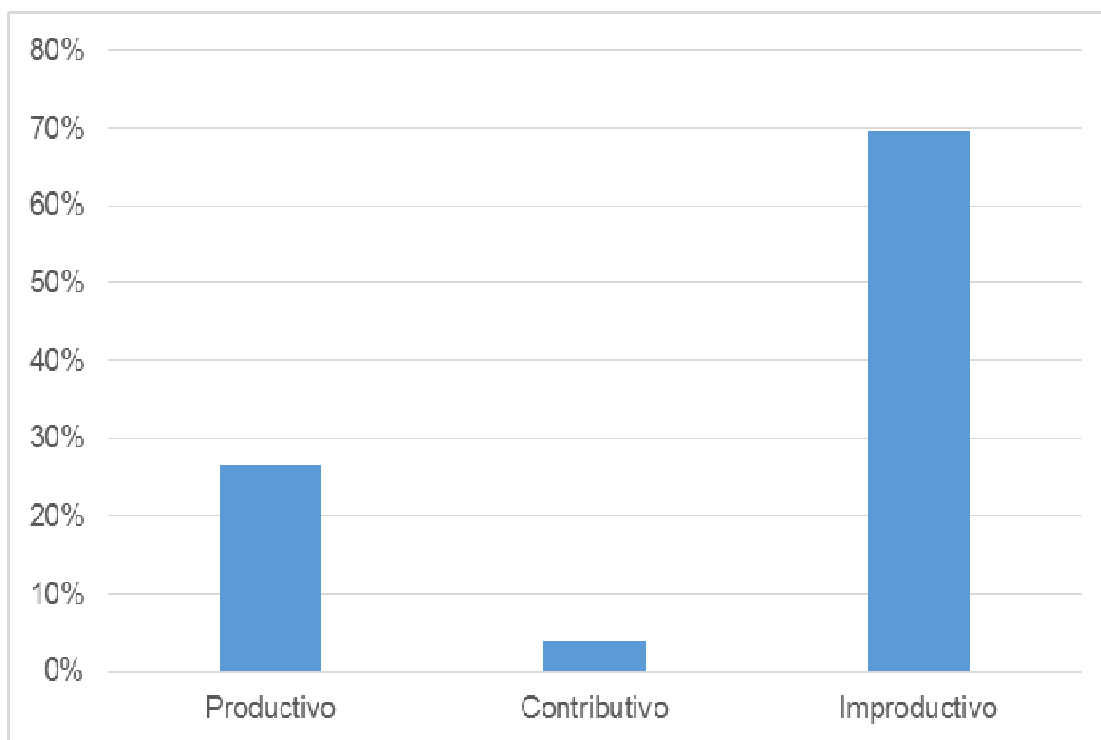


Figura 13. Gráfico de productividad de la cuadrilla

### Muestreo 3 (Elaboración cama de arena)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 3, realizado para este proceso. En el cuadro 10 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| CUADRO 10. Datos generales del proceso elaboración de cama de arena, muestreo 3 |               |        |           |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                           | 12/4/2016     |        |           |
| Hora inicio                                                                     | 9:26:00 a. m. |        |           |
| Hora fin                                                                        | 9:53:00 a. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                 | 3             | 2      | operarios |
|                                                                                 |               | 1      | ayudante  |
| Tiempo total (h)                                                                | 1,3250        | 0,8833 | operarios |
|                                                                                 |               | 0,4417 | ayudante  |
| N° de observaciones                                                             | 318           |        |           |
| % Error                                                                         | 5,5           |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                       | 22            |        |           |

Por otra parte la figura 14 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 15 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 16 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso

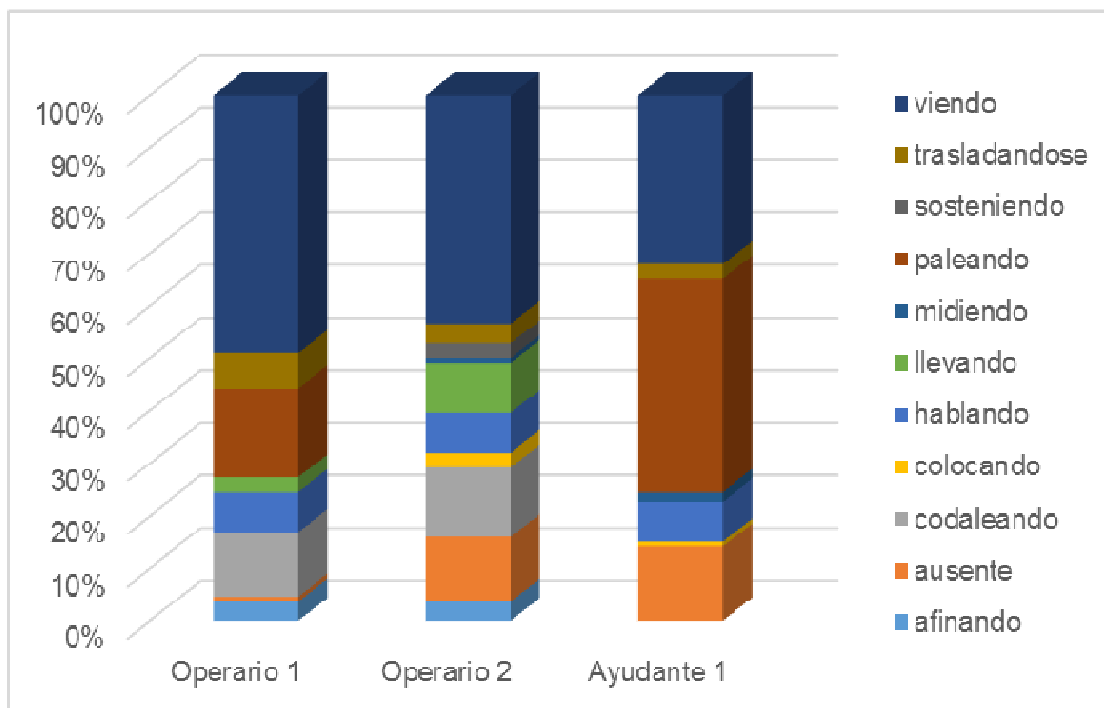


Figura 14. Gráfico Crew-Balance del proceso

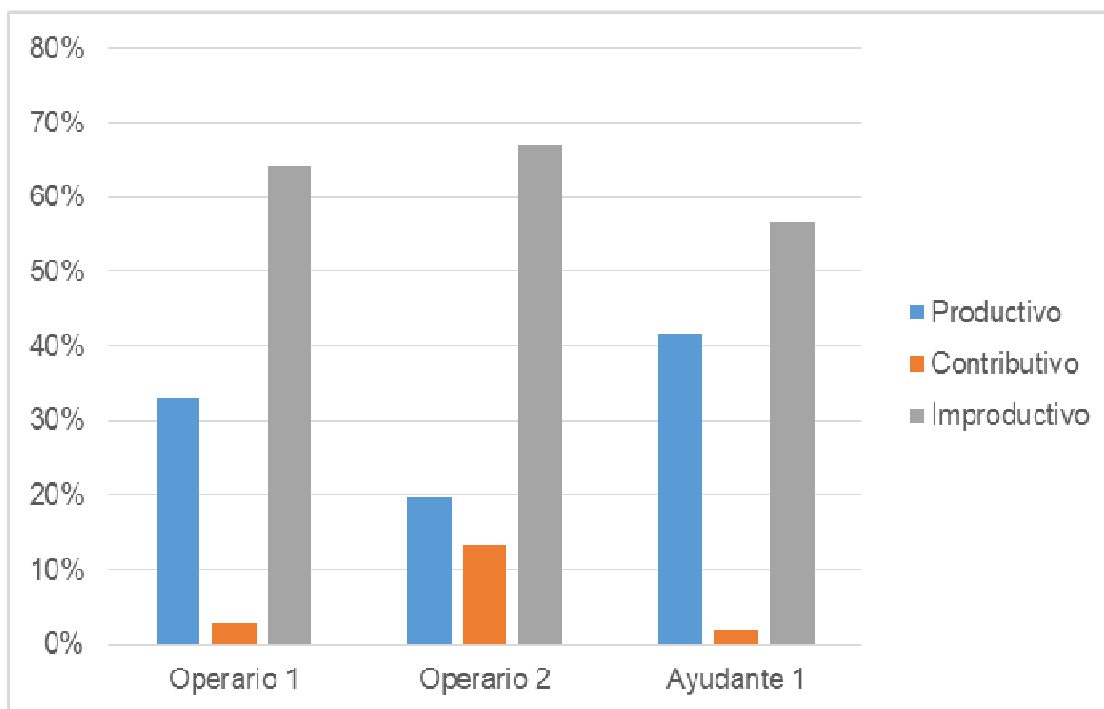


Figura 15. Gráfico de productividad individual

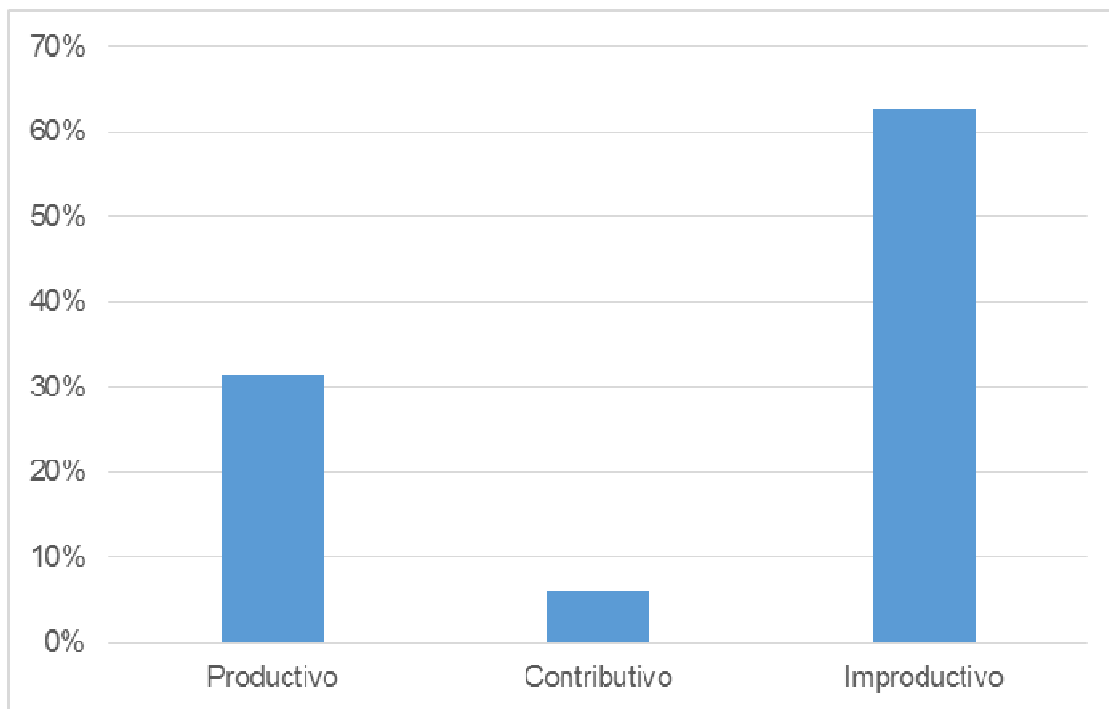


Figura 16. Gráfico de productividad de la cuadrilla

El cuadro 11 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 12 el

rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

| CUADRO 11. PRODUCTIVIDAD PROMEDIO DEL PROCESO |     |     |     |          |                     |
|-----------------------------------------------|-----|-----|-----|----------|---------------------|
| Trabajo/Muestreo                              | 1   | 2   | 3   | Promedio | Desviación Estándar |
| Productivo                                    | 33% | 26% | 31% | 30,3%    | 0,0342%             |
| Contributivo                                  | 9%  | 4%  | 6%  | 6,3%     | 0,0263%             |
| Improductivo                                  | 58% | 70% | 63% | 63,4%    | 0,0593%             |

| CUADRO 12. Rendimiento de la mano de obra subcontratada del proceso elaboración de la cama de arena |                       |                     |                     |                   |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Muestreo                                                                                            | Cant. de trabajo (m2) | R.operario (HOp/m²) | R.ayudante (HAY/m²) | R.Peón (HPeón/m²) | R.Cuadrilla (HH/m²) |
| 1                                                                                                   | 50,8                  | 0,01288             | 0,02067             | -                 | 0,03355             |
| 2                                                                                                   | 44,8                  | 0,01014             | 0,0203              | 0,0304            | 0,0608              |
| 3                                                                                                   | 43,7                  | 0,02021             | 0,01011             | -                 | 0,0303              |
| Promedio (HH/m²)                                                                                    |                       | 0,0144              | 0,0170              | 0,0304            | 0,0416              |
| Desviación Estándar (HH/m²)                                                                         |                       | 0,0052              | 0,0060              | 0,0000            | 0,0168              |
| Coeficiente de Variación (%)                                                                        |                       | 36,16               | 35,19               | 0,00              | 40,32               |
| Factor de incremento                                                                                |                       | 0,12                | 0,12                | 0,12              | 0,12                |
| Rendimiento Final (HH/m²)                                                                           |                       | 0,01614             | 0,01906             | 0,03406           | 0,04655             |

## Colocación de adoquines

En el cuadro 13 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 13. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                   |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                       | Clasificación |
| afinando                                                                             | afinando la superficie de arena para colocar los adoquines        | productivo    |
| ausente                                                                              | no está presente, puede estar en otras labores                    | improductivo  |
| colocando                                                                            | colocando los adoquines                                           | productivo    |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros                                       | improductivo  |
| llevando                                                                             | llevando el carretillo, los adoquines o el equipo que necesitaban | contributivo  |
| midiendo                                                                             | midiendo las distancias para colocar adoquines                    | contributivo  |
| preparando                                                                           | apilando los adoquines o acomodando el lugar de trabajo           | productivo    |
| trasladándose                                                                        | moviéndose de un lugar a otro                                     | improductivo  |
| viendo                                                                               | observando lo que hacen los compañeros                            | improductivo  |

### Muestreo 1 (Colocación de adoquines)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 14 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 14. Datos generales del proceso colocación de adoquines</b> |               |        |           |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                 | 7/4/2016      |        |           |
| Hora inicio                                                           | 2:21:00 p. m. |        |           |
| Hora fin                                                              | 2:53:00 p. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                       | 5             | 2      | operarios |
|                                                                       |               | 3      | ayudantes |
| Tiempo total (h)                                                      | 2,6250        | 1,0500 | operarios |
|                                                                       |               | 1,5750 | ayudantes |
| N° de observaciones                                                   | 630           |        |           |
| % Error                                                               | 4             |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                             | 28            |        |           |

Por otra parte la figura 17 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 18 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 19 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

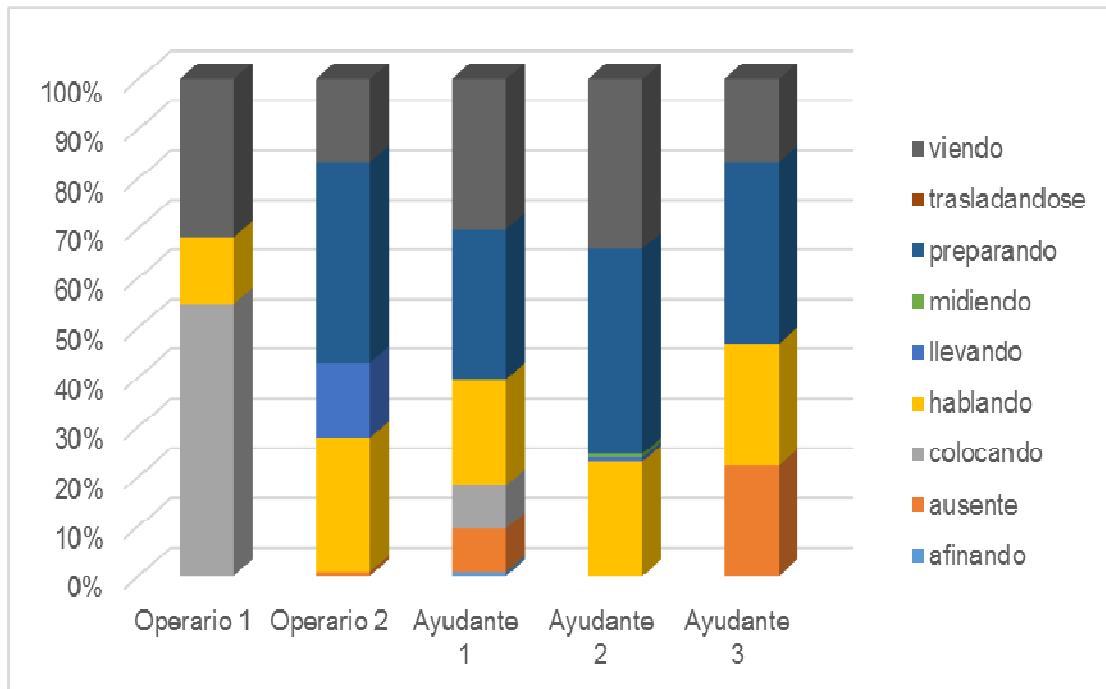


Figura 17. Gráfico Crew-Balance del proceso

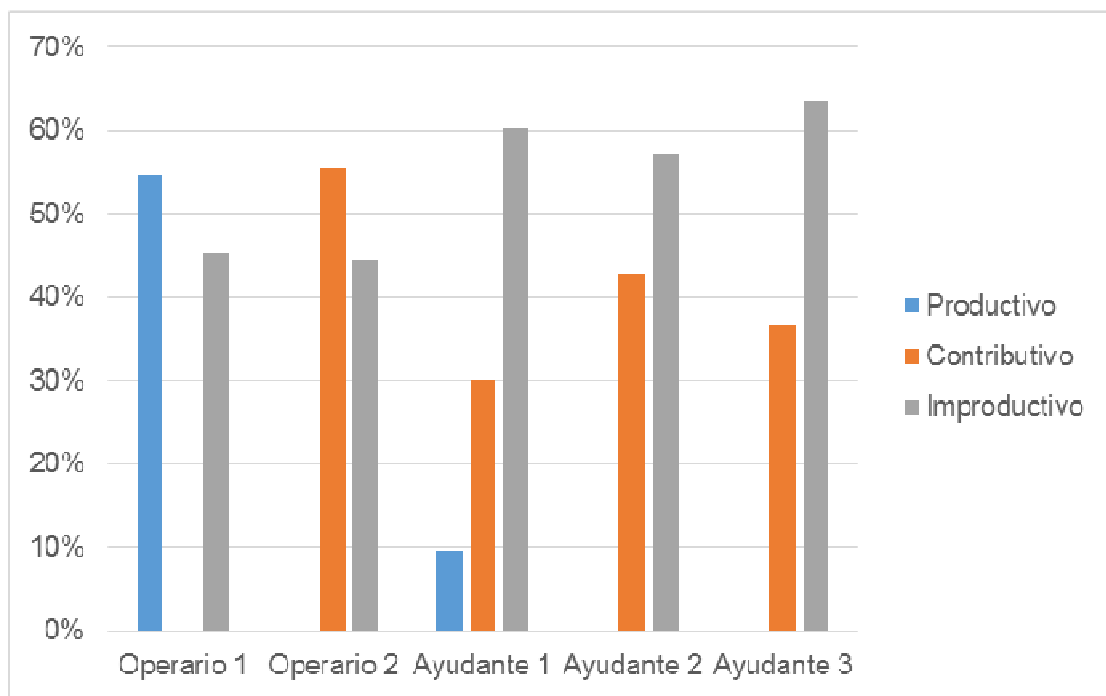


Figura 18. Gráfico de productividad individual

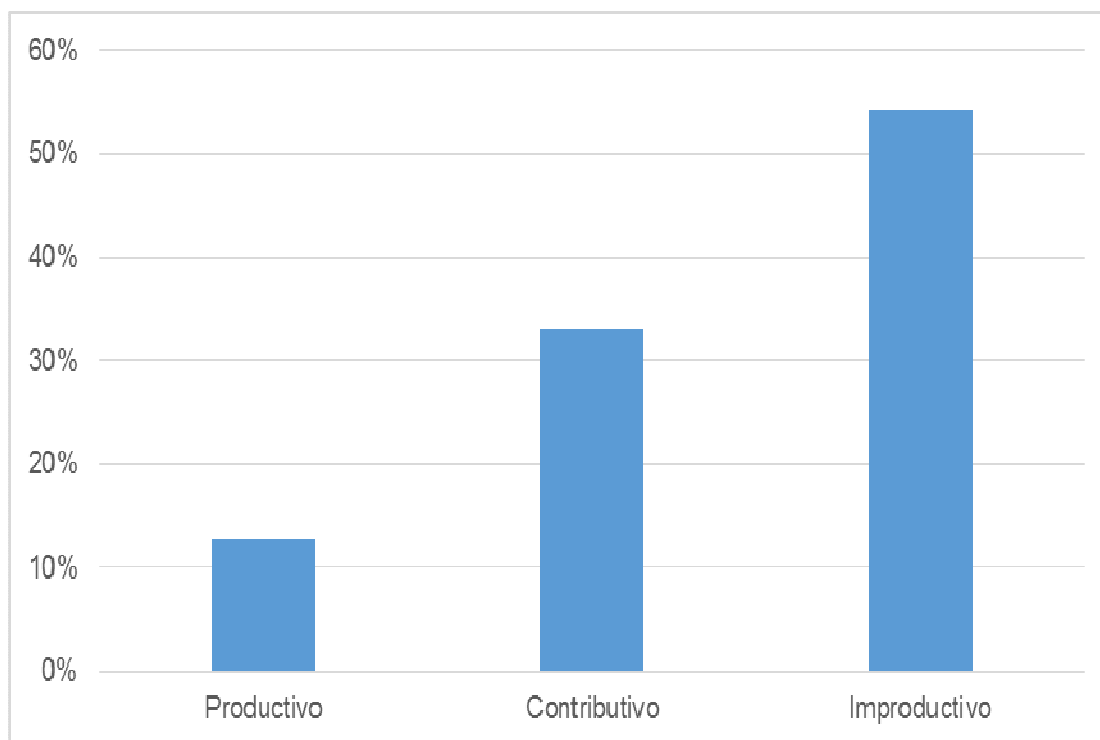


Figura 19. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 2 (Colocación de adoquines)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. En el cuadro 15 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 15. Datos generales del proceso colocación de adoquines</b> |                |        |           |
|-----------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                 | 8/4/2016       |        |           |
| Hora inicio                                                           | 9:30:00 a. m.  |        |           |
| Hora fin                                                              | 10:01:00 a. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                       | 6              | 1      | operario  |
|                                                                       |                | 3      | ayudantes |
|                                                                       |                | 2      | peones    |
| Tiempo total (h)                                                      | 3,1250         | 0,5208 | operario  |
|                                                                       |                | 1,5625 | ayudantes |
|                                                                       |                | 1,0417 | peones    |
| N° de observaciones                                                   | 750            |        |           |
| % Error                                                               | 3,6            |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                             | 25             |        |           |

Por otra parte la figura 20 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 21 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 22 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

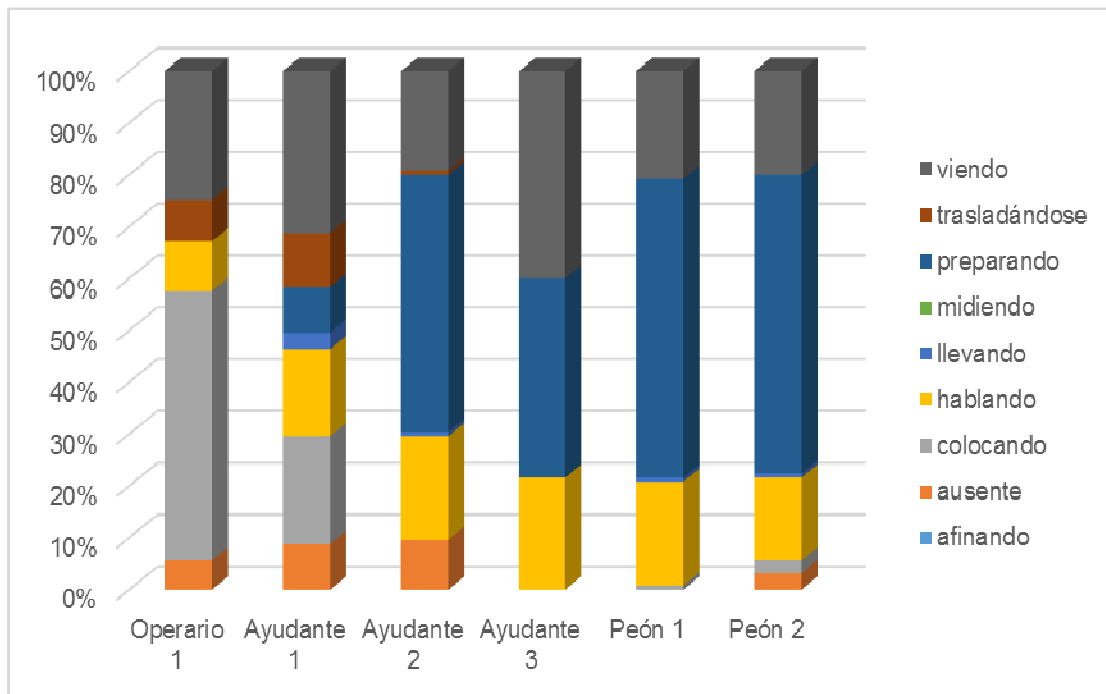


Figura 20.. Gráfico Crew-Balance del proceso

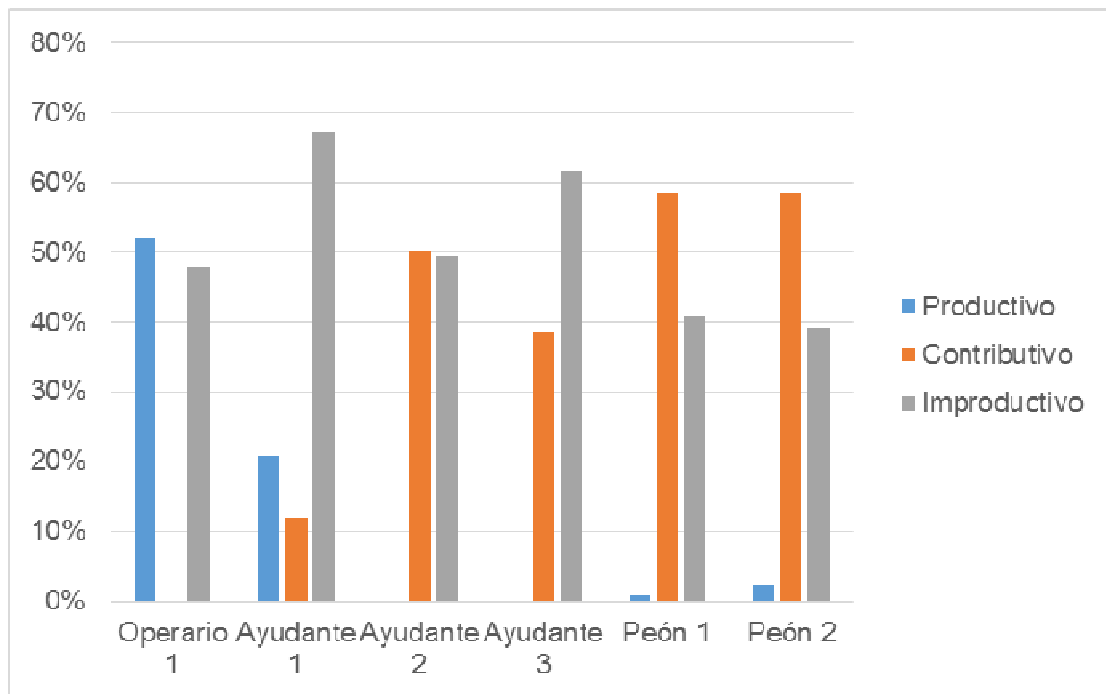


Figura 21. Gráfico de productividad individual

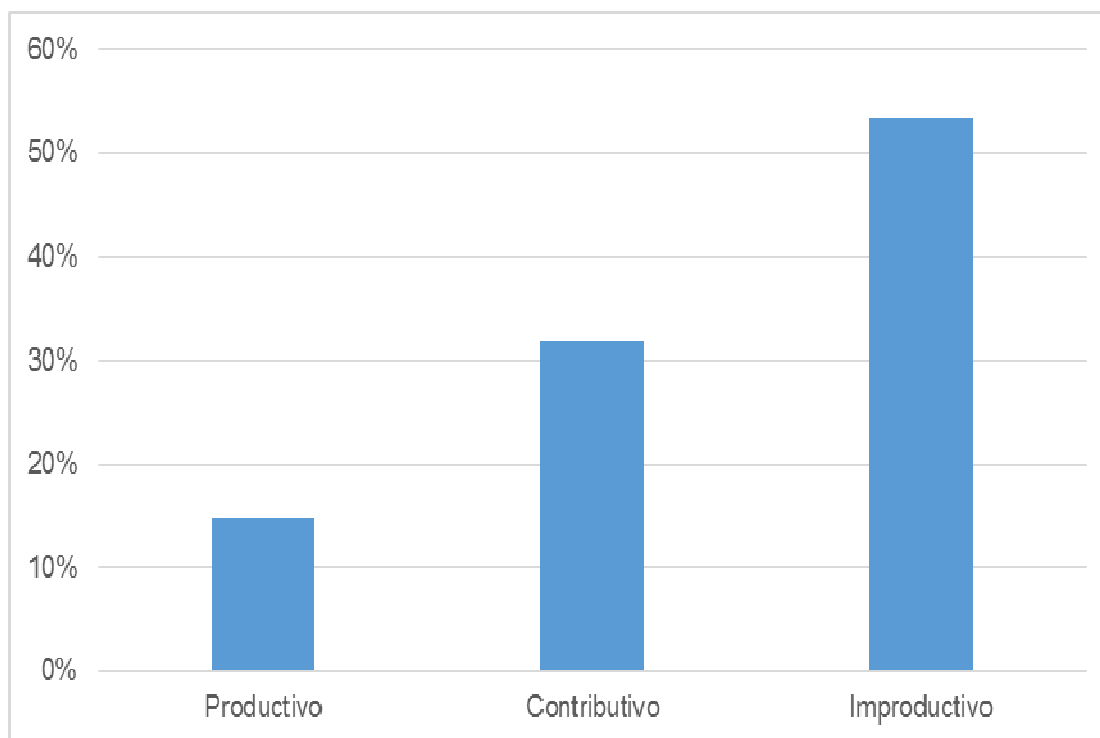


Figura 22. Gráfico productividad de la cuadrilla

### Muestreo 3 (Colocación de adoquines)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 3, realizado para este proceso. En el cuadro 16 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 16. Datos generales del proceso colocación de adoquines</b> |               |        |           |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                 | 12/4/2016     |        |           |
| Hora inicio                                                           | 1:09:00 p. m. |        |           |
| Hora fin                                                              | 1:32:00 a. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                       | 5             | 2      | operarios |
|                                                                       |               | 2      | ayudantes |
|                                                                       |               | 1      | peón      |
| Tiempo total (h)                                                      | 1,6792        | 0,7583 | operarios |
|                                                                       |               | 0,5417 | ayudantes |
|                                                                       |               | 0,3792 | peón      |
| N° de observaciones                                                   | 403           |        |           |
| % Error                                                               | 4,9           |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                             | 30            |        |           |

Por otra parte la figura 23 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 24 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 25 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

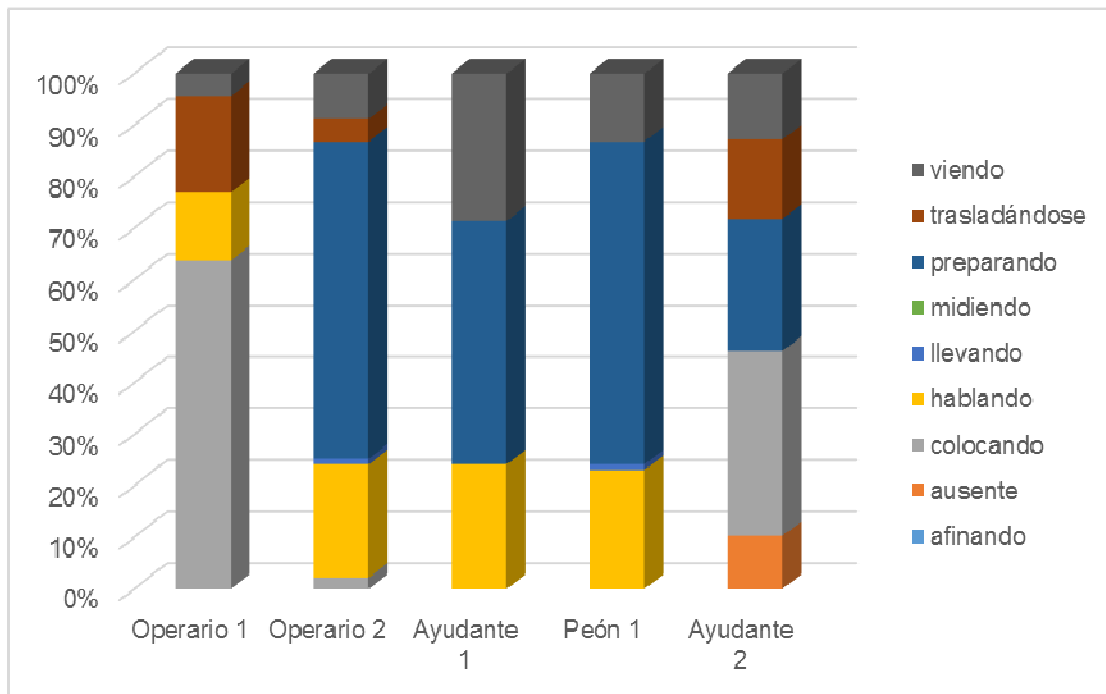


Figura 23. Gráfico Crew-Balance del proceso

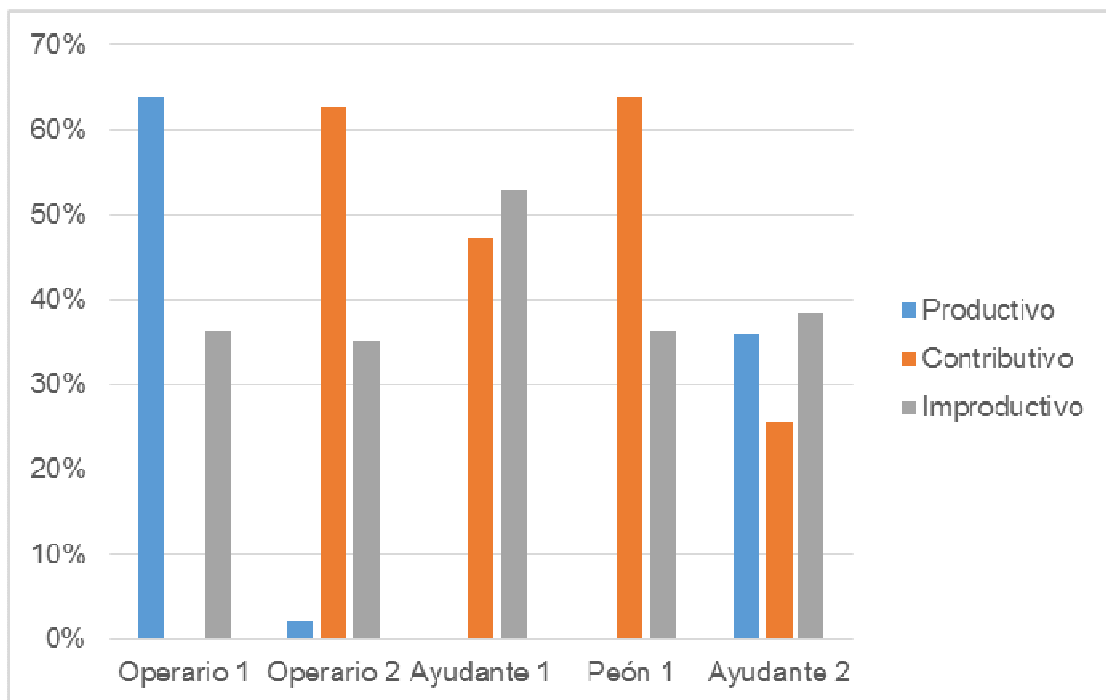


Figura 24. Gráfico de productividad individual

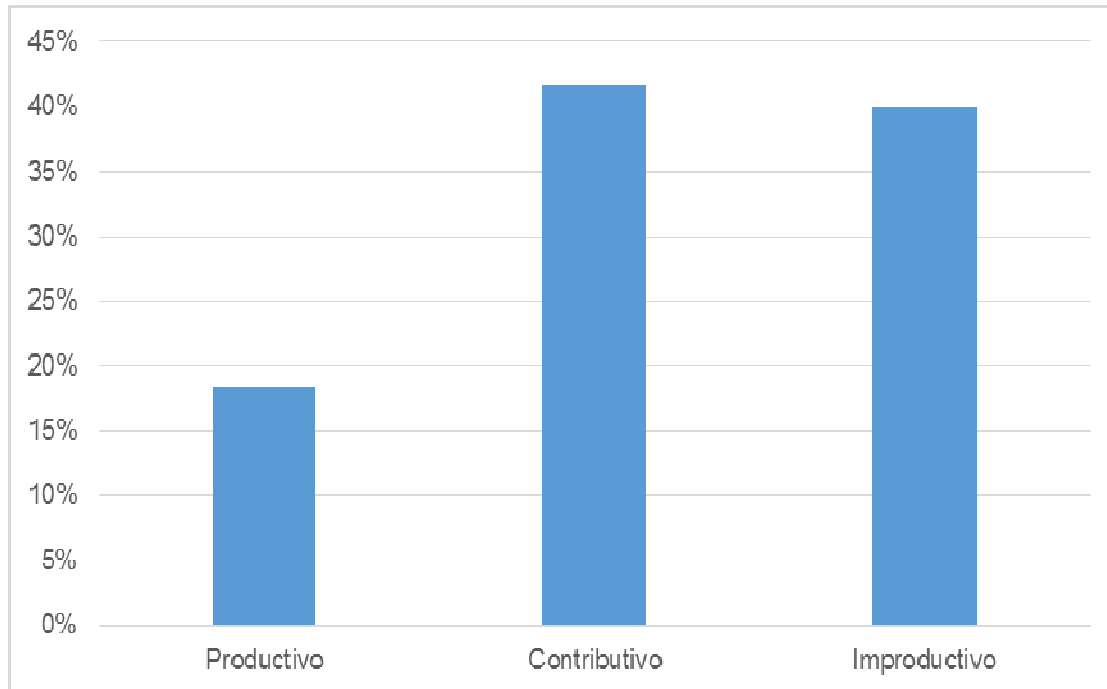


Figura 25. Gráfico productividad de la cuadrilla

El cuadro 17 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 18 el

rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

| <b>CUADRO 17. Productividad promedio del proceso de colocación de adoquines</b> |     |     |     |          |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|----------|---------------------|
| Trabajo/Muestreo                                                                | 1   | 2   | 3   | Promedio | Desviación Estándar |
| Productivo                                                                      | 13% | 15% | 18% | 15,3%    | 0,028%              |
| Contributivo                                                                    | 33% | 32% | 42% | 35,5%    | 0,054%              |
| Improductivo                                                                    | 54% | 53% | 40% | 49,2%    | 0,080%              |

| <b>CUADRO 18. Rendimiento de la mano de obra del proceso colocación de adoquines</b> |                                    |                                  |                                  |                                |                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Muestreo                                                                             | Cant. de trabajo (m <sup>2</sup> ) | R.operario (HOp/m <sup>2</sup> ) | R.ayudante (HAY/m <sup>2</sup> ) | R.Peón (HPeón/m <sup>2</sup> ) | R.Cuadrilla (HH/m <sup>2</sup> ) |
| 1                                                                                    | 15,2                               | 0,0691                           | 0,1036                           | -                              | 0,1727                           |
| 2                                                                                    | 14,6                               | 0,0357                           | 0,1070                           | 0,0713                         | 0,2140                           |
| 3                                                                                    | 14,2                               | 0,0534                           | 0,0381                           | 0,0267                         | 0,1183                           |
| Promedio (HH/m <sup>2</sup> )                                                        |                                    | 0,0527                           | 0,0829                           | 0,0490                         | 0,1683                           |
| Desviación Estándar (HH/m <sup>2</sup> )                                             |                                    | 0,0167                           | 0,0388                           | 0,0316                         | 0,0480                           |
| Coeficiente de variación                                                             |                                    | 32%                              | 47%                              | 64%                            | 29%                              |
| Factor de incremento                                                                 |                                    | 0,12                             | 0,12                             | 0,12                           | 0,12                             |
| Rendimiento Final (HH/m <sup>2</sup> )                                               |                                    | 0,0590                           | 0,0929                           | 0,0549                         | 0,1885                           |

# Aceras en concreto

A continuación se presenta las figuras y cuadros que contienen la información obtenida de los procesos analizados para la actividad de Aceras en concreto. El cuadro 19 muestra las tareas y

recursos del proceso de colocación de la armadura.

| <b>CUADRO 19. Tareas y recursos del proceso colocación de malla electrosoldada</b>                                                                                                  |                     |                          |                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tareas                                                                                                                                                                              | Mano de Obra        | Equipo                   | Materiales                                                                                  |
| Trasladar malla electrosoldada<br>Medir y cortar malla electrosoldada<br>Trasladar plástico negro<br>Medir y cortar plástico negro<br>Colocar maestras<br>Colocar helados y amarras | Operarios<br>Peones | Cinta Métrica<br>Cizalla | Malla Electrosoldada N°10<br>Plástico Negro<br>Helados<br>Alambre Negro<br>Piezas de madera |

En el cuadro 20 se presenta un listado de las tareas y recursos del proceso de colado de acera.

| <b>CUADRO 20. Tareas y recursos del proceso colado de acera</b>     |                     |                                                     |                                    |
|---------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------------|
| Tareas                                                              | Mano de Obra        | Equipo                                              | Materiales                         |
| Descargar el concreto<br>Extender el concreto<br>Vibrar el concreto | Operarios<br>Peones | Camión mezclador o chompipa<br><br>Pala<br>Vibrador | Concreto f'c 245kg/cm <sup>2</sup> |

En el cuadro 21 se presenta un listado de las tareas y recursos del proceso de colado de acera.

| <b>CUADRO 21. Tareas y recursos del proceso acabado preliminar de superficie de acera</b>    |                     |                                        |                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|----------------------------------------|------------------------------------|
| Tareas                                                                                       | Mano de Obra        | Equipo                                 | Materiales                         |
| Emparejar<br>Codalear<br>Rellenar agujeros<br>Afinar superficie<br>Extraer concreto sobrante | Operarios<br>Peones | Cuchara<br>Codal<br>Carretillo<br>Pala | Concreto f'c 245kg/cm <sup>2</sup> |

A continuación se presentan las figuras que corresponden a los diagramas de flujo de los procesos. La figura 26 es para el proceso de

colocación de la armadura, la figura 27 es para el proceso de colado y la figura 28 para el proceso de acabado preliminar de la superficie.

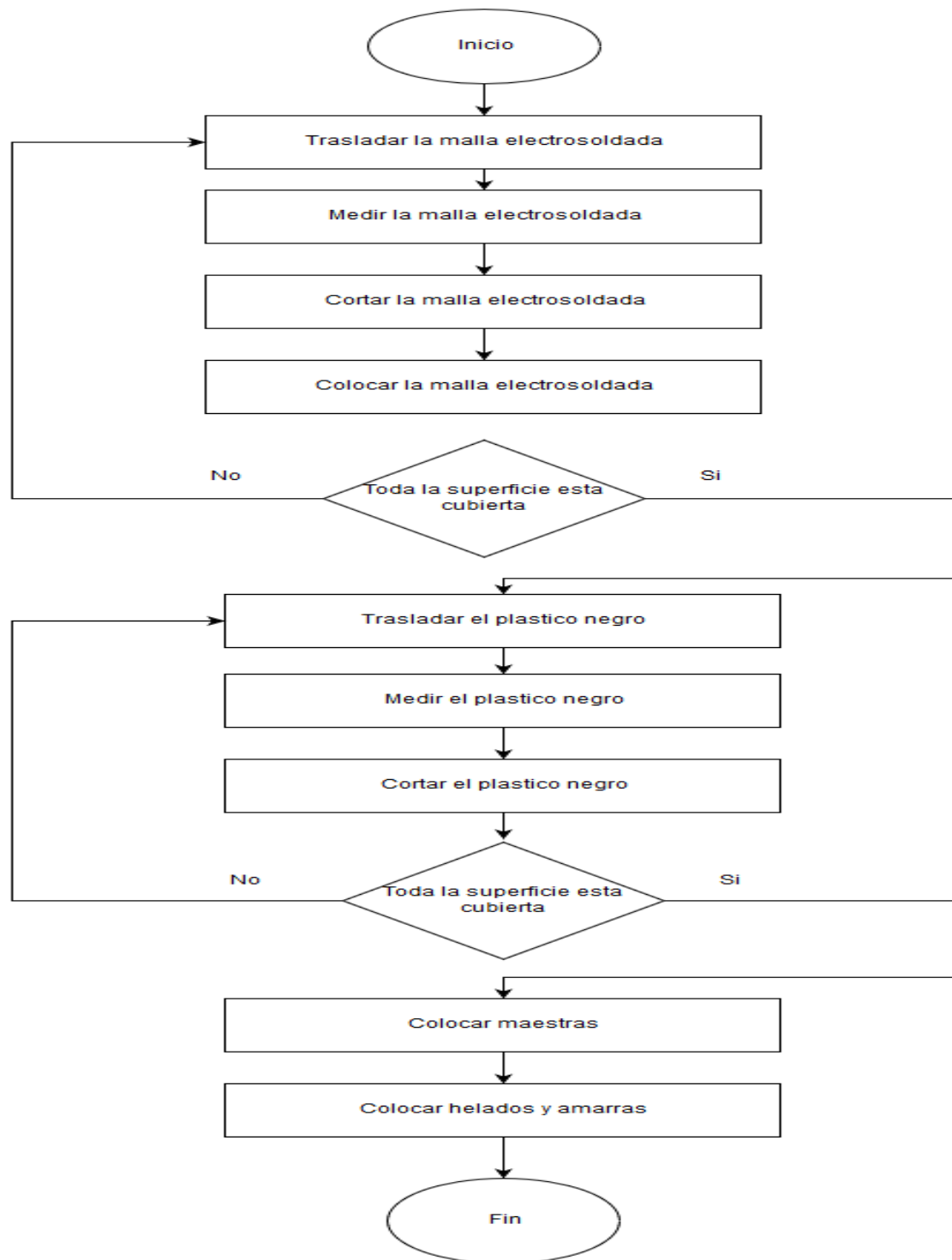


Figura 26. Diagrama de flujo del proceso colocación de malla electrosoldada

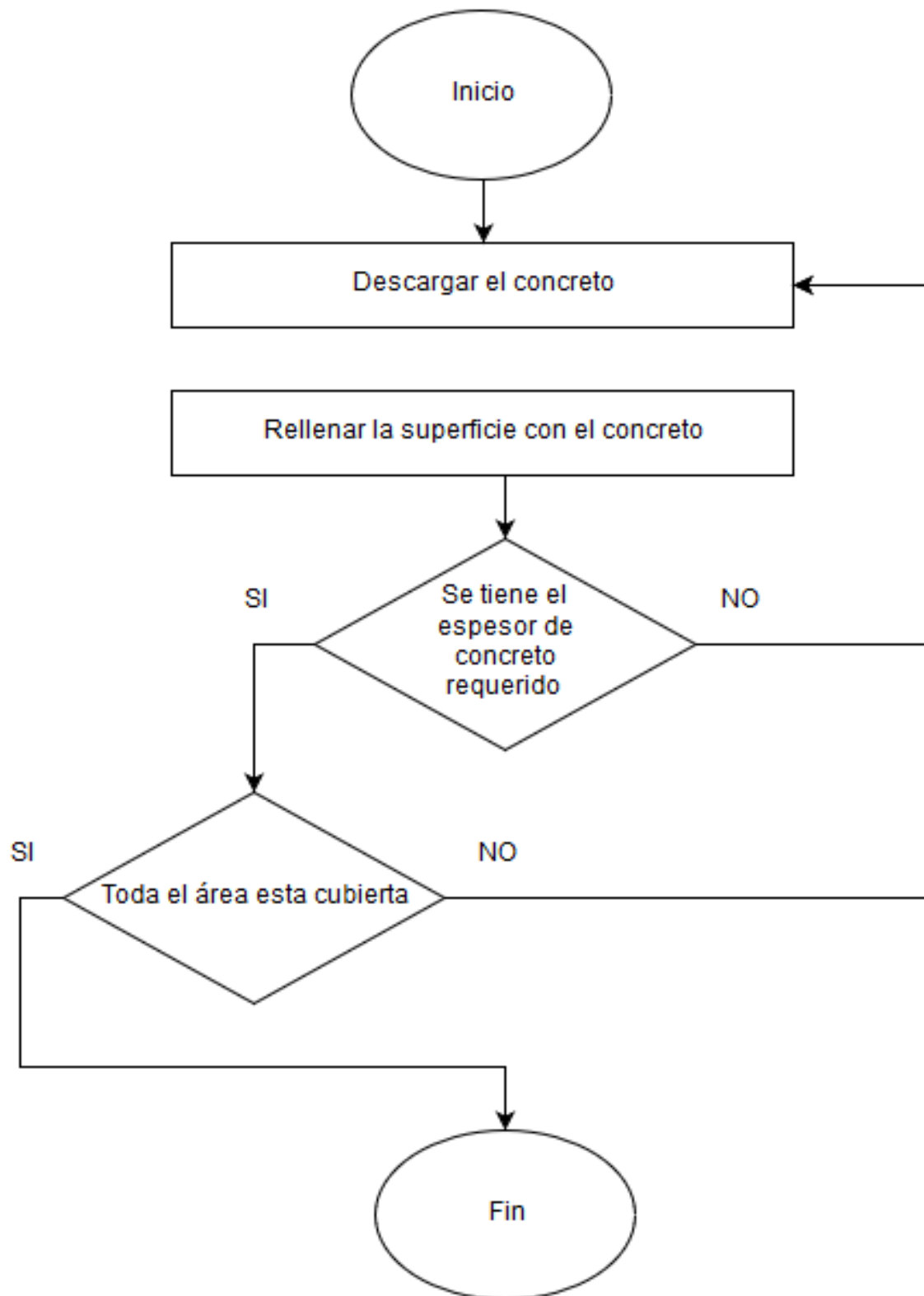


Figura 27. .Diagrama de flujo del proceso colado de acera

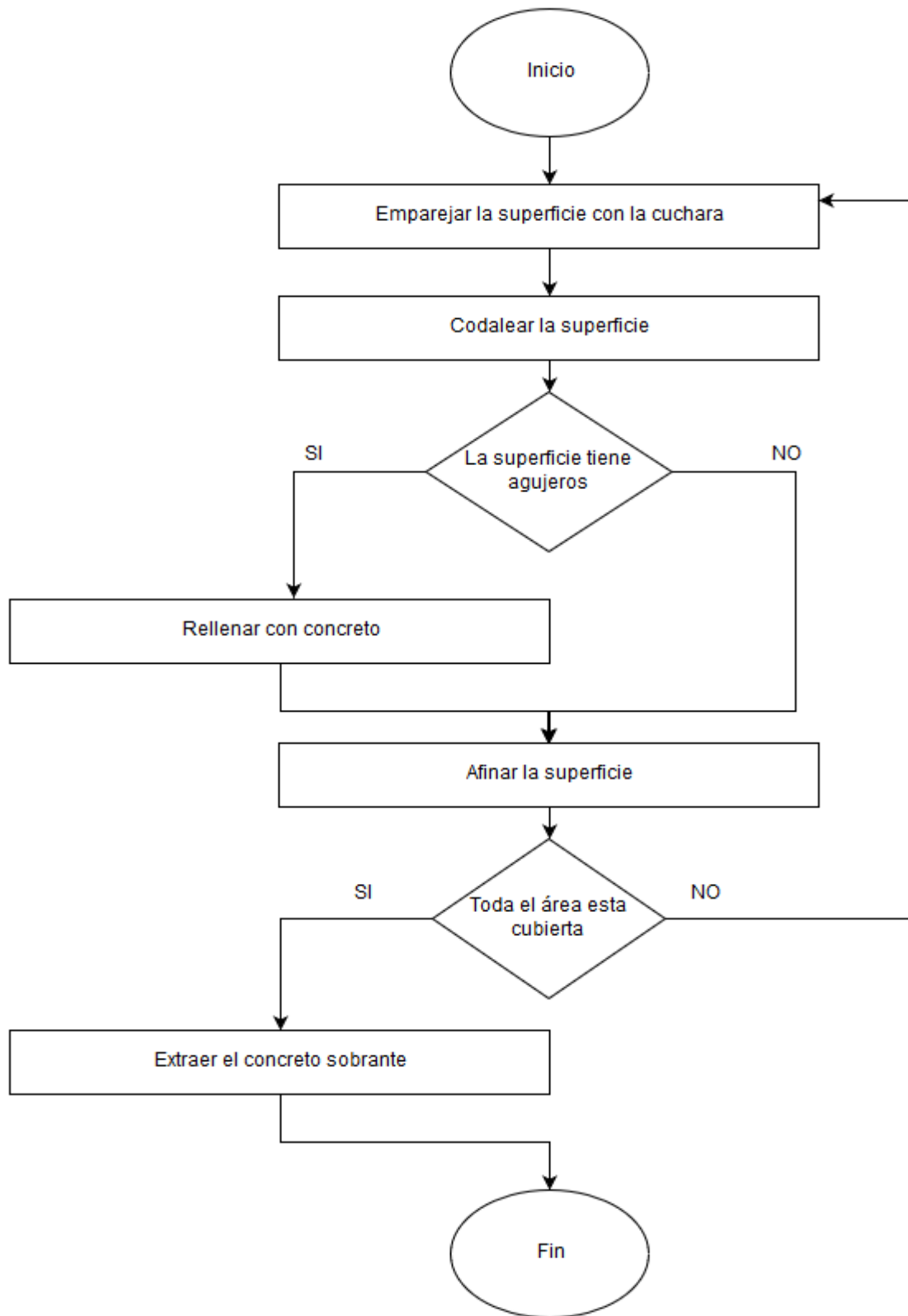


Figura 28. Diagrama de flujo del proceso acabado preliminar de superficie de acera

## Colocación de malla electrodada en acera

En el cuadro 22 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 22. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                                         |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                                             | Clasificación |
| cortando                                                                             | cortando malla electro soldada                                                          | productivo    |
| viendo                                                                               | viendo lo que están haciendo los compañeros o tiempo ocioso en general                  | improductivo  |
| trasladándose                                                                        | moviéndose de un lado a otro sin fin aparente                                           | improductivo  |
| revisando                                                                            | revisando el corte de la malla, mediciones, colocación                                  | contributivo  |
| moviendo                                                                             | llevando o sosteniendo material de un lado a otro                                       | contributivo  |
| midiendo                                                                             | medir                                                                                   | contributivo  |
| preparando                                                                           | preparar el lugar de trabajo, realizar últimos ajustes para realizar la siguiente tarea | contributivo  |
| ausente                                                                              | no se ve en la toma, fue asignado a otras labores, fue a buscar materiales              | improductivo  |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros o recibiendo instrucciones                                  | improductivo  |
| buscando                                                                             | buscando las herramientas                                                               | improductivo  |
| colocando                                                                            | colocando la malla electrosoldada, maestras, helados, plástico negro                    | productivo    |

## Muestreo (Colocación de armadura)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo, realizado para este proceso. En el cuadro 23 se pueden observar las condiciones

iniciales de este, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 23. Datos generales del proceso colocación de malla electrosoldada en acera</b> |                |        |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|----------|
| Fecha                                                                                     | 16/3/2016      |        |          |
| Hora inicio                                                                               | 9:27:00 a. m.  |        |          |
| Hora fin                                                                                  | 10:15:00 a. m. |        |          |
| N° trabajadores                                                                           | 3              | 1      | operario |
|                                                                                           |                | 2      | peones   |
| Tiempo total (h)                                                                          | 2,2667         | 0,8000 | operario |
|                                                                                           |                | 1,4667 | peones   |
| N° de observaciones                                                                       | 544            |        |          |
| % Error                                                                                   | 4,1            |        |          |
| Temperatura promedio (°C)                                                                 | 26             |        |          |

Por otra parte la figura 29 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 30 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 31 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

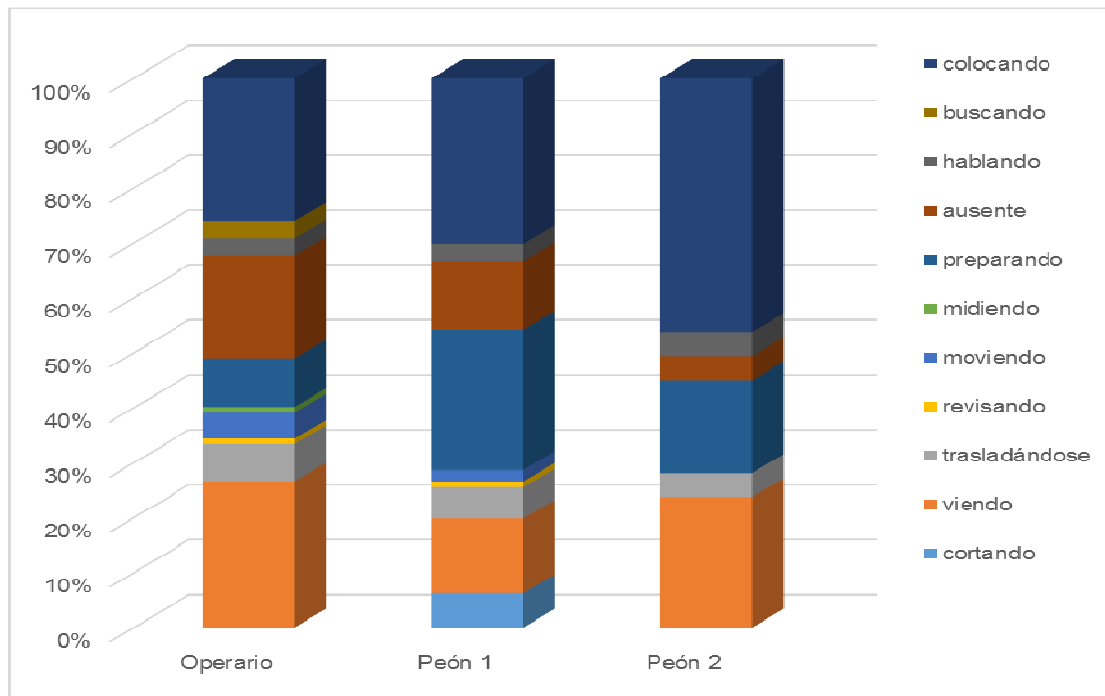


Figura 29. Gráfico Crew-Balance del proceso

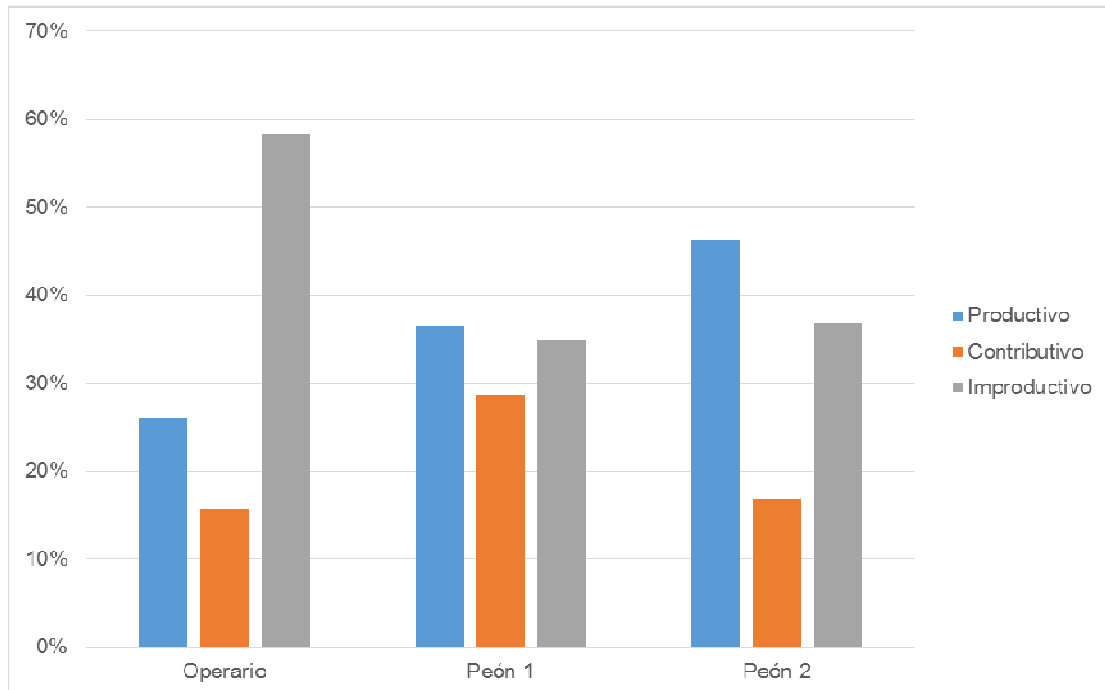


Figura 30. Gráfico de productividad individual

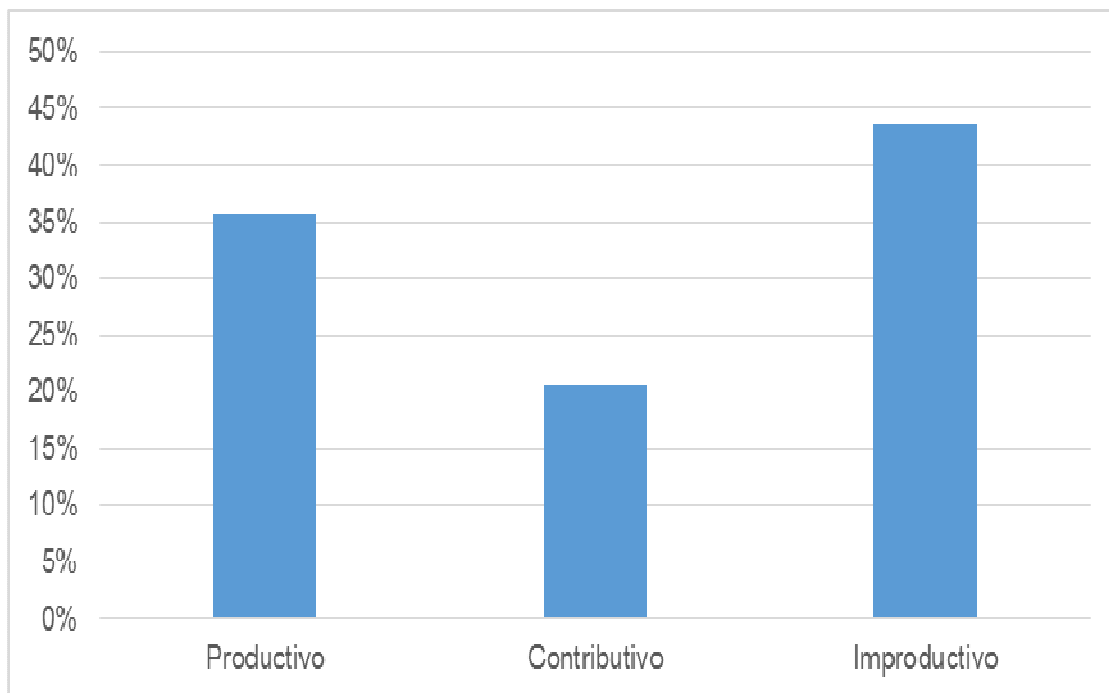


Figura 31. Gráfico productividad de la cuadrilla

Al ser un solo muestreo, en el cuadro 24 se presenta el resultado de productividad y rendimiento del proceso.

| CUADRO 24. Productividad y Rendimiento del proceso colocación de malla electrosoldada en acera |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Ítem                                                                                           | Resultado |
| Cantidad de trabajo (m <sup>2</sup> )                                                          | 11,33     |
| Productivo                                                                                     | 35,66%    |
| Contributivo                                                                                   | 20,59%    |
| Improductivo                                                                                   | 43,75%    |
| R.operario (HOp/m <sup>2</sup> )                                                               | 0,0706    |
| R.Peón (HPeón/m <sup>2</sup> )                                                                 | 0,1294    |
| R.Cuadrilla (HH/m <sup>2</sup> )                                                               | 0,2001    |
| Factor de incremento                                                                           | 0,12      |
| Rendimiento final (HH/m <sup>2</sup> )                                                         | 0,2241    |

## Colado y acabado preliminar de la superficie de acera

En el cuadro 25 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 25. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                                |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                                    | Clasificación |
| paleando                                                                             | rellenando con concreto la acera                                               | productivo    |
| trasladándose                                                                        | moviéndose de un lugar a otro sin fin aparente                                 | improductivo  |
| viendo                                                                               | observando lo que hacen otros compañeros o tiempo ocioso en general            | improductivo  |
| sosteniendo                                                                          | sosteniendo materiales o equipo                                                | contributivo  |
| vibrando                                                                             | vibrando el concreto                                                           | productivo    |
| codaleando                                                                           | dándole acabado a la superficie de concreto                                    | productivo    |
| afinando                                                                             | no se ve en la toma puede que esté realizando otras labores                    | productivo    |
| ausente                                                                              | rellenando los agujeros de concreto que quedan después del codaleado           | improductivo  |
| descargando                                                                          | hablando con los compañeros                                                    | contributivo  |
| hablando                                                                             | descargando el concreto                                                        | improductivo  |
| preparando                                                                           | acomodando el lugar de trabajo o dando ajustes finales para empezar otra tarea | contributivo  |

## Muestreo 1 (Colado y acabado preliminar de acera)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 26 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 26. Datos generales del proceso colado y acabado preliminar de superficie de acera, muestreo 1</b> |               |        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                                        | 11/3/2016     |        |           |
| Hora inicio                                                                                                  | 8:00:00 a. m. |        |           |
| Hora fin                                                                                                     | 8:33:00 a. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                                              | 3             | 1      | operarios |
|                                                                                                              |               | 2      | peones    |
| Tiempo total (h)                                                                                             | 0,6167        | 0,5375 | operarios |
|                                                                                                              |               | 1,0792 | peones    |
| N° de observaciones                                                                                          | 388           |        |           |
| % Error                                                                                                      | 4,9           |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                                                    | 24            |        |           |

Por otra parte la figura 32 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 33 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 34 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

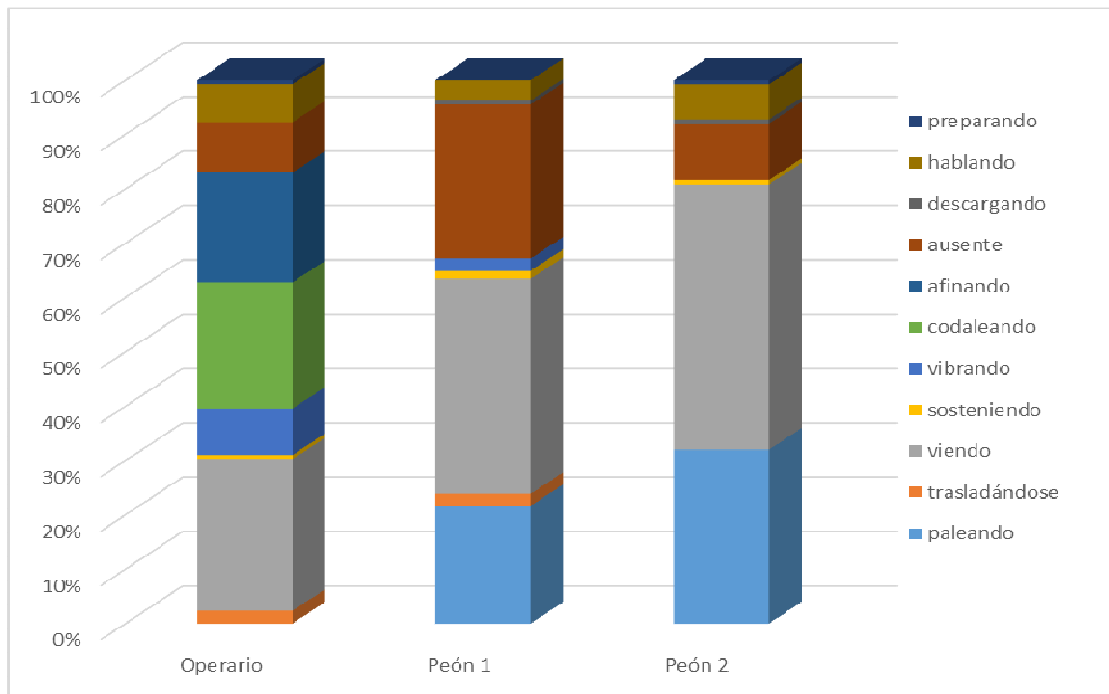


Figura 32. Gráfico Crew-Balance del proceso

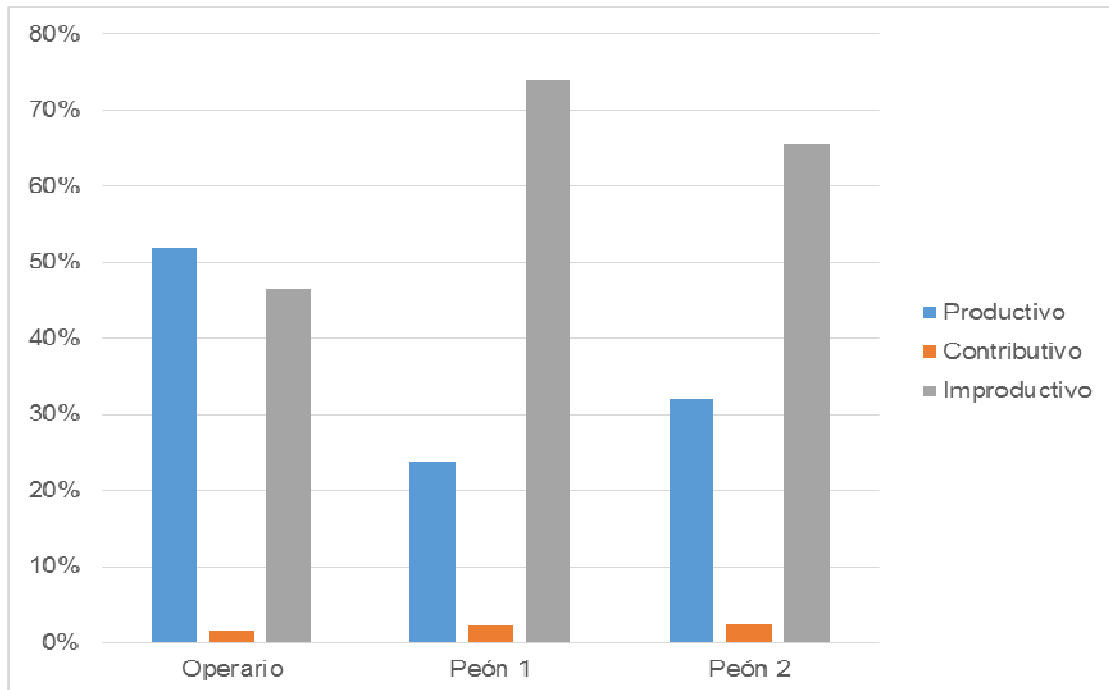


Figura 33. Gráfico de productividad individual

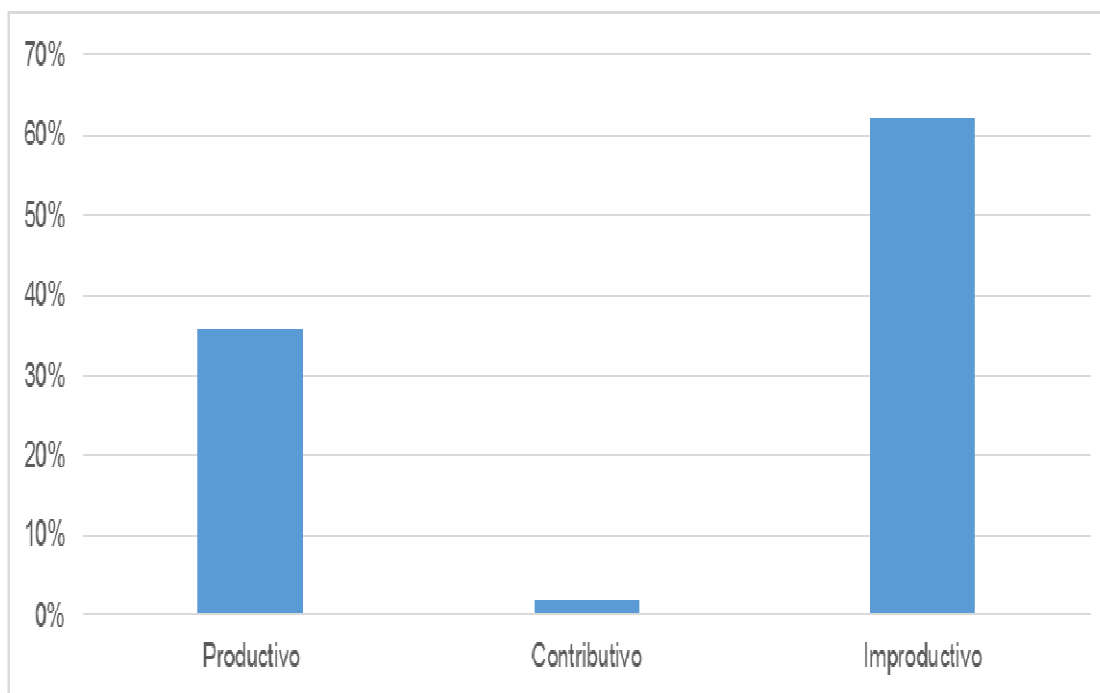


Figura 34. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 2 (Colado y acabado preliminar de acera)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. En el cuadro 27 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| CUADRO 27. Datos generales del proceso colado y acabado preliminar de superficie de acera, muestreo 2 |                |        |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                                 | 16/3/2014      |        |           |
| Hora inicio                                                                                           | 11:54:00 a. m. |        |           |
| Hora fin                                                                                              | 12:42:00 p. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                                       | 3              | 2      | operarios |
|                                                                                                       |                | 1      | peón      |
| Tiempo total (h)                                                                                      | 2,1792         | 1,3708 | operarios |
|                                                                                                       |                | 0,8083 | peón      |
| N° de observaciones                                                                                   | 523            |        |           |
| % Error                                                                                               | 4,4            |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                                             | 29             |        |           |

Por otra parte la figura 35 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 36 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 37 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

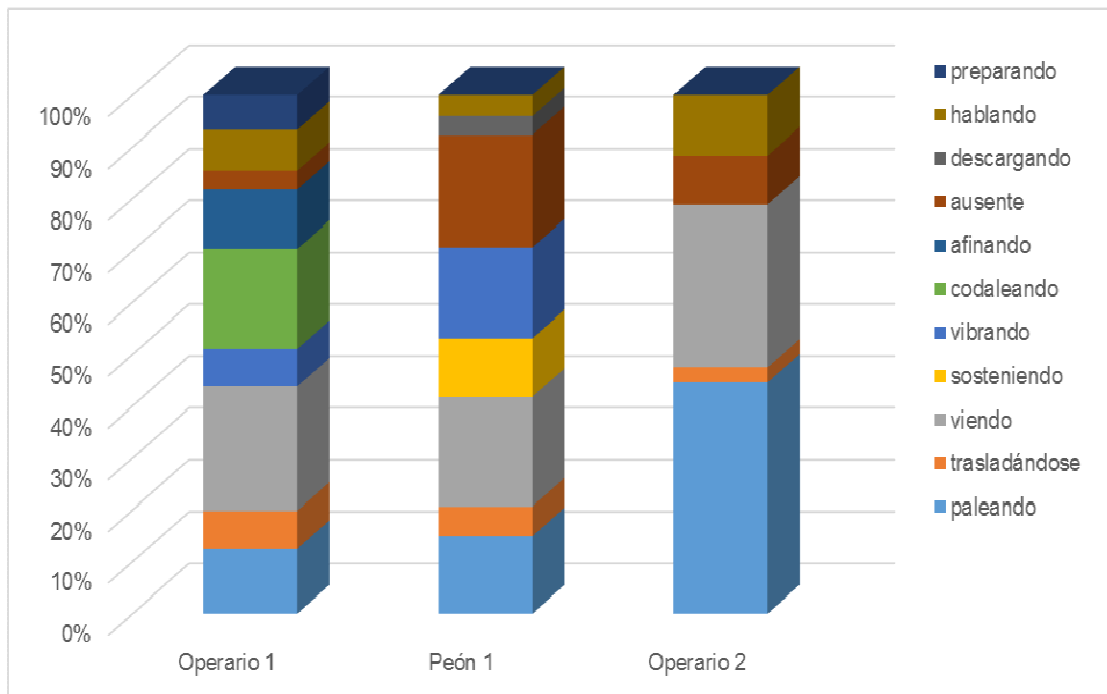


Figura 35. Gráfico Crew-Balance del proceso

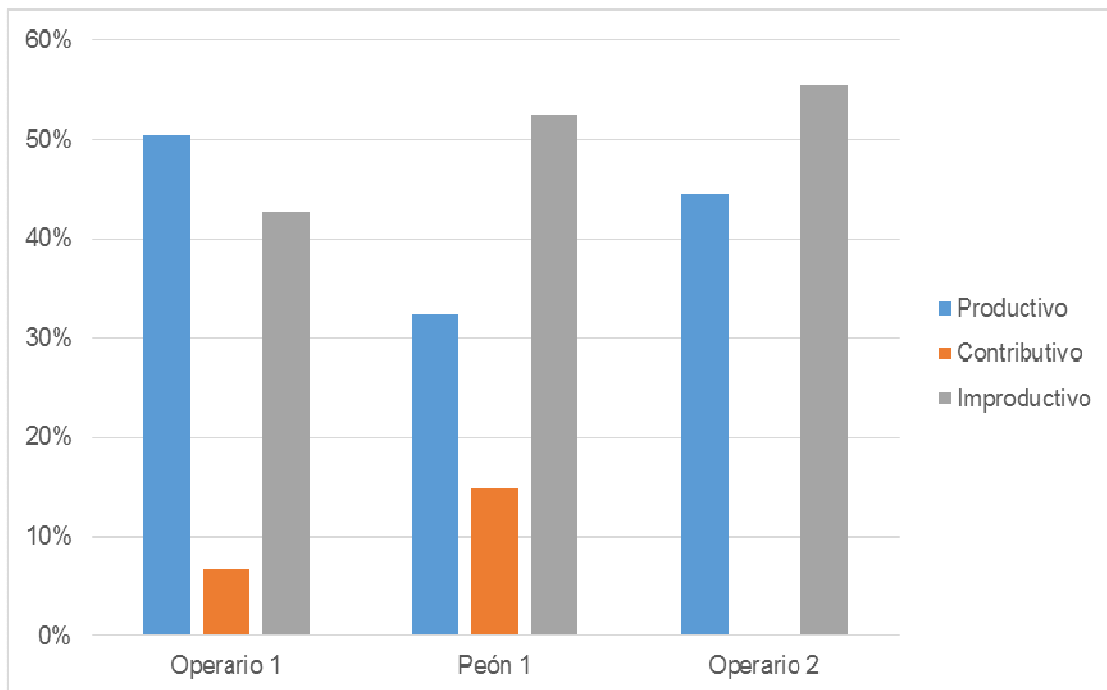


Figura 36. Gráfico de productividad individual

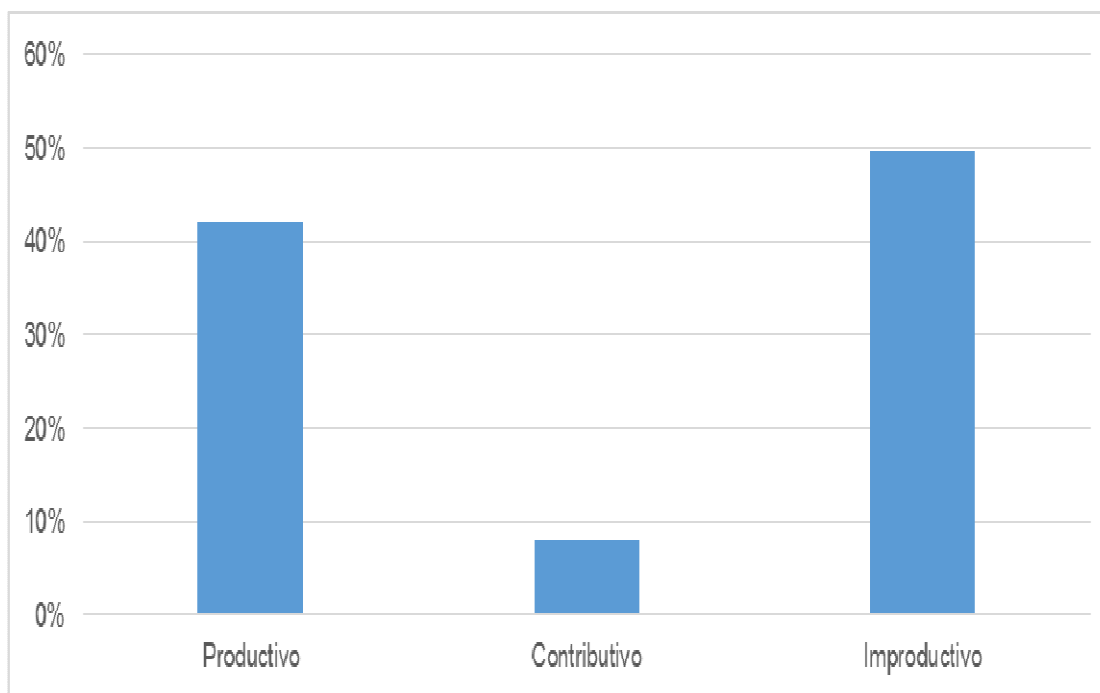


Figura 37.. Gráfico productividad de la cuadrilla

El cuadro 28 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 29 el rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

| <b>CUADRO 28. Productividad promedio del proceso colado y acabado preliminar de superficie de acera</b> |        |        |          |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|----------|---------------------|
| Trabajo/Muestreo                                                                                        | 1      | 2      | Promedio | Desviación Estándar |
| Productivo                                                                                              | 35,82% | 42,26% | 39,04%   | 0,046%              |
| Contributivo                                                                                            | 2,06%  | 8,03%  | 5,05%    | 0,042%              |
| Improductivo                                                                                            | 62,11% | 49,71% | 55,91%   | 0,088%              |

| <b>CUADRO 29. Rendimiento de la mano de obra del proceso colado y acabado preliminar de la superficie de acera</b> |                                    |                                  |                                |                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Muestreo                                                                                                           | Cant. de trabajo (m <sup>2</sup> ) | R.operario (HOp/m <sup>2</sup> ) | R.Peón (HPeón/m <sup>2</sup> ) | R.Cuadrilla (HH/m <sup>2</sup> ) |
| 1                                                                                                                  | 15,4                               | 0,0349                           | 0,0701                         | 0,1050                           |
| 2                                                                                                                  | 25,62                              | 0,0535                           | 0,0316                         | 0,0851                           |
| Promedio (HH/m <sup>2</sup> )                                                                                      |                                    | 0,0442                           | 0,0508                         | 0,0950                           |
| Desviación Estándar (HH/m <sup>2</sup> )                                                                           |                                    | 0,0093                           | 0,0193                         | 0,0100                           |
| Coeficiente de variación                                                                                           |                                    | 21,04%                           | 37,91%                         | 10,48%                           |
| Factor de incremento                                                                                               |                                    | 0,12                             | 0,12                           | 0,12                             |
| Rendimiento Final (HH/m <sup>2</sup> )                                                                             |                                    | 0,0495                           | 0,0569                         | 0,1064                           |

# Cordón y caño en concreto

A continuación se presenta las figuras y cuadros que contienen la información obtenida de los procesos analizados para la actividad de Cordón

y caño en concreto. El cuadro 30 muestra las tareas y recursos del proceso del colado del cordón y caño.

| <b>CUADRO 30. Tareas y recursos del proceso colado de cordón y caño</b> |                        |                                                                      |                                       |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Tareas                                                                  | Mano de Obra           | Equipo                                                               | Materiales                            |
| Trasladar el concreto<br>Colar en la formaleta<br>Vibrar el concreto    | Operarios<br>Ayudantes | Minicargador<br>"Bobcat"<br><br>Pala<br><br>Vibrador<br><br>Batidora | Concreto f'c<br>245kg/cm <sup>2</sup> |

En el cuadro 31 se presenta un listado de las tareas y recursos del proceso acabado preliminar de la superficie del cordón y caño.

| <b>CUADRO 31. Tareas y recursos del proceso acabado preliminar de superficie de cordón y caño</b> |                     |                                                   |                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Tareas                                                                                            | Mano de Obra        | Equipo                                            | Materiales                            |
| Emparejar<br>Codalear<br>Rellenar agujeros<br>Afinar superficie<br>Extraer concreto sobrante      | Operarios<br>Peones | Cuchara<br>Codal<br>Carretillo<br>Pala<br>Plancha | Concreto f'c<br>245kg/cm <sup>2</sup> |

A continuación se presentan las figuras que corresponden a los diagramas de flujo de los procesos. La figura 38 es para el proceso de

elaboración de la cama de arena y la figura 39 es para el proceso de colocación de adoquines.

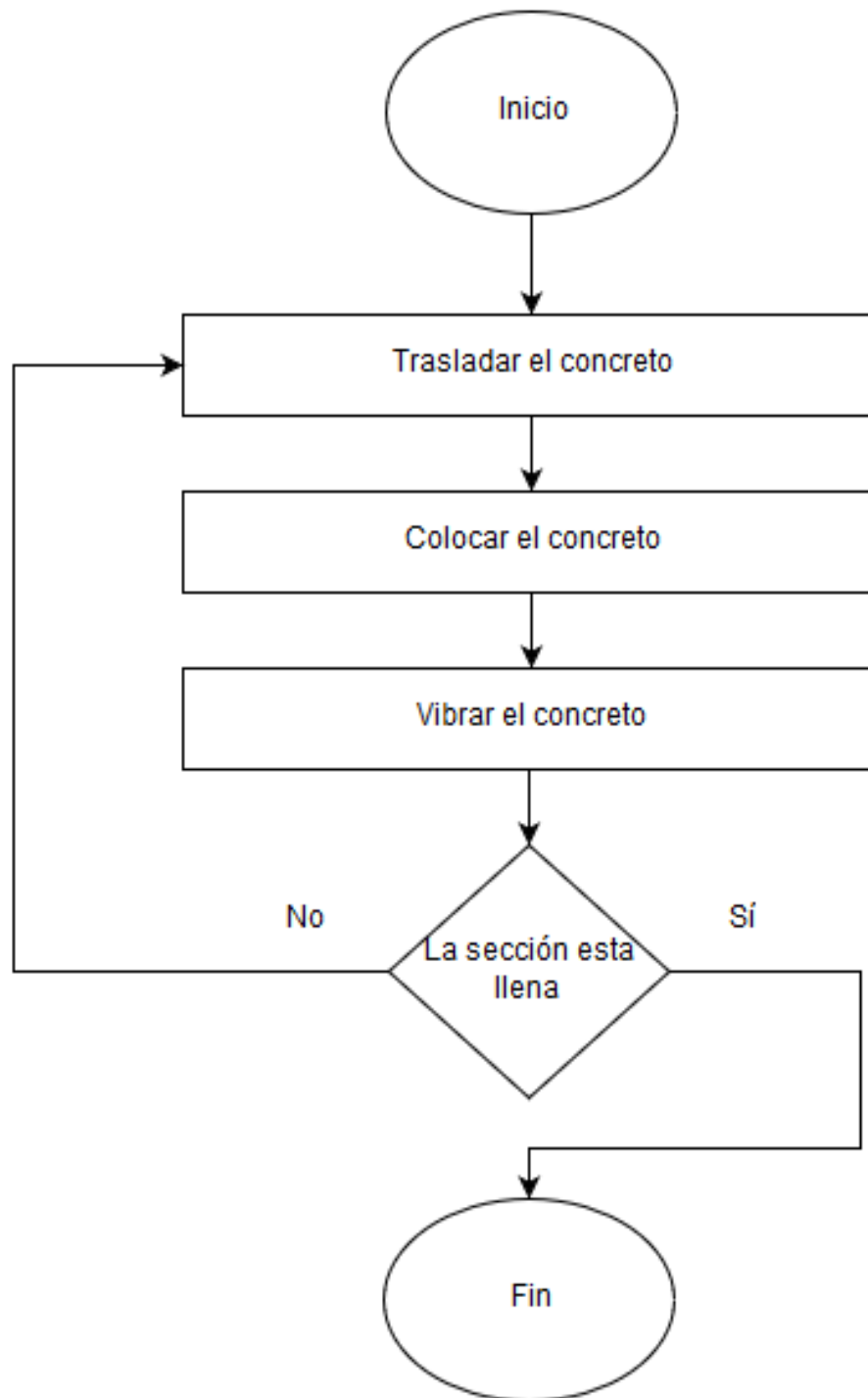


Figura 38. Diagrama de flujo del proceso colado de cordón y caño

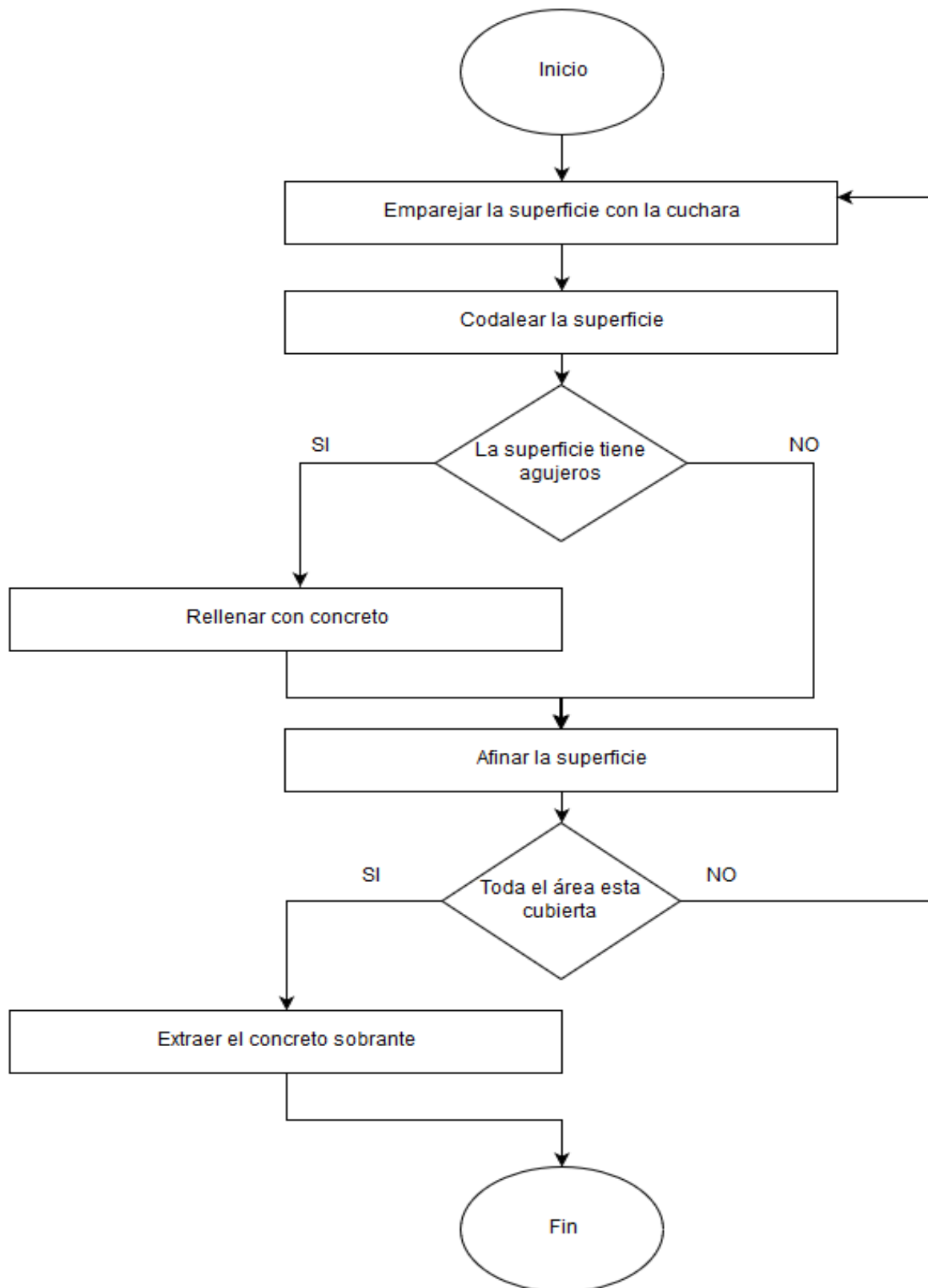


Figura 39. .Diagrama de flujo del proceso acabado preliminar de la superficie de cordón y caño

## Colado y acabado preliminar de la superficie de cordón y caño

En el cuadro 32 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 32. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                             |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                                 | Clasificación |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros o recibiendo y comentando instrucciones         | improductivo  |
| afinando                                                                             | dándole un acabado a la superficie de concreto                              | productivo    |
| rellenando                                                                           | rellenando la formaleta con el concreto echo en sitio                       | productivo    |
| codaleando                                                                           | dándole un acabado preliminar a la superficie                               | productivo    |
| viendo                                                                               | observar lo que están haciendo los compañeros o tiempo ocioso en general    | improductivo  |
| sosteniendo                                                                          | sosteniendo alguna herramienta, material o equipo necesario para el trabajo | contributivo  |
| ausente                                                                              | trasladándose materiales o haciendo otras labores                           | improductivo  |
| vibrando                                                                             | vibrando el concreto                                                        | productivo    |
| trasladándose                                                                        | trasladándose de un lugar a otro                                            | improductivo  |
| limpiando                                                                            | limpiando las herramientas o la superficie de trabajo                       | contributivo  |
| mojando                                                                              | mojando con manguera la superficie para poder colocar el concreto           | contributivo  |

## Muestreo 1 (Colado y acabado preliminar de cordón y caño)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 33 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 33. Datos generales del proceso colado y acabado preliminar de superficie de cordón y caño, muestreo 1</b> |                |      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|-----------|
| Fecha                                                                                                                | 24/2/2016      |      |           |
| Hora inicio                                                                                                          | 10:31:00 a. m. |      |           |
| Hora fin                                                                                                             | 12:03:00 p. m. |      |           |
| N° trabajadores                                                                                                      | 3              | 2    | operarios |
|                                                                                                                      |                | 1    | ayudante  |
| Tiempo total (h)                                                                                                     | 4,65           | 3,10 | operarios |
|                                                                                                                      |                | 1,55 | ayudante  |
| N° de observaciones                                                                                                  | 279            |      |           |
| % Error                                                                                                              | 6              |      |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                                                            | 30             |      |           |

Por otra parte la figura 40 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 41 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 42 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

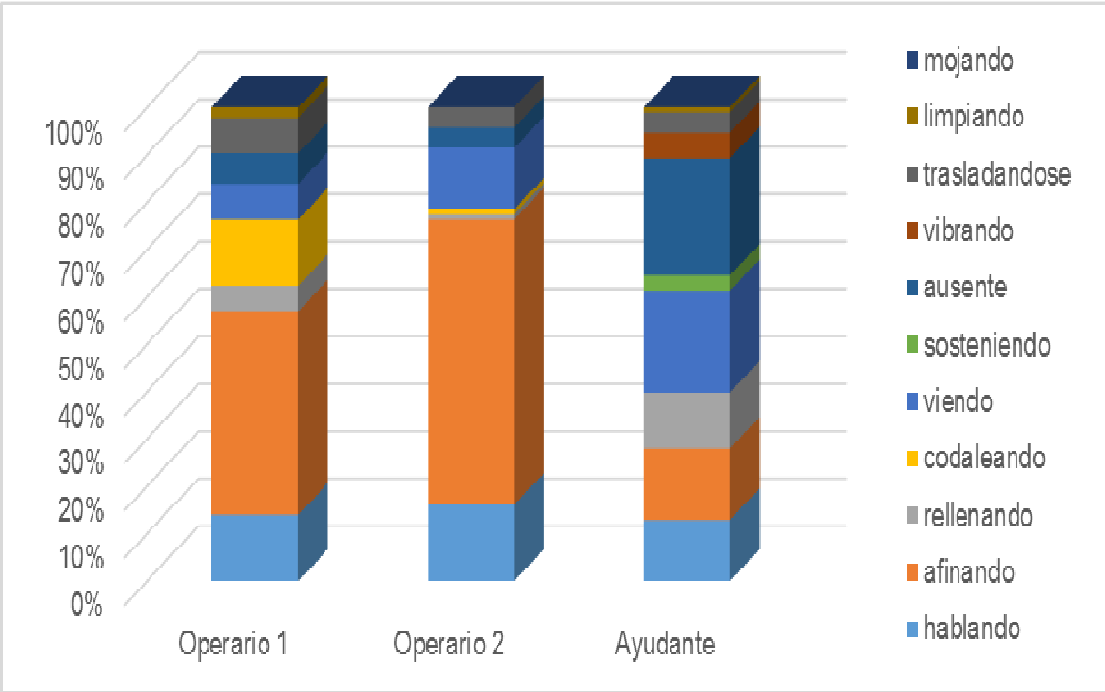


Figura 40. Gráfico Crew-Balance del proceso

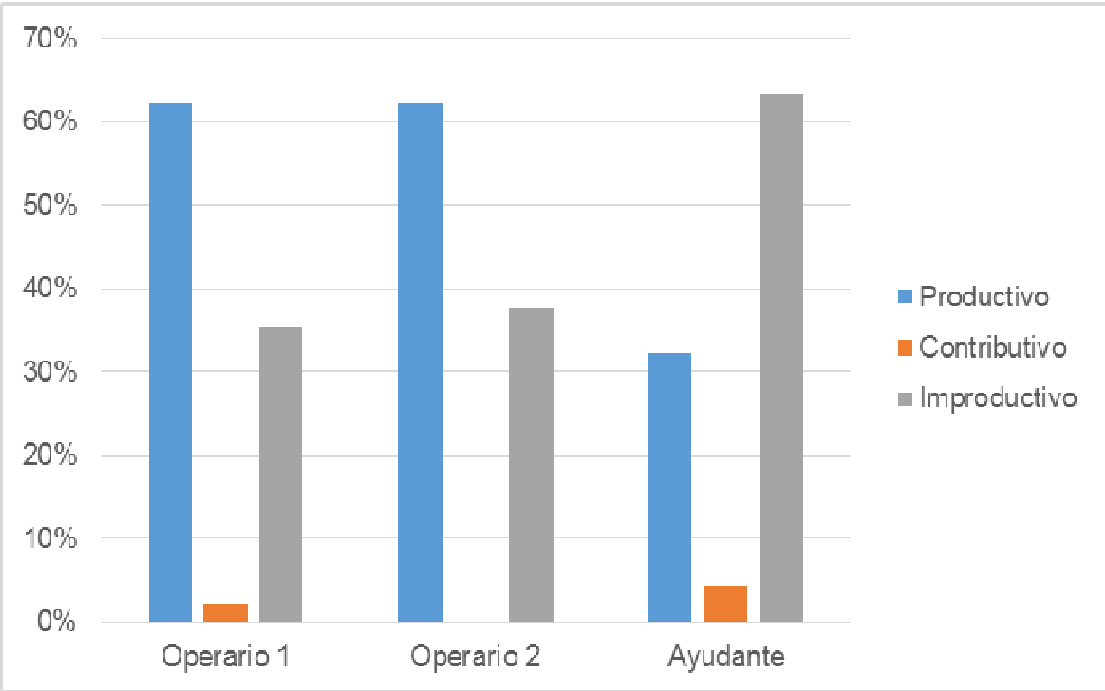


Figura 41. Gráfico de productividad individual

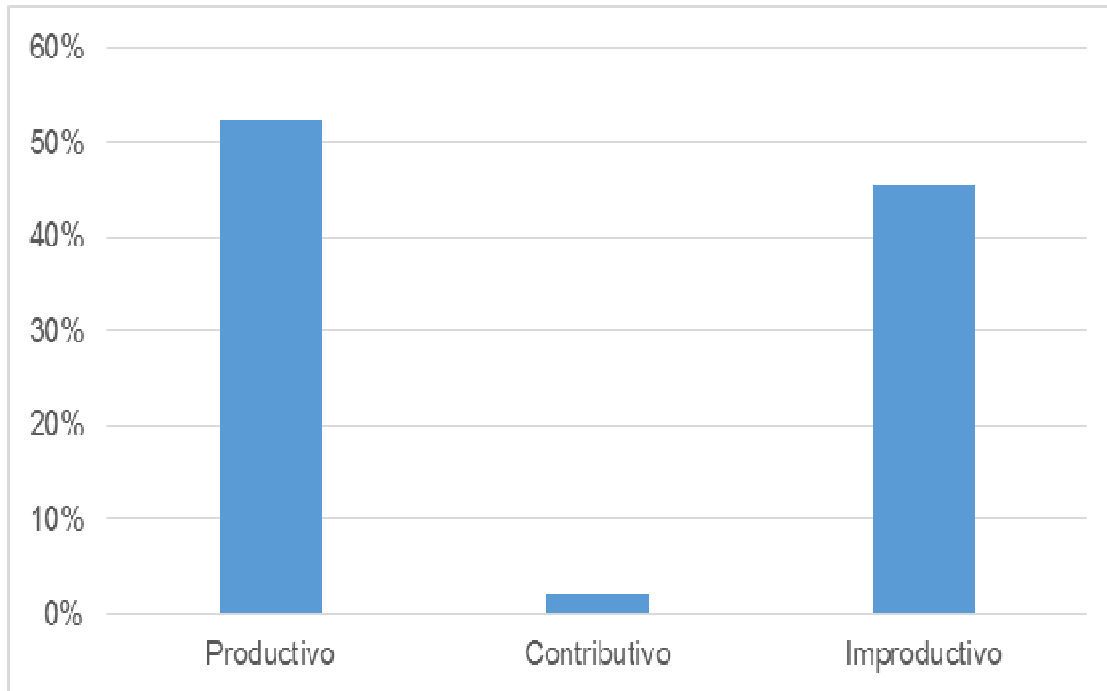


Figura 42. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 2 (Colado y acabado preliminar de cordón y caño)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. Este muestreo presenta la particularidad que para el caso de la productividad se analizaron los cinco trabajadores, mientras que para el rendimiento se

dividió en 2.A y 2.B, puesto que los trabajadores no estaban trabajando en el mismo sector, En el cuadro 34 se pueden observar las condiciones iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 34. Datos generales del proceso colado y acabado preliminar de superficie de cordón y caño, muestreo 2</b> |                |      |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|-----------|
| Fecha                                                                                                                | 24/2/2016      |      |           |
| Hora inicio                                                                                                          | 12:42:00 p. m. |      |           |
| Hora fin                                                                                                             | 1:56:00 p. m.  |      |           |
| N° trabajadores totales                                                                                              | 5              | 4    | operarios |
|                                                                                                                      |                | 1    | ayudante  |
| N° trabajadores para 2.A                                                                                             | 3              | 2    | operarios |
|                                                                                                                      |                | 1    | ayudante  |
| N° trabajadores para 2.B                                                                                             | 2              | 2    | operarios |
| Tiempo total para 2.A (h)                                                                                            | 3,75           | 2,50 | operarios |
|                                                                                                                      |                | 1,25 | ayudante  |
| Tiempo total para 2.B (h)                                                                                            | 2,5            | 2,5  | operarios |
| N° de observaciones                                                                                                  | 375            |      |           |
| % Error                                                                                                              | 5              |      |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                                                            | 30             |      |           |

Por otra parte la figura 43 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 44 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 45 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

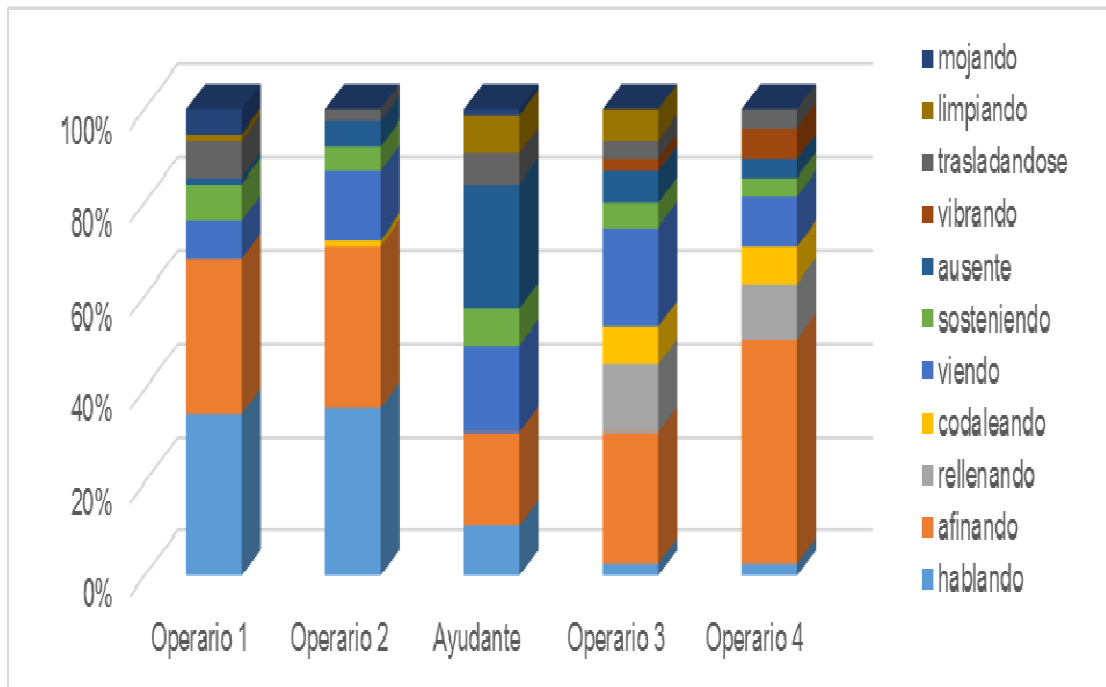


Figura 43. Gráfico Crew-Balance del proceso

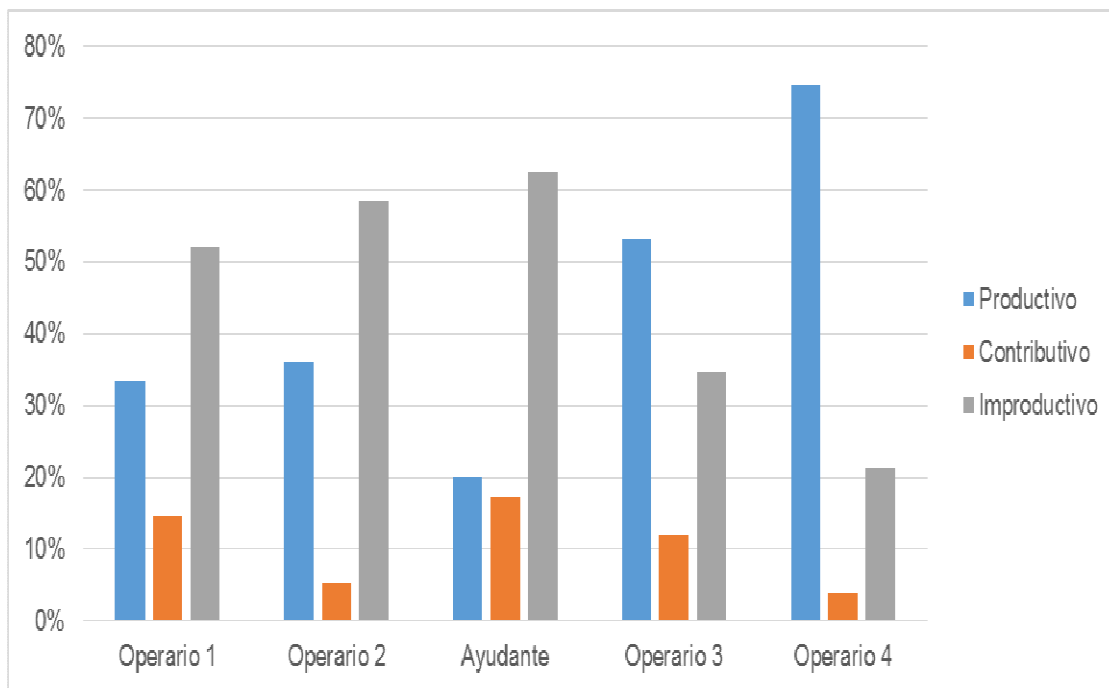


Figura 44. Gráfico de productividad individual

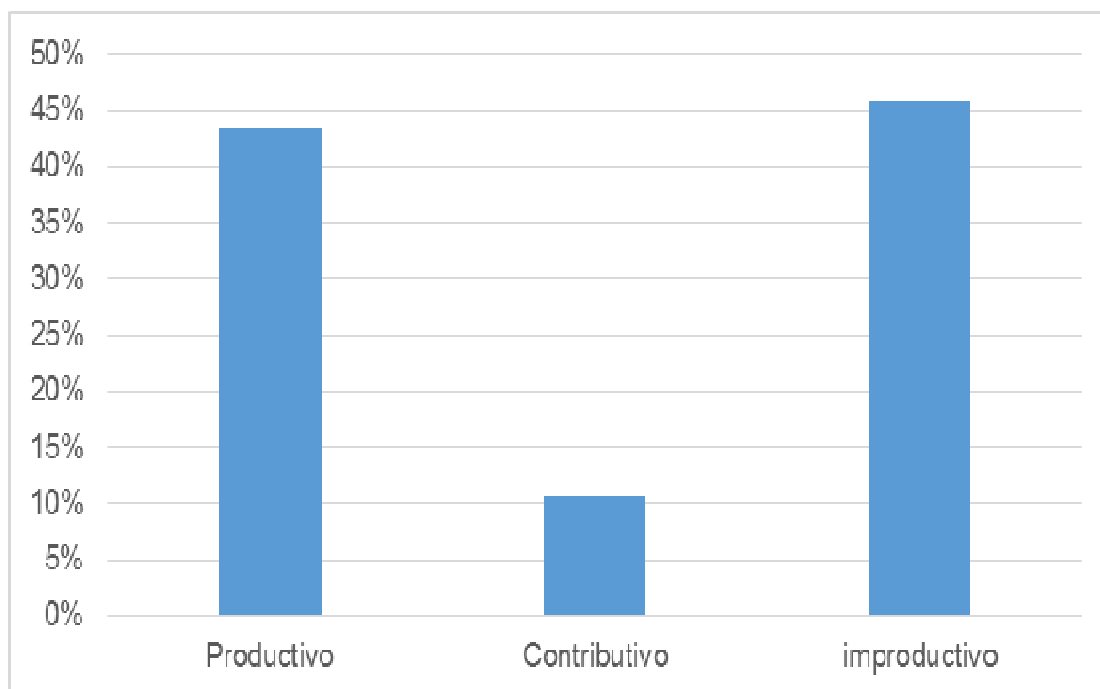


Figura 45. Gráfico productividad de la cuadrilla

El cuadro 35 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 36 el rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

| <b>CUADRO 35. Productividad promedio del proceso colado y acabado preliminar de superficie de cordón y caño</b> |     |     |          |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------|---------------------|
| Trabajo/Muestreo                                                                                                | 1   | 2   | Promedio | Desviación Estándar |
| Productivo                                                                                                      | 52% | 43% | 48%      | 0,06%               |
| Contributivo                                                                                                    | 2%  | 11% | 6%       | 0,06%               |
| Improductivo                                                                                                    | 46% | 46% | 46%      | 0%                  |

| <b>CUADRO 36. Rendimiento de la mano de obra del proceso colado y acabado preliminar de la superficie de cordón y caño</b> |                                    |                                  |                                  |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Muestreo                                                                                                                   | Cant. de trabajo (m <sup>2</sup> ) | R.operario (HOp/m <sup>2</sup> ) | R.Ayudante (HAY/m <sup>2</sup> ) | R.Cuadrilla (HH/m <sup>2</sup> ) |
| 1                                                                                                                          | 10                                 | 0,3100                           | 0,1550                           | 0,4650                           |
| 2.A                                                                                                                        | 10                                 | 0,2500                           | 0,1250                           | 0,3750                           |
| 2.B                                                                                                                        | 8                                  | 0,3125                           | -                                | 0,3125                           |
| Promedio (HH/m <sup>2</sup> )                                                                                              |                                    | 0,2908                           | 0,1400                           | 0,3842                           |
| Desviación Estándar (HH/m <sup>2</sup> )                                                                                   |                                    | 0,0354                           | 0,0212                           | 0,0767                           |
| Coeficiente de variación                                                                                                   |                                    | 12,17%                           | 15,15%                           | 19,96%                           |
| Factor de incremento                                                                                                       |                                    | 0,12                             | 0,12                             | 0,12                             |
| Rendimiento Final (HH/m <sup>2</sup> )                                                                                     |                                    | 0,3257                           | 0,1568                           | 0,4303                           |

# Clavadores

A continuación se presenta las figuras y cuadros que contienen la información obtenida de los procesos analizados para la actividad de

Clavadores. El cuadro 37 muestra las tareas y recursos del proceso de corte de los clavadores.

| <b>CUADRO 37. Tareas y recursos del proceso corte de clavadores</b> |              |               |                    |
|---------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|--------------------|
| Tareas                                                              | Mano de Obra | Equipo        | Materiales         |
| Medir                                                               | Operarios    | Cinta Métrica | Perfiles de acero  |
| Señalar lugar de corte                                              |              | Marcador      | C 50x150mm RT 1/16 |
| Cortar                                                              |              | Esmeril       |                    |
| Almacenar                                                           |              |               |                    |

En el cuadro 38 se presenta un listado de las tareas y recursos del proceso de añadido de clavadores.

| <b>CUADRO 38. Tareas y recursos del proceso añadido de clavadores</b> |              |                   |                    |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| Tareas                                                                | Mano de Obra | Equipo            | Materiales         |
| Buscar material                                                       | Operarios    | Cinta Métrica     | Perfiles de acero  |
| Medir                                                                 |              | Marcador          | C 50x150mm RT 1/16 |
| Cortar a medida                                                       |              | Esmeril           |                    |
| Soldar                                                                |              | Soldadora         |                    |
| Almacenar                                                             |              | Extensiones       |                    |
|                                                                       |              | Planta de energía |                    |

En el cuadro 39 se presenta un listado de las tareas y recursos del proceso de colocación de los clavadores.

| <b>CUADRO 39. Tareas y recursos del proceso colocación de clavadores</b> |              |                   |                    |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|
| Tareas                                                                   | Mano de Obra | Equipo            | Materiales         |
| Colocar trozos de varilla                                                | Operarios    | Cinta Métrica     | Perfiles de acero  |
| Colocar cuerda guía                                                      |              | Marcador          | C 50x150mm RT 1/16 |
| Medir                                                                    |              | Escalera          | Cuerda de Nylon    |
| Señalar posición                                                         |              | Soldadora         | Mecate             |
| Subir clavador                                                           |              | Extensiones       |                    |
| Colocar en posición                                                      |              | Planta de energía |                    |
| Soldar                                                                   |              | Mazo              |                    |
|                                                                          |              |                   |                    |

A continuación se presentan las figuras que corresponden a los diagramas de flujo de los procesos. La figura 46 es para el proceso de

corte, la figura 47 es para el proceso de añadido y la figura 48 para el proceso de colocación de los clavadores.

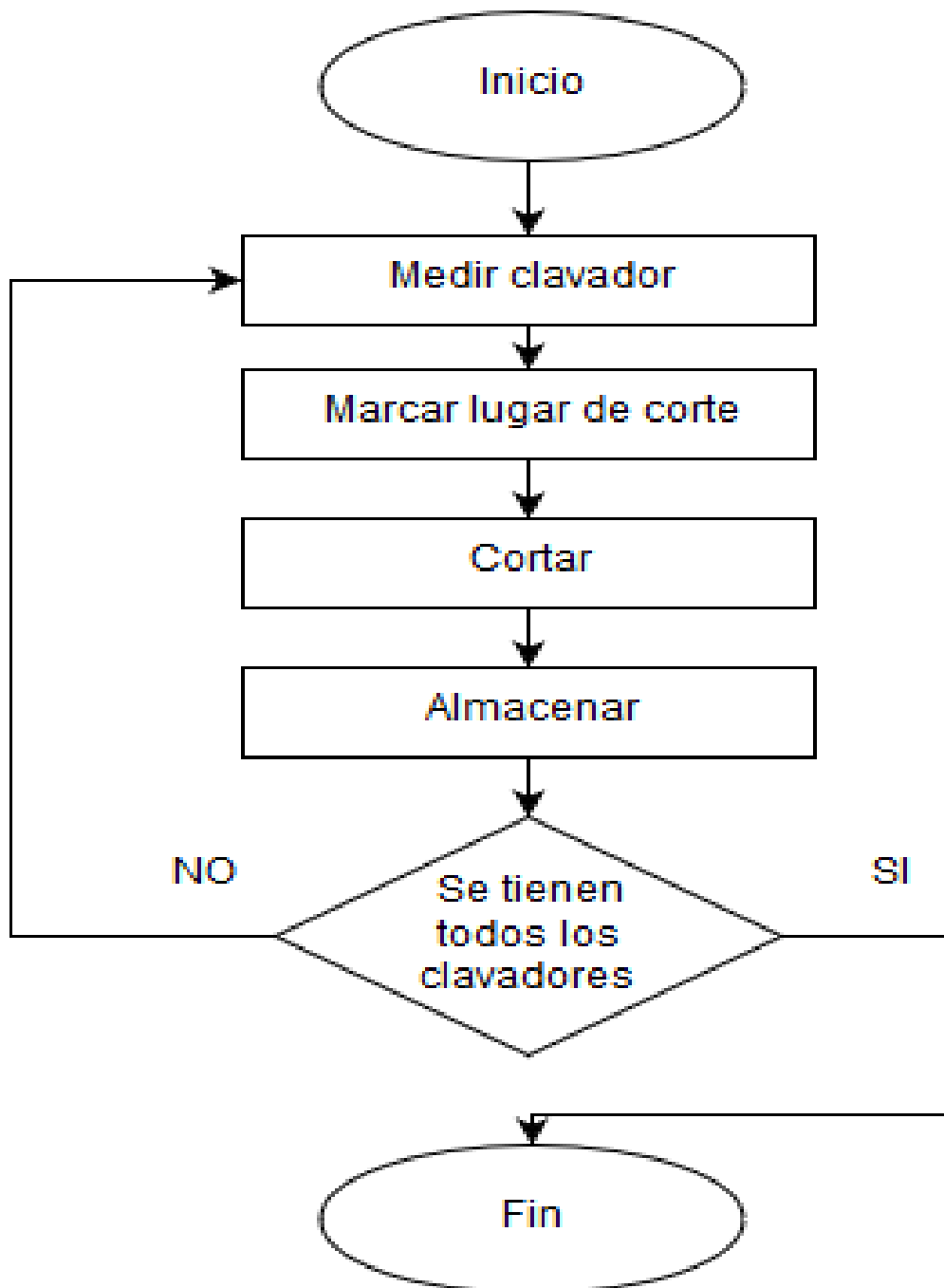


Figura 46. .Diagrama de flujo del proceso corte de clavadores

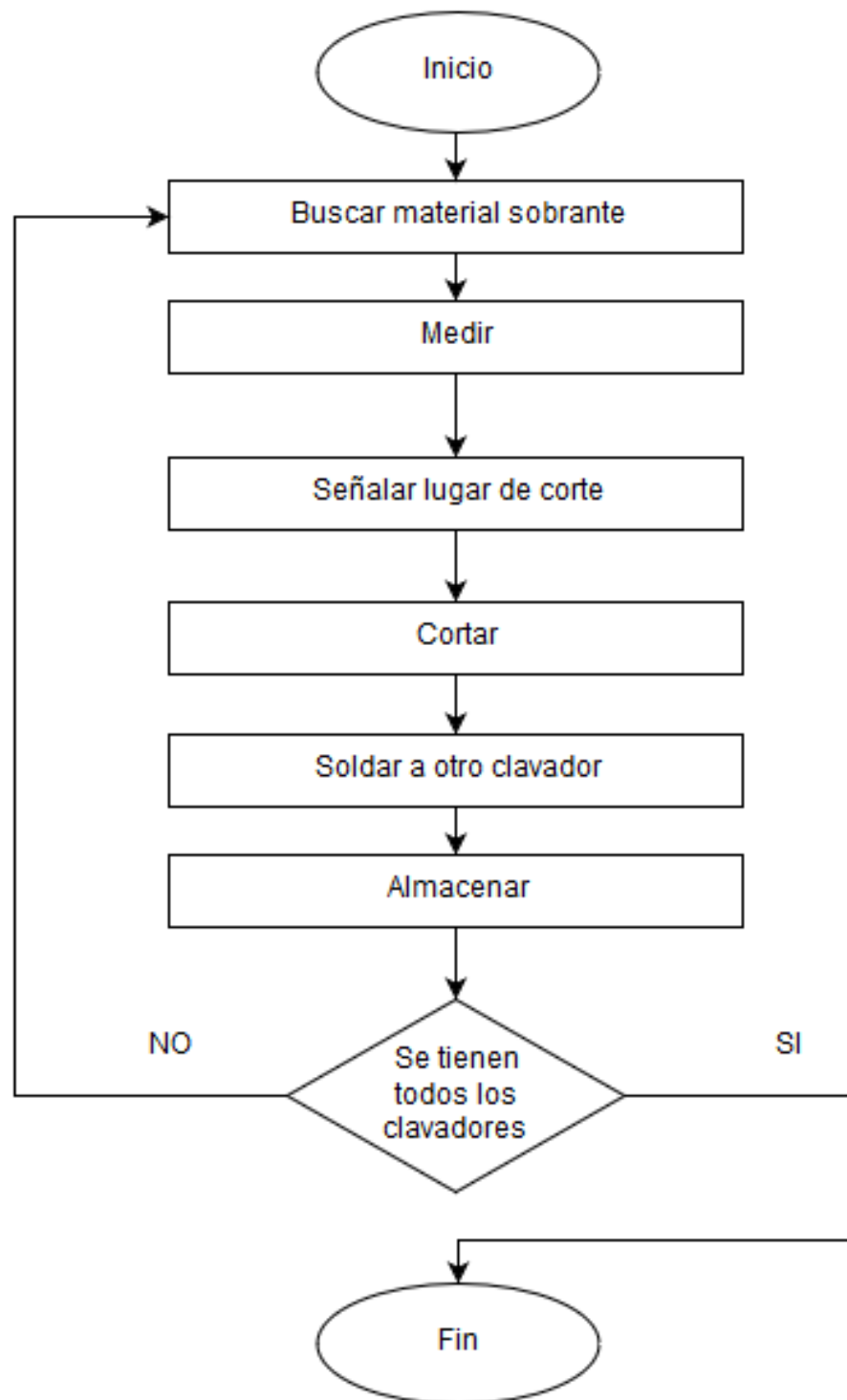


Figura 47. .Diagrama de flujo del proceso añadido de clavadores

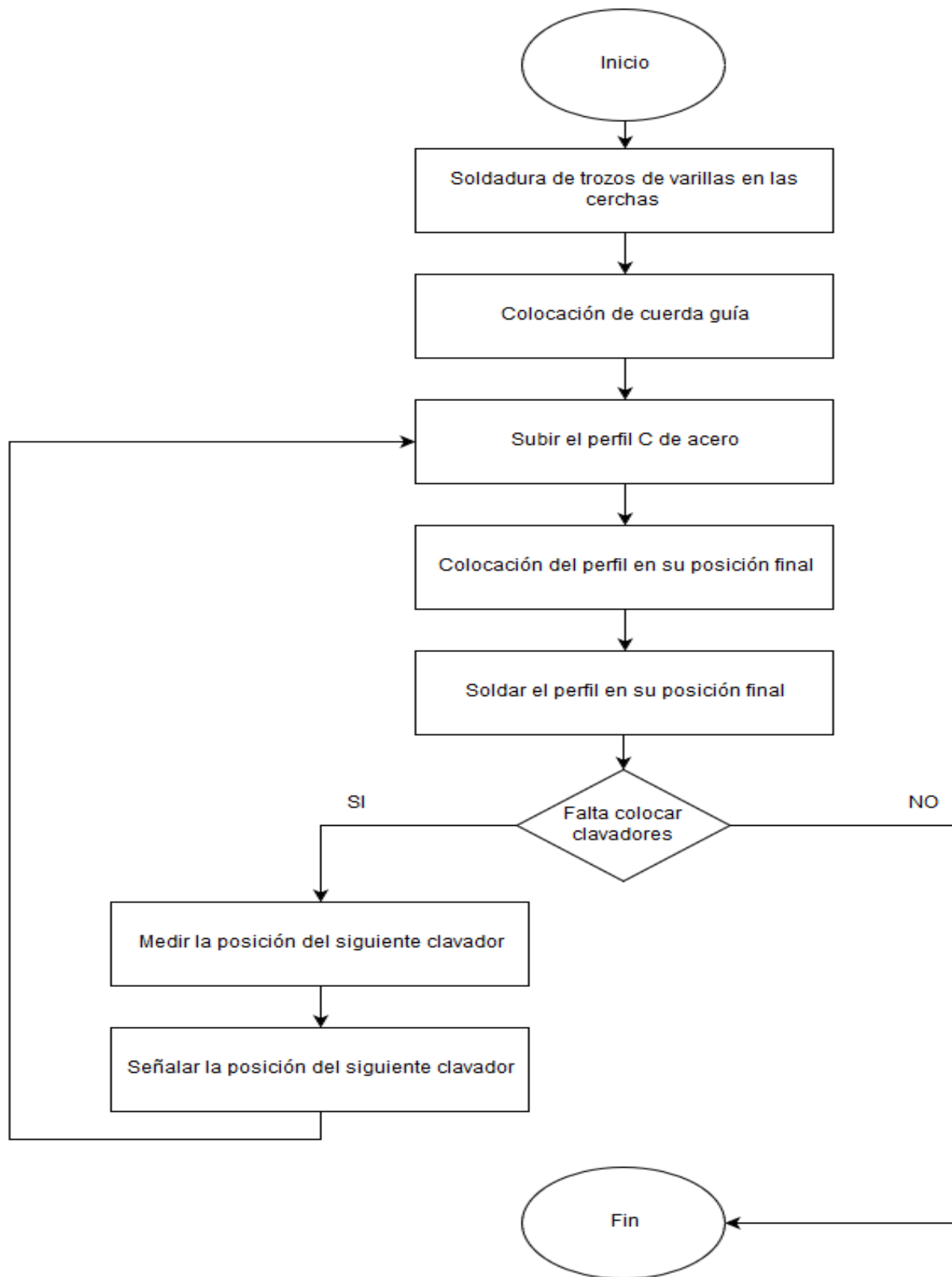


Figura 48. .Diagrama de flujo del proceso colocación de clavadores

## Colocación de clavadores

En el cuadro 40 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 40. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                          |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                              | Clasificación |
| esperando                                                                            | esperando el clavador o que el otro operario se acomodara o indicaciones | improductivo  |
| trasladándose                                                                        | moviéndose al siguiente lugar de la cercha donde va el clavador          | contributivo  |
| soldando                                                                             | soldando los clavadores                                                  | productivo    |
| Sub. Material                                                                        | subiendo los clavadores                                                  | contributivo  |
| colocando                                                                            | colocando el clavador en su posición final                               | productivo    |
| midiendo                                                                             | sacando la posición del clavador o verificando medidas                   | contributivo  |
| ausente                                                                              | no se encontraba en su puesto o enviado a hacer otras labores            | improductivo  |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros, jefes u otros                               | improductivo  |

## Muestreo 1 (Colocación de clavadores)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 41 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 41. Datos generales de colocación de clavadores</b> |                |           |
|---------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
| Fecha                                                         | 18/2/2016      |           |
| Hora inicio                                                   | 9:51:00 a. m.  |           |
| Hora fin                                                      | 11:05:00 a. m. |           |
| N° trabajadores                                               | 2              | operarios |
| Tiempo total (h)                                              | 2,5            | operarios |
| N° de observaciones                                           | 150            |           |
| % Error                                                       | 8              |           |
| Temperatura promedio (°C)                                     | 24,5           |           |

Por otra parte la figura 49 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 50 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 51 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

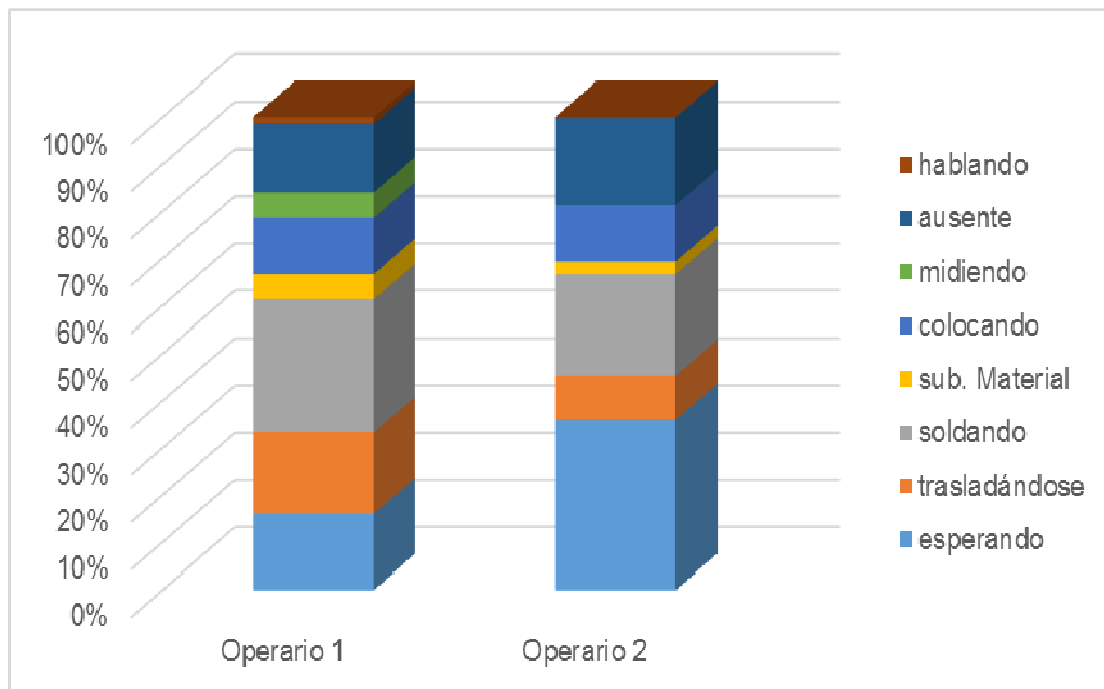


Figura 49. Gráfico Crew-Balance del proceso

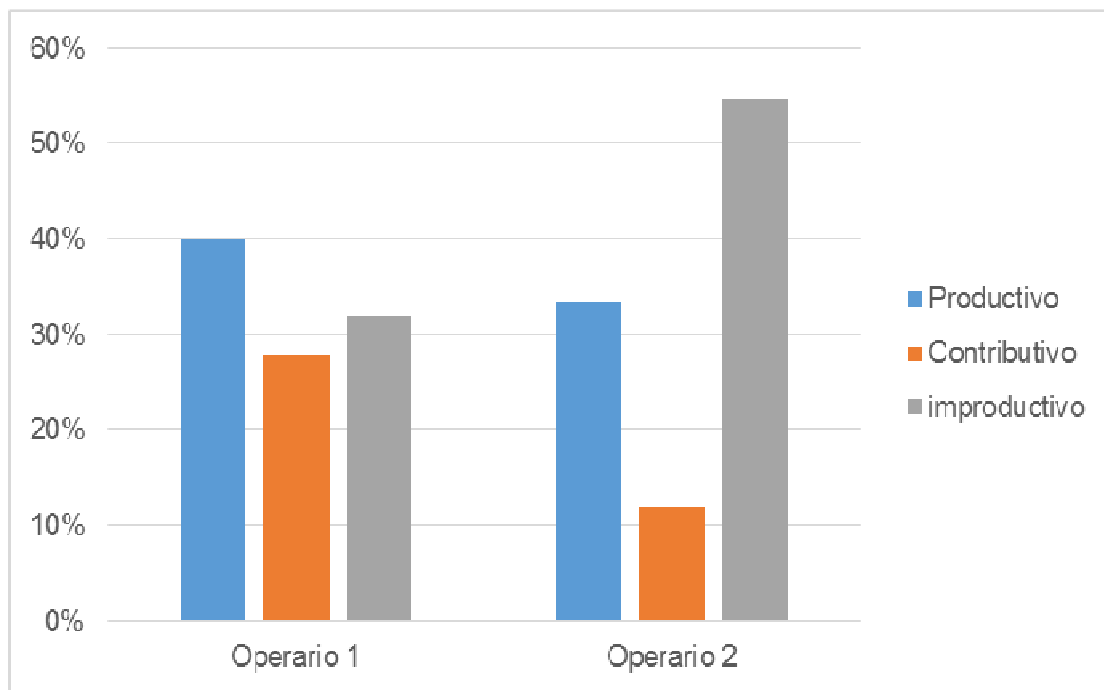


Figura 50. Gráfico de productividad individual

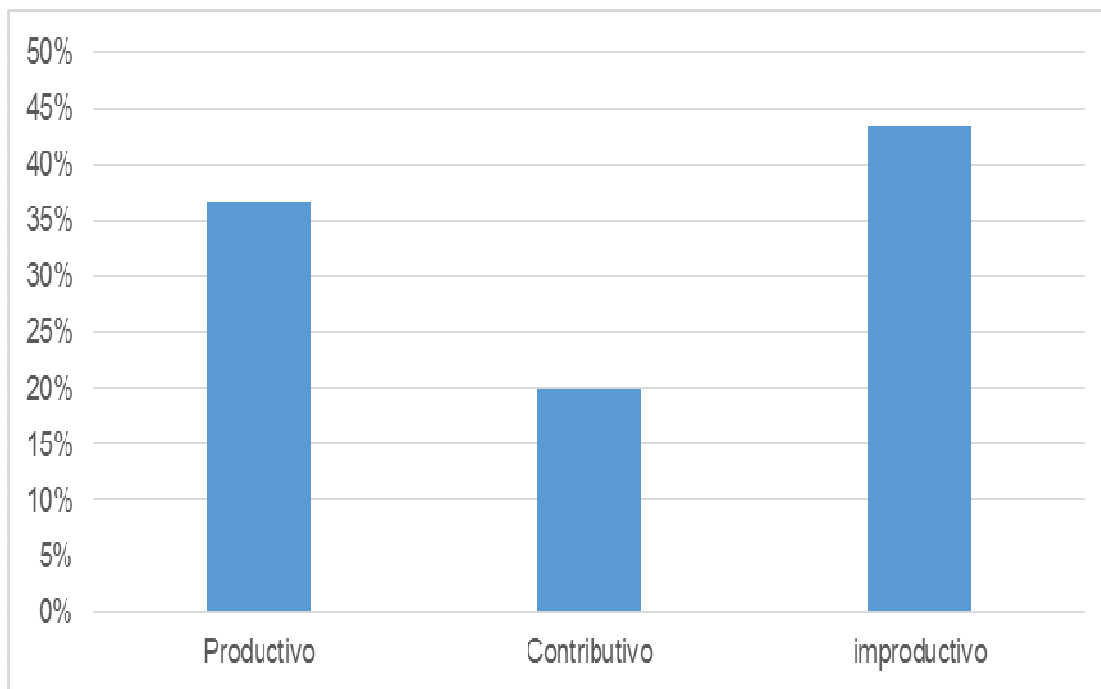


Figura 51.. Gráfico productividad de la cuadrilla

Al ser un solo muestreo, en el cuadro 24 se presenta el resultado de productividad y rendimiento del proceso

| CUADRO 42. Productividad y Rendimiento del proceso colocación de clavadores |           |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Ítem                                                                        | Resultado |
| Cantidad de trabajo (ml)                                                    | 97,6      |
| Productivo                                                                  | 37%       |
| Contributivo                                                                | 20%       |
| Improductivo                                                                | 43%       |
| R.operario (HOp/ml)                                                         | 0,0256    |
| Factor de incremento                                                        | 0,12      |
| Rendimiento final (HH/ml)                                                   | 0,0287    |

## Corte y colocación de clavadores

En el cuadro 43 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo

| <b>CUADRO 43. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                            |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                                | Clasificación |
| esperando                                                                            | esperando el clavador o que el otro operario se acomodara o indicaciones   | improductivo  |
| trasladándose                                                                        | moviéndose al siguiente lugar de la cercha donde va el clavador            | contributivo  |
| soldando                                                                             | soldando los clavadores                                                    | productivo    |
| Sub. Material                                                                        | subiendo los clavadores                                                    | contributivo  |
| colocando                                                                            | colocando el clavador en su posición final                                 | productivo    |
| midiendo                                                                             | sacando la posición del clavador o verificando medidas                     | contributivo  |
| ausente                                                                              | no se encontraba en su puesto o enviado a hacer otras labores              | improductivo  |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros, jefes u otros                                 | improductivo  |
| viendo                                                                               | viendo lo que hacia el otro operario                                       | improductivo  |
| acomodándose                                                                         | acomodando el equipo de seguridad o la herramienta para trabajar           | improductivo  |
| sosteniendo                                                                          | sosteniendo el material                                                    | contributivo  |
| cortando                                                                             | cortando perfiles C                                                        | productivo    |
| llevando                                                                             | alcanzando material, o llevando material a sitio de corte o almacenamiento | contributivo  |

## Muestreo 1 (Corte y colocación de clavadores)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 44 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 44. Datos generales del proceso corte y colocación de clavadores</b> |                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
| Fecha                                                                          | 22/2/2016      |           |
| Hora inicio                                                                    | 11:18:00 a. m. |           |
| Hora fin                                                                       | 12:06:00 p. m. |           |
| N° trabajadores                                                                | 3              | operarios |
| Tiempo total (h)                                                               | 2,4990         | operarios |
| N° de observaciones                                                            | 150            |           |
| % Error                                                                        | 8              |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                      | 27             |           |

Por otra parte la figura 52 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 53 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 54 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

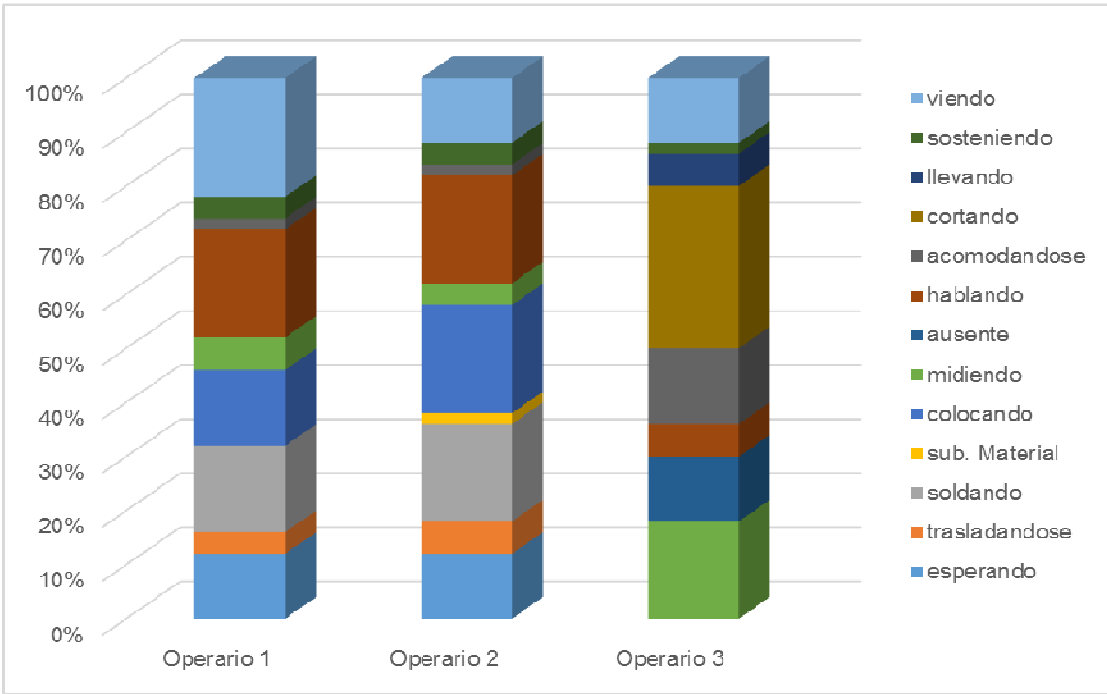


Figura 52. Gráfico Crew-Balance del proceso

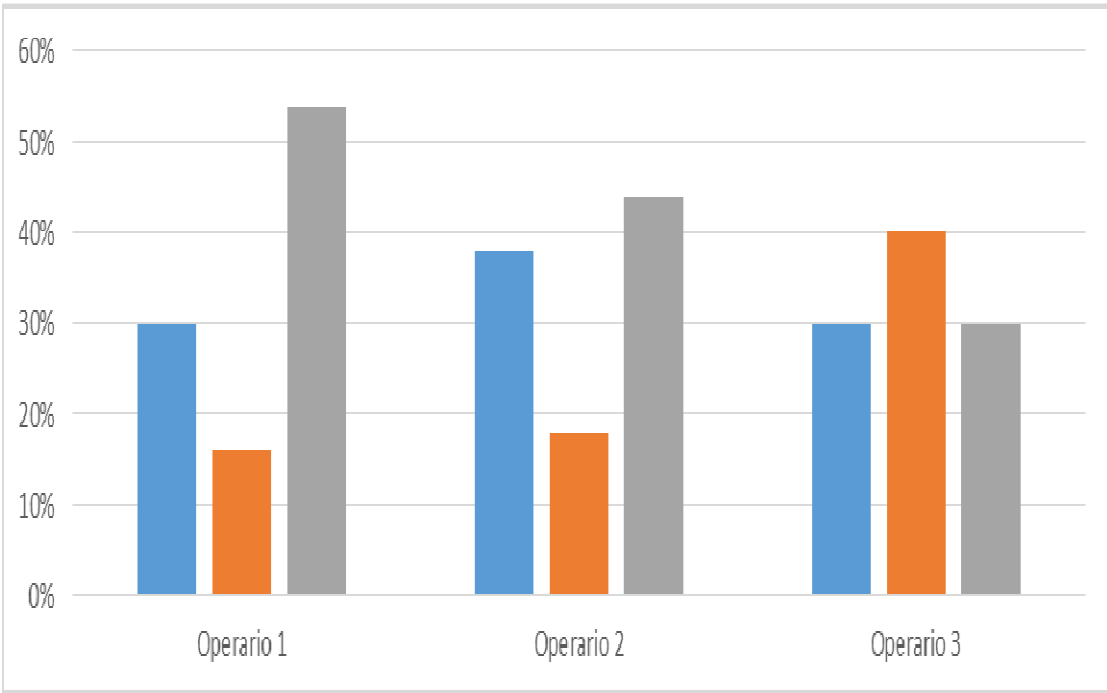


Figura 53. Gráfico de productividad individual

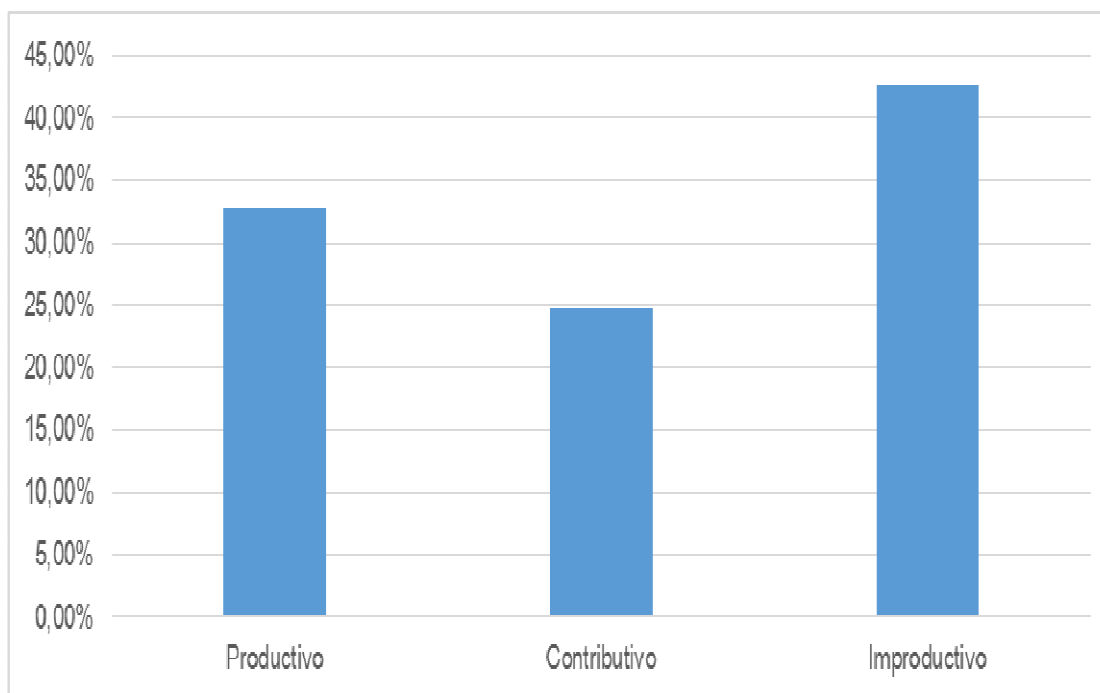


Figura 54. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 2 (Corte y colocación de clavadores)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. En el cuadro 45 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| CUADRO 45. Datos generales del proceso corte y colocación de clavadores |                |           |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------|
| Fecha                                                                   | 22/2/2016      |           |
| Hora inicio                                                             | 12:40:00 p. m. |           |
| Hora fin                                                                | 1:11:00 p. m.  |           |
| N° trabajadores                                                         | 3              | operarios |
| Tiempo total (h)                                                        | 1,59           | operarios |
| N° de observaciones                                                     | 96             |           |
| % Error                                                                 | 9,6            |           |
| Temperatura promedio (°C)                                               | 27             |           |

Por otra parte la figura 55 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 56 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 57 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

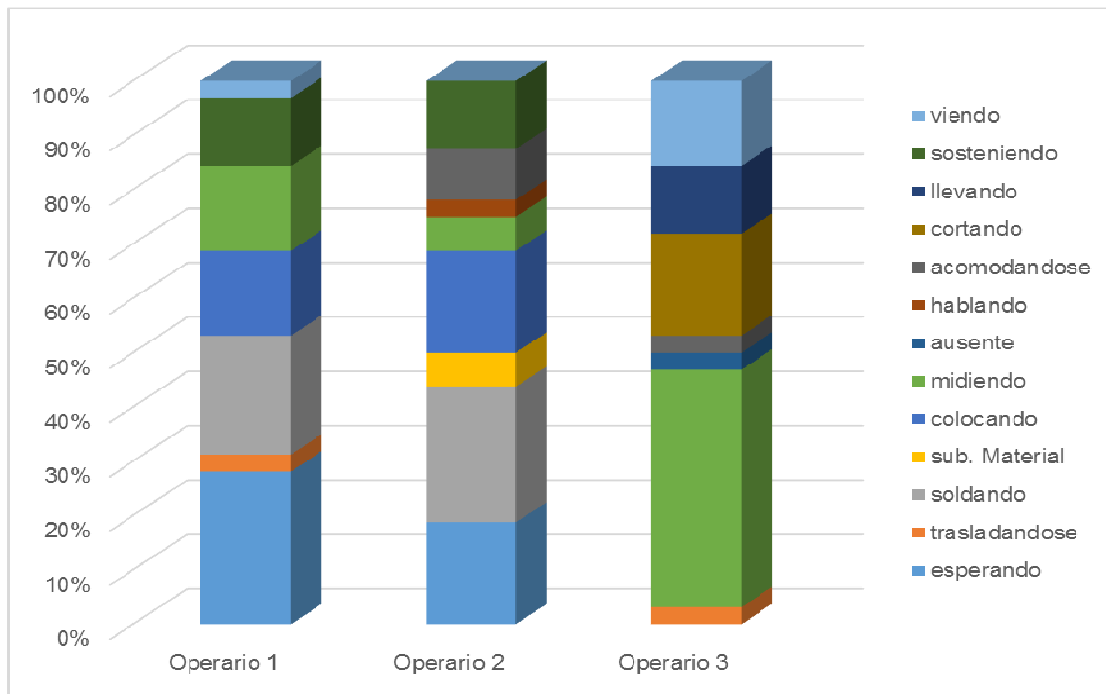


Figura 55. Gráfico Crew-Balance del proceso

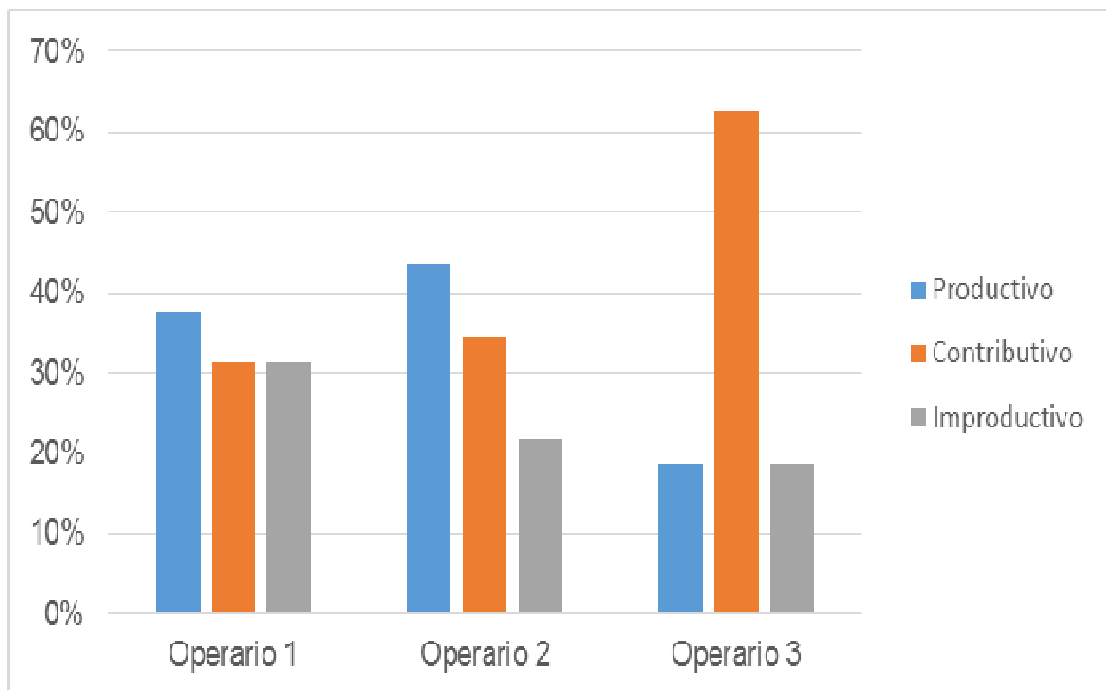


Figura 56. Gráfico de productividad individual

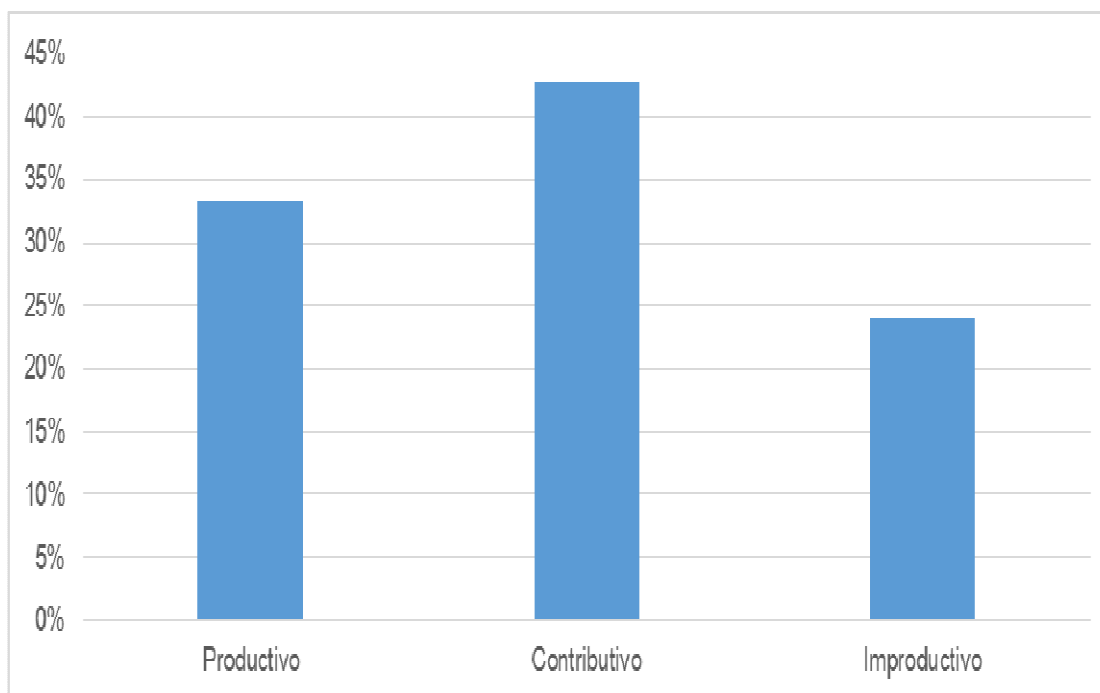


Figura 57. Gráfico productividad de la cuadrilla

El cuadro 46 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 47 el

rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

| <b>CUADRO 46. Productividad promedio del proceso corte y colocación de clavadores</b> |     |     |          |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------|---------------------|
| Trabajo/Muestreo                                                                      | 1   | 2   | Promedio | Desviación Estándar |
| Productivo                                                                            | 33% | 33% | 33%      | 0%                  |
| Contributivo                                                                          | 25% | 43% | 34%      | 0,13%               |
| Improductivo                                                                          | 43% | 24% | 33%      | 0,13%               |

| <b>CUADRO 47. Rendimiento de la mano de obra del proceso corte y colocación de clavadores</b> |                       |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Muestreo                                                                                      | Cant. de trabajo (ml) | R.operario (HOp/ml) |
| 1                                                                                             | 16                    | 0,1562              |
| 2                                                                                             | 19,2                  | 0,0828              |
| Promedio (HOp/ml)                                                                             |                       | 0,1195              |
| Desviación Estándar (HOp/ml)                                                                  |                       | 0,0519              |
| Coeficiente de variación                                                                      |                       | 43,42%              |
| Factor de incremento                                                                          |                       | 0,12                |
| <b>Rendimiento Final (HOp/ml)</b>                                                             |                       | <b>0,1338</b>       |

## Añadido y colocación de clavadores

En el cuadro 48 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 48. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                            |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                                | Clasificación |
| esperando                                                                            | esperando el clavador o que el otro operario se acomodara o indicaciones   | improductivo  |
| trasladándose                                                                        | moviéndose al siguiente lugar de la cercha donde va el clavador            | contributivo  |
| soldando                                                                             | soldando los clavadores                                                    | productivo    |
| Sub. Material                                                                        | subiendo los clavadores                                                    | contributivo  |
| colocando                                                                            | colocando el clavador en su posición final                                 | productivo    |
| midiendo                                                                             | sacando la posición del clavador o verificando medidas                     | contributivo  |
| ausente                                                                              | no se encontraba en su puesto o enviado a hacer otras labores              | improductivo  |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros, jefes u otros                                 | improductivo  |
| viendo                                                                               | viendo lo que hacia el otro operario                                       | improductivo  |
| acomodándose                                                                         | acomodando el equipo de seguridad o la herramienta para trabajar           | improductivo  |
| sosteniendo                                                                          | sosteniendo el material                                                    | contributivo  |
| cortando                                                                             | cortando perfiles C                                                        | productivo    |
| llevando                                                                             | alcanzando material, o llevando material a sitio de corte o almacenamiento | contributivo  |
| subiendo                                                                             | subiéndose a la escalera                                                   | improductivo  |
| bajando                                                                              | bajando la escalera                                                        | improductivo  |

### Muestreo 1 (Añadido y colocación de clavadores)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 49 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 49. Datos generales del proceso añadido y colocación de clavadores, muestreo 1</b> |               |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|
| Fecha                                                                                        | 22/2/2016     |           |
| Hora inicio                                                                                  | 3:53:00 p. m. |           |
| Hora fin                                                                                     | 4:48:00 p. m. |           |
| N° trabajadores                                                                              | 2             | operarios |
| Tiempo total (h)                                                                             | 1,8667        | operarios |
| N° de observaciones                                                                          | 112           |           |
| % Error                                                                                      | 9             |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                                    | 28            |           |

Por otra parte la figura 58 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 59 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 60 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

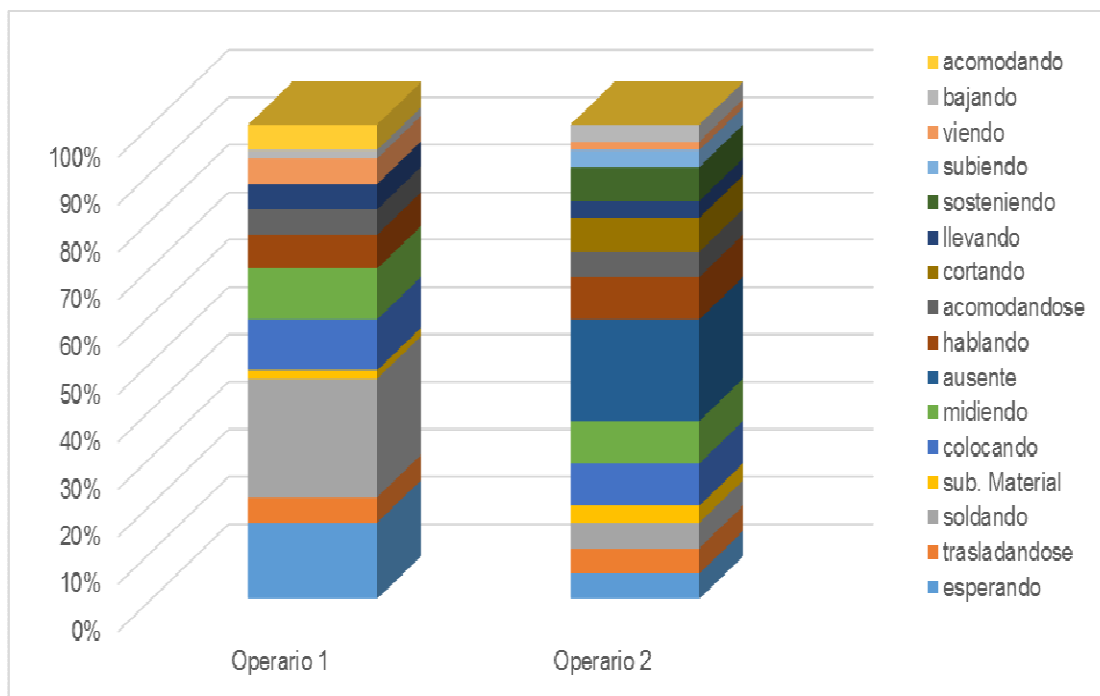


Figura 58. Gráfico Crew-Balance del proceso

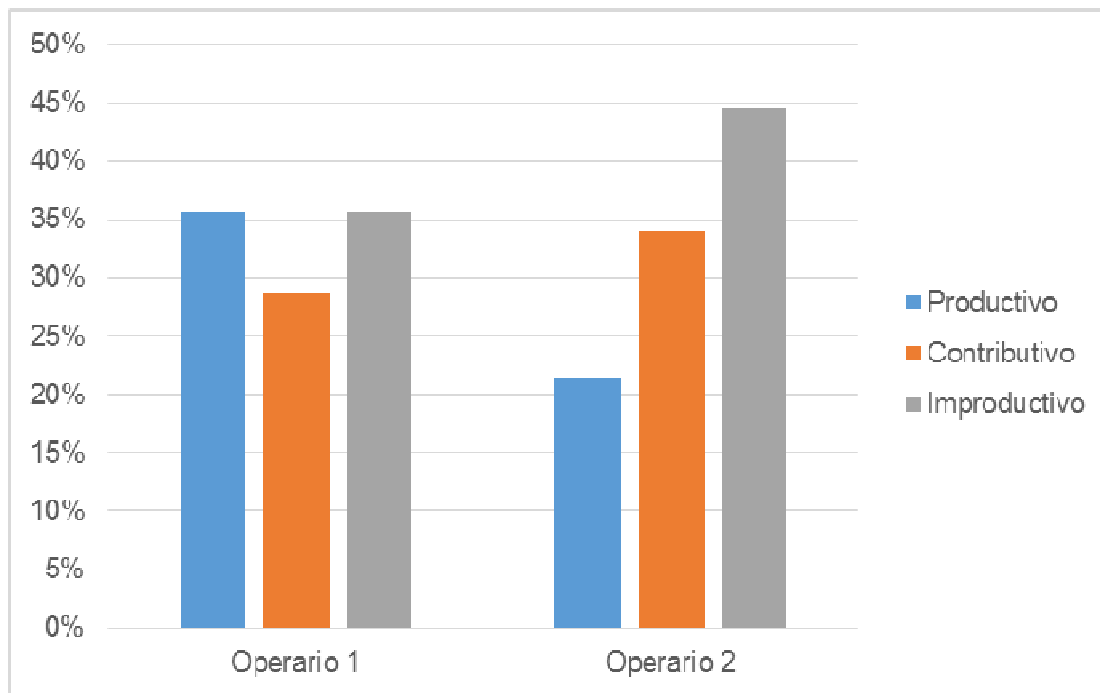


Figura 59. Gráfico de productividad individual

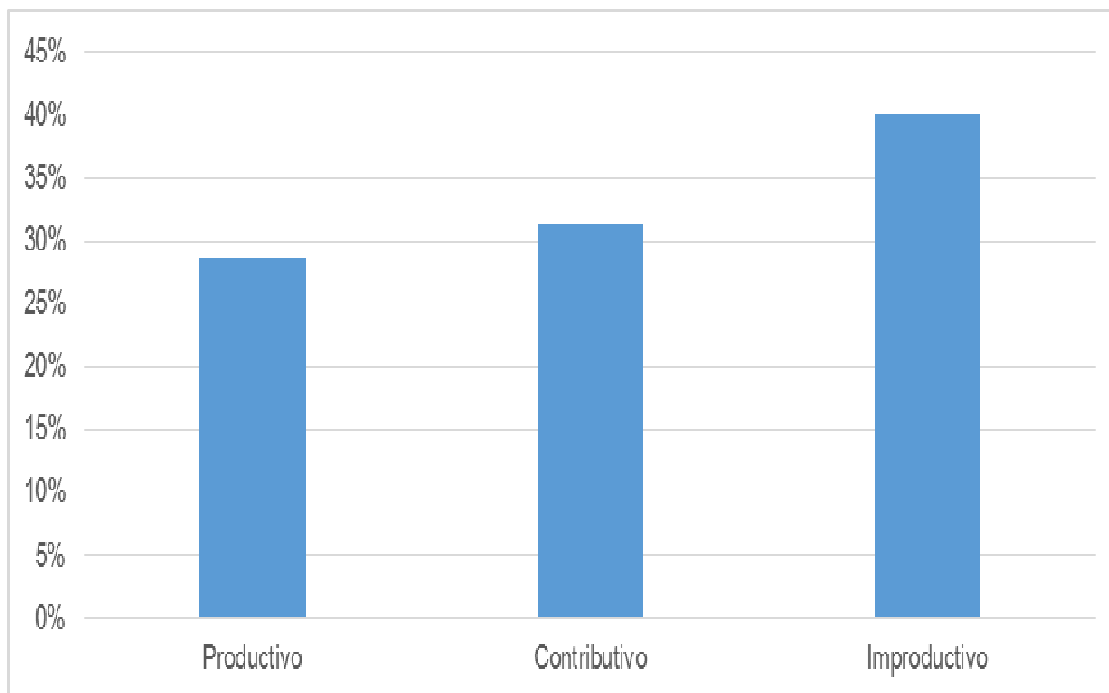


Figura 60. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 2 (Añadido y colocación de clavadores)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. En el cuadro 50 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

**CUADRO 50. Datos generales del proceso añadido y colocación de clavadores, muestreo 2**

|                           |                |           |
|---------------------------|----------------|-----------|
| Fecha                     | 23/2/2016      |           |
| Hora inicio               | 9:20:00 a. m.  |           |
| Hora fin                  | 11:00:00 a. m. |           |
| N° trabajadores           | 2              | operarios |
| Tiempo total (h)          | 3,36           | operarios |
| N° de observaciones       | 202            |           |
| % Error                   | 6,9            |           |
| Temperatura promedio (°C) | 25             |           |

Por otra parte la figura 61 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 62 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 63 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

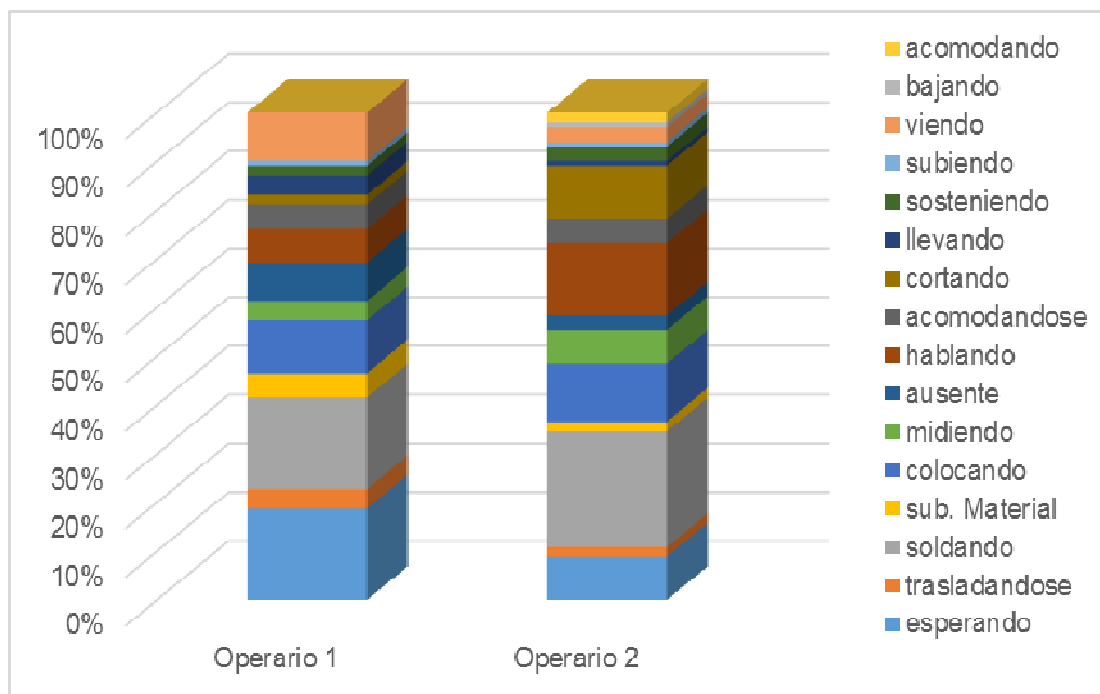


Figura 61. Gráfico Crew-Balance del proceso

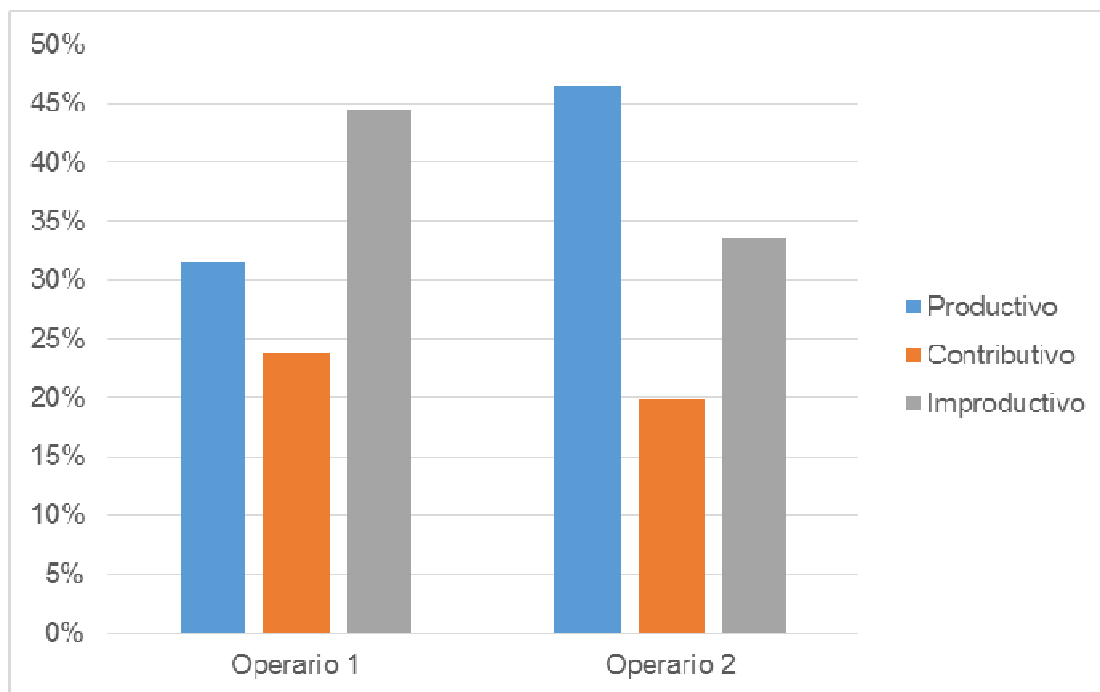


Figura 62. Gráfico de productividad individual

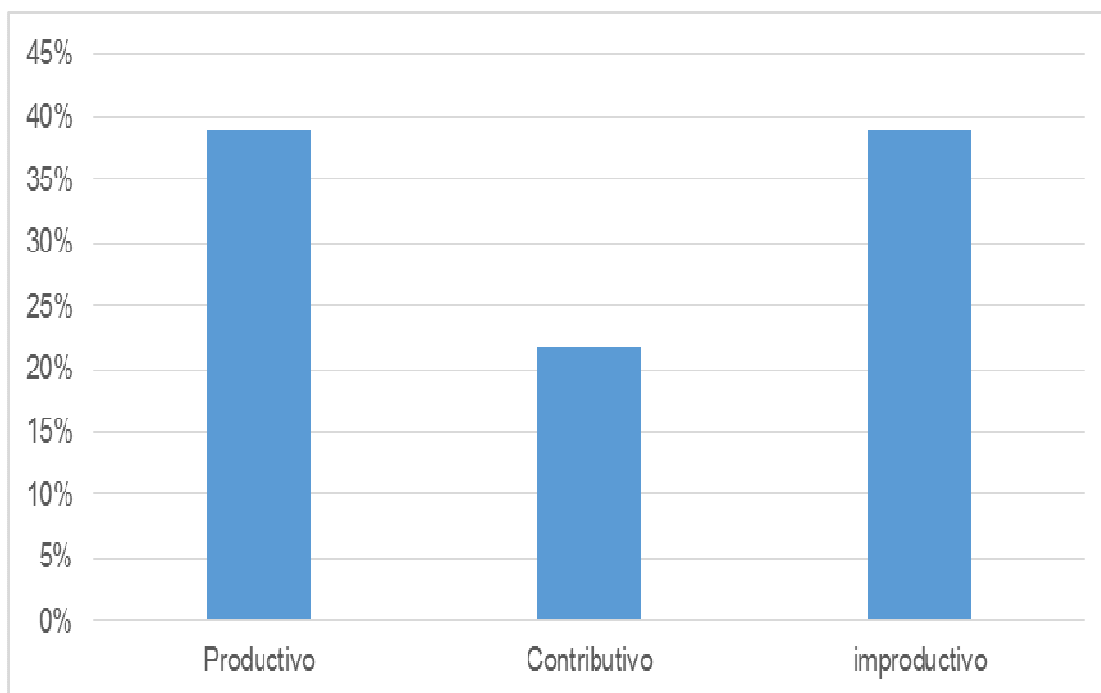


Figura 63.. Gráfico productividad de la cuadrilla

El cuadro 51 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 52 el rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

| <b>CUADRO 51. Productividad promedio del proceso añadido y colocación de clavadores</b> |     |     |          |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|----------|---------------------|
| Trabajo/Muestreo                                                                        | 1   | 2   | Promedio | Desviación Estándar |
| Productivo                                                                              | 29% | 39% | 33,84%   | 0,07%               |
| Contributivo                                                                            | 31% | 22% | 26,52%   | 0,07%               |
| Improductivo                                                                            | 40% | 39% | 39,64%   | 0,01%               |

| <b>CUADRO 52. Rendimiento de la mano de obra del proceso añadido y colocación de clavadores</b> |                       |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Muestreo                                                                                        | Cant. de trabajo (ml) | R.operario (HOp/ml) |
| 1                                                                                               | 24,4                  | 0,0765              |
| 2                                                                                               | 85,4                  | 0,0393              |
| Promedio (HOp/ml)                                                                               |                       | 0,0579              |
| Desviación Estándar (HOp/ml)                                                                    |                       | 0,0263              |
| Coeficiente de variación                                                                        |                       | 45,36%              |
| Factor de incremento                                                                            |                       | 0,12                |
| <b>Rendimiento Final (HH/ml)</b>                                                                |                       | <b>0,0649</b>       |

# Cubierta de techo en pasillos

A continuación se presenta las figuras y cuadros que contienen la información obtenida de los procesos analizados para la actividad de Cubierta

de Techo en pasillos. El cuadro 53 muestra las tareas y recursos del proceso de elaboración de colocación de láminas de zinc.

**CUADRO 53. Tareas y recursos del proceso Colocación de láminas de zinc**

| Tareas                                    | Mano de Obra | Equipo        | Materiales                          |
|-------------------------------------------|--------------|---------------|-------------------------------------|
| Trasladar                                 | Operarios    | Cinta Métrica | Láminas de zinc HG 26<br>1,05X2,44m |
| Subir                                     | Peones       | Marcador      | Tornillos                           |
| Colocar                                   |              | Taladro       |                                     |
| Colocar tornillos en los extremos         |              | Nivel         |                                     |
| Señalar posición de tornillos intermedios |              | Andamios      |                                     |
| Colocar tornillos intermedios             |              |               |                                     |

La figura 64 corresponde al diagrama de flujo del proceso de colocación de las láminas de zinc en los pasillos del edificio.

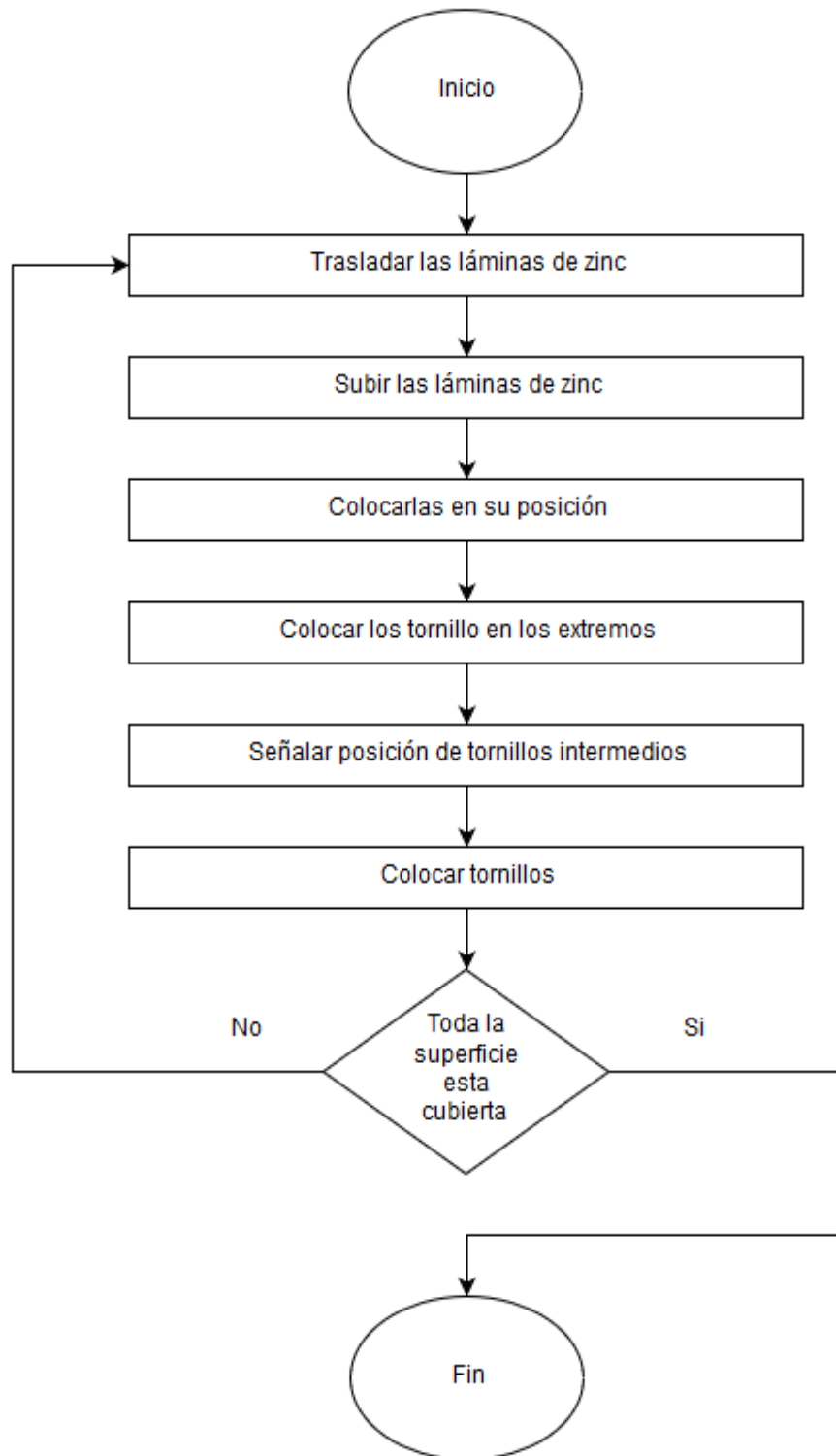


Figura 64. .Diagrama de flujo del proceso colocación de cubierta de techo

## Colocación de láminas de zinc

En el cuadro 54 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 54. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                                                                  |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                                                                      | Clasificación |
| colocando                                                                            | Colocando la cubierta, incluye acomodarla en su posición, alinearla, atornillarla, indicar ubicación de tornillo | productivo    |
| sosteniendo                                                                          | sosteniendo el material en su posición                                                                           | contributivo  |
| viendo                                                                               | ver lo que hacen los compañeros, estar ocioso en general                                                         | improductivo  |
| trasladándose                                                                        | moverse de un lado a otro                                                                                        | improductivo  |
| ausente                                                                              | no se ve en la toma, está en otras labores                                                                       | improductivo  |
| sub.Material                                                                         | subiendo el zinc                                                                                                 | contributivo  |
| limpiando                                                                            | limpiando el espacio de trabajo                                                                                  | contributivo  |
| midiendo                                                                             | medir dimensiones                                                                                                | productivo    |
| moviendo                                                                             | trasladar el material de un lado a otro donde es necesario                                                       | contributivo  |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros, aclarando instrucciones                                                             | improductivo  |

## Muestreo 1 (Colocación de láminas de zinc)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 8 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 55. Datos generales del proceso colocación de láminas de zinc, muestreo 1</b> |               |      |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|------|-----------|
| Fecha                                                                                   | 17/3/2016     |      |           |
| Hora inicio                                                                             | 9:10:00 a. m. |      |           |
| Hora fin                                                                                | 9:50:00 a. m. |      |           |
| N° trabajadores                                                                         | 4             | 2    | operarios |
|                                                                                         |               | 2    | peones    |
| Tiempo total (h)                                                                        | 2,7           | 1,35 | operarios |
|                                                                                         |               | 1,35 | peones    |
| N° de observaciones                                                                     | 648           |      |           |
| % Error                                                                                 | 3,9           |      |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                               | 24            |      |           |

Por otra parte la figura 65 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 66 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 67 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

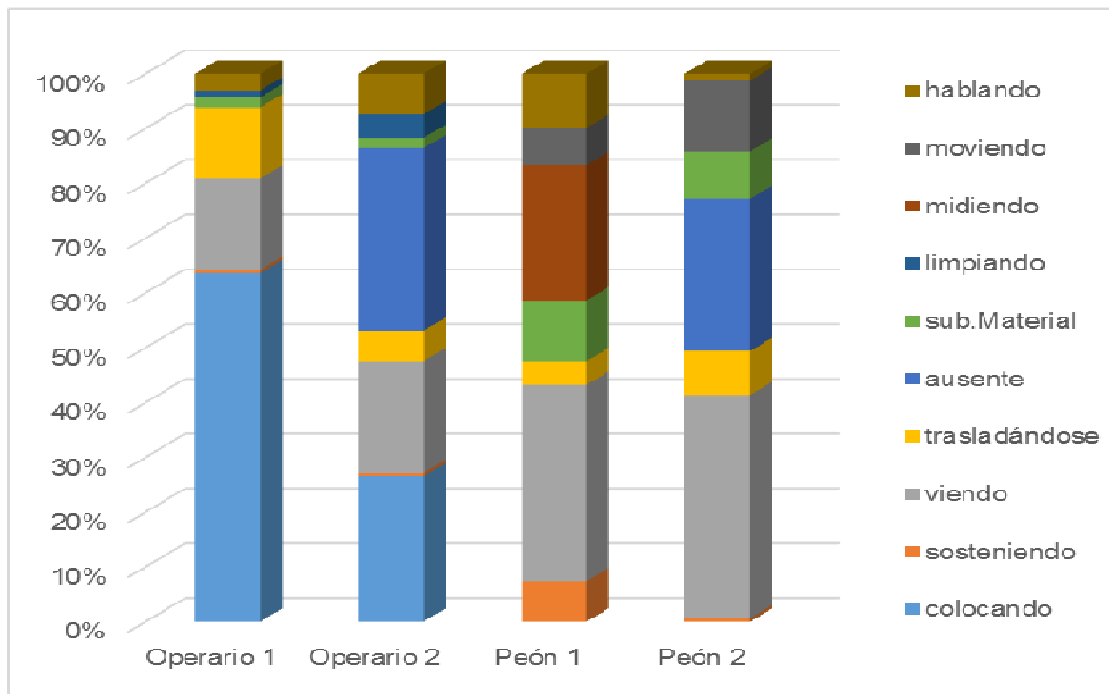


Figura 65. Gráfico Crew-Balance del proceso

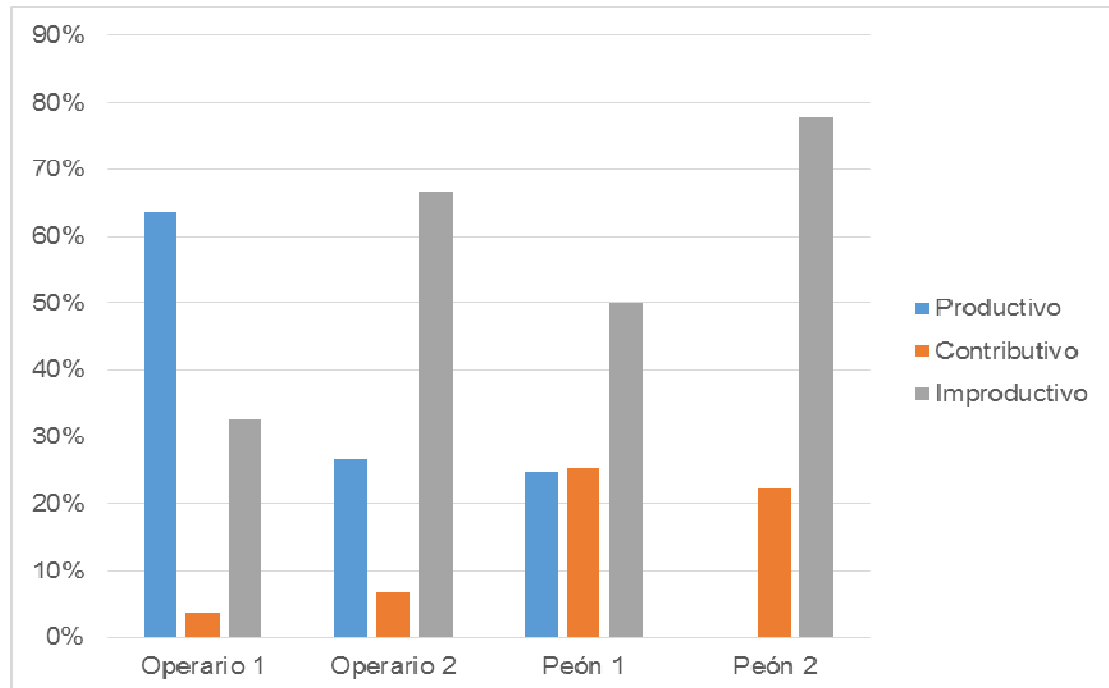


Figura 66. Gráfico de productividad individual

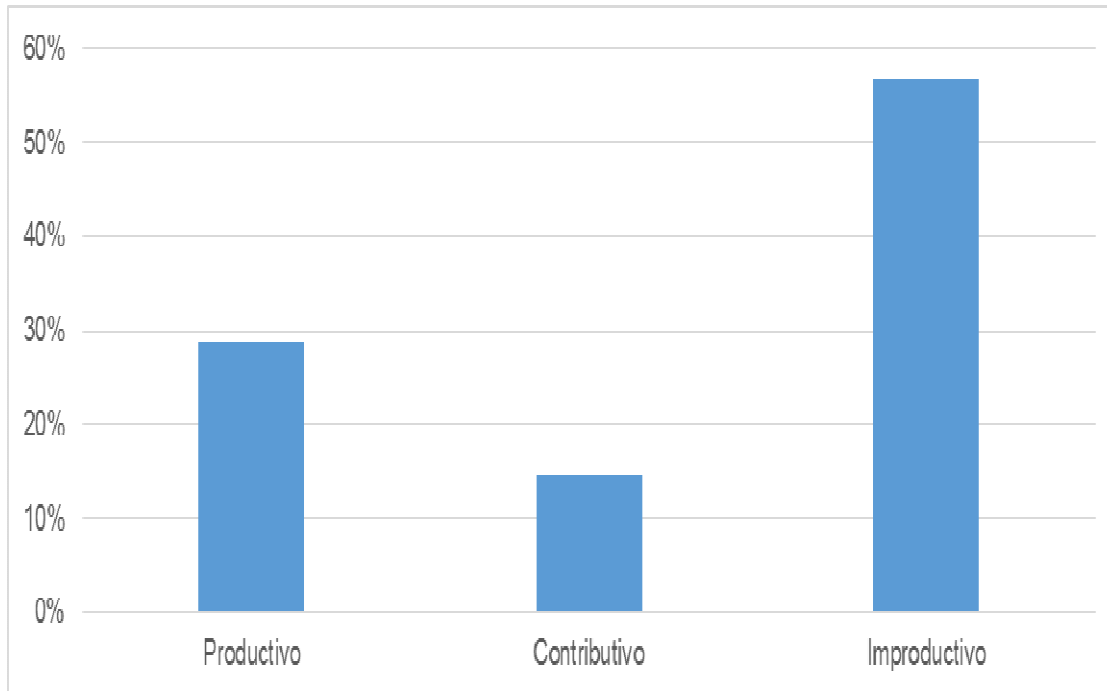


Figura 67.. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 2 (Colocación de láminas de zinc)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. En el cuadro 56 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición

| <b>CUADRO 56. Datos generales del proceso colocación de láminas de zinc, muestreo 2</b> |                |        |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                   | 17/2016        |        |           |
| Hora inicio                                                                             | 10:14:00 a. m. |        |           |
| Hora fin                                                                                | 10:42:00 a. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                         | 4              | 2      | operarios |
|                                                                                         |                | 2      | peones    |
| Tiempo total (h)                                                                        | 1,8750         | 0,9333 | operarios |
|                                                                                         |                | 0,9417 | peones    |
| N° de observaciones                                                                     | 450            |        |           |
| % Error                                                                                 | 4,4            |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                               | 27             |        |           |

Por otra parte la figura 68 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 69 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 70 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

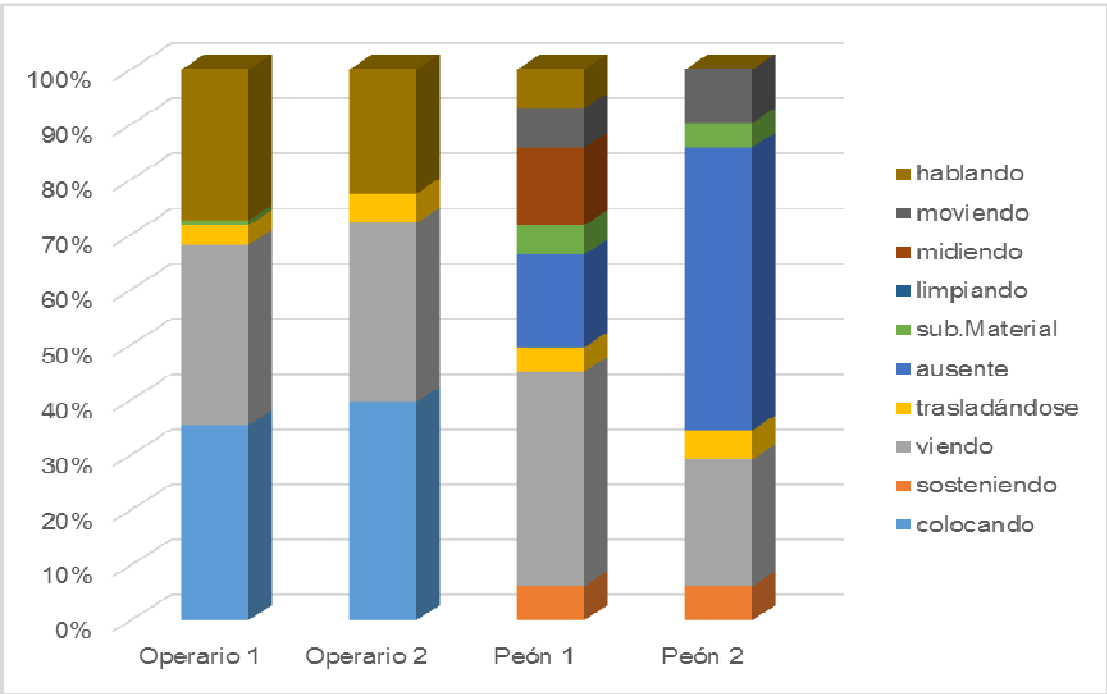


Figura 68. Gráfico Crew-Balance del proceso

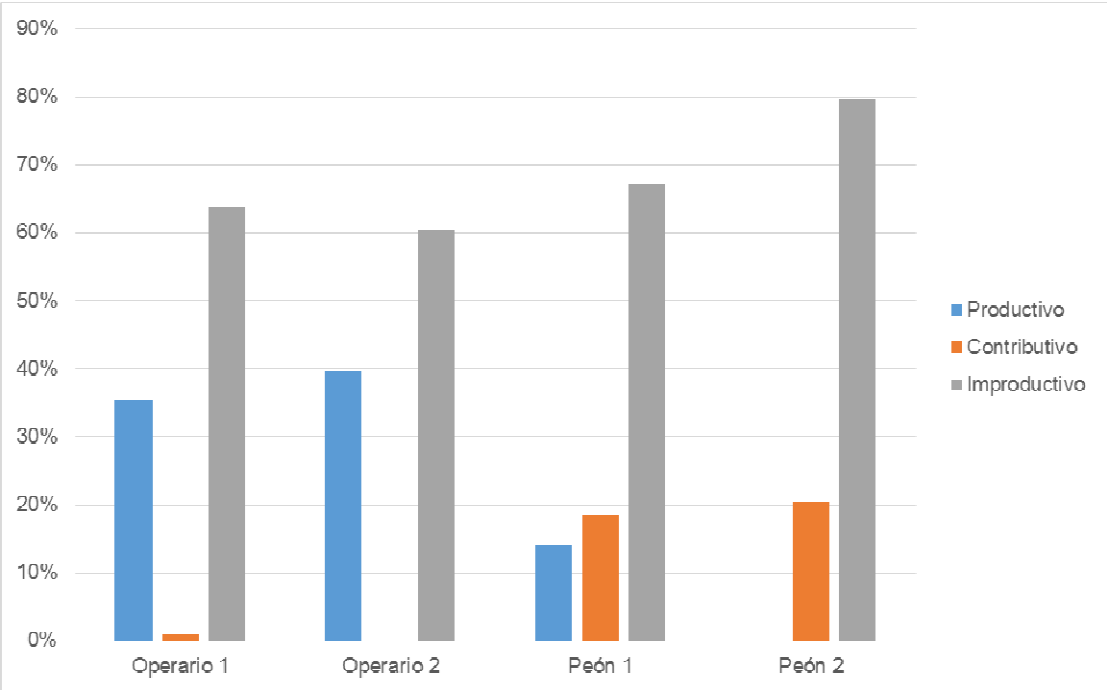


Figura 69. Gráfico de productividad individual

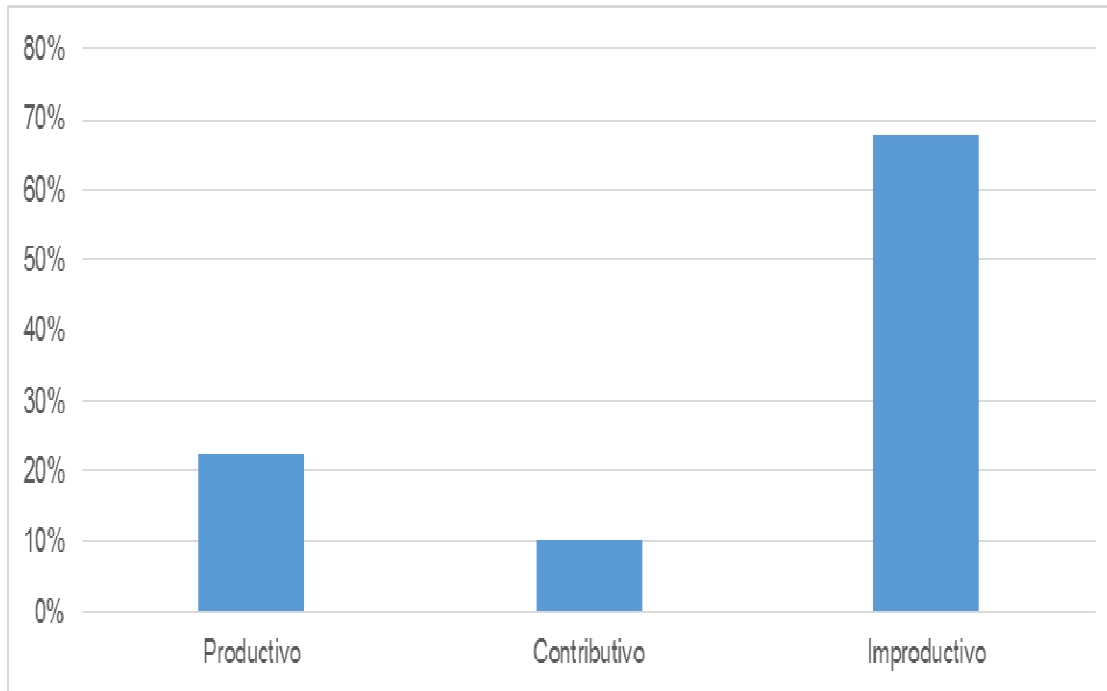


Figura 70.. Gráfico productividad de la cuadrilla

### Muestreo 3 (Colocación de láminas de zinc)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 3, realizado para este proceso. En el cuadro 57 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 57. Datos generales del proceso colocación de láminas de zinc, muestreo 3</b> |               |        |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                   | 17/3/2016     |        |           |
| Hora inicio                                                                             | 1:00:00 p. m. |        |           |
| Hora fin                                                                                | 1:27:00 p. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                         | 5             | 3      | operarios |
|                                                                                         |               | 2      | peones    |
| Tiempo total (h)                                                                        | 2,225         | 1,3167 | operarios |
|                                                                                         |               | 0,9083 | peones    |
| N° de observaciones                                                                     | 534           |        |           |
| % Error                                                                                 | 4,1           |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                               | 28            |        |           |

Por otra parte la figura 71 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 72 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 73 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

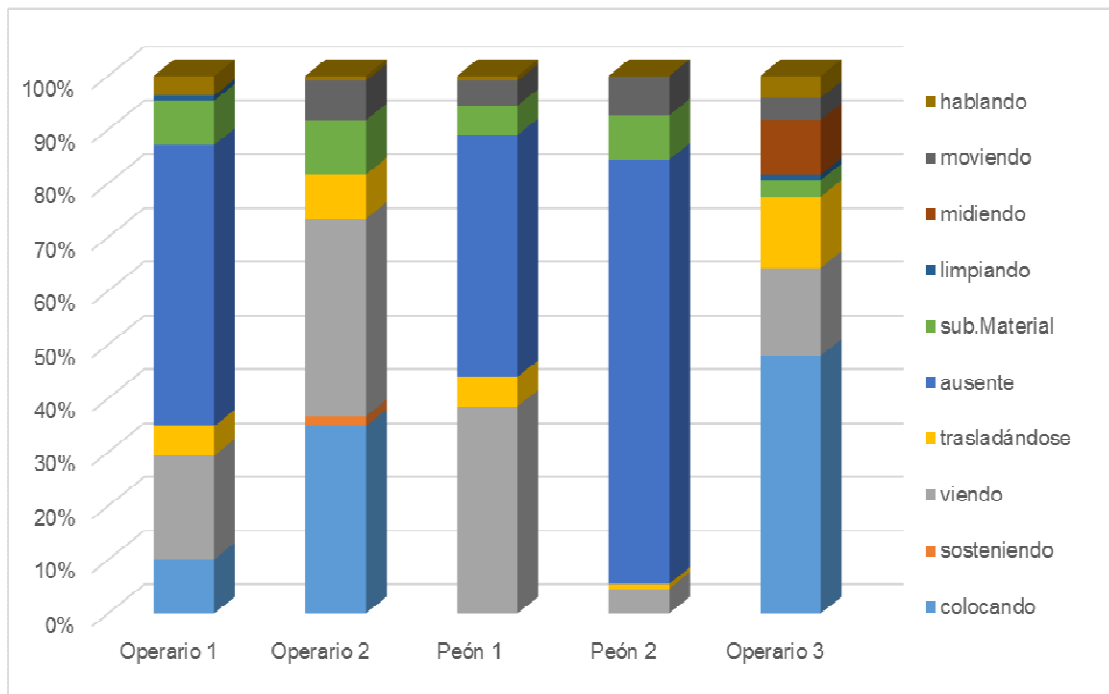


Figura 71. Gráfico Crew-Balance del proceso

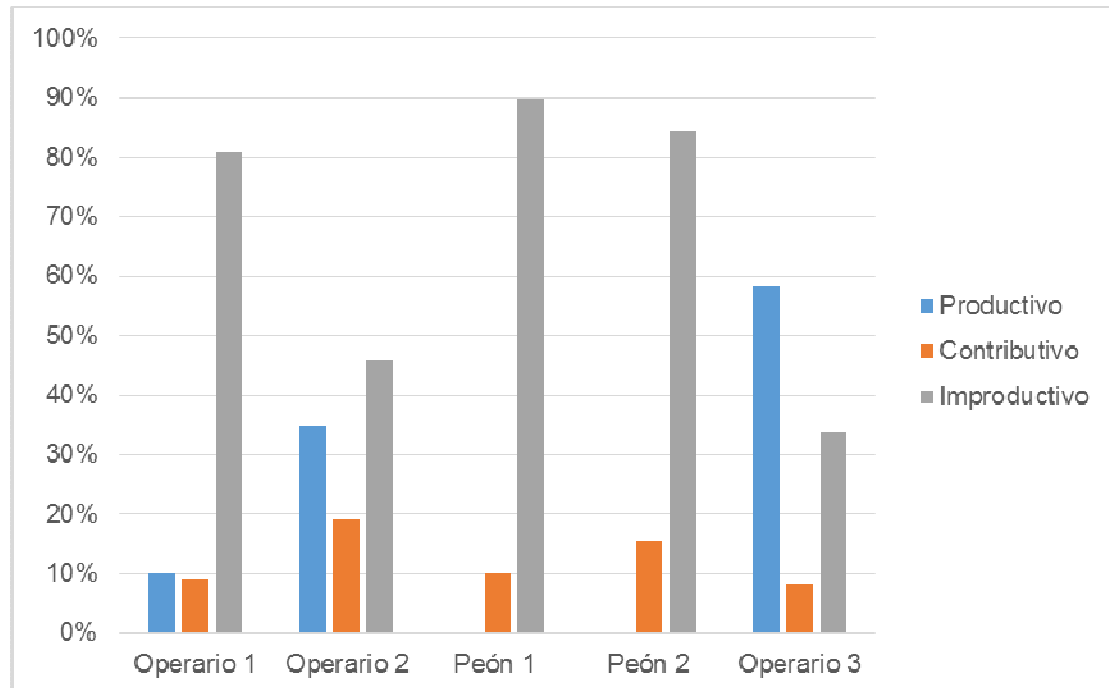


Figura 72. Gráfico de productividad individual

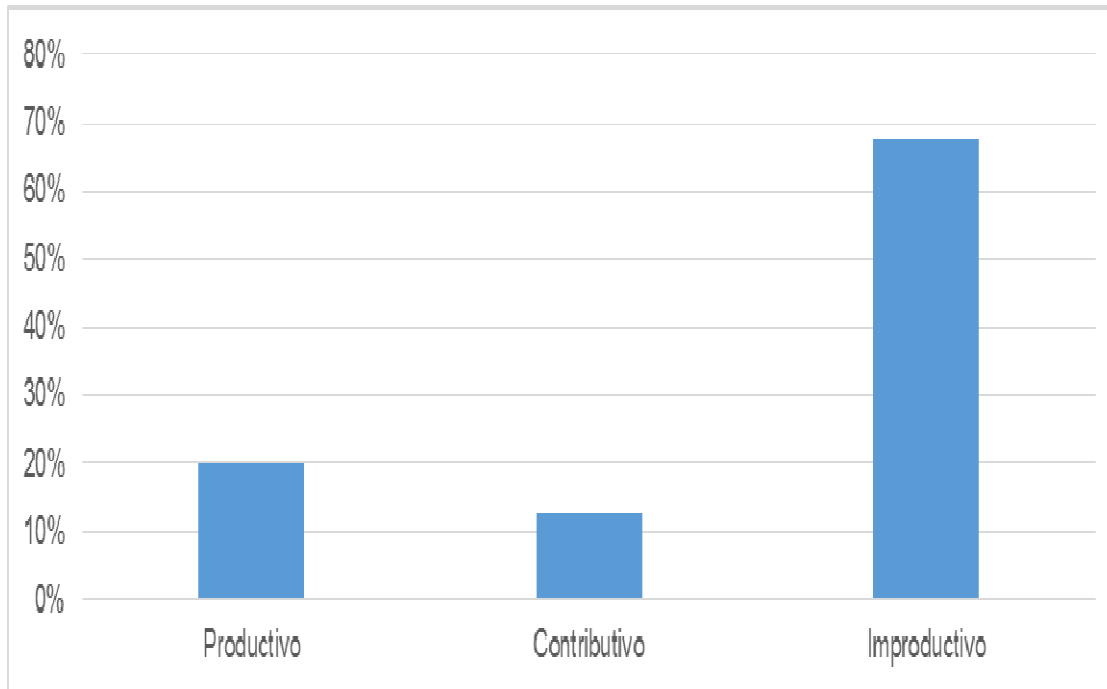


Figura 73.. Gráfico productividad de la cuadrilla

El cuadro 58 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 59 el rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

| <b>CUADRO 58. Productividad promedio del proceso colocación de láminas de Zinc</b> |     |     |     |          |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|----------|---------------------|
| Trabajo/Muestreo                                                                   | 1   | 2   | 4   | Promedio | Desviación Estándar |
| Productivo                                                                         | 29% | 22% | 20% | 24%      | 0,05%               |
| Contributivo                                                                       | 15% | 10% | 13% | 12%      | 0,02%               |
| Improductivo                                                                       | 57% | 68% | 68% | 64%      | 0,06%               |

| <b>CUADRO 59. Rendimiento de la mano de obra del proceso colocación de láminas de zinc</b> |                                    |                                  |                                |                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Muestreo                                                                                   | Cant. de trabajo (m <sup>2</sup> ) | R.operario (HOp/m <sup>2</sup> ) | R.Peón (HPeón/m <sup>2</sup> ) | R.Cuadrilla (HH/m <sup>2</sup> ) |
| 1                                                                                          | 34,31                              | 0,0393                           | 0,0393                         | 0,0787                           |
| 2                                                                                          | 21,75                              | 0,0429                           | 0,0433                         | 0,0862                           |
| 3                                                                                          | 41,88                              | 0,0314                           | 0,0217                         | 0,0531                           |
| Promedio (HH/m <sup>2</sup> )                                                              |                                    | 0,0379                           | 0,0348                         | 0,0727                           |
| Desviación Estándar (HH/m <sup>2</sup> )                                                   |                                    | 0,0059                           | 0,0115                         | 0,0173                           |
| Coeficiente de Variación                                                                   |                                    | 15,49%                           | 33,08%                         | 23,86%                           |
| Factor de incremento                                                                       |                                    | 0,12                             | 0,12                           | 0,12                             |
| Rendimiento Final (HH/m <sup>2</sup> )                                                     |                                    | 0,0424                           | 0,0390                         | 0,0814                           |

# Contrapiso

A continuación se presenta las figuras y cuadros que contienen la información obtenida de los procesos analizados para la actividad de

Contrapiso. El cuadro 60 muestra las tareas y recursos del proceso de colado del contrapiso

| <b>CUADRO 60. Tareas y recursos del proceso colado de contrapiso</b> |              |                             |                       |
|----------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------|-----------------------|
| Tareas                                                               | Mano de Obra | Equipo                      | Materiales            |
| Descargar el concreto                                                | Operarios    | Camión mezclador o chompipa | Concreto              |
| Extender el concreto                                                 | Ayudantes    | Bomba Telescópica           | 245kg/cm <sup>2</sup> |
| Vibrar el concreto                                                   | Peones       | Mini cargador "Bobcat"      |                       |
|                                                                      |              | Pala                        |                       |
|                                                                      |              | Vibrador                    |                       |

En el cuadro 61 se presenta un listado de las tareas y recursos del proceso de acabado preliminar de la superficie de contrapiso.

| <b>CUADRO 61. Tareas y recursos del proceso acabado preliminar de superficie de contrapiso</b> |              |            |                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|-----------------------|
| Tareas                                                                                         | Mano de Obra | Equipo     | Materiales            |
| Emparejar                                                                                      | Operarios    | Cuchara    | Concreto              |
| Codalear                                                                                       | Ayudantes    | Codal      | 245kg/cm <sup>2</sup> |
| Rellenar agujeros                                                                              | Peones       | Carretillo |                       |
| Afinar superficie                                                                              |              | Pala       |                       |
| Extraer concreto sobrante                                                                      |              |            |                       |

A continuación se presentan las figuras que corresponden a los diagramas de flujo de los procesos. La figura 74 es para el proceso de

colado y la figura 75 es para el proceso de acabado preliminar de la superficie del contrapiso.

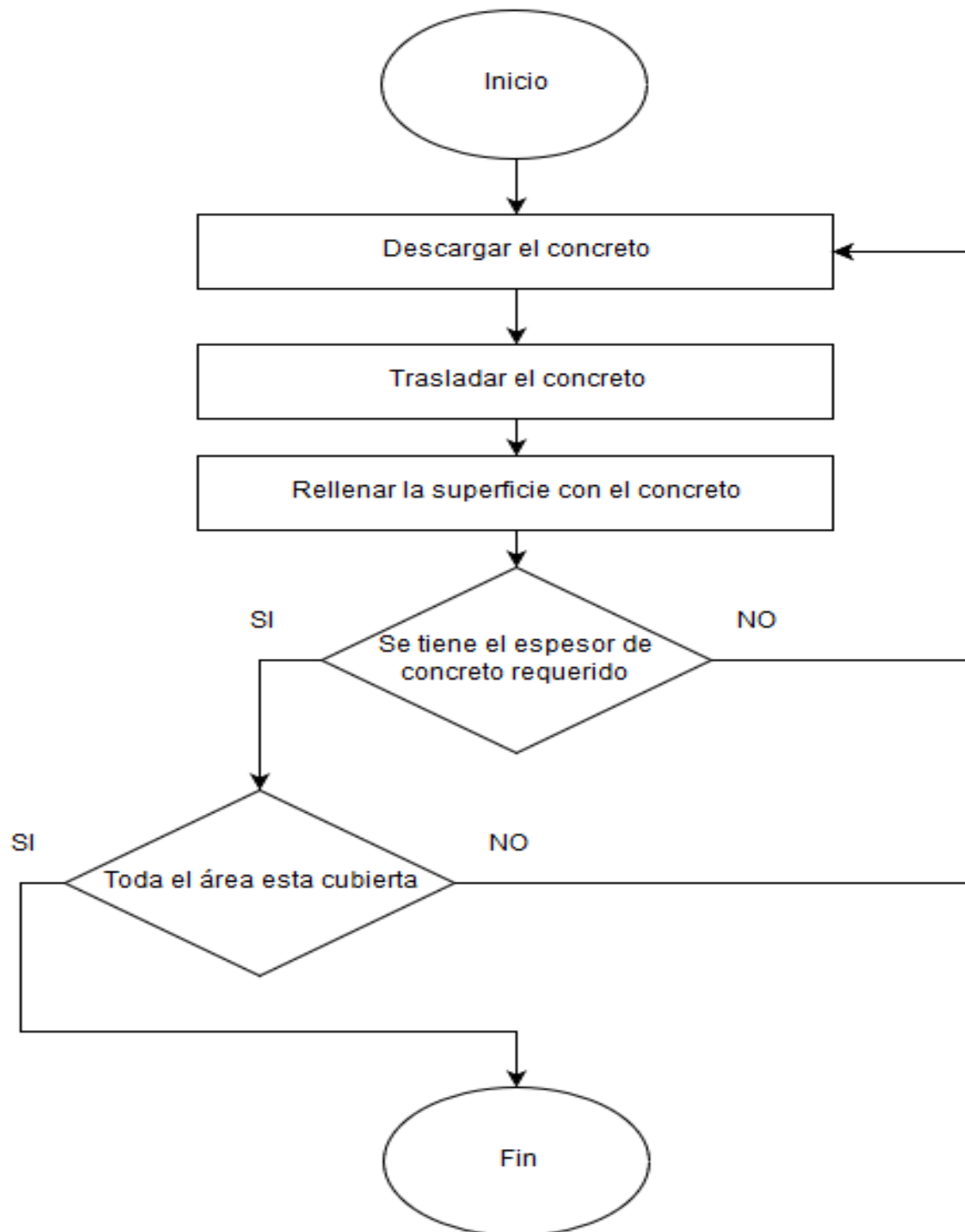


Figura 74. Diagrama de flujo del proceso colado de contrapiso

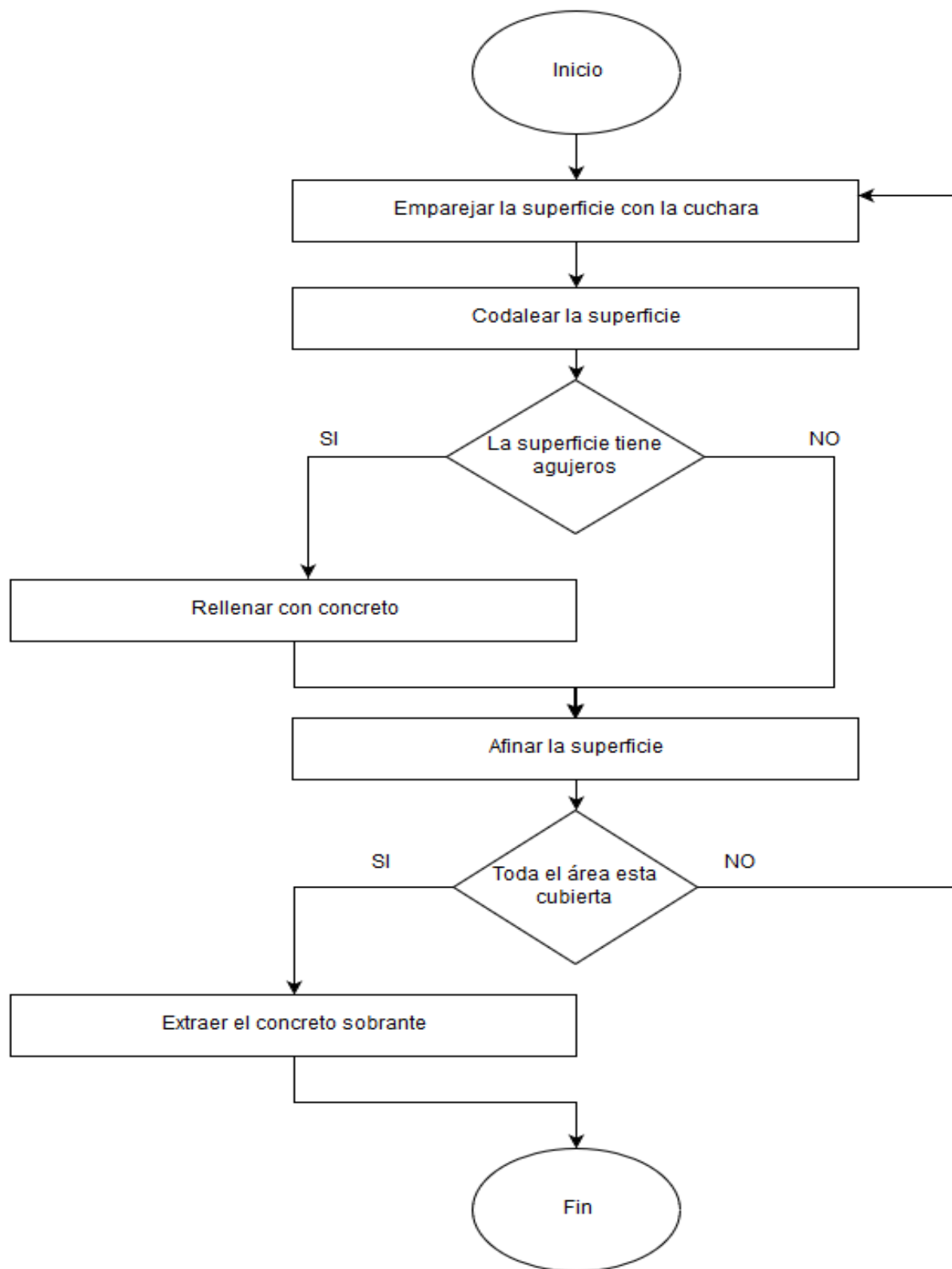


Figura 75. Diagrama de flujo del proceso acabado preliminar de superficie de concreto

## Colado con bomba telescópica y acabado preliminar de superficie

En el cuadro 62 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 62. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                      |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                          | Clasificación |
| sosteniendo                                                                          | sosteniendo el carretillo, el vibrador o algún otro objeto necesario | contributivo  |
| viendo                                                                               | viendo lo que hacen los compañeros                                   | improductivo  |
| codaleando                                                                           | dándole acabado a la superficie de concreto                          | productivo    |
| paleando                                                                             | paleando el concreto al lugar que se necesita rellenar               | productivo    |
| trayendo                                                                             | trayendo algún material o herramienta                                | improductivo  |
| vibrando                                                                             | vibrando el concreto                                                 | productivo    |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros                                          | improductivo  |
| ausente                                                                              | no se ve en la toma puede que esté realizando otras labores          | improductivo  |
| trasladándose                                                                        | moviéndose de un lugar a otro                                        | improductivo  |
| afinando                                                                             | rellenando los agujeros de concreto que quedan después del codaleado | productivo    |

## Muestreo 1 (colado con bomba telescópica y acabado preliminar)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 63 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 63. Datos generales del proceso colado con bomba telescópica y acabado preliminar</b> |                |        |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                           | 12/2/2016      |        |           |
| Hora inicio                                                                                     | 11:33:00 a. m. |        |           |
| Hora fin                                                                                        | 12:03:00 p. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                                 | 7              | 2      | operarios |
|                                                                                                 |                | 1      | ayudante  |
|                                                                                                 |                | 4      | peones    |
| Tiempo total (h)                                                                                | 3,5499         | 1,0958 | operarios |
|                                                                                                 |                | 0,5583 | ayudante  |
|                                                                                                 |                | 1,8958 | peones    |
| N° de observaciones                                                                             | 852            |        |           |
| % Error                                                                                         | 3,4            |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                                       | 22,3           |        |           |

Por otra parte la figura 76 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 77 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 78 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

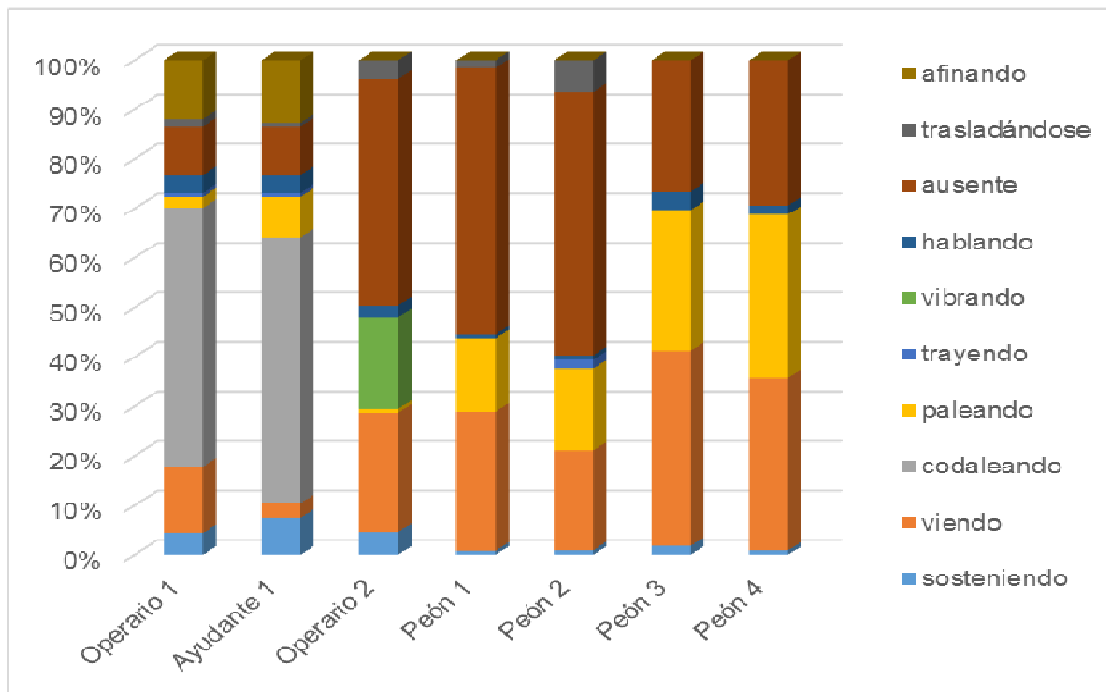


Figura 76. Gráfico Crew-Balance del proceso

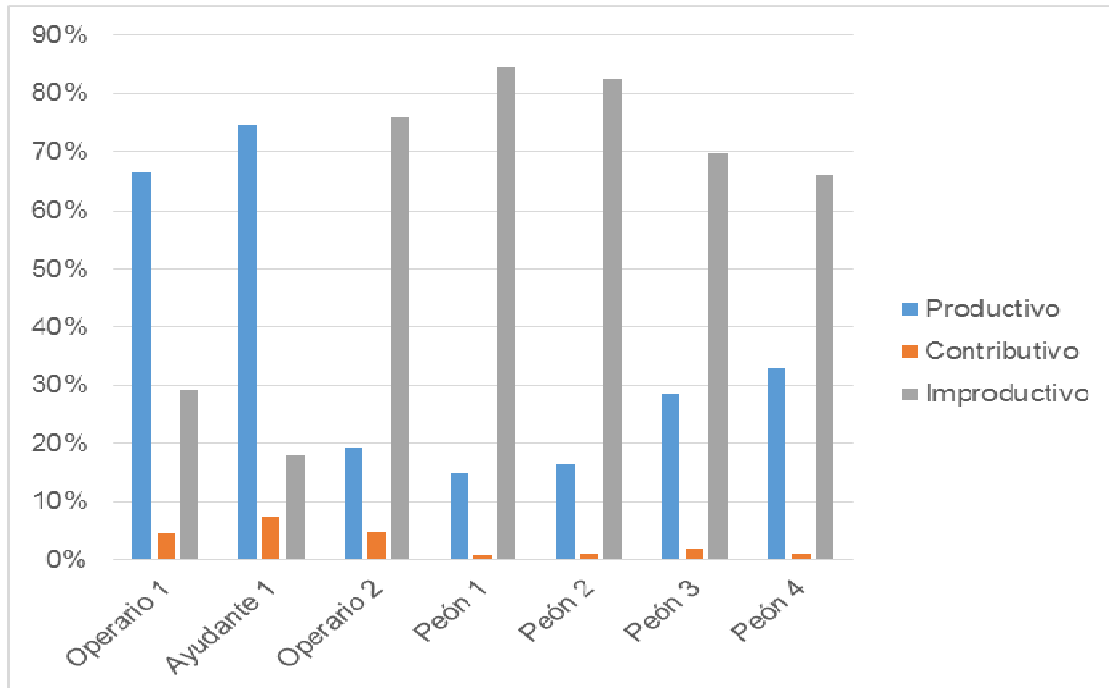


Figura 77. Gráfico de productividad individual

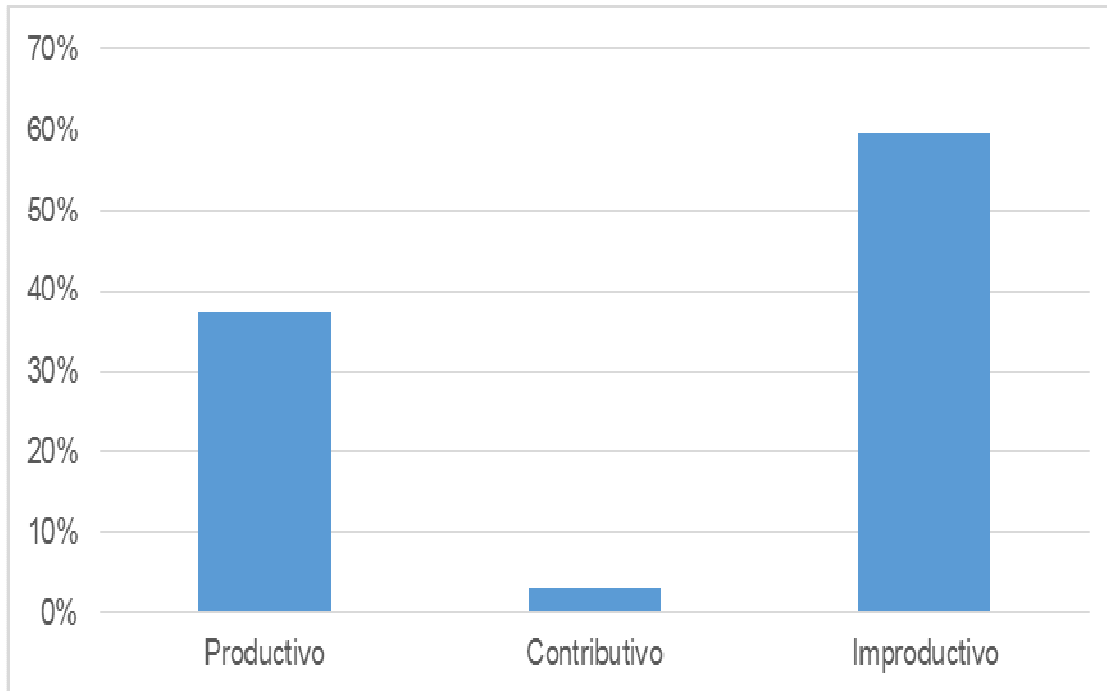


Figura 78. Gráfico productividad de la cuadrilla

Al ser un solo muestreo, en el cuadro 64 se presenta el resultado de productividad y rendimiento del proceso

| <b>CUADRO 64. Productividad y Rendimiento del proceso colado con bomba telescópica y acabado preliminar</b> |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Ítem                                                                                                        | Resultado |
| Cantidad de trabajo (m <sup>2</sup> )                                                                       | 29,4      |
| Productivo                                                                                                  | 37,3%     |
| Contributivo                                                                                                | 3,2%      |
| Improductivo                                                                                                | 59,5%     |
| R.operario (HOp/m <sup>2</sup> )                                                                            | 0,0373    |
| R.ayudante (HAY/m <sup>2</sup> )                                                                            | 0,0190    |
| R.Peón (HPeón/m <sup>2</sup> )                                                                              | 0,0645    |
| R.Cuadrilla (HH/m <sup>2</sup> )                                                                            | 0,1207    |
| Factor de incremento                                                                                        | 0,12      |
| Rendimiento final (HH/m <sup>2</sup> )                                                                      | 0,1352    |

## Colado con mini cargador y acabado preliminar de superficie

En el cuadro 65 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 65. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                      |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                          | Clasificación |
| sosteniendo                                                                          | sosteniendo el carretillo, el vibrador o algún otro objeto necesario | contributivo  |
| viendo                                                                               | viendo lo que hacen los compañeros                                   | improductivo  |
| codaleando                                                                           | dándole acabado a la superficie de concreto                          | productivo    |
| paleando                                                                             | paleando el concreto al lugar que se necesita rellenar               | contributivo  |
| trayendo                                                                             | trayendo algún material o herramienta                                | improductivo  |
| vibrando                                                                             | vibrando el concreto                                                 | productivo    |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros                                          | improductivo  |
| ausente                                                                              | no se ve en la toma puede que esté realizando otras labores          | improductivo  |
| trasladándose                                                                        | moviéndose de un lugar a otro                                        | improductivo  |
| afinando                                                                             | rellenando los agujeros de concreto que quedan después del codaleado | productivo    |
| descargando                                                                          | descargando el concreto                                              | contributivo  |
| llevando                                                                             | llevando el carretillo para descargar o para ser rellenado           | contributivo  |

## Muestreo 1 (colado con minicargador y acabado preliminar)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 66 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 66. Datos generales del proceso colado con mini cargador y acabado preliminar de superficie, muestreo 1</b> |                |        |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                                                 | 15/2/2016      |        |           |
| Hora inicio                                                                                                           | 10:07:00 a. m. |        |           |
| Hora fin                                                                                                              | 10:40:00 a. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                                                       | 9              | 2      | operarios |
|                                                                                                                       |                | 2      | ayudantes |
|                                                                                                                       |                | 5      | peones    |
| Tiempo total (h)                                                                                                      | 4,8083         | 1,0375 | operarios |
|                                                                                                                       |                | 1,1083 | ayudantes |
|                                                                                                                       |                | 2,6625 | peones    |
| N° de observaciones                                                                                                   | 1154           |        |           |
| % Error                                                                                                               | 2,7            |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                                                             | 24             |        |           |

Por otra parte la figura 79 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 80 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 81 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

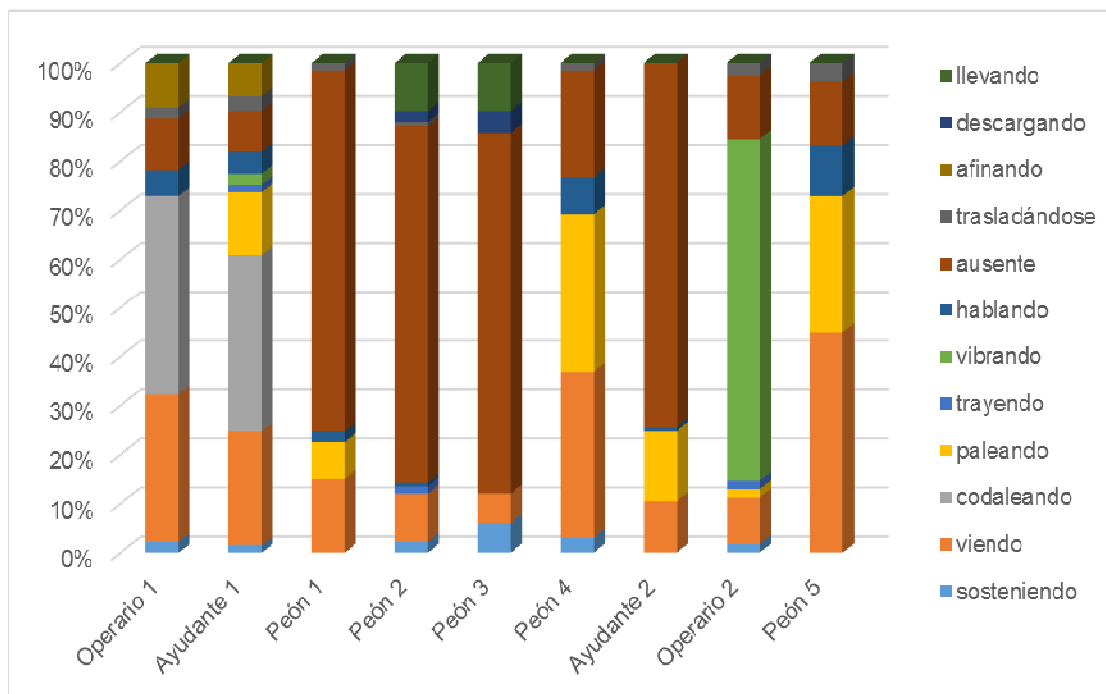


Figura 79. Gráfico Crew-Balance del proceso

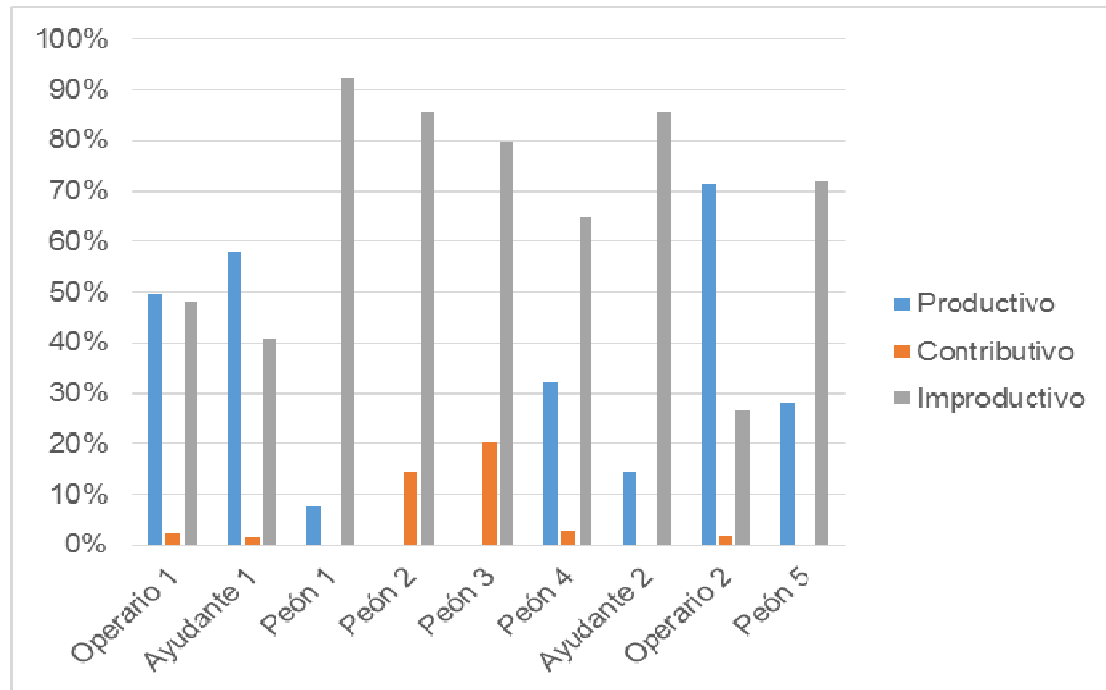


Figura 80. Gráfico de productividad individual

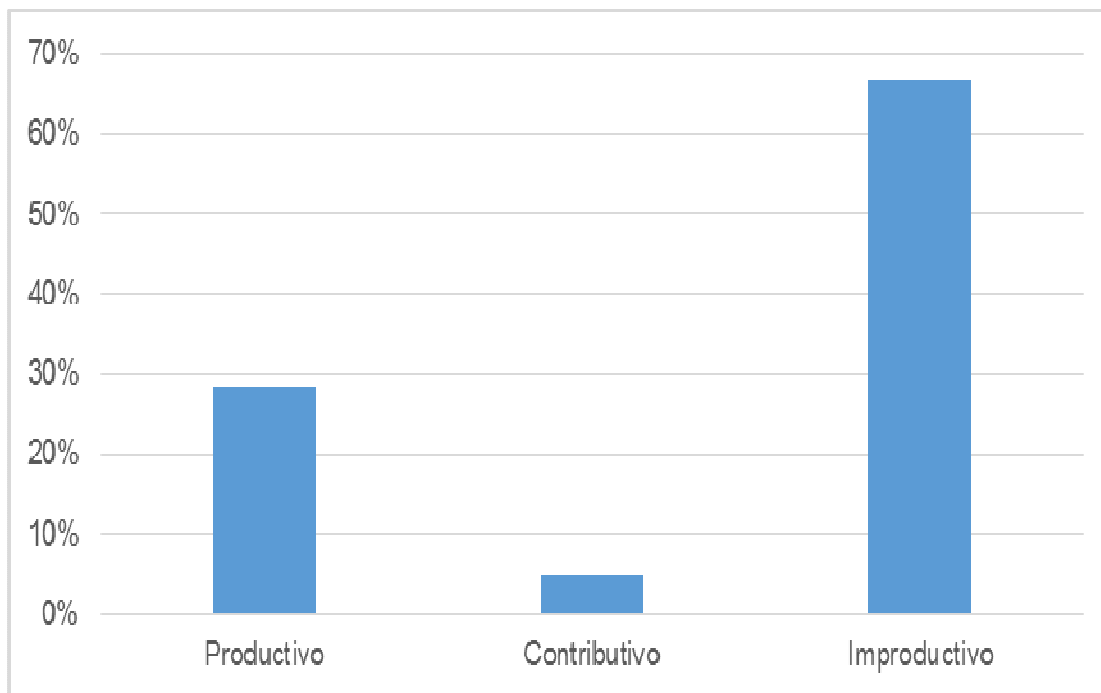


Figura 81.. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 2 (colado con minicargador y acabado preliminar)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. En el cuadro 67 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 67. Datos generales del proceso colado con mini cargador y acabado preliminar de superficie, muestreo 2</b> |                |        |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                                                 | 15/2/2016      |        |           |
| Hora inicio                                                                                                           | 10:40:00 a. m. |        |           |
| Hora fin                                                                                                              | 11:07:00 a. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                                                       | 5              | 2      | operarios |
|                                                                                                                       |                | 1      | ayudante  |
|                                                                                                                       |                | 2      | peones    |
| Tiempo total (h)                                                                                                      | 2,3167         | 0,9333 | operarios |
|                                                                                                                       |                | 0,4667 | ayudante  |
|                                                                                                                       |                | 0,9167 | peones    |
| N° de observaciones                                                                                                   | 556            |        |           |
| % Error                                                                                                               | 4,1            |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                                                             | 24             |        |           |

Por otra parte la figura 82 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 83 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 84 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

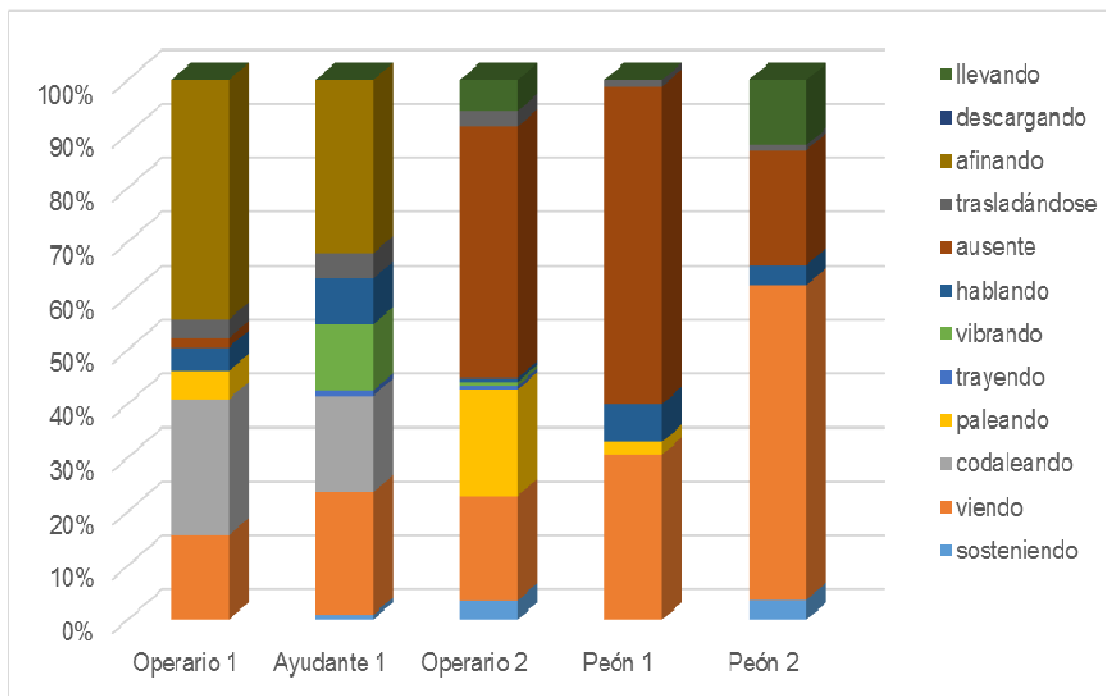


Figura 82. Gráfico Crew-Balance del proceso

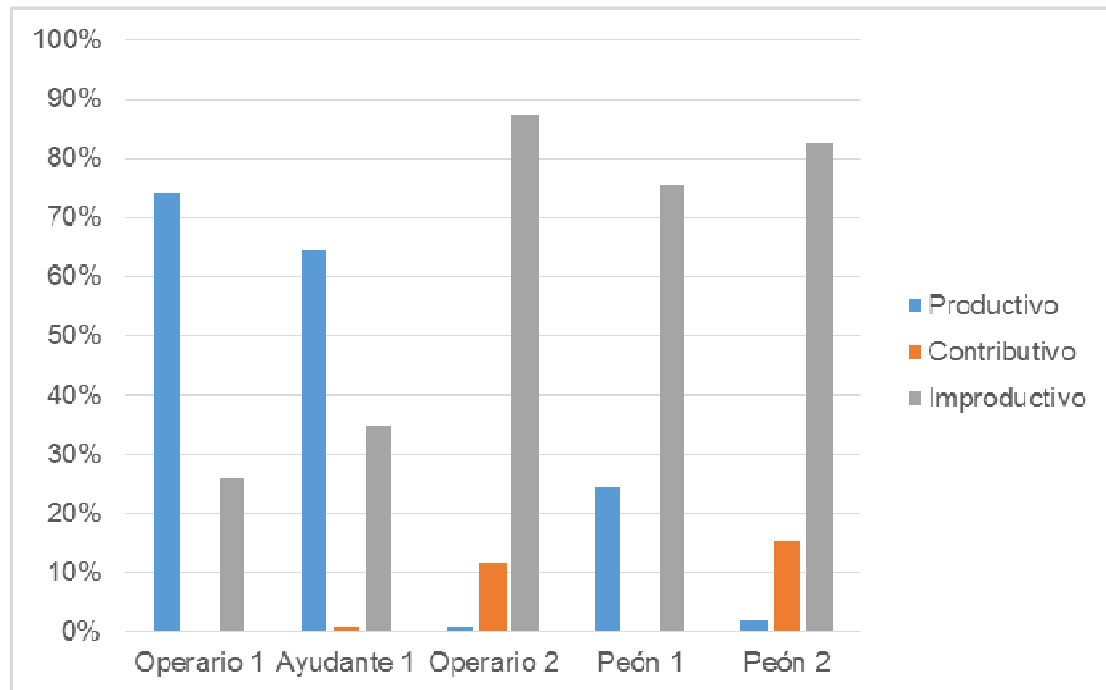


Figura 83. Gráfico de productividad individual

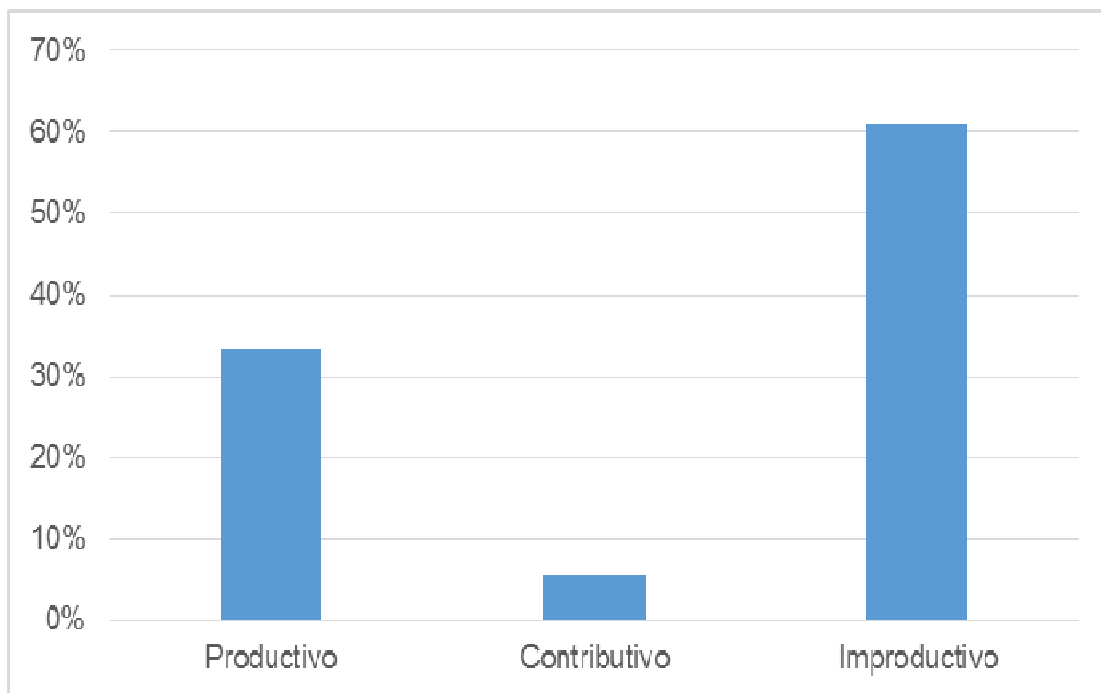


Figura 84.. Gráfico productividad de la cuadrilla

El cuadro 68 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 69 el

rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

**CUADRO 68. Productividad promedio del proceso colado con minicargador y acabado preliminar de superficie**

| Trabajo/Muestreo | 1   | 2   | Promedio | Desviación Estándar |
|------------------|-----|-----|----------|---------------------|
| Productivo       | 28% | 33% | 31%      | 0,03%               |
| Contributivo     | 5%  | 6%  | 5%       | 0%                  |
| Improductivo     | 67% | 61% | 64%      | 0,04%               |

**CUADRO 69. Rendimiento de la mano de obra del proceso colado con mini cargador y acabado preliminar de superficie**

| Muestreo                     | Cant. de trabajo (m²) | R.operario (HOp/m²) | R.ayudante (HAY/m²) | R.Peón (HPeón/m²) | R.Cuadrilla (HH/m²) |
|------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| 1                            | 14,7                  | 0,0706              | 0,0754              | 0,1811            | 0,3271              |
| 2                            | 14,7                  | 0,0635              | 0,0317              | 0,0624            | 0,1576              |
| Promedio (HH/m²)             |                       | 0,0670              | 0,0536              | 0,1217            | 0,2423              |
| Desviación Estándar (HH/m²)  |                       | 0,0050              | 0,0309              | 0,0840            | 0,1199              |
| Coeficiente de Variación (%) |                       | 7,48%               | 57,61%              | 68,98%            | 49,45%              |
| Factor de incremento         |                       | 0,12                | 0,12                | 0,12              | 0,12                |
| Rendimiento Final (HH/m²)    |                       | 0,0751              | 0,0600              | 0,1364            | 0,2714              |

## Colado con camión mezclador y acabado preliminar de superficie

En el cuadro 70 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 70. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                      |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                          | Clasificación |
| sosteniendo                                                                          | sosteniendo el carretillo, el vibrador o algún otro objeto necesario | contributivo  |
| viendo                                                                               | viendo lo que hacen los compañeros                                   | improductivo  |
| codaleando                                                                           | dándole acabado a la superficie de concreto                          | productivo    |
| paleando                                                                             | paleando el concreto al lugar que se necesita rellenar               | contributivo  |
| trayendo                                                                             | trayendo algún material o herramienta                                | improductivo  |
| vibrando                                                                             | vibrando el concreto                                                 | productivo    |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros                                          | improductivo  |
| ausente                                                                              | no se ve en la toma puede que esté realizando otras labores          | improductivo  |
| trasladándose                                                                        | moviéndose de un lugar a otro                                        | improductivo  |
| afinando                                                                             | rellenando los agujeros de concreto que quedan después del codaleado | productivo    |
| descargando                                                                          | descargando el concreto                                              | contributivo  |
| llevando                                                                             | llevando el carretillo para descargar o para ser rellenado           | contributivo  |

## Muestreo 1.A (colado con camión mezclador y acabado preliminar)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1.A, realizado para este proceso. En el cuadro 71 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 71. Datos generales del proceso colado con camión mezclador y acabado preliminar de la superficie muestreo 1.A</b> |                |        |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|----------|
| Fecha                                                                                                                        | 19/2/2016      |        |          |
| Hora inicio                                                                                                                  | 10:46:00 a. m. |        |          |
| Hora fin                                                                                                                     | 11:19:00 a. m. |        |          |
| N° trabajadores                                                                                                              | 8              | 1      | operario |
|                                                                                                                              |                | 1      | ayudante |
|                                                                                                                              |                | 6      | peones   |
| Tiempo total (h)                                                                                                             | 3,2208         | 0,5500 | operario |
|                                                                                                                              |                | 0,5500 | ayudante |
|                                                                                                                              |                | 2,1208 | peones   |
| N° de observaciones                                                                                                          | 773            |        |          |
| % Error                                                                                                                      | 3,5            |        |          |
| Temperatura promedio (°C)                                                                                                    | 21             |        |          |

Por otra parte la figura 85 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 86 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 87 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

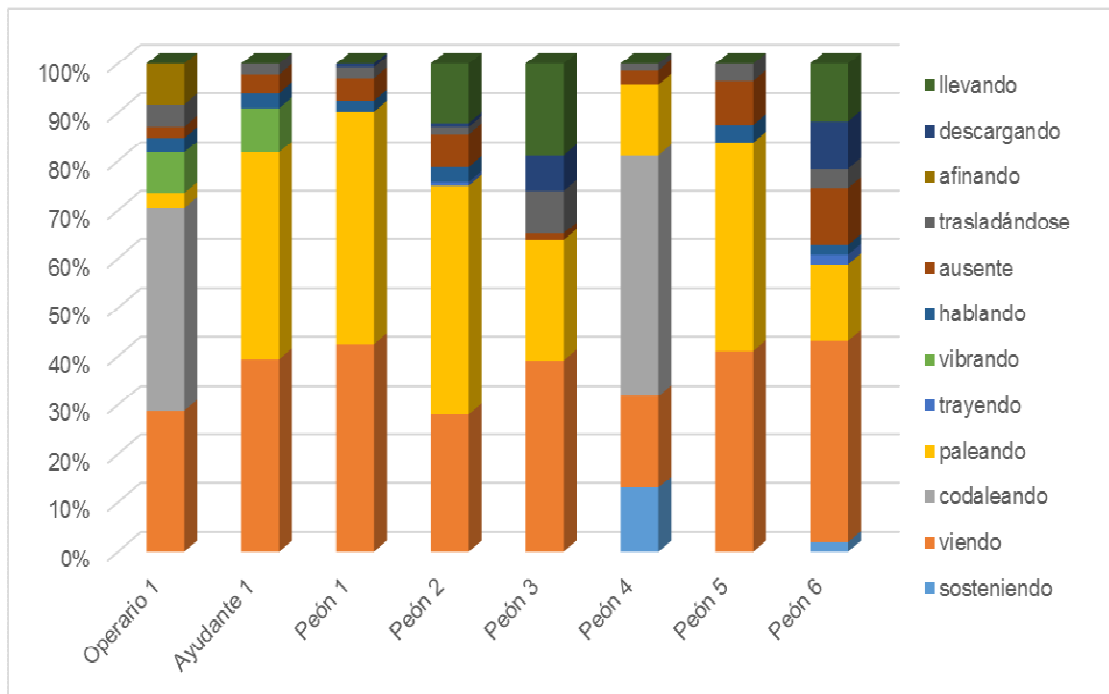


Figura 85. Gráfico Crew-Balance del proceso

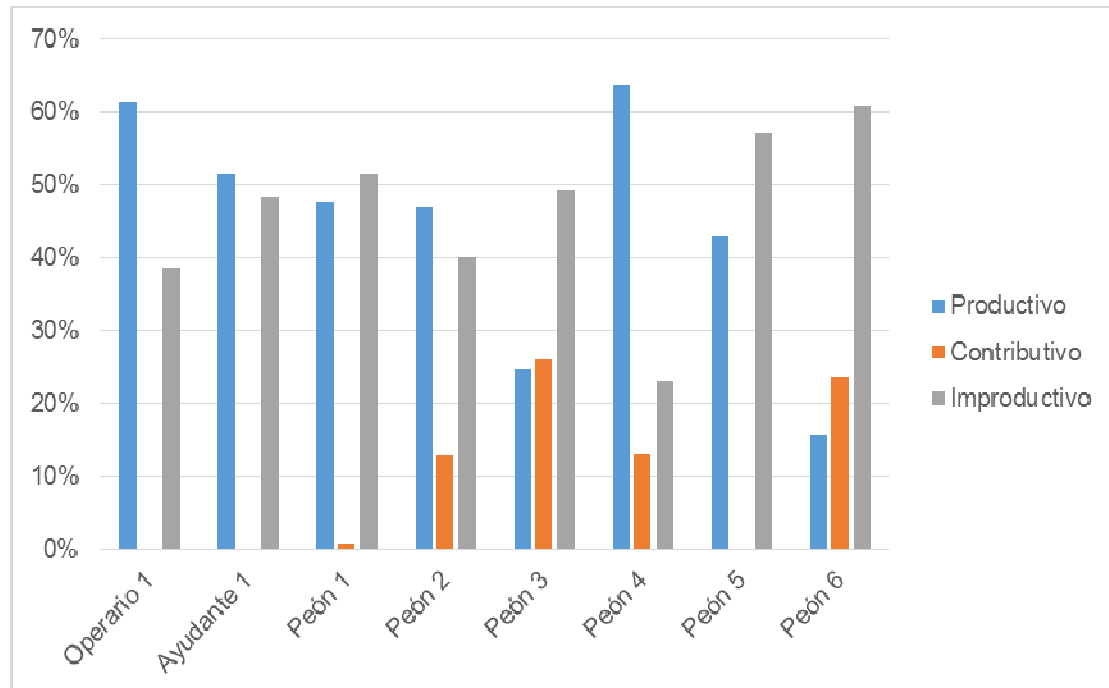


Figura 86. Gráfico de productividad individual

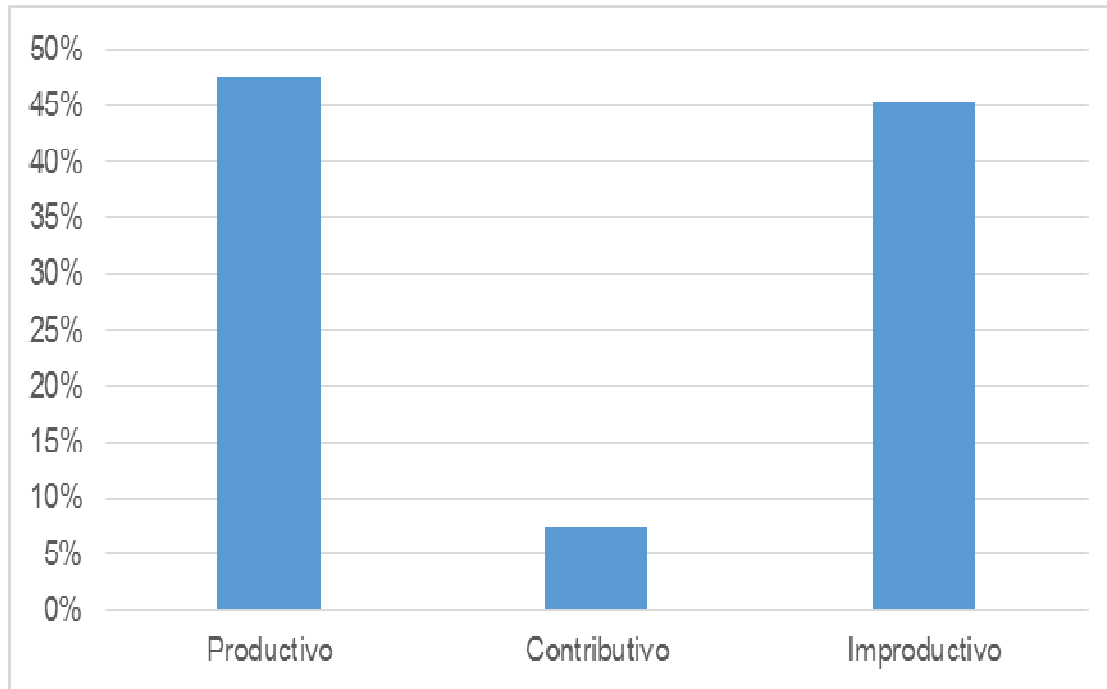


Figura 87.. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 1.B (colado con camión mezclador y acabado preliminar)

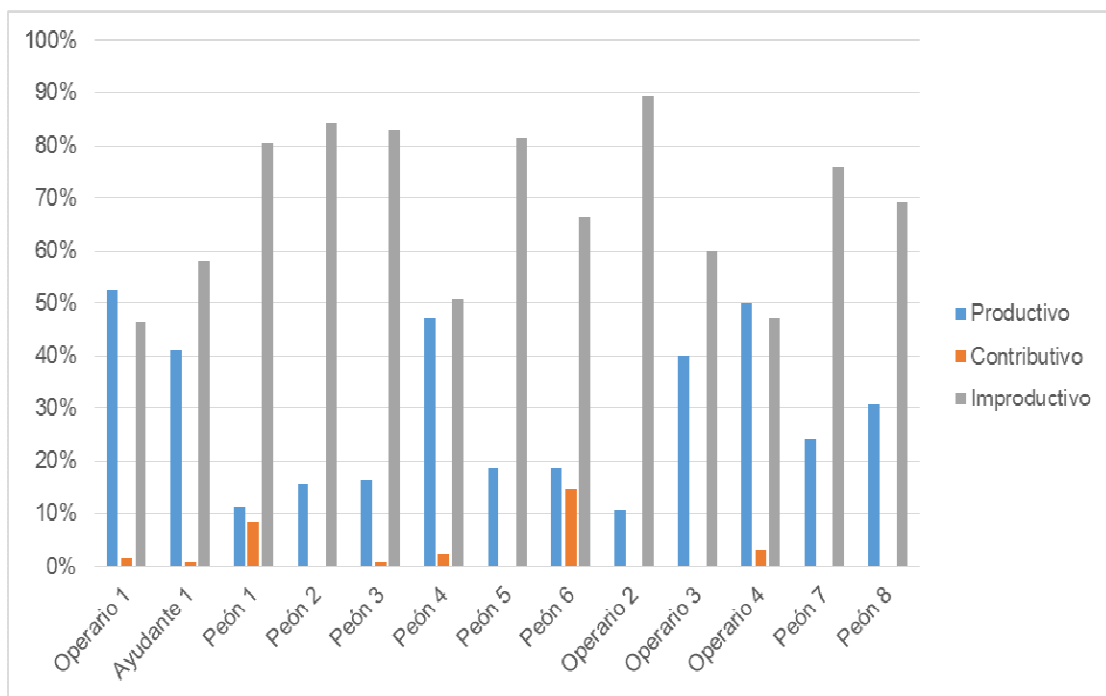
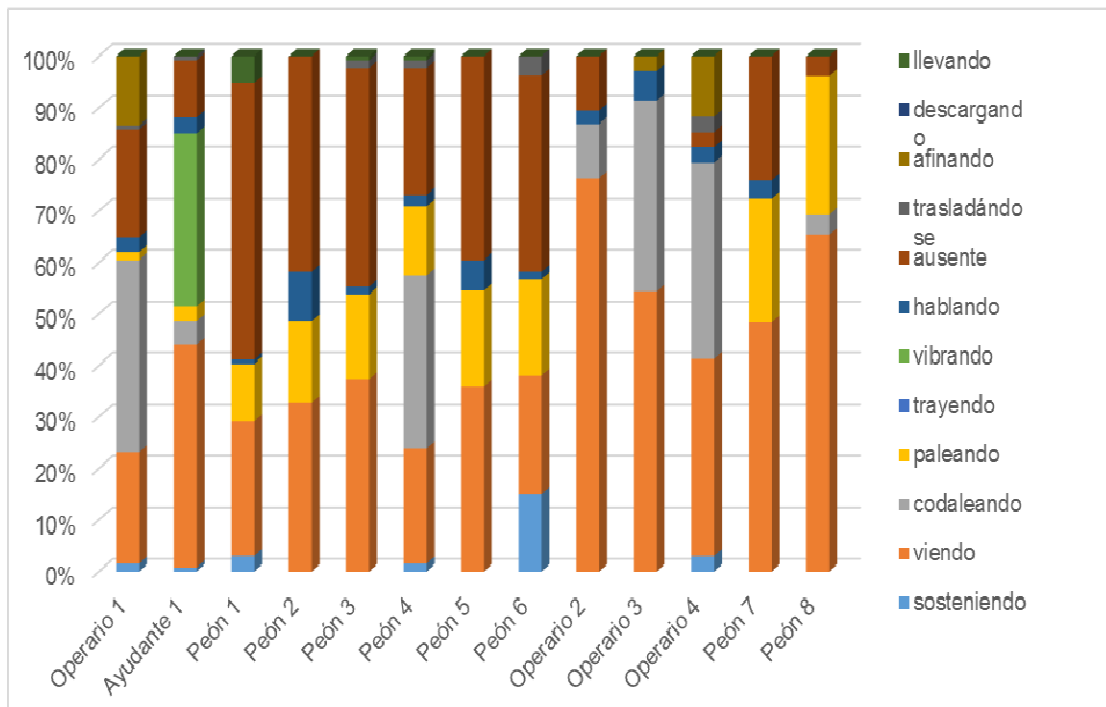
En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1.B, realizado para este proceso. En el cuadro 72 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 72. Datos generales del proceso colado con camión mezclador y acabado preliminar de la superficie muestreo 1.B</b> |                |        |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                                                        | 19/2/2016      |        |           |
| Hora inicio                                                                                                                  | 11:20:00 a. m. |        |           |
| Hora fin                                                                                                                     | 11:53:00 a. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                                                              | 13             | 4      | operarios |
|                                                                                                                              |                | 1      | ayudante  |
|                                                                                                                              |                | 8      | peones    |
| Tiempo total (h)                                                                                                             | 5,1417         | 1,0042 | operarios |
|                                                                                                                              |                | 0,5583 | ayudante  |
|                                                                                                                              |                | 3,5792 | peones    |
| N° de observaciones                                                                                                          | 1234           |        |           |
| % Error                                                                                                                      | 2,6            |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                                                                    | 21             |        |           |

Por otra parte la figura 88 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 89 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 90 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.



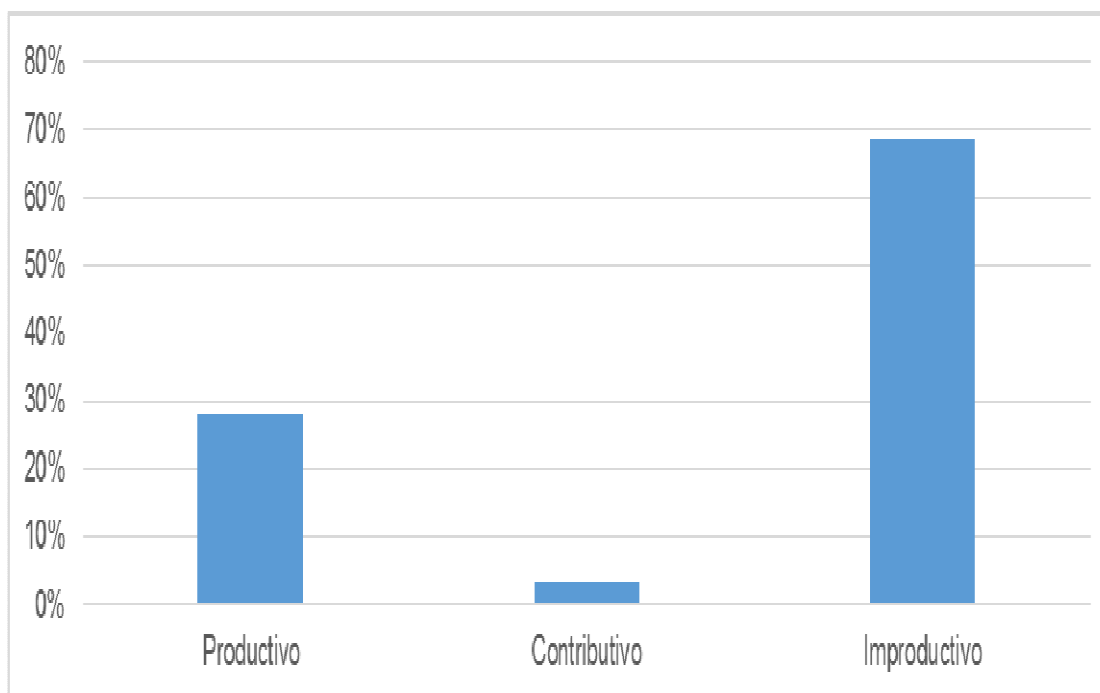


Figura 90.. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 1.C (colado con camión mezclador y acabado preliminar)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1.C, realizado para este proceso. En el cuadro 73 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 73. Datos generales del proceso colado con camión mezclador y acabado preliminar de la superficie muestreo 1.C</b> |                |        |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|-----------|
| Fecha                                                                                                                        | 19/2/2016      |        |           |
| Hora inicio                                                                                                                  | 11:53:00 a. m. |        |           |
| Hora fin                                                                                                                     | 12:13:00 p. m. |        |           |
| N° trabajadores                                                                                                              | 6              | 3      | operarios |
|                                                                                                                              |                | 1      | ayudante  |
|                                                                                                                              |                | 2      | peones    |
| Tiempo total (h)                                                                                                             | 2              | 1      | operarios |
|                                                                                                                              |                | 0,3333 | ayudante  |
|                                                                                                                              |                | 0,6667 | peones    |
| N° de observaciones                                                                                                          | 480            |        |           |
| % Error                                                                                                                      | 4,1            |        |           |
| Temperatura promedio (°C)                                                                                                    | 21             |        |           |

Por otra parte la figura 91 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 92 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 93 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

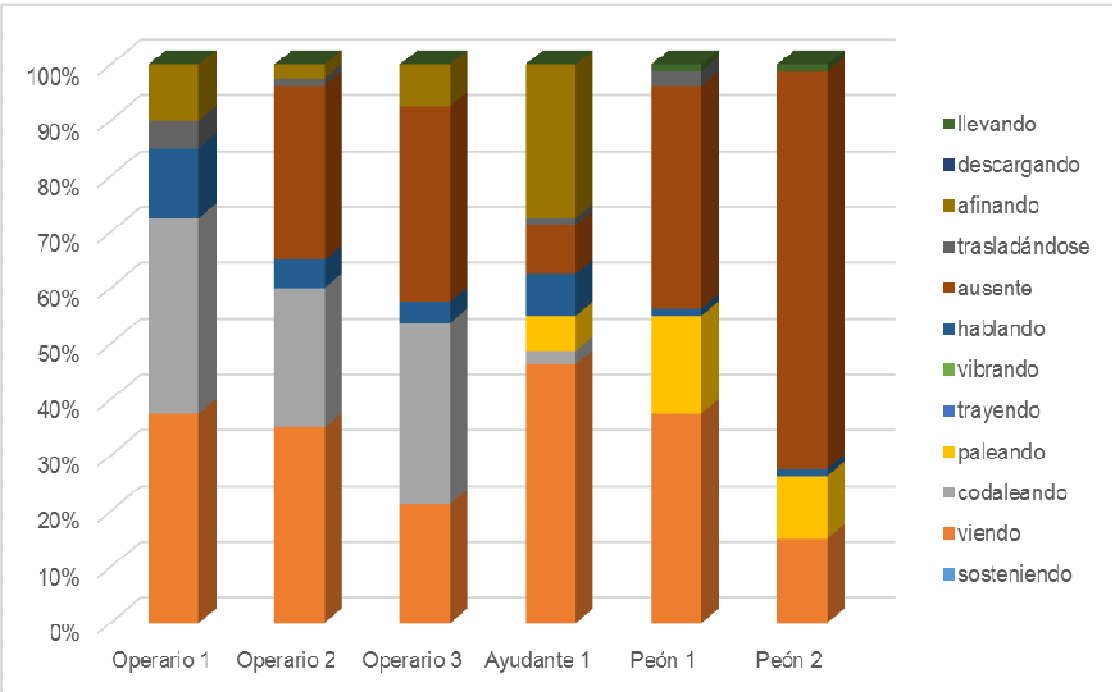


Figura 91.. Gráfico Crew-Balance del proceso

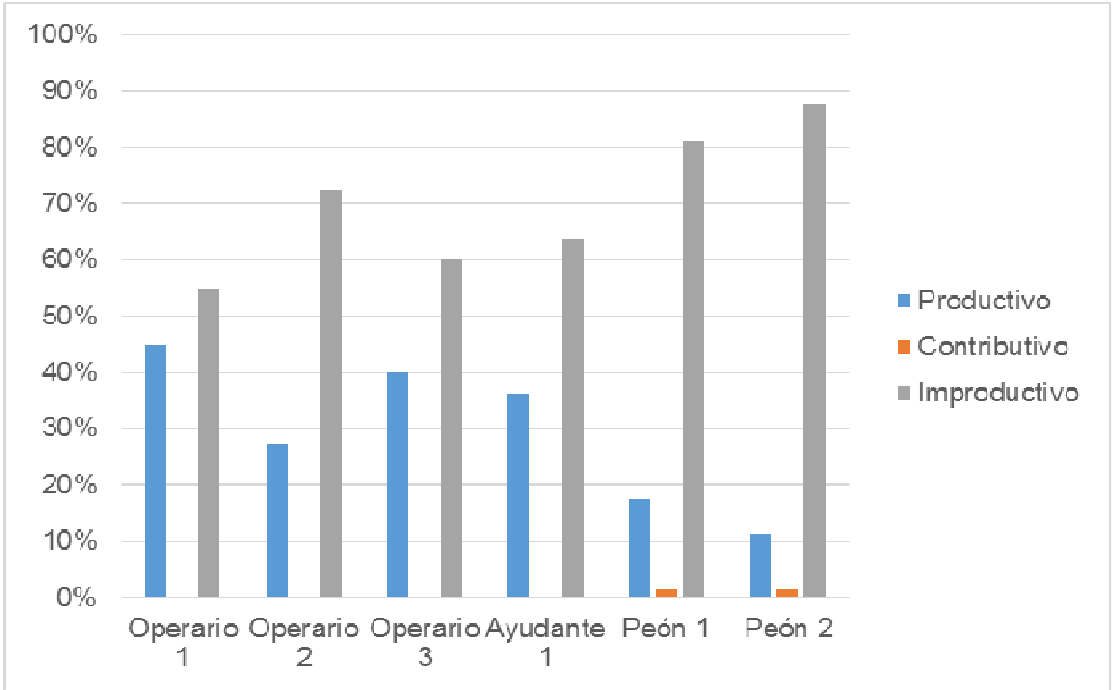


Figura 92. Gráfico de productividad individual

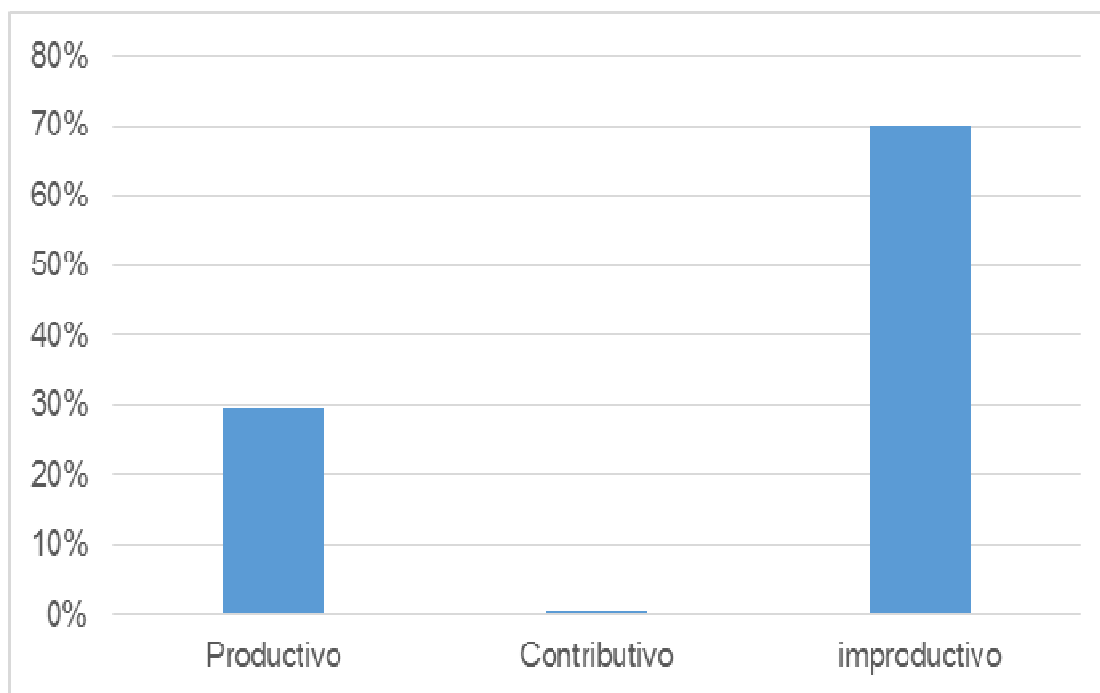


Figura 93. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 2 (colado con camión mezclador y acabado preliminar)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. En el cuadro 74 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 74. Datos generales del proceso colado con camión mezclador y acabado preliminar de la superficie muestreo 2</b> |                |        |          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|----------|
| Fecha                                                                                                                      | 26/2/2016      |        |          |
| Hora inicio                                                                                                                | 10:15:00 a. m. |        |          |
| Hora fin                                                                                                                   | 10:42:00 a. m. |        |          |
| N° trabajadores                                                                                                            | 6              | 1      | operario |
|                                                                                                                            |                | 5      | peones   |
| Tiempo total (h)                                                                                                           | 2,6792         | 0,4500 | operario |
|                                                                                                                            |                | 2,2292 | peones   |
| N° de observaciones                                                                                                        | 643            |        |          |
| % Error                                                                                                                    | 3,9            |        |          |
| Temperatura promedio (°C)                                                                                                  | 21             |        |          |

Por otra parte la figura 94 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 95 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 96 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

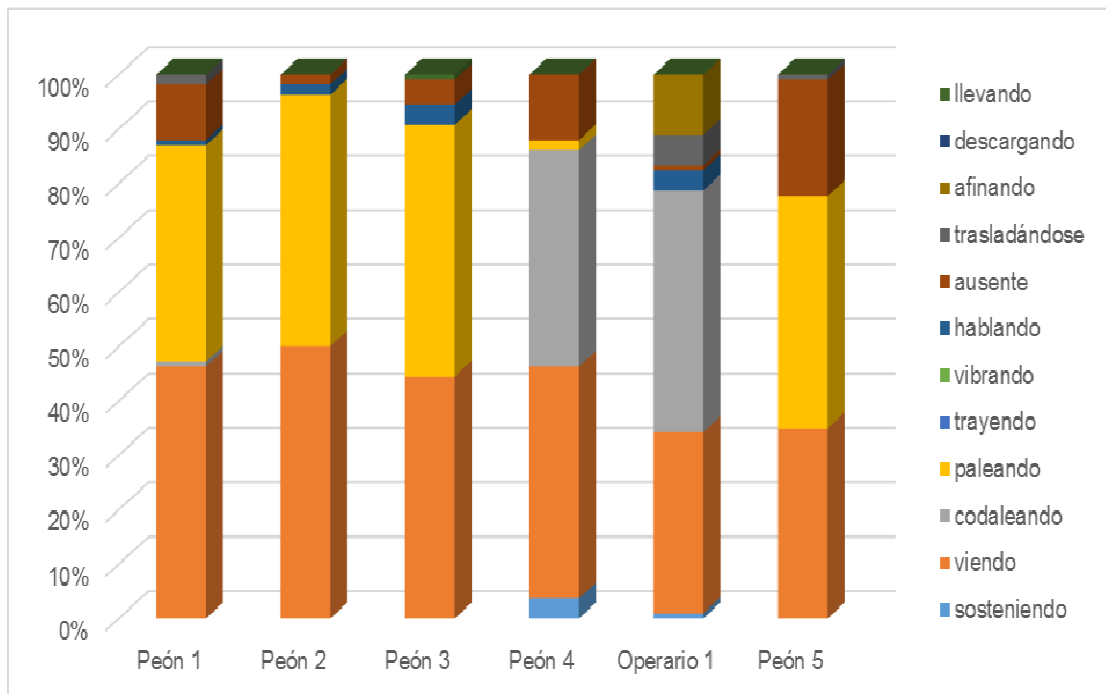


Figura 94. Gráfico Crew-Balance del proceso

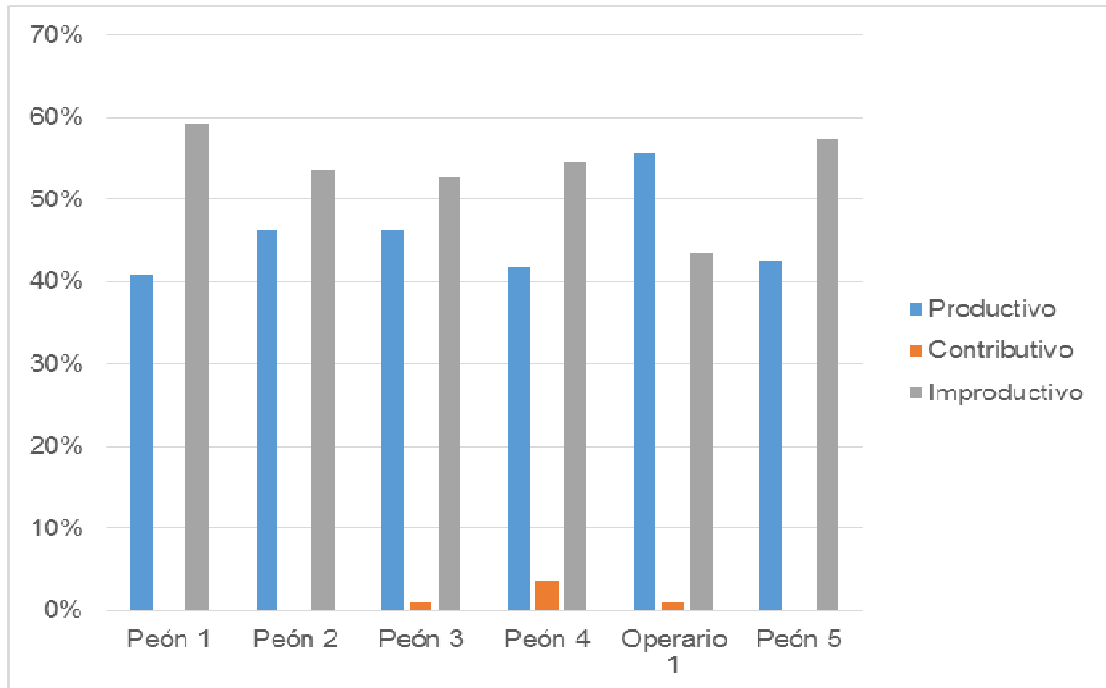


Figura 95. Gráfico de productividad individual

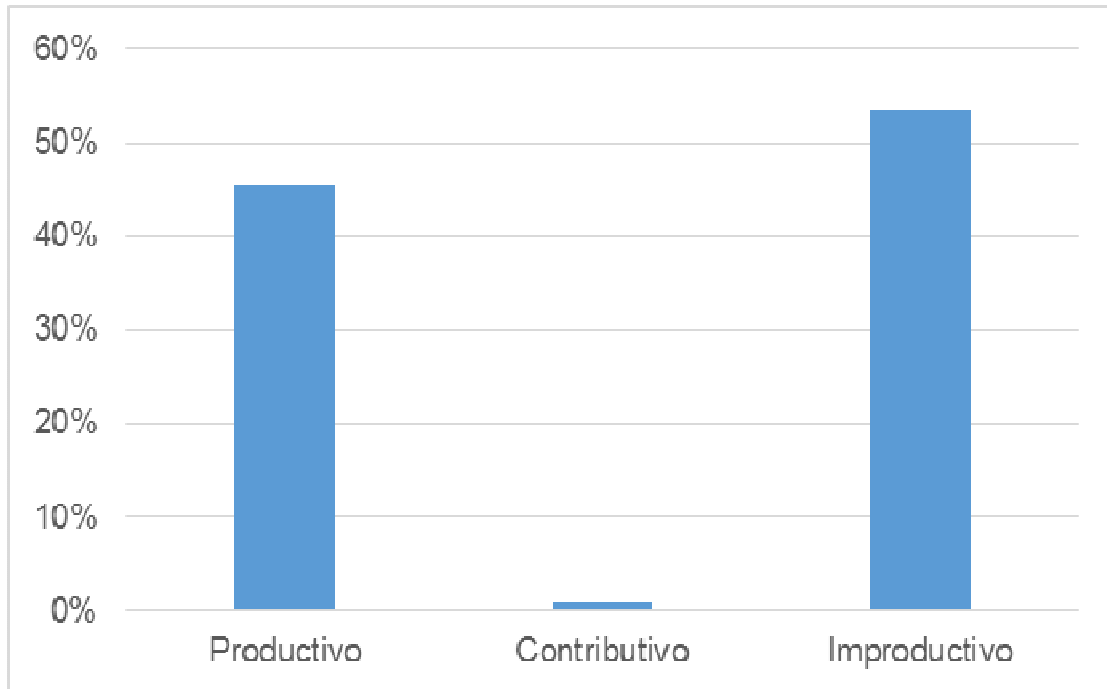


Figura 96.. Gráfico productividad de la cuadrilla

### Muestreo 3

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 3, realizado para este proceso. En el cuadro 75 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| CUADRO 75. Datos generales del proceso colado con camión mezclador y acabado preliminar de la superficie muestreo 3 |                |        |          |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|----------|
| Fecha                                                                                                               | 26/2/2016      |        |          |
| Hora inicio                                                                                                         | 11:03:00 a. m. |        |          |
| Hora fin                                                                                                            | 11:46:00 a. m. |        |          |
| N° trabajadores                                                                                                     | 7              | 1      | operario |
|                                                                                                                     |                | 1      | ayudante |
|                                                                                                                     |                | 5      | peones   |
| Tiempo total (h)                                                                                                    | 4,75           | 0,7042 | operario |
|                                                                                                                     |                | 0,5250 | ayudante |
|                                                                                                                     |                | 3,5208 | peones   |
| N° de observaciones                                                                                                 | 1140           |        |          |
| % Error                                                                                                             | 2,9            |        |          |
| Temperatura promedio (°C)                                                                                           | 22             |        |          |

Por otra parte la figura 97 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 98 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 99 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

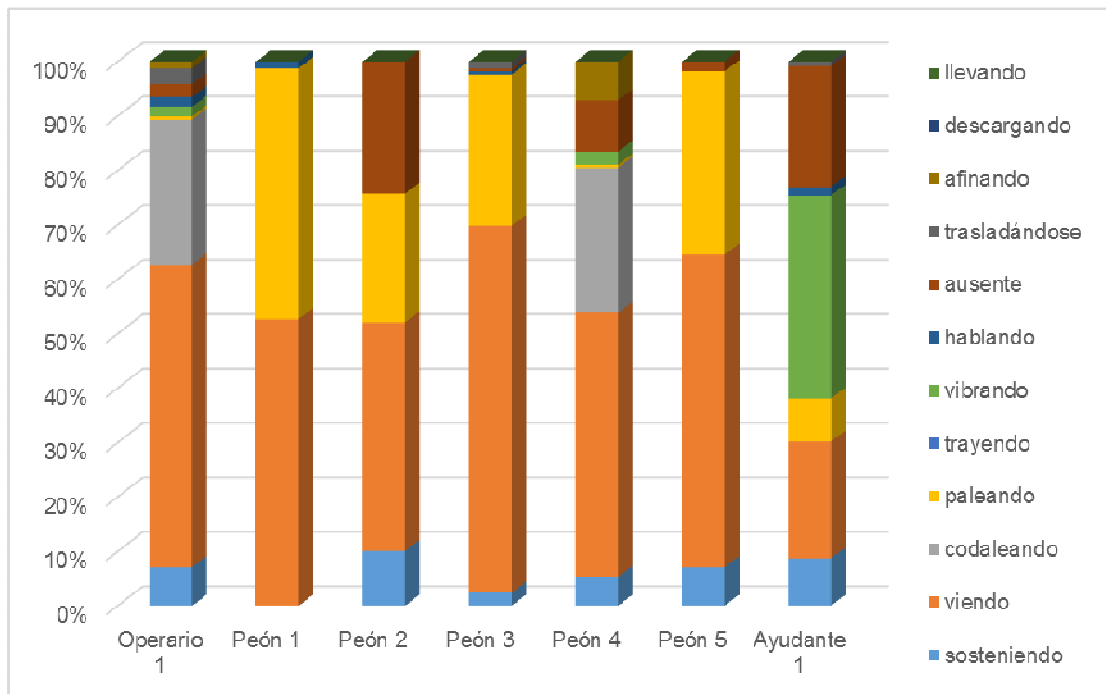


Figura 97.. Gráfico Crew-Balance del proceso

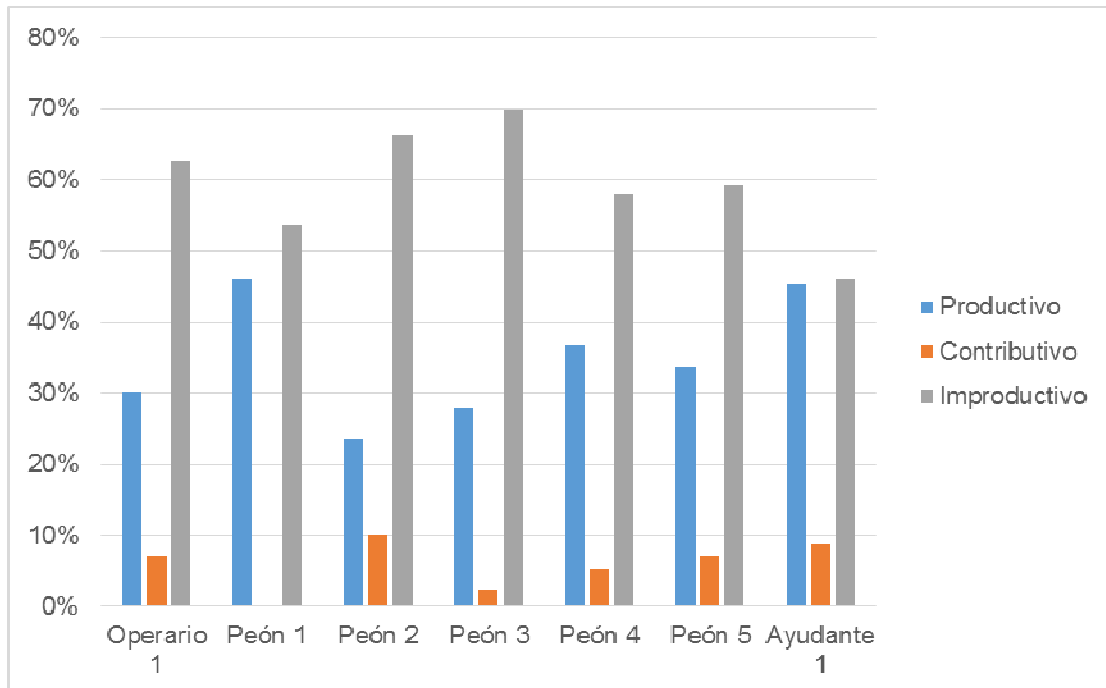


Figura 98. Gráfico de productividad individual

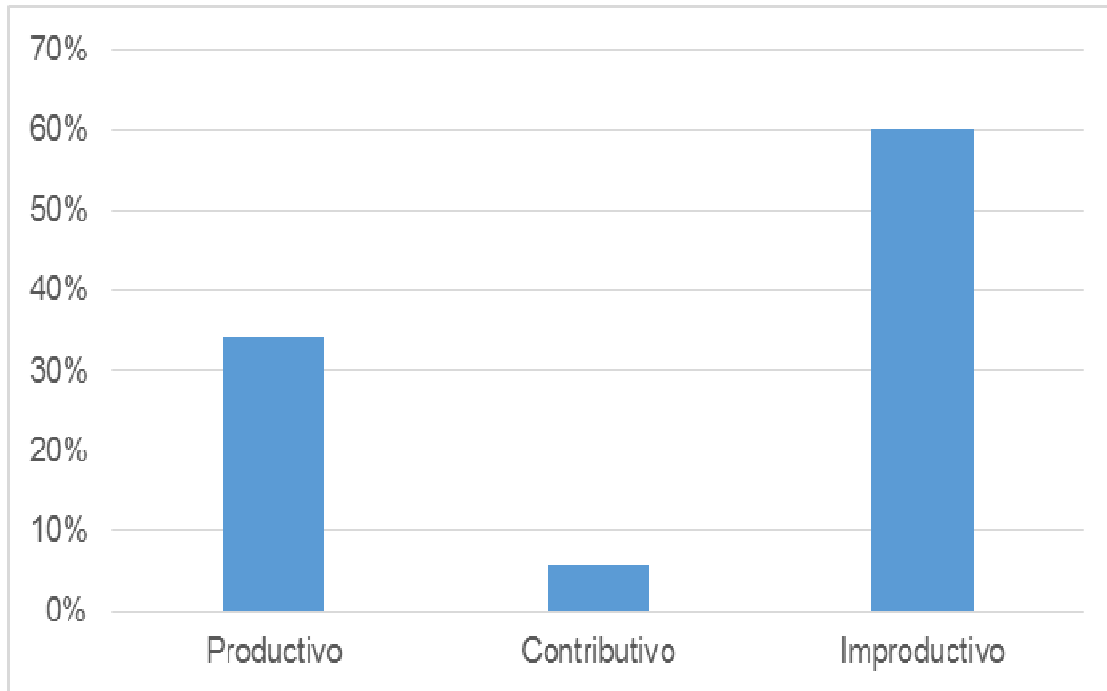


Figura 99.. Gráfico productividad de la cuadrilla

El cuadro 76 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 77 el

rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

| <b>CUADRO 76. Productividad promedio del proceso colado con camión mezclador y acabado preliminar de superficie</b> |     |     |     |     |     |          |                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------|---------------------|
| Trabajo/Muestreo                                                                                                    | 1.A | 1.B | 1.C | 2   | 3   | Promedio | Desviación Estándar |
| Productivo                                                                                                          | 47% | 28% | 30% | 46% | 34% | 38%      | 0,14%               |
| Contributivo                                                                                                        | 7%  | 3%  | 0%  | 1%  | 6%  | 5%       | 0,03%               |
| Improductivo                                                                                                        | 45% | 69% | 70% | 53% | 60% | 57%      | 0,17%               |

| <b>CUADRO 77. Rendimiento de la mano de obra del proceso colado con camión mezclador y acabado preliminar de superficie</b> |                       |                     |                     |                   |                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Muestreo                                                                                                                    | Cant. de trabajo (m²) | R.operario (HOp/m²) | R.ayudante (HAY/m²) | R.Peón (HPeón/m²) | R.Cuadrilla (HH/m²) |
| 1 (1.A+1.B+1.C)                                                                                                             | 58,8                  | 0,0434              | 0,0245              | 0,1083            | 0,1762              |
| 2                                                                                                                           | 41,7                  | 0,0108              | -                   | 0,0535            | 0,0642              |
| 3                                                                                                                           | 44,6                  | 0,0158              | 0,0118              | 0,0789            | 0,1065              |
| Promedio (HH/m²)                                                                                                            |                       | 0,0233              | 0,0121              | 0,0802            | 0,1157              |
| Desviación Estándar (HH/m²)                                                                                                 |                       | 0,0176              | 0,0090              | 0,0274            | 0,0566              |
| Coefficiente de Variación (%)                                                                                               |                       | 75,34%              | 74,51%              | 34,19%            | 48,89%              |
| Factor de incremento                                                                                                        |                       | 0,12                | 0,12                | 0,12              | 0,12                |
| Rendimiento Final (HH/m²)                                                                                                   |                       | 0,0261              | 0,0135              | 0,0899            | 0,1295              |

| <b>CUADRO 78. Rendimiento del proceso de colado y acabado preliminar de la superficie del contrapiso usando diferentes formas de colado</b> |                                     |                                     |                                   |                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Tipo                                                                                                                                        | R.operario<br>(HOp/m <sup>2</sup> ) | R.ayudante<br>(HAY/m <sup>2</sup> ) | R.Peón<br>(HPeón/m <sup>2</sup> ) | R.Cuadrilla<br>(HH/m <sup>2</sup> ) |
| Bomba Telescópica                                                                                                                           | 0,0373                              | 0,0190                              | 0,0645                            | 0,1207                              |
| Mini cargador                                                                                                                               | 0,0751                              | 0,0600                              | 0,1364                            | 0,2714                              |
| Camión mezclador                                                                                                                            | 0,0261                              | 0,0135                              | 0,0899                            | 0,1295                              |

## Repellos

A continuación se presenta las figuras y cuadros que contienen la información obtenida de los procesos analizados para la actividad de

Repellos. El cuadro 78 muestra las tareas y recursos del proceso de taqueado.

| <b>CUADRO 79. Tareas y recursos del proceso de taqueado</b> |              |            |                 |
|-------------------------------------------------------------|--------------|------------|-----------------|
| Tareas                                                      | Mano de Obra | Equipo     | Materiales      |
| Ubicar posición                                             | Operarios    | Plancha    | Repello         |
| Colocar mortero                                             | Peones       | Cuchara    | Pieza de madera |
| Colocar pieza de madera                                     |              | Andamio    |                 |
| Verificar alineación                                        |              | Manguera   |                 |
| Mojar pared                                                 |              | Carretillo |                 |

En el cuadro 79 se presenta un listado de las tareas y recursos del proceso de preparación y aplicación de la capa de repellos.

| <b>CUADRO 80. Tareas y recursos del proceso preparación y aplicación de capa de repello</b> |              |            |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|------------|------------|
| Tareas                                                                                      | Mano de Obra | Equipo     | Materiales |
| Colocar mortero en la plancha                                                               | Operario     | Plancha    | Repello    |
| Extender mortero en la pared                                                                | Peones       | Cuchara    |            |
| Afinar                                                                                      |              | Andamio    |            |
| Codalear                                                                                    |              | Cubeta     |            |
|                                                                                             |              | Carretillo |            |
|                                                                                             |              | Codal      |            |
|                                                                                             |              | Pala       |            |

A continuación se presentan las figuras que corresponden a los diagramas de flujo de los procesos. La figura 100 es para el proceso de

taqueado y la figura 101 es para el proceso de preparación y aplicación de la capa de repello.

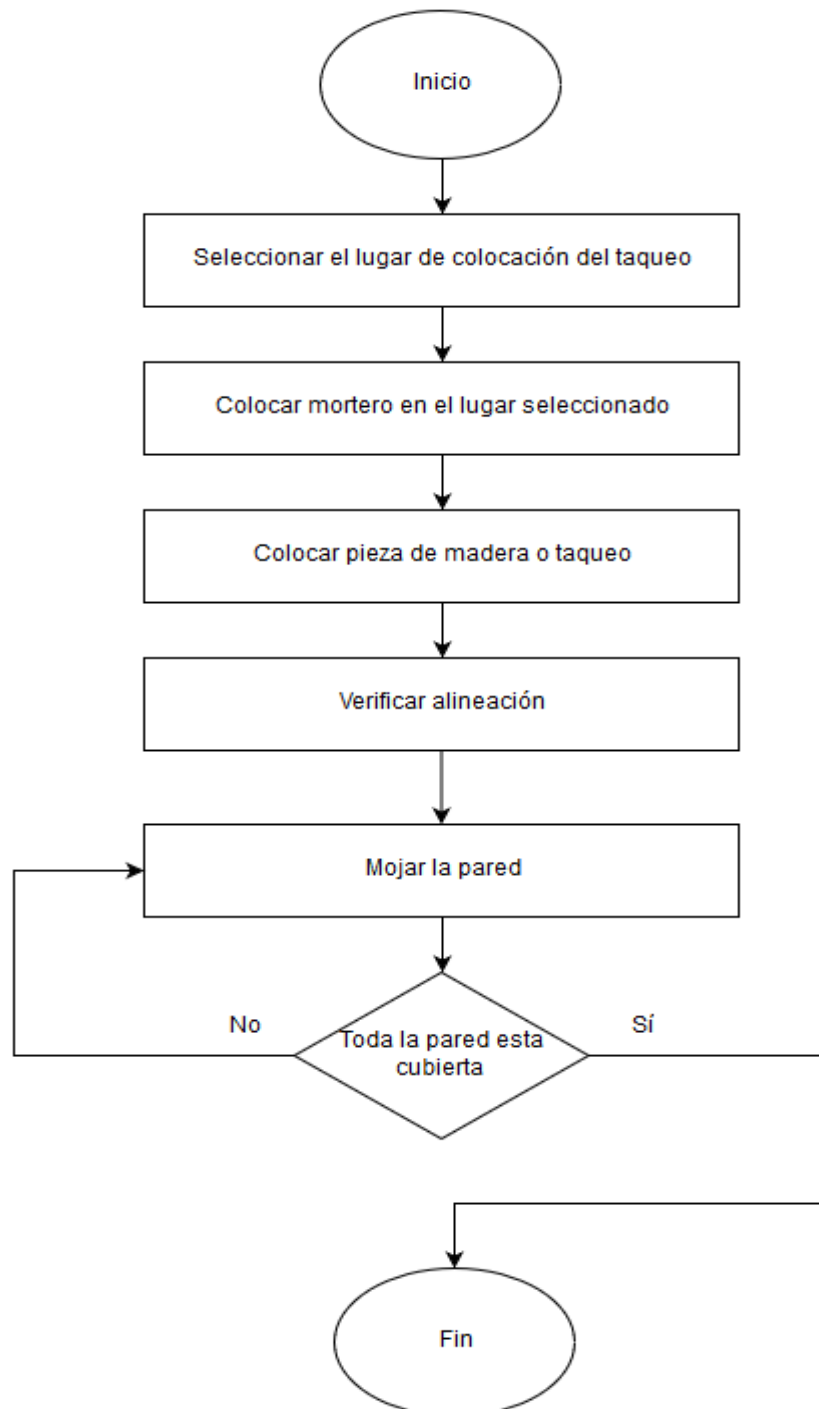
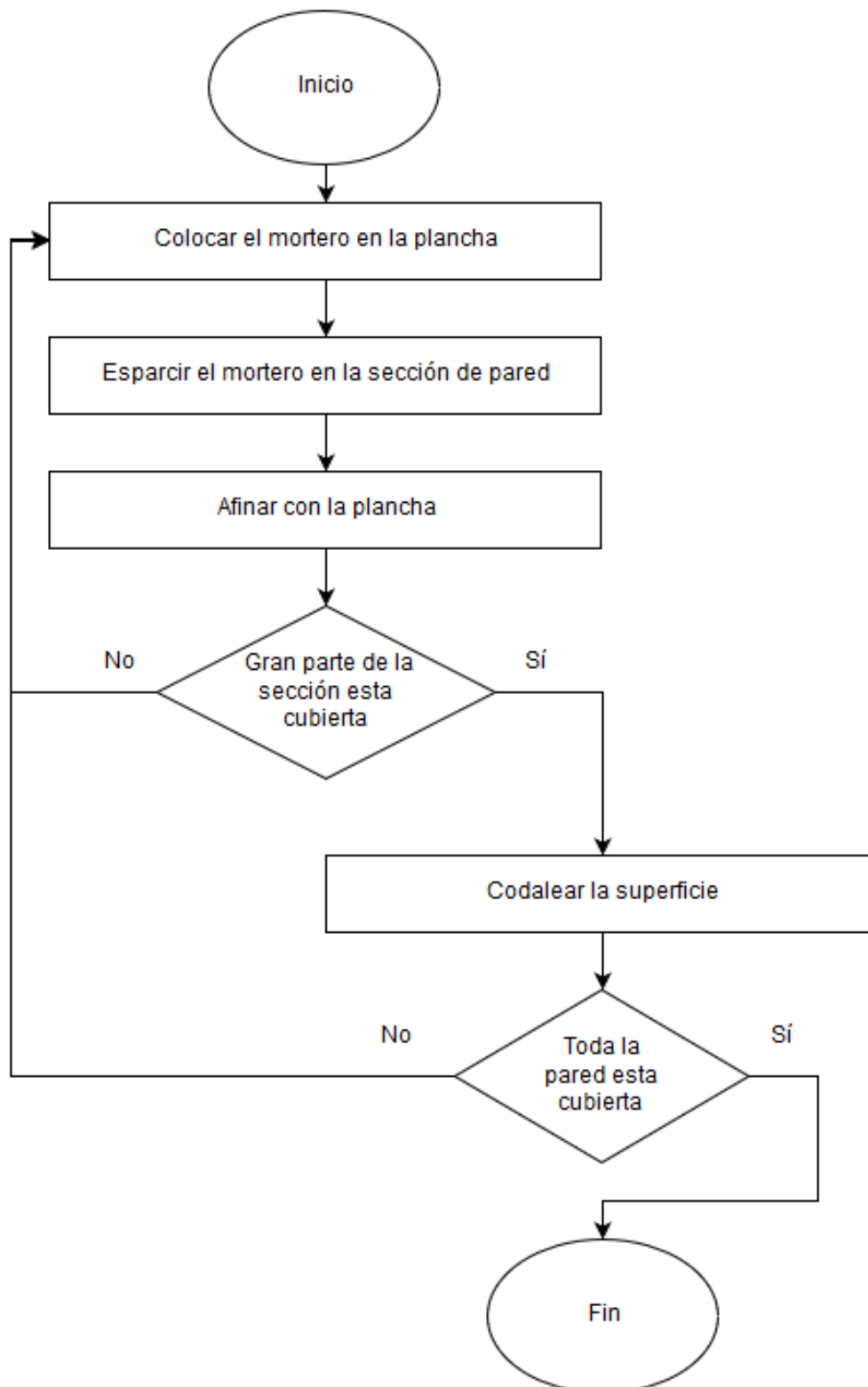


Figura 100. Diagrama de flujo del proceso taqueado



*Figura 101.* Diagrama de flujo del proceso aplicación de la capa de repello

## Taqueado y aplicación de capa de repello

En el cuadro 80 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 81. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                            |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                                | Clasificación |
| preparando                                                                           | preparando la mezcla de mortero                                            | contributivo  |
| ausente                                                                              | no se ve en la toma, fue a buscar material o anda en otras labores         | improductivo  |
| viendo                                                                               | observando lo que están haciendo los compañeros, distraído o tiempo ocioso | improductivo  |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros o recibiendo instrucciones                     | improductivo  |
| limpiando                                                                            | limpiando las herramientas o el área de trabajo                            | contributivo  |
| repellando                                                                           | repellando la pared                                                        | productivo    |
| mojando                                                                              | mojando la pared                                                           | productivo    |
| trayendo                                                                             | buscando material o herramientas                                           | improductivo  |
| llenando                                                                             | abastecimiento del material en las herramientas                            | contributivo  |
| sosteniendo                                                                          | sosteniendo algún material o herramienta                                   | contributivo  |
| esperando                                                                            | material o instrucciones                                                   | improductivo  |
| martilleando                                                                         | martilleando la pared para eliminar excesos                                | contributivo  |
| acomodándose                                                                         | acomodando el lugar de trabajo, colocación de andamios                     | contributivo  |
| trasladándose                                                                        | moviéndose de un lugar a otro                                              | improductivo  |
| afinando                                                                             | dando acabado a la pared                                                   | productivo    |

## Muestreo 1 (taqueado y aplicación de la capa de repello)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 81 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 82. Datos generales del proceso taqueado y aplicación de la capa de repello, muestreo 1</b> |               |        |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|----------|
| Fecha                                                                                                 | 22/2/2016     |        |          |
| Hora inicio                                                                                           | 1:28:00 p. m. |        |          |
| Hora fin                                                                                              | 2:01:00 a. m. |        |          |
| N° trabajadores                                                                                       | 2             | 1      | operario |
|                                                                                                       |               | 1      | peón     |
| Tiempo total (h)                                                                                      | 1,1167        | 0,5583 | operario |
|                                                                                                       |               | 0,5583 | peón     |
| N° de observaciones                                                                                   | 268           |        |          |
| % Error                                                                                               | 6             |        |          |
| Temperatura promedio (°C)                                                                             | 28            |        |          |

Por otra parte la figura 102 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 103 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 104 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

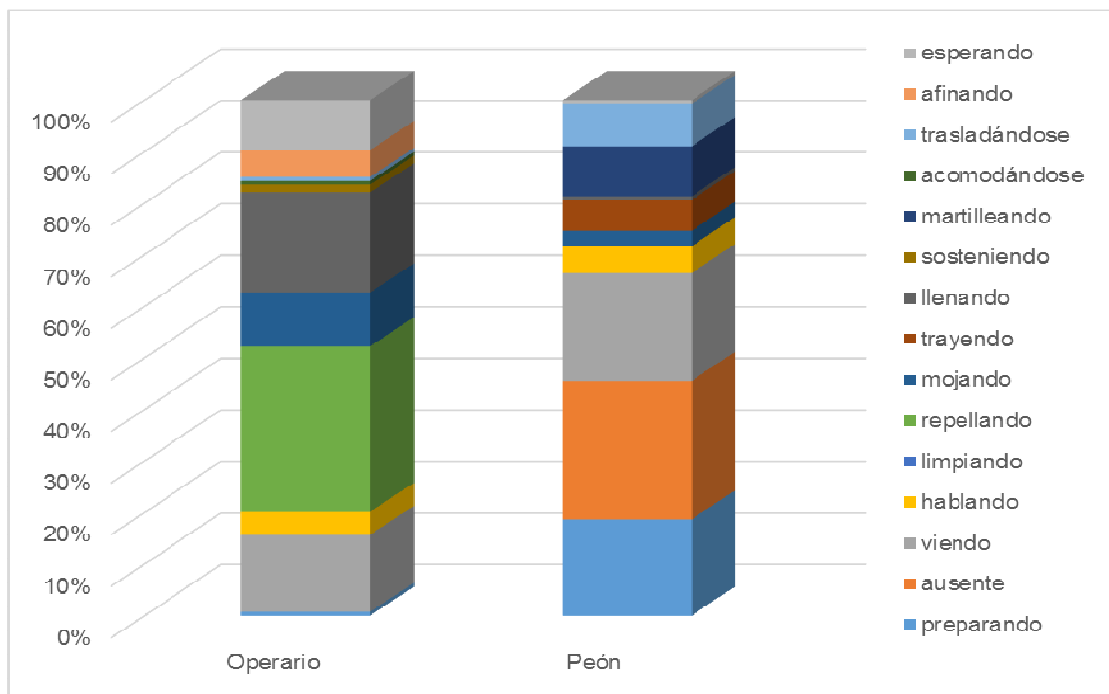


Figura 102. Gráfico Crew-Balance del proceso

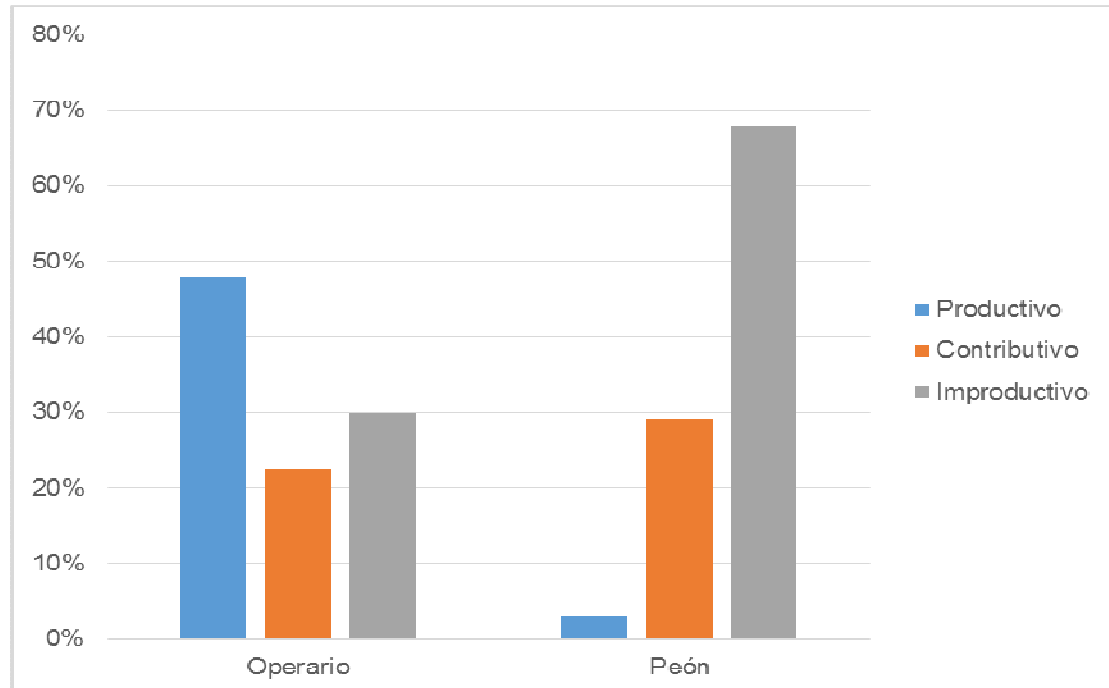


Figura 103. Gráfico de productividad individual

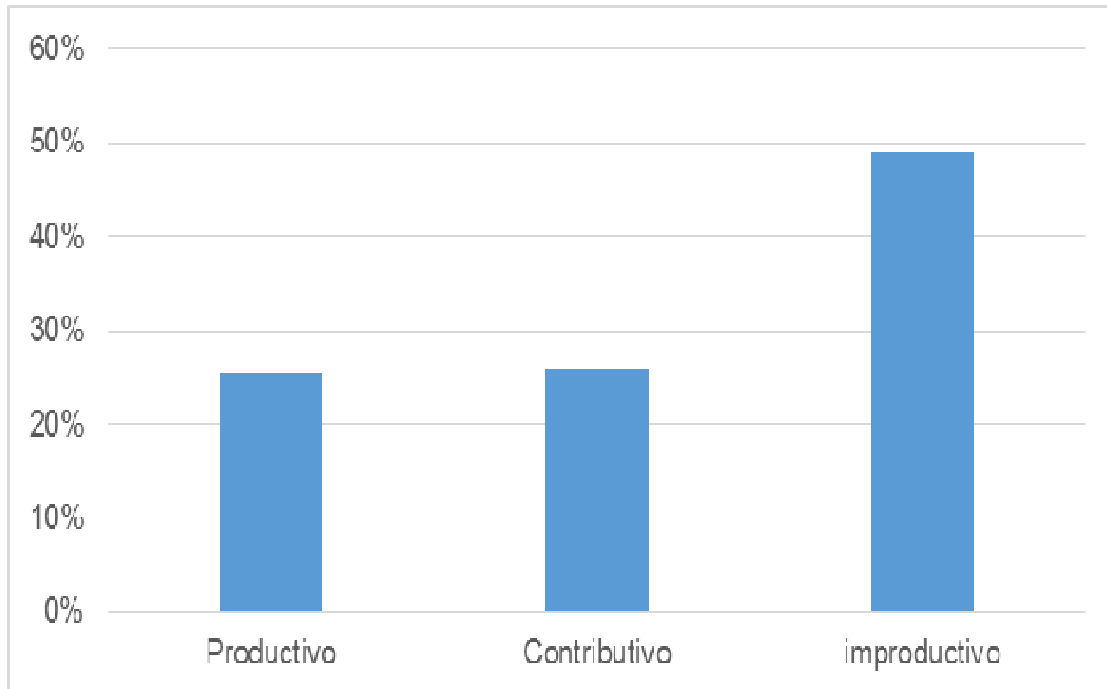


Figura 104. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 2 (taqueado y aplicación de la capa de repello)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. En el cuadro 82 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| CUADRO 83. Datos generales del proceso taqueado y aplicación de la capa de repello, muestreo 2 |               |        |          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|----------|
| Fecha                                                                                          | 22/2/2016     |        |          |
| Hora inicio                                                                                    | 2:02:00 a. m. |        |          |
| Hora fin                                                                                       | 2:18:00 a. m. |        |          |
| N° trabajadores                                                                                | 2             | 1      | operario |
|                                                                                                |               | 1      | peón     |
| Tiempo total (h)                                                                               | 0,5333        | 0,2667 | operario |
|                                                                                                |               | 0,2667 | peón     |
| N° de observaciones                                                                            | 128           |        |          |
| % Error                                                                                        | 8,5           |        |          |
| Temperatura promedio (°C)                                                                      | 28            |        |          |

Por otra parte la figura 105 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 106 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 107 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

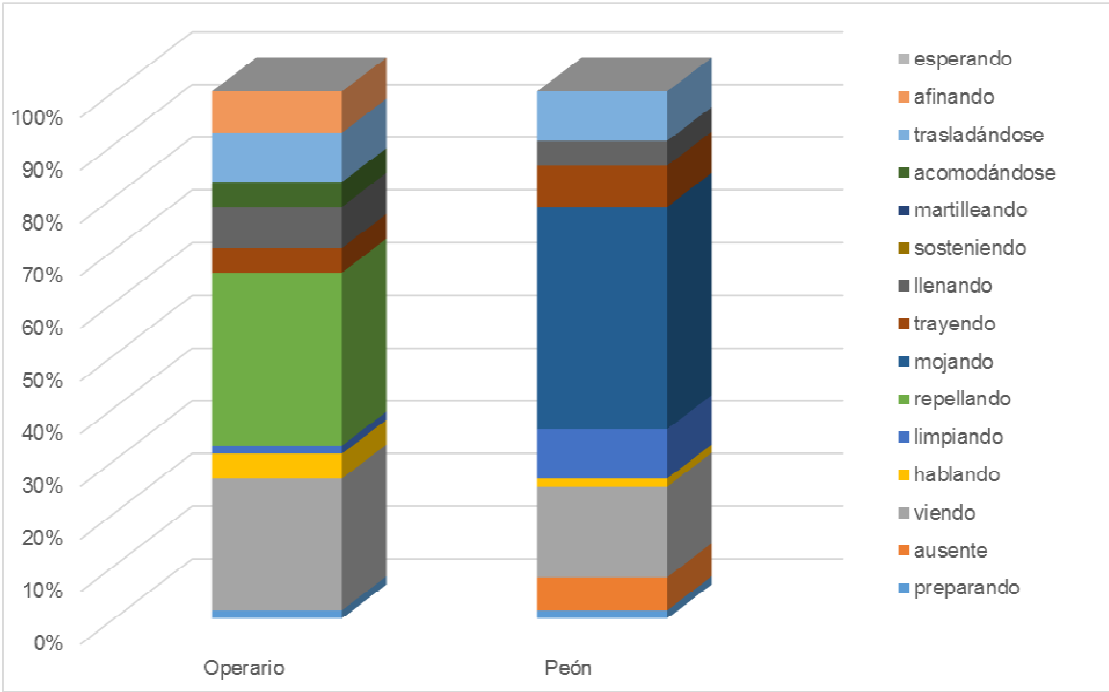


Figura 105. Gráfico Crew-Balance del proceso

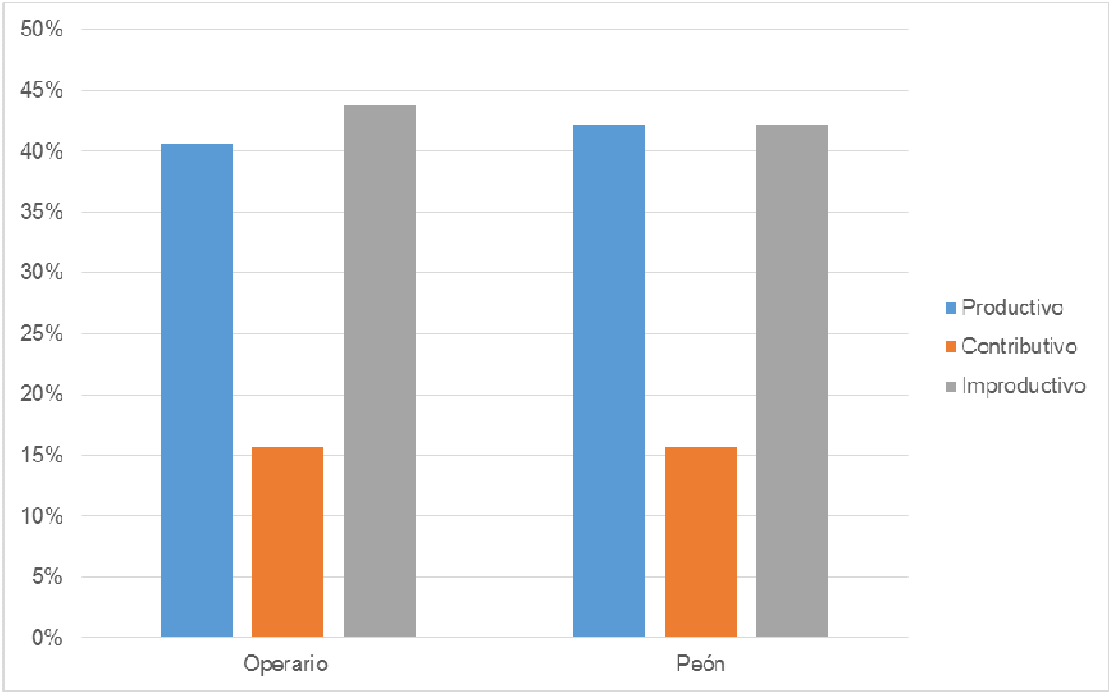


Figura 106. Gráfico de productividad individual

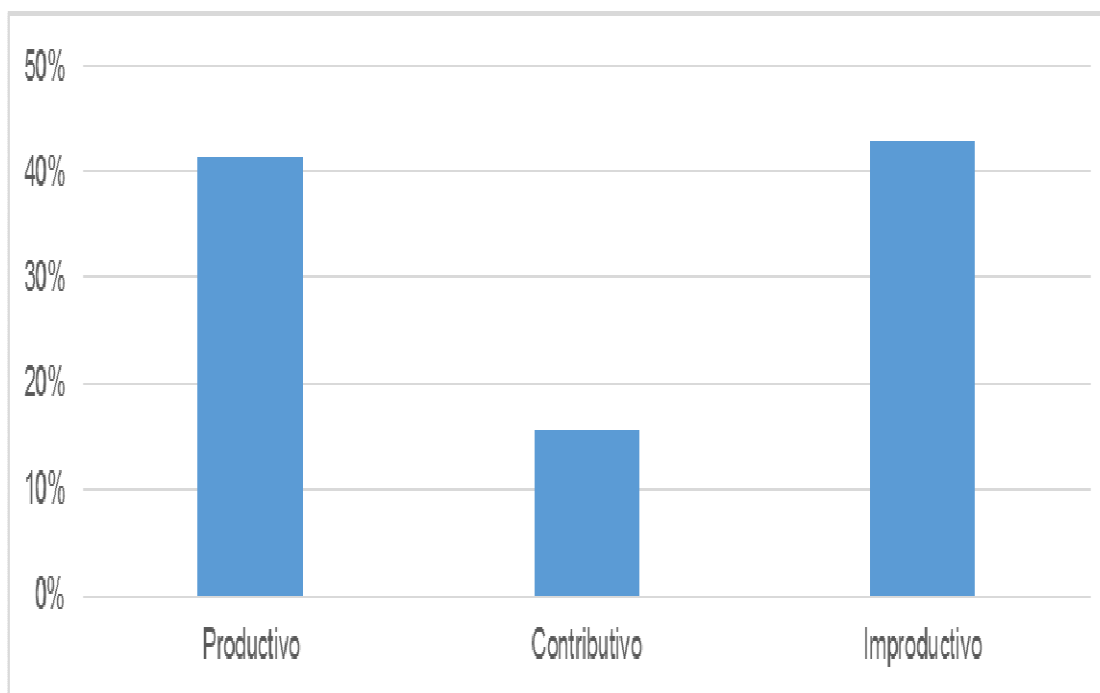


Figura 107.. Gráfico productividad de la cuadrilla

El cuadro 83 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 84 el

rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

**CUADRO 84. Productividad promedio del proceso del proceso de taqueado y aplicación de capa de repello**

| Trabajo/Muestreo | 1   | 2   | Promedio | Desviación Estándar |
|------------------|-----|-----|----------|---------------------|
| Productivo       | 25% | 41% | 33,4%    | 0,11%               |
| Contributivo     | 26% | 16% | 20,7%    | 0,072%              |
| Improductivo     | 49% | 43% | 45,9%    | 0,042%              |

**CUADRO 85. Rendimiento de la mano de obra del proceso taqueado y aplicación de la capa de repello**

| Muestreo                                 | Cant. de trabajo (m <sup>2</sup> ) | R.operario (HOp/m <sup>2</sup> ) | R.Peón (HPeón/m <sup>2</sup> ) | R.Cuadrilla (HH/m <sup>2</sup> ) |
|------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| 1                                        | 6,11                               | 0,0914                           | 0,0914                         | 0,1828                           |
| 2                                        | 1,42                               | 0,1878                           | 0,1878                         | 0,3756                           |
| Promedio (HH/m <sup>2</sup> )            |                                    | 0,1396                           | 0,1396                         | 0,2792                           |
| Desviación Estándar (HH/m <sup>2</sup> ) |                                    | 0,0682                           | 0,0682                         | 0,1363                           |
| Coeficiente de Variación (%)             |                                    | 48,85%                           | 48,85%                         | 48,83%                           |
| Factor de incremento                     |                                    | 0,12                             | 0,12                           | 0,12                             |
| Rendimiento Final (HH/m <sup>2</sup> )   |                                    | 0,1563                           | 0,1563                         | 0,3127                           |

## Aplicación de capa de repello

En el cuadro 85 se indica la descripción de las tareas usadas en las mediciones para realizar la técnica de Crew-Balance, así como la

clasificación de cada una de ellas en trabajo productivo, contributivo e improductivo.

| <b>CUADRO 86. Descripción y clasificación de las tareas usadas en las mediciones</b> |                                                                            |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Tipo                                                                                 | Descripción                                                                | Clasificación |
| preparando                                                                           | preparando la mezcla de mortero                                            | contributivo  |
| ausente                                                                              | no se ve en la toma, fue a buscar material o anda en otras labores         | improductivo  |
| viendo                                                                               | observando lo que están haciendo los compañeros, distraído o tiempo ocioso | improductivo  |
| hablando                                                                             | hablando con los compañeros o recibiendo instrucciones                     | improductivo  |
| limpiando                                                                            | limpiando las herramientas o el área de trabajo                            | contributivo  |
| repellando                                                                           | repellando la pared                                                        | productivo    |
| mojando                                                                              | mojando la pared                                                           | productivo    |
| trayendo                                                                             | buscando material o herramientas                                           | improductivo  |
| llenando                                                                             | abastecimiento del material en las herramientas                            | contributivo  |
| sosteniendo                                                                          | sosteniendo algún material o herramienta                                   | contributivo  |
| esperando                                                                            | material o instrucciones                                                   | improductivo  |
| martilleando                                                                         | martilleando la pared para eliminar excesos                                | contributivo  |
| acomodándose                                                                         | acomodando el lugar de trabajo, colocación de andamios                     | contributivo  |
| trasladándose                                                                        | moviéndose de un lugar a otro                                              | improductivo  |
| codaleando                                                                           | codaleando la pared para darle un acabado y retirar el exceso              | productivo    |
| afinando                                                                             | dando acabado a la pared                                                   | productivo    |

## Muestreo 1 (aplicación de capa de repello)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 1, realizado para este proceso. En el cuadro 86 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 87. Datos generales del proceso aplicación de la capa de repello, muestreo 1</b> |               |        |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|----------|
| Fecha                                                                                      | 23/2/2016     |        |          |
| Hora inicio                                                                                | 7:55:00 a. m. |        |          |
| Hora fin                                                                                   | 8:28:00 a. m. |        |          |
| N° trabajadores                                                                            | 2             | 1      | operario |
|                                                                                            |               | 1      | peón     |
| Tiempo total (h)                                                                           | 1,0792        | 0,5583 | operario |
|                                                                                            |               | 0,5208 | peón     |
| N° de observaciones                                                                        | 259           |        |          |
| % Error                                                                                    | 6             |        |          |
| Temperatura promedio (°C)                                                                  | 23            |        |          |

Por otra parte la figura 108 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 109 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 110 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

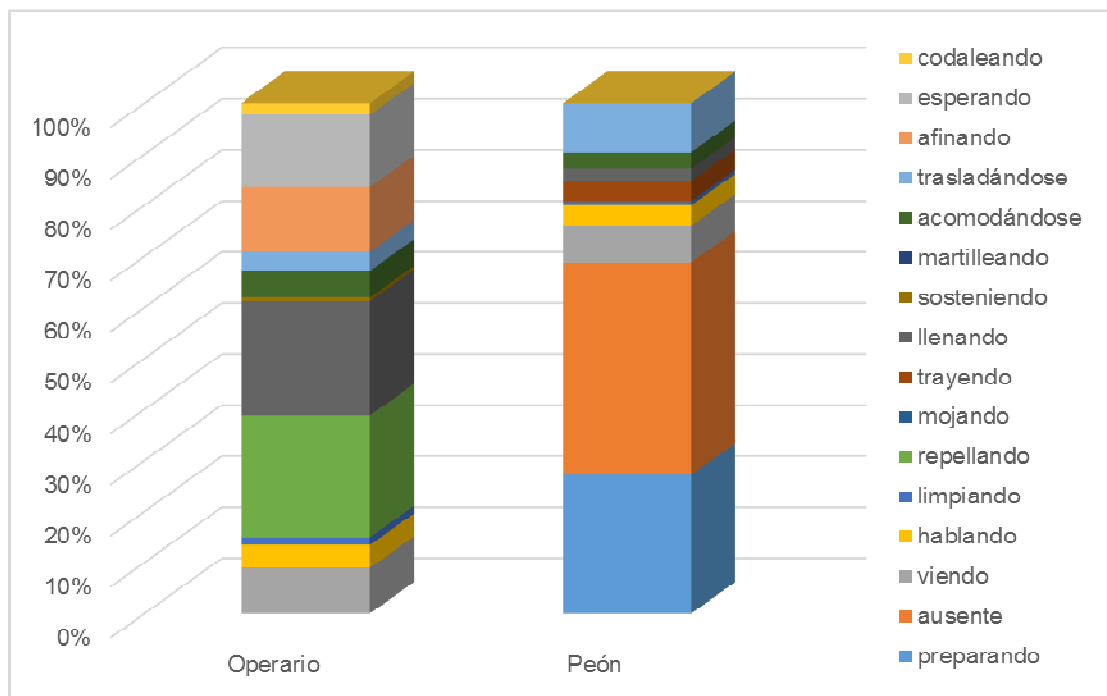


Figura 108.. Gráfico Crew-Balance del proceso

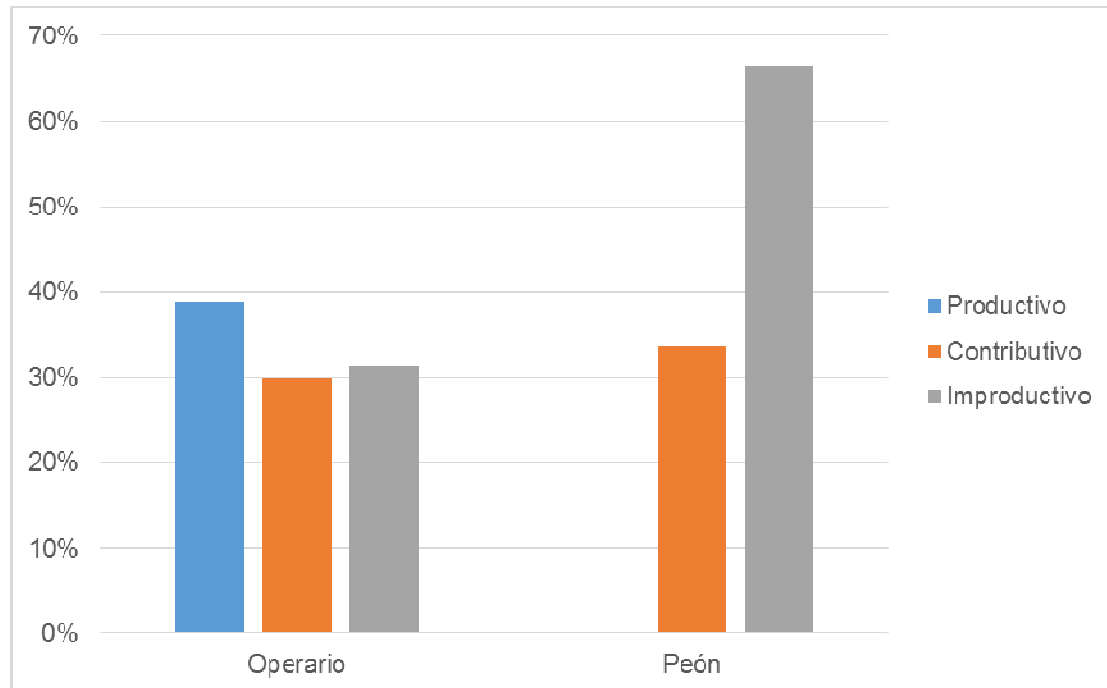


Figura 109. Gráfico de productividad individual

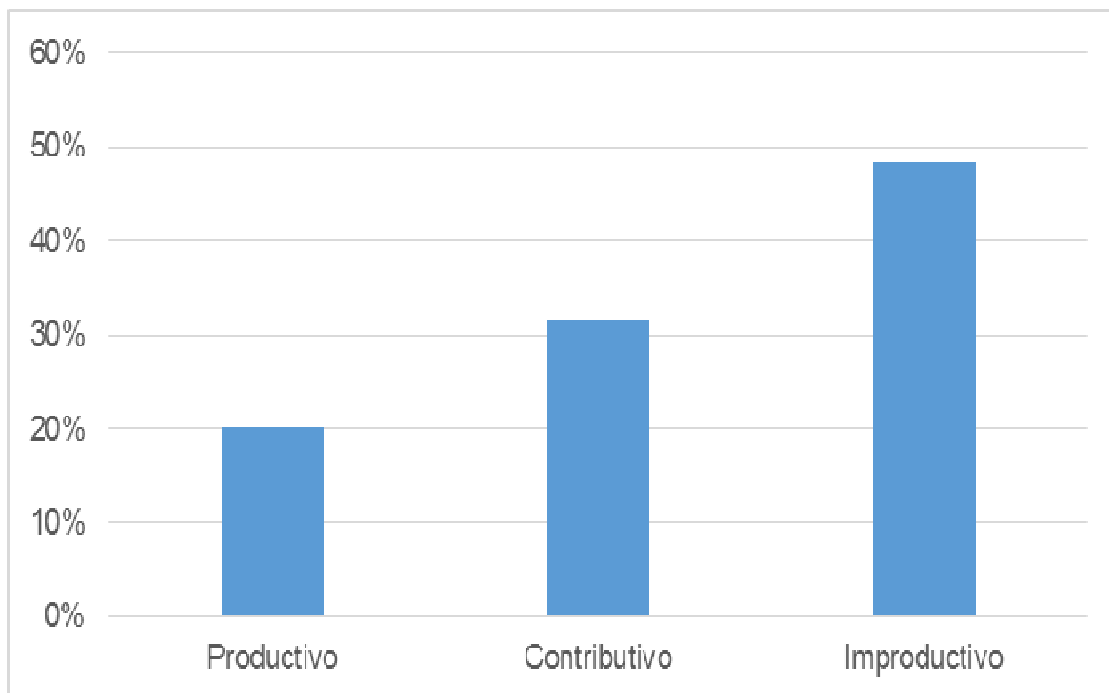


Figura 110. Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 2 (aplicación de capa de repello)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 2, realizado para este proceso. En el cuadro 87 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 88. Datos generales del proceso aplicación de la capa de repello, muestreo 2</b> |               |        |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|----------|
| Fecha                                                                                      | 23/2/2016     |        |          |
| Hora inicio                                                                                | 8:28:00 a. m. |        |          |
| Hora fin                                                                                   | 8:41:00 a. m. |        |          |
| N° trabajadores                                                                            | 2             | 1      | operario |
|                                                                                            |               | 1      | peón     |
| Tiempo total (h)                                                                           | 0,4667        | 0,2333 | operario |
|                                                                                            |               | 0,2333 | peón     |
| N° de observaciones                                                                        | 112           |        |          |
| % Error                                                                                    | 9,5           |        |          |
| Temperatura promedio (°C)                                                                  | 23            |        |          |

Por otra parte la figura 111 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 112 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 113 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

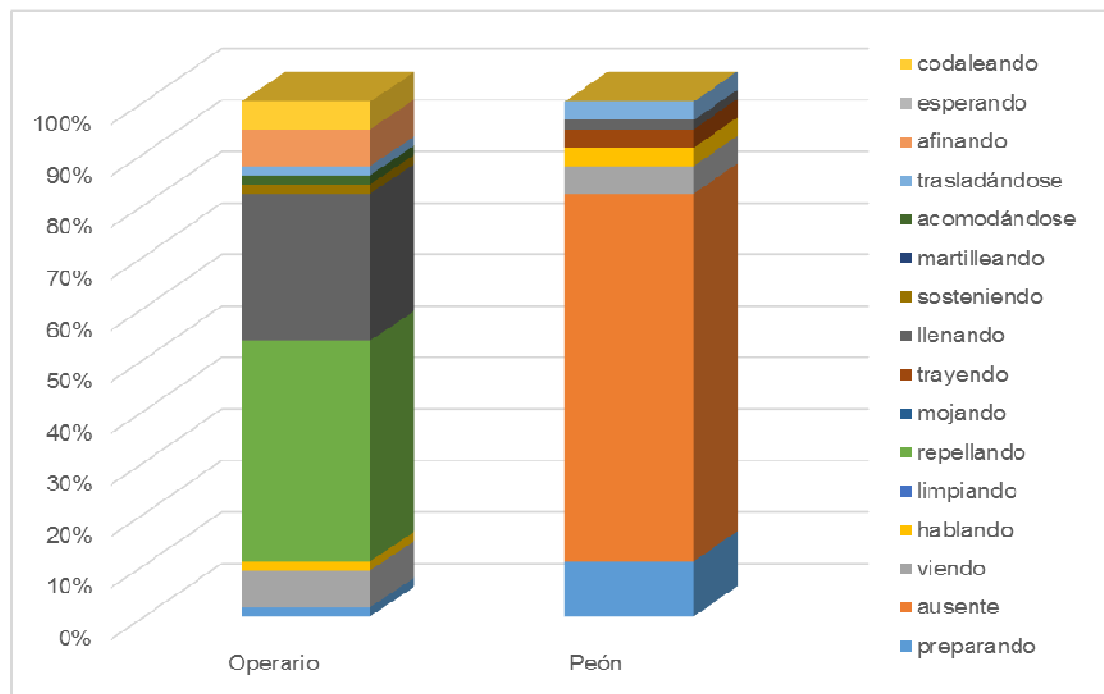


Figura 111. Gráfico Crew-Balance del proceso

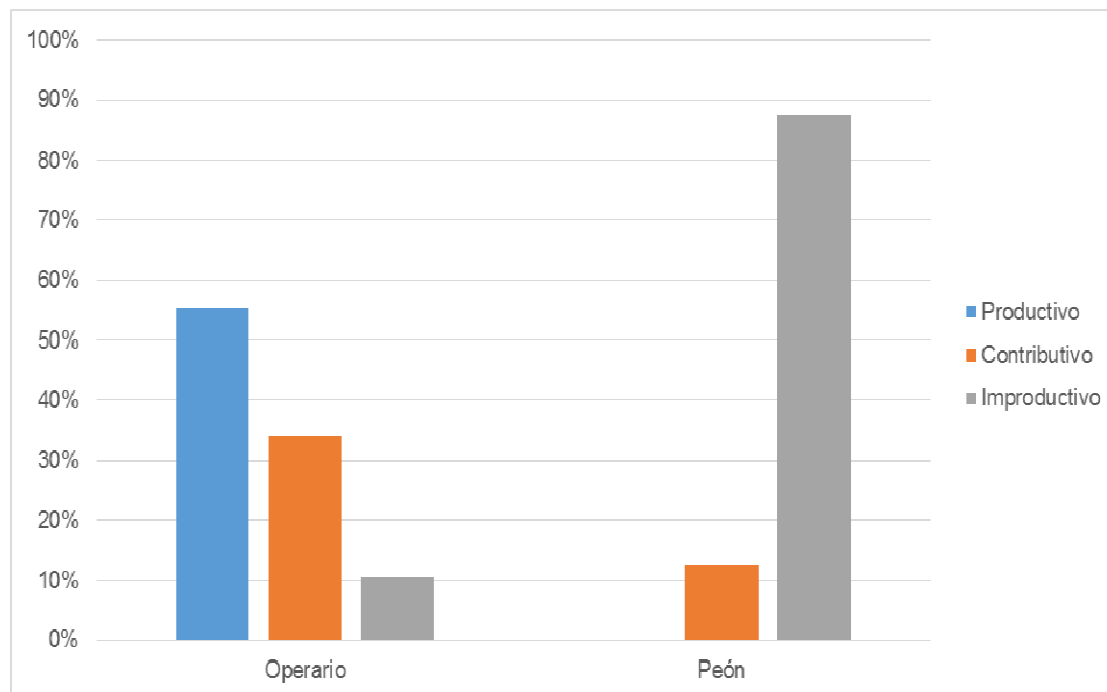


Figura 112. Gráfico de productividad individual

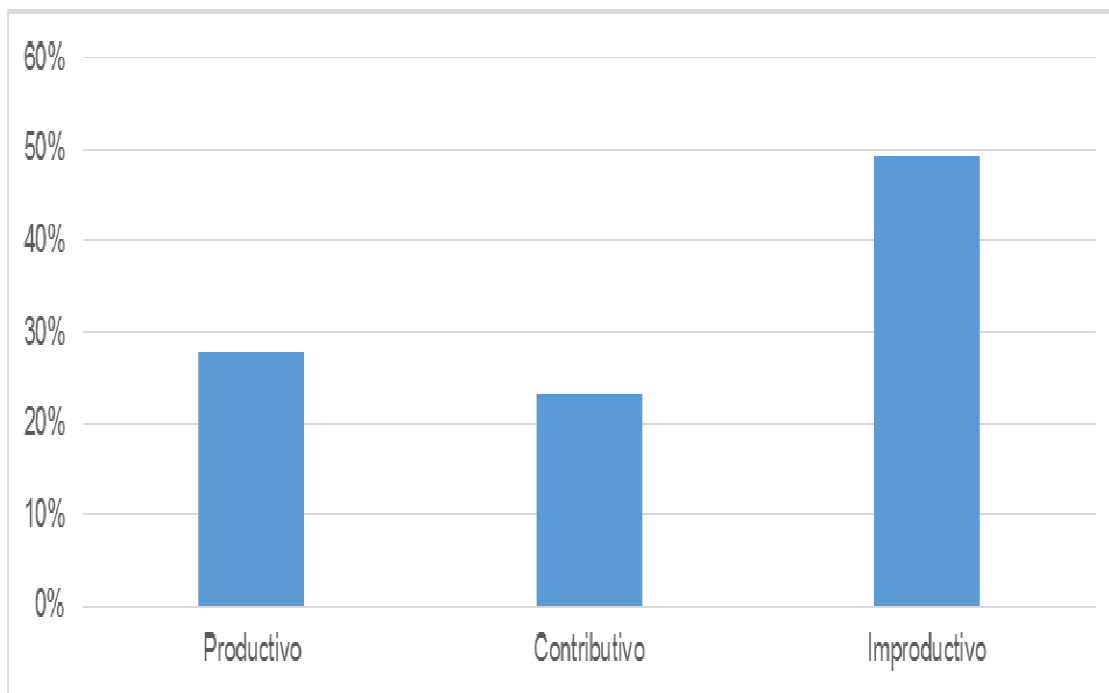


Figura 113.. Gráfico productividad de la cuadrilla

### Muestreo 3 (aplicación de capa de repello)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 3, realizado para este proceso. En el cuadro 88 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| CUADRO 89. Datos generales del proceso aplicación de la capa de repello, muestreo 3 |               |        |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------|--------|----------|
| Fecha                                                                               | 23/2/2016     |        |          |
| Hora inicio                                                                         | 9:31:00 a. m. |        |          |
| Hora fin                                                                            | 9:46:00 a. m. |        |          |
| N° trabajadores                                                                     | 2             | 1      | operario |
|                                                                                     |               | 1      | peón     |
| Tiempo total (h)                                                                    | 1,1167        | 0,5583 | operario |
|                                                                                     |               | 0,5583 | peón     |
| N° de observaciones                                                                 | 249           |        |          |
| % Error                                                                             | 6,1           |        |          |
| Temperatura promedio (°C)                                                           | 25            |        |          |

Por otra parte la figura 114 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 115 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 116 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

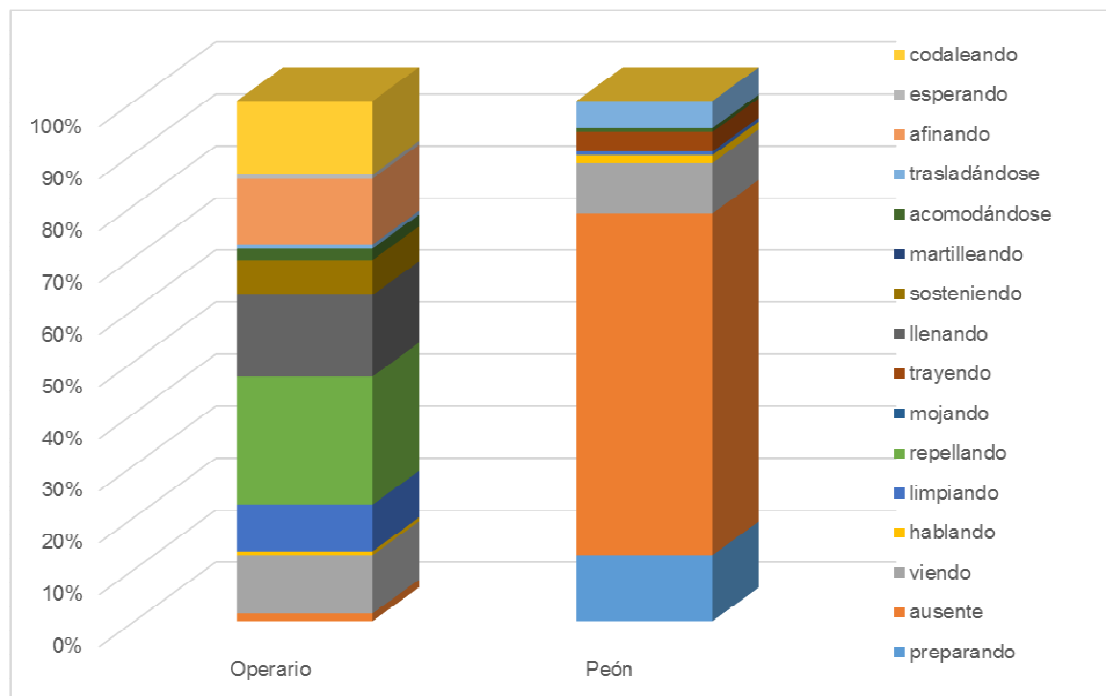


Figura 114.. Gráfico Crew-Balance del proceso

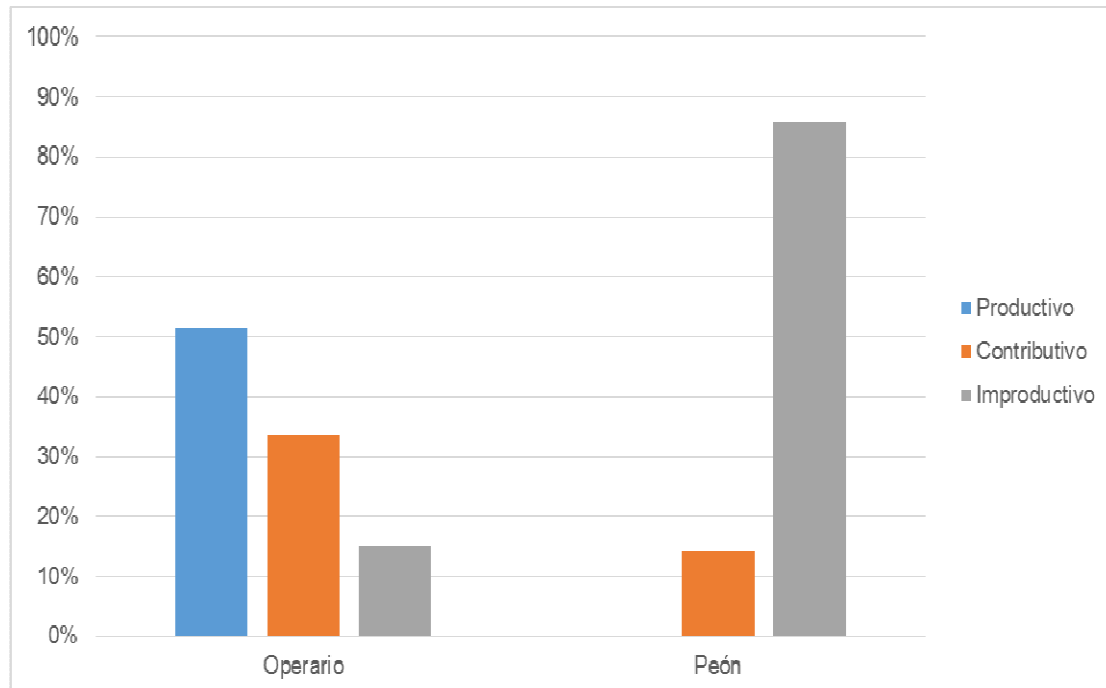


Figura 115. Gráfico de productividad individual

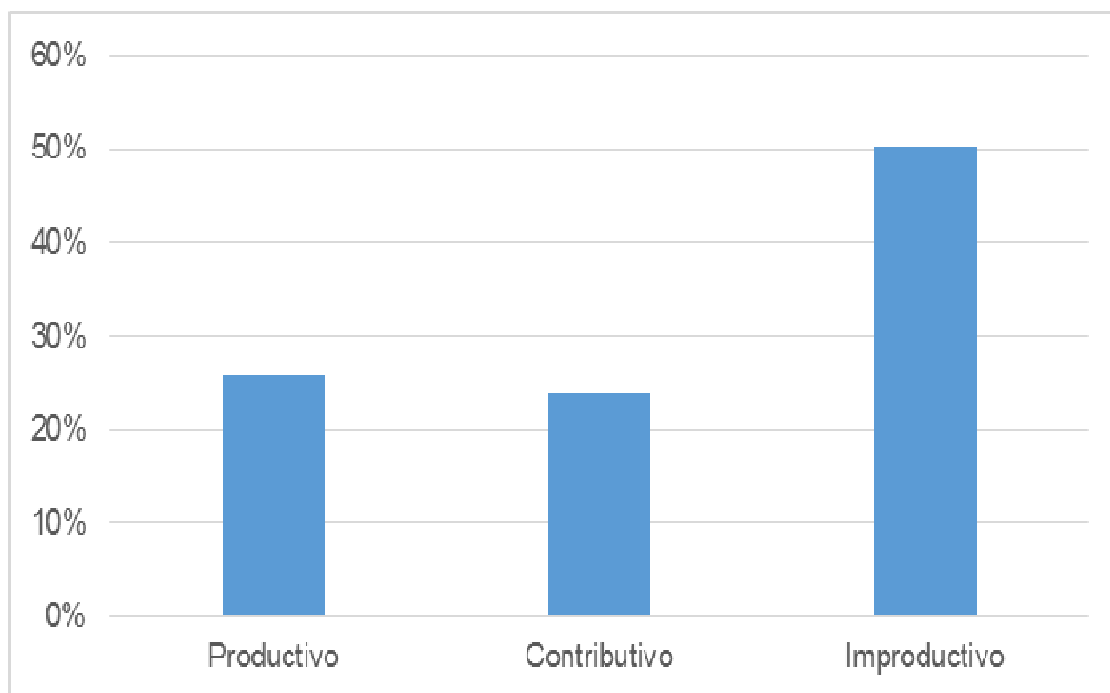


Figura 116. . Gráfico productividad de la cuadrilla

## Muestreo 4 (aplicación de capa de repello)

En esta sección se presentan los resultados del muestreo 4, realizado para este proceso. En el cuadro 89 se pueden observar las condiciones

iniciales del muestreo, así como también el porcentaje de error obtenido para esta medición.

| <b>CUADRO 90. Datos generales del proceso aplicación de la capa de repello, muestreo 4</b> |                |        |          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------|----------|
| Fecha                                                                                      | 23/2/2016      |        |          |
| Hora inicio                                                                                | 9:47:00 a. m.  |        |          |
| Hora fin                                                                                   | 10:13:00 a. m. |        |          |
| N° trabajadores                                                                            | 2              | 1      | operario |
|                                                                                            |                | 1      | peón     |
| Tiempo total (h)                                                                           | 0,8708         | 0,4458 | operario |
|                                                                                            |                | 0,425  | peón     |
| N° de observaciones                                                                        | 209            |        |          |
| % Error                                                                                    | 7              |        |          |
| Temperatura promedio (°C)                                                                  | 25             |        |          |

Por otra parte la figura 117 representa el diagrama de Crew-Balance del proceso, mientras que la figura 118 muestra los resultados de la

productividad individual y por último la figura 119 representa los resultados obtenidos para la productividad global del proceso.

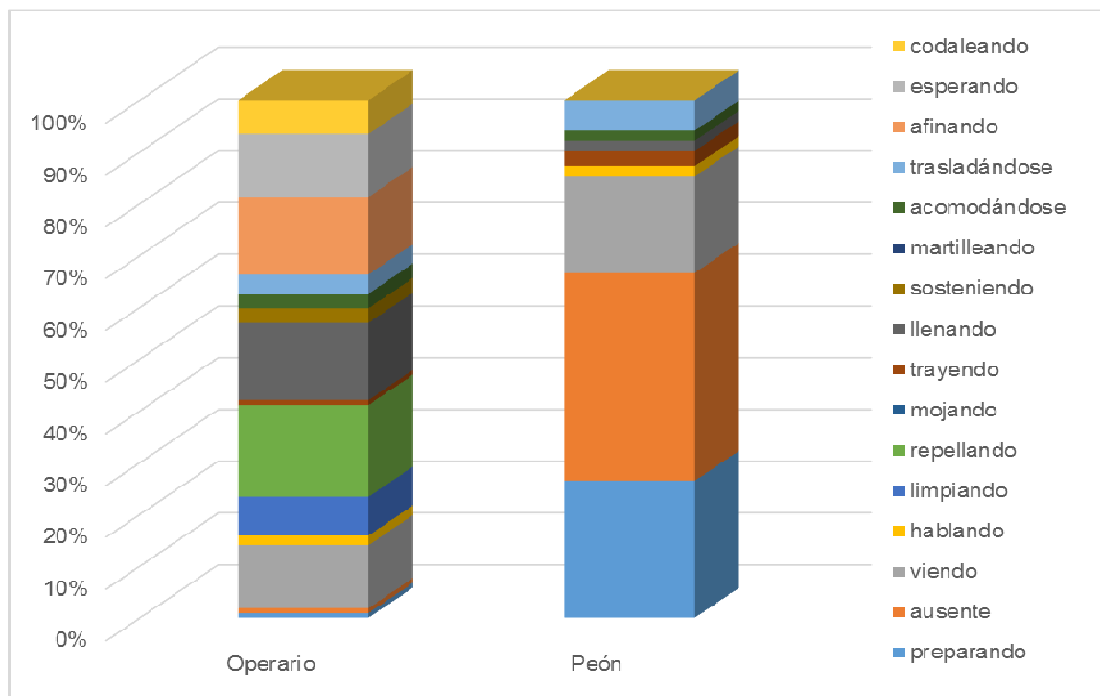


Figura 117. Gráfico Crew-Balance del proceso

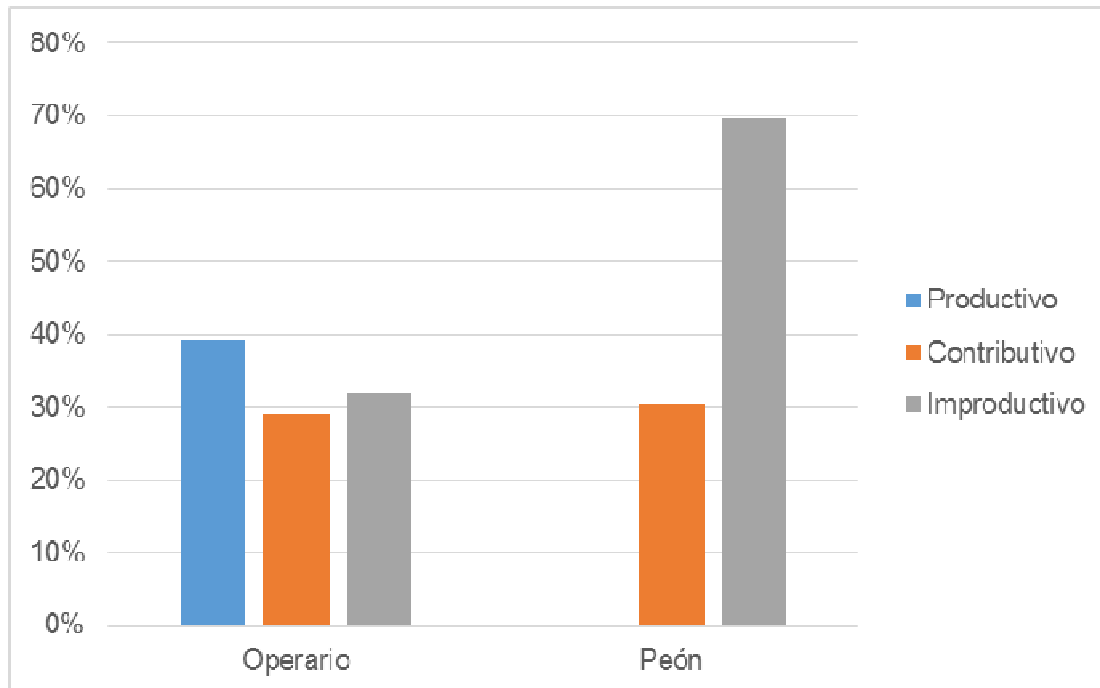


Figura 118. Gráfico de productividad individual

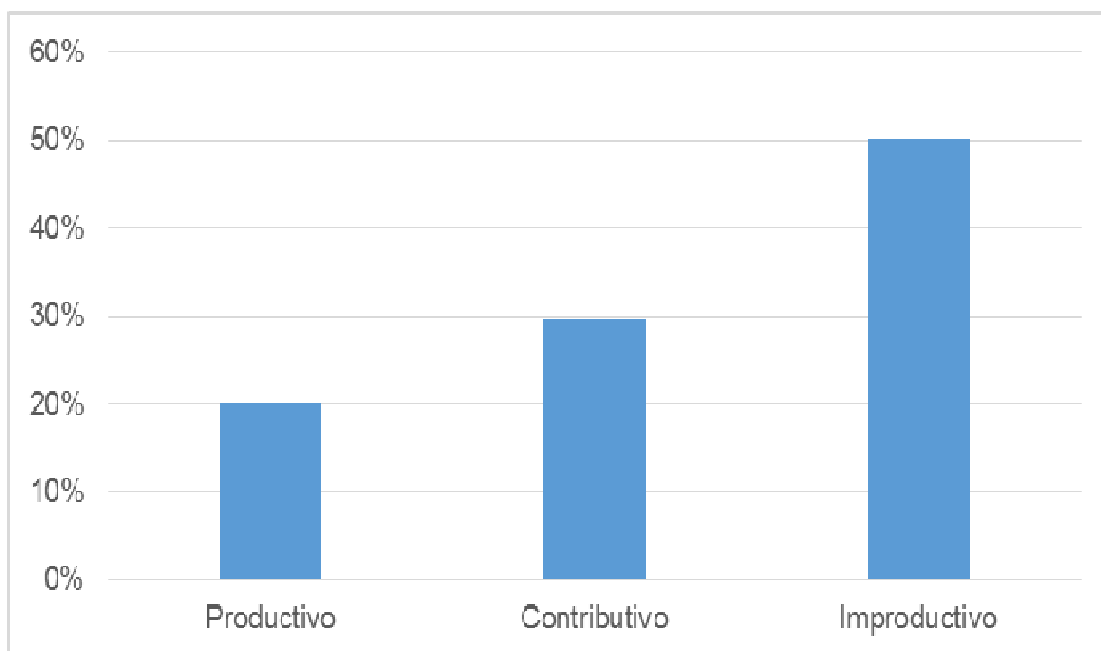


Figura 119. . Gráfico productividad de la cuadrilla

El cuadro 90 presenta la productividad promedio del proceso, mientras que el cuadro 91 el

rendimiento promedio, cada una con su respectiva variación estándar.

| <b>CUADRO 91. Productividad promedio del PROCESO aplicación de capa de repello</b> |     |     |     |     |          |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|----------|---------------------|
| Trabajo/Muestreo                                                                   | 1   | 2   | 3   | 4   | Promedio | Desviación Estándar |
| Productivo                                                                         | 20% | 28% | 26% | 20% | 23,4%    | 0,034%              |
| Contributivo                                                                       | 32% | 23% | 24% | 30% | 27,1%    | 0,037%              |
| Improductivo                                                                       | 48% | 49% | 50% | 50% | 49,5%    | 0,009%              |

| <b>CUADRO 92. Rendimiento de la mano de obra del proceso aplicación de capa de repello</b> |                       |                     |                   |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| Muestreo                                                                                   | Cant. de trabajo (m²) | R.operario (HOp/m²) | R.Peón (HPeón/m²) | R.Cuadrilla (HH/m²) |
| 1                                                                                          | 7,48                  | 0,0746              | 0,0696            | 0,1443              |
| 2                                                                                          | 4,59                  | 0,0508              | 0,0508            | 0,1017              |
| 3                                                                                          | 4,89                  | 0,1142              | 0,1142            | 0,2284              |
| 4                                                                                          | 4,89                  | 0,0912              | 0,0869            | 0,1781              |
| Promedio (HH/m²)                                                                           |                       | 0,0827              | 0,0804            | 0,1631              |
| Desviación Estándar (HH/m²)                                                                |                       | 0,0267              | 0,0269            | 0,0536              |
| Coeficiente de Variación (%)                                                               |                       | 32,32%              | 33,49%            | 32,85%              |
| Factor de incremento                                                                       |                       | 0,12                | 0,12              | 0,12                |
| Rendimiento Final (HH/m²)                                                                  |                       | 0,0926              | 0,0900            | 0,1827              |

# Procedimiento de registro de información

A continuación se presenta una propuesta del procedimiento que debe seguirse para realizar mediciones de productividad y rendimientos,

también se presentan las posibles plantillas de las hojas de registro.

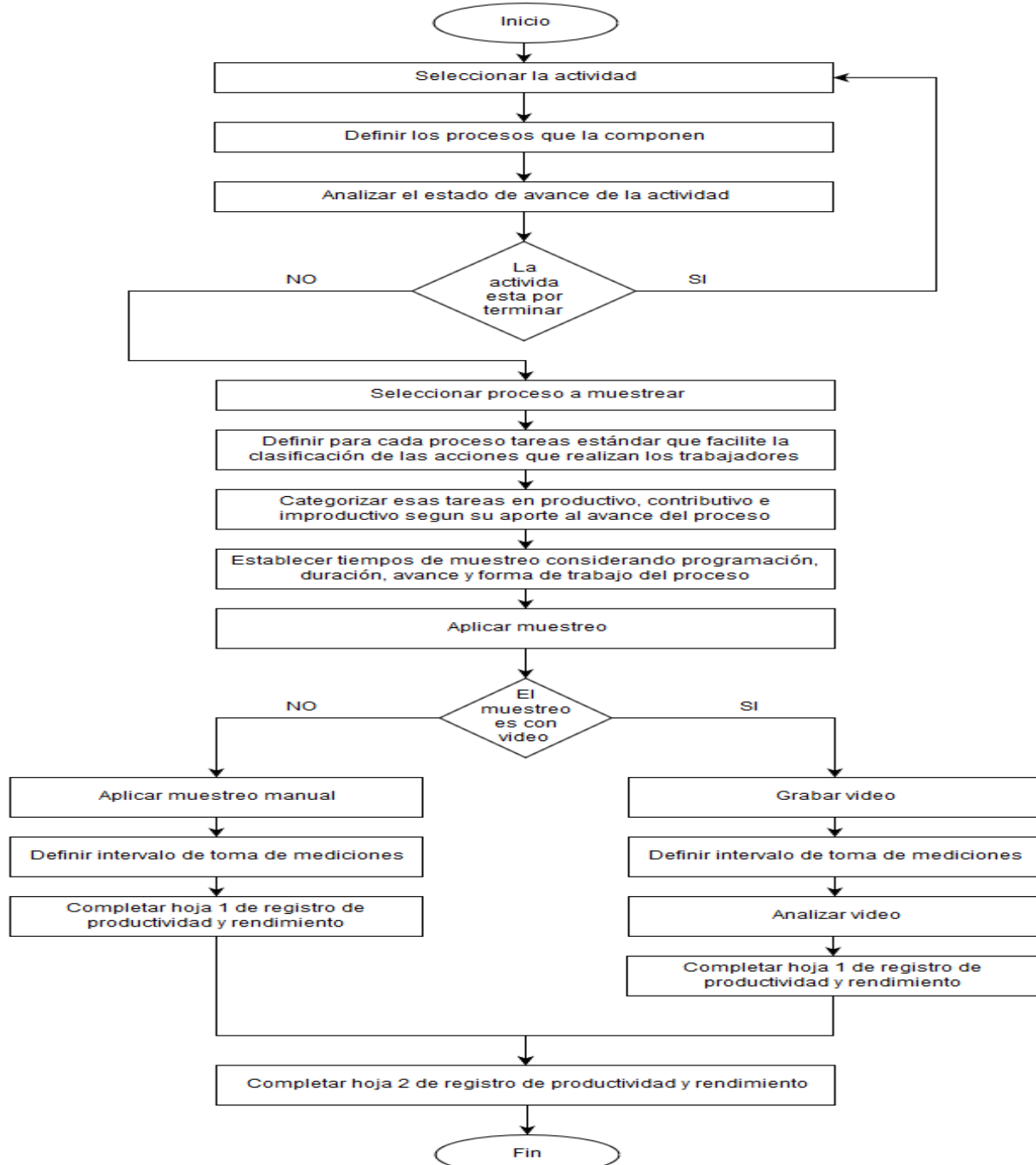


Figura 120. Diagrama de flujo sobre procedimiento para medición de productividad y rendimientos

|            |       |              |       |
|------------|-------|--------------|-------|
| Actividad: | _____ | Fecha:       | _____ |
|            |       | Día de la    | _____ |
|            |       | semana       | _____ |
| Procesos:  | _____ | Hora Inicio: | _____ |
|            | _____ | Hora Fin:    | _____ |
|            | _____ | Cantidad de  | _____ |
|            |       | trabajo:     | _____ |
|            |       | Unidades     | _____ |

[illegible]

**HOJA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTO**  
**HOJA 2**

Muestreo # \_\_\_\_\_

**Productividad**

|       | Trabajador |  |  |  |
|-------|------------|--|--|--|
| Tarea |            |  |  |  |
|       |            |  |  |  |
|       |            |  |  |  |
|       |            |  |  |  |
|       |            |  |  |  |
|       |            |  |  |  |
|       |            |  |  |  |
|       |            |  |  |  |
|       |            |  |  |  |
|       |            |  |  |  |
| Total |            |  |  |  |

|              | Tipo de trabajador |  |  |  |       |           |
|--------------|--------------------|--|--|--|-------|-----------|
| Tipo         |                    |  |  |  | Total | Total (%) |
| Productivo   |                    |  |  |  |       |           |
| Contributivo |                    |  |  |  |       |           |
| Improductivo |                    |  |  |  |       |           |
| Total        |                    |  |  |  |       |           |

**Rendimiento**

| Tipo      | Cantidad de trabajo | Tiempo | Rendimiento<br>(Tiempo/Cantidad de trabajo) |
|-----------|---------------------|--------|---------------------------------------------|
| Operarios |                     |        |                                             |
| Ayudantes |                     |        |                                             |
| Peones    |                     |        |                                             |

*Figura 122.* Hoja de registro 1 para medición de rendimiento y productividad.

# HOJA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTO

## HOJA 1

Actividad: Repello de pared

Fecha: 23/2/2016

Día de la semana: Lunes

Procesos: Aplicación de capa de repello

Hora Inicio: 7:55 a. m.

Hora Fin: 7:58 a. m.

Cantidad de trabajo: 7,48

Unidades: m²

| Tipo de trabajador |            |               |  |  |  |        |
|--------------------|------------|---------------|--|--|--|--------|
| Tiempo             | Operario 1 | Peón 1        |  |  |  | T (°C) |
| 0:00               | llenando   | trayendo      |  |  |  | 23     |
| 0:15               | repellando | trasladándose |  |  |  | 23     |
| 0:30               | llenando   | viendo        |  |  |  | 23     |
| 0:45               | repellando | ausente       |  |  |  | 23     |
| 1:00               | repellando | trayendo      |  |  |  | 23     |
| 1:15               | repellando | trasladándose |  |  |  | 23     |
| 1:30               | afinando   | viendo        |  |  |  | 23     |
| 1:45               | llenando   | ausente       |  |  |  | 23     |
| 2:00               | repellando | ausente       |  |  |  | 23     |
| 2:15               | repellando | trayendo      |  |  |  | 23     |
| 2:30               | llenando   | trasladándose |  |  |  | 23     |
| 2:45               | viendo     | viendo        |  |  |  | 23     |
| 3:00               | llenando   | ausente       |  |  |  |        |
|                    |            |               |  |  |  |        |
|                    |            |               |  |  |  |        |
|                    |            |               |  |  |  |        |

Figura 123. Ejemplo de Hoja de registro 1 llena para medición de rendimiento y productividad.

HOJA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD Y RENDIMIENTO  
HOJA 2

Muestreo # 1

**Productividad**

| Tarea         | Trabajador |        |  |  |
|---------------|------------|--------|--|--|
|               | Operario 1 | Peón 1 |  |  |
| llenando      | 5          | 0      |  |  |
| repellando    | 6          | 0      |  |  |
| viendo        | 1          | 3      |  |  |
| trayendo      | 0          | 3      |  |  |
| trasladándose | 0          | 3      |  |  |
| ausente       | 0          | 4      |  |  |
| afinando      | 1          | 0      |  |  |
|               |            |        |  |  |
|               |            |        |  |  |
|               |            |        |  |  |
| Total         | 13         | 13     |  |  |

| Tipo         | Tipo de trabajador |        |  |  | Total | Total (%) |
|--------------|--------------------|--------|--|--|-------|-----------|
|              | Operario 1         | Peón 1 |  |  |       |           |
| Productivo   | 12                 | 0      |  |  | 12    | 46%       |
| Contributivo | 0                  | 6      |  |  | 6     | 23%       |
| Improductivo | 1                  | 7      |  |  | 8     | 31%       |
| Total        | 13                 | 13     |  |  | 26    | 100%      |

**Rendimiento**

| Tipo      | Cantidad de trabajo | Tiempo (h) | Rendimiento<br>(Tiempo/Cantidad de trabajo) |
|-----------|---------------------|------------|---------------------------------------------|
| Operarios | 7,48                | 0,05       | 0,00668                                     |
| Ayudantes | -                   | -          | -                                           |
| Peones    | 7,48                | 0,05       | 0,00668                                     |

*Figura 124.* Ejemplo de Hoja de registro 2 llena para medición de rendimiento y productividad.

# Factores que afectan la productividad

La figura 123 describe los resultados obtenidos para la segunda pregunta de la encuesta aplicada a los trabajadores, por otra parte la figura 124

presenta los resultados correspondientes a la pregunta 3, mientras que la figura 125 muestra los resultados de la pregunta 4.

## ¿Tiene las instrucciones necesarias para hacer la actividad?

Respondido: 13 Omitido: 0

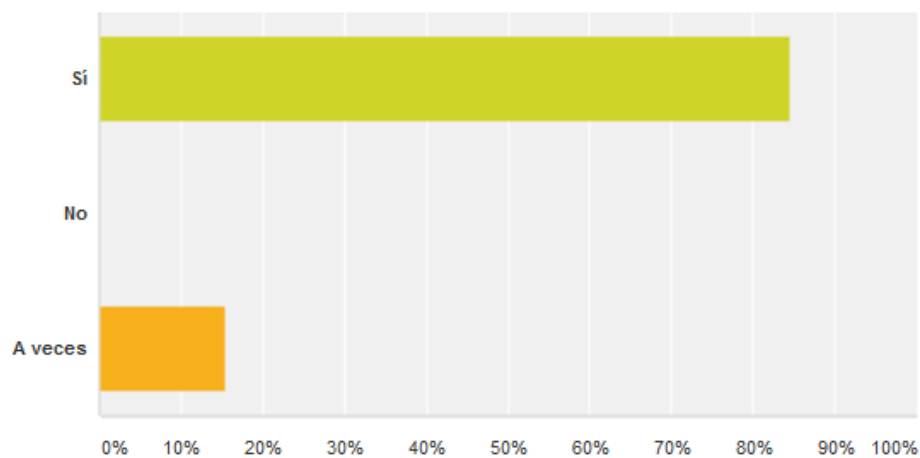


Figura 125. Instrucciones necesarias para hacer la actividad

## ¿Cuenta con los materiales y el equipo necesario para llevar a cabo la actividad?

Respondido: 13 Omitido: 0

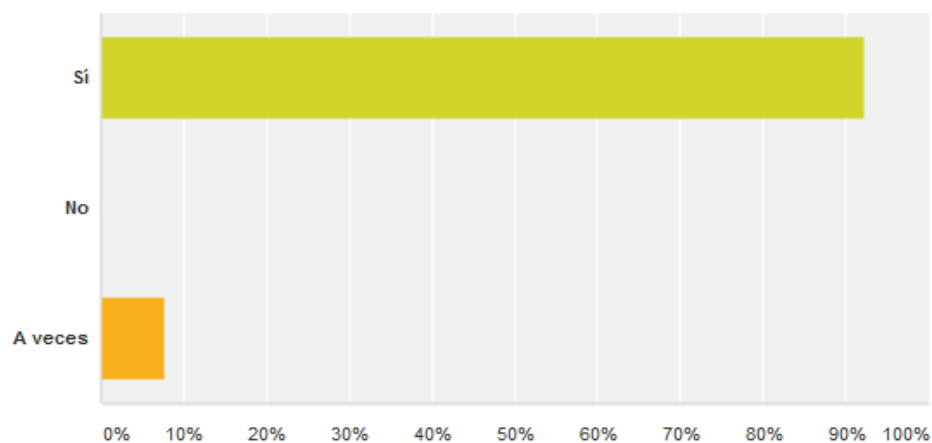


Figura 126. Materiales y equipo

### ¿Cómo considera que es el tamaño de su cuadrilla?

Respondido: 13 Omitido: 0

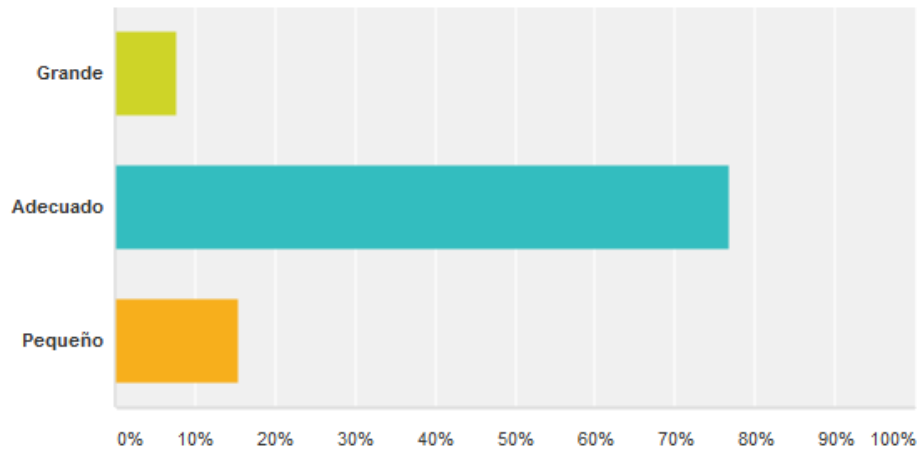


Figura 127. Tamaño de cuadrilla

La figura 126 describe los resultados obtenidos para la pregunta 5 de la encuesta aplicada a los trabajadores, por otra parte la figura 127 presenta

los resultados correspondientes a la pregunta 6, mientras que la figura 128 muestra los resultados de la pregunta 7.

### ¿Cómo es su espacio de trabajo?

Respondido: 13 Omitido: 0

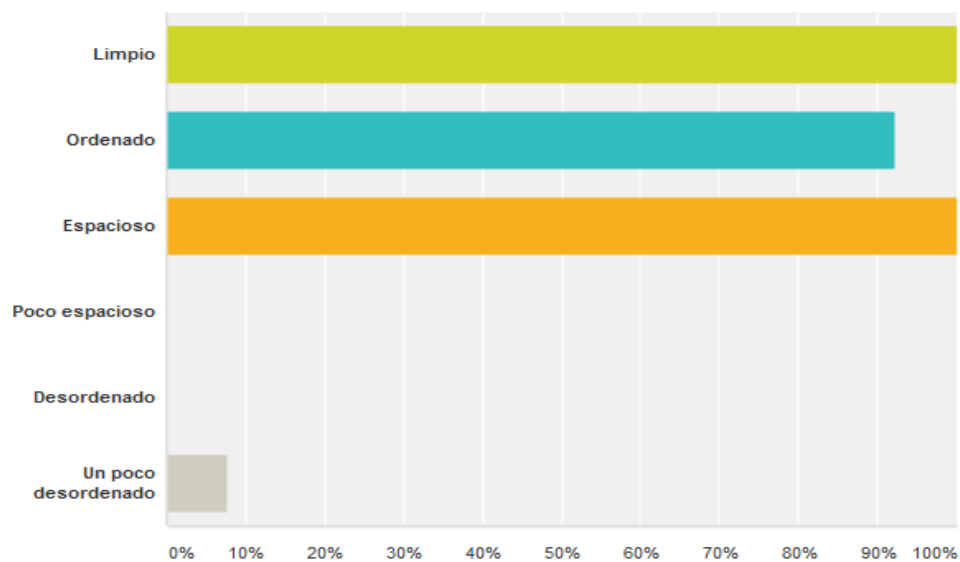


Figura 128. Condiciones de espacio de trabajo

### ¿Cómo es el trato que recibe de sus compañeros y superiores?

Respondido: 13 Omitido: 0

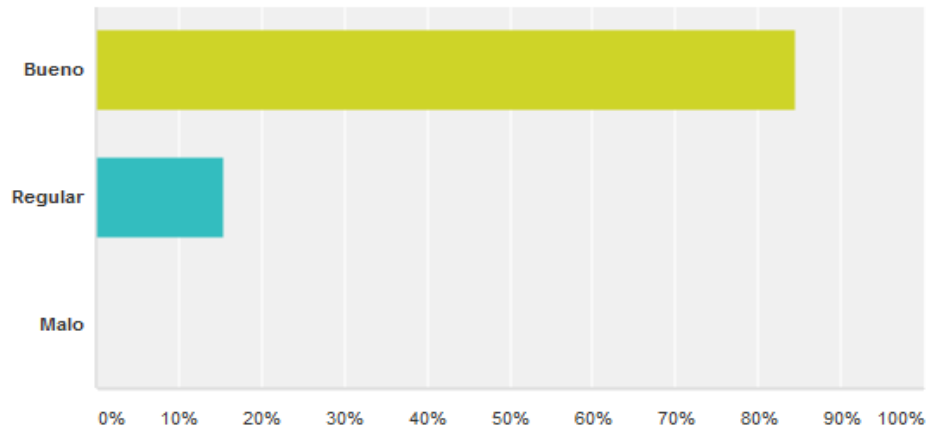


Figura 129. Relación con compañeros y superiores

### De los siguientes factores: ¿Cuáles considera que afectan de forma negativa las actividades en la construcción?

Respondido: 13 Omitido: 0

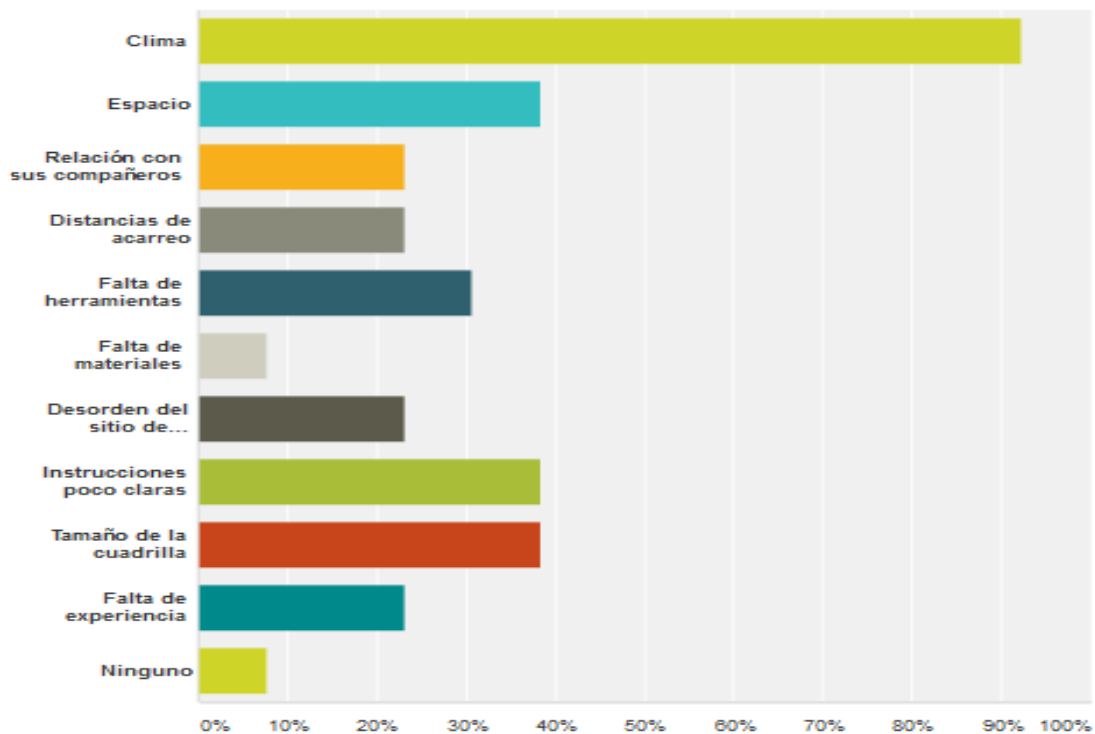


Figura 130. Listado de factores que afectan la productividad

# Base de datos

Para efecto de documentar los datos de rendimientos y productividades obtenidos durante el desarrollo del proyecto y a la vez con el objetivo de que la oficina de ingeniería tenga información se desarrolló una base de datos en Microsoft Access 2013. Además sirve como una herramienta de cálculo del costo de mano de obra y está compuesta por:

- ❖ Menú principal
- ❖ Formulario de ingreso de nuevos proyectos
- ❖ Informe de proyectos
- ❖ Formulario de ingreso de nuevas actividades
- ❖ Informe de actividades
- ❖ Formulario de ingreso de nuevos procesos
- ❖ Informe de procesos
- ❖ Calculo de mano de obra
- ❖ Informe de cálculos de mano de obras



Figura 131. Menú principal

# Ingreso de Nuevos Proyectos

TEC

Tecnológico de Costa Rica

**Id Proyecto:**

**Proyecto:**

**N°licitación:**

**Empresa:**

**Area (m^2):**

**Monto:**

**Fecha de inicio:**

**Descripción:**

Nuevo

Guardar

Eliminar

Cerrar

Figura 132. Formulario de ingreso de nuevos proyectos

| Proyectos                                                                                               |    |               |                  |            |                    |                                                                                                  | <div> <div>TEC</div> <div>Tecnológico de Costa Rica</div> </div> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------------|------------------|------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Proyecto                                                                                                | ID | Licitación    | Empresa          | Area (m^2) | Monto              | Descripción                                                                                      | Fecha de inicio                                                  |
| Núcleo Integrado de Diseño                                                                              | 1  | 2015LPN-0003- | Navarro y Aviles | 2142       | C1.349.091.217.310 | Edificio de 2 niveles para uso de aulas y oficinas, construido con concreto armado y mampostería | 26/10/2015                                                       |
| <div> <div>lunes, 18 de abril de 2016</div> <div>Imprimir informe</div> <div>Página 1 de 1</div> </div> |    |               |                  |            |                    |                                                                                                  |                                                                  |

Figura 133. Informe de proyectos

# Ingreso de Nuevas Actividades

Id Actividad:

Actividad:

Id Proyecto:

Nuevo

Guardar

Eliminar

Cerrar

Figura 134. Formulario de ingreso de nuevas actividades

## Actividades

| Proyecto                              | Id Actividad | Actividad                 |
|---------------------------------------|--------------|---------------------------|
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | 7            | Repello                   |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | 6            | Contrapiso                |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | 5            | Cubierta de techo         |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | 4            | Clavadores                |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | 3            | Cordon y caño en concreto |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | 2            | Aceras en concreto        |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | 1            | Adoquin                   |

martes, 19 de Abril de 2016

Imprimir informe

Página 1 de 1

Figura 135. Informe de actividades

# Ingreso de Nuevos Procesos

TEC | Tecnológico de Costa Rica

|                       |                                       |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Id Procesos:          | 16                                    |
| Proceso:              | Colocacion de adoquines               |
| Id Proyecto:          | Nucleo Integrado de Diseño Industrial |
| Id Actividad:         | Adoquin                               |
| Rendimiento operario  | 0,059                                 |
| Rendimiento ayudante: | 0,093                                 |
| Rendimiento peón:     | 0,037                                 |

Nuevo

Guardar

Eliminar

Cerrar

Figura 136. Formulario de ingreso de nuevas actividades

## Procesos

TEC | Tecnológico de Costa Rica

| Proyecto                              | Actividad                 | Proceso                                   | ID | R.operario | R.ayudante | R.peón |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|----|------------|------------|--------|
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | Adoquin                   | Colocacion de adoquines                   | 2  | 0,059      | 0,093      | 0,037  |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | Adoquin                   | Elaboracion de cama de arena              | 1  | 0,016      | 0,019      | 0,011  |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | Aceras en concreto        | Colado y acabado preliminar de superficie | 4  | 0,037      | 0          | 0,069  |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | Aceras en concreto        | Colocacion de armadura                    | 3  | 0,078      | 0          | 0,146  |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | Cordon y caño en concreto | Colado y acabado preliminar de superficie | 5  | 0,326      | 0,1        | 0      |
| Nucleo Integrado de Diseño Industrial | Clavadores                | Añadido y colocacion de clavadores        | 8  | 0,067      | 0          | 0      |

Figura 137. Informe de procesos

## Consulta de Costo de Mano de Obra

TEC | Tecnológico de Costa Rica

|                        |                                                                    |                      |                                      |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| N° Consulta:           | <input type="text" value="2"/>                                     | Cantidad de Trabajo: | <input type="text" value="150"/>     |
| Proyecto:              | <input type="text" value="Núcleo Integrado de Diseño Industrial"/> | HH operario:         | <input type="text" value="¢1.400"/>  |
| Actividad:             | <input type="text" value="Contrapiso"/>                            | HHayudante:          | <input type="text" value="¢1.314"/>  |
| Proceso:               | <input type="text" value="Colado con bomba telescópica y acabad"/> | HH peón:             | <input type="text" value="¢1.100"/>  |
| Rendimiento operario : | <input type="text" value="0,041"/>                                 | HH/trabajo           |                                      |
| Rendimiento ayudante:  | <input type="text" value="0,021"/>                                 | HH/trabajo           |                                      |
| Rendimiento peón:      | <input type="text" value="0,072"/>                                 | HH/trabajo           |                                      |
|                        |                                                                    | MO operario:         | <input type="text" value="¢8.610"/>  |
|                        |                                                                    | MO ayudante:         | <input type="text" value="¢4.139"/>  |
|                        |                                                                    | MO peón:             | <input type="text" value="¢11.880"/> |
|                        |                                                                    | MO Total:            | <input type="text" value="¢24.629"/> |

Nuevo

Guardar

Eliminar

Cerrar

Figura 138. Formulario para cálculo de mano de obra

## Mano de Obra

TEC | Tecnológico de Costa Rica

| Proyecto                              | Actividad          | Proceso                                           | C.Trabajo | C.operario | C.Ayudante | C.Peón  | C.Total |
|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|-----------|------------|------------|---------|---------|
| Núcleo Integrado de Diseño Industrial | Aceras en concreto | Colocacion de armadura                            | 150       | ¢16.380    | ¢0         | ¢24.090 | ¢40.470 |
| Núcleo Integrado de Diseño Industrial | Contrapiso         | Colado con bomba telescópica y acabado preliminar | 150       | ¢8.610     | ¢4.139     | ¢11.880 | ¢24.629 |

martes, 19 de Abril de 2016

Imprimir informe

Página 1 de 1

Figura 139. Informe de mano de obra

# Análisis de los resultados

## Selección de actividades

Los proyectos de construcción varían mucho entre sí, por lo que las actividades que son consideradas importantes en uno no lo son en otro. En muchas ocasiones no se tiene el conocimiento ni la experiencia suficiente para determinar a cuales actividades darles un mayor énfasis, pues su atraso perjudicaría a todo el proyecto. Por lo que es mejor aplicar herramientas ingenieriles y de administración como el principio de Pareto, el sistema ABC, 123 y alpha-beta-gamma para ayudar en la selección de estas actividades por medio de la combinación de los criterios de costo y criticidad.

En el cuadro 2 se observan los resultados de aplicar Pareto y ABC al presupuesto, en él se puede ver que hay catorce actividades clasificadas como de alta importancia, las cuales a su vez pertenecen a diferentes áreas como lo son la estructural, la arquitectónica, la eléctrica y la mecánica. Lo anterior nos evidencia que no existe solamente un área en la que se concentra la mayor importancia del proyecto, por lo que se debe dedicar la misma atención a resolver los problemas que se presenten en cada una de ellas.

Aquellas actividades clasificadas como A en el cuadro 2 que estuvieran finalizadas o que pertenecieran a las áreas eléctricas y mecánicas fueron descartadas, estas últimas debido a que se salen de la formación principal de un ingeniero en construcción. Por otra parte en el cuadro 3 se muestran los resultados de aplicar otra vez Pareto, ABC y 123 a las actividades que fueron clasificadas como A en el cuadro 2, sin contemplar aquellas que fueron descartadas por las razones anteriormente descritas.

En el cuadro 4 se presentan los resultados de aplicar alpha-beta-gamma a las actividades presentes en el cuadro 3, se puede observar que hay cinco actividades clasificadas como alpha, que son obras exteriores del edificio, estructura de techos, paredes y acabados, pisos y ventanería. Lo cual quiere decir que desde el punto de vista de costo y criticidad estas son las más importantes dentro del proyecto, sin considerar aquellas actividades que fueron descartadas por los motivos anteriormente expuestos, y por tanto se le deben aplicar los estudios de medición de productividad y rendimiento. Por otro lado las dos actividades restantes que son contrapiso y las puertas, entran dentro de la categoría beta cuyo significado es que su importancia es media. Debido a que algunas de las actividades alpha no comenzaron durante el período en que se realizaron las mediciones, estas tuvieron que ser descartadas por lo cual también se analizó la actividad de contrapiso cuya clasificación es beta y se encontraba en proceso.

## Actividades seleccionadas

En esta sección se discutirá sobre los resultados de productividad obtenidos para las diferentes actividades.

### Adoquín en parqueo

Para esta actividad se analizaron los procesos de elaboración de la cama de arena y la colocación de los adoquines. La mano de obra encargada de realizar esta actividad era subcontratada y se realizaron tres muestreos para cada uno de los procesos.

## Elaboración de la cama de arena

El muestreo 1 de este proceso fue ejecutado por una cuadrilla de cuatro trabajadores conformada por dos operarios y dos ayudantes a una temperatura de 28°C según como se observa en el cuadro 8.

Por otra parte, la figura 8 ilustra como distribuyeron cada uno de los trabajadores sus tareas durante el periodo de medición. En él se puede determinar que un gran porcentaje de tiempo lo dedican a ver lo que están haciendo los otros trabajadores y a charlas entre ellos, la mayoría de las veces estas conversaciones eran sobre temas que no tenían ninguna relación con el trabajo.

Además se puede observar que el tiempo dedicado a estas tareas es mayor en el operario 1 y ayudante 1, por lo que el operario 2 y ayudante 2 se llevan la mayor carga de trabajo. Lo anterior se ve respaldado en la figura 9, donde se puede observar que los niveles de trabajo improductivo del operario y ayudante 1 sobrepasan el 60%, mientras que en los otros dos trabajadores este llega hasta un 50%, el cual también es un valor alto, pero se ve compensando por los valores de trabajo productivo y contributivo que es mucho mayor que en los dos primeros trabajadores.

Al promediar los resultados de la productividad individual para obtener los valores de productividad global como se puede observar en la figura 10, que estos son casi idénticos a los valores típicos, debido a que la improductividad casi alcanza un 60%, mientras que la suma de los otros dos tipos de trabajo apenas alcanza a superar el 40%. Estos niveles de improductividad eran esperados, según lo que se pudo ver durante las mediciones, ya que como se mencionó anteriormente, estos trabajadores desperdiciaban mucho el tiempo en ver y conversar.

El comportamiento de los niveles de productividad en el muestreo 2, según lo que se muestra en la figura 13, empeoraron ya que el nivel de improductividad llega casi a un 70%, lo que provoca que la sumatoria de trabajo productivo y contributivo disminuya en un 10%. Estos valores pudieron haber sido provocados por factores como el aumento del tamaño de la cuadrilla, ya que según lo que se describe en el cuadro 9 se pasó de cuatro a seis trabajadores. Este aumento en el personal además, ocasionó

que los niveles de improductividad individual se dispararan, según lo que se ilustra en el figura 12, estos valores llegan por encima del 60% y en uno de los casos alcanza hasta el 80%. La única mejora que se observa es que el trabajo productivo y contributivo a pesar de que disminuyó en el valor de productividad global se distribuyó más equitativamente entre los trabajadores.

En cuanto a cómo estuvo dividida la jornada, la figura 11, presenta que al igual que en el muestreo anterior estos trabajadores desperdiciaron mucho tiempo de ella en ver y observar, así como en otras tareas clasificadas como improductivas. Lo cual está provocando los niveles de productividad bajos.

Para el muestreo 3, según lo que se describe en el cuadro 10, se disminuyó el tamaño de la cuadrilla a sólo tres trabajadores, tamaño muy similar al usado en el muestreo 1. En este caso según lo que ilustra la figura 14, la jornada de trabajo estuvo dominada por tareas improductivas como por ejemplo ver, hablar y ausentarse. Las ausencias se dieron principalmente por ir a la bodega de materiales e idas al baño.

En cuanto a los niveles de productividad individual, en la figura 15, se puede observar que al igual que en los muestreos anteriores la improductividad es alta, casi de un 60% para los trabajadores, lo cual era un resultado esperado por como estuvo distribuida la jornada. En lo referente a la productividad global la figura 16 indica que se obtuvo aproximadamente un 31% de trabajo productivo, un 5% de trabajo contributivo y un 64% de trabajo improductivo, estos valores al igual que los otros muestreos se encuentran dentro de los valores típicos de productividad en la construcción.

Al promediar los resultados obtenidos de los muestreos anteriores se puede determinar la productividad promedio del proceso, que según lo presentado en el cuadro 11 estos serían de 30,3% para trabajo productivo, 6,3% de trabajo contributivo y un 63,4% de trabajo improductivo. Además para estos datos se calculó la desviación estándar, la cual da valores inferiores a 0,06% esto es un indicador de que los resultados de los muestreos son cercanos a la línea de tendencia central.

En el cuadro 12 se indican los rendimientos obtenidos para cada uno de los muestreos, en él se puede observar que la

cantidad de trabajo o avance es muy similar, a pesar de eso los rendimientos muestran mucha variación entre sí, de ahí que el coeficiente de variación sea de un 40%. Al final el valor promedio de rendimiento de la cuadrilla contemplando el factor de incremento es de 0,04655 HH/m<sup>2</sup>.

Una propuesta de mejora para este proceso sería reducir la cuadrilla a tres trabajadores, de los cuales uno sería un operario otro un ayudante y por último un peón, ya que según lo que se pudo observar en los resultados usar más trabajadores aumenta los niveles de improductividad.

## Colocación de adoquines

Para este proceso se realizaron 3 muestreos, en el primero de ellos según lo descrito en el cuadro 14, se contaba con cinco trabajadores, dos operarios y tres ayudantes, la temperatura era aproximadamente de 28°C. Bajo estas condiciones según lo que se indica en la figura 17, para el operario 1 predomina la tarea de colocación del adoquín mientras que para los otros trabajadores la tarea productiva a la cual le dedican más tiempo es a la de preparar, la cual entre sus acciones contempla apilar los adoquines para su colocación. También se puede observar que las tareas como ver, hablar y ausentarse vuelven a abarcar un tiempo significativo en la jornada.

La figura 18 presenta el gráfico de productividad de cada trabajador, en él se puede observar que los niveles de productividad de los operarios podrían decirse que se encuentran dentro de los rangos normales, debido a que el trabajo productivo y el contributivo supera el 50%. Este comportamiento no se repite para los ayudantes, en ellos los niveles de productividad tienden a estar dentro de los valores esperados que son 40% de trabajo productivo y contributivo, mientras que del improductivo es un 60%, este porcentaje es provocado por la cantidad de tiempo que gastan en hablar, ver y ausentarse. Además en esta figura se puede observar que el trabajo productivo se concentra principalmente en el operario 1, mientras que los otros trabajadores realizan mucho trabajo contributivo y esto se debe a que el operario 1 era quien, la mayoría del tiempo se encargaba de colocar los adoquines en su posición final.

Lo anterior también se vio reflejado al obtener los niveles de productividad global, pues como se muestra en la figura 19, el porcentaje de trabajo contributivo supera en aproximadamente un 20% al porcentaje de trabajo productivo. Por otra parte el porcentaje de improductividad fue apenas superior al 50%, provocando para este caso que los niveles de productividad queden casi con una relación equitativa de 50-50.

En el muestreo 2 este proceso fue ejecutado por seis trabajadores según como se indica en el cuadro 15 y a diferencia del muestreo anterior la temperatura fue de 25°C. La distribución de la jornada de trabajo (figura 20) tuvo un comportamiento parecido al muestreo anterior pues para el operario 1 predomina en la parte productiva la tarea de colocando mientras que en los demás con excepción del ayudante 1, predomina la tarea contributiva de preparando. Esto debido a que se repite la situación presente en el muestreo 1. En cuanto a las tareas improductivas las que mayor peso representan durante la jornada son las de ver y hablar pero se puede notar una leve disminución en el tiempo que se le dedica.

Al sacar la productividad para cada trabajador, se puede notar una leve mejoraría en los valores respecto a los obtenidos en el muestreo 1, pues como se indica en la figura 21, se observa un aumento en el porcentaje correspondiente al trabajo contributivo lo que provoca que este se equipare o supere al valor obtenido para trabajo improductivo. La excepción a este comportamiento son el ayudante 1 y 3, pues según los resultados estos presentan una improductividad mayor al 60%.

Lo anterior se ve reflejado al determinar la productividad global, ya que la forma de calcularla es mediante el promedio de las productividades individuales, la situación anterior provoca que los resultados obtenidos sean similares a los que se presentan en el muestreo 1, esto se ilustra de mejor forma en la figura 22.

El comportamiento de los niveles de productividad en el muestreo 3, según lo que se muestra en la figura 25, aumentaron pues la sumatoria del trabajo productivo y contributivo es aproximadamente de un 60% por lo que el trabajo improductivo llega a tener un valor del 40%. Estos resultados indican que para este muestreo la productividad fue buena en comparación al muestreo anterior y es que según lo que se evidencia en la figura 23, el porcentaje de tiempo

que los trabajadores dedican a tareas improductivas disminuyó un poco en comparación con los muestreos anteriores, esto probablemente se debió a que ese día se contaba con una persona que supervisaba las labores.

Por otra parte al determinar la productividad de cada trabajador se puede observar en la figura 24, que en la mayoría de los trabajadores los niveles de trabajo productivo o contributivo superan en un 20% los porcentajes obtenidos para trabajo improductivo. Al igual que los muestreos anteriores se mantiene que el operario 1 realiza la mayoría del trabajo productivo.

Al promediar los resultados obtenidos de los muestreos anteriores se puede determinar la productividad promedio del proceso que según lo presentado en el cuadro 17 estos serían de 15,3% para trabajo productivo, 35,2% de trabajo contributivo y un 49,2% de trabajo improductivo.

En el cuadro 18 se indican los rendimientos obtenidos para cada uno de los muestreos, en él se puede observar que la cantidad de trabajo o avance es muy similar, a pesar de eso los rendimientos muestran variación entre ellos, lo cual se deba posiblemente a los diferentes tamaños y configuraciones de las cuadrillas. Al final se obtuvo, que para este proceso el valor promedio del rendimiento de la cuadrilla contemplando el factor de incremento es de 0,1885 HH/m<sup>2</sup>.

Para este proceso al igual que en el anterior una propuesta de mejora se enfocaría en el tamaño de la cuadrilla y en la distribución del personal, esto basado en lo que se pudo observar en los muestreos y los resultados obtenidos, en donde en la mayoría de los casos los porcentajes de improductividad por trabajador eran muy altos

## **Aceras en concreto**

Para esta actividad se analizaron los procesos de colocación de la armadura, colado y acabado preliminar de la superficie. Estos dos últimos procesos se analizaron de forma conjunta debido a que se realizaban de manera paralela. La mano de obra encargada de realizar esta actividad pertenecía a la empresa y no se pudieron tomar muchos muestreos pues la actividad estaba muy avanzada.

## **Colocación de la malla electrosoldada**

En lo referente a este proceso solamente se pudo realizar un muestreo, según lo que se describe en el cuadro 23, la cuadrilla estaba formada por tres personas, un operario y dos peones. Además fue ejecutada a una temperatura de 26°C.

De la figura 29, se puede observar que el operario es quien tiene una distribución de su jornada más variada, pero el tiempo que dedica a las tareas clasificadas como productivas es pequeño en comparación con el dedicado a las improductivas. Por otra parte en los peones predominan las tareas productivas como por ejemplo colocar y preparar, lo cual beneficiaría los niveles de productividad.

Lo anterior se ve reflejado en la figura 30, ya que se puede observar que los peones tienen mejores niveles de productividad debido a que fueron quienes desperdiciaron menos tiempo en tareas improductivas. Por otra parte el operario tiene una improductividad que supera el 50%.

Con lo anterior se podría determinar que la cuadrilla estaba mal configurada, pues si se utilizaba sólo un operario y un peón probablemente la distribución de las tareas hubiera sido mejor y por consiguiente se disminuirían los niveles de improductividad.

Aun con las condiciones pasadas, la productividad global dio resultados que pueden considerarse bastante buenos debido a que la sumatoria de trabajo productivo y contributivo es casi del 60%, lo cual sobrepasa los valores de productividad típicos de la construcción.

En cuanto al rendimiento para este proceso fue de 0,2241 HH/m<sup>2</sup>, este valor incluye el factor de incremento, para este caso no se puede determinar si el resultado es bueno o malo pues no se cuenta con información con el cual realizar una comparación, por lo que se necesitaría aumentar el número de muestreos.

## **Colado y acabado preliminar de la superficie de acera.**

Para este proceso el colado se hizo por medio de descarga directa desde la chompipa, según lo que se describe en el cuadro 26 para el muestreo 1 la cuadrilla de trabajo estaba formada por tres

trabajadores, un operario y dos peones. En la figura 32 se puede observar que en los trabajadores las tareas clasificadas como improproductivas representan grandes porcentajes de tiempo durante la jornada, lo cual nos indica que las tareas como hablar, ver y ausentarse se repiten varias veces. En esta caso las ausencias eran provocadas por el acarreo de los materiales o porque eran reasignados a otras labores dentro del proyecto. Por otra parte también se puede observar que en lo referente a las tareas productivas en el caso del operario 1 predominan el afinado, codaleado y vibrado, mientras que por su puesto de trabajo, los peones se encargaban principalmente de palear y posteriormente se enfocaban solo en tareas contributivas.

En la figura 33 que presenta el gráfico de productividad individual de la cuadrilla, se puede determinar que es en el operario donde recae el mayor peso de trabajo ya que los peones presentan porcentajes de improproductividad muy altos, que superan el 60%. Lo anterior era esperado se apreciaba que los peones desperdiciaron mucho tiempo.

Esa situación tuvo un impacto al momento de calcular la productividad global (figura 34) ya que al tener dos trabajadores con improproductividades altas, la productividad global disminuye y es por esto que al final la sumatoria de trabajo productivo y contributivo se encuentra por debajo del 40%, esto significa que los resultados pueden considerarse como malos pues se encuentran por debajo de los valores críticos.

Para el muestreo 2, según lo que se describe en el cuadro 27, el tamaño de la cuadrilla se mantuvo igual al muestreo anterior, la única diferencia fue su configuración que consistió en dos operarios y un ayudante. Al presentar esta variación según lo que se aprecia en la figura 36 los niveles de improproductividad se redujeron levemente ya que ahora apenas superan el 50%, además se muestra una distribución más equitativa del trabajo.

Esta repartición se ve de mejor forma en la figura 35, pues en ella se indica que los trabajadores dedicaron mayor cantidad de tiempo a las actividades productivas. Pero al igual que en los procesos anteriores a las tareas improproductivas como ver, hablar y ausentarse se les sigue dedicando un tiempo considerable.

Parece ser que esta configuración de cuadrilla mejoró los niveles de productividad

global ya que según lo que se muestra en la figura 37 se alcanzó una relación de 50-50 entre la sumatoria de trabajo productivo y contributivo y el porcentaje de trabajo improproductivo.

Al final con los datos anteriores se puede determinar que para este proceso los niveles de productividad según el cuadro 28, son un 39,04% de trabajo productivo, un 5% de trabajo contributivo y un 55,96% de improproductivo. La desviación estándar da como máximo un 0,0193% lo cual se puede interpretar como que el conjunto de datos no se dispersa mucho de la línea de tendencia central. Por otra parte una forma de optimizar el proceso sería mediante un cambio en la configuración de la cuadrilla, pues como se pudo observar en el muestreo 2, un cambio en ese sentido provocó que los niveles de improproductividad se redujeran.

Para los rendimientos presentados en el cuadro 29, sucede algo similar a la situación anterior. La única diferencia es en cuanto al avance presente en cada uno de los muestreos, pero esto pudo deberse principalmente a las distintas configuraciones de las cuadrillas. El rendimiento final para este proceso fue de 0,01064 HH/m<sup>2</sup>.

## **Cordón y caño en concreto**

Para esta actividad se analizaron los procesos de colado y acabado preliminar de la superficie. Estos procesos se analizaron de forma conjunta debido a que se realizaban de manera simultánea. La mano de obra encargada de realizar esta actividad pertenecía a la empresa y no se pudieron tomar muchos muestreos ya que al momento de realizar las mediciones el proceso se encontraba muy avanzado.

## **Colado y acabado preliminar de la superficie de cordón y caño**

Para este proceso se realizaron dos muestreos, en el cuadro 33 se describen las condiciones iniciales del muestreo 1, entre las cuales se destaca que la cuadrilla estuvo formada por tres trabajadores y se ejecutó a una temperatura aproximada de 30°C.

En estas condiciones según lo que se ilustra en el gráfico de Crew balance (figura 40)

los operarios dedicaron gran parte del tiempo a las tareas productivas en mayor medida a la de afinado, por otra parte, en el ayudante no se repite este comportamiento ya que a pesar de que si dedica parte de su jornada a las tareas productivas es mayor el tiempo en el cual se dedicó a acciones improductivas como por ejemplo ver, hablar o ausentarse. La mayoría de los porcentajes de ausencia que se presentan en el gráfico son producto de las distancias de acarreo que a pesar de que son cortas se repiten constantemente, por lo que una medida para disminuir esos tiempos es tener todos los materiales antes de iniciar el proceso.

Debido a lo anterior se podría decir que la distribución de las cargas de trabajo no es equitativa y esto se confirma al revisar la figura 41 que presenta los porcentajes de productividad individual, en él se indica que los operarios tienen una excelente productividad pues la sumatoria del trabajo productivo y contributivo es superior al 60%, mientras que para el ayudante, estos mismos parámetros no llegan a superar el 40%. Lo anterior puede deberse a la naturaleza del proceso, ya que se necesitaba una mano de obra más especializada.

Con estos resultados de productividad individual al promediarlos para determinar la global, la productividad se ve afectada en sus resultados por la improductividad asociada al ayudante, aun así los valores están por encima de los típicos ya que solamente el productivo da superior al 50% según lo que se indica en la figura 42, por lo que se puede decir que se tuvo una productividad alta si se compara con procesos anteriores.

En cuanto al muestreo 2, este tiene una particularidad, ya que según lo que se presenta en el cuadro 34, este fue ejecutado por cinco trabajadores, lo que es necesario aclarar es que tres de ellos se encontraban concentrados en un área y los otros dos en otra, por lo que al momento de calcular los rendimientos se tienen dos datos que pertenecen a cada una de las sub cuadrillas.

En la figura 43 que contiene el gráfico de Crew-balance se puede observar que la tarea productiva a la cual se le dedico más tiempo fue a afinar mientras que en el caso de la improductiva esta varía de un trabajador a otro. Por ejemplo en los operarios 1 y 2 predomina la tarea de hablar, en el ayudante las ausencias y en los operarios 3 y 4 el observar. Otra cosa que se puede notar es

al parecer los dos últimos operarios son los que desperdician menos tiempos en tareas improductivas.

En la figura 44 se ilustra como estuvieron distribuidos los porcentajes de trabajo productivo, contributivo e improductivo. En él se indica el que el ayudante<sup>1</sup>, operario<sup>1</sup> y operario 2 tuvieron niveles de improductividad muy altos superiores al 50%, caso contrario a los operarios 3 y 4 quienes obtuvieron ese porcentaje pero en trabajo productivo.

Al final esta situación, no afectó tanto los porcentajes de productividad global, debido a que como se muestra en la figura 45, la sumatoria de trabajo productivo y contributivo da aproximadamente un 50% y el trabajo improductivo el otro 50%. Lo cual no es la mejor relación pero se prefiere a tener los valores típicos de productividad.

Para obtener la productividad del proceso se promediaron ambos muestreos lo que dio como resultado los valores indicados en el cuadro 35, por lo que para el trabajo productivo se obtuvo un valor de 48% y para el contributivo un 6%. A estos se les calculo la desviación estándar la cual dio 0,06%, lo que significa que la dispersión de los datos es pequeña en comparación con el promedio. Al ver los resultados y según lo que se observó durante la toma de mediciones una forma de optimizar este proceso sería proponer el uso únicamente de dos operarios, ya que por el tipo de trabajo incluir ayudantes o más personas entorpecería la ejecución del proceso.

En el cuadro 36 se describen los rendimientos obtenidos para cada muestreo, incluyendo la situación del muestreo 2 que se mencionó previamente, al final se podría decir que el rendimiento del proceso es de 0,4303 HH/ml.

## Clavadores

Para esta actividad se analizaron los procesos de corte, añadido y colocación de los clavadores. Algunos de los procesos se analizaron de forma conjunta debido a que se realizaban de manera simultánea. La mano de obra encargada de realizar esta actividad era subcontrada.

## Colocación de clavadores

Para este proceso solamente se realizó un muestreo, debido a que este después procedió a ser ejecutado en combinación con otros procesos. En el cuadro 41 se describen las datos generales de este muestreo, en él se destaca que el grupo de trabajo estaba formado por dos trabajadores, ambos operarios.

En el gráfico de Crew balance (figura 49), se puede observar que durante el período de medición, es decir, durante la jornada los trabajadores realizaron diversas tareas, otra cosa que se puede señalar es que al parecer el operario 1 dedica mayor porcentaje de tiempo a las tareas productivas como colocar y soldar que el operario 2, pues en este los bloques que representan dichos valores son más pequeños. Además se puede observar que el tiempo dedicado a tareas como esperar y trasladarse es muy elevado, lo cual se debe a los momentos que tardaban en llegar a la posición del siguiente clavador y en subir el material.

En la figura 50 se ilustra como estuvieron distribuidos los porcentajes de trabajo productivo, contributivo e improductivo. En él se observa que el operario 2 tiene un mayor porcentaje de trabajo improductivo el cual llega a sobrepasar el 50% mientras que el operario 1 obtiene ese mismo valor al sumar el trabajo productivo y el contributivo, por lo cual se podría determinar que este operario trabajo más o que las condiciones lo favorecieron para que pudiera ser más productivo.

Al final según lo que se observa en la figura 51 se podría decir que la productividad del proceso es aproximadamente de un 36%, mientras que el porcentaje de contributivo equivale a un 20%, lo anterior provoca que la improductividad sea baja por lo que se podría determinar que para este caso la productividad fue buena pues se encuentra por encima de los rangos normales.

En cuanto al rendimiento (cuadro 42), para este proceso fue de 0,02869 HH/ml, este valor incluye ya el factor de incremento, para este caso no se puede determinar si el resultado es bueno o malo pues no se cuenta con información con el cual realizar una comparación, por lo que se necesitaría aumentar el número de muestreos.

## Corte y colocación de clavadores

En este caso se dio una combinación del proceso anterior junto con el corte de los clavadores, como se realizaba de forma simultánea, se analizó como si fuera otro proceso. El muestreo 1 de este proceso fue ejecutado por una cuadrilla de tres trabajadores, conformada solamente por operarios a una temperatura de 27°C según como se observa en el cuadro 44.

Por otra parte la figura 52 ilustra como distribuyeron cada uno de los trabajadores sus tareas durante el período de medición. En él se puede determinar que un gran porcentaje de tiempo lo dedican a actividades productivas y contributivas, lo cual es bueno porque entonces los niveles de improductividad deberían bajar. También según este gráfico se puede determinar que los operarios 1 y 2 se dedicaron exclusivamente al proceso de colocación mientras que el operario 3 al proceso de cortado.

En la figura 53, se puede observar que los niveles de trabajo improductivo del operario 1 son los más altos y estos apenas sobrepasan el 50% mientras que para los otros dos operarios predomina el trabajo productivo y contributivo.

La productividad global se puede observar en la figura 54, en ella se aprecia que los niveles de productividad son mejores que los valores típicos, puesto que el porcentaje de improductividad sólo supera el 40%. Según lo que se pudo ver durante las mediciones, por el tipo de proceso los tiempos improductivos se produjeron por la espera de material y para este caso fueron muy cortos.

El comportamiento de los niveles de productividad en el muestreo 2, según lo que se muestra en la figura 57, mejoraron debido a que el porcentaje de trabajo improductivo apenas supera el 20%. Lo anterior era de esperarse, debido a que según lo que se muestra en la figura 56, la productividad por trabajador, presento una mejoraría ya que la improductividad apenas alcanza un 30%. En este caso según lo que se describe en el cuadro 45 el tamaño de la cuadrilla y la temperatura se mantuvieron igual, por lo que las mejoras de productividad deben ser ocasionadas por factores como la hora, puesto que este muestreo fue tomado después del almuerzo mientras que el muestreo 1 se realizó antes.

También se puede notar una variación en el gráfico de Crew-balance (figura 55), ya que

para este muestreo los tiempos dedicados a tareas improductivas disminuyeron

Al promediar los resultados obtenidos de los muestreos anteriores se puede determinar la productividad promedio del proceso que según lo presentado en el cuadro 46, estos serían de 33% para trabajo productivo, 34% de trabajo contributivo y un 33% de trabajo improductivo. Para el trabajo productivo la desviación estándar fue de cero debido a que los resultados dieron igual, en cambio para los otros dos tipos de trabajo esta fue de 0,13%, que aunque es pequeña denota que con respecto al promedio los datos tuvieron una mayor variación, lo cual se ve justificado por las razones que se mencionaron previamente.

En el cuadro 47 se indican los rendimientos obtenidos para cada uno de los muestreos, en él se puede observar que a pesar de que la cantidad de trabajo o avance es muy similar, los rendimientos son muy diferentes, pues el muestreo 1 dobla al valor obtenido en el muestreo 2, lo cual significa que el trabajo se realizó de forma más rápida en el segundo muestreo. Estos resultados pueden deberse a factores como la distribución de la jornada de trabajo que se comentó anteriormente y la hora en la que se realizó el muestreo. Al final el rendimiento del proceso contemplando el factor de incremento es de 0,1338 HH/ml.

## Añadido y colocación de clavadores

Según lo que se describe en el cuadro 49 para el muestreo 1, la cuadrilla de trabajo estaba formada por dos trabajadores, ambos operarios. En la figura 58 se puede observar que la jornada de los trabajadores estuvo muy particionada en las diferentes tareas por lo que se espera que los niveles de productividad sean muy equitativos. En la figura 59 se presenta el gráfico de productividad individual, aquí se confirma lo anterior ya que los porcentajes dedicados a cada categoría de trabajo son muy parecidos.

Por otra parte al calcular la productividad global se observa que la sumatoria del porcentaje de trabajo productivo y contributivo es de aproximadamente un 60%, lo cual es bueno pues indica que para este muestreo no se desperdició

tanto el tiempo, esto puede deberse a las diversas tareas que conformaban este proceso.

Para el muestreo 2, según lo que se describe en el cuadro 50, el tamaño de la cuadrilla y su configuración se mantuvo igual al muestreo anterior. En cuanto a la distribución de la jornada según como lo presenta la figura 61, se puede observar que esta estuvo muy distribuida, pues los operarios realizaban tanto las funciones del proceso de añadido como el de colocación.

Por otra parte en la figura 62 se puede observar un aumento en el trabajo productivo del operario 2 en comparación al muestreo 1, lo cual además ocasionó un incremento de la improductividad en el operario 1, que puede deberse a que mientras uno se encarga del añadido el otro debía esperar para colocar el clavador. Aun así según lo que se presenta en la figura 63, los niveles de trabajo productivo aumentaron, lo que provocó un descenso en el porcentaje de trabajo contributivo, igualmente la improductividad también disminuyó. Lo anterior puede deberse a que ese día se realizaba una inspección por parte de los propietarios del proyecto.

Con los datos de los muestreos se puede determinar que para este proceso según se describe en el cuadro 51, se tiene un 34% de trabajo productivo, un 27% de trabajo contributivo y un 40% de improductivo. Según lo que se pudo observar con los muestreos, una forma de optimizar el proceso, sería mediante un aumento en el tamaño de la cuadrilla, para que mientras dos trabajadores colocan, el otro se encargue de preparar los clavadores. La desviación estándar da como máximo un 0,07% lo cual se puede interpretar como que el conjunto de datos no se dispersa mucho de la línea de tendencia central. Además estos resultados de productividad podrían clasificarse como buenos ya que están por encima de los valores típicos de productividad en la construcción.

Al calcular el rendimiento del proceso este da como resultado 0,0649 HH/ml y según como se puede observar en el cuadro 52 para el caso del muestreo 2, se hizo un mayor avance con un rendimiento menor, lo cual nos indica que al parecer, el que fuera día de inspección tuvo cierto impacto.

## Cubierta de techo en pasillos

Para esta actividad se analizó el proceso de colocación de cubierta de techo. La mano de obra encargada de realizar esta actividad era subcontrada.

### Colocación de cubierta de techo

Para este proceso se realizaron 3 muestreos, en el primero de ellos según lo descrito en el cuadro 55 se contaba con cuatro trabajadores, dos operarios y dos peones, la temperatura era aproximadamente de 24°C. Bajo estas condiciones según lo que se indica en la figura 65, parece ser que el operario 1 es quien dedica mayor porcentaje de tiempo a las tareas productivas. También se puede observar que las tareas como ver, hablar y ausentarse vuelven a abarcar un tiempo significativo en la jornada de los trabajadores.

La figura 66 presenta el gráfico de productividad de cada trabajador, en él se puede observar que los niveles de productividad del operario 1 podrían considerarse buenos, debido a que la sumatoria de trabajo productivo y el contributivo supera el 60%. Este comportamiento no se repite para los demás trabajadores, pues en ellos la improductividad se dispara, en algunos casos alcanzando casi el 80%. Lo anterior también se vio reflejado al obtener los niveles de productividad global, pues como se muestra en la figura 67, la improductividad fue mayor al 50%.

En el muestreo 2, este proceso fue ejecutado por cuatro trabajadores según como se indica en el cuadro 56 y a diferencia del muestreo anterior la temperatura fue de 27°C. En cuanto al gráfico de Crew-balance (figura 68), se puede observar que las tareas improductivas dominan la jornada, principalmente las acciones de ver, ausentarse y hablar.

Lo anterior se ve reflejado al determinar la productividad global (figura 70), pues como la forma de calcular es con el promedio de las productividades individuales, la situación anterior provoca que los resultados de productividad empeoren, ya el porcentaje de improductividad casi llega al 70%.

El comportamiento de los niveles de productividad en el muestreo 3, según lo que se muestra en la figura 73, son muy bajos pues la sumatoria del trabajo productivo y contributivo es

alrededor de un 30%, por lo que el trabajo improductivo llegó a tener un valor del 69%. Estos resultados indican que para este muestreo la productividad fue muy mala y es que según lo que se evidencia en la figura 71, el porcentaje de tiempo que los trabajadores dedican en tareas improproductivas es muy alto, así como también se aumentó el número de trabajadores y las mediciones se hicieron después del almuerzo.

Por otra parte al determinar la productividad de cada trabajador se puede observar en la figura 72 que la improductividad en los trabajadores es muy elevada, lo cual es consecuente con lo presentado en el gráfico de Crew-balance.

Al promediar los resultados obtenidos de los muestreos anteriores se puede determinar la productividad del proceso que según lo presentado en el cuadro 58, estos serían de 24% para trabajo productivo, 12% de trabajo contributivo y un 64% de trabajo improductivo. Se puede observar que a pesar de que cada muestreo obtuvo una productividad baja al calcular el promedio los datos apenas son malos si se compara con los valores típicos de productividad en la construcción. Una forma de optimizar el proceso sería mediante la reducción del tamaño de la cuadrilla a tres trabajadores con el objetivo de que se distribuya mejor la carga de trabajo, pues como se pudo observar en los resultados, emplear un mayor número de trabajadores provoca que los niveles de improductividad se disparen ya que por la naturaleza del proceso algunos trabajadores tenían tiempos de espera muy largos.

En el cuadro 59 se indican los rendimientos obtenidos para cada uno de los muestreos, en él se puede observar que la cantidad de trabajo o avance es variable, por lo que los rendimientos se comportan de la misma manera, por lo que el coeficiente de variación fue de un 33%, lo cual es un indicador de que los datos son heterogéneos y por tanto la desviación de los datos respecto a la línea de tendencia central es mayor. Al final, se obtuvo que para este proceso el valor promedio de rendimiento global contemplando, el factor de incremento es de 0,0814 HH/m<sup>2</sup>.

## Contrapiso

Para esta actividad se analizaron dos procesos que se ejecutaban simultáneamente los cuales son el colado y el acabado preliminar. Debido a que durante las mediciones se utilizaron diferentes equipos, entonces estos se analizaron como si fueran procesos diferentes.

## Colado con bomba telescópica y acabado preliminar de la superficie.

Para este proceso únicamente se tiene un muestreo y es debido a que la bomba telescópica estaba disponible ya que en ese momento se necesitaba realizar el colado de las columnas del segundo nivel. Para estas condiciones se usaron siete trabajadores, dos operarios, un ayudante y cuatro peones. En el gráfico de Crew-balance (figura 76), se puede observar que el operario 1 y el ayudante 1 son quienes dedican mayor tiempo a tareas productivas ya que en los otros trabajadores los bloques correspondientes a ver y ausentarse son bastante grandes. Por lo anterior, es normal observar, que al sacar la productividad individual (figura 77) solamente el operario 1 y el ayudante 1, tengan buenos porcentajes de trabajo productivo, pues superan el 60%. Mientras que en los demás trabajadores se presenta ese valor pero correspondiente al trabajo improductivo.

Lo anterior provoca que los niveles de productividad global sean iguales a los típicos, es decir 40% para la sumatoria de trabajo productivo y contributivo y un 60% para el trabajo improductivo, según lo que se ilustra en la figura 78. Por otra parte una medida que podría tomarse para optimizar el proceso sería el cambio de la configuración y la disminución del tamaño de la cuadrilla para que así el trabajo pueda distribuirse mejor y de esa forma reducir los tiempos improductivos.

En cuanto al rendimiento (cuadro 64), para este proceso fue de 0,1352 HH/m<sup>2</sup>, este valor incluye ya el factor de incremento, para este caso no se puede determinar si el resultado es bueno o malo pues no se cuenta con información con el cual realizar una comparación, por lo que se necesitaría aumentar el número de muestreos.

## Colado con bomba minicargador y acabado preliminar de la superficie

Para este caso el concreto usado provenía del camión mezclador pero por el lugar donde se necesitaba colar, este no podía tener acceso, por lo que la solución fue utilizar el minicargador para llevar el concreto al sitio. Por lo que en el cuadro 66 se describe las condiciones del muestreo 1, entre las cuales se destacan que el tamaño de la cuadrilla era de nueve trabajadores y la temperatura era de 24°C.

En el gráfico de Crew-balance (figura 79), se puede observar que durante el tiempo que duro la medición la mayoría de los trabajadores lo dedicaron a tareas improductivas, específicamente a la de ausentarse. Es necesario mencionar que estas ausencias eran improductivas solamente para el proceso que se estaba analizando, ya que la mayoría de estas, se debieron a que fueron reasignados a otras labores dentro del proyecto. También se puede observar que para el operario 1 y el ayudante 1 predominó la tarea productiva de codlear, mientras que en el operario 3 fue la de vibrar el concreto.

Al determinar los niveles de productividad por trabajador, se puede observar en la figura 80 que los porcentajes de trabajo improductivo son bastantes altos para los peones y el ayudante 2. En cambio los operarios y el ayudante 1 tienen porcentajes de trabajo productivo por encima del 50%, lo cual da a entender que en estos trabajadores fue donde se concentró el peso del trabajo.

Por otra parte la figura 81 presenta la productividad global del proceso, en ella se puede ver que el porcentaje de trabajo improductivo casi alcanza el 70%, una posible causa de lo anterior es que el tamaño de la cuadrilla no fuera el adecuado y al ser un promedio, los que obtuvieron buenos resultados equilibran un poco los que son malos. Aun así los resultados son malos pues superan los valores típicos de 40% la sumatoria del trabajo productivo y contributivo y un 60% para el improductivo.

Para el muestreo 2, según lo que se describe en el cuadro 67, la temperatura se mantuvo igual pero hubo una variación en el tamaño de la cuadrilla pues paso de nueve a cinco trabajadores. Al igual que el muestreo anterior según lo que se muestra en la figura 82,

el operario 1 y el ayudante 1 dedican mayor tiempo a las tareas productivas, al contrario que los tres trabajadores restantes, en donde predominan el observar y el ausentarse. Una posible causa para lo anterior es que todavía el tamaño y la configuración de la cuadrilla no es el adecuado.

El problema del dimensionamiento y configuración de la cuadrilla se ve respaldado en la figura 83, ya que al calcular los niveles de productividad individual se puede observar que para el caso del operario 2 y los peones el porcentaje de trabajo improductivo superar el 70% con lo cual se podría decir que no eran necesarios. Se podría decir que estos valores de improductividad fueron perjudiciales al sacar la productividad global, debido a que este se calcula como un promedio en el cual todos los trabajadores tienen el mismo peso, por lo que al final los niveles fueron 33% de productivo, 6% de contributivo y 60% de improductivo, los cuales se encuentran entre los valores esperados para la construcción.

En el cuadro 68 se indica la productividad final del proceso, que se obtiene al promediar los resultados de los muestreos, en él se puede observar que los niveles de productividad son levemente peores que los típicos, pero según lo que se pudo ver esto puede estar siendo ocasionado por el tamaño y configuración de la cuadrilla pues la temperatura no se considera como un factor que afecte ya que se mantuvo constante así como también el tiempo en el cual se realizó la medición.

Al calcular el rendimiento del proceso este da como resultado 0,2714 HH/m<sup>2</sup> y según como se puede observar en el cuadro 69 para el caso del muestreo 2, se hizo un mismo avance en un período más corto de tiempo, por lo que coeficiente de variación está dando casi de un 50% y es debido a que se presenta una mayor diferencia entre un muestreo y otro. Como se mencionó anteriormente este comportamiento es posiblemente causado por el número de trabajadores que se utilizó para la ejecución del proceso.

## Colado con camión mezclador y acabado preliminar de la superficie

En este caso el colado del concreto se hizo por medio de la descarga directa del camión mezclador también conocido como chompipa. En el caso del muestreo 1, que debido al tiempo que se tardó en colar la sección de contrapiso de un aula, se dividió en tres muestreos a los cuales se les midió la productividad, pero el rendimiento se tomó como un conjunto.

En el cuadro 71 se indica que para el muestreo 1.A se utilizó una cuadrilla compuesta por ocho trabajadores, un operario, un ayudante y seis peones. Según lo que se muestra en la figura 85, en el periodo de jornada medido, las tareas productivas a las cuales se les dedica más tiempo es a codalear y a palear, mientras que en lo referente a las acciones improductivas estas se concentran en observar a los otros.

En este proceso fueron pocas las tareas que se consideraron contributivas de ahí que según lo que se puede ver en la figura 86, los porcentajes de este tipo de trabajo son muy bajos. Además se puede notar que los porcentajes de productividad e improductividad estuvieron muy similares para la mayoría de los trabajadores, lo cual no da a entender que durante este muestreo los trabajadores se concentraron en aportar casi equitativamente al valor del trabajo.

Lo mencionado previamente se ve reflejado al calcular la productividad global del muestreo pues los porcentajes de trabajo quedaron de la siguiente manera: aproximadamente un 48% de productivo, 7% de contributivo y 45% de improductivo.

El comportamiento de los niveles de productividad en el muestreo 1.B, según lo que se muestra en la figura 90, empeoraron, ya que el nivel de improductividad llega casi hasta un 70%, lo que provoca que la sumatoria de trabajo productivo y contributivo disminuya casi en un 20%. Estos valores pudieron haber sido provocados por factores como el aumento del tamaño de la cuadrilla, ya que según lo que se describe en el cuadro 72 se pasó de ocho a trece trabajadores. Este aumento en el personal además ocasiono que los niveles de improductividad individual se dispararan, según lo que se ilustra en la figura 89, para algunos trabajadores este valor alcanza hasta el 90%. Este comportamiento de la productividad puede deberse a que en ese momento se intentó realizar un cambio del personal de la cuadrilla pero al final todos continuaron en la ejecución del proceso durante la medición.

En cuanto a cómo estuvo distribuida la jornada la figura 88 muestra que estos niveles altos de improductividad se deben principalmente a las ausencias y a los tiempos que dedican a observar a los otros trabajadores, lo cual puede ser causado por el gran tamaño de la cuadrilla.

En el muestreo 1.C se concretó lo que se podría intentaba realizar en el muestreo anterior es decir un cambio de cuadrilla, de ahí que el número de trabajadores disminuyó, ya que se pasó de trece a seis trabajadores, según lo que se describe en el cuadro 73.

Al realizar este cambio se esperaba que los resultados de productividad mejoraran, pero según lo que se describe en la gráfica de productividad de la cuadrilla (figura 93), esto no sucedió, el único cambio visible corresponde a un leve aumento del trabajo productivo pero debido a una reducción en el contributivo, por lo que el nivel de improductividad se mantuvo casi en un 70%.

Esos resultados eran predecibles pues como se señala en el gráfico de Crew-balance, la mayoría del tiempo, los trabajadores la dedicaron a tareas improductivas como ver, hablar y ausentarse. Esta situación ocasionó que al calcular los niveles de productividad individual, en el porcentaje de trabajo improductivo se disparara pues en todos los trabajadores este supera el 50%. Los resultados anteriores pueden deberse a factores como la hora en que se realizó la medición ya que se encontraba cerca la hora del almuerzo y el frío que se sentía ese día.

Para el muestreo 2, según lo que se describe en el cuadro 74, el tamaño de la cuadrilla se mantuvo igual al muestreo anterior, la única diferencia fue su configuración que consistió en cinco peones y un operario. Al presentar esta variación según lo que se aprecia en la figura 95 los niveles de improductividad se redujeron levemente, ya que ahora en la mayoría de los trabajadores apenas supera el 50% y también se muestra una distribución más equitativa del trabajo. Esta repartición más equitativa se ve de mejor forma en la figura 94, pues en ella se indica que los trabajadores dedicaron mayor cantidad de tiempo a las actividades productivas como palear y codalear. Aun así como en los procesos anteriores, a la tarea improductiva de observar se les sigue dedicando un tiempo considerable.

El aumento del tiempo dedicado a las actividades productivas tiene su impacto al

calcular la productividad global (figura 96), pues los resultados mejoraron en comparación con el muestreo anterior, ya que se puede observar que se obtiene una relación casi equitativa entre los tipos de trabajo.

El comportamiento de los niveles de productividad en el muestreo 3, según lo que se muestra en la figura 99, disminuyeron pues la sumatoria del trabajo productivo y contributivo es alrededor de un 40% por lo que el trabajo improductivo llegó a tener un valor del 60%. Estos resultados indican que para este muestreo la productividad no fue buena y es que según lo que se evidencia en la figura 97, en esta ocasión las tareas de ver y ausentarse predominaron en la jornada de los trabajadores.

Por otra parte al determinar la productividad de cada trabajador se puede observar en la figura 98, que para este proceso el trabajo contributivo realizado fue mínimo, pues los porcentajes correspondientes a esta categoría apenas alcanzan el 10%. Además según lo que se puede ver el porcentaje de trabajo improductivo dominó en la jornada de los trabajadores.

Al promediar los resultados obtenidos de los muestreos anteriores se puede determinar la productividad promedio del proceso que según lo presentado en el cuadro 76 estos serían de 38% para trabajo productivo, 5% de trabajo contributivo y un 57% de trabajo improductivo. Para este proceso la desviación estándar dio valores más altos, alrededor de 0,17% y se debe a que en los muestreos se presentó mucha variación en los resultados causado por los distintos tamaños y configuraciones de la cuadrilla así como por la hora en la que se realizaron los muestreos.

En el cuadro 77 se indican los rendimientos obtenidos para cada uno de los muestreos, en él se puede observar que la cantidad de trabajo o avance es muy similar, pero aun así los rendimientos muestran una variación. Al final, se obtuvo que para este proceso, el valor promedio de rendimiento de la cuadrilla contemplando el factor de incremento es de 0,1295 HH/m<sup>2</sup>.

En el cuadro 78 se presenta los rendimientos de los diferentes métodos de colado usados en este proyecto, en él se puede observar que el colado con bomba telescópica es el más rápido, seguido por el colado con camión mezclador y por último el colado con

minicargador. Por otra parte este último método presenta un valor que prácticamente dobla los rendimientos de los otros dos métodos, por lo que se podría decir que es el más lento. Para estos rendimientos las productividades asociadas son muy similares por lo que el tipo de equipo utilizado fue el que definió que un método fuera más rápido que otro.

## Repellos

Para esta actividad se analizó el taqueado y aplicación de la capa de repello. La mano de obra encargada de realizar esta actividad pertenecía a la empresa constructora.

### Taqueado y aplicación de capa de repello

El muestreo 1 de este proceso fue ejecutado por una cuadrilla de dos trabajadores, conformada por un operario y un peón a una temperatura de 28°C según como se observa en el cuadro 82.

Por otra parte la figura 102 ilustra como distribuyeron cada uno de los trabajadores sus tareas durante el período de medición. En él se puede determinar que el operario dedica más tiempo a las tareas productivas mientras que el peón a las improductivas. Lo anterior se ve respaldado en la figura 103, donde se puede observar que los niveles de trabajo improductivo del peón son los más altos y sobrepasan el 60% mientras que para el operario predomina el trabajo productivo y contributivo.

Al promediar los resultados para obtener los valores de productividad global se puede observar en la figura 104 que estos son muy similares a los esperados, ya que el comportamiento que se observó de forma individual tendió a distribuir los niveles de productividad, pues se llega obtener casi una relación 50-50.

El comportamiento de los niveles de productividad en el muestreo 2, según lo que se muestra en la figura 107, mejoraron debido a que el porcentaje de trabajo improductivo se redujo hasta llegar aproximadamente a un 40%. Lo anterior era de esperarse debido a que según lo que se muestra en la figura 106, los niveles de productividad se repartieron más equitativamente entre los trabajadores. En este caso según lo que

se describe en el cuadro 83 el tamaño de la cuadrilla y la temperatura se mantuvieron igual, por lo que las mejoras de productividad deben ser ocasionadas por factores como la hora o que durante este muestreo predominaba principalmente el proceso de aplicación de la capa de repello.

También se puede notar una variación en el gráfico de Crew-balance (figura 105), ya que para este muestreo los tiempos que dedica el peón a tareas improductivas durante la jornada disminuyeron

Al promediar los resultados obtenidos de los muestreos anteriores se puede determinar la productividad promedio del proceso que según lo presentado en el cuadro 84, estos serían de 33,4% para trabajo productivo, 20,7% de trabajo contributivo y un 45,9% de trabajo improductivo. Para el trabajo productivo la desviación estándar fue de 0,11% la cual aunque es pequeña denota que con respecto al promedio los datos tuvieron una mayor variación, lo cual se ve justificado por las razones que se mencionaron previamente.

En el cuadro 85 se indican los rendimientos obtenidos para cada uno de los muestreos, en él se puede observar que en el muestreo 1 se realiza una mayor cantidad de trabajo en un menor tiempo a diferencia del segundo muestreo, pero aun así las productividades del muestreo 2 son mayores que las del muestreo 1, esto puede ser debido a que durante el muestreo 2 se realizaban más tareas productivas que no aportaban avance pero si valor al proceso. Al final el rendimiento de la cuadrilla fue de 0,3127 HH/m<sup>2</sup>.

### Aplicación de la capa de repello

El muestreo 1 de este proceso fue ejecutado por una cuadrilla de dos trabajadores, conformada por un operario y un peón, a una temperatura de 23°C según como se observa en el cuadro 87.

Por otra parte la figura 108 ilustra como distribuyeron los trabajadores sus tareas durante el período de medición. En él se puede determinar que el peón gasta gran cantidad de tiempo en tareas improductivas como ausentarse. Según lo que se observó estas ausencias pudieron haber sido disminuidas, pues la mayoría de ellas eran debido a la búsqueda de los materiales para preparar la mezcla. Además podemos observar que el tiempo dedicado a

estas tareas es mayor en el peón y parece ser que el operario se lleva la mayor carga de trabajo. Lo anterior se ve respaldado en la figura 109, donde se puede observar que los niveles de trabajo improductivo del peón sobrepasan el 60% mientras que en el otro trabajador este llega apenas al 30%.

Al promediar los resultados de la productividad individual para obtener los valores de productividad global se puede observar en la figura 110 que la relación entre la sumatoria del trabajo productivo y contributivo con respecto al improductivo es casi equitativa, lo que es una leve mejoría con respecto a los valores esperados. También se puede observar que para este muestreo el trabajo contributivo tuvo prioridad.

El comportamiento de los niveles de productividad en el muestreo 2, según lo que se muestra en la figura 113, se mantuvieron iguales, con la única diferencia que el porcentaje de trabajo productivo aumento con respecto al contributivo. Al determinar la productividad individual (figura 112), se puede observar que el porcentaje de trabajo contributivo disminuyo ocasionando que el improductivo aumentara. Esto puede ser debido a la naturaleza del proceso en donde una vez preparada la mezcla el operario es quien asume la carga de trabajo.

En cuanto a cómo estuvo distribuida la jornada la figura 111 presenta que al igual que el muestreo anterior en el peón predominó la tarea improductiva de ausentarse, pero en este caso era porque fue reasignado a otros labores y cada cierto tiempo regresaba a colaborar con el operario.

En el muestreo 3 según lo que se describe en el cuadro 89 el número y composición de la cuadrilla se mantuvieron, solamente la temperatura cambio a 25°C. En este caso según lo que ilustra la figura 114, la jornada de trabajo se distribuyó de manera muy similar al muestreo anterior.

En cuanto a los niveles de productividad individual, en la figura 115 se puede observar que al igual que en los muestreos anteriores la improductividad del peón es alta, casi de un 85%, lo cual era un valor esperado por como estuvo distribuida la jornada (figura 114), ya que las ausencias volvieron a predominar. En lo referente a la productividad global la figura 116 indica que se obtuvo aproximadamente un 26% de trabajo productivo, un 24% de trabajo contributivo y un

50% de trabajo improductivo, estos valores al igual que los anteriores son levemente mejores a los valores típicos de productividad en la construcción.

Por otra parte para el muestreo 4 se mantuvieron las condiciones del muestreo 3, así lo señala el cuadro 90. Por lo que la única variación que se puede notar en el gráfico de Crew-balance (figura 117), es que los tiempos que dedicaron a los trabajadores a las tareas variaron levemente. Lo anterior se ve reflejado en la figura 118, en donde se observa que el peón incrementó el porcentaje del trabajo contributivo, mientras que en el operario se dio un aumento pero en el porcentaje de improductividad. Aun con estos cambios la productividad global (figura 119) dio los mismos resultados que el muestreo anterior con la diferencia de que se realizó mayor trabajo contributivo que productivo.

Al promediar los resultados obtenidos de los muestreos anteriores se puede determinar la productividad promedio del proceso que según lo presentado en el cuadro 91 estos serían de 23% para trabajo productivo, 27% de trabajo contributivo y un 49% de trabajo improductivo. Además para estos datos se calculó la desviación estándar la cual da valores inferiores al 0,037% que es predecible pues los resultados de los muestreos se mantuvieron muy estables.

En el cuadro 92 se indican los rendimientos obtenidos para cada uno de los muestreos, en él se puede observar que la cantidad de trabajo o avance es muy similar, pero los rendimientos tiene una variación notable, la cual puede deberse a que los tiempos de medición en los muestreos fueran diferentes. Al final, se obtuvo que para este proceso el valor promedio de rendimiento de la cuadrilla contemplando, el factor de incremento es de 0,1827 HH/m<sup>2</sup>.

## Procedimiento de registro de información

Hoy no existe un procedimiento estandarizado de medición de productividad y rendimientos en la construcción, se han realizado estudios pero cada investigador utiliza su propio método, algunos más difíciles de aplicar que otros. Por lo que en muchas ocasiones es complicado establecer una forma de obtener estos datos.

Es por eso que en la figura 120, se presenta un diagrama de flujo que explica de una manera sencilla los pasos generales a seguir para conseguir este tipo de información. Estos pasos contemplan algunas recomendaciones básicas de aplicación de muestreos para medir productividad en la industria. Lo anterior es solamente una propuesta y tiene como objetivo funcionar como una guía en la medición de este tipo de resultados.

Además en los pasos se consideran una serie de recomendaciones que responden a las soluciones de los problemas encontrados en la realización de este estudio. También se presenta la opción de realizar dichos muestreos por medio de videos y de forma manual con el fin de brindar una mayor versatilidad en la obtención registros, aunque según lo experimentado, un muestreo con video permite posteriormente realizar un análisis con mayor detalle. Igualmente no se puede afirmar que uno sea mejor que otro, ya que esto depende de las condiciones de la actividad seleccionada y el tamaño de la cuadrilla que la ejecuta.

Además se crearon dos hojas de control, la figura 121 muestra la hoja 1 que es una plantilla de registro de datos para el cálculo de productividad y rendimientos, esta se elabora en base a la metodología Crew-balance, por lo que una vez definido el trabajador, a este se asocia la tarea en la que estaba al momento en que se realiza la observación. Es necesario indicar que esta tarea fue previamente estandarizada según como se indica en el procedimiento mostrado en la figura 120.

Una vez completado el muestreo, se procedería a completar la hoja 2, la cual se muestra en la figura 122 y en ella se pretende que se realice un procesamiento de los datos, por ejemplo en el primer cuadro, se contabilizaría la cantidad de veces que un determinado trabajador realizó cierta tarea para posteriormente en el siguiente cuadro determinar el número de mediciones que corresponden a los tres tipos de trabajo con el fin de calcular la productividad promedio del proceso, por cómo está configurado el cuadro se presenta la flexibilidad de que con la información recolectada se estime la productividad individual. Por otra parte el último cuadro permite calcular el rendimiento de dicho muestreo.

Como se mencionó anteriormente, esto es solamente una propuesta y se necesitaría un

análisis más profundo para determinar un procedimiento estándar que sea el más adecuado para medir estos parámetros, así como también para establecer si la medición de estos parámetros en forma conjunta es la mejor o se necesita que se realicen de forma separada.

## **Factores que afectan la productividad**

Uno de los objetivos de este trabajo era determinar los posibles factores que afectan la productividad en el proyecto, por lo que tomando de base los factores propuestos por Serpell (1986) y Botero (2002) se realizó una encuesta que permitiera evaluarlos.

Según los resultados de estas desde el punto de vista de los trabajadores, factores como la falta de instrucciones, de materiales o equipo no se están presentando pues como se observa en las figuras 125 y 126, la mayoría opino que siempre contaban con todo lo necesario, esto también se evidencio al visitar la bodega de materiales del lugar la cual estaba bien abastecida y se contaba un control estricto del material y equipo prestado, así mismo se nota un interés por parte de la empresa de tener el proyecto ordenado y siguiendo una planificación específica.

A pesar que la mayoría del tiempo tenía los materiales y equipos necesarios, ya en campo se notó que para algunas actividades, los atrasos eran generados porque los recursos necesarios no estaban listos antes de iniciar las tareas por lo que desperdiciaban tiempo en ir a buscarlos. Para este proyecto las distancias de acarreo no son largas debido a que es una construcción pequeña y el diseño del sitio es relativamente bueno, pero cuando se acumula el número de viajes, esto si pasa a afectar la productividad de los trabajadores.

Otro factor evaluado fue el del tamaño de la cuadrilla, que en muchos casos no se puede definir con claridad puesto que en el proyecto se trabaja principalmente por frentes de trabajo. Para este caso según la percepción de los trabajadores la mayoría del tiempo esta era la adecuada. A pesar de lo que se muestra en la figura 127, por los resultados obtenidos en las mediciones de productividad y rendimientos, este es uno de los factores que más influencio en los

resultados ya que según lo que se pudo observar en la mayoría de los muestreos esta estuvo sobredimensionada y mal configurada.

También se evaluaron las características del puesto de trabajo, que según lo presentado en la figura 128, predomina la limpieza, el orden y el espacio, esto dentro de los parámetros normales de una construcción. Según lo que se pudo observar esto realmente se cumplía puesto que los ingenieros de la parte de seguridad laboral y ambiental se encontraban muy pendientes de este tema.

Otro aspecto analizado fue el de la relación con los compañeros y superiores, ya que una mala relación puede ser causante de atrasos y situaciones que pueden disminuir la productividad. En este caso la mayoría de los encuestados respondió que las relaciones eran buenas, igualmente este nos es un factor que pueda ser analizado fácilmente puesto que el factor humano en la construcción siempre está en constante cambio. Durante las observaciones no se notó ningún problema de esta índole, por lo que se puede deducir que no es un factor que afecte en este proyecto.

Por otra parte se les dio a los trabajadores un listado de factores que pueden afectar las actividades en la construcción para determinar su opinión general del tema, según como se puede observar en la figura 130, la mayoría de los encuestados estuvieron de acuerdo en que el clima es uno de los principales aspectos que afecta los trabajos, pues dependiendo de este y la temperatura hay actividades que no puede realizarse o que al ejecutarlas en esas condiciones se necesita de un mayor esfuerzo. Los otros factores que le siguieron a este fueron el espacio, instrucciones poco claras y el tamaño de la cuadrilla.

También a pesar de que no se presentó en este proyecto, los trabajadores reconocen la falta de materiales y equipo como un factor que afecta sus labores. Es interesante notar que un grupo de personas consideraron que ninguno de los factores dados perjudicaba sus tareas, lo anterior pudo deberse a que la experiencia de esos trabajadores no era mucha.

En la encuesta aplicada al ingeniero residente, las respuestas de este concordaron con las opiniones dadas por los trabajadores, por lo que al parecer para el ámbito de la construcción en general, el listado presentado en la figura 130 si es aplicable. Además se pudo

concluir que otros factores que pueden afectar la productividad son las características y cultura de la mano de obra local y si no se elige con cuidado lo mismo sucede con los contratistas.

Por tanto los factores que afectan la productividad son variados y según lo que se puede determinar por la información recolectada y la experiencia obtenida en campos, los que tuvieron más influencia son los siguientes:

- ❖ Tamaño de la cuadrilla
- ❖ Configuración de la cuadrilla
- ❖ No tener los materiales y equipos listos
- ❖ Clima

# Conclusiones y Recomendaciones

## Conclusiones

1. Las herramientas de clasificación de inventarios pueden ser usadas en la selección de las actividades de mayor peso de un proyecto de construcción, las cuales no se concentran en un área específica, por lo que no existen ámbitos que sean más importantes que otros. Para este proyecto desde el punto de vista de costo y criticidad sin tomar en cuenta aquellas actividades que por distintas razones fueron descartadas, las actividades más importantes se contemplan dentro de:
  - ❖ Obras exteriores del edificio
  - ❖ Estructuras, cubierta y accesorios de techo
  - ❖ Paredes y acabados
  - ❖ Pisos, enchapes y aceras
  - ❖ Ventanería
  - ❖ Contrapiso
  - ❖ Puertas y cerrajería
2. Los muestreos realizados con videos permiten realizar observaciones a intervalos más cortos lo que permite realizar un análisis más detallado y con mayor precisión tal fue el caso en estudio en el cual se grabaron las actividades de adoquines, aceras en concreto, contrapiso y repellos.
3. Para este proyecto las técnicas de muestreo aplicadas en la industria no son aplicables en su totalidad, debido a que los trabajos se realizan de forma rápida y dependiendo de los procesos seleccionados estos no se hacen de forma repetitiva.
4. Las actividades de contrapiso y cubierta de techo en conjunto con los procesos de elaboración de la cama de arena, colado y acabado preliminar de la superficie de acera presentan una tendencia de productividad según los valores típicos de la construcción.
5. La actividad de repellos en conjunto con el proceso de colocación de adoquines presentan una tendencia de 50% de trabajo productivo y un 50% de trabajo improductivo
6. Las actividades de clavadores, cubierta de techo en conjunto con el proceso de colocación de armadura en acera muestran una tendencia de productividad mejor que los valores típicos.
7. Los rendimientos de los procesos analizados para este proyecto según los nuestros realizados son los siguientes:
  - ❖ Elaboración de la cama de arena 0,04655HH/m<sup>2</sup>
  - ❖ Colocación de adoquines 0,1885HH/m<sup>2</sup>
  - ❖ Colocación de malla electrosoldada 0,2241HH/m<sup>2</sup>
  - ❖ Colado y acabado preliminar de la superficie de acera 0,1064HH/m<sup>2</sup>
  - ❖ Colado y acabado preliminar de superficie de cordón y caño 0,4303HH/ml
  - ❖ Colocación de clavadores 0,02869HH/ml
  - ❖ Corte y colocación de clavadores 0,1338HH/ml

- ❖ Añadido y colocación de clavadores 0,0649HH/ml
  - ❖ Colocación de cubierta de techo 0,0814HH/m<sup>2</sup>
  - ❖ Colado con bomba telescópica y acabado preliminar de superficie 0,1352HH/m<sup>2</sup>
  - ❖ Colado con mini cargador y acabado preliminar de superficie 0,2714HH/m<sup>2</sup>
  - ❖ Colado con camión mezclador y acabado preliminar de superficie 0,1295HH/m<sup>2</sup>
  - ❖ Taqueado y aplicación de capa de repello 0,3127 HH/m<sup>2</sup>
  - ❖ Aplicación de capa de repello 0,1827 HH/m<sup>2</sup>
8. No fue posible establecer un comportamiento de cómo varía la productividad ni los rendimientos con la temperatura. Tampoco fue posible establecer una correlación entre las productividades obtenidas versus rendimientos.
  9. Los factores que más afectaron la productividad fueron:
    - ❖ Tamaño de la cuadrilla
    - ❖ Configuración de la cuadrilla
    - ❖ No tener materiales y equipos listos
    - ❖ Clima
  10. En este proyecto los transportes no influyen de forma directa en la productividad, pues los materiales se pueden encontrar relativamente cerca de los puestos de trabajo, por otra parte si estos viajes se hacen de forma muy repetitiva debido a que no se tienen listos los materiales, estos sí comienzan a afectar de forma negativa en la productividad.
  11. Para este proyecto, en la mayoría de los procesos seleccionados se obtuvieron productividades muy bajas, aun así el avance del proyecto presentaba un adelanto de un mes con respecto a la programación presentada, lo anterior puede deberse a que una buena organización compensa las bajas productividades o que la duración asignada a cada actividad estaba sobreestimada.
  12. Los rendimientos de la mano de obra que tengan una productividad asociada brindan una mayor información que aquellos que no la tienen, con esta información se puede determinar que esta fallando y definir acciones de mejora.

## Recomendaciones

1. Para validar la propuesta de medición se recomienda realizar un análisis de una mayor cantidad de actividades, con un número más amplio de muestreos y en diferentes proyectos.
2. Se recomienda ampliar el número de muestreos para validar los resultados obtenidos de productividad y rendimientos.
3. Se recomienda seguir analizando proyectos con el objetivo de enriquecer la base de datos y mejorar la validez estadística de los datos.
4. Se recomienda la realización de un proyecto de graduación que se concentre en desarrollar una metodología estándar de medición de productividades y rendimientos.

# Apéndices

Apéndice 1. Datos del proceso elaboración de cama de arena.

Apéndice 2. Datos del proceso colocación de adoquines.

Apéndice 3. Datos del proceso colocación de armadura de acero en concreto.

Apéndice 4. Datos del proceso colado y acabado preliminar de superficie de acera en concreto.

Apéndice 5. Datos del proceso colado y acabado preliminar de superficie de cordón y caño en concreto

Apéndice 6. Datos del proceso colocación de clavadores

Apéndice 7. Datos del proceso corte y colocación de clavadores

Apéndice 8. Datos del proceso añadido y colocación de clavadores.

Apéndice 9. Datos del proceso colocación de cubierta de techo.

Apéndice 10. Datos del proceso colado con bomba telescópica y acabado preliminar de superficie de contrapiso.

Apéndice 11. Datos del proceso colado con mini cargador y acabado preliminar de superficie de contrapiso.

Apéndice 12. Datos del proceso colado con camión mezclador y acabado preliminar de superficie de contrapiso.

Apéndice 13. Datos del proceso taqueado y aplicación de capa de repello

Apéndice 14. Datos del proceso aplicación de capa de repello

Apéndice 15. Encuesta para determinar criticidad de las actividades del presupuesto

Apéndice 16. Encuesta para trabajadores sobre percepción de los factores que afectan la productividad en la construcción

Apéndice 17. Encuesta para el ingeniero residente sobre percepción de los factores que afectan la productividad en la construcción

Apéndice 18. Manual de usuario de la base de datos sobre rendimientos.

## Apéndice 1. Datos del proceso elaboración de cama de arena

### Apéndice 1.1. Muestreo 1

| Hora  | Operario 1    | Ayudante 1    | Ayudante 2    | Operario 2 | T (°C) |
|-------|---------------|---------------|---------------|------------|--------|
| 0:00  | viendo        | midiendo      | viendo        |            | 28     |
| 0:15  | viendo        | llevando      | paleando      |            | 28     |
| 0:30  | viendo        | colocando     | paleando      |            | 28     |
| 0:45  | viendo        | midiendo      | viendo        |            | 28     |
| 1:00  | viendo        | midiendo      | viendo        |            | 28     |
| 1:15  | colocando     | viendo        | colocando     |            | 28     |
| 1:30  | trasladándose | viendo        | trasladándose |            | 28     |
| 1:45  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 2:00  | hablando      | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 2:15  | hablando      | hablando      | paleando      |            | 28     |
| 2:30  | hablando      | trasladándose | paleando      |            | 28     |
| 2:45  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 3:00  | colocando     | colocando     | viendo        |            | 28     |
| 3:15  | codaleando    | codaleando    | paleando      |            | 28     |
| 3:30  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 3:45  | codaleando    | codaleando    | paleando      |            | 28     |
| 4:00  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 4:15  | hablando      | hablando      | hablando      |            | 28     |
| 4:30  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 4:45  | trasladándose | viendo        | viendo        |            | 28     |
| 5:00  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 5:15  | hablando      | hablando      | hablando      |            | 28     |
| 5:30  | hablando      | hablando      | hablando      |            | 28     |
| 5:45  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 6:00  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 6:15  | hablando      | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 6:30  | hablando      | colocando     | paleando      |            | 28     |
| 6:45  | viendo        | viendo        | viendo        |            | 28     |
| 7:00  | codaleando    | codaleando    | trasladándose |            | 28     |
| 7:15  | afinando      | viendo        | viendo        |            | 28     |
| 7:30  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 7:45  | hablando      | hablando      | hablando      |            | 28     |
| 8:00  | codaleando    | codaleando    | hablando      |            | 28     |
| 8:15  | hablando      | hablando      | hablando      |            | 28     |
| 8:30  | hablando      | hablando      | hablando      |            | 28     |
| 8:45  | hablando      | hablando      | hablando      |            | 28     |
| 9:00  | viendo        | viendo        | viendo        |            | 28     |
| 9:15  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 9:30  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 9:45  | viendo        | viendo        | paleando      |            | 28     |
| 10:00 | codaleando    | codaleando    | paleando      |            | 28     |

|       |               |               |               |  |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|--|----|
| 10:15 | viendo        | viendo        | paleando      |  | 28 |
| 10:30 | viendo        | viendo        | paleando      |  | 28 |
| 10:45 | viendo        | viendo        | viendo        |  | 28 |
| 11:00 | llevando      | llevando      | viendo        |  | 28 |
| 11:15 | trasladándose | trasladándose | trasladándose |  | 28 |
| 11:30 | hablando      | hablando      | colocando     |  | 28 |
| 11:45 | viendo        | midiendo      | viendo        |  | 28 |
| 12:00 | midiendo      | viendo        | viendo        |  | 28 |
| 12:15 | colocando     | viendo        | colocando     |  | 28 |
| 12:30 | llevando      | viendo        | viendo        |  | 28 |
| 12:45 | paleando      | viendo        | paleando      |  | 28 |
| 13:00 | paleando      | colocando     | paleando      |  | 28 |
| 13:15 | paleando      | viendo        | paleando      |  | 28 |
| 13:30 | paleando      | viendo        | viendo        |  | 28 |
| 13:45 | viendo        | viendo        | paleando      |  | 28 |
| 14:00 | codaleando    | codaleando    | paleando      |  | 28 |
| 14:15 | codaleando    | codaleando    | paleando      |  | 28 |
| 14:30 | codaleando    | codaleando    | paleando      |  | 28 |
| 14:45 | codaleando    | viendo        | viendo        |  | 28 |
| 15:00 | trasladándose | viendo        | colocando     |  | 28 |
| 15:15 | viendo        | trasladándose | viendo        |  | 28 |
| 15:30 | sosteniendo   | ausente       | paleando      |  | 28 |
| 15:45 | ausente       | viendo        | paleando      |  | 28 |
| 16:00 | viendo        | paleando      | viendo        |  | 28 |
| 16:15 | sosteniendo   | paleando      | paleando      |  | 28 |
| 16:30 | ausente       | viendo        | viendo        |  | 28 |
| 16:45 | llevando      | viendo        | viendo        |  | 28 |
| 17:00 | sosteniendo   | paleando      | paleando      |  | 28 |
| 17:15 | sosteniendo   | paleando      | viendo        |  | 28 |
| 17:30 | llevando      | viendo        | paleando      |  | 28 |
| 17:45 | codaleando    | codaleando    | paleando      |  | 28 |
| 18:00 | codaleando    | codaleando    | paleando      |  | 28 |
| 18:15 | viendo        | viendo        | paleando      |  | 28 |
| 18:30 | viendo        | viendo        | paleando      |  | 28 |
| 18:45 | viendo        | viendo        | paleando      |  | 28 |
| 19:00 | viendo        | viendo        | viendo        |  | 28 |
| 19:15 | hablando      | hablando      | hablando      |  | 28 |
| 19:30 | codaleando    | codaleando    | paleando      |  | 28 |
| 19:45 | llevando      | trasladándose | trasladándose |  | 28 |
| 20:00 | sosteniendo   | llevando      | viendo        |  | 28 |
| 20:15 | sosteniendo   | colocando     | midiendo      |  | 28 |
| 20:30 | viendo        | viendo        | midiendo      |  | 28 |
| 20:45 | hablando      | hablando      | hablando      |  | 28 |
| 21:00 | hablando      | hablando      | hablando      |  | 28 |
| 21:15 | viendo        | viendo        | viendo        |  | 28 |
| 21:30 | viendo        | viendo        | viendo        |  | 28 |

|       |               |               |          |             |    |
|-------|---------------|---------------|----------|-------------|----|
| 21:45 | viendo        | viendo        | viendo   |             | 28 |
| 22:00 | viendo        | viendo        | viendo   |             | 28 |
| 22:15 | viendo        | midiendo      | midiendo |             | 28 |
| 22:30 | viendo        | sosteniendo   | viendo   |             | 28 |
| 22:45 | viendo        | sosteniendo   | viendo   |             | 28 |
| 23:00 | viendo        | llevando      | midiendo |             | 28 |
| 23:15 | colocando     | colocando     | midiendo |             | 28 |
| 23:30 | colocando     | viendo        | midiendo |             | 28 |
| 23:45 | hablando      | hablando      | hablando | hablando    | 28 |
| 24:00 | ausente       | hablando      | hablando | hablando    | 28 |
| 24:15 | ausente       | viendo        | paleando | viendo      | 28 |
| 24:30 | viendo        | viendo        | paleando | viendo      | 28 |
| 24:45 | viendo        | viendo        | paleando | viendo      | 28 |
| 25:00 | viendo        | codaleando    | paleando | codaleando  | 28 |
| 25:15 | viendo        | codaleando    | paleando | codaleando  | 28 |
| 25:30 | afinando      | hablando      | paleando | hablando    | 28 |
| 25:45 | afinando      | trasladándose | viendo   | hablando    | 28 |
| 26:00 | viendo        | viendo        | paleando | viendo      | 28 |
| 26:15 | viendo        | viendo        | paleando | viendo      | 28 |
| 26:30 | afinando      | viendo        | paleando | viendo      | 28 |
| 26:45 | viendo        | viendo        | paleando | viendo      | 28 |
| 27:00 | hablando      | hablando      | hablando | hablando    | 28 |
| 27:15 | afinando      | codaleando    | viendo   | codaleando  | 28 |
| 27:30 | afinando      | codaleando    | viendo   | codaleando  | 28 |
| 27:45 | ausente       | viendo        | paleando | sosteniendo | 28 |
| 28:00 | llevando      | codaleando    | paleando | codaleando  | 28 |
| 28:15 | llevando      | viendo        | viendo   | afinando    | 28 |
| 28:30 | afinando      | viendo        | paleando | afinando    | 28 |
| 28:45 | afinando      | viendo        | paleando | viendo      | 28 |
| 29:00 | ausente       | hablando      | hablando | hablando    | 28 |
| 29:15 | ausente       | codaleando    | paleando | codaleando  | 28 |
| 29:30 | trasladándose | codaleando    | paleando | codaleando  | 28 |
| 29:45 | ausente       | viendo        | paleando | viendo      | 28 |
| 30:00 | ausente       | viendo        | paleando | viendo      | 28 |
| 30:15 | ausente       | codaleando    | paleando | codaleando  | 28 |
| 30:30 | ausente       | viendo        | viendo   | llevando    | 28 |
| 30:45 | trasladándose | colocando     | viendo   | sosteniendo | 28 |
| 31:00 | viendo        | viendo        | midiendo | sosteniendo | 28 |
| 31:15 | viendo        | viendo        | paleando | sosteniendo | 28 |

Apéndice 1.2. Datos para grafico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario 1 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Operario 2 |
|---------------|------------|------------|------------|------------|
| afinando      | 6%         | 0%         | 0%         | 6%         |
| ausente       | 9%         | 1%         | 0%         | 0%         |
| codaleando    | 10%        | 15%        | 0%         | 26%        |
| colocando     | 4%         | 6%         | 3%         | 0%         |
| hablando      | 14%        | 13%        | 12%        | 19%        |
| llevando      | 6%         | 3%         | 0%         | 3%         |
| midiendo      | 1%         | 4%         | 6%         | 0%         |
| paleando      | 3%         | 3%         | 49%        | 0%         |
| sosteniendo   | 5%         | 2%         | 0%         | 13%        |
| trasladándose | 5%         | 4%         | 3%         | 0%         |
| viendo        | 38%        | 49%        | 27%        | 32%        |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       |

Apéndice 1.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario 1 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Operario 2 | Total |
|--------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| Productivo   | 23%        | 24%        | 52%        | 32%        | 33%   |
| Contributivo | 11%        | 9%         | 6%         | 16%        | 9%    |
| Improductivo | 66%        | 67%        | 42%        | 52%        | 58%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       | 100%  |

Apéndice 1.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario 1 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Operario 2 |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|
| Tiempo productivo (h)   | 0,12       | 0,13       | 0,28       | 0,04       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,06       | 0,05       | 0,03       | 0,02       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,35       | 0,35       | 0,22       | 0,07       |
| Tiempo Total (h)        | 0,53       | 0,53       | 0,53       | 0,13       |

Apéndice 1.5. Muestreo 2

| Hora | Operario 1 | Ayudante 1    | Ayudante 2 | Peón 1   | Peón 2   | Peón 3     | T (°C) |
|------|------------|---------------|------------|----------|----------|------------|--------|
| 0:00 | viendo     | viendo        | viendo     | paleando | paleando | viendo     | 22     |
| 0:15 | viendo     | viendo        | viendo     | viendo   | viendo   | viendo     | 22     |
| 0:30 | viendo     | viendo        | viendo     | paleando | viendo   | viendo     | 22     |
| 0:45 | ausente    | trasladándose | viendo     | paleando | viendo   | viendo     | 22     |
| 1:00 | ausente    | viendo        | viendo     | viendo   | viendo   | viendo     | 22     |
| 1:15 | ausente    | paleando      | viendo     | viendo   | viendo   | viendo     | 22     |
| 1:30 | hablando   | paleando      | viendo     | hablando | viendo   | viendo     | 22     |
| 1:45 | afinando   | llevando      | viendo     | paleando | viendo   | viendo     | 22     |
| 2:00 | hablando   | llevando      | viendo     | paleando | viendo   | viendo     | 22     |
| 2:15 | hablando   | hablando      | hablando   | hablando | hablando | hablando   | 22     |
| 2:30 | afinando   | hablando      | viendo     | hablando | paleando | viendo     | 22     |
| 2:45 | hablando   | viendo        | codaleando | viendo   | viendo   | codaleando | 22     |



|       |          |          |             |          |           |            |    |
|-------|----------|----------|-------------|----------|-----------|------------|----|
| 15:15 | viendo   | viendo   | codaleando  | paleando | paleando  | codaleando | 22 |
| 15:30 | viendo   | viendo   | viendo      | paleando | paleando  | viendo     | 22 |
| 15:45 | hablando | hablando | hablando    | hablando | paleando  | hablando   | 22 |
| 16:00 | viendo   | viendo   | viendo      | viendo   | viendo    | viendo     | 22 |
| 16:15 | viendo   | viendo   | codaleando  | viendo   | paleando  | codaleando | 22 |
| 16:30 | viendo   | paleando | codaleando  | paleando | viendo    | viendo     | 22 |
| 16:45 | viendo   | viendo   | viendo      | paleando | viendo    | viendo     | 22 |
| 17:00 | afinando | ausente  | codaleando  | viendo   | viendo    | codaleando | 22 |
| 17:15 | viendo   | paleando | viendo      | paleando | viendo    | viendo     | 22 |
| 17:30 | afinando | paleando | viendo      | paleando | viendo    | llevando   | 22 |
| 17:45 | afinando | viendo   | hablando    | viendo   | viendo    | colocando  | 22 |
| 18:00 | viendo   | viendo   | viendo      | paleando | viendo    | midiendo   | 22 |
| 18:15 | afinando | paleando | colocando   | viendo   | colocando | colocando  | 22 |
| 18:30 | hablando | hablando | hablando    | hablando | hablando  | hablando   | 22 |
| 18:45 | viendo   | viendo   | viendo      | viendo   | viendo    | viendo     | 22 |
| 19:00 | afinando | viendo   | viendo      | viendo   | paleando  | viendo     | 22 |
| 19:15 | afinando | viendo   | viendo      | viendo   | paleando  | viendo     | 22 |
| 19:30 | afinando | viendo   | ausente     | paleando | paleando  | viendo     | 22 |
| 19:45 | viendo   | viendo   | viendo      | paleando | viendo    | viendo     | 22 |
| 20:00 | viendo   | viendo   | viendo      | paleando | viendo    | viendo     | 22 |
| 20:15 | viendo   | paleando | codaleando  | viendo   | viendo    | codaleando | 22 |
| 20:30 | viendo   | viendo   | codaleando  | viendo   | viendo    | codaleando | 22 |
| 20:45 | viendo   | paleando | viendo      | viendo   | viendo    | viendo     | 22 |
| 21:00 | afinando | hablando | hablando    | hablando | hablando  | hablando   | 22 |
| 21:15 | afinando | paleando | codaleando  | viendo   | viendo    | codaleando | 22 |
| 21:30 | afinando | hablando | hablando    | hablando | hablando  | hablando   | 22 |
| 21:45 | afinando | viendo   | codaleando  | viendo   | viendo    | codaleando | 22 |
| 22:00 | hablando | hablando | hablando    | hablando | hablando  | hablando   | 22 |
| 22:15 | viendo   | paleando | viendo      | viendo   | llevando  | viendo     | 22 |
| 22:30 | viendo   | viendo   | viendo      | viendo   | viendo    | viendo     | 22 |
| 22:45 | afinando | hablando | hablando    | paleando | hablando  | hablando   | 22 |
| 23:00 | afinando | paleando | viendo      | paleando | paleando  | viendo     | 22 |
| 23:15 | viendo   | paleando | codaleando  | viendo   | viendo    | codaleando | 22 |
| 23:30 | afinando | paleando | viendo      | paleando | llevando  | viendo     | 22 |
| 23:45 | afinando | hablando | hablando    | paleando | paleando  | viendo     | 22 |
| 24:00 | viendo   | viendo   | codaleando  | viendo   | ausente   | codaleando | 22 |
| 24:15 | hablando | hablando | hablando    | hablando | hablando  | hablando   | 22 |
| 24:30 | viendo   | viendo   | viendo      | viendo   | llevando  | viendo     | 22 |
| 24:45 | viendo   | viendo   | viendo      | viendo   | viendo    | viendo     | 22 |
| 25:00 | viendo   | viendo   | viendo      | paleando | viendo    | viendo     | 22 |
| 25:15 | hablando | hablando | hablando    | hablando | hablando  | hablando   | 22 |
| 25:30 | viendo   | viendo   | viendo      | viendo   | viendo    | llevando   | 22 |
| 25:45 | viendo   | viendo   | sosteniendo | paleando | viendo    | viendo     | 22 |
| 26:00 | ausente  | paleando | viendo      | viendo   | llevando  | hablando   | 22 |
| 26:15 | viendo   | viendo   | viendo      | viendo   | viendo    | viendo     | 22 |
| 26:30 | afinando | ausente  | ausente     | llevando | viendo    | ausente    | 22 |
| 26:45 | afinando | ausente  | ausente     | paleando | viendo    | ausente    | 22 |
| 27:00 | viendo   | ausente  | ausente     | viendo   | viendo    | ausente    | 22 |

Apéndice 1.6. Datos para grafico de Crew balance del muestreo 2

| Tipo          | Operario 1 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 |
|---------------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|
| afinando      | 32%        | 0%         | 0%         | 0%     | 0%     | 0%     |
| ausente       | 7%         | 4%         | 4%         | 0%     | 1%     | 3%     |
| codaleando    | 0%         | 0%         | 20%        | 0%     | 0%     | 19%    |
| colocando     | 0%         | 1%         | 3%         | 0%     | 1%     | 7%     |
| hablando      | 17%        | 21%        | 27%        | 24%    | 24%    | 25%    |
| llevando      | 0%         | 6%         | 1%         | 1%     | 4%     | 3%     |
| midiendo      | 0%         | 3%         | 2%         | 0%     | 0%     | 2%     |
| paleando      | 0%         | 27%        | 0%         | 33%    | 16%    | 0%     |
| sosteniendo   | 0%         | 0%         | 3%         | 0%     | 0%     | 0%     |
| trasladándose | 1%         | 1%         | 0%         | 1%     | 0%     | 1%     |
| viendo        | 43%        | 39%        | 41%        | 41%    | 55%    | 40%    |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%   |

Apéndice 1.7. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 2

| Tipo         | Operario 1 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Peón 1 | Peon2 | Peón 3 | Total |
|--------------|------------|------------|------------|--------|-------|--------|-------|
| Productivo   | 32%        | 28%        | 23%        | 33%    | 17%   | 27%    | 26%   |
| Contributivo | 0%         | 8%         | 6%         | 1%     | 4%    | 5%     | 4%    |
| Improductivo | 68%        | 64%        | 72%        | 66%    | 80%   | 69%    | 70%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%  | 100%   | 100%  |

Apéndice 1.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Operario 1 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 |
|-------------------------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|
| Tiempo productivo (h)   | 0,15       | 0,13       | 0,10       | 0,15   | 0,08   | 0,12   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,00       | 0,04       | 0,03       | 0,00   | 0,02   | 0,02   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,31       | 0,29       | 0,33       | 0,30   | 0,36   | 0,31   |
| Tiempo Total (h)        | 0,45       | 0,45       | 0,45       | 0,45   | 0,45   | 0,45   |

Apéndice 1.9. Muestreo 3

| Hora | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante 1 | T (°C) |
|------|------------|------------|------------|--------|
| 0:00 | viendo     | viendo     | paleando   | 27     |
| 0:15 | hablando   | hablando   | hablando   | 27     |
| 0:30 | paleando   | viendo     | viendo     | 27     |
| 0:45 | viendo     | viendo     | viendo     | 27     |
| 1:00 | viendo     | viendo     | paleando   | 27     |
| 1:15 | codaleando | codaleando | paleando   | 27     |
| 1:30 | paleando   | viendo     | paleando   | 27     |
| 1:45 | viendo     | viendo     | paleando   | 27     |
| 2:00 | paleando   | viendo     | viendo     | 27     |
| 2:15 | codaleando | codaleando | paleando   | 27     |
| 2:30 | codaleando | codaleando | paleando   | 27     |

|       |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|----|
| 2:45  | hablando      | hablando      | hablando      | 27 |
| 3:00  | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 3:15  | hablando      | hablando      | hablando      | 27 |
| 3:30  | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 3:45  | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 4:00  | paleando      | afinando      | paleando      | 27 |
| 4:15  | paleando      | viendo        | paleando      | 27 |
| 4:30  | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 4:45  | codaleando    | codaleando    | viendo        | 27 |
| 5:00  | codaleando    | codaleando    | viendo        | 27 |
| 5:15  | viendo        | trasladándose | viendo        | 27 |
| 5:30  | viendo        | llevando      | paleando      | 27 |
| 5:45  | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 6:00  | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 6:15  | hablando      | hablando      | hablando      | 27 |
| 6:30  | codaleando    | codaleando    | paleando      | 27 |
| 6:45  | llevando      | sosteniendo   | paleando      | 27 |
| 7:00  | trasladándose | trasladándose | trasladándose | 27 |
| 7:15  | viendo        | trasladándose | trasladándose | 27 |
| 7:30  | hablando      | hablando      | hablando      | 27 |
| 7:45  | trasladándose | viendo        | viendo        | 27 |
| 8:00  | viendo        | viendo        | midiendo      | 27 |
| 8:15  | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 8:30  | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 8:45  | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 9:00  | trasladándose | codaleando    | paleando      | 27 |
| 9:15  | trasladándose | viendo        | paleando      | 27 |
| 9:30  | paleando      | viendo        | paleando      | 27 |
| 9:45  | paleando      | viendo        | paleando      | 27 |
| 10:00 | viendo        | llevando      | viendo        | 27 |
| 10:15 | viendo        | ausente       | viendo        | 27 |
| 10:30 | viendo        | llevando      | paleando      | 27 |
| 10:45 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 11:00 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 11:15 | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 11:30 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 11:45 | hablando      | hablando      | hablando      | 27 |
| 12:00 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 12:15 | codaleando    | codaleando    | paleando      | 27 |
| 12:30 | codaleando    | codaleando    | paleando      | 27 |
| 12:45 | viendo        | afinando      | viendo        | 27 |
| 13:00 | hablando      | hablando      | hablando      | 27 |
| 13:15 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 13:30 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 13:45 | viendo        | ausente       | paleando      | 27 |
| 14:00 | viendo        | ausente       | paleando      | 27 |
| 14:15 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 14:30 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |

|       |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|----|
| 14:45 | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 15:00 | codaleando    | codaleando    | viendo        | 27 |
| 15:15 | viendo        | sosteniendo   | viendo        | 27 |
| 15:30 | llevando      | colocando     | ausente       | 27 |
| 15:45 | llevando      | midiendo      | midiendo      | 27 |
| 16:00 | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 16:15 | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 16:30 | viendo        | afinando      | viendo        | 27 |
| 16:45 | viendo        | colocando     | colocando     | 27 |
| 17:00 | hablando      | hablando      | hablando      | 27 |
| 17:15 | ausente       | viendo        | paleando      | 27 |
| 17:30 | trasladándose | afinando      | viendo        | 27 |
| 17:45 | paleando      | viendo        | viendo        | 27 |
| 18:00 | paleando      | viendo        | paleando      | 27 |
| 18:15 | paleando      | viendo        | paleando      | 27 |
| 18:30 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 18:45 | codaleando    | codaleando    | paleando      | 27 |
| 19:00 | codaleando    | codaleando    | viendo        | 27 |
| 19:15 | codaleando    | codaleando    | viendo        | 27 |
| 19:30 | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 19:45 | trasladándose | llevando      | trasladándose | 27 |
| 20:00 | afinando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 20:15 | viendo        | sosteniendo   | paleando      | 27 |
| 20:30 | afinando      | viendo        | paleando      | 27 |
| 20:45 | viendo        | llevando      | viendo        | 27 |
| 21:00 | afinando      | llevando      | ausente       | 27 |
| 21:15 | paleando      | viendo        | viendo        | 27 |
| 21:30 | afinando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 21:45 | paleando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 22:00 | viendo        | ausente       | ausente       | 27 |
| 22:15 | paleando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 22:30 | paleando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 22:45 | paleando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 23:00 | paleando      | llevando      | ausente       | 27 |
| 23:15 | paleando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 23:30 | viendo        | ausente       | ausente       | 27 |
| 23:45 | viendo        | ausente       | ausente       | 27 |
| 24:00 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 24:15 | viendo        | viendo        | paleando      | 27 |
| 24:30 | trasladándose | llevando      | ausente       | 27 |
| 24:45 | viendo        | trasladándose | ausente       | 27 |
| 25:00 | paleando      | viendo        | viendo        | 27 |
| 25:15 | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 25:30 | codaleando    | codaleando    | paleando      | 27 |
| 25:45 | viendo        | llevando      | viendo        | 27 |
| 26:00 | viendo        | llevando      | viendo        | 27 |
| 26:15 | viendo        | colocando     | viendo        | 27 |

Apéndice 1.10. Datos para grafico de Crew balance del muestreo 3

| Tipo          | Operario 1 | Ayudante 1 | Ayudante 2 |
|---------------|------------|------------|------------|
| afinando      | 4%         | 4%         | 0%         |
| ausente       | 1%         | 12%        | 14%        |
| codaleando    | 12%        | 13%        | 0%         |
| colocando     | 0%         | 3%         | 1%         |
| hablando      | 8%         | 8%         | 8%         |
| llevando      | 3%         | 9%         | 0%         |
| midiendo      | 0%         | 1%         | 2%         |
| paleando      | 17%        | 0%         | 41%        |
| sosteniendo   | 0%         | 3%         | 0%         |
| trasladándose | 7%         | 4%         | 3%         |
| viendo        | 49%        | 43%        | 32%        |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%       |

Apéndice 1.11. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 3

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante 1 | Total |
|--------------|------------|------------|------------|-------|
| Productivo   | 33%        | 20%        | 42%        | 31%   |
| Contributivo | 3%         | 13%        | 2%         | 6%    |
| Improductivo | 64%        | 67%        | 57%        | 63%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%  |

Apéndice 1.12. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 3

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante 1 |
|-------------------------|------------|------------|------------|
| Tiempo productivo (h)   | 0,15       | 0,09       | 0,18       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,01       | 0,06       | 0,01       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,28       | 0,30       | 0,25       |
| Tiempo Total (h)        | 0,44       | 0,44       | 0,44       |

## Apéndice 2. Datos del proceso colocación de adoquines

Apéndice 2.1. Muestreo 1

| Hora | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Ayudante 3 | T (°C) |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|
| 0:00 | viendo     | llevando   | viendo     | viendo     | viendo     | 28     |
| 0:15 | viendo     | llevando   | viendo     | viendo     | viendo     | 28     |
| 0:30 | viendo     | llevando   | viendo     | viendo     | viendo     | 28     |
| 0:45 | viendo     | llevando   | viendo     | viendo     | viendo     | 28     |
| 1:00 | viendo     | llevando   | preparando | viendo     | viendo     | 28     |
| 1:15 | colocando  | llevando   | preparando | viendo     | preparando | 28     |
| 1:30 | viendo     | llevando   | preparando | viendo     | viendo     | 28     |
| 1:45 | viendo     | llevando   | preparando | viendo     | hablando   | 28     |
| 2:00 | colocando  | llevando   | viendo     | viendo     | hablando   | 28     |
| 2:15 | viendo     | ausente    | viendo     | viendo     | viendo     | 28     |
| 2:30 | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 28     |

|       |           |            |            |            |            |    |
|-------|-----------|------------|------------|------------|------------|----|
| 2:45  | viendo    | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 28 |
| 3:00  | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 3:15  | viendo    | preparando | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 3:30  | colocando | preparando | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 3:45  | colocando | preparando | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 4:00  | colocando | hablando   | preparando | preparando | hablando   | 28 |
| 4:15  | colocando | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 28 |
| 4:30  | colocando | preparando | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 4:45  | colocando | hablando   | preparando | preparando | hablando   | 28 |
| 5:00  | colocando | hablando   | preparando | preparando | hablando   | 28 |
| 5:15  | colocando | hablando   | preparando | preparando | hablando   | 28 |
| 5:30  | colocando | hablando   | preparando | preparando | hablando   | 28 |
| 5:45  | viendo    | preparando | viendo     | viendo     | preparando | 28 |
| 6:00  | viendo    | preparando | viendo     | viendo     | preparando | 28 |
| 6:15  | colocando | preparando | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 6:30  | colocando | preparando | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 6:45  | colocando | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 7:00  | viendo    | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 28 |
| 7:15  | colocando | preparando | viendo     | viendo     | preparando | 28 |
| 7:30  | colocando | hablando   | colocando  | hablando   | hablando   | 28 |
| 7:45  | colocando | preparando | viendo     | preparando | preparando | 28 |
| 8:00  | viendo    | preparando | viendo     | preparando | preparando | 28 |
| 8:15  | colocando | preparando | afinando   | preparando | preparando | 28 |
| 8:30  | colocando | preparando | viendo     | preparando | preparando | 28 |
| 8:45  | colocando | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 9:00  | colocando | viendo     | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 9:15  | colocando | preparando | viendo     | preparando | preparando | 28 |
| 9:30  | colocando | preparando | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 9:45  | viendo    | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 10:00 | colocando | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 10:15 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 10:30 | colocando | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 10:45 | colocando | viendo     | viendo     | preparando | preparando | 28 |
| 11:00 | colocando | preparando | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 11:15 | colocando | preparando | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 11:30 | colocando | preparando | preparando | preparando | preparando | 28 |
| 11:45 | viendo    | preparando | preparando | preparando | viendo     | 28 |
| 12:00 | viendo    | viendo     | viendo     | viendo     | preparando | 28 |
| 12:15 | colocando | hablando   | hablando   | hablando   | preparando | 28 |
| 12:30 | colocando | viendo     | viendo     | viendo     | preparando | 28 |
| 12:45 | colocando | preparando | ausente    | preparando | preparando | 28 |
| 13:00 | viendo    | preparando | ausente    | viendo     | preparando | 28 |
| 13:15 | colocando | viendo     | ausente    | viendo     | viendo     | 28 |
| 13:30 | colocando | preparando | ausente    | preparando | preparando | 28 |
| 13:45 | colocando | preparando | ausente    | preparando | preparando | 28 |
| 14:00 | colocando | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 28 |
| 14:15 | colocando | preparando | viendo     | preparando | preparando | 28 |
| 14:30 | colocando | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 28 |
| 14:45 | colocando | preparando | ausente    | preparando | preparando | 28 |
| 15:00 | colocando | viendo     | ausente    | viendo     | viendo     | 28 |
| 15:15 | colocando | viendo     | ausente    | midiendo   | viendo     | 28 |

|       |           |            |            |            |            |    |
|-------|-----------|------------|------------|------------|------------|----|
| 15:30 | colocando | hablando   | ausente    | hablando   | hablando   | 28 |
| 15:45 | colocando | viendo     | viendo     | preparando | viendo     | 28 |
| 16:00 | colocando | preparando | ausente    | preparando | preparando | 28 |
| 16:15 | colocando | preparando | ausente    | preparando | preparando | 28 |
| 16:30 | colocando | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 16:45 | viendo    | preparando | viendo     | preparando | preparando | 28 |
| 17:00 | colocando | viendo     | viendo     | viendo     | preparando | 28 |
| 17:15 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 17:30 | colocando | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 28 |
| 17:45 | colocando | preparando | colocando  | preparando | preparando | 28 |
| 18:00 | colocando | viendo     | colocando  | llevando   | viendo     | 28 |
| 18:15 | viendo    | preparando | colocando  | viendo     | preparando | 28 |
| 18:30 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 18:45 | colocando | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 19:00 | colocando | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 19:15 | viendo    | preparando | colocando  | preparando | preparando | 28 |
| 19:30 | viendo    | preparando | colocando  | preparando | preparando | 28 |
| 19:45 | colocando | preparando | colocando  | preparando | preparando | 28 |
| 20:00 | colocando | viendo     | colocando  | preparando | preparando | 28 |
| 20:15 | colocando | viendo     | colocando  | preparando | preparando | 28 |
| 20:30 | hablando  | preparando | colocando  | preparando | preparando | 28 |
| 20:45 | colocando | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 21:00 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 21:15 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 21:30 | colocando | preparando | preparando | viendo     | preparando | 28 |
| 21:45 | viendo    | preparando | preparando | viendo     | preparando | 28 |
| 22:00 | viendo    | preparando | preparando | viendo     | preparando | 28 |
| 22:15 | colocando | preparando | preparando | viendo     | preparando | 28 |
| 22:30 | viendo    | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 28 |
| 22:45 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 23:00 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 23:15 | colocando | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 23:30 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 23:45 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 24:00 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 24:15 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 28 |
| 24:30 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | ausente    | 28 |
| 24:45 | viendo    | llevando   | viendo     | viendo     | ausente    | 28 |
| 25:00 | viendo    | llevando   | viendo     | viendo     | ausente    | 28 |
| 25:15 | viendo    | llevando   | viendo     | viendo     | ausente    | 28 |
| 25:30 | viendo    | llevando   | viendo     | viendo     | ausente    | 28 |
| 25:45 | viendo    | llevando   | viendo     | viendo     | ausente    | 28 |
| 26:00 | viendo    | llevando   | viendo     | viendo     | ausente    | 28 |
| 26:15 | viendo    | llevando   | viendo     | viendo     | ausente    | 28 |
| 26:30 | viendo    | llevando   | viendo     | viendo     | ausente    | 28 |
| 26:45 | viendo    | llevando   | viendo     | viendo     | ausente    | 28 |
| 27:00 | viendo    | llevando   | viendo     | viendo     | ausente    | 28 |
| 27:15 | viendo    | preparando | preparando | preparando | ausente    | 28 |
| 27:30 | colocando | preparando | preparando | preparando | ausente    | 28 |
| 27:45 | colocando | viendo     | colocando  | viendo     | ausente    | 28 |
| 28:00 | viendo    | preparando | preparando | preparando | ausente    | 28 |

|       |           |            |            |            |         |    |
|-------|-----------|------------|------------|------------|---------|----|
| 28:15 | colocando | preparando | preparando | preparando | ausente | 28 |
| 28:30 | colocando | preparando | preparando | preparando | ausente | 28 |
| 28:45 | colocando | preparando | preparando | preparando | ausente | 28 |
| 29:00 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | ausente | 28 |
| 29:15 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | ausente | 28 |
| 29:30 | hablando  | hablando   | hablando   | hablando   | ausente | 28 |
| 29:45 | viendo    | preparando | preparando | preparando | ausente | 28 |
| 30:00 | colocando | preparando | preparando | preparando | ausente | 28 |
| 30:15 | colocando | preparando | preparando | preparando | ausente | 28 |
| 30:30 | colocando | preparando | preparando | preparando | ausente | 28 |
| 30:45 | colocando | preparando | preparando | preparando | ausente | 28 |
| 31:00 | viendo    | preparando | preparando | preparando | ausente | 28 |
| 31:15 | colocando | preparando | preparando | preparando | ausente | 28 |

Apéndice 2.2. Datos para grafico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Ayudante 3 |
|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| afinando      | 0%         | 0%         | 1%         | 0%         | 0%         |
| ausente       | 0%         | 1%         | 9%         | 0%         | 22%        |
| colocando     | 55%        | 0%         | 9%         | 0%         | 0%         |
| hablando      | 13%        | 27%        | 21%        | 23%        | 25%        |
| llevando      | 0%         | 15%        | 0%         | 1%         | 0%         |
| midiendo      | 0%         | 0%         | 0%         | 1%         | 0%         |
| preparando    | 0%         | 40%        | 30%        | 41%        | 37%        |
| trasladándose | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         |
| viendo        | 32%        | 17%        | 30%        | 34%        | 17%        |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       |

Apéndice 2.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Ayudante 3 | Total |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------|
| Productivo   | 55%        | 0%         | 10%        | 0%         | 0%         | 13%   |
| Contributivo | 0%         | 56%        | 30%        | 43%        | 37%        | 33%   |
| Improductivo | 45%        | 44%        | 60%        | 57%        | 63%        | 54%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       | 100%  |

Apéndice 2.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Ayudante 3 |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Tiempo productivo (h)   | 0,29       | 0,00       | 0,05       | 0,00       | 0,00       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,00       | 0,29       | 0,16       | 0,23       | 0,19       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,24       | 0,23       | 0,32       | 0,30       | 0,33       |
| Tiempo Total (h)        | 0,53       | 0,53       | 0,53       | 0,53       | 0,53       |

Apéndice 2.5. Muestreo 2

| Hora  | Operario 1    | Ayudante 1    | Ayudante 2 | Ayudante 3 | Peón 1     | Peón 2     | T (°C) |
|-------|---------------|---------------|------------|------------|------------|------------|--------|
| 0:00  | colocando     | llevando      | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 0:15  | trasladándose | hablando      | viendo     | viendo     | preparando | viendo     | 25     |
| 0:30  | trasladándose | viendo        | viendo     | preparando | preparando | llevando   | 25     |
| 0:45  | ausente       | viendo        | viendo     | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 1:00  | ausente       | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | preparando | 25     |
| 1:15  | viendo        | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | preparando | 25     |
| 1:30  | ausente       | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | preparando | 25     |
| 1:45  | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25     |
| 2:00  | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | colocando  | 25     |
| 2:15  | trasladándose | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | colocando  | 25     |
| 2:30  | trasladándose | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | colocando  | 25     |
| 2:45  | colocando     | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 25     |
| 3:00  | viendo        | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 25     |
| 3:15  | viendo        | colocando     | preparando | viendo     | viendo     | preparando | 25     |
| 3:30  | viendo        | colocando     | preparando | viendo     | viendo     | preparando | 25     |
| 3:45  | colocando     | colocando     | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25     |
| 4:00  | colocando     | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 4:15  | viendo        | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 4:30  | colocando     | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 4:45  | colocando     | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 5:00  | colocando     | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 5:15  | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25     |
| 5:30  | colocando     | preparando    | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25     |
| 5:45  | viendo        | viendo        | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25     |
| 6:00  | hablando      | preparando    | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25     |
| 6:15  | colocando     | preparando    | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25     |
| 6:30  | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25     |
| 6:45  | viendo        | preparando    | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 7:00  | viendo        | llevando      | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 7:15  | colocando     | llevando      | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 7:30  | colocando     | llevando      | viendo     | preparando | colocando  | viendo     | 25     |
| 7:45  | viendo        | viendo        | hablando   | preparando | hablando   | hablando   | 25     |
| 8:00  | colocando     | preparando    | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25     |
| 8:15  | viendo        | preparando    | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25     |
| 8:30  | trasladándose | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 8:45  | trasladándose | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 9:00  | colocando     | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 9:15  | colocando     | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 9:30  | colocando     | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 9:45  | colocando     | viendo        | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25     |
| 10:00 | colocando     | trasladándose | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 10:15 | colocando     | trasladándose | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 10:30 | colocando     | trasladándose | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25     |
| 10:45 | colocando     | trasladándose | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25     |
| 11:00 | viendo        | colocando     | preparando | preparando | preparando | preparando | 25     |
| 11:15 | viendo        | colocando     | preparando | viendo     | preparando | viendo     | 25     |
| 11:30 | viendo        | preparando    | preparando | viendo     | preparando | viendo     | 25     |
| 11:45 | viendo        | viendo        | preparando | viendo     | preparando | viendo     | 25     |

|       |               |               |            |            |            |            |    |
|-------|---------------|---------------|------------|------------|------------|------------|----|
| 12:00 | viendo        | viendo        | preparando | viendo     | preparando | viendo     | 25 |
| 12:15 | viendo        | viendo        | preparando | viendo     | preparando | viendo     | 25 |
| 12:30 | colocando     | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 12:45 | colocando     | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 13:00 | viendo        | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 13:15 | viendo        | preparando    | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25 |
| 13:30 | colocando     | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 13:45 | viendo        | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 14:00 | colocando     | trasladándose | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25 |
| 14:15 | colocando     | trasladándose | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25 |
| 14:30 | colocando     | colocando     | preparando | hablando   | preparando | hablando   | 25 |
| 14:45 | colocando     | colocando     | preparando | preparando | viendo     | preparando | 25 |
| 15:00 | viendo        | colocando     | preparando | preparando | viendo     | preparando | 25 |
| 15:15 | colocando     | colocando     | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 15:30 | viendo        | colocando     | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25 |
| 15:45 | colocando     | colocando     | preparando | viendo     | preparando | viendo     | 25 |
| 16:00 | trasladándose | preparando    | preparando | viendo     | preparando | viendo     | 25 |
| 16:15 | colocando     | trasladándose | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 16:30 | colocando     | trasladándose | preparando | preparando | viendo     | preparando | 25 |
| 16:45 | colocando     | colocando     | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 17:00 | trasladándose | colocando     | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 17:15 | colocando     | colocando     | hablando   | viendo     | preparando | hablando   | 25 |
| 17:30 | colocando     | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 17:45 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 18:00 | colocando     | hablando      | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 18:15 | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 18:30 | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 18:45 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 19:00 | colocando     | colocando     | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 19:15 | hablando      | colocando     | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 19:30 | hablando      | colocando     | hablando   | hablando   | hablando   | preparando | 25 |
| 19:45 | colocando     | colocando     | viendo     | preparando | preparando | viendo     | 25 |
| 20:00 | viendo        | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 20:15 | viendo        | colocando     | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 20:30 | colocando     | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 20:45 | colocando     | viendo        | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 21:00 | colocando     | viendo        | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25 |
| 21:15 | colocando     | preparando    | preparando | viendo     | preparando | preparando | 25 |
| 21:30 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 21:45 | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 22:00 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 22:15 | trasladándose | colocando     | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 22:30 | viendo        | colocando     | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 22:45 | colocando     | colocando     | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 23:00 | colocando     | colocando     | preparando | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 23:15 | colocando     | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 23:30 | colocando     | colocando     | llevando   | viendo     | llevando   | preparando | 25 |
| 23:45 | colocando     | hablando      | hablando   | preparando | hablando   | preparando | 25 |
| 24:00 | colocando     | viendo        | hablando   | preparando | hablando   | preparando | 25 |
| 24:15 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |

|       |               |               |               |            |            |            |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|------------|------------|------------|----|
| 24:30 | colocando     | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 24:45 | colocando     | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 25:00 | hablando      | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 25:15 | colocando     | viendo        | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 25:30 | colocando     | viendo        | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 25:45 | colocando     | ausente       | ausente       | viendo     | preparando | preparando | 25 |
| 26:00 | trasladándose | trasladándose | ausente       | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 26:15 | viendo        | viendo        | ausente       | viendo     | preparando | viendo     | 25 |
| 26:30 | ausente       | colocando     | ausente       | viendo     | preparando | preparando | 25 |
| 26:45 | ausente       | colocando     | ausente       | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 27:00 | ausente       | trasladándose | ausente       | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 27:15 | ausente       | trasladándose | ausente       | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 27:30 | colocando     | trasladándose | trasladándose | preparando | viendo     | preparando | 25 |
| 27:45 | hablando      | ausente       | ausente       | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 28:00 | colocando     | ausente       | ausente       | hablando   | viendo     | ausente    | 25 |
| 28:15 | colocando     | ausente       | ausente       | hablando   | viendo     | ausente    | 25 |
| 28:30 | viendo        | ausente       | ausente       | hablando   | viendo     | ausente    | 25 |
| 28:45 | colocando     | ausente       | ausente       | viendo     | viendo     | ausente    | 25 |
| 29:00 | viendo        | viendo        | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 29:15 | viendo        | viendo        | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | 25 |
| 29:30 | viendo        | trasladándose | viendo        | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 29:45 | viendo        | ausente       | viendo        | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 30:00 | viendo        | ausente       | viendo        | preparando | preparando | preparando | 25 |
| 30:15 | hablando      | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | 25 |
| 30:30 | colocando     | ausente       | preparando    | viendo     | preparando | preparando | 25 |
| 30:45 | hablando      | ausente       | preparando    | viendo     | preparando | preparando | 25 |
| 31:00 | colocando     | ausente       | preparando    | hablando   | preparando | preparando | 25 |

Apéndice 2.6. Datos para grafico de Crew balance del muestreo 2

| Tipo          | Operario 1 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Ayudante 3 | Peón 1 | Peón 2 |
|---------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|
| afinando      | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 0%     | 0%     |
| ausente       | 6%         | 9%         | 10%        | 0%         | 0%     | 3%     |
| colocando     | 52%        | 21%        | 0%         | 0%         | 1%     | 2%     |
| hablando      | 10%        | 17%        | 20%        | 22%        | 20%    | 16%    |
| llevando      | 0%         | 3%         | 1%         | 0%         | 1%     | 1%     |
| midiendo      | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 0%     | 0%     |
| preparando    | 0%         | 9%         | 50%        | 38%        | 58%    | 58%    |
| trasladándose | 8%         | 10%        | 1%         | 0%         | 0%     | 0%     |
| viendo        | 25%        | 31%        | 19%        | 40%        | 21%    | 20%    |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   |

Apéndice 2.7. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 2

| Tipo         | Operario 1 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Ayudante 3 | Peón 1 | Peón 2 | Total |
|--------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|-------|
| Productivo   | 52%        | 21%        | 0%         | 0%         | 1%     | 2%     | 15%   |
| Contributivo | 0%         | 12%        | 50%        | 38%        | 58%    | 58%    | 32%   |
| Improductivo | 48%        | 67%        | 50%        | 62%        | 41%    | 39%    | 53%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%  |

Apéndice 2.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Operario 1 | Ayudante 1 | Ayudante 2 | Ayudante 3 | Peón 1 | Peón 2 |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|
| Tiempo productivo (h)   | 0,27       | 0,11       | 0,00       | 0,00       | 0,00   | 0,01   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,00       | 0,06       | 0,26       | 0,20       | 0,30   | 0,30   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,25       | 0,35       | 0,26       | 0,32       | 0,21   | 0,20   |
| Tiempo Total (h)        | 0,52       | 0,52       | 0,52       | 0,52       | 0,52   | 0,52   |

Apéndice 2.9. Muestreo 3

| Hora | Operario 1    | Operario 2    | Ayudante 1 | Peón 1     | Ayudante 2 | T (°C) |
|------|---------------|---------------|------------|------------|------------|--------|
| 0:00 | colocando     | colocando     | preparando | preparando |            | 30     |
| 0:15 | viendo        | colocando     | preparando | preparando |            | 30     |
| 0:30 | colocando     | trasladándose | viendo     | preparando |            | 30     |
| 0:45 | colocando     | llevando      | viendo     | llevando   |            | 30     |
| 1:00 | colocando     | viendo        | viendo     | preparando |            | 30     |
| 1:15 | trasladándose | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 1:30 | colocando     | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 1:45 | colocando     | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 2:00 | colocando     | preparando    | preparando | preparando |            | 30     |
| 2:15 | colocando     | preparando    | preparando | preparando |            | 30     |
| 2:30 | colocando     | preparando    | preparando | preparando |            | 30     |
| 2:45 | colocando     | preparando    | preparando | preparando |            | 30     |
| 3:00 | colocando     | viendo        | viendo     | viendo     |            | 30     |
| 3:15 | trasladándose | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 3:30 | colocando     | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 3:45 | colocando     | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 4:00 | colocando     | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 4:15 | colocando     | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 4:30 | colocando     | preparando    | preparando | preparando |            | 30     |
| 4:45 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   |            | 30     |
| 5:00 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   |            | 30     |
| 5:15 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   |            | 30     |
| 5:30 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   |            | 30     |
| 5:45 | viendo        | preparando    | preparando | preparando |            | 30     |
| 6:00 | colocando     | preparando    | preparando | preparando |            | 30     |
| 6:15 | colocando     | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 6:30 | colocando     | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 6:45 | trasladándose | preparando    | viendo     | preparando |            | 30     |
| 7:00 | colocando     | preparando    | preparando | preparando |            | 30     |
| 7:15 | colocando     | preparando    | preparando | preparando |            | 30     |

|       |               |               |            |            |               |    |
|-------|---------------|---------------|------------|------------|---------------|----|
| 7:30  | colocando     | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 7:45  | colocando     | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 8:00  | colocando     | trasladándose | viendo     | viendo     |               | 30 |
| 8:15  | colocando     | preparando    | viendo     | preparando |               | 30 |
| 8:30  | colocando     | preparando    | viendo     | preparando |               | 30 |
| 8:45  | colocando     | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 9:00  | colocando     | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 9:15  | colocando     | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 9:30  | trasladándose | preparando    | preparando | viendo     |               | 30 |
| 9:45  | trasladándose | preparando    | preparando | viendo     |               | 30 |
| 10:00 | trasladándose | preparando    | preparando | viendo     |               | 30 |
| 10:15 | trasladándose | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 10:30 | trasladándose | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 10:45 | trasladándose | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 11:00 | trasladándose | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 11:15 | viendo        | viendo        | viendo     | viendo     |               | 30 |
| 11:30 | colocando     | trasladándose | preparando | preparando |               | 30 |
| 11:45 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   |               | 30 |
| 12:00 | trasladándose | trasladándose | viendo     | viendo     |               | 30 |
| 12:15 | colocando     | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 12:30 | trasladándose | viendo        | viendo     | preparando |               | 30 |
| 12:45 | colocando     | preparando    | preparando | preparando |               | 30 |
| 13:00 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | preparando    | 30 |
| 13:15 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | preparando    | 30 |
| 13:30 | colocando     | viendo        | viendo     | viendo     | preparando    | 30 |
| 13:45 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | preparando    | 30 |
| 14:00 | colocando     | viendo        | viendo     | viendo     | preparando    | 30 |
| 14:15 | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | preparando    | 30 |
| 14:30 | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | trasladándose | 30 |
| 14:45 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | colocando     | 30 |
| 15:00 | trasladándose | preparando    | preparando | preparando | colocando     | 30 |
| 15:15 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | preparando    | 30 |
| 15:30 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | colocando     | 30 |
| 15:45 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | viendo        | 30 |
| 16:00 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | ausente       | 30 |
| 16:15 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   | preparando    | 30 |
| 16:30 | colocando     | hablando      | hablando   | hablando   | preparando    | 30 |
| 16:45 | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | ausente       | 30 |
| 17:00 | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | ausente       | 30 |
| 17:15 | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | ausente       | 30 |
| 17:30 | hablando      | hablando      | hablando   | hablando   | trasladándose | 30 |
| 17:45 | trasladándose | preparando    | preparando | preparando | viendo        | 30 |
| 18:00 | trasladándose | preparando    | preparando | preparando | trasladándose | 30 |
| 18:15 | colocando     | preparando    | viendo     | viendo     | viendo        | 30 |
| 18:30 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | preparando    | 30 |
| 18:45 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | colocando     | 30 |
| 19:00 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | colocando     | 30 |
| 19:15 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | colocando     | 30 |
| 19:30 | trasladándose | hablando      | hablando   | hablando   | colocando     | 30 |
| 19:45 | colocando     | viendo        | viendo     | viendo     | viendo        | 30 |
| 20:00 | colocando     | preparando    | preparando | preparando | colocando     | 30 |

|       |               |            |            |            |               |    |
|-------|---------------|------------|------------|------------|---------------|----|
| 20:15 | trasladándose | preparando | preparando | preparando | viendo        | 30 |
| 20:30 | viendo        | preparando | hablando   | hablando   | colocando     | 30 |
| 20:45 | colocando     | preparando | hablando   | viendo     | colocando     | 30 |
| 21:00 | colocando     | viendo     | viendo     | preparando | colocando     | 30 |
| 21:15 | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | colocando     | 30 |
| 21:30 | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | colocando     | 30 |
| 21:45 | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | colocando     | 30 |
| 22:00 | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | trasladándose | 30 |
| 22:15 | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | trasladándose | 30 |
| 22:30 | hablando      | hablando   | hablando   | hablando   | trasladándose | 30 |

Apéndice 2.10. Datos para grafico de Crew balance del muestreo 3

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante 1 | Peón 1 | Ayudante 2 |
|---------------|------------|------------|------------|--------|------------|
| afinando      | 0%         | 0%         | 0%         | 0%     | 0%         |
| ausente       | 0%         | 0%         | 0%         | 0%     | 10%        |
| colocando     | 64%        | 2%         | 0%         | 0%     | 36%        |
| hablando      | 13%        | 22%        | 24%        | 23%    | 0%         |
| llevando      | 0%         | 1%         | 0%         | 1%     | 0%         |
| midiendo      | 0%         | 0%         | 0%         | 0%     | 0%         |
| preparando    | 0%         | 62%        | 47%        | 63%    | 26%        |
| trasladándose | 19%        | 4%         | 0%         | 0%     | 15%        |
| viendo        | 4%         | 9%         | 29%        | 13%    | 13%        |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%       |

Apéndice 2.11. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 3

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante 1 | Peón 1 | Ayudante 2 | Total |
|--------------|------------|------------|------------|--------|------------|-------|
| Productivo   | 64%        | 2%         | 0%         | 0%     | 36%        | 18%   |
| Contributivo | 0%         | 63%        | 47%        | 64%    | 26%        | 42%   |
| Improductivo | 36%        | 35%        | 53%        | 36%    | 38%        | 40%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%       | 100%  |

Apéndice 2.12. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 3

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante 1 | Peón 1 | Ayudante 2 |
|-------------------------|------------|------------|------------|--------|------------|
| Tiempo productivo (h)   | 0,24       | 0,01       | 0,00       | 0,00   | 0,06       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,00       | 0,24       | 0,18       | 0,24   | 0,04       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,14       | 0,13       | 0,20       | 0,14   | 0,06       |
| Tiempo Total (h)        | 0,38       | 0,38       | 0,38       | 0,38   | 0,16       |

### Apéndice 3. Datos del proceso colocación de armadura de aceras en concreto

#### Apéndice 3.1. Muestreo 1

| Hora  | Operario      | Peón 1        | Peón 2     | T (°C) |
|-------|---------------|---------------|------------|--------|
| 0:00  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 0:15  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 0:30  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 0:45  | trasladándose | revisando     |            | 26     |
| 1:00  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 1:15  | trasladándose | viendo        |            | 26     |
| 1:30  | revisando     | viendo        |            | 26     |
| 1:45  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 2:00  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 2:15  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 2:30  | moviendo      | viendo        |            | 26     |
| 2:45  | midiendo      | viendo        |            | 26     |
| 3:00  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 3:15  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 3:30  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 3:45  | viendo        | trasladándose |            | 26     |
| 4:00  | moviendo      | viendo        |            | 26     |
| 4:15  | midiendo      | cortando      |            | 26     |
| 4:30  | viendo        | cortando      |            | 26     |
| 4:45  | viendo        | moviendo      |            | 26     |
| 5:00  | trasladándose | viendo        |            | 26     |
| 5:15  | ausente       | moviendo      |            | 26     |
| 5:30  | ausente       | preparando    |            | 26     |
| 5:45  | ausente       | viendo        |            | 26     |
| 6:00  | ausente       | trasladándose |            | 26     |
| 6:15  | ausente       | preparando    |            | 26     |
| 6:30  | ausente       | preparando    |            | 26     |
| 6:45  | ausente       | preparando    |            | 26     |
| 7:00  | ausente       | preparando    |            | 26     |
| 7:15  | ausente       | preparando    |            | 26     |
| 7:30  | ausente       | preparando    |            | 26     |
| 7:45  | ausente       | viendo        |            | 26     |
| 8:00  | ausente       | hablando      | hablando   | 26     |
| 8:15  | ausente       | preparando    | preparando | 26     |
| 8:30  | ausente       | preparando    | preparando | 26     |
| 8:45  | ausente       | preparando    | preparando | 26     |
| 9:00  | ausente       | preparando    | preparando | 26     |
| 9:15  | ausente       | preparando    | preparando | 26     |
| 9:30  | ausente       | preparando    | preparando | 26     |
| 9:45  | ausente       | hablando      | hablando   | 26     |
| 10:00 | ausente       | preparando    | preparando | 26     |
| 10:15 | ausente       | preparando    | preparando | 26     |
| 10:30 | ausente       | preparando    | preparando | 26     |
| 10:45 | ausente       | preparando    | preparando | 26     |
| 11:00 | preparando    | preparando    | preparando | 26     |

|       |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|----|
| 11:15 | colocando     | preparando    | preparando    | 26 |
| 11:30 | colocando     | preparando    | colocando     | 26 |
| 11:45 | colocando     | preparando    | colocando     | 26 |
| 12:00 | viendo        | preparando    | viendo        | 26 |
| 12:15 | viendo        | preparando    | viendo        | 26 |
| 12:30 | buscando      | preparando    | viendo        | 26 |
| 12:45 | buscando      | preparando    | colocando     | 26 |
| 13:00 | viendo        | preparando    | viendo        | 26 |
| 13:15 | trasladándose | preparando    | colocando     | 26 |
| 13:30 | buscando      | preparando    | colocando     | 26 |
| 13:45 | buscando      | trasladándose | colocando     | 26 |
| 14:00 | trasladándose | preparando    | colocando     | 26 |
| 14:15 | ausente       | preparando    | colocando     | 26 |
| 14:30 | ausente       | preparando    | colocando     | 26 |
| 14:45 | ausente       | preparando    | colocando     | 26 |
| 15:00 | ausente       | preparando    | colocando     | 26 |
| 15:15 | ausente       | preparando    | colocando     | 26 |
| 15:30 | viendo        | preparando    | colocando     | 26 |
| 15:45 | hablando      | preparando    | trasladándose | 26 |
| 16:00 | hablando      | preparando    | hablando      | 26 |
| 16:15 | ausente       | preparando    | colocando     | 26 |
| 16:30 | viendo        | preparando    | colocando     | 26 |
| 16:45 | colocando     | preparando    | colocando     | 26 |
| 17:00 | viendo        | preparando    | viendo        | 26 |
| 17:15 | colocando     | preparando    | trasladándose | 26 |
| 17:30 | colocando     | viendo        | colocando     | 26 |
| 17:45 | colocando     | viendo        | colocando     | 26 |
| 18:00 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |
| 18:15 | colocando     | viendo        | viendo        | 26 |
| 18:30 | viendo        | colocando     | colocando     | 26 |
| 18:45 | colocando     | colocando     | trasladándose | 26 |
| 19:00 | colocando     | trasladándose | viendo        | 26 |
| 19:15 | colocando     | moviendo      | colocando     | 26 |
| 19:30 | moviendo      | sosteniendo   | colocando     | 26 |
| 19:45 | colocando     | colocando     | viendo        | 26 |
| 20:00 | trasladándose | colocando     | trasladándose | 26 |
| 20:15 | viendo        | colocando     | trasladándose | 26 |
| 20:30 | viendo        | colocando     | ausente       | 26 |
| 20:45 | viendo        | ausente       | ausente       | 26 |
| 21:00 | colocando     | ausente       | ausente       | 26 |
| 21:15 | viendo        | ausente       | ausente       | 26 |
| 21:30 | trasladándose | ausente       | ausente       | 26 |
| 21:45 | trasladándose | ausente       | ausente       | 26 |
| 22:00 | colocando     | ausente       | ausente       | 26 |
| 22:15 | preparando    | ausente       | preparando    | 26 |
| 22:30 | preparando    | ausente       | preparando    | 26 |
| 22:45 | trasladándose | viendo        | preparando    | 26 |
| 23:00 | hablando      | hablando      | preparando    | 26 |
| 23:15 | colocando     | colocando     | preparando    | 26 |
| 23:30 | colocando     | colocando     | preparando    | 26 |

|       |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|----|
| 23:45 | viendo        | trasladándose | viendo        | 26 |
| 24:00 | viendo        | viendo        | colocando     | 26 |
| 24:15 | colocando     | viendo        | colocando     | 26 |
| 24:30 | preparando    | preparando    | colocando     | 26 |
| 24:45 | preparando    | preparando    | colocando     | 26 |
| 25:00 | preparando    | viendo        | colocando     | 26 |
| 25:15 | preparando    | trasladándose | colocando     | 26 |
| 25:30 | preparando    | viendo        | colocando     | 26 |
| 25:45 | viendo        | trasladándose | viendo        | 26 |
| 26:00 | preparando    | viendo        | viendo        | 26 |
| 26:15 | preparando    | preparando    | colocando     | 26 |
| 26:30 | preparando    | viendo        | hablando      | 26 |
| 26:45 | preparando    | viendo        | hablando      | 26 |
| 27:00 | preparando    | preparando    | hablando      | 26 |
| 27:15 | preparando    | preparando    | colocando     | 26 |
| 27:30 | preparando    | viendo        | viendo        | 26 |
| 27:45 | viendo        | trasladándose | colocando     | 26 |
| 28:00 | colocando     | ausente       | viendo        | 26 |
| 28:15 | colocando     | colocando     | viendo        | 26 |
| 28:30 | colocando     | colocando     | viendo        | 26 |
| 28:45 | colocando     | colocando     | viendo        | 26 |
| 29:00 | viendo        | colocando     | viendo        | 26 |
| 29:15 | hablando      | hablando      | hablando      | 26 |
| 29:30 | viendo        | colocando     | colocando     | 26 |
| 29:45 | viendo        | ausente       | colocando     | 26 |
| 30:00 | trasladándose | ausente       | viendo        | 26 |
| 30:15 | ausente       | ausente       | colocando     | 26 |
| 30:30 | ausente       | ausente       | colocando     | 26 |
| 30:45 | ausente       | ausente       | colocando     | 26 |
| 31:00 | ausente       | ausente       | colocando     | 26 |
| 31:15 | moviendo      | ausente       | colocando     | 26 |
| 31:30 | moviendo      | ausente       | colocando     | 26 |
| 31:45 | moviendo      | ausente       | colocando     | 26 |
| 32:00 | revisando     | ausente       | viendo        | 26 |
| 32:15 | viendo        | ausente       | viendo        | 26 |
| 32:30 | buscando      | ausente       | colocando     | 26 |
| 32:45 | buscando      | ausente       | colocando     | 26 |
| 33:00 | viendo        | preparando    | colocando     | 26 |
| 33:15 | preparando    | preparando    | colocando     | 26 |
| 33:30 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |
| 33:45 | colocando     | colocando     | trasladándose | 26 |
| 34:00 | colocando     | colocando     | preparando    | 26 |
| 34:15 | colocando     | viendo        | preparando    | 26 |
| 34:30 | colocando     | colocando     | preparando    | 26 |
| 34:45 | colocando     | colocando     | preparando    | 26 |
| 35:00 | colocando     | colocando     | preparando    | 26 |
| 35:15 | colocando     | colocando     | preparando    | 26 |
| 35:30 | colocando     | colocando     | preparando    | 26 |
| 35:45 | colocando     | colocando     | preparando    | 26 |
| 36:00 | colocando     | colocando     | viendo        | 26 |
| 36:15 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |

|       |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|----|
| 36:30 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |
| 36:45 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |
| 37:00 | colocando     | viendo        | colocando     | 26 |
| 37:15 | trasladándose | trasladándose | colocando     | 26 |
| 37:30 | hablando      | hablando      | colocando     | 26 |
| 37:45 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |
| 38:00 | viendo        | colocando     | colocando     | 26 |
| 38:15 | viendo        | colocando     | viendo        | 26 |
| 38:30 | viendo        | colocando     | viendo        | 26 |
| 38:45 | trasladándose | colocando     | colocando     | 26 |
| 39:00 | ausente       | colocando     | colocando     | 26 |
| 39:15 | ausente       | colocando     | colocando     | 26 |
| 39:30 | ausente       | colocando     | viendo        | 26 |
| 39:45 | viendo        | colocando     | viendo        | 26 |
| 40:00 | viendo        | colocando     | colocando     | 26 |
| 40:15 | trasladándose | colocando     | colocando     | 26 |
| 40:30 | hablando      | hablando      | colocando     | 26 |
| 40:45 | viendo        | colocando     | colocando     | 26 |
| 41:00 | viendo        | colocando     | viendo        | 26 |
| 41:15 | viendo        | viendo        | viendo        | 26 |
| 41:30 | viendo        | colocando     | viendo        | 26 |
| 41:45 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |
| 42:00 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |
| 42:15 | viendo        | ausente       | colocando     | 26 |
| 42:30 | viendo        | moviendo      | viendo        | 26 |
| 42:45 | colocando     | ausente       | preparando    | 26 |
| 43:00 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |
| 43:15 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |
| 43:30 | colocando     | viendo        | colocando     | 26 |
| 43:45 | colocando     | viendo        | viendo        | 26 |
| 44:00 | colocando     | viendo        | trasladándose | 26 |
| 44:15 | moviendo      | trasladándose | colocando     | 26 |
| 44:30 | moviendo      | trasladándose | colocando     | 26 |
| 44:45 | colocando     | colocando     | viendo        | 26 |
| 45:00 | viendo        | colocando     | colocando     | 26 |
| 45:15 | preparando    | colocando     | colocando     | 26 |
| 45:30 | viendo        | colocando     | viendo        | 26 |
| 45:45 | viendo        | colocando     | viendo        | 26 |
| 46:00 | viendo        | colocando     | colocando     | 26 |
| 46:15 | viendo        | colocando     | colocando     | 26 |
| 46:30 | viendo        | colocando     | viendo        | 26 |
| 46:45 | viendo        | colocando     | viendo        | 26 |
| 47:00 | moviendo      | colocando     | viendo        | 26 |
| 47:15 | colocando     | colocando     | viendo        | 26 |
| 47:30 | colocando     | colocando     | colocando     | 26 |
| 47:45 | colocando     | colocando     | viendo        | 26 |

Apéndice 3.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario | Peón 1 | Peón 2 |
|---------------|----------|--------|--------|
| cortando      | 0%       | 6%     | 0%     |
| viendo        | 27%      | 14%    | 24%    |
| trasladándose | 7%       | 6%     | 4%     |
| revisando     | 1%       | 1%     | 0%     |
| moviendo      | 5%       | 2%     | 0%     |
| midiendo      | 1%       | 0%     | 0%     |
| preparando    | 9%       | 26%    | 17%    |
| ausente       | 19%      | 13%    | 4%     |
| hablando      | 3%       | 3%     | 4%     |
| buscando      | 3%       | 0%     | 0%     |
| colocando     | 26%      | 30%    | 46%    |
| Total         | 100%     | 100%   | 100%   |

Apéndice 3.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario | Peón 1 | Peón 2 | Total |
|--------------|----------|--------|--------|-------|
| Productivo   | 26%      | 36%    | 46%    | 36%   |
| Contributivo | 16%      | 29%    | 17%    | 21%   |
| Improductivo | 58%      | 35%    | 37%    | 44%   |
| Total        | 100%     | 100%   | 100%   | 100%  |

Apéndice 3.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario | Peón 1 | Peón 2 |
|-------------------------|----------|--------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,80     | 0,80   | 0,67   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,21     | 0,29   | 0,31   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,13     | 0,23   | 0,11   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,47     | 0,28   | 0,25   |

**Apéndice 4. Datos del proceso colado y acabado preliminar de aceras en concreto**

Apéndice 4.1. Muestreo 1

| Hora | Operario      | Peón 1      | Peón 3 | T (°C) |
|------|---------------|-------------|--------|--------|
| 0:00 |               | paleando    |        | 24     |
| 0:15 |               | paleando    |        | 24     |
| 0:30 |               | paleando    |        | 24     |
| 0:45 |               | viendo      |        | 24     |
| 1:00 |               | paleando    |        | 24     |
| 1:15 | trasladándose | viendo      |        | 24     |
| 1:30 | viendo        | paleando    |        | 24     |
| 1:45 | viendo        | sosteniendo |        | 24     |
| 2:00 | viendo        | paleando    |        | 24     |
| 2:15 | viendo        | paleando    | viendo | 24     |

|       |               |               |          |    |
|-------|---------------|---------------|----------|----|
| 2:30  | viendo        | paleando      | paleando | 24 |
| 2:45  | vibrando      | viendo        | paleando | 24 |
| 3:00  | vibrando      | paleando      | paleando | 24 |
| 3:15  | vibrando      | paleando      | paleando | 24 |
| 3:30  | vibrando      | paleando      | paleando | 24 |
| 3:45  | vibrando      | hablando      | paleando | 24 |
| 4:00  | vibrando      | paleando      | paleando | 24 |
| 4:15  | vibrando      | viendo        | paleando | 24 |
| 4:30  | vibrando      | paleando      | viendo   | 24 |
| 4:45  | vibrando      | paleando      | paleando | 24 |
| 5:00  | vibrando      | paleando      | paleando | 24 |
| 5:15  | vibrando      | trasladándose | paleando | 24 |
| 5:30  | trasladándose | viendo        | paleando | 24 |
| 5:45  | sosteniendo   | viendo        | viendo   | 24 |
| 6:00  | afinando      | paleando      | paleando | 24 |
| 6:15  | codaleando    | paleando      | paleando | 24 |
| 6:30  | codaleando    | vibrando      | paleando | 24 |
| 6:45  | afinando      | vibrando      | viendo   | 24 |
| 7:00  | afinando      | vibrando      | paleando | 24 |
| 7:15  | codaleando    | paleando      | paleando | 24 |
| 7:30  | afinando      | paleando      | paleando | 24 |
| 7:45  | viendo        | paleando      | paleando | 24 |
| 8:00  | trasladándose | paleando      | paleando | 24 |
| 8:15  | codaleando    | paleando      | paleando | 24 |
| 8:30  | afinando      | paleando      | paleando | 24 |
| 8:45  | afinando      | viendo        | viendo   | 24 |
| 9:00  | afinando      | paleando      | paleando | 24 |
| 9:15  | codaleando    | viendo        | viendo   | 24 |
| 9:30  | codaleando    | paleando      | viendo   | 24 |
| 9:45  | codaleando    | viendo        | viendo   | 24 |
| 10:00 | hablando      | hablando      | hablando | 24 |
| 10:15 | codaleando    | hablando      | hablando | 24 |
| 10:30 | codaleando    | paleando      | paleando | 24 |
| 10:45 | afinando      | paleando      | viendo   | 24 |
| 11:00 | codaleando    | viendo        | viendo   | 24 |
| 11:15 | afinando      | viendo        | viendo   | 24 |
| 11:30 | codaleando    | viendo        | viendo   | 24 |
| 11:45 | viendo        | viendo        | viendo   | 24 |
| 12:00 | viendo        | viendo        | viendo   | 24 |
| 12:15 | codaleando    | paleando      | viendo   | 24 |
| 12:30 | afinando      | viendo        | viendo   | 24 |
| 12:45 | hablando      | viendo        | viendo   | 24 |
| 13:00 | hablando      | ausente       | hablando | 24 |
| 13:15 | afinando      | ausente       | viendo   | 24 |
| 13:30 | viendo        | ausente       | ausente  | 24 |
| 13:45 | viendo        | ausente       | viendo   | 24 |
| 14:00 | afinando      | ausente       | paleando | 24 |
| 14:15 | codaleando    | ausente       | ausente  | 24 |
| 14:30 | viendo        | viendo        | viendo   | 24 |
| 14:45 | codaleando    | viendo        | paleando | 24 |

|       |            |               |             |    |
|-------|------------|---------------|-------------|----|
| 15:00 | hablando   | hablando      | hablando    | 24 |
| 15:15 | viendo     | viendo        | paleando    | 24 |
| 15:30 | afinando   | viendo        | viendo      | 24 |
| 15:45 | codaleando | viendo        | viendo      | 24 |
| 16:00 | afinando   | viendo        | viendo      | 24 |
| 16:15 | viendo     | viendo        | viendo      | 24 |
| 16:30 | afinando   | viendo        | viendo      | 24 |
| 16:45 | codaleando | viendo        | viendo      | 24 |
| 17:00 | codaleando | viendo        | paleando    | 24 |
| 17:15 | afinando   | viendo        | viendo      | 24 |
| 17:30 | afinando   | viendo        | viendo      | 24 |
| 17:45 | codaleando | paleando      | viendo      | 24 |
| 18:00 | codaleando | viendo        | viendo      | 24 |
| 18:15 | codaleando | viendo        | viendo      | 24 |
| 18:30 | afinando   | viendo        | paleando    | 24 |
| 18:45 | viendo     | viendo        | viendo      | 24 |
| 19:00 | viendo     | viendo        | viendo      | 24 |
| 19:15 | codaleando | viendo        | viendo      | 24 |
| 19:30 | viendo     | viendo        | viendo      | 24 |
| 19:45 | viendo     | viendo        | paleando    | 24 |
| 20:00 | hablando   | hablando      | hablando    | 24 |
| 20:15 | codaleando | trasladándose | paleando    | 24 |
| 20:30 | viendo     | ausente       | paleando    | 24 |
| 20:45 | viendo     | ausente       | paleando    | 24 |
| 21:00 | afinando   | ausente       | viendo      | 24 |
| 21:15 | viendo     | ausente       | viendo      | 24 |
| 21:30 | codaleando | ausente       | viendo      | 24 |
| 21:45 | hablando   | ausente       | hablando    | 24 |
| 22:00 | hablando   | ausente       | hablando    | 24 |
| 22:15 | viendo     | ausente       | ausente     | 24 |
| 22:30 | viendo     | ausente       | ausente     | 24 |
| 22:45 | ausente    | ausente       | ausente     | 24 |
| 23:00 | ausente    | ausente       | ausente     | 24 |
| 23:15 | ausente    | ausente       | ausente     | 24 |
| 23:30 | ausente    | ausente       | ausente     | 24 |
| 23:45 | ausente    | ausente       | ausente     | 24 |
| 24:00 | ausente    | sosteniendo   | ausente     | 24 |
| 24:15 | ausente    | ausente       | descargando | 24 |
| 24:30 | ausente    | descargando   | sosteniendo | 24 |
| 24:45 | ausente    | sosteniendo   | paleando    | 24 |
| 25:00 | ausente    | ausente       | paleando    | 24 |
| 25:15 | ausente    | viendo        | paleando    | 24 |
| 25:30 | ausente    | ausente       | viendo      | 24 |
| 25:45 | preparando | ausente       | preparando  | 24 |
| 26:00 | viendo     | ausente       | viendo      | 24 |
| 26:15 | viendo     | viendo        | viendo      | 24 |
| 26:30 | codaleando | viendo        | viendo      | 24 |
| 26:45 | afinando   | ausente       | viendo      | 24 |
| 27:00 | codaleando | ausente       | viendo      | 24 |
| 27:15 | codaleando | ausente       | viendo      | 24 |
| 27:30 | codaleando | ausente       | viendo      | 24 |

|       |            |         |          |    |
|-------|------------|---------|----------|----|
| 27:45 | codaleando | ausente | viendo   | 24 |
| 28:00 | viendo     | ausente | viendo   | 24 |
| 28:15 | hablando   | ausente | viendo   | 24 |
| 28:30 | viendo     | ausente | paleando | 24 |
| 28:45 | viendo     | ausente | viendo   | 24 |
| 29:00 | viendo     | ausente | ausente  | 24 |
| 29:15 | viendo     | ausente | ausente  | 24 |
| 29:30 | viendo     | ausente | ausente  | 24 |
| 29:45 | hablando   | ausente | hablando | 24 |
| 30:00 | viendo     | viendo  | paleando | 24 |
| 30:15 | viendo     | viendo  | paleando | 24 |
| 30:30 | viendo     | viendo  | paleando | 24 |
| 30:45 | afinando   | viendo  | viendo   | 24 |
| 31:00 | afinando   | viendo  | viendo   | 24 |
| 31:15 | viendo     | viendo  | viendo   | 24 |
| 31:30 | viendo     | viendo  | viendo   | 24 |
| 31:45 | afinando   | viendo  | viendo   | 24 |
| 32:00 | codaleando | viendo  | viendo   | 24 |
| 32:15 | afinando   | viendo  | viendo   | 24 |
| 32:30 | codaleando | viendo  | viendo   | 24 |
| 32:45 | viendo     | viendo  | viendo   | 24 |
| 33:00 | afinando   | viendo  | viendo   | 24 |
| 33:15 | afinando   | viendo  | viendo   | 24 |

Apéndice 4.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario | Peón 1 | Peón 2 |
|---------------|----------|--------|--------|
| paleando      | 0%       | 22%    | 32%    |
| trasladándose | 2%       | 2%     | 0%     |
| viendo        | 28%      | 40%    | 49%    |
| sosteniendo   | 1%       | 1%     | 1%     |
| vibrando      | 9%       | 2%     | 0%     |
| codaleando    | 23%      | 0%     | 0%     |
| afinando      | 20%      | 0%     | 0%     |
| ausente       | 9%       | 28%    | 10%    |
| descargando   | 0%       | 1%     | 1%     |
| hablando      | 7%       | 4%     | 6%     |
| preparando    | 1%       | 0%     | 1%     |
| Total         | 100%     | 100%   | 100%   |

Apéndice 4.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario | Peón 1 | Peón 2 | Total |
|--------------|----------|--------|--------|-------|
| Productivo   | 52%      | 24%    | 32%    | 36%   |
| Contributivo | 2%       | 2%     | 2%     | 2%    |
| Improductivo | 47%      | 74%    | 66%    | 62%   |
| Total        | 100%     | 100%   | 100%   | 100%  |

Apéndice 4.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario | Peón 1 | Peón 3 |
|-------------------------|----------|--------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,54     | 0,56   | 0,52   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,28     | 0,13   | 0,17   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,01     | 0,01   | 0,01   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,25     | 0,41   | 0,34   |

Apéndice 4.5. Muestreo 2

| Hora | Peón 1        | Operario 1    | Operario 2 | T (°C) |
|------|---------------|---------------|------------|--------|
| 0:00 | vibrando      |               |            | 29     |
| 0:15 | vibrando      |               |            | 29     |
| 0:30 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 0:45 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 1:00 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 1:15 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 1:30 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 1:45 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 2:00 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 2:15 | vibrando      | viendo        |            | 29     |
| 2:30 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 2:45 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 3:00 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 3:15 | vibrando      | preparando    |            | 29     |
| 3:30 | vibrando      | viendo        |            | 29     |
| 3:45 | vibrando      | ausente       |            | 29     |
| 4:00 | vibrando      | ausente       |            | 29     |
| 4:15 | trasladándose | ausente       |            | 29     |
| 4:30 | vibrando      | ausente       |            | 29     |
| 4:45 | vibrando      | ausente       |            | 29     |
| 5:00 | vibrando      | ausente       |            | 29     |
| 5:15 | viendo        | trasladándose |            | 29     |
| 5:30 | vibrando      | codaleando    |            | 29     |
| 5:45 | vibrando      | codaleando    |            | 29     |
| 6:00 | ausente       | afinando      |            | 29     |
| 6:15 | vibrando      | paleando      |            | 29     |
| 6:30 | vibrando      | afinando      |            | 29     |
| 6:45 | vibrando      | codaleando    |            | 29     |
| 7:00 | vibrando      | codaleando    |            | 29     |
| 7:15 | vibrando      | trasladándose |            | 29     |
| 7:30 | vibrando      | codaleando    |            | 29     |
| 7:45 | vibrando      | paleando      |            | 29     |
| 8:00 | vibrando      | paleando      |            | 29     |
| 8:15 | vibrando      | viendo        |            | 29     |
| 8:30 | vibrando      | paleando      |            | 29     |
| 8:45 | vibrando      | viendo        |            | 29     |
| 9:00 | vibrando      | afinando      |            | 29     |
| 9:15 | trasladándose | codaleando    |            | 29     |
| 9:30 | hablando      | hablando      |            | 29     |

|       |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|----|
| 9:45  | descargando   | paleando      |               | 29 |
| 10:00 | viendo        | paleando      |               | 29 |
| 10:15 | ausente       | afinando      |               | 29 |
| 10:30 | ausente       | codaleando    |               | 29 |
| 10:45 | ausente       | viendo        |               | 29 |
| 11:00 | ausente       | paleando      |               | 29 |
| 11:15 | viendo        | viendo        |               | 29 |
| 11:30 | paleando      | afinando      |               | 29 |
| 11:45 | paleando      | codaleando    |               | 29 |
| 12:00 | paleando      | paleando      |               | 29 |
| 12:15 | paleando      | paleando      |               | 29 |
| 12:30 | paleando      | paleando      |               | 29 |
| 12:45 | paleando      | afinando      |               | 29 |
| 13:00 | paleando      | codaleando    |               | 29 |
| 13:15 | paleando      | afinando      |               | 29 |
| 13:30 | viendo        | codaleando    |               | 29 |
| 13:45 | paleando      | trasladándose |               | 29 |
| 14:00 | paleando      | paleando      |               | 29 |
| 14:15 | viendo        | hablando      | hablando      | 29 |
| 14:30 | viendo        | viendo        | viendo        | 29 |
| 14:45 | viendo        | afinando      | viendo        | 29 |
| 15:00 | sosteniendo   | viendo        | paleando      | 29 |
| 15:15 | sosteniendo   | afinando      | paleando      | 29 |
| 15:30 | viendo        | viendo        | paleando      | 29 |
| 15:45 | sosteniendo   | viendo        | viendo        | 29 |
| 16:00 | sosteniendo   | paleando      | paleando      | 29 |
| 16:15 | viendo        | paleando      | paleando      | 29 |
| 16:30 | viendo        | afinando      | paleando      | 29 |
| 16:45 | viendo        | codaleando    | paleando      | 29 |
| 17:00 | sosteniendo   | codaleando    | paleando      | 29 |
| 17:15 | descargando   | codaleando    | viendo        | 29 |
| 17:30 | viendo        | trasladándose | paleando      | 29 |
| 17:45 | viendo        | viendo        | paleando      | 29 |
| 18:00 | viendo        | paleando      | paleando      | 29 |
| 18:15 | sosteniendo   | paleando      | paleando      | 29 |
| 18:30 | descargando   | viendo        | paleando      | 29 |
| 18:45 | sosteniendo   | paleando      | viendo        | 29 |
| 19:00 | sosteniendo   | trasladándose | paleando      | 29 |
| 19:15 | sosteniendo   | afinando      | paleando      | 29 |
| 19:30 | sosteniendo   | codaleando    | paleando      | 29 |
| 19:45 | descargando   | codaleando    | trasladándose | 29 |
| 20:00 | trasladándose | viendo        | viendo        | 29 |
| 20:15 | descargando   | viendo        | viendo        | 29 |
| 20:30 | sosteniendo   | viendo        | viendo        | 29 |
| 20:45 | sosteniendo   | afinando      | viendo        | 29 |
| 21:00 | sosteniendo   | codaleando    | viendo        | 29 |
| 21:15 | sosteniendo   | viendo        | paleando      | 29 |
| 21:30 | viendo        | codaleando    | paleando      | 29 |
| 21:45 | viendo        | viendo        | viendo        | 29 |
| 22:00 | viendo        | viendo        | paleando      | 29 |
| 22:15 | sosteniendo   | viendo        | viendo        | 29 |

|       |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|----|
| 22:30 | descargando   | codaleando    | paleando      | 29 |
| 22:45 | sosteniendo   | trasladándose | paleando      | 29 |
| 23:00 | viendo        | viendo        | paleando      | 29 |
| 23:15 | viendo        | viendo        | paleando      | 29 |
| 23:30 | viendo        | viendo        | viendo        | 29 |
| 23:45 | sosteniendo   | viendo        | paleando      | 29 |
| 24:00 | paleando      | hablando      | hablando      | 29 |
| 24:15 | sosteniendo   | viendo        | viendo        | 29 |
| 24:30 | viendo        | viendo        | paleando      | 29 |
| 24:45 | viendo        | codaleando    | paleando      | 29 |
| 25:00 | sosteniendo   | codaleando    | viendo        | 29 |
| 25:15 | sosteniendo   | viendo        | paleando      | 29 |
| 25:30 | hablando      | codaleando    | viendo        | 29 |
| 25:45 | viendo        | afinando      | paleando      | 29 |
| 26:00 | viendo        | viendo        | paleando      | 29 |
| 26:15 | viendo        | codaleando    | paleando      | 29 |
| 26:30 | descargando   | hablando      | hablando      | 29 |
| 26:45 | paleando      | paleando      | viendo        | 29 |
| 27:00 | trasladándose | trasladándose | paleando      | 29 |
| 27:15 | viendo        | afinando      | paleando      | 29 |
| 27:30 | viendo        | codaleando    | paleando      | 29 |
| 27:45 | sosteniendo   | afinando      | viendo        | 29 |
| 28:00 | trasladándose | viendo        | paleando      | 29 |
| 28:15 | hablando      | hablando      | hablando      | 29 |
| 28:30 | viendo        | hablando      | hablando      | 29 |
| 28:45 | trasladándose | viendo        | viendo        | 29 |
| 29:00 | ausente       | afinando      | viendo        | 29 |
| 29:15 | ausente       | codaleando    | viendo        | 29 |
| 29:30 | ausente       | afinando      | paleando      | 29 |
| 29:45 | ausente       | codaleando    | ausente       | 29 |
| 30:00 | trasladándose | afinando      | viendo        | 29 |
| 30:15 | ausente       | trasladándose | paleando      | 29 |
| 30:30 | ausente       | viendo        | paleando      | 29 |
| 30:45 | ausente       | viendo        | paleando      | 29 |
| 31:00 | trasladándose | viendo        | paleando      | 29 |
| 31:15 | ausente       | hablando      | hablando      | 29 |
| 31:30 | ausente       | viendo        | paleando      | 29 |
| 31:45 | ausente       | paleando      | viendo        | 29 |
| 32:00 | viendo        | paleando      | paleando      | 29 |
| 32:15 | viendo        | paleando      | viendo        | 29 |
| 32:30 | trasladándose | paleando      | viendo        | 29 |
| 32:45 | paleando      | trasladándose | paleando      | 29 |
| 33:00 | paleando      | trasladándose | paleando      | 29 |
| 33:15 | paleando      | preparando    | trasladándose | 29 |
| 33:30 | paleando      | vibrando      | paleando      | 29 |
| 33:45 | paleando      | vibrando      | viendo        | 29 |
| 34:00 | viendo        | viendo        | viendo        | 29 |
| 34:15 | paleando      | vibrando      | viendo        | 29 |
| 34:30 | paleando      | viendo        | viendo        | 29 |
| 34:45 | paleando      | vibrando      | viendo        | 29 |
| 35:00 | paleando      | vibrando      | paleando      | 29 |

|       |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|----|
| 35:15 | hablando      | vibrando      | hablando      | 29 |
| 35:30 | ausente       | vibrando      | ausente       | 29 |
| 35:45 | ausente       | vibrando      | ausente       | 29 |
| 36:00 | ausente       | vibrando      | ausente       | 29 |
| 36:15 | ausente       | vibrando      | ausente       | 29 |
| 36:30 | ausente       | vibrando      | ausente       | 29 |
| 36:45 | ausente       | vibrando      | ausente       | 29 |
| 37:00 | ausente       | vibrando      | ausente       | 29 |
| 37:15 | ausente       | vibrando      | ausente       | 29 |
| 37:30 | ausente       | viendo        | ausente       | 29 |
| 37:45 | ausente       | viendo        | ausente       | 29 |
| 38:00 | ausente       | viendo        | ausente       | 29 |
| 38:15 | ausente       | viendo        | ausente       | 29 |
| 38:30 | hablando      | hablando      | hablando      | 29 |
| 38:45 | viendo        | trasladándose | trasladándose | 29 |
| 39:00 | viendo        | viendo        | trasladándose | 29 |
| 39:15 | viendo        | viendo        | viendo        | 29 |
| 39:30 | trasladándose | viendo        | paleando      | 29 |
| 39:45 | paleando      | trasladándose | viendo        | 29 |
| 40:00 | paleando      | trasladándose | paleando      | 29 |
| 40:15 | hablando      | codaleando    | hablando      | 29 |
| 40:30 | hablando      | hablando      | hablando      | 29 |
| 40:45 | paleando      | codaleando    | paleando      | 29 |
| 41:00 | paleando      | codaleando    | paleando      | 29 |
| 41:15 | paleando      | codaleando    | viendo        | 29 |
| 41:30 | paleando      | afinando      | paleando      | 29 |
| 41:45 | paleando      | codaleando    | paleando      | 29 |
| 42:00 | paleando      | codaleando    | paleando      | 29 |
| 42:15 | viendo        | ausente       | viendo        | 29 |
| 42:30 | viendo        | paleando      | viendo        | 29 |
| 42:45 | viendo        | viendo        | paleando      | 29 |
| 43:00 | viendo        | afinando      | paleando      | 29 |
| 43:15 | viendo        | codaleando    | viendo        | 29 |
| 43:30 | ausente       | preparando    | paleando      | 29 |
| 43:45 | ausente       | afinando      | paleando      | 29 |
| 44:00 | hablando      | hablando      | hablando      | 29 |
| 44:15 | ausente       | hablando      | hablando      | 29 |
| 44:30 | ausente       | viendo        | paleando      | 29 |
| 44:45 | ausente       | paleando      | viendo        | 29 |
| 45:00 | ausente       | viendo        | paleando      | 29 |
| 45:15 | ausente       | hablando      | hablando      | 29 |
| 45:30 | ausente       | hablando      | hablando      | 29 |
| 45:45 | ausente       | paleando      | viendo        | 29 |
| 46:00 | ausente       | codaleando    | viendo        | 29 |
| 46:15 | ausente       | afinando      | paleando      | 29 |
| 46:30 | ausente       | codaleando    | viendo        | 29 |
| 46:45 | sosteniendo   | codaleando    | viendo        | 29 |
| 47:00 | viendo        | codaleando    | viendo        | 29 |
| 47:15 | viendo        | codaleando    | paleando      | 29 |
| 47:30 | trasladándose | viendo        | viendo        | 29 |
| 47:45 | ausente       | trasladándose | paleando      | 29 |

|       |         |          |          |    |
|-------|---------|----------|----------|----|
| 48:00 | ausente | hablando | hablando | 29 |
| 48:15 | ausente | hablando | hablando | 29 |

Apéndice 4.6. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 2

| Tipo          | Operario 1 | Peón 1 | Operario 2 |
|---------------|------------|--------|------------|
| paleando      | 13%        | 15%    | 45%        |
| trasladándose | 7%         | 6%     | 3%         |
| viendo        | 24%        | 21%    | 31%        |
| sosteniendo   | 0%         | 11%    | 0%         |
| vibrando      | 7%         | 18%    | 0%         |
| codaleando    | 19%        | 0%     | 0%         |
| afinando      | 11%        | 0%     | 0%         |
| ausente       | 4%         | 22%    | 9%         |
| descargando   | 0%         | 4%     | 0%         |
| hablando      | 8%         | 4%     | 12%        |
| preparando    | 7%         | 0%     | 0%         |
| Total         | 100%       | 100%   | 100%       |

Apéndice 4.7. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 2

| Tipo         | Operario 1 | Peón 1 | Operario 2 | Total |
|--------------|------------|--------|------------|-------|
| Productivo   | 51%        | 32%    | 45%        | 42%   |
| Contributivo | 7%         | 15%    | 0%         | 8%    |
| Improductivo | 43%        | 53%    | 55%        | 50%   |
| Total        | 100%       | 100%   | 100%       | 100%  |

Apéndice 4.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Operario | Peón 1 | Operario 2 |
|-------------------------|----------|--------|------------|
| Tiempo Total (h)        | 0,80     | 0,81   | 0,57       |
| Tiempo productivo (h)   | 0,40     | 0,26   | 0,25       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,05     | 0,12   | 0,00       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,34     | 0,43   | 0,32       |

## Apéndice 5. Datos del proceso colado y acabado preliminar de superficie de cordón y caño

### Apéndice 5.1. Muestreo 1

| Hora           | Operario 1    | Operario 2    | Ayudante   | T (°C) |
|----------------|---------------|---------------|------------|--------|
| 10:31:00 a. m. | hablando      | afinando      | rellenando | 29     |
| 10:32:00 a. m. | rellenando    | afinando      | hablando   | 29     |
| 10:33:00 a. m. | codaleando    | afinando      | viendo     | 29     |
| 10:34:00 a. m. | codaleando    | afinando      | viendo     | 29     |
| 10:35:00 a. m. | limpiando     | afinando      | rellenando | 29     |
| 10:36:00 a. m. | codaleando    | afinando      | rellenando | 29     |
| 10:37:00 a. m. | afinando      | afinando      | rellenando | 29     |
| 10:38:00 a. m. | codaleando    | viendo        | afinando   | 29     |
| 10:39:00 a. m. | hablando      | hablando      | afinando   | 29     |
| 10:40:00 a. m. | viendo        | afinando      | repellando | 29     |
| 10:41:00 a. m. | repellando    | afinando      | viendo     | 29     |
| 10:42:00 a. m. | viendo        | afinando      | vibrando   | 29     |
| 10:43:00 a. m. | viendo        | afinando      | vibrando   | 29     |
| 10:44:00 a. m. | trasladándose | afinando      | rellenando | 29     |
| 10:45:00 a. m. | codaleando    | afinando      | viendo     | 29     |
| 10:46:00 a. m. | rellenando    | afinando      | ausente    | 29     |
| 10:47:00 a. m. | afinando      | codaleando    | ausente    | 29     |
| 10:48:00 a. m. | limpiando     | trasladándose | ausente    | 29     |
| 10:49:00 a. m. | hablando      | hablando      | ausente    | 29     |
| 10:50:00 a. m. | ausente       | afinando      | ausente    | 29     |
| 10:51:00 a. m. | ausente       | viendo        | viendo     | 29     |
| 10:52:00 a. m. | trasladándose | hablando      | hablando   | 29     |
| 10:53:00 a. m. | hablando      | hablando      | hablando   | 29     |
| 10:54:00 a. m. | hablando      | hablando      | hablando   | 29     |
| 10:55:00 a. m. | hablando      | hablando      | hablando   | 29     |
| 10:56:00 a. m. | hablando      | hablando      | hablando   | 29     |
| 10:57:00 a. m. | hablando      | hablando      | hablando   | 29     |
| 10:58:00 a. m. | hablando      | hablando      | rellenando | 29     |
| 10:59:00 a. m. | viendo        | viendo        | rellenando | 29     |
| 11:00:00 a. m. | rellenando    | rellenando    | vibrando   | 29     |
| 11:01:00 a. m. | codaleando    | viendo        | vibrando   | 29     |
| 11:02:00 a. m. | codaleando    | afinando      | ausente    | 29     |
| 11:03:00 a. m. | codaleando    | viendo        | viendo     | 29     |
| 11:04:00 a. m. | afinando      | hablando      | viendo     | 29     |
| 11:05:00 a. m. | viendo        | afinando      | viendo     | 29     |
| 11:06:00 a. m. | codaleando    | afinando      | hablando   | 29     |
| 11:07:00 a. m. | afinando      | afinando      | hablando   | 29     |
| 11:08:00 a. m. | afinando      | afinando      | hablando   | 29     |
| 11:09:00 a. m. | afinando      | afinando      | viendo     | 29     |
| 11:10:00 a. m. | afinando      | trasladándose | viendo     | 29     |
| 11:11:00 a. m. | afinando      | afinando      | hablando   | 29     |
| 11:12:00 a. m. | afinando      | afinando      | viendo     | 29     |
| 11:13:00 a. m. | afinando      | viendo        | rellenando | 29     |
| 11:14:00 a. m. | hablando      | hablando      | rellenando | 29     |

|                |               |               |               |    |
|----------------|---------------|---------------|---------------|----|
| 11:15:00 a. m. | afinando      | afinando      | trasladándose | 29 |
| 11:16:00 a. m. | afinando      | afinando      | vibrando      | 29 |
| 11:17:00 a. m. | hablando      | hablando      | afinando      | 29 |
| 11:18:00 a. m. | trasladándose | viendo        | trasladándose | 29 |
| 11:19:00 a. m. | afinando      | viendo        | viendo        | 29 |
| 11:20:00 a. m. | afinando      | viendo        | trasladándose | 29 |
| 11:21:00 a. m. | afinando      | afinando      | ausente       | 29 |
| 11:22:00 a. m. | trasladándose | afinando      | ausente       | 29 |
| 11:23:00 a. m. | codaleando    | afinando      | ausente       | 29 |
| 11:24:00 a. m. | rellenando    | afinando      | ausente       | 29 |
| 11:25:00 a. m. | afinando      | afinando      | viendo        | 29 |
| 11:26:00 a. m. | codaleando    | afinando      | sosteniendo   | 29 |
| 11:27:00 a. m. | trasladándose | hablando      | ausente       | 29 |
| 11:28:00 a. m. | afinando      | afinando      | rellenando    | 29 |
| 11:29:00 a. m. | codaleando    | afinando      | afinando      | 29 |
| 11:30:00 a. m. | codaleando    | afinando      | ausente       | 29 |
| 11:31:00 a. m. | afinando      | afinando      | ausente       | 29 |
| 11:32:00 a. m. | afinando      | afinando      | ausente       | 29 |
| 11:33:00 a. m. | viendo        | afinando      | ausente       | 29 |
| 11:34:00 a. m. | hablando      | hablando      | ausente       | 29 |
| 11:35:00 a. m. | ausente       | ausente       | limpiando     | 29 |
| 11:36:00 a. m. | afinando      | ausente       | sosteniendo   | 29 |
| 11:37:00 a. m. | afinando      | ausente       | viendo        | 29 |
| 11:38:00 a. m. | afinando      | hablando      | hablando      | 29 |
| 11:39:00 a. m. | afinando      | viendo        | viendo        | 29 |
| 11:40:00 a. m. | afinando      | viendo        | viendo        | 29 |
| 11:41:00 a. m. | afinando      | viendo        | viendo        | 29 |
| 11:42:00 a. m. | afinando      | afinando      | viendo        | 29 |
| 11:43:00 a. m. | viendo        | afinando      | afinando      | 29 |
| 11:44:00 a. m. | afinando      | afinando      | afinando      | 29 |
| 11:45:00 a. m. | afinando      | afinando      | afinando      | 29 |
| 11:46:00 a. m. | afinando      | afinando      | afinando      | 29 |
| 11:47:00 a. m. | ausente       | afinando      | trasladándose | 29 |
| 11:48:00 a. m. | ausente       | afinando      | afinando      | 29 |
| 11:49:00 a. m. | ausente       | afinando      | sosteniendo   | 29 |
| 11:50:00 a. m. | hablando      | afinando      | afinando      | 29 |
| 11:51:00 a. m. | afinando      | afinando      | afinando      | 29 |
| 11:52:00 a. m. | afinando      | afinando      | viendo        | 29 |
| 11:53:00 a. m. | afinando      | afinando      | viendo        | 30 |
| 11:54:00 a. m. | afinando      | afinando      | afinando      | 30 |
| 11:55:00 a. m. | afinando      | afinando      | afinando      | 30 |
| 11:56:00 a. m. | afinando      | trasladándose | afinando      | 30 |
| 11:57:00 a. m. | trasladándose | afinando      | ausente       | 30 |
| 11:58:00 a. m. | afinando      | afinando      | ausente       | 30 |
| 11:59:00 a. m. | afinando      | afinando      | ausente       | 30 |
| 12:00:00 p. m. | afinando      | afinando      | ausente       | 30 |
| 12:01:00 p. m. | afinando      | afinando      | ausente       | 30 |
| 12:02:00 p. m. | afinando      | trasladándose | ausente       | 30 |
| 12:03:00 p. m. | trasladándose | ausente       | ausente       | 30 |

Apéndice 5.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante |
|---------------|------------|------------|----------|
| hablando      | 14%        | 16%        | 13%      |
| afinando      | 43%        | 60%        | 15%      |
| rellenando    | 5%         | 1%         | 12%      |
| codaleando    | 14%        | 1%         | 0%       |
| viendo        | 8%         | 13%        | 22%      |
| sosteniendo   | 0%         | 0%         | 3%       |
| ausente       | 6%         | 4%         | 25%      |
| vibrando      | 0%         | 0%         | 5%       |
| trasladándose | 8%         | 4%         | 4%       |
| limpiando     | 2%         | 0%         | 1%       |
| mojando       | 0%         | 0%         | 0%       |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%     |

Apéndice 5.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante | Total |
|--------------|------------|------------|----------|-------|
| Productivo   | 62%        | 62%        | 32%      | 52%   |
| Contributivo | 2%         | 0%         | 4%       | 2%    |
| Improductivo | 35%        | 38%        | 63%      | 46%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%     | 100%  |

Apéndice 5.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante |
|-------------------------|------------|------------|----------|
| Tiempo Total (h)        | 1,55       | 1,55       | 1,55     |
| Tiempo productivo (h)   | 0,97       | 0,97       | 0,50     |
| Tiempo contributivo (h) | 0,03       | 0,00       | 0,07     |
| Tiempo improductivo (h) | 0,55       | 0,58       | 0,98     |

Apéndice 5.5. Muestreo 2

| Hora           | Operario 1    | Operario 2 | Ayudante      | Operario 3 | Operario 4 | T (°C) |
|----------------|---------------|------------|---------------|------------|------------|--------|
| 12:42:00 p. m. | hablando      | hablando   | afinando      | viendo     | viendo     | 30     |
| 12:43:00 p. m. | trasladándose | afinando   | trasladándose | viendo     | viendo     | 30     |
| 12:44:00 p. m. | afinando      | afinando   | viendo        | viendo     | viendo     | 30     |
| 12:45:00 p. m. | afinando      | viendo     | trasladándose | viendo     | ausente    | 30     |
| 12:46:00 p. m. | afinando      | viendo     | viendo        | viendo     | ausente    | 30     |
| 12:47:00 p. m. | afinando      | ausente    | afinando      | afinando   | afinando   | 30     |
| 12:48:00 p. m. | mojando       | afinando   | trasladándose | viendo     | afinando   | 30     |
| 12:49:00 p. m. | viendo        | afinando   | ausente       | viendo     | afinando   | 30     |
| 12:50:00 p. m. | mojando       | afinando   | ausente       | limpiando  | afinando   | 30     |
| 12:51:00 p. m. | trasladándose | afinando   | ausente       | afinando   | afinando   | 30     |
| 12:52:00 p. m. | viendo        | afinando   | limpiando     | viendo     | afinando   | 30     |
| 12:53:00 p. m. | trasladándose | hablando   | limpiando     | rellenando | rellenando | 30     |

|                |           |               |               |               |               |    |
|----------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|----|
| 12:54:00 p. m. | afinando  | trasladándose | trasladándose | rellenando    | rellenando    | 30 |
| 12:55:00 p. m. | afinando  | afinando      | mojado        | afinando      | afinando      | 30 |
| 12:56:00 p. m. | afinando  | afinando      | viendo        | sosteniendo   | vibrando      | 30 |
| 12:57:00 p. m. | afinando  | afinando      | afinando      | sosteniendo   | vibrando      | 30 |
| 12:58:00 p. m. | afinando  | afinando      | viendo        | sosteniendo   | vibrando      | 30 |
| 12:59:00 p. m. | afinando  | afinando      | viendo        | rellenando    | rellenando    | 30 |
| 1:00:00 p. m.  | afinando  | afinando      | viendo        | afinando      | afinando      | 30 |
| 1:01:00 p. m.  | viendo    | afinando      | limpiando     | afinando      | afinando      | 30 |
| 1:02:00 p. m.  | afinando  | afinando      | limpiando     | codaleando    | codaleando    | 30 |
| 1:03:00 p. m.  | afinando  | afinando      | afinando      | viendo        | viendo        | 30 |
| 1:04:00 p. m.  | afinando  | afinando      | afinando      | rellenando    | rellenando    | 30 |
| 1:05:00 p. m.  | afinando  | afinando      | afinando      | afinando      | afinando      | 30 |
| 1:06:00 p. m.  | afinando  | afinando      | limpiando     | limpiando     | afinando      | 30 |
| 1:07:00 p. m.  | afinando  | viendo        | viendo        | viendo        | afinando      | 30 |
| 1:08:00 p. m.  | afinando  | afinando      | afinando      | viendo        | afinando      | 30 |
| 1:09:00 p. m.  | afinando  | viendo        | afinando      | rellenando    | vibrando      | 30 |
| 1:10:00 p. m.  | afinando  | viendo        | afinando      | rellenando    | vibrando      | 30 |
| 1:11:00 p. m.  | afinando  | viendo        | afinando      | trasladándose | rellenando    | 30 |
| 1:12:00 p. m.  | hablando  | viendo        | afinando      | sosteniendo   | trasladándose | 30 |
| 1:13:00 p. m.  | hablando  | hablando      | afinando      | afinando      | afinando      | 30 |
| 1:14:00 p. m.  | hablando  | afinando      | afinando      | codaleando    | codaleando    | 30 |
| 1:15:00 p. m.  | viendo    | hablando      | afinando      | afinando      | afinando      | 30 |
| 1:16:00 p. m.  | afinando  | ausente       | viendo        | afinando      | afinando      | 30 |
| 1:17:00 p. m.  | hablando  | ausente       | hablando      | codaleando    | codaleando    | 30 |
| 1:18:00 p. m.  | viendo    | ausente       | viendo        | afinando      | afinando      | 30 |
| 1:19:00 p. m.  | afinando  | viendo        | afinando      | codaleando    | codaleando    | 30 |
| 1:20:00 p. m.  | hablando  | afinando      | hablando      | codaleando    | codaleando    | 30 |
| 1:21:00 p. m.  | afinando  | afinando      | viendo        | codaleando    | codaleando    | 30 |
| 1:22:00 p. m.  | afinando  | afinando      | viendo        | limpiando     | afinando      | 30 |
| 1:23:00 p. m.  | hablando  | hablando      | hablando      | viendo        | afinando      | 30 |
| 1:24:00 p. m.  | hablando  | hablando      | viendo        | trasladándose | afinando      | 30 |
| 1:25:00 p. m.  | hablando  | hablando      | viendo        | trasladándose | afinando      | 30 |
| 1:26:00 p. m.  | ausente   | afinando      | ausente       | vibrando      | sosteniendo   | 30 |
| 1:27:00 p. m.  | mojando   | afinando      | ausente       | vibrando      | sosteniendo   | 30 |
| 1:28:00 p. m.  | hablando  | hablando      | hablando      | rellenando    | sosteniendo   | 30 |
| 1:29:00 p. m.  | hablando  | hablando      | ausente       | rellenando    | rellenando    | 30 |
| 1:30:00 p. m.  | hablando  | hablando      | limpiando     | rellenando    | trasladándose | 30 |
| 1:31:00 p. m.  | hablando  | hablando      | ausente       | afinando      | viendo        | 30 |
| 1:32:00 p. m.  | limpiando | hablando      | ausente       | afinando      | afinando      | 30 |
| 1:33:00 p. m.  | hablando  | hablando      | hablando      | viendo        | afinando      | 30 |
| 1:34:00 p. m.  | hablando  | hablando      | ausente       | viendo        | viendo        | 30 |
| 1:35:00 p. m.  | mojando   | hablando      | hablando      | viendo        | viendo        | 30 |
| 1:36:00 p. m.  | hablando  | hablando      | hablando      | limpiando     | viendo        | 30 |
| 1:37:00 p. m.  | hablando  | hablando      | hablando      | afinando      | afinando      | 30 |
| 1:38:00 p. m.  | hablando  | hablando      | ausente       | ausente       | afinando      | 30 |
| 1:39:00 p. m.  | hablando  | hablando      | sosteniendo   | ausente       | afinando      | 30 |
| 1:40:00 p. m.  | viendo    | viendo        | ausente       | ausente       | afinando      | 30 |
| 1:41:00 p. m.  | hablando  | hablando      | ausente       | ausente       | rellenando    | 30 |
| 1:42:00 p. m.  | hablando  | hablando      | ausente       | rellenando    | rellenando    | 30 |
| 1:43:00 p. m.  | hablando  | hablando      | ausente       | viendo        | trasladándose | 30 |
| 1:44:00 p. m.  | hablando  | hablando      | ausente       | rellenando    | rellenando    | 30 |

|               |               |               |               |           |          |    |
|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------|----------|----|
| 1:45:00 p. m. | hablando      | hablando      | sosteniendo   | afinando  | afinando | 30 |
| 1:46:00 p. m. | hablando      | hablando      | ausente       | hablando  | hablando | 30 |
| 1:47:00 p. m. | hablando      | hablando      | ausente       | hablando  | hablando | 30 |
| 1:48:00 p. m. | sosteniendo   | sosteniendo   | trasladándose | afinando  | afinando | 30 |
| 1:49:00 p. m. | sosteniendo   | sosteniendo   | sosteniendo   | afinando  | afinando | 30 |
| 1:50:00 p. m. | trasladándose | trasladándose | sosteniendo   | afinando  | afinando | 30 |
| 1:51:00 p. m. | sosteniendo   | sosteniendo   | ausente       | afinando  | afinando | 30 |
| 1:52:00 p. m. | trasladándose | viendo        | ausente       | afinando  | afinando | 30 |
| 1:53:00 p. m. | sosteniendo   | clavando      | ausente       | afinando  | afinando | 30 |
| 1:54:00 p. m. | sosteniendo   | viendo        | viendo        | afinando  | afinando | 30 |
| 1:55:00 p. m. | sosteniendo   | sosteniendo   | sosteniendo   | limpiando | afinando | 30 |
| 1:56:00 p. m. | trasladándose | hablando      | sosteniendo   | ausente   | ausente  | 30 |

Apéndice 5.6. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 2

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante | Operario 3 | Operario 4 |
|---------------|------------|------------|----------|------------|------------|
| hablando      | 35%        | 36%        | 11%      | 3%         | 3%         |
| afinando      | 33%        | 35%        | 20%      | 28%        | 48%        |
| rellenando    | 0%         | 0%         | 0%       | 15%        | 12%        |
| codaleando    | 0%         | 1%         | 0%       | 8%         | 8%         |
| viendo        | 8%         | 15%        | 19%      | 21%        | 11%        |
| sosteniendo   | 8%         | 5%         | 8%       | 5%         | 4%         |
| ausente       | 1%         | 5%         | 27%      | 7%         | 4%         |
| vibrando      | 0%         | 0%         | 0%       | 3%         | 7%         |
| trasladándose | 8%         | 3%         | 7%       | 4%         | 4%         |
| limpiando     | 1%         | 0%         | 8%       | 7%         | 0%         |
| mojando       | 5%         | 0%         | 1%       | 0%         | 0%         |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%     | 100%       | 100%       |

Apéndice 5.7. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 2

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante | Operario 3 | Operario 4 | Total |
|--------------|------------|------------|----------|------------|------------|-------|
| Productivo   | 33%        | 36%        | 20%      | 53%        | 75%        | 43%   |
| Contributivo | 15%        | 5%         | 17%      | 12%        | 4%         | 11%   |
| Improductivo | 52%        | 59%        | 63%      | 35%        | 21%        | 46%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%     | 100%       | 100%       | 100%  |

Apéndice 5.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Ayudante | Operario 3 | Operario 4 |
|-------------------------|------------|------------|----------|------------|------------|
| Tiempo Total (h)        | 1,25       | 1,25       | 1,25     | 1,25       | 1,25       |
| Tiempo productivo (h)   | 0,42       | 0,45       | 0,25     | 0,67       | 0,93       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,18       | 0,07       | 0,22     | 0,15       | 0,05       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,65       | 0,73       | 0,78     | 0,43       | 0,27       |

## Apéndice 6. Datos del proceso colocación de clavadores

### Apéndice 6.1. Muestreo 1

| Hora           | Operario 1    | Operario 2    | T (°C) |
|----------------|---------------|---------------|--------|
| 9:51:00 a. m.  | esperando     | colocando     | 24     |
| 9:52:00 a. m.  | colocando     | colocando     | 24     |
| 9:53:00 a. m.  | colocando     | esperando     | 24     |
| 9:54:00 a. m.  | soldando      | soldando      | 24     |
| 9:55:00 a. m.  | Sub. Material | Sub. Material | 24     |
| 9:56:00 a. m.  | colocando     | colocando     | 24     |
| 9:57:00 a. m.  | soldando      | soldando      | 24     |
| 9:58:00 a. m.  | colocando     | colocando     | 24     |
| 9:59:00 a. m.  | colocando     | colocando     | 24     |
| 10:00:00 a. m. | soldando      | soldando      | 24     |
| 10:01:00 a. m. | colocando     | colocando     | 24     |
| 10:02:00 a. m. | soldando      | esperando     | 24     |
| 10:03:00 a. m. | esperando     | esperando     | 24     |
| 10:04:00 a. m. | esperando     | esperando     | 24     |
| 10:05:00 a. m. | soldando      | soldando      | 24     |
| 10:06:00 a. m. | soldando      | trasladándose | 24     |
| 10:07:00 a. m. | trasladándose | esperando     | 24     |
| 10:08:00 a. m. | trasladándose | esperando     | 24     |
| 10:09:00 a. m. | esperando     | esperando     | 24     |
| 10:10:00 a. m. | soldando      | soldando      | 24     |
| 10:11:00 a. m. | soldando      | soldando      | 24     |
| 10:12:00 a. m. | trasladándose | trasladándose | 24     |
| 10:13:00 a. m. | Sub. Material | esperando     | 24     |
| 10:14:00 a. m. | soldando      | soldando      | 24     |
| 10:15:00 a. m. | trasladándose | soldando      | 24     |
| 10:16:00 a. m. | soldando      | esperando     | 24     |
| 10:17:00 a. m. | trasladándose | esperando     | 24     |
| 10:18:00 a. m. | esperando     | trasladándose | 24     |
| 10:19:00 a. m. | midiendo      | esperando     | 24     |
| 10:20:00 a. m. | trasladándose | esperando     | 24     |
| 10:21:00 a. m. | trasladándose | esperando     | 24     |
| 10:22:00 a. m. | soldando      | esperando     | 24     |
| 10:23:00 a. m. | trasladándose | esperando     | 24     |
| 10:24:00 a. m. | trasladándose | esperando     | 25     |
| 10:25:00 a. m. | soldando      | soldando      | 25     |
| 10:26:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25     |
| 10:27:00 a. m. | trasladándose | esperando     | 25     |
| 10:28:00 a. m. | sub.Material  | esperando     | 25     |
| 10:29:00 a. m. | midiendo      | esperando     | 24     |
| 10:30:00 a. m. | soldando      | soldando      | 24     |
| 10:31:00 a. m. | esperando     | esperando     | 24     |

|                |               |               |    |
|----------------|---------------|---------------|----|
| 10:32:00 a. m. | esperando     | esperando     | 24 |
| 10:33:00 a. m. | midiendo      | esperando     | 24 |
| 10:34:00 a. m. | midiendo      | esperando     | 24 |
| 10:35:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25 |
| 10:36:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 10:37:00 a. m. | soldando      | soldando      | 25 |
| 10:38:00 a. m. | sub.Material  | sub.Material  | 25 |
| 10:39:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 10:40:00 a. m. | soldando      | soldando      | 25 |
| 10:41:00 a. m. | trasladándose | soldando      | 25 |
| 10:42:00 a. m. | hablando      | trasladándose | 25 |
| 10:43:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:44:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:45:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:46:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:47:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:48:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:49:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:50:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:51:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:52:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:53:00 a. m. | ausente       | ausente       | 25 |
| 10:54:00 a. m. | soldando      | ausente       | 25 |
| 10:55:00 a. m. | soldando      | ausente       | 25 |
| 10:56:00 a. m. | esperando     | ausente       | 25 |
| 10:57:00 a. m. | esperando     | trasladándose | 25 |
| 10:58:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25 |
| 10:59:00 a. m. | trasladándose | trasladándose | 25 |
| 11:00:00 a. m. | trasladándose | trasladándose | 25 |
| 11:01:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 11:02:00 a. m. | soldando      | soldando      | 25 |
| 11:03:00 a. m. | soldando      | soldando      | 25 |
| 11:04:00 a. m. | soldando      | soldando      | 25 |
| 11:05:00 a. m. | soldando      | esperando     | 25 |

Apéndice 6.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 |
|---------------|------------|------------|
| esperando     | 16%        | 36%        |
| trasladándose | 17%        | 9%         |
| soldando      | 28%        | 21%        |
| sub. Material | 5%         | 3%         |
| colocando     | 12%        | 12%        |
| midiendo      | 5%         | 0%         |
| ausente       | 15%        | 19%        |
| hablando      | 1%         | 0%         |
| Total obser   | 100%       | 100%       |

Apéndice 6.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Total |
|--------------|------------|------------|-------|
| Productivo   | 40%        | 33%        | 37%   |
| Contributivo | 28%        | 12%        | 20%   |
| improductivo | 32%        | 55%        | 43%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%  |

Apéndice 6.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 |
|-------------------------|------------|------------|
| Tiempo Total (h)        | 1,25       | 1,25       |
| Tiempo productivo (h)   | 0,5        | 0,42       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,35       | 0,15       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,4        | 0,68       |

## Apéndice 7. Datos del proceso corte y colocación de clavadores

### Apéndice 7.1. Muestreo 1

| Hora           | Operario 1    | Operario 2    | Operario 3   | T (°C) |
|----------------|---------------|---------------|--------------|--------|
| 11:17:00 a. m. | colocando     | colocando     | midiendo     | 27     |
| 11:18:00 a. m. | soldando      | sosteniendo   | cortando     | 27     |
| 11:19:00 a. m. | viendo        | soldando      | midiendo     | 27     |
| 11:20:00 a. m. | viendo        | hablando      | cortando     | 27     |
| 11:21:00 a. m. | hablando      | hablando      | cortando     | 27     |
| 11:22:00 a. m. | esperando     | soldando      | midiendo     | 27     |
| 11:23:00 a. m. | esperando     | esperando     | llevando     | 27     |
| 11:24:00 a. m. | viendo        | colocando     | acomodándose | 27     |
| 11:25:00 a. m. | sosteniendo   | colocando     | midiendo     | 27     |
| 11:26:00 a. m. | esperando     | esperando     | cortando     | 27     |
| 11:27:00 a. m. | midiendo      | midiendo      | acomodándose | 27     |
| 11:28:00 a. m. | sosteniendo   | soldando      | cortando     | 27     |
| 11:29:00 a. m. | soldando      | viendo        | cortando     | 27     |
| 11:30:00 a. m. | hablando      | trasladándose | midiendo     | 27     |
| 11:31:00 a. m. | midiendo      | esperando     | midiendo     | 27     |
| 11:32:00 a. m. | soldando      | esperando     | cortando     | 27     |
| 11:33:00 a. m. | acomodándose  | sosteniendo   | cortando     | 27     |
| 11:34:00 a. m. | viendo        | soldando      | llevando     | 27     |
| 11:35:00 a. m. | colocando     | colocando     | midiendo     | 27     |
| 11:36:00 a. m. | viendo        | soldando      | cortando     | 27     |
| 11:37:00 a. m. | soldando      | Sub. Material | viendo       | 27     |
| 11:38:00 a. m. | hablando      | hablando      | midiendo     | 27     |
| 11:39:00 a. m. | soldando      | viendo        | hablando     | 27     |
| 11:40:00 a. m. | esperando     | trasladándose | sosteniendo  | 27     |
| 11:41:00 a. m. | hablando      | hablando      | ausente      | 27     |
| 11:42:00 a. m. | soldando      | midiendo      | viendo       | 27     |
| 11:43:00 a. m. | colocando     | colocando     | midiendo     | 27     |
| 11:44:00 a. m. | esperando     | esperando     | cortando     | 27     |
| 11:45:00 a. m. | esperando     | esperando     | cortando     | 27     |
| 11:46:00 a. m. | viendo        | trasladándose | cortando     | 27     |
| 11:47:00 a. m. | viendo        | viendo        | hablando     | 27     |
| 11:48:00 a. m. | hablando      | hablando      | cortando     | 27     |
| 11:49:00 a. m. | hablando      | hablando      | cortando     | 27     |
| 11:50:00 a. m. | hablando      | hablando      | cortando     | 27     |
| 11:51:00 a. m. | hablando      | colocando     | ausente      | 27     |
| 11:52:00 a. m. | hablando      | viendo        | ausente      | 27     |
| 11:53:00 a. m. | soldando      | viendo        | ausente      | 27     |
| 11:54:00 a. m. | viendo        | soldando      | ausente      | 27     |
| 11:55:00 a. m. | midiendo      | soldando      | acomodándose | 27     |
| 11:56:00 a. m. | viendo        | soldando      | acomodándose | 27     |
| 11:57:00 a. m. | trasladándose | colocando     | acomodándose | 27     |
| 11:58:00 a. m. | colocando     | colocando     | acomodándose | 27     |
| 11:59:00 a. m. | hablando      | hablando      | llevando     | 27     |
| 12:00:00 p. m. | soldando      | viendo        | acomodándose | 27     |

|                |               |              |          |    |
|----------------|---------------|--------------|----------|----|
| 12:01:00 p. m. | viendo        | acomodándose | viendo   | 27 |
| 12:02:00 p. m. | viendo        | soldando     | viendo   | 27 |
| 12:03:00 p. m. | colocando     | colocando    | viendo   | 27 |
| 12:04:00 p. m. | colocando     | colocando    | hablando | 27 |
| 12:05:00 p. m. | colocando     | hablando     | viendo   | 27 |
| 12:06:00 p. m. | trasladándose | hablando     | ausente  | 27 |

Apéndice 7.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Operario 3 |
|---------------|------------|------------|------------|
| esperando     | 12%        | 12%        | 0%         |
| trasladándose | 4%         | 6%         | 0%         |
| soldando      | 16%        | 18%        | 0%         |
| Sub. Material | 0%         | 2%         | 0%         |
| colocando     | 14%        | 20%        | 0%         |
| midiendo      | 6%         | 4%         | 18%        |
| ausente       | 0%         | 0%         | 12%        |
| hablando      | 20%        | 20%        | 6%         |
| acomodándose  | 2%         | 2%         | 14%        |
| cortando      | 0%         | 0%         | 30%        |
| llevando      | 0%         | 0%         | 6%         |
| sosteniendo   | 4%         | 4%         | 2%         |
| viendo        | 22%        | 12%        | 12%        |
| Total obser   | 100%       | 100%       | 100%       |

Apéndice 7.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Operario 3 | Total  |
|--------------|------------|------------|------------|--------|
| Productivo   | 30%        | 38%        | 30%        | 32,67% |
| Contributivo | 16%        | 18%        | 40%        | 24,67% |
| Improductivo | 54%        | 44%        | 30%        | 42,67% |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   |

Apéndice 7.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Operario 3 |
|-------------------------|------------|------------|------------|
| Tiempo Total (h)        | 0,83       | 0,833      | 0,833      |
| Tiempo productivo (h)   | 0,25       | 0,32       | 0,25       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,13       | 0,15       | 0,33       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,45       | 0,37       | 0,25       |

Apéndice 7.5. Muestreo 2

|                |               |              |               |    |
|----------------|---------------|--------------|---------------|----|
| 12:40:00 p. m. | esperando     | colocando    | viendo        | 27 |
| 12:41:00 p. m. | sosteniendo   | soldando     | viendo        | 27 |
| 12:42:00 p. m. | sosteniendo   | soldando     | viendo        | 27 |
| 12:43:00 p. m. | soldando      | hablando     | viendo        | 27 |
| 12:44:00 p. m. | viendo        | colocando    | midiendo      | 27 |
| 12:45:00 p. m. | esperando     | acomodándose | viendo        | 27 |
| 12:46:00 p. m. | soldando      | sosteniendo  | midiendo      | 27 |
| 12:47:00 p. m. | esperando     | acomodándose | midiendo      | 27 |
| 12:48:00 p. m. | esperando     | esperando    | cortando      | 27 |
| 12:49:00 p. m. | esperando     | sub.Material | llevando      | 27 |
| 12:50:00 p. m. | sosteniendo   | soldando     | ausente       | 27 |
| 12:51:00 p. m. | colocando     | esperando    | midiendo      | 27 |
| 12:52:00 p. m. | esperando     | esperando    | cortando      | 27 |
| 12:53:00 p. m. | esperando     | esperando    | midiendo      | 27 |
| 12:54:00 p. m. | colocando     | colocando    | midiendo      | 27 |
| 12:55:00 p. m. | colocando     | soldando     | midiendo      | 27 |
| 12:56:00 p. m. | midiendo      | midiendo     | cortando      | 27 |
| 12:57:00 p. m. | midiendo      | colocando    | llevando      | 27 |
| 12:58:00 p. m. | sosteniendo   | soldando     | midiendo      | 27 |
| 12:59:00 p. m. | midiendo      | esperando    | cortando      | 27 |
| 1:00:00 p. m.  | esperando     | esperando    | cortando      | 27 |
| 1:01:00 p. m.  | esperando     | sub.Material | midiendo      | 27 |
| 1:02:00 p. m.  | soldando      | sosteniendo  | midiendo      | 27 |
| 1:03:00 p. m.  | soldando      | soldando     | midiendo      | 27 |
| 1:04:00 p. m.  | midiendo      | midiendo     | llevando      | 27 |
| 1:05:00 p. m.  | soldando      | sosteniendo  | midiendo      | 27 |
| 1:06:00 p. m.  | soldando      | sosteniendo  | midiendo      | 27 |
| 1:07:00 p. m.  | midiendo      | soldando     | midiendo      | 27 |
| 1:08:00 p. m.  | colocando     | colocando    | cortando      | 27 |
| 1:09:00 p. m.  | trasladándose | acomodándose | acomodándose  | 27 |
| 1:10:00 p. m.  | colocando     | colocando    | llevando      | 27 |
| 1:11:00 p. m.  | soldando      | soldando     | trasladándose | 27 |

Apéndice 7.6. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 2

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Operario 3 |
|---------------|------------|------------|------------|
| esperando     | 28%        | 19%        | 0%         |
| trasladándose | 3%         | 0%         | 3%         |
| soldando      | 22%        | 25%        | 0%         |
| Sub. Material | 0%         | 6%         | 0%         |
| colocando     | 16%        | 19%        | 0%         |
| midiendo      | 16%        | 6%         | 44%        |
| ausente       | 0%         | 0%         | 3%         |
| hablando      | 0%         | 3%         | 0%         |
| acomodándose  | 0%         | 9%         | 3%         |
| cortando      | 0%         | 0%         | 19%        |
| llevando      | 0%         | 0%         | 13%        |
| sosteniendo   | 13%        | 13%        | 0%         |
| viendo        | 3%         | 0%         | 16%        |
| Total obser   | 100%       | 100%       | 100%       |

Apéndice 7.7. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 2

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Operario 3 | Porcentaje |
|--------------|------------|------------|------------|------------|
| Productivo   | 12         | 14         | 6          | 33%        |
| Contributivo | 10         | 11         | 20         | 43%        |
| Improductivo | 10         | 7          | 6          | 24%        |
| Total        | 32         | 32         | 32         | 100%       |

Apéndice 7.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Operario 3 |
|-------------------------|------------|------------|------------|
| Tiempo Total (h)        | 0,53       | 0,53       | 0,53       |
| Tiempo productivo (h)   | 0,20       | 0,23       | 0,10       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,17       | 0,18       | 0,33       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,17       | 0,12       | 0,10       |

**Apéndice 8. Datos del proceso añadido y colocación de clavadores**

Apéndice 8.1. Muestreo 1

| Hora          | Operario 1    | Operario 2    | T (°C) |
|---------------|---------------|---------------|--------|
| 3:53:00 p. m. | colocando     | colocando     | 28     |
| 3:54:00 p. m. | soldando      | esperando     | 28     |
| 3:55:00 p. m. | soldando      | esperando     | 28     |
| 3:56:00 p. m. | esperando     | soldando      | 28     |
| 3:57:00 p. m. | Sub. Material | sub.Material  | 28     |
| 3:58:00 p. m. | midiendo      | trasladándose | 28     |
| 3:59:00 p. m. | acomodándose  | esperando     | 28     |
| 4:00:00 p. m. | soldando      | sosteniendo   | 28     |
| 4:01:00 p. m. | soldando      | sosteniendo   | 28     |

|               |               |               |    |
|---------------|---------------|---------------|----|
| 4:02:00 p. m. | viendo        | soldando      | 28 |
| 4:03:00 p. m. | bajando       | bajando       | 28 |
| 4:04:00 p. m. | trasladándose | llevando      | 28 |
| 4:05:00 p. m. | acomodándose  | acomodándose  | 28 |
| 4:06:00 p. m. | midiendo      | ausente       | 28 |
| 4:07:00 p. m. | esperando     | ausente       | 28 |
| 4:08:00 p. m. | colocando     | ausente       | 28 |
| 4:09:00 p. m. | esperando     | llevando      | 28 |
| 4:10:00 p. m. | esperando     | ausente       | 28 |
| 4:11:00 p. m. | esperando     | acomodándose  | 28 |
| 4:12:00 p. m. | esperando     | subiendo      | 28 |
| 4:13:00 p. m. | midiendo      | subiendo      | 28 |
| 4:14:00 p. m. | colocando     | colocando     | 28 |
| 4:15:00 p. m. | soldando      | sosteniendo   | 28 |
| 4:16:00 p. m. | colocando     | colocando     | 28 |
| 4:17:00 p. m. | colocando     | colocando     | 28 |
| 4:18:00 p. m. | esperando     | sub.Material  | 28 |
| 4:19:00 p. m. | soldando      | sosteniendo   | 28 |
| 4:20:00 p. m. | acomodándose  | soldando      | 28 |
| 4:21:00 p. m. | hablando      | hablando      | 28 |
| 4:22:00 p. m. | colocando     | colocando     | 28 |
| 4:23:00 p. m. | esperando     | midiendo      | 28 |
| 4:24:00 p. m. | trasladándose | trasladándose | 28 |
| 4:25:00 p. m. | midiendo      | midiendo      | 28 |
| 4:26:00 p. m. | trasladándose | trasladándose | 28 |
| 4:27:00 p. m. | esperando     | bajando       | 28 |
| 4:28:00 p. m. | hablando      | ausente       | 28 |
| 4:29:00 p. m. | acomodando    | ausente       | 28 |
| 4:30:00 p. m. | acomodando    | ausente       | 28 |
| 4:31:00 p. m. | viendo        | cortando      | 28 |
| 4:32:00 p. m. | hablando      | hablando      | 28 |
| 4:33:00 p. m. | soldando      | hablando      | 28 |
| 4:34:00 p. m. | soldando      | hablando      | 28 |
| 4:35:00 p. m. | llevando      | midiendo      | 28 |
| 4:36:00 p. m. | hablando      | hablando      | 28 |
| 4:37:00 p. m. | midiendo      | cortando      | 28 |
| 4:38:00 p. m. | viendo        | cortando      | 28 |
| 4:39:00 p. m. | soldando      | ausente       | 28 |
| 4:40:00 p. m. | soldando      | acomodándose  | 28 |
| 4:41:00 p. m. | soldando      | midiendo      | 28 |
| 4:42:00 p. m. | llevando      | midiendo      | 28 |
| 4:43:00 p. m. | soldando      | cortando      | 28 |
| 4:44:00 p. m. | soldando      | viendo        | 28 |
| 4:45:00 p. m. | soldando      | ausente       | 28 |
| 4:46:00 p. m. | acomodando    | ausente       | 28 |
| 4:47:00 p. m. | llevando      | ausente       | 28 |
| 4:48:00 p. m. | midiendo      | ausente       | 28 |

Apéndice 8.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 |
|---------------|------------|------------|
| esperando     | 16%        | 5%         |
| trasladándose | 5%         | 5%         |
| soldando      | 25%        | 5%         |
| Sub. Material | 2%         | 4%         |
| colocando     | 11%        | 9%         |
| midiendo      | 11%        | 9%         |
| ausente       | 0%         | 21%        |
| hablando      | 7%         | 9%         |
| acomodándose  | 5%         | 5%         |
| cortando      | 0%         | 7%         |
| llevando      | 5%         | 4%         |
| sosteniendo   | 0%         | 7%         |
| subiendo      | 0%         | 4%         |
| viendo        | 5%         | 2%         |
| bajando       | 2%         | 4%         |
| acomodando    | 5%         | 0%         |
| Total obser   | 100%       | 100%       |

Apéndice 8.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Total |
|--------------|------------|------------|-------|
| Productivo   | 36%        | 21%        | 29%   |
| Contributivo | 29%        | 34%        | 31%   |
| Improductivo | 36%        | 45%        | 40%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%  |

Apéndice 8.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 |
|-------------------------|------------|------------|
| Tiempo Total (h)        | 0,53       | 0,53       |
| Tiempo productivo (h)   | 0,33       | 0,20       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,27       | 0,32       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,33       | 0,42       |

Apéndice 8.5. Muestreo 2

| Hora          | Operario 1 | Operario 2 | T (°C) |
|---------------|------------|------------|--------|
| 9:20:00 a. m. | hablando   | hablando   | 25     |
| 9:21:00 a. m. | hablando   | hablando   | 25     |
| 9:22:00 a. m. | midiendo   | midiendo   | 25     |
| 9:23:00 a. m. | midiendo   | midiendo   | 25     |
| 9:24:00 a. m. | hablando   | ausente    | 25     |
| 9:25:00 a. m. | llevando   | bajando    | 25     |

|                |              |              |    |
|----------------|--------------|--------------|----|
| 9:26:00 a. m.  | llevando     | ausente      | 25 |
| 9:27:00 a. m.  | llevando     | ausente      | 25 |
| 9:28:00 a. m.  | acomodándose | cortando     | 25 |
| 9:29:00 a. m.  | hablando     | hablando     | 25 |
| 9:30:00 a. m.  | cortando     | cortando     | 25 |
| 9:31:00 a. m.  | cortando     | cortando     | 25 |
| 9:32:00 a. m.  | soldando     | cortando     | 25 |
| 9:33:00 a. m.  | soldando     | cortando     | 25 |
| 9:34:00 a. m.  | hablando     | hablando     | 25 |
| 9:35:00 a. m.  | soldando     | cortando     | 25 |
| 9:36:00 a. m.  | soldando     | cortando     | 25 |
| 9:37:00 a. m.  | soldando     | midiendo     | 25 |
| 9:38:00 a. m.  | soldando     | cortando     | 25 |
| 9:39:00 a. m.  | soldando     | cortando     | 25 |
| 9:40:00 a. m.  | llevando     | viendo       | 25 |
| 9:41:00 a. m.  | soldando     | hablando     | 25 |
| 9:42:00 a. m.  | soldando     | cortando     | 25 |
| 9:43:00 a. m.  | soldando     | cortando     | 25 |
| 9:44:00 a. m.  | ausente      | acomodándose | 25 |
| 9:45:00 a. m.  | ausente      | soldando     | 25 |
| 9:46:00 a. m.  | ausente      | soldando     | 25 |
| 9:47:00 a. m.  | ausente      | soldando     | 25 |
| 9:48:00 a. m.  | ausente      | soldando     | 25 |
| 9:49:00 a. m.  | ausente      | soldando     | 25 |
| 9:50:00 a. m.  | ausente      | acomodando   | 25 |
| 9:51:00 a. m.  | ausente      | hablando     | 25 |
| 9:52:00 a. m.  | acomodándose | hablando     | 25 |
| 9:53:00 a. m.  | acomodándose | soldando     | 25 |
| 9:54:00 a. m.  | viendo       | soldando     | 25 |
| 9:55:00 a. m.  | esperando    | soldando     | 25 |
| 9:56:00 a. m.  | esperando    | soldando     | 25 |
| 9:57:00 a. m.  | esperando    | soldando     | 25 |
| 9:58:00 a. m.  | sosteniendo  | llevando     | 25 |
| 9:59:00 a. m.  | esperando    | soldando     | 25 |
| 10:00:00 a. m. | esperando    | soldando     | 25 |
| 10:01:00 a. m. | esperando    | soldando     | 25 |
| 10:02:00 a. m. | esperando    | acomodando   | 25 |
| 10:03:00 a. m. | esperando    | acomodándose | 25 |
| 10:04:00 a. m. | colocando    | colocando    | 25 |
| 10:05:00 a. m. | colocando    | colocando    | 25 |
| 10:06:00 a. m. | soldando     | sosteniendo  | 25 |
| 10:07:00 a. m. | viendo       | soldando     | 25 |
| 10:08:00 a. m. | sub.Material | hablando     | 25 |
| 10:09:00 a. m. | viendo       | soldando     | 25 |
| 10:10:00 a. m. | viendo       | soldando     | 25 |
| 10:11:00 a. m. | viendo       | hablando     | 25 |
| 10:12:00 a. m. | colocando    | colocando    | 25 |

|                |               |               |    |
|----------------|---------------|---------------|----|
| 10:13:00 a. m. | soldando      | soldando      | 25 |
| 10:14:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25 |
| 10:15:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25 |
| 10:16:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 10:17:00 a. m. | esperando     | hablando      | 25 |
| 10:18:00 a. m. | sub.Material  | soldando      | 25 |
| 10:19:00 a. m. | esperando     | midiendo      | 25 |
| 10:20:00 a. m. | soldando      | soldando      | 25 |
| 10:21:00 a. m. | trasladándose | trasladándose | 25 |
| 10:22:00 a. m. | soldando      | hablando      | 25 |
| 10:23:00 a. m. | viendo        | viendo        | 25 |
| 10:24:00 a. m. | sub.Material  | sub.Material  | 25 |
| 10:25:00 a. m. | soldando      | sosteniendo   | 25 |
| 10:26:00 a. m. | soldando      | soldando      | 25 |
| 10:27:00 a. m. | trasladándose | soldando      | 25 |
| 10:28:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25 |
| 10:29:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25 |
| 10:30:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25 |
| 10:31:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25 |
| 10:32:00 a. m. | sub.Material  | sub.Material  | 25 |
| 10:33:00 a. m. | soldando      | sosteniendo   | 25 |
| 10:34:00 a. m. | soldando      | hablando      | 25 |
| 10:35:00 a. m. | hablando      | hablando      | 25 |
| 10:36:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25 |
| 10:37:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 10:38:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 10:39:00 a. m. | midiendo      | midiendo      | 25 |
| 10:40:00 a. m. | midiendo      | midiendo      | 25 |
| 10:41:00 a. m. | esperando     | viendo        | 25 |
| 10:42:00 a. m. | esperando     | esperando     | 25 |
| 10:43:00 a. m. | hablando      | hablando      | 25 |
| 10:44:00 a. m. | viendo        | acomodándose  | 25 |
| 10:45:00 a. m. | viendo        | acomodándose  | 25 |
| 10:46:00 a. m. | acomodándose  | hablando      | 25 |
| 10:47:00 a. m. | sub.Material  | midiendo      | 25 |
| 10:48:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 10:49:00 a. m. | acomodándose  | acomodándose  | 25 |
| 10:50:00 a. m. | trasladándose | esperando     | 25 |
| 10:51:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 10:52:00 a. m. | viendo        | colocando     | 25 |
| 10:53:00 a. m. | viendo        | soldando      | 25 |
| 10:54:00 a. m. | subiendo      | subiendo      | 25 |
| 10:55:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 10:56:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 10:57:00 a. m. | trasladándose | soldando      | 25 |
| 10:58:00 a. m. | sosteniendo   | trasladándose | 25 |
| 10:59:00 a. m. | colocando     | colocando     | 25 |
| 11:00:00 a. m. | soldando      | soldando      | 25 |

Apéndice 8.6. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 2

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Operario 1 | Operario 2 |
|---------------|------------|------------|------------|------------|
| esperando     | 19         | 9          | 19%        | 9%         |
| trasladándose | 4          | 2          | 4%         | 2%         |
| soldando      | 19         | 24         | 19%        | 24%        |
| sub. Material | 5          | 2          | 5%         | 2%         |
| colocando     | 11         | 12         | 11%        | 12%        |
| midiendo      | 4          | 7          | 4%         | 7%         |
| ausente       | 8          | 3          | 8%         | 3%         |
| hablando      | 7          | 15         | 7%         | 15%        |
| acomodándose  | 5          | 5          | 5%         | 5%         |
| cortando      | 2          | 11         | 2%         | 11%        |
| llevando      | 4          | 1          | 4%         | 1%         |
| sosteniendo   | 2          | 3          | 2%         | 3%         |
| subiendo      | 1          | 1          | 1%         | 1%         |
| viendo        | 10         | 3          | 10%        | 3%         |
| bajando       | 0          | 1          | 0%         | 1%         |
| acomodando    | 0          | 2          | 0%         | 2%         |
| Total obser   | 101        | 101        | 100%       | 100%       |

Apéndice 8.7. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 2

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Total |
|--------------|------------|------------|-------|
| Productivo   | 32%        | 47%        | 39%   |
| Contributivo | 24%        | 20%        | 22%   |
| Improductivo | 45%        | 34%        | 39%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%  |

Apéndice 8.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 |
|-------------------------|------------|------------|
| Tiempo Total (h)        | 1,68       | 1,68       |
| Tiempo productivo (h)   | 0,53       | 0,78       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,40       | 0,33       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,75       | 0,57       |

## Apéndice 9. Datos del proceso colocación de cubierta de techo en pasillo

### Apéndice 9.1. Muestreo 1

| Hora  | Operario 1    | Operario 2    | Peón 1        | Peón 2        | T (°C) |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| 0:00  | colocando     | viendo        | viendo        | viendo        | 24     |
| 0:15  | colocando     | viendo        | sosteniendo   | viendo        | 24     |
| 0:30  | colocando     | colocando     | sosteniendo   | viendo        | 24     |
| 0:45  | colocando     | colocando     | sosteniendo   | viendo        | 24     |
| 1:00  | colocando     | trasladándose | sosteniendo   | viendo        | 24     |
| 1:15  | colocando     | colocando     | sosteniendo   | viendo        | 24     |
| 1:30  | colocando     | colocando     | sosteniendo   | trasladándose | 24     |
| 1:45  | colocando     | colocando     | viendo        | ausente       | 24     |
| 2:00  | colocando     | colocando     | viendo        | trasladándose | 24     |
| 2:15  | colocando     | colocando     | viendo        | ausente       | 24     |
| 2:30  | colocando     | colocando     | viendo        | ausente       | 24     |
| 2:45  | trasladándose | viendo        | viendo        | ausente       | 24     |
| 3:00  | colocando     | viendo        | viendo        | ausente       | 24     |
| 3:15  | trasladándose | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | 24     |
| 3:30  | trasladándose | trasladándose | sub.Material  | sub.Material  | 24     |
| 3:45  | colocando     | trasladándose | sub.Material  | sub.Material  | 24     |
| 4:00  | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | viendo        | 24     |
| 4:15  | colocando     | colocando     | midiendo      | viendo        | 24     |
| 4:30  | viendo        | sosteniendo   | midiendo      | trasladándose | 24     |
| 4:45  | viendo        | viendo        | midiendo      | viendo        | 24     |
| 5:00  | hablando      | hablando      | midiendo      | viendo        | 24     |
| 5:15  | viendo        | viendo        | midiendo      | trasladándose | 24     |
| 5:30  | viendo        | colocando     | viendo        | viendo        | 24     |
| 5:45  | viendo        | colocando     | viendo        | ausente       | 24     |
| 6:00  | viendo        | colocando     | sub.Material  | viendo        | 24     |
| 6:15  | colocando     | viendo        | hablando      | hablando      | 24     |
| 6:30  | colocando     | colocando     | trasladándose | sosteniendo   | 24     |
| 6:45  | colocando     | trasladándose | moviendo      | moviendo      | 24     |
| 7:00  | colocando     | viendo        | trasladándose | ausente       | 24     |
| 7:15  | colocando     | colocando     | viendo        | ausente       | 24     |
| 7:30  | trasladándose | trasladándose | viendo        | moviendo      | 24     |
| 7:45  | viendo        | viendo        | viendo        | moviendo      | 24     |
| 8:00  | viendo        | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | 24     |
| 8:15  | viendo        | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | 24     |
| 8:30  | sub.Material  | viendo        | sub.Material  | viendo        | 24     |
| 8:45  | colocando     | viendo        | midiendo      | viendo        | 24     |
| 9:00  | colocando     | colocando     | midiendo      | viendo        | 24     |
| 9:15  | colocando     | colocando     | midiendo      | viendo        | 24     |
| 9:30  | colocando     | colocando     | viendo        | ausente       | 24     |
| 9:45  | trasladándose | viendo        | midiendo      | ausente       | 24     |
| 10:00 | hablando      | hablando      | hablando      | ausente       | 24     |
| 10:15 | colocando     | viendo        | viendo        | trasladándose | 24     |
| 10:30 | viendo        | viendo        | viendo        | ausente       | 24     |
| 10:45 | viendo        | trasladándose | viendo        | ausente       | 24     |

|       |               |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|----|
| 11:00 | colocando     | colocando     | viendo        | moviendo      | 24 |
| 11:15 | colocando     | colocando     | sub.Material  | sub.Material  | 24 |
| 11:30 | viendo        | colocando     | sub.Material  | sub.Material  | 24 |
| 11:45 | colocando     | viendo        | sub.Material  | trasladándose | 24 |
| 12:00 | colocando     | trasladándose | midiendo      | viendo        | 24 |
| 12:15 | colocando     | viendo        | midiendo      | trasladándose | 24 |
| 12:30 | viendo        | viendo        | midiendo      | trasladándose | 24 |
| 12:45 | viendo        | viendo        | midiendo      | viendo        | 24 |
| 13:00 | colocando     | colocando     | midiendo      | viendo        | 24 |
| 13:15 | trasladándose | colocando     | midiendo      | ausente       | 24 |
| 13:30 | colocando     | colocando     | viendo        | viendo        | 24 |
| 13:45 | colocando     | hablando      | moviendo      | moviendo      | 24 |
| 14:00 | hablando      | colocando     | moviendo      | moviendo      | 24 |
| 14:15 | viendo        | colocando     | viendo        | ausente       | 24 |
| 14:30 | hablando      | hablando      | hablando      | ausente       | 24 |
| 14:45 | viendo        | viendo        | viendo        | moviendo      | 24 |
| 15:00 | viendo        | colocando     | viendo        | moviendo      | 24 |
| 15:15 | viendo        | colocando     | viendo        | moviendo      | 24 |
| 15:30 | viendo        | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | 24 |
| 15:45 | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | 24 |
| 16:00 | colocando     | hablando      | hablando      | hablando      | 24 |
| 16:15 | colocando     | hablando      | viendo        | viendo        | 24 |
| 16:30 | colocando     | viendo        | midiendo      | viendo        | 24 |
| 16:45 | colocando     | viendo        | midiendo      | trasladándose | 24 |
| 17:00 | colocando     | viendo        | midiendo      | trasladándose | 24 |
| 17:15 | viendo        | viendo        | midiendo      | viendo        | 24 |
| 17:30 | hablando      | hablando      | midiendo      | viendo        | 24 |
| 17:45 | viendo        | colocando     | sosteniendo   | viendo        | 24 |
| 18:00 | viendo        | colocando     | viendo        | viendo        | 24 |
| 18:15 | colocando     | trasladándose | viendo        | viendo        | 24 |
| 18:30 | colocando     | ausente       | viendo        | ausente       | 24 |
| 18:45 | colocando     | ausente       | midiendo      | ausente       | 24 |
| 19:00 | colocando     | ausente       | sosteniendo   | ausente       | 24 |
| 19:15 | colocando     | ausente       | sosteniendo   | ausente       | 24 |
| 19:30 | colocando     | ausente       | sosteniendo   | ausente       | 24 |
| 19:45 | trasladándose | ausente       | viendo        | ausente       | 24 |
| 20:00 | colocando     | ausente       | viendo        | ausente       | 24 |
| 20:15 | colocando     | ausente       | viendo        | ausente       | 24 |
| 20:30 | colocando     | ausente       | viendo        | ausente       | 24 |
| 20:45 | colocando     | ausente       | viendo        | moviendo      | 24 |
| 21:00 | colocando     | ausente       | viendo        | moviendo      | 24 |
| 21:15 | trasladándose | ausente       | trasladándose | moviendo      | 24 |
| 21:30 | trasladándose | ausente       | hablando      | ausente       | 24 |
| 21:45 | trasladándose | ausente       | hablando      | ausente       | 24 |
| 22:00 | colocando     | ausente       | hablando      | ausente       | 24 |
| 22:15 | trasladándose | ausente       | hablando      | viendo        | 24 |
| 22:30 | colocando     | ausente       | hablando      | viendo        | 24 |
| 22:45 | colocando     | ausente       | hablando      | viendo        | 24 |
| 23:00 | colocando     | ausente       | hablando      | viendo        | 24 |

|       |               |           |               |               |    |
|-------|---------------|-----------|---------------|---------------|----|
| 23:15 | colocando     | ausente   | hablando      | viendo        | 24 |
| 23:30 | colocando     | ausente   | hablando      | viendo        | 24 |
| 23:45 | trasladándose | ausente   | trasladándose | viendo        | 24 |
| 24:00 | colocando     | ausente   | viendo        | sub.Material  | 24 |
| 24:15 | trasladándose | ausente   | sub.Material  | sub.Material  | 24 |
| 24:30 | colocando     | ausente   | midiendo      | viendo        | 24 |
| 24:45 | colocando     | ausente   | midiendo      | viendo        | 24 |
| 25:00 | trasladándose | ausente   | midiendo      | viendo        | 24 |
| 25:15 | trasladándose | ausente   | viendo        | viendo        | 24 |
| 25:30 | colocando     | ausente   | midiendo      | viendo        | 24 |
| 25:45 | colocando     | ausente   | midiendo      | viendo        | 24 |
| 26:00 | colocando     | ausente   | midiendo      | viendo        | 24 |
| 26:15 | colocando     | ausente   | midiendo      | viendo        | 24 |
| 26:30 | colocando     | ausente   | moviendo      | moviendo      | 24 |
| 26:45 | trasladándose | ausente   | moviendo      | moviendo      | 24 |
| 27:00 | colocando     | ausente   | trasladándose | trasladándose | 24 |
| 27:15 | colocando     | ausente   | moviendo      | ausente       | 24 |
| 27:30 | colocando     | ausente   | viendo        | ausente       | 24 |
| 27:45 | colocando     | ausente   | viendo        | moviendo      | 24 |
| 28:00 | colocando     | ausente   | viendo        | moviendo      | 24 |
| 28:15 | colocando     | ausente   | sub.Material  | sub.Material  | 24 |
| 28:30 | colocando     | ausente   | sub.Material  | viendo        | 24 |
| 28:45 | colocando     | ausente   | midiendo      | viendo        | 24 |
| 29:00 | trasladándose | ausente   | viendo        | ausente       | 24 |
| 29:15 | colocando     | ausente   | midiendo      | ausente       | 24 |
| 29:30 | trasladándose | ausente   | viendo        | moviendo      | 24 |
| 29:45 | viendo        | ausente   | midiendo      | viendo        | 24 |
| 30:00 | colocando     | ausente   | viendo        | viendo        | 24 |
| 30:15 | colocando     | ausente   | viendo        | viendo        | 24 |
| 30:30 | colocando     | ausente   | viendo        | ausente       | 24 |
| 30:45 | colocando     | ausente   | viendo        | ausente       | 24 |
| 31:00 | colocando     | ausente   | viendo        | viendo        | 24 |
| 31:15 | colocando     | ausente   | midiendo      | viendo        | 24 |
| 31:30 | colocando     | ausente   | viendo        | viendo        | 24 |
| 31:45 | colocando     | ausente   | viendo        | viendo        | 24 |
| 32:00 | colocando     | limpiando | viendo        | viendo        | 24 |
| 32:15 | colocando     | limpiando | viendo        | viendo        | 24 |
| 32:30 | colocando     | limpiando | viendo        | viendo        | 24 |
| 32:45 | colocando     | hablando  | hablando      | viendo        | 24 |
| 33:00 | limpiando     | limpiando | viendo        | viendo        | 24 |
| 33:15 | viendo        | hablando  | midiendo      | viendo        | 24 |
| 33:30 | colocando     | colocando | midiendo      | viendo        | 24 |
| 33:45 | colocando     | colocando | midiendo      | viendo        | 24 |
| 34:00 | colocando     | colocando | trasladándose | viendo        | 24 |
| 34:15 | colocando     | colocando | moviendo      | moviendo      | 24 |
| 34:30 | limpiando     | limpiando | moviendo      | moviendo      | 24 |
| 34:45 | colocando     | limpiando | viendo        | ausente       | 24 |
| 35:00 | colocando     | limpiando | moviendo      | ausente       | 24 |
| 35:15 | colocando     | colocando | viendo        | ausente       | 24 |

|       |               |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|----|
| 35:30 | colocando     | colocando     | viendo        | ausente       | 24 |
| 35:45 | colocando     | hablando      | hablando      | ausente       | 24 |
| 36:00 | colocando     | viendo        | viendo        | viendo        | 24 |
| 36:15 | colocando     | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | 24 |
| 36:30 | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | 24 |
| 36:45 | colocando     | hablando      | midiendo      | ausente       | 24 |
| 37:00 | colocando     | colocando     | midiendo      | ausente       | 24 |
| 37:15 | colocando     | colocando     | midiendo      | ausente       | 24 |
| 37:30 | viendo        | colocando     | midiendo      | ausente       | 24 |
| 37:45 | colocando     | colocando     | midiendo      | ausente       | 24 |
| 38:00 | colocando     | hablando      | hablando      | viendo        | 24 |
| 38:15 | colocando     | colocando     | trasladándose | viendo        | 24 |
| 38:30 | colocando     | colocando     | viendo        | viendo        | 24 |
| 38:45 | colocando     | viendo        | viendo        | viendo        | 24 |
| 39:00 | viendo        | colocando     | viendo        | trasladándose | 24 |
| 39:15 | colocando     | colocando     | moviendo      | moviendo      | 24 |
| 39:30 | trasladándose | viendo        | moviendo      | moviendo      | 24 |
| 39:45 | trasladándose | trasladándose | viendo        | trasladándose | 24 |
| 40:00 | sosteniendo   | viendo        | sosteniendo   | ausente       | 24 |
| 40:15 | trasladándose | viendo        | sosteniendo   | viendo        | 24 |

Apéndice 9.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 |
|---------------|------------|------------|--------|--------|
| colocando     | 64%        | 27%        | 0%     | 0%     |
| sosteniendo   | 1%         | 1%         | 7%     | 1%     |
| viendo        | 17%        | 20%        | 36%    | 41%    |
| trasladándose | 13%        | 6%         | 4%     | 8%     |
| ausente       | 0%         | 33%        | 0%     | 28%    |
| sub.Material  | 2%         | 2%         | 11%    | 9%     |
| limpiando     | 1%         | 4%         | 0%     | 0%     |
| midiendo      | 0%         | 0%         | 25%    | 0%     |
| moviendo      | 0%         | 0%         | 7%     | 13%    |
| hablando      | 3%         | 7%         | 10%    | 1%     |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   |

Apéndice 9.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 | Total |
|--------------|------------|------------|--------|--------|-------|
| Productivo   | 64%        | 27%        | 25%    | 0%     | 29%   |
| Contributivo | 4%         | 7%         | 25%    | 22%    | 15%   |
| Improductivo | 33%        | 67%        | 50%    | 78%    | 57%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%  |

Apéndice 9.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 |
|-------------------------|------------|------------|--------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,68       | 0,68       | 0,68   | 0,68   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,43       | 0,18       | 0,17   | 0,00   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,03       | 0,05       | 0,17   | 0,15   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,22       | 0,45       | 0,34   | 0,53   |

Apéndice 9.5. Muestreo 2

| Hora | Operario 1    | Operario 2    | Peón 1        | Peón 2        | T (°C) |
|------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| 0:00 | colocando     |               | midiendo      | sub.Material  | 27     |
| 0:15 | colocando     |               | viendo        | viendo        | 27     |
| 0:30 | sub.Material  | viendo        | sub.Material  | viendo        | 27     |
| 0:45 | viendo        | colocando     | midiendo      | viendo        | 27     |
| 1:00 | viendo        | colocando     | viendo        | viendo        | 27     |
| 1:15 | colocando     | trasladándose | viendo        | viendo        | 27     |
| 1:30 | viendo        | viendo        | viendo        | viendo        | 27     |
| 1:45 | viendo        | viendo        | viendo        | viendo        | 27     |
| 2:00 | colocando     | viendo        | viendo        | viendo        | 27     |
| 2:15 | trasladándose | colocando     | hablando      | viendo        | 27     |
| 2:30 | colocando     | colocando     | trasladándose | viendo        | 27     |
| 2:45 | colocando     | colocando     | moviendo      | moviendo      | 27     |
| 3:00 | hablando      | hablando      | moviendo      | moviendo      | 27     |
| 3:15 | hablando      | hablando      | hablando      | ausente       | 27     |
| 3:30 | hablando      | hablando      | viendo        | trasladándose | 27     |
| 3:45 | colocando     | viendo        | viendo        | ausente       | 27     |
| 4:00 | viendo        | viendo        | viendo        | moviendo      | 27     |
| 4:15 | hablando      | hablando      | sub.Material  | sub.Material  | 27     |
| 4:30 | viendo        | colocando     | sosteniendo   | ausente       | 27     |
| 4:45 | colocando     | colocando     | viendo        | ausente       | 27     |
| 5:00 | hablando      | colocando     | hablando      | sosteniendo   | 27     |
| 5:15 | colocando     | colocando     | viendo        | sosteniendo   | 27     |
| 5:30 | trasladándose | colocando     | viendo        | sosteniendo   | 27     |
| 5:45 | colocando     | colocando     | viendo        | sosteniendo   | 27     |
| 6:00 | colocando     | colocando     | viendo        | sosteniendo   | 27     |
| 6:15 | colocando     | colocando     | viendo        | sosteniendo   | 27     |
| 6:30 | colocando     | viendo        | viendo        | sosteniendo   | 27     |
| 6:45 | hablando      | hablando      | sub.Material  | sub.Material  | 27     |
| 7:00 | viendo        | colocando     | hablando      | viendo        | 27     |
| 7:15 | viendo        | colocando     | midiendo      | viendo        | 27     |
| 7:30 | colocando     | colocando     | sosteniendo   | viendo        | 27     |
| 7:45 | colocando     | colocando     | viendo        | viendo        | 27     |
| 8:00 | viendo        | viendo        | viendo        | viendo        | 27     |
| 8:15 | colocando     | colocando     | viendo        | trasladándose | 27     |
| 8:30 | colocando     | colocando     | trasladándose | viendo        | 27     |
| 8:45 | colocando     | colocando     | moviendo      | moviendo      | 27     |
| 9:00 | colocando     | trasladándose | moviendo      | moviendo      | 27     |
| 9:15 | colocando     | viendo        | moviendo      | moviendo      | 27     |

|       |               |               |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|----|
| 9:30  | viendo        | viendo        | trasladándose | trasladándose | 27 |
| 9:45  | viendo        | viendo        | moviendo      | moviendo      | 27 |
| 10:00 | viendo        | viendo        | moviendo      | moviendo      | 27 |
| 10:15 | viendo        | viendo        | moviendo      | moviendo      | 27 |
| 10:30 | viendo        | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 10:45 | viendo        | viendo        | trasladándose | trasladándose | 27 |
| 11:00 | hablando      | hablando      | viendo        | ausente       | 27 |
| 11:15 | hablando      | hablando      | viendo        | ausente       | 27 |
| 11:30 | hablando      | hablando      | viendo        | ausente       | 27 |
| 11:45 | viendo        | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | 27 |
| 12:00 | viendo        | colocando     | midiendo      | ausente       | 27 |
| 12:15 | viendo        | colocando     | midiendo      | ausente       | 27 |
| 12:30 | colocando     | trasladándose | sosteniendo   | ausente       | 27 |
| 12:45 | viendo        | viendo        | midiendo      | moviendo      | 27 |
| 13:00 | colocando     | colocando     | midiendo      | trasladándose | 27 |
| 13:15 | colocando     | colocando     | midiendo      | ausente       | 27 |
| 13:30 | colocando     | trasladándose | viendo        | ausente       | 27 |
| 13:45 | colocando     | viendo        | viendo        | ausente       | 27 |
| 14:00 | viendo        | colocando     | sosteniendo   | trasladándose | 27 |
| 14:15 | viendo        | colocando     | midiendo      | viendo        | 27 |
| 14:30 | colocando     | colocando     | viendo        | ausente       | 27 |
| 14:45 | viendo        | colocando     | midiendo      | ausente       | 27 |
| 15:00 | hablando      | hablando      | viendo        | ausente       | 27 |
| 15:15 | colocando     | colocando     | viendo        | ausente       | 27 |
| 15:30 | viendo        | viendo        | viendo        | viendo        | 27 |
| 15:45 | viendo        | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | 27 |
| 16:00 | viendo        | colocando     | sosteniendo   | viendo        | 27 |
| 16:15 | hablando      | colocando     | hablando      | viendo        | 27 |
| 16:30 | viendo        | colocando     | trasladándose | viendo        | 27 |
| 16:45 | viendo        | trasladándose | viendo        | viendo        | 27 |
| 17:00 | trasladándose | viendo        | ausente       | ausente       | 27 |
| 17:15 | hablando      | viendo        | ausente       | ausente       | 27 |
| 17:30 | hablando      | viendo        | ausente       | ausente       | 27 |
| 17:45 | viendo        | viendo        | ausente       | ausente       | 27 |
| 18:00 | viendo        | viendo        | ausente       | ausente       | 27 |
| 18:15 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 18:30 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 18:45 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 19:00 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 19:15 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 19:30 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 19:45 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 20:00 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 20:15 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 20:30 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 20:45 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 21:00 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 21:15 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 21:30 | hablando      | hablando      | ausente       | ausente       | 27 |
| 21:45 | trasladándose | trasladándose | midiendo      | ausente       | 27 |
| 22:00 | colocando     | colocando     | midiendo      | ausente       | 27 |

|       |           |           |              |          |    |
|-------|-----------|-----------|--------------|----------|----|
| 22:15 | viendo    | viendo    | midiendo     | ausente  | 27 |
| 22:30 | colocando | colocando | hablando     | ausente  | 27 |
| 22:45 | viendo    | colocando | midiendo     | ausente  | 27 |
| 23:00 | colocando | colocando | sosteniendo  | ausente  | 27 |
| 23:15 | colocando | colocando | viendo       | ausente  | 27 |
| 23:30 | colocando | colocando | viendo       | ausente  | 27 |
| 23:45 | viendo    | colocando | hablando     | ausente  | 27 |
| 24:00 | hablando  | hablando  | hablando     | ausente  | 27 |
| 24:15 | viendo    | viendo    | viendo       | moviendo | 27 |
| 24:30 | viendo    | colocando | sub.Material | viendo   | 27 |
| 24:45 | viendo    | viendo    | viendo       | viendo   | 27 |
| 25:00 | viendo    | viendo    | viendo       | viendo   | 27 |
| 25:15 | hablando  | viendo    | viendo       | ausente  | 27 |
| 25:30 | viendo    | colocando | midiendo     | ausente  | 27 |
| 25:45 | colocando | colocando | midiendo     | ausente  | 27 |
| 26:00 | colocando | viendo    | viendo       | ausente  | 27 |
| 26:15 | colocando | viendo    | viendo       | ausente  | 27 |
| 26:30 | colocando | viendo    | viendo       | ausente  | 27 |
| 26:45 | colocando | viendo    | sosteniendo  | ausente  | 27 |
| 27:00 | colocando | viendo    | viendo       | ausente  | 27 |
| 27:15 | hablando  | viendo    | viendo       | ausente  | 27 |
| 27:30 | colocando | colocando | viendo       | ausente  | 27 |
| 27:45 | colocando | colocando | viendo       | ausente  | 27 |
| 28:00 | hablando  | hablando  | viendo       | ausente  | 27 |

Apéndice 9.6. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 2

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 |
|---------------|------------|------------|--------|--------|
| colocando     | 35%        | 40%        | 0%     | 0%     |
| sosteniendo   | 0%         | 0%         | 6%     | 6%     |
| viendo        | 33%        | 32%        | 39%    | 23%    |
| trasladándose | 4%         | 5%         | 4%     | 5%     |
| ausente       | 0%         | 0%         | 17%    | 51%    |
| sub.Material  | 1%         | 0%         | 5%     | 4%     |
| limpiando     | 0%         | 0%         | 0%     | 0%     |
| midiendo      | 0%         | 0%         | 14%    | 0%     |
| moviendo      | 0%         | 0%         | 7%     | 10%    |
| hablando      | 27%        | 23%        | 7%     | 0%     |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   |

Apéndice 9.7. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 2

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 | Total |
|--------------|------------|------------|--------|--------|-------|
| Productivo   | 35%        | 40%        | 14%    | 0%     | 22%   |
| Contributivo | 1%         | 0%         | 19%    | 20%    | 10%   |
| Improductivo | 64%        | 60%        | 67%    | 80%    | 68%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%  |

Apéndice 9.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 |
|-------------------------|------------|------------|--------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,47       | 0,46       | 0,47   | 0,47   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,17       | 0,18       | 0,07   | 0,00   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,00       | 0,00       | 0,09   | 0,10   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,30       | 0,28       | 0,32   | 0,38   |

Apéndice 9.9. Muestreo 3

| Hora | Operario 1    | Operario 2    | Peón 1        | Peón 2        | Operario 3    | T (°C) |
|------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| 0:00 | sub.Material  | sub.Material  | trasladándose | viendo        |               | 28     |
| 0:15 | viendo        | viendo        | trasladándose | moviendo      |               | 28     |
| 0:30 | viendo        | sub.Material  | ausente       | sub.Material  |               | 28     |
| 0:45 | sub.Material  | sub.Material  | ausente       | sub.Material  |               | 28     |
| 1:00 | viendo        | viendo        | ausente       | moviendo      |               | 28     |
| 1:15 | viendo        | viendo        | ausente       | moviendo      |               | 28     |
| 1:30 | viendo        | viendo        | ausente       | moviendo      |               | 28     |
| 1:45 | viendo        | sub.Material  | trasladándose | moviendo      |               | 28     |
| 2:00 | sub.Material  | viendo        | moviendo      | moviendo      |               | 28     |
| 2:15 | viendo        | viendo        | moviendo      | moviendo      |               | 28     |
| 2:30 | sub.Material  | sub.Material  | viendo        | sub.Material  |               | 28     |
| 2:45 | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | trasladándose | 28     |
| 3:00 | viendo        | viendo        | moviendo      | moviendo      | viendo        | 28     |
| 3:15 | sub.Material  | sub.Material  | moviendo      | viendo        | sub.Material  | 28     |
| 3:30 | viendo        | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | viendo        | 28     |
| 3:45 | sub.Material  | sub.Material  | viendo        | viendo        | sub.Material  | 28     |
| 4:00 | viendo        | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | viendo        | 28     |
| 4:15 | viendo        | viendo        | viendo        | viendo        | viendo        | 28     |
| 4:30 | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | 28     |
| 4:45 | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | viendo        | 28     |
| 5:00 | sub.Material  | viendo        | viendo        | viendo        | viendo        | 28     |
| 5:15 | viendo        | sub.Material  | sub.Material  | sub.Material  | viendo        | 28     |
| 5:30 | viendo        | trasladándose | viendo        | ausente       | trasladándose | 28     |
| 5:45 | hablando      | viendo        | hablando      | ausente       | viendo        | 28     |
| 6:00 | limpiando     | colocando     | trasladándose | trasladándose | colocando     | 28     |
| 6:15 | viendo        | colocando     | ausente       | ausente       | colocando     | 28     |
| 6:30 | trasladándose | colocando     | ausente       | ausente       | midiendo      | 28     |
| 6:45 | trasladándose | colocando     | ausente       | ausente       | midiendo      | 28     |
| 7:00 | hablando      | viendo        | ausente       | ausente       | hablando      | 28     |
| 7:15 | colocando     | colocando     | ausente       | ausente       | colocando     | 28     |
| 7:30 | colocando     | colocando     | ausente       | ausente       | colocando     | 28     |
| 7:45 | colocando     | trasladándose | ausente       | ausente       | colocando     | 28     |
| 8:00 | colocando     | moviendo      | ausente       | ausente       | moviendo      | 28     |
| 8:15 | colocando     | moviendo      | ausente       | ausente       | moviendo      | 28     |
| 8:30 | trasladándose | colocando     | ausente       | ausente       | colocando     | 28     |
| 8:45 | viendo        | viendo        | ausente       | ausente       | midiendo      | 28     |
| 9:00 | viendo        | colocando     | ausente       | ausente       | midiendo      | 28     |
| 9:15 | viendo        | viendo        | ausente       | ausente       | midiendo      | 28     |
| 9:30 | viendo        | colocando     | ausente       | ausente       | trasladándose | 28     |

|       |               |               |               |         |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------|---------------|----|
| 9:45  | colocando     | colocando     | ausente       | ausente | limpiando     | 28 |
| 10:00 | colocando     | colocando     | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 10:15 | viendo        | colocando     | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 10:30 | colocando     | trasladándose | ausente       | ausente | viendo        | 28 |
| 10:45 | colocando     | moviendo      | ausente       | ausente | moviendo      | 28 |
| 11:00 | colocando     | colocando     | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 11:15 | trasladándose | viendo        | ausente       | ausente | midiendo      | 28 |
| 11:30 | trasladándose | viendo        | ausente       | ausente | trasladándose | 28 |
| 11:45 | trasladándose | viendo        | ausente       | ausente | midiendo      | 28 |
| 12:00 | viendo        | viendo        | ausente       | ausente | midiendo      | 28 |
| 12:15 | hablando      | viendo        | ausente       | ausente | hablando      | 28 |
| 12:30 | colocando     | colocando     | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 12:45 | hablando      | colocando     | ausente       | ausente | hablando      | 28 |
| 13:00 | ausente       | viendo        | ausente       | ausente | viendo        | 28 |
| 13:15 | ausente       | viendo        | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 13:30 | ausente       | viendo        | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 13:45 | ausente       | viendo        | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 14:00 | ausente       | moviendo      | ausente       | ausente | moviendo      | 28 |
| 14:15 | ausente       | colocando     | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 14:30 | ausente       | colocando     | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 14:45 | ausente       | viendo        | ausente       | ausente | viendo        | 28 |
| 15:00 | ausente       | sosteniendo   | ausente       | ausente | midiendo      | 28 |
| 15:15 | ausente       | viendo        | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 15:30 | ausente       | colocando     | trasladándose | ausente | trasladándose | 28 |
| 15:45 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 16:00 | ausente       | trasladándose | viendo        | ausente | trasladándose | 28 |
| 16:15 | ausente       | trasladándose | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 16:30 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | trasladándose | 28 |
| 16:45 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 17:00 | ausente       | trasladándose | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 17:15 | ausente       | moviendo      | viendo        | ausente | viendo        | 28 |
| 17:30 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 17:45 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 18:00 | ausente       | viendo        | viendo        | ausente | trasladándose | 28 |
| 18:15 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 18:30 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 18:45 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 19:00 | ausente       | trasladándose | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 19:15 | ausente       | moviendo      | moviendo      | ausente | colocando     | 28 |
| 19:30 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 19:45 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 20:00 | ausente       | viendo        | viendo        | ausente | trasladándose | 28 |
| 20:15 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 20:30 | ausente       | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 20:45 | ausente       | viendo        | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 21:00 | ausente       | viendo        | viendo        | ausente | trasladándose | 28 |
| 21:15 | ausente       | trasladándose | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 21:30 | ausente       | moviendo      | viendo        | ausente | trasladándose | 28 |
| 21:45 | ausente       | sosteniendo   | viendo        | ausente | viendo        | 28 |
| 22:00 | ausente       | viendo        | viendo        | ausente | colocando     | 28 |

|       |         |               |               |         |               |    |
|-------|---------|---------------|---------------|---------|---------------|----|
| 22:15 | ausente | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 22:30 | ausente | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 22:45 | ausente | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 23:00 | ausente | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 23:15 | ausente | trasladándose | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 23:30 | ausente | viendo        | viendo        | ausente | viendo        | 28 |
| 23:45 | ausente | viendo        | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 24:00 | ausente | moviendo      | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 24:15 | ausente | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 24:30 | ausente | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 24:45 | ausente | viendo        | trasladándose | ausente | colocando     | 28 |
| 25:00 | ausente | hablando      | ausente       | ausente | hablando      | 28 |
| 25:15 | ausente | viendo        | ausente       | ausente | colocando     | 28 |
| 25:30 | ausente | viendo        | ausente       | ausente | viendo        | 28 |
| 25:45 | ausente | viendo        | ausente       | ausente | viendo        | 28 |
| 26:00 | ausente | viendo        | ausente       | ausente | midiendo      | 28 |
| 26:15 | ausente | viendo        | ausente       | ausente | trasladándose | 28 |
| 26:30 | ausente | viendo        | ausente       | ausente | trasladándose | 28 |
| 26:45 | ausente | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |
| 27:00 | ausente | colocando     | viendo        | ausente | colocando     | 28 |

Apéndice 9.10. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 3

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 | Operario 3 |
|---------------|------------|------------|--------|--------|------------|
| colocando     | 10%        | 35%        | 0%     | 0%     | 48%        |
| sosteniendo   | 0%         | 2%         | 0%     | 0%     | 0%         |
| viendo        | 19%        | 37%        | 39%    | 5%     | 16%        |
| trasladándose | 6%         | 8%         | 6%     | 1%     | 13%        |
| ausente       | 52%        | 0%         | 45%    | 79%    | 0%         |
| sub.Material  | 8%         | 10%        | 6%     | 8%     | 3%         |
| limpiando     | 1%         | 0%         | 0%     | 0%     | 1%         |
| midiendo      | 0%         | 0%         | 0%     | 0%     | 10%        |
| moviendo      | 0%         | 7%         | 5%     | 7%     | 4%         |
| hablando      | 4%         | 1%         | 1%     | 0%     | 4%         |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%       |

Apéndice 9.11. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 3

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 | Operario 3 | Total |
|--------------|------------|------------|--------|--------|------------|-------|
| Productivo   | 10%        | 35%        | 0%     | 0%     | 58%        | 20%   |
| Contributivo | 9%         | 19%        | 10%    | 16%    | 8%         | 13%   |
| Improductivo | 81%        | 46%        | 90%    | 84%    | 34%        | 68%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%       | 100%  |

Apéndice 9.12. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 3

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 | Operario 3 |
|-------------------------|------------|------------|--------|--------|------------|
| Tiempo Total (h)        | 0,45       | 0,45       | 0,45   | 0,45   | 0,41       |
| Tiempo productivo (h)   | 0,05       | 0,16       | 0,00   | 0,00   | 0,24       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,04       | 0,09       | 0,05   | 0,07   | 0,03       |
| Tiempo improductivo (h) | 0,37       | 0,21       | 0,41   | 0,38   | 0,14       |

## Apéndice 10. Datos del proceso colado con bomba telescópica y acabado preliminar de superficie de contrapiso

### Apéndice 10.1. Muestreo 1

| Hora | Operario 1    | Ayudante 1    | Operario 2    | Peón 1   | Peón 2   | Peón 3   | Peón 4   | T (°C) |
|------|---------------|---------------|---------------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 0:00 | sosteniendo   | sosteniendo   |               |          |          |          |          | 22     |
| 0:15 | viendo        | hablando      |               |          |          |          |          | 22     |
| 0:30 | sosteniendo   | ausente       |               |          |          |          |          | 22     |
| 0:45 | sosteniendo   | ausente       |               |          |          |          |          | 22     |
| 1:00 | sosteniendo   | viendo        |               |          |          |          |          | 22     |
| 1:15 | sosteniendo   | sosteniendo   | sosteniendo   |          |          |          |          | 22     |
| 1:30 | viendo        | viendo        | viendo        | viendo   |          |          |          | 22     |
| 1:45 | trasladándose | hablando      | viendo        | ausente  |          |          |          | 22     |
| 2:00 | sosteniendo   | sosteniendo   | viendo        | viendo   |          |          |          | 22     |
| 2:15 | viendo        | sosteniendo   | viendo        | viendo   |          |          |          | 22     |
| 2:30 | viendo        | sosteniendo   | viendo        | viendo   |          |          |          | 22     |
| 2:45 | trayendo      | sosteniendo   | sosteniendo   | paleando |          |          |          | 22     |
| 3:00 | viendo        | sosteniendo   | viendo        | paleando |          |          |          | 22     |
| 3:15 | paleando      | sosteniendo   | sosteniendo   | paleando |          |          |          | 22     |
| 3:30 | ausente       | sosteniendo   | trasladándose | ausente  |          |          |          | 22     |
| 3:45 | ausente       | sosteniendo   | trasladándose | ausente  |          |          |          | 22     |
| 4:00 | ausente       | trasladándose | sosteniendo   | ausente  |          |          |          | 22     |
| 4:15 | ausente       | ausente       | ausente       | ausente  |          |          |          | 22     |
| 4:30 | viendo        | ausente       | sosteniendo   | viendo   |          |          |          | 22     |
| 4:45 | paleando      | ausente       | viendo        | ausente  |          |          |          | 22     |
| 5:00 | ausente       | paleando      | trasladándose | ausente  |          |          |          | 22     |
| 5:15 | hablando      | paleando      | viendo        | viendo   |          |          |          | 22     |
| 5:30 | hablando      | paleando      | hablando      | paleando |          |          |          | 22     |
| 5:45 | ausente       | paleando      | viendo        | ausente  |          |          |          | 22     |
| 6:00 | ausente       | paleando      | viendo        | ausente  |          |          |          | 22     |
| 6:15 | codaleando    | paleando      | vibrando      | paleando | paleando | paleando | paleando | 22     |
| 6:30 | codaleando    | ausente       | vibrando      | paleando | paleando | paleando | paleando | 22     |
| 6:45 | viendo        | codaleando    | trasladándose | paleando | paleando | viendo   | viendo   | 22     |
| 7:00 | codaleando    | codaleando    | vibrando      | paleando | paleando | paleando | ausente  | 22     |

|       |               |            |             |               |               |             |             |    |
|-------|---------------|------------|-------------|---------------|---------------|-------------|-------------|----|
| 7:15  | viendo        | paleando   | ausente     | hablando      | hablando      | hablando    | paleando    | 22 |
| 7:30  | codaleando    | codaleando | vibrando    | paleando      | paleando      | paleando    | paleando    | 22 |
| 7:45  | codaleando    | codaleando | vibrando    | paleando      | paleando      | paleando    | paleando    | 22 |
| 8:00  | codaleando    | codaleando | vibrando    | paleando      | paleando      | paleando    | paleando    | 22 |
| 8:15  | codaleando    | codaleando | vibrando    | viendo        | paleando      | paleando    | paleando    | 22 |
| 8:30  | ausente       | ausente    | vibrando    | ausente       | paleando      | ausente     | ausente     | 22 |
| 8:45  | codaleando    | codaleando | vibrando    | paleando      | paleando      | paleando    | paleando    | 22 |
| 9:00  | codaleando    | codaleando | vibrando    | paleando      | paleando      | paleando    | paleando    | 22 |
| 9:15  | codaleando    | codaleando | vibrando    | paleando      | trasladándose | ausente     | ausente     | 22 |
| 9:30  | codaleando    | codaleando | vibrando    | paleando      | paleando      | paleando    | paleando    | 22 |
| 9:45  | viendo        | ausente    | vibrando    | paleando      | paleando      | paleando    | viendo      | 22 |
| 10:00 | codaleando    | codaleando | vibrando    | paleando      | paleando      | viendo      | paleando    | 22 |
| 10:15 | ausente       | viendo     | vibrando    | ausente       | paleando      | viendo      | viendo      | 22 |
| 10:30 | codaleando    | paleando   | vibrando    | paleando      | paleando      | viendo      | paleando    | 22 |
| 10:45 | paleando      | codaleando | vibrando    | viendo        | paleando      | paleando    | paleando    | 22 |
| 11:00 | viendo        | codaleando | vibrando    | paleando      | paleando      | paleando    | paleando    | 22 |
| 11:15 | afinando      | afinando   | viendo      | viendo        | viendo        | viendo      | viendo      | 22 |
| 11:30 | codaleando    | codaleando | vibrando    | viendo        | trasladándose | viendo      | viendo      | 22 |
| 11:45 | codaleando    | codaleando | vibrando    | viendo        | viendo        | viendo      | viendo      | 22 |
| 12:00 | codaleando    | codaleando | vibrando    | trasladándose | ausente       | sosteniendo | ausente     | 22 |
| 12:15 | codaleando    | codaleando | vibrando    | ausente       | viendo        | viendo      | viendo      | 22 |
| 12:30 | viendo        | afinando   | vibrando    | ausente       | ausente       | viendo      | viendo      | 22 |
| 12:45 | codaleando    | codaleando | vibrando    | ausente       | ausente       | viendo      | viendo      | 22 |
| 13:00 | ausente       | ausente    | ausente     | ausente       | ausente       | ausente     | ausente     | 22 |
| 13:15 | afinando      | afinando   | sosteniendo | ausente       | sosteniendo   | sosteniendo | sosteniendo | 22 |
| 13:30 | codaleando    | codaleando | ausente     | ausente       | ausente       | ausente     | ausente     | 22 |
| 13:45 | codaleando    | codaleando | ausente     | ausente       | ausente       | ausente     | ausente     | 22 |
| 14:00 | codaleando    | codaleando | ausente     | ausente       | ausente       | ausente     | ausente     | 22 |
| 14:15 | codaleando    | codaleando | ausente     | ausente       | ausente       | viendo      | ausente     | 22 |
| 14:30 | codaleando    | codaleando | ausente     | ausente       | ausente       | ausente     | viendo      | 22 |
| 14:45 | codaleando    | codaleando | ausente     | ausente       | ausente       | ausente     | viendo      | 22 |
| 15:00 | codaleando    | afinando   | ausente     | ausente       | ausente       | ausente     | ausente     | 22 |
| 15:15 | viendo        | codaleando | ausente     | ausente       | ausente       | ausente     | ausente     | 22 |
| 15:30 | trasladándose | paleando   | ausente     | ausente       | ausente       | ausente     | ausente     | 22 |

|       |            |            |         |               |               |          |          |    |
|-------|------------|------------|---------|---------------|---------------|----------|----------|----|
| 15:45 | afinando   | paleando   | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | ausente  | 22 |
| 16:00 | afinando   | paleando   | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | ausente  | 22 |
| 16:15 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | viendo   | 22 |
| 16:30 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | viendo   | 22 |
| 16:45 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | ausente  | ausente  | 22 |
| 17:00 | viendo     | trayendo   | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | viendo   | 22 |
| 17:15 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | viendo   | 22 |
| 17:30 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | hablando | hablando | 22 |
| 17:45 | afinando   | afinando   | ausente | ausente       | ausente       | paleando | paleando | 22 |
| 18:00 | codaleando | hablando   | ausente | ausente       | ausente       | paleando | paleando | 22 |
| 18:15 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | paleando | 22 |
| 18:30 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | paleando | 22 |
| 18:45 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | viendo   | 22 |
| 19:00 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | paleando | paleando | 22 |
| 19:15 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | paleando | paleando | 22 |
| 19:30 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | paleando | 22 |
| 19:45 | hablando   | hablando   | ausente | viendo        | viendo        | hablando | hablando | 22 |
| 20:00 | ausente    | ausente    | ausente | viendo        | trasladándose | viendo   | viendo   | 22 |
| 20:15 | codaleando | codaleando | viendo  | viendo        | trayendo      | viendo   | viendo   | 22 |
| 20:30 | codaleando | codaleando | ausente | viendo        | viendo        | paleando | paleando | 22 |
| 20:45 | codaleando | codaleando | ausente | trasladándose | trasladándose | paleando | paleando | 22 |
| 21:00 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | paleando | paleando | 22 |
| 21:15 | codaleando | codaleando | viendo  | viendo        | trasladándose | paleando | paleando | 22 |
| 21:30 | codaleando | codaleando | viendo  | viendo        | viendo        | paleando | paleando | 22 |
| 21:45 | codaleando | codaleando | viendo  | viendo        | trasladándose | viendo   | paleando | 22 |
| 22:00 | codaleando | codaleando | viendo  | viendo        | viendo        | viendo   | viendo   | 22 |
| 22:15 | codaleando | codaleando | viendo  | viendo        | viendo        | paleando | paleando | 22 |
| 22:30 | viendo     | codaleando | viendo  | viendo        | trasladándose | viendo   | viendo   | 22 |
| 22:45 | hablando   | codaleando | ausente | ausente       | viendo        | viendo   | viendo   | 22 |
| 23:00 | codaleando | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | ausente  | viendo   | 22 |
| 23:15 | viendo     | codaleando | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | viendo   | 22 |
| 23:30 | hablando   | hablando   | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | viendo   | 22 |
| 23:45 | afinando   | viendo     | ausente | ausente       | ausente       | viendo   | viendo   | 22 |
| 24:00 | afinando   | afinando   | ausente | ausente       | ausente       | paleando | paleando | 22 |

|       |            |            |               |             |          |          |          |    |
|-------|------------|------------|---------------|-------------|----------|----------|----------|----|
| 24:15 | afinando   | codaleando | ausente       | sosteniendo | ausente  | viendo   | viendo   | 23 |
| 24:30 | codaleando | codaleando | ausente       | ausente     | ausente  | paleando | viendo   | 23 |
| 24:45 | codaleando | codaleando | ausente       | ausente     | ausente  | viendo   | paleando | 23 |
| 25:00 | codaleando | codaleando | ausente       | ausente     | ausente  | paleando | paleando | 23 |
| 25:15 | codaleando | codaleando | ausente       | viendo      | ausente  | viendo   | paleando | 23 |
| 25:30 | codaleando | codaleando | ausente       | ausente     | ausente  | paleando | paleando | 23 |
| 25:45 | ausente    | codaleando | ausente       | ausente     | ausente  | ausente  | ausente  | 23 |
| 26:00 | viendo     | afinando   | ausente       | viendo      | viendo   | ausente  | paleando | 23 |
| 26:15 | codaleando | codaleando | ausente       | viendo      | viendo   | ausente  | paleando | 23 |
| 26:30 | codaleando | codaleando | viendo        | viendo      | ausente  | ausente  | paleando | 23 |
| 26:45 | ausente    | codaleando | viendo        | viendo      | trayendo | ausente  | viendo   | 23 |
| 27:00 | codaleando | codaleando | ausente       | viendo      | viendo   | viendo   | viendo   | 23 |
| 27:15 | codaleando | afinando   | ausente       | viendo      | viendo   | viendo   | viendo   | 23 |
| 27:30 | codaleando | codaleando | viendo        | viendo      | viendo   | viendo   | viendo   | 23 |
| 27:45 | codaleando | codaleando | viendo        | viendo      | viendo   | viendo   | viendo   | 23 |
| 28:00 | codaleando | codaleando | trasladándose | viendo      | viendo   | viendo   | viendo   | 23 |
| 28:15 | codaleando | codaleando | viendo        | viendo      | viendo   | viendo   | viendo   | 23 |
| 28:30 | codaleando | codaleando | paleando      | viendo      | viendo   | paleando | viendo   | 23 |
| 28:45 | codaleando | codaleando | viendo        | viendo      | viendo   | viendo   | viendo   | 23 |
| 29:00 | afinando   | afinando   | viendo        | viendo      | ausente  | viendo   | viendo   | 23 |
| 29:15 | codaleando | codaleando | viendo        | ausente     | viendo   | viendo   | ausente  | 23 |
| 29:30 | afinando   | afinando   | viendo        | ausente     | viendo   | paleando | viendo   | 23 |
| 29:45 | codaleando | codaleando | viendo        | ausente     | ausente  | paleando | ausente  | 23 |
| 30:00 | codaleando | codaleando | viendo        | ausente     | ausente  | paleando | ausente  | 23 |
| 30:15 | codaleando | codaleando | viendo        | viendo      | ausente  | viendo   | ausente  | 23 |
| 30:30 | codaleando | codaleando | viendo        | ausente     | viendo   | hablando | ausente  | 23 |
| 30:45 | codaleando | ausente    | hablando      | ausente     | ausente  | ausente  | ausente  | 23 |
| 31:00 | afinando   | ausente    | hablando      | ausente     | ausente  | ausente  | ausente  | 23 |
| 31:15 | afinando   | afinando   | ausente       | ausente     | ausente  | ausente  | ausente  | 23 |
| 31:30 | viendo     | afinando   | ausente       | ausente     | ausente  | ausente  | ausente  | 23 |
| 31:45 | viendo     | afinando   | ausente       | ausente     | ausente  | ausente  | ausente  | 23 |
| 32:00 | afinando   | afinando   | ausente       | ausente     | ausente  | ausente  | ausente  | 23 |
| 32:15 | afinando   | afinando   | ausente       | ausente     | ausente  | ausente  | ausente  | 23 |
| 32:30 | afinando   | afinando   | ausente       | ausente     | ausente  | ausente  | ausente  | 23 |

|       |            |            |         |         |         |         |         |    |
|-------|------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|----|
| 32:45 | afinando   | afinando   | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | 23 |
| 33:00 | codaleando | codaleando | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | 23 |
| 33:15 | codaleando | ausente    | ausente | ausente | ausente | ausente | ausente | 23 |

Apéndice 10.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario 1 | Ayudante 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 |
|---------------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| sosteniendo   | 4%         | 7%         | 5%         | 1%     | 1%     | 2%     | 1%     |
| viendo        | 13%        | 3%         | 24%        | 28%    | 20%    | 39%    | 35%    |
| codaleando    | 52%        | 54%        | 0%         | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     |
| paleando      | 2%         | 8%         | 1%         | 15%    | 17%    | 28%    | 33%    |
| trayendo      | 1%         | 1%         | 0%         | 0%     | 2%     | 0%     | 0%     |
| vibrando      | 0%         | 0%         | 19%        | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     |
| hablando      | 4%         | 4%         | 2%         | 1%     | 1%     | 4%     | 2%     |
| ausente       | 10%        | 10%        | 46%        | 54%    | 53%    | 27%    | 29%    |
| trasladándose | 1%         | 1%         | 4%         | 2%     | 6%     | 0%     | 0%     |
| afinando      | 12%        | 13%        | 0%         | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   |

Apéndice 10.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario 1 | Ayudante 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Total |
|--------------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Productivo   | 66%        | 75%        | 19%        | 15%    | 17%    | 28%    | 33%    | 37%   |
| Contributivo | 4%         | 7%         | 5%         | 1%     | 1%     | 2%     | 1%     | 3%    |
| Improductivo | 29%        | 18%        | 76%        | 84%    | 83%    | 70%    | 66%    | 60%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%  |

Apéndice 10.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario 1 | Ayudante 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 |
|-------------------------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,56       | 0,56       | 0,54       | 0,53   | 0,45   | 0,45   | 0,45   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,37       | 0,42       | 0,10       | 0,08   | 0,08   | 0,13   | 0,15   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,03       | 0,04       | 0,03       | 0,00   | 0,00   | 0,01   | 0,00   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,16       | 0,10       | 0,41       | 0,45   | 0,38   | 0,32   | 0,30   |

## Apéndice 11. Datos del proceso colado con minicargador y acabado preliminar de superficie de contrapiso

### Apéndice 11.1. Muestreo 1

| Hora | Operario 1 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2   | Peón 3 | Peón 4 | Ayudante 2 | Operario 2 | Peón 5 | T (°C) |
|------|------------|------------|--------|----------|--------|--------|------------|------------|--------|--------|
| 0:15 | habl       | aus        | habl   | habl     | aus    | aus    | aus        |            |        | 24     |
| 0:30 | vien       | vien       | vien   | vien     | vien   | vien   | vien       |            |        | 24     |
| 0:45 | aus        | vien       | vien   | vien     | vien   | vien   | vien       |            |        | 24     |
| 1:00 | aus        | aus        | aus    | aus      | sost   | aus    | pal        |            |        | 24     |
| 1:15 | habl       | habl       | aus    | aus      | aus    | aus    | aus        |            |        | 24     |
| 1:30 | vien       | vien       | aus    | aus      | desc   | aus    | aus        |            |        | 24     |
| 1:45 | aus        | aus        | vien   | trayendo | sost   | pal    | aus        |            |        | 24     |
| 2:00 | habl       | habl       | aus    | trayendo | aus    | aus    | aus        |            |        | 24     |
| 2:15 | aus        | aus        | trasl  | trasl    | vien   | pal    | pal        |            |        | 24     |
| 2:30 | vien       | vien       | vien   | sost     | llev   | vien   | vien       |            |        | 24     |
| 2:45 | afin       | vien       | aus    | llev     | aus    | aus    | aus        |            |        | 24     |
| 3:00 | aus        | aus        | pal    | vien     | sost   | pal    | pal        |            |        | 24     |
| 3:15 | vien       | vien       | aus    | aus      | desc   | aus    | aus        |            |        | 24     |
| 3:30 | vien       | vibr       | aus    | aus      | aus    | aus    | aus        |            |        | 24     |
| 3:45 | vien       | vien       | aus    | desc     | aus    | aus    | aus        |            |        | 24     |
| 4:00 | vien       | vibr       | aus    | aus      | llev   | aus    | aus        |            |        | 24     |
| 4:15 | aus        | aus        | vien   | llev     | llev   | vien   | vien       |            |        | 24     |
| 4:30 | vien       | vibr       | aus    | llev     | sost   | aus    | aus        | sost       |        | 24     |
| 4:45 | vien       | vien       | aus    | aus      | desc   | aus    | aus        | aus        |        | 24     |
| 5:00 | vien       | vien       | aus    | llev     | aus    | aus    | aus        | vibr       |        | 24     |
| 5:15 | aus        | aus        | vien   | aus      | llev   | pal    | pal        | aus        |        | 24     |
| 5:30 | cod        | cod        | vien   | llev     | sost   | aus    | vien       | vibr       |        | 24     |
| 5:45 | cod        | cod        | pal    | sost     | vien   | aus    | pal        | vibr       |        | 24     |
| 6:00 | cod        | cod        | vien   | vien     | llev   | vien   | pal        | vibr       |        | 24     |
| 6:15 | cod        | cod        | habl   | vien     | vien   | aus    | habl       | vibr       |        | 24     |
| 6:30 | cod        | cod        | aus    | llev     | sost   | aus    | pal        | vibr       |        | 24     |
| 6:45 | cod        | cod        | pal    | aus      | llev   | aus    | pal        | vibr       | vien   | 24     |
| 7:00 | cod        | cod        | habl   | llev     | llev   | vien   | vien       | vibr       | habl   | 24     |
| 7:15 | cod        | cod        | vien   | sost     | sost   | aus    | pal        | vibr       | pal    | 24     |
| 7:30 | cod        | cod        | pal    | desc     | llev   | pal    | vien       | vibr       | vien   | 24     |
| 7:45 | cod        | cod        | pal    | llev     | llev   | pal    | pal        | vibr       | pal    | 24     |
| 8:00 | cod        | cod        | vien   | vien     | llev   | pal    | vien       | vibr       | pal    | 24     |
| 8:15 | vien       | vien       | pal    | llev     | llev   | aus    | pal        | vibr       | pal    | 24     |
| 8:30 | aus        | trasl      | vien   | llev     | vien   | vien   | pal        | vibr       | pal    | 24     |
| 8:45 | habl       | habl       | vien   | aus      | llev   | aus    | vien       | vibr       | aus    | 24     |
| 9:00 | aus        | aus        | pal    | desc     | llev   | aus    | pal        | aus        | vien   | 24     |
| 9:15 | cod        | cod        | pal    | aus      | vien   | pal    | pal        | vien       | pal    | 24     |
| 9:30 | cod        | cod        | vien   | vien     | desc   | vien   | vien       | vibr       | vien   | 24     |
| 9:45 | aus        | aus        | vien   | vien     | desc   | pal    | vien       | aus        | vien   | 24     |

|       |       |       |       |      |      |      |      |       |       |    |
|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|----|
| 10:00 | cod   | aus   | pal   | aus  | vien | aus  | pal  | vibr  | pal   | 24 |
| 10:15 | cod   | cod   | vien  | llev | desc | aus  | pal  | vibr  | vien  | 24 |
| 10:30 | cod   | cod   | vien  | vien | aus  | vien | vien | aus   | aus   | 24 |
| 10:45 | cod   | cod   | vien  | vien | sost | pal  | pal  | vibr  | pal   | 24 |
| 11:00 | cod   | cod   | vien  | llev | aus  | vien | vien | vibr  | vien  | 24 |
| 11:15 | cod   | cod   | pal   | llev | aus  | aus  | pal  | vibr  | pal   | 24 |
| 11:30 | aus   | cod   | vien  | vien | aus  | pal  | vien | aus   | vien  | 24 |
| 11:45 | cod   | cod   | vien  | vien | aus  | pal  | pal  | aus   | vien  | 24 |
| 12:00 | cod   | cod   | trasl | vien | aus  | vien | aus  | aus   | vien  | 24 |
| 12:15 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | aus   | vien  | 24 |
| 12:30 | trasl | afin  | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | vibr  | pal   | 24 |
| 12:45 | aus   | aus   | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | aus   | pal   | 24 |
| 13:00 | vien  | vien  | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | vibr  | aus   | 24 |
| 13:15 | cod   | vien  | aus   | aus  | aus  | aus  | aus  | vibr  | trasl | 24 |
| 13:30 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | pal   | 24 |
| 13:45 | vien  | vien  | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vien  | vien  | 24 |
| 14:00 | sost  | vien  | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | pal   | vien  | 24 |
| 14:15 | aus   | trasl | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vien  | pal   | 24 |
| 14:30 | aus   | vien  | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | aus   | pal   | 24 |
| 14:45 | sost  | vien  | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | pal   | pal   | 24 |
| 15:00 | vien  | vien  | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | trasl | pal   | 24 |
| 15:15 | vien  | vien  | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | sost  | pal   | 24 |
| 15:30 | vien  | afin  | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | pal   | 24 |
| 15:45 | vien  | pal   | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | vibr  | pal   | 24 |
| 16:00 | vien  | pal   | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | vibr  | pal   | 24 |
| 16:15 | vien  | vien  | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | vibr  | pal   | 24 |
| 16:30 | vien  | trasl | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | vien  | 24 |
| 16:45 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | habl | aus  | vibr  | habl  | 24 |
| 17:00 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | habl | aus  | vibr  | habl  | 24 |
| 17:15 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | habl | aus  | vibr  | habl  | 24 |
| 17:30 | trasl | cod   | aus   | aus  | aus  | habl | aus  | vibr  | habl  | 24 |
| 17:45 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | vibr  | pal   | 24 |
| 18:00 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | vibr  | trasl | 24 |
| 18:15 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | pal   | 24 |
| 18:30 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | vien  | 24 |
| 18:45 | vien  | vien  | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | vibr  | pal   | 24 |
| 19:00 | vien  | vien  | aus   | aus  | aus  | pal  | aus  | vibr  | vien  | 24 |
| 19:15 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | vien  | 24 |
| 19:30 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | vien  | 24 |
| 19:45 | afin  | afin  | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | vien  | 24 |
| 20:00 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | vien  | 24 |
| 20:15 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | pal   | 24 |
| 20:30 | afin  | afin  | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | vien  | 24 |
| 20:45 | afin  | afin  | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | vien  | 24 |
| 21:00 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | vien  | 24 |
| 21:15 | cod   | cod   | aus   | aus  | aus  | vien | aus  | vibr  | vien  | 24 |

|       |       |          |     |     |     |       |     |          |       |    |
|-------|-------|----------|-----|-----|-----|-------|-----|----------|-------|----|
| 21:30 | vien  | afin     | aus | aus | aus | vien  | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 21:45 | cod   | cod      | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 22:00 | cod   | cod      | aus | aus | aus | vien  | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 22:15 | cod   | cod      | aus | aus | aus | trasl | aus | vibr     | trasl | 24 |
| 22:30 | vien  | vien     | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | pal   | 24 |
| 22:45 | vien  | vien     | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 23:00 | afin  | vien     | aus | aus | aus | vien  | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 23:15 | afin  | afin     | aus | aus | aus | vien  | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 23:30 | cod   | cod      | aus | aus | aus | sost  | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 23:45 | cod   | cod      | aus | aus | aus | sost  | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 24:00 | cod   | cod      | aus | aus | aus | sost  | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 24:15 | cod   | cod      | aus | aus | aus | sost  | aus | vibr     | aus   | 24 |
| 24:30 | vien  | afin     | aus | aus | aus | trasl | aus | vibr     | aus   | 24 |
| 24:45 | vien  | vien     | aus | aus | aus | vien  | aus | vien     | vien  | 24 |
| 25:00 | habl  | habl     | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 25:15 | habl  | habl     | aus | aus | aus | pal   | aus | trasl    | vien  | 24 |
| 25:30 | vien  | vien     | aus | aus | aus | pal   | aus | vien     | aus   | 24 |
| 25:45 | vien  | pal      | aus | aus | aus | pal   | aus | aus      | aus   | 24 |
| 26:00 | vien  | pal      | aus | aus | aus | pal   | aus | aus      | aus   | 24 |
| 26:15 | vien  | pal      | aus | aus | aus | vien  | aus | aus      | aus   | 24 |
| 26:30 | vien  | pal      | aus | aus | aus | pal   | aus | trayendo | vien  | 24 |
| 26:45 | cod   | pal      | aus | aus | aus | pal   | aus | vien     | aus   | 24 |
| 27:00 | habl  | habl     | aus | aus | aus | vien  | aus | vien     | aus   | 24 |
| 27:15 | afin  | afin     | aus | aus | aus | vien  | aus | vien     | vien  | 24 |
| 27:30 | afin  | pal      | aus | aus | aus | vien  | aus | vien     | vien  | 24 |
| 27:45 | afin  | pal      | aus | aus | aus | vien  | aus | vien     | vien  | 24 |
| 28:00 | afin  | pal      | aus | aus | aus | vien  | aus | aus      | vien  | 24 |
| 28:15 | afin  | pal      | aus | aus | aus | pal   | aus | trasl    | pal   | 24 |
| 28:30 | afin  | pal      | aus | aus | aus | pal   | aus | vien     | pal   | 24 |
| 28:45 | cod   | pal      | aus | aus | aus | habl  | aus | trayendo | habl  | 24 |
| 29:00 | cod   | trayendo | aus | aus | aus | habl  | aus | vibr     | habl  | 24 |
| 29:15 | cod   | pal      | aus | aus | aus | habl  | aus | vibr     | habl  | 24 |
| 29:30 | cod   | pal      | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | pal   | 24 |
| 29:45 | cod   | pal      | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 30:00 | vien  | pal      | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 30:15 | vien  | trayendo | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 30:30 | vien  | vien     | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | pal   | 24 |
| 30:45 | vien  | vien     | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 31:00 | vien  | vien     | aus | aus | aus | pal   | aus | vibr     | aus   | 24 |
| 31:15 | vien  | sost     | aus | aus | aus | vien  | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 31:30 | cod   | cod      | aus | aus | aus | vien  | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 31:45 | trasl | trasl    | aus | aus | aus | habl  | aus | vibr     | habl  | 24 |
| 32:00 | vien  | vien     | aus | aus | aus | habl  | aus | vibr     | habl  | 24 |
| 32:15 | vien  | vien     | aus | aus | aus | habl  | aus | vibr     | habl  | 24 |
| 32:30 | sost  | sost     | aus | aus | aus | vien  | aus | vibr     | vien  | 24 |
| 32:45 | cod   | cod      | aus | aus | aus | aus   | aus | vibr     | trasl | 24 |

|       |     |     |     |     |     |     |     |      |     |    |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|----|
| 33:00 | cod | cod | aus | aus | aus | aus | aus | vibr | aus | 24 |
| 33:15 | cod | cod | aus | aus | aus | aus | aus | vibr | aus | 24 |

Apéndice 11.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario 1 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Ayudante 2 | Operario 2 | Peón 5 |
|---------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|------------|------------|--------|
| sosteniendo   | 2%         | 2%         | 0%     | 2%     | 6%     | 3%     | 0%         | 2%         | 0%     |
| viendo        | 30%        | 23%        | 15%    | 10%    | 6%     | 34%    | 11%        | 9%         | 45%    |
| codaleando    | 41%        | 36%        | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     | 0%         | 0%         | 0%     |
| paleando      | 0%         | 13%        | 8%     | 0%     | 0%     | 32%    | 14%        | 2%         | 28%    |
| trayendo      | 0%         | 2%         | 0%     | 2%     | 0%     | 0%     | 0%         | 2%         | 0%     |
| vibrando      | 0%         | 2%         | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     | 0%         | 70%        | 0%     |
| hablando      | 5%         | 5%         | 2%     | 1%     | 0%     | 8%     | 1%         | 0%         | 10%    |
| ausente       | 11%        | 8%         | 74%    | 73%    | 74%    | 22%    | 74%        | 13%        | 13%    |
| trasladándose | 2%         | 3%         | 2%     | 1%     | 0%     | 2%     | 0%         | 3%         | 4%     |
| afinando      | 9%         | 7%         | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     | 0%         | 0%         | 0%     |
| descargando   | 0%         | 0%         | 0%     | 2%     | 5%     | 0%     | 0%         | 0%         | 0%     |
| llevando      | 0%         | 0%         | 0%     | 10%    | 10%    | 0%     | 0%         | 0%         | 0%     |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%       | 100%       | 100%   |

Apéndice 11.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario 1 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Ayudante 2 | Operario 2 | Peón 5 | Total |
|--------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|------------|------------|--------|-------|
| Productivo   | 50%        | 58%        | 8%     | 0%     | 0%     | 32%    | 14%        | 72%        | 28%    | 28%   |
| Contributivo | 2%         | 2%         | 0%     | 14%    | 20%    | 3%     | 0%         | 2%         | 0%     | 5%    |
| Improductivo | 48%        | 41%        | 92%    | 86%    | 80%    | 65%    | 86%        | 27%        | 72%    | 67%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%       | 100%       | 100%   | 100%  |

Apéndice 11.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario 1 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Ayudante 2 | Operario 2 | Peón 5 |
|-------------------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|------------|------------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,55       | 0,55       | 0,55   | 0,55   | 0,55   | 0,55   | 0,55       | 0,48       | 0,45   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,28       | 0,32       | 0,04   | 0,00   | 0,00   | 0,18   | 0,08       | 0,35       | 0,13   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,01       | 0,01       | 0,00   | 0,08   | 0,11   | 0,02   | 0,00       | 0,01       | 0,00   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,27       | 0,23       | 0,51   | 0,48   | 0,44   | 0,36   | 0,48       | 0,13       | 0,32   |

Apéndice 11.5. Muestreo 2

| Hora  | Operario 1    | Ayudante 1    | Operario 2    | Peón 1        | Peón 2      | T (°C) |
|-------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------|--------|
| 0:00  | codaleando    | codaleando    | vibrando      |               |             | 24     |
| 0:15  | codaleando    | codaleando    | trasladándose |               |             | 24     |
| 0:30  | codaleando    | codaleando    | ausente       | viendo        | viendo      | 24     |
| 0:45  | codaleando    | codaleando    | trasladándose | trasladándose | viendo      | 24     |
| 1:00  | hablando      | afinando      | hablando      | viendo        | viendo      | 24     |
| 1:15  | afinando      | afinando      | viendo        | paleando      | viendo      | 24     |
| 1:30  | afinando      | afinando      | viendo        | paleando      | viendo      | 24     |
| 1:45  | codaleando    | viendo        | ausente       | viendo        | llevando    | 24     |
| 2:00  | viendo        | afinando      | trayendo      | viendo        | llevando    | 24     |
| 2:15  | trasladándose | viendo        | viendo        | paleando      | sosteniendo | 24     |
| 2:30  | ausente       | trasladándose | viendo        | paleando      | llevando    | 24     |
| 2:45  | viendo        | viendo        | viendo        | paleando      | llevando    | 24     |
| 3:00  | viendo        | paleando      | llevando      | ausente       | ausente     | 24     |
| 3:15  | hablando      | hablando      | llevando      | ausente       | ausente     | 24     |
| 3:30  | hablando      | hablando      | viendo        | paleando      | ausente     | 24     |
| 3:45  | viendo        | trasladándose | ausente       | ausente       | ausente     | 24     |
| 4:00  | ausente       | vibrando      | sosteniendo   | paleando      | viendo      | 24     |
| 4:15  | afinando      | vibrando      | llevando      | paleando      | viendo      | 24     |
| 4:30  | afinando      | vibrando      | viendo        | paleando      | viendo      | 24     |
| 4:45  | afinando      | vibrando      | viendo        | ausente       | ausente     | 24     |
| 5:00  | afinando      | vibrando      | viendo        | ausente       | llevando    | 24     |
| 5:15  | codaleando    | codaleando    | viendo        | viendo        | sosteniendo | 24     |
| 5:30  | afinando      | afinando      | viendo        | paleando      | sosteniendo | 24     |
| 5:45  | codaleando    | codaleando    | sosteniendo   | paleando      | llevando    | 24     |
| 6:00  | afinando      | afinando      | llevando      | paleando      | viendo      | 24     |
| 6:15  | afinando      | afinando      | viendo        | viendo        | sosteniendo | 24     |
| 6:30  | afinando      | paleando      | ausente       | paleando      | llevando    | 24     |
| 6:45  | afinando      | vibrando      | sosteniendo   | paleando      | llevando    | 24     |
| 7:00  | afinando      | vibrando      | llevando      | paleando      | ausente     | 24     |
| 7:15  | viendo        | vibrando      | sosteniendo   | paleando      | ausente     | 24     |
| 7:30  | trasladándose | vibrando      | ausente       | ausente       | viendo      | 24     |
| 7:45  | viendo        | vibrando      | viendo        | paleando      | llevando    | 24     |
| 8:00  | afinando      | trayendo      | ausente       | ausente       | ausente     | 24     |
| 8:15  | codaleando    | codaleando    | sosteniendo   | ausente       | ausente     | 24     |
| 8:30  | trasladándose | afinando      | viendo        | ausente       | ausente     | 24     |
| 8:45  | afinando      | afinando      | viendo        | viendo        | viendo      | 24     |
| 9:00  | codaleando    | codaleando    | ausente       | paleando      | ausente     | 24     |
| 9:15  | afinando      | afinando      | llevando      | viendo        | ausente     | 24     |
| 9:30  | afinando      | afinando      | viendo        | paleando      | viendo      | 24     |
| 9:45  | codaleando    | codaleando    | ausente       | ausente       | ausente     | 24     |
| 10:00 | afinando      | afinando      | ausente       | viendo        | llevando    | 24     |
| 10:15 | codaleando    | codaleando    | viendo        | paleando      | viendo      | 24     |
| 10:30 | afinando      | afinando      | llevando      | viendo        | ausente     | 24     |
| 10:45 | afinando      | paleando      | ausente       | paleando      | viendo      | 24     |
| 11:00 | afinando      | paleando      | viendo        | paleando      | viendo      | 24     |
| 11:15 | hablando      | hablando      | viendo        | paleando      | viendo      | 24     |

|       |               |               |               |          |               |    |
|-------|---------------|---------------|---------------|----------|---------------|----|
| 11:30 | viendo        | trasladándose | ausente       | ausente  | ausente       | 24 |
| 11:45 | viendo        | vibrando      | viendo        | ausente  | llevando      | 24 |
| 12:00 | viendo        | trasladándose | viendo        | viendo   | viendo        | 24 |
| 12:15 | viendo        | vibrando      | viendo        | viendo   | llevando      | 24 |
| 12:30 | viendo        | vibrando      | viendo        | paleando | viendo        | 24 |
| 12:45 | viendo        | trasladándose | viendo        | paleando | viendo        | 24 |
| 13:00 | trasladándose | viendo        | llevando      | viendo   | viendo        | 24 |
| 13:15 | paleando      | viendo        | trasladándose | paleando | viendo        | 24 |
| 13:30 | paleando      | viendo        | viendo        | viendo   | viendo        | 24 |
| 13:45 | paleando      | viendo        | viendo        | paleando | viendo        | 24 |
| 14:00 | afinando      | afinando      | viendo        | viendo   | viendo        | 24 |
| 14:15 | afinando      | viendo        | trasladándose | viendo   | viendo        | 24 |
| 14:30 | codaleando    | codaleando    | ausente       | hablando | hablando      | 24 |
| 14:45 | codaleando    | codaleando    | ausente       | viendo   | viendo        | 24 |
| 15:00 | afinando      | afinando      | ausente       | viendo   | viendo        | 24 |
| 15:15 | codaleando    | codaleando    | ausente       | viendo   | viendo        | 24 |
| 15:30 | hablando      | afinando      | ausente       | viendo   | viendo        | 24 |
| 15:45 | codaleando    | codaleando    | ausente       | ausente  | ausente       | 24 |
| 16:00 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | ausente       | 24 |
| 16:15 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 16:30 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 16:45 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 17:00 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 17:15 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | paleando      | 24 |
| 17:30 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 17:45 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 18:00 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 18:15 | codaleando    | codaleando    | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 18:30 | codaleando    | codaleando    | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 18:45 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 19:00 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 19:15 | codaleando    | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 19:30 | codaleando    | codaleando    | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 19:45 | afinando      | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 20:00 | viendo        | viendo        | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 20:15 | codaleando    | afinando      | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 20:30 | codaleando    | codaleando    | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 20:45 | codaleando    | codaleando    | ausente       | ausente  | trasladándose | 24 |
| 21:00 | viendo        | afinando      | ausente       | ausente  | ausente       | 24 |
| 21:15 | afinando      | viendo        | ausente       | ausente  | ausente       | 24 |
| 21:30 | afinando      | viendo        | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 21:45 | afinando      | viendo        | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 22:00 | codaleando    | viendo        | ausente       | ausente  | paleando      | 24 |
| 22:15 | afinando      | viendo        | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 22:30 | afinando      | viendo        | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 22:45 | afinando      | viendo        | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 23:00 | afinando      | viendo        | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 23:15 | afinando      | viendo        | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 23:30 | codaleando    | viendo        | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |
| 23:45 | afinando      | viendo        | ausente       | ausente  | viendo        | 24 |

|       |            |             |         |          |          |    |
|-------|------------|-------------|---------|----------|----------|----|
| 24:00 | viendo     | paleando    | ausente | ausente  | viendo   | 24 |
| 24:15 | afinando   | viendo      | ausente | ausente  | viendo   | 24 |
| 24:30 | codaleando | viendo      | ausente | ausente  | viendo   | 24 |
| 24:45 | viendo     | hablando    | ausente | hablando | hablando | 24 |
| 25:00 | afinando   | paleando    | ausente | ausente  | viendo   | 24 |
| 25:15 | afinando   | hablando    | ausente | hablando | hablando | 24 |
| 25:30 | afinando   | viendo      | ausente | viendo   | viendo   | 24 |
| 25:45 | viendo     | afinando    | ausente | viendo   | viendo   | 24 |
| 26:00 | viendo     | hablando    | ausente | hablando | hablando | 24 |
| 26:15 | codaleando | hablando    | ausente | hablando | llevando | 24 |
| 26:30 | afinando   | hablando    | ausente | hablando | ausente  | 24 |
| 26:45 | afinando   | viendo      | ausente | viendo   | ausente  | 24 |
| 27:00 | codaleando | hablando    | ausente | ausente  | ausente  | 24 |
| 27:15 | codaleando | sosteniendo | ausente | viendo   | viendo   | 24 |
| 27:30 | codaleando | afinando    | ausente | viendo   | viendo   | 24 |
| 27:45 | afinando   | afinando    | ausente | viendo   | ausente  | 24 |

Apéndice 11.6. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 2

| Tipo          | Operario 1 | Ayudante 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 |
|---------------|------------|------------|------------|--------|--------|
| sosteniendo   | 0%         | 1%         | 4%         | 0%     | 4%     |
| viendo        | 16%        | 21%        | 24%        | 24%    | 57%    |
| codaleando    | 26%        | 17%        | 0%         | 0%     | 0%     |
| paleando      | 3%         | 5%         | 0%         | 25%    | 2%     |
| trayendo      | 0%         | 1%         | 1%         | 0%     | 0%     |
| vibrando      | 0%         | 12%        | 1%         | 0%     | 0%     |
| hablando      | 4%         | 8%         | 1%         | 5%     | 4%     |
| ausente       | 2%         | 0%         | 58%        | 45%    | 21%    |
| trasladándose | 4%         | 4%         | 4%         | 1%     | 1%     |
| afinando      | 46%        | 30%        | 0%         | 0%     | 0%     |
| descargando   | 0%         | 0%         | 0%         | 0%     | 0%     |
| llevando      | 0%         | 0%         | 7%         | 0%     | 12%    |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   |

Apéndice 11.7. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 2

| Tipo         | Operario 1 | Ayudante 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 | Total |
|--------------|------------|------------|------------|--------|--------|-------|
| Productivo   | 74%        | 64%        | 1%         | 25%    | 2%     | 33%   |
| Contributivo | 0%         | 1%         | 12%        | 0%     | 15%    | 6%    |
| Improductivo | 26%        | 35%        | 88%        | 75%    | 83%    | 61%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%  |

Apéndice 11.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Operario 1 | Ayudante 1 | Operario 2 | Peón 1 | Peón 2 |
|-------------------------|------------|------------|------------|--------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,47       | 0,47       | 0,47       | 0,46   | 0,46   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,35       | 0,30       | 0,00       | 0,11   | 0,01   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,00       | 0,00       | 0,05       | 0,00   | 0,07   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,12       | 0,16       | 0,41       | 0,35   | 0,38   |

**Apéndice 12. Datos del proceso colado con camión mezclador y acabado preliminar de la superficie de contrapiso**

Apéndice 12.1. Muestreo 1A

| Hora | Operario 1 | Ayudante 1 | Peón 1      | Peón 2      | Peón 3 | Peón 4 | Peón 5 | Peón 6 | T (°C) |
|------|------------|------------|-------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0:30 | afin       | vien       | vien        | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 0:45 | vien       | pal        | descargando | pal         |        |        |        |        | 21     |
| 1:00 | aus        | pal        | aus         | pal         |        |        |        |        | 21     |
| 1:15 | vien       | pal        | pal         | pal         |        |        |        |        | 21     |
| 1:30 | vien       | vien       | pal         | pal         |        |        |        |        | 21     |
| 1:45 | vien       | pal        | pal         | pal         |        |        |        |        | 21     |
| 2:00 | vien       | vien       | vien        | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 2:15 | vien       | pal        | vien        | pal         |        |        |        |        | 21     |
| 2:30 | habl       | habl       | habl        | habl        |        |        |        |        | 21     |
| 2:45 | vien       | pal        | pal         | trayendo    |        |        |        |        | 21     |
| 3:00 | vien       | vien       | vien        | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 3:15 | vien       | vien       | vien        | llev        |        |        |        |        | 21     |
| 3:30 | vien       | pal        | pal         | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 3:45 | pal        | vien       | vien        | llev        |        |        |        |        | 21     |
| 4:00 | pal        | pal        | pal         | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 4:15 | cod        | vien       | vien        | llev        |        |        |        |        | 21     |
| 4:30 | pal        | pal        | pal         | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 4:45 | pal        | vien       | vien        | llev        |        |        |        |        | 21     |
| 5:00 | cod        | vien       | vien        | llev        |        |        |        |        | 21     |
| 5:15 | cod        | pal        | pal         | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 5:30 | cod        | pal        | pal         | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 5:45 | afin       | vien       | vien        | llev        |        |        |        |        | 21     |
| 6:00 | afin       | pal        | pal         | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 6:15 | cod        | vien       | vien        | llev        |        |        |        |        | 21     |
| 6:30 | cod        | vien       | vien        | llev        |        |        |        |        | 21     |
| 6:45 | cod        | pal        | pal         | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 7:00 | cod        | vien       | vien        | llev        |        |        |        |        | 21     |
| 7:15 | vien       | pal        | vien        | llev        |        |        |        |        | 21     |
| 7:30 | cod        | pal        | pal         | vien        |        |        |        |        | 21     |
| 7:45 | cod        | pal        | vien        | descargando |        |        |        |        | 21     |

|       |       |      |       |       |      |      |  |  |    |
|-------|-------|------|-------|-------|------|------|--|--|----|
| 8:00  | cod   | pal  | pal   | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 8:15  | cod   | pal  | pal   | llev  |      |      |  |  | 21 |
| 8:30  | cod   | habl | habl  | habl  |      |      |  |  | 21 |
| 8:45  | afin  | pal  | pal   | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 9:00  | afin  | vien | pal   | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 9:15  | vien  | pal  | pal   | trasl |      |      |  |  | 21 |
| 9:30  | vien  | vien | pal   | trasl |      |      |  |  | 21 |
| 9:45  | afin  | pal  | aus   | llev  |      |      |  |  | 21 |
| 10:00 | cod   | vien | aus   | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 10:15 | afin  | vien | aus   | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 10:30 | vien  | vien | vien  | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 10:45 | vien  | pal  | vien  | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 11:00 | trasl | pal  | pal   | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 11:15 | vien  | pal  | pal   | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 11:30 | vien  | pal  | vien  | llev  |      |      |  |  | 21 |
| 11:45 | vien  | vien | pal   | pal   |      |      |  |  | 21 |
| 12:00 | afin  | pal  | pal   | pal   |      |      |  |  | 21 |
| 12:15 | afin  | pal  | trasl | llev  |      |      |  |  | 21 |
| 12:30 | afin  | pal  | pal   | pal   |      |      |  |  | 21 |
| 12:45 | cod   | pal  | pal   | llev  |      |      |  |  | 21 |
| 13:00 | cod   | pal  | vien  | pal   |      |      |  |  | 21 |
| 13:15 | vien  | vien | trasl | llev  |      |      |  |  | 21 |
| 13:30 | trasl | pal  | pal   | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 13:45 | cod   | pal  | pal   | pal   |      |      |  |  | 21 |
| 14:00 | vien  | vien | pal   | pal   |      |      |  |  | 21 |
| 14:15 | vien  | pal  | pal   | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 14:30 | vien  | vien | vien  | aus   |      |      |  |  | 21 |
| 14:45 | vien  | pal  | pal   | pal   |      |      |  |  | 21 |
| 15:00 | cod   | pal  | vien  | pal   |      |      |  |  | 21 |
| 15:15 | cod   | pal  | vien  | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 15:30 | vien  | pal  | pal   | pal   |      |      |  |  | 21 |
| 15:45 | cod   | vien | vien  | vien  |      |      |  |  | 21 |
| 16:00 | vien  | vien | vien  | aus   |      |      |  |  | 21 |
| 16:15 | vien  | pal  | pal   | pal   | pal  | pal  |  |  | 21 |
| 16:30 | vien  | vien | vien  | pal   | pal  | vien |  |  | 21 |
| 16:45 | cod   | pal  | pal   | pal   | pal  | cod  |  |  | 21 |
| 17:00 | cod   | pal  | pal   | pal   | pal  | cod  |  |  | 21 |
| 17:15 | cod   | aus  | vien  | aus   | pal  | cod  |  |  | 21 |
| 17:30 | cod   | vien | trasl | pal   | pal  | cod  |  |  | 21 |
| 17:45 | cod   | vien | vien  | pal   | vien | cod  |  |  | 21 |
| 18:00 | cod   | vien | vien  | vien  | vien | cod  |  |  | 21 |
| 18:15 | cod   | habl | habl  | vien  | vien | cod  |  |  | 21 |
| 18:30 | cod   | pal  | vien  | pal   | llev | cod  |  |  | 21 |
| 18:45 | vien  | vien | vien  | pal   | vien | vien |  |  | 21 |
| 19:00 | vien  | vien | vien  | pal   | llev | vien |  |  | 21 |
| 19:15 | habl  | pal  | vien  | pal   | llev | vien |  |  | 21 |

|       |       |      |      |      |             |       |       |             |    |
|-------|-------|------|------|------|-------------|-------|-------|-------------|----|
| 19:30 | vien  | pal  | pal  | habl | vien        | vien  | vien  |             | 21 |
| 19:45 | cod   | vien | pal  | pal  | llev        | cod   | pal   |             | 21 |
| 20:00 | cod   | pal  | pal  | pal  | vien        | cod   | pal   |             | 21 |
| 20:15 | cod   | vien | vien | vien | descargando | cod   | pal   |             | 21 |
| 20:30 | aus   | pal  | pal  | pal  | vien        | vien  | pal   |             | 21 |
| 20:45 | habl  | vien | pal  | pal  | llev        | vien  | pal   | trayendo    | 21 |
| 21:00 | vien  | vien | vien | pal  | llev        | pal   | vien  | vien        | 21 |
| 21:15 | habl  | pal  | vien | aus  | vien        | pal   | aus   | vien        | 21 |
| 21:30 | vien  | pal  | pal  | pal  | descargando | pal   | pal   | aus         | 21 |
| 21:45 | vibr  | vien | vien | vien | vien        | vien  | vien  | vien        | 21 |
| 22:00 | vibr  | vien | vien | aus  | llev        | vien  | vien  | aus         | 21 |
| 22:15 | vibr  | pal  | pal  | pal  | vien        | pal   | vien  | aus         | 21 |
| 22:30 | vibr  | vien | vien | pal  | llev        | aus   | pal   | sost        | 21 |
| 22:45 | vibr  | pal  | pal  | pal  | vien        | sost  | pal   | vien        | 21 |
| 23:00 | trasl | pal  | pal  | pal  | vien        | sost  | pal   | vien        | 21 |
| 23:15 | vibr  | vien | vien | pal  | descargando | sost  | pal   | descargando | 21 |
| 23:30 | vibr  | pal  | pal  | pal  | vien        | sost  | vien  | vien        | 21 |
| 23:45 | trasl | pal  | pal  | pal  | vien        | sost  | vien  | vien        | 21 |
| 24:00 | vibr  | vien | vien | vien | llev        | sost  | vien  | llev        | 21 |
| 24:15 | vibr  | vien | pal  | vien | vien        | aus   | vien  | descargando | 21 |
| 24:30 | vibr  | pal  | vien | pal  | llev        | sost  | vien  | descargando | 21 |
| 24:45 | vibr  | vien | vien | pal  | descargando | sost  | pal   | llev        | 21 |
| 25:00 | trasl | vien | pal  | pal  | vien        | vien  | vien  | vien        | 21 |
| 25:15 | afin  | vien | vien | vien | llev        | trasl | vien  | descargando | 21 |
| 25:30 | cod   | pal  | vien | pal  | trasl       | cod   | pal   | vien        | 21 |
| 25:45 | cod   | pal  | pal  | pal  | vien        | cod   | pal   | vien        | 21 |
| 26:00 | cod   | vien | vien | pal  | llev        | cod   | vien  | llev        | 21 |
| 26:15 | cod   | aus  | vien | pal  | vien        | cod   | pal   | llev        | 21 |
| 26:30 | cod   | vien | pal  | pal  | vien        | cod   | vien  | vien        | 21 |
| 26:45 | cod   | vien | pal  | pal  | vien        | cod   | vien  | descargando | 21 |
| 27:00 | cod   | vibr | pal  | pal  | llev        | vien  | pal   | vien        | 21 |
| 27:15 | vien  | vien | pal  | pal  | vien        | sost  | aus   | vien        | 21 |
| 27:30 | vien  | aus  | vien | pal  | vien        | cod   | aus   | llev        | 21 |
| 27:45 | cod   | vibr | pal  | pal  | vien        | cod   | vien  | llev        | 21 |
| 28:00 | cod   | vibr | vien | habl | descargando | cod   | habl  | vien        | 21 |
| 28:15 | cod   | vibr | pal  | vien | vien        | cod   | vien  | vien        | 21 |
| 28:30 | cod   | vibr | pal  | pal  | vien        | cod   | vien  | aus         | 21 |
| 28:45 | cod   | vibr | vien | pal  | aus         | cod   | pal   | vien        | 21 |
| 29:00 | cod   | vibr | vien | pal  | trasl       | cod   | pal   | trasl       | 21 |
| 29:15 | cod   | vibr | vien | pal  | trasl       | cod   | aus   | aus         | 21 |
| 29:30 | cod   | vibr | vien | vien | trasl       | cod   | vien  | aus         | 21 |
| 29:45 | aus   | aus  | aus  | aus  | trasl       | cod   | vien  | trasl       | 21 |
| 30:00 | trasl | habl | vien | aus  | pal         | cod   | trasl | habl        | 21 |
| 30:15 | cod   | vien | pal  | aus  | pal         | pal   | vien  | pal         | 21 |
| 30:30 | vien  | vien | pal  | pal  | pal         | vien  | pal   | pal         | 21 |
| 30:45 | vien  | aus  | pal  | pal  | vien        | pal   | pal   | pal         | 21 |

|       |      |       |      |      |       |      |       |      |    |
|-------|------|-------|------|------|-------|------|-------|------|----|
| 31:00 | cod  | vien  | pal  | pal  | pal   | pal  | vien  | vien | 21 |
| 31:15 | vien | vien  | pal  | vien | pal   | vien | trasl | vien | 21 |
| 31:30 | cod  | trasl | pal  | pal  | pal   | cod  | aus   | pal  | 21 |
| 31:45 | cod  | pal   | vien | vien | vien  | cod  | vien  | vien | 21 |
| 32:00 | cod  | vien  | pal  | vien | pal   | cod  | habl  | pal  | 21 |
| 32:15 | cod  | trasl | aus  | aus  | pal   | pal  | pal   | pal  | 21 |
| 32:30 | cod  | trasl | pal  | vien | pal   | cod  | pal   | vien | 21 |
| 32:45 | cod  | vibr  | vien | pal  | pal   | cod  | pal   | pal  | 21 |
| 33:00 | cod  | vibr  | vien | pal  | trasl | cod  | pal   | pal  | 21 |
| 33:15 | vien | vibr  | pal  | pal  | pal   | pal  | pal   | vien | 21 |

[illegible][illegible]

Apéndice 12.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1ª

| Tiempos                 | Operario 1 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Peón 5 | Peón 6 |
|-------------------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,55       | 0,55       | 0,55   | 0,55   | 0,29   | 0,29   | 0,23   | 0,21   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,34       | 0,28       | 0,26   | 0,26   | 0,07   | 0,18   | 0,10   | 0,03   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,00       | 0,00       | 0,00   | 0,07   | 0,08   | 0,04   | 0,00   | 0,05   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,21       | 0,27       | 0,28   | 0,22   | 0,14   | 0,07   | 0,13   | 0,13   |

Apéndice 12.5. Muestreo 1B

| Hora | Operario 1 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Peón 5 | Peón 6 | Operario 2 | Operario 3 | Operario 4 | Peón 7 | Peón 8 | T (°C) |
|------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|
| 0:00 | cod        | vibr       | vien   | vien   | pal    | cod    | vien   | vien   |            |            |            |        |        | 21     |
| 0:15 | cod        | vibr       | pal    | pal    | pal    | cod    | vien   | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 0:30 | cod        | vibr       | vien   | vien   | pal    | cod    | pal    | vien   |            |            |            |        |        | 21     |
| 0:45 | sost       | vibr       | pal    | vien   | pal    | sost   | pal    | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 1:00 | cod        | vibr       | vien   | pal    | vien   | cod    | pal    | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 1:15 | cod        | vibr       | vien   | vien   | vien   | cod    | pal    | vien   |            |            |            |        |        | 21     |
| 1:30 | cod        | vibr       | pal    | pal    | pal    | cod    | vien   | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 1:45 | cod        | vibr       | vien   | pal    | pal    | cod    | aus    | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 2:00 | habl       | vibr       | pal    | pal    | habl   | vien   | pal    | vien   |            |            |            |        |        | 21     |
| 2:15 | vien       | vien       | vien   | vien   | vien   | vien   | aus    | vien   |            |            |            |        |        | 21     |
| 2:30 | cod        | vien       | habl   | habl   | pal    | cod    | vien   | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 2:45 | cod        | vien       | pal    | pal    | pal    | cod    | pal    | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 3:00 | cod        | vien       | vien   | pal    | pal    | cod    | pal    | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 3:15 | cod        | vien       | pal    | habl   | vien   | cod    | habl   | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 3:30 | vien       | vien       | vien   | habl   | pal    | cod    | vien   | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 3:45 | vien       | vien       | aus    | pal    | pal    | vien   | vien   | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 4:00 | cod        | vien       | pal    | pal    | vien   | vien   | pal    | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 4:15 | cod        | vibr       | vien   | pal    | pal    | vien   | pal    | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 4:30 | cod        | vibr       | pal    | vien   | vien   | pal    | vien   | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 4:45 | afin       | vibr       | vien   | vien   | pal    | pal    | vien   | vien   |            |            |            |        |        | 21     |
| 5:00 | cod        | vibr       | vien   | pal    | pal    | vien   | pal    | vien   |            |            |            |        |        | 21     |
| 5:15 | cod        | vibr       | pal    | pal    | pal    | cod    | vien   | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 5:30 | afin       | vibr       | vien   | vien   | vien   | pal    | vien   | vien   |            |            |            |        |        | 21     |
| 5:45 | afin       | vibr       | vien   | vien   | vien   | vien   | vien   | vien   |            |            |            |        |        | 21     |
| 6:00 | afin       | vien       | pal    | pal    | pal    | cod    | pal    | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 6:15 | cod        | vibr       | pal    | vien   | vien   | cod    | pal    | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 6:30 | cod        | vibr       | vien   | vien   | vien   | cod    | vien   | vien   |            |            |            |        |        | 21     |
| 6:45 | vien       | vibr       | vien   | vien   | vien   | cod    | pal    | pal    |            |            |            |        |        | 21     |
| 7:00 | vien       | vibr       | pal    | pal    | pal    | vien   | vien   | pal    |            |            |            |        |        | 21     |

|       |       |      |      |      |       |       |      |       |  |  |  |  |  |    |
|-------|-------|------|------|------|-------|-------|------|-------|--|--|--|--|--|----|
| 7:15  | vien  | vibr | pal  | pal  | pal   | vien  | pal  | pal   |  |  |  |  |  | 21 |
| 7:30  | vien  | vibr | sost | vien | trasl | vien  | pal  | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 7:45  | afin  | vibr | pal  | vien | pal   | pal   | vien | pal   |  |  |  |  |  | 21 |
| 8:00  | afin  | vibr | pal  | vien | vien  | vien  | vien | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 8:15  | afin  | vibr | vien | vien | vien  | vien  | vien | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 8:30  | cod   | vibr | vien | vien | vien  | cod   | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 8:45  | cod   | vibr | vien | vien | vien  | cod   | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 9:00  | vien  | aus  | aus  | aus  | aus   | vien  | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 9:15  | afin  | vibr | vien | vien | vien  | pal   | pal  | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 9:30  | afin  | vibr | aus  | vien | vien  | pal   | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 9:45  | afin  | vibr | aus  | vien | vien  | habl  | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 10:00 | vien  | vibr | aus  | pal  | vien  | vien  | pal  | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 10:15 | afin  | vibr | vien | vien | aus   | cod   | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 10:30 | cod   | vibr | aus  | vien | vien  | cod   | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 10:45 | habl  | vibr | vien | vien | aus   | vien  | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 11:00 | afin  | vien | aus  | vien | vien  | vien  | aus  | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 11:15 | pal   | vibr | sost | vien | vien  | trasl | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 11:30 | pal   | vibr | aus  | vien | vien  | pal   | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 11:45 | afin  | vibr | llev | vien | aus   | pal   | aus  | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 12:00 | afin  | vibr | vien | vien | vien  | aus   | pal  | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 12:15 | afin  | vibr | llev | vien | vien  | pal   | vien | aus   |  |  |  |  |  | 21 |
| 12:30 | vien  | vibr | aus  | vien | vien  | pal   | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 12:45 | vien  | vibr | llev | pal  | vien  | pal   | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 13:00 | aus   | vibr | llev | pal  | aus   | trasl | vien | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 13:15 | afin  | vibr | vien | vien | aus   | aus   | pal  | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 13:30 | afin  | vibr | aus  | vien | aus   | aus   | vien | pal   |  |  |  |  |  | 21 |
| 13:45 | afin  | vibr | aus  | vien | vien  | llev  | pal  | sost  |  |  |  |  |  | 21 |
| 14:00 | trasl | aus  | aus  | aus  | vien  | sost  | vien | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 14:15 | vien  | aus  | llev | aus  | llev  | vien  | vien | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 14:30 | sost  | aus  | sost | aus  | aus   | vien  | pal  | trasl |  |  |  |  |  | 21 |
| 14:45 | vien  | aus  | vien | aus  | aus   | pal   | pal  | trasl |  |  |  |  |  | 21 |
| 15:00 | vien  | aus  | aus  | aus  | aus   | pal   | vien | aus   |  |  |  |  |  | 21 |
| 15:15 | cod   | aus  | aus  | pal  | aus   | pal   | pal  | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 15:30 | cod   | aus  | aus  | aus  | vien  | pal   | vien | trasl |  |  |  |  |  | 21 |
| 15:45 | vien  | aus  | aus  | vien | vien  | pal   | vien | trasl |  |  |  |  |  | 21 |
| 16:00 | cod   | aus  | aus  | habl | aus   | vien  | habl | pal   |  |  |  |  |  | 21 |
| 16:15 | cod   | aus  | vien | vien | aus   | cod   | vien | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 16:30 | cod   | aus  | sost | pal  | aus   | cod   | pal  | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 16:45 | cod   | aus  | aus  | vien | aus   | vien  | vien | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 17:00 | cod   | vien | aus  | habl | aus   | cod   | habl | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 17:15 | cod   | vien | vien | vien | aus   | vien  | vien | vien  |  |  |  |  |  | 21 |
| 17:30 | habl  | habl | vien | habl | aus   | habl  | habl | habl  |  |  |  |  |  | 21 |
| 17:45 | cod   | vien | vien | pal  | aus   | vien  | pal  | vien  |  |  |  |  |  | 21 |

|       |      |       |      |      |       |      |      |       |      |      |       |      |      |    |
|-------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|----|
| 18:00 | cod  | vien  | llev | habl | aus   | pal  | vien | vien  |      |      |       |      |      | 21 |
| 18:15 | cod  | vien  | aus  | habl | aus   | cod  | vien | vien  |      |      |       |      |      | 21 |
| 18:30 | cod  | vien  | aus  | habl | aus   | cod  | vien | vien  |      |      |       |      |      | 21 |
| 18:45 | habl | vien  | aus  | vien | aus   | cod  | vien | vien  |      |      |       |      |      | 21 |
| 19:00 | cod  | vien  | llev | vien | aus   | pal  | vien | pal   |      |      |       |      |      | 21 |
| 19:15 | cod  | vien  | vien | habl | aus   | cod  | habl | pal   |      |      |       |      |      | 21 |
| 19:30 | cod  | trasl | vien | habl | aus   | cod  | habl | vien  |      |      |       |      |      | 21 |
| 19:45 | vien | habl  | vien | habl | aus   | cod  | habl | vien  |      |      |       |      |      | 21 |
| 20:00 | cod  | vien  | vien | habl | aus   | cod  | habl | vien  |      |      |       |      |      | 21 |
| 20:15 | cod  | vien  | vien | vien | vien  | cod  | vien | vien  |      |      |       |      |      | 21 |
| 20:30 | vien | vien  | vien | vien | vien  | vien | vien | vien  |      |      |       |      |      | 21 |
| 20:45 | vien | habl  | vien | vien | aus   | cod  | vien | habl  |      |      |       |      |      | 21 |
| 21:00 | cod  | vien  | aus  | aus  | aus   | cod  | vien | trasl |      |      |       |      |      | 21 |
| 21:15 | cod  | vien  | aus  | vien | vien  | cod  | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 21:30 | cod  | pal   | aus  | aus  | pal   | vien | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 21:45 | vien | pal   | aus  | aus  | vien  | vien | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 22:00 | cod  | vien  | aus  | aus  | vien  | cod  | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 22:15 | cod  | habl  | aus  | aus  | vien  | cod  | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 22:30 | cod  | vien  | aus  | aus  | vien  | cod  | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 22:45 | cod  | vien  | aus  | aus  | vien  | cod  | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 23:00 | vien | pal   | aus  | aus  | habl  | habl | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 23:15 | vien | vien  | aus  | aus  | pal   | vien | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 23:30 | vien | vien  | aus  | aus  | vien  | vien | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 23:45 | vien | vien  | aus  | aus  | vien  | vien | aus  | aus   |      |      |       |      |      | 21 |
| 24:00 | cod  | vien  | aus  | aus  | vien  | cod  | aus  | aus   | vien |      |       |      |      | 21 |
| 24:15 | vien | vien  | aus  | aus  | trasl | cod  | aus  | aus   | vien |      |       |      |      | 21 |
| 24:30 | vien | vien  | aus  | aus  | vien  | cod  | aus  | aus   | vien |      |       |      |      | 21 |
| 24:45 | cod  | pal   | aus  | aus  | pal   | aus  | aus  | aus   | vien | cod  |       |      |      | 21 |
| 25:00 | vien | vien  | aus  | aus  | vien  | aus  | aus  | aus   | aus  | cod  | cod   |      |      | 21 |
| 25:15 | vien | vien  | aus  | aus  | vien  | vien | aus  | aus   | aus  | vien | vien  |      |      | 21 |
| 25:30 | cod  | vien  | aus  | aus  | vien  | vien | aus  | aus   | vien | vien | vien  |      |      | 21 |
| 25:45 | cod  | vien  | aus  | aus  | vien  | cod  | aus  | aus   | vien | vien | vien  |      |      | 21 |
| 26:00 | cod  | vien  | aus  | aus  | vien  | cod  | aus  | aus   | vien | vien | vien  |      |      | 21 |
| 26:15 | vien | vien  | aus  | aus  | vien  | cod  | aus  | aus   | vien | habl | vien  | habl |      | 21 |
| 26:30 | vien | aus   | aus  | aus  | vien  | aus  | aus  | aus   | vien | cod  | cod   | vien |      | 21 |
| 26:45 | aus  | aus   | aus  | aus  | aus   | aus  | aus  | aus   | aus  | cod  | aus   | aus  |      | 21 |
| 27:00 | aus  | vien  | aus  | aus  | aus   | aus  | aus  | aus   | vien | cod  | cod   | pal  | cod  | 21 |
| 27:15 | aus  | vien  | aus  | aus  | aus   | aus  | aus  | aus   | aus  | cod  | cod   | pal  | vien | 21 |
| 27:30 | aus  | cod   | aus  | aus  | aus   | aus  | aus  | aus   | vien | cod  | cod   | vien | vien | 21 |
| 27:45 | aus  | sost  | aus  | aus  | aus   | aus  | aus  | aus   | vien | vien | afin  | vien | vien | 21 |
| 28:00 | aus  | cod   | aus  | aus  | aus   | aus  | aus  | aus   | vien | vien | afin  | vien | pal  | 21 |
| 28:15 | aus  | vien  | aus  | aus  | aus   | aus  | aus  | aus   | vien | vien | trasl | vien | vien | 21 |
| 28:30 | aus  | vien  | aus  | aus  | aus   | aus  | aus  | aus   | vien | vien | habl  | vien | pal  | 21 |

|       |     |      |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |    |
|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|----|
| 28:45 | aus | cod  | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | vien | cod  | aus  | pal  | 21 |
| 29:00 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | vien | vien | pal  | vien | 21 |
| 29:15 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | cod  | vien | vien | vien | vien | 21 |
| 29:30 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | vien | vien | pal  | vien | 21 |
| 29:45 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | cod  | vien | cod  | pal  | vien | 21 |
| 30:00 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | cod  | vien | vien | vien | 21 |
| 30:15 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | habl | vien | cod  | pal  | pal  | 21 |
| 30:30 | aus | cod  | aus | aus | aus | aus | aus | aus | cod  | cod  | cod  | vien | aus  | 21 |
| 30:45 | aus | cod  | aus | aus | aus | aus | aus | aus | cod  | vien | afin | vien | pal  | 21 |
| 31:00 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | cod  | cod  | vien | vien | 21 |
| 31:15 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | vien | vien | aus  | pal  | 21 |
| 31:30 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | afin | afin | vien | vien | 21 |
| 31:45 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | cod  | cod  | aus  | vien | 21 |
| 32:00 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | cod  | cod  | aus  | vien | 21 |
| 32:15 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | cod  | cod  | aus  | vien | 21 |
| 32:30 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | habl | sost | aus  | vien | 21 |
| 32:45 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | vien | vien | vien | vien | 21 |
| 33:00 | aus | cod  | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | vien | vien | vien | vien | 21 |
| 33:15 | aus | vien | aus | aus | aus | aus | aus | aus | vien | vien | vien | pal  | pal  | 21 |

[illegible]

Apéndice 12.7. Datos para grafico de productividad individual y global del muestreo 1B

| Tipo         | Operario 1 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Peón 5 | Peón 6 | Operario 2 | Operario 3 | Operario 4 | Peón 7 | Peón 8 | Total |
|--------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|------------|------------|--------|--------|-------|
| Productivo   | 52%        | 41%        | 11%    | 16%    | 16%    | 47%    | 19%    | 19%    | 11%        | 40%        | 50%        | 24%    | 31%    | 28%   |
| Contributivo | 1%         | 1%         | 8%     | 0%     | 1%     | 2%     | 0%     | 15%    | 0%         | 0%         | 3%         | 0%     | 0%     | 3%    |
| Improductivo | 46%        | 58%        | 81%    | 84%    | 83%    | 51%    | 81%    | 66%    | 89%        | 60%        | 47%        | 76%    | 69%    | 69%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%  |

Apéndice 12.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1B

| Tiempos                 | Operario 1 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Peón 5 | Peón 6 | Operario 2 | Operario 3 | Operario 4 | Peón 7 | Peón 8 |
|-------------------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|------------|------------|--------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,56       | 0,56       | 0,56   | 0,56   | 0,56   | 0,56   | 0,56   | 0,56   | 0,16       | 0,15       | 0,14       | 0,12   | 0,11   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,29       | 0,23       | 0,06   | 0,09   | 0,09   | 0,26   | 0,10   | 0,10   | 0,02       | 0,06       | 0,07       | 0,03   | 0,03   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,01       | 0,00       | 0,05   | 0,00   | 0,00   | 0,01   | 0,00   | 0,08   | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00   | 0,00   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,26       | 0,33       | 0,45   | 0,47   | 0,46   | 0,28   | 0,45   | 0,37   | 0,14       | 0,09       | 0,07       | 0,09   | 0,08   |

Apéndice 12.9. Muestreo 1C

| Hora  | Operario 1    | Operario 2 | Operario 3 | Ayudante 1 | Peón 1   | Peón 2   | T (°C) |
|-------|---------------|------------|------------|------------|----------|----------|--------|
| 0:00  | codaleando    | hablando   | hablando   | codaleando | viendo   | viendo   | 21     |
| 0:15  | trasladándose | viendo     | ausente    | viendo     | viendo   | viendo   | 21     |
| 0:30  | viendo        | viendo     | viendo     | afinando   | paleando | viendo   | 21     |
| 0:45  | codaleando    | viendo     | viendo     | afinando   | paleando | paleando | 21     |
| 1:00  | codaleando    | viendo     | codaleando | afinando   | ausente  | ausente  | 21     |
| 1:15  | codaleando    | viendo     | ausente    | viendo     | viendo   | viendo   | 21     |
| 1:30  | codaleando    | viendo     | viendo     | viendo     | viendo   | viendo   | 21     |
| 1:45  | hablando      | hablando   | codaleando | viendo     | viendo   | paleando | 21     |
| 2:00  | viendo        | codaleando | codaleando | afinando   | viendo   | viendo   | 21     |
| 2:15  | viendo        | codaleando | codaleando | afinando   | viendo   | viendo   | 21     |
| 2:30  | codaleando    | viendo     | codaleando | viendo     | viendo   | paleando | 21     |
| 2:45  | codaleando    | codaleando | viendo     | viendo     | viendo   | paleando | 21     |
| 3:00  | hablando      | codaleando | codaleando | hablando   | hablando | hablando | 21     |
| 3:15  | codaleando    | viendo     | viendo     | viendo     | paleando | paleando | 21     |
| 3:30  | viendo        | viendo     | ausente    | afinando   | viendo   | paleando | 21     |
| 3:45  | afinando      | afinando   | ausente    | viendo     | viendo   | ausente  | 21     |
| 4:00  | viendo        | afinando   | viendo     | viendo     | viendo   | ausente  | 21     |
| 4:15  | viendo        | codaleando | codaleando | afinando   | paleando | ausente  | 21     |
| 4:30  | codaleando    | hablando   | hablando   | codaleando | paleando | paleando | 21     |
| 4:45  | viendo        | viendo     | viendo     | afinando   | paleando | paleando | 21     |
| 5:00  | codaleando    | viendo     | viendo     | viendo     | viendo   | paleando | 21     |
| 5:15  | viendo        | codaleando | codaleando | afinando   | viendo   | viendo   | 21     |
| 5:30  | hablando      | viendo     | codaleando | afinando   | viendo   | viendo   | 21     |
| 5:45  | viendo        | viendo     | viendo     | afinando   | viendo   | viendo   | 21     |
| 6:00  | viendo        | viendo     | viendo     | viendo     | ausente  | ausente  | 21     |
| 6:15  | hablando      | codaleando | codaleando | hablando   | ausente  | ausente  | 21     |
| 6:30  | codaleando    | codaleando | codaleando | viendo     | ausente  | ausente  | 21     |
| 6:45  | viendo        | viendo     | codaleando | afinando   | llevando | ausente  | 21     |
| 7:00  | viendo        | viendo     | viendo     | afinando   | ausente  | llevando | 21     |
| 7:15  | viendo        | viendo     | viendo     | afinando   | ausente  | ausente  | 21     |
| 7:30  | viendo        | viendo     | codaleando | viendo     | ausente  | ausente  | 21     |
| 7:45  | codaleando    | codaleando | codaleando | viendo     | ausente  | ausente  | 21     |
| 8:00  | codaleando    | codaleando | codaleando | viendo     | paleando | ausente  | 21     |
| 8:15  | codaleando    | codaleando | codaleando | viendo     | paleando | ausente  | 21     |
| 8:30  | viendo        | viendo     | afinando   | viendo     | viendo   | ausente  | 21     |
| 8:45  | viendo        | viendo     | codaleando | afinando   | viendo   | ausente  | 21     |
| 9:00  | viendo        | codaleando | ausente    | afinando   | paleando | viendo   | 21     |
| 9:15  | codaleando    | codaleando | codaleando | afinando   | paleando | viendo   | 21     |
| 9:30  | viendo        | viendo     | viendo     | afinando   | paleando | ausente  | 21     |
| 9:45  | codaleando    | viendo     | afinando   | viendo     | viendo   | ausente  | 21     |
| 10:00 | viendo        | viendo     | afinando   | viendo     | viendo   | ausente  | 21     |
| 10:15 | afinando      | viendo     | viendo     | viendo     | viendo   | ausente  | 21     |
| 10:30 | afinando      | viendo     | afinando   | ausente    | ausente  | ausente  | 21     |

|       |               |               |            |               |               |         |    |
|-------|---------------|---------------|------------|---------------|---------------|---------|----|
| 10:45 | viendo        | ausente       | ausente    | viendo        | viendo        | ausente | 21 |
| 11:00 | codaleando    | viendo        | viendo     | viendo        | viendo        | ausente | 21 |
| 11:15 | codaleando    | viendo        | codaleando | viendo        | paleando      | ausente | 21 |
| 11:30 | codaleando    | codaleando    | codaleando | viendo        | paleando      | ausente | 21 |
| 11:45 | viendo        | codaleando    | codaleando | viendo        | paleando      | ausente | 21 |
| 12:00 | viendo        | codaleando    | codaleando | afinando      | viendo        | ausente | 21 |
| 12:15 | viendo        | codaleando    | codaleando | afinando      | ausente       | ausente | 21 |
| 12:30 | codaleando    | codaleando    | codaleando | viendo        | ausente       | ausente | 21 |
| 12:45 | codaleando    | codaleando    | codaleando | ausente       | ausente       | ausente | 21 |
| 13:00 | viendo        | codaleando    | codaleando | ausente       | viendo        | ausente | 21 |
| 13:15 | viendo        | viendo        | viendo     | afinando      | viendo        | ausente | 21 |
| 13:30 | hablando      | hablando      | hablando   | afinando      | viendo        | ausente | 21 |
| 13:45 | codaleando    | trasladándose | afinando   | ausente       | ausente       | ausente | 21 |
| 14:00 | viendo        | ausente       | afinando   | ausente       | viendo        | ausente | 21 |
| 14:15 | codaleando    | ausente       | viendo     | ausente       | viendo        | ausente | 21 |
| 14:30 | hablando      | ausente       | ausente    | viendo        | viendo        | ausente | 21 |
| 14:45 | trasladándose | ausente       | ausente    | trasladándose | trasladándose | ausente | 21 |
| 15:00 | afinando      | ausente       | ausente    | ausente       | ausente       | ausente | 21 |
| 15:15 | codaleando    | ausente       | ausente    | paleando      | trasladándose | ausente | 21 |
| 15:30 | codaleando    | ausente       | ausente    | paleando      | ausente       | ausente | 21 |
| 15:45 | viendo        | ausente       | ausente    | viendo        | ausente       | ausente | 21 |
| 16:00 | codaleando    | ausente       | ausente    | paleando      | ausente       | ausente | 21 |
| 16:15 | viendo        | ausente       | ausente    | viendo        | ausente       | ausente | 21 |
| 16:30 | viendo        | ausente       | ausente    | paleando      | ausente       | ausente | 21 |
| 16:45 | afinando      | ausente       | ausente    | viendo        | ausente       | ausente | 21 |
| 17:00 | afinando      | ausente       | ausente    | viendo        | ausente       | ausente | 21 |
| 17:15 | viendo        | ausente       | ausente    | viendo        | ausente       | ausente | 21 |
| 17:30 | codaleando    | ausente       | ausente    | viendo        | ausente       | ausente | 21 |
| 17:45 | afinando      | ausente       | ausente    | viendo        | ausente       | ausente | 21 |
| 18:00 | trasladándose | ausente       | ausente    | viendo        | ausente       | ausente | 21 |
| 18:15 | codaleando    | ausente       | ausente    | viendo        | ausente       | ausente | 21 |
| 18:30 | trasladándose | ausente       | ausente    | paleando      | ausente       | ausente | 21 |
| 18:45 | hablando      | ausente       | ausente    | hablando      | ausente       | ausente | 21 |
| 19:00 | hablando      | ausente       | ausente    | hablando      | ausente       | ausente | 21 |
| 19:15 | hablando      | ausente       | ausente    | hablando      | ausente       | ausente | 21 |
| 19:30 | hablando      | ausente       | ausente    | hablando      | ausente       | ausente | 21 |
| 19:45 | afinando      | ausente       | ausente    | viendo        | ausente       | ausente | 21 |

Apéndice 12.10. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1C

| Tipo          | Operario 1 | Operario 2 | Operario 3 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2 |
|---------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|
| sosteniendo   | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 0%     | 0%     |
| viendo        | 38%        | 35%        | 21%        | 46%        | 38%    | 15%    |
| codaleando    | 35%        | 25%        | 33%        | 3%         | 0%     | 0%     |
| paleando      | 0%         | 0%         | 0%         | 6%         | 18%    | 11%    |
| trayendo      | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 0%     | 0%     |
| vibrando      | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 0%     | 0%     |
| hablando      | 13%        | 5%         | 4%         | 8%         | 1%     | 1%     |
| ausente       | 0%         | 31%        | 35%        | 9%         | 40%    | 71%    |
| trasladándose | 5%         | 1%         | 0%         | 1%         | 3%     | 0%     |
| afinando      | 10%        | 3%         | 8%         | 28%        | 0%     | 0%     |
| descargando   | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 0%     | 0%     |
| llevando      | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 1%     | 1%     |
| Total         | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   |

Apéndice 12.11. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1C

| Tipo         | Operario 1 | Operario 2 | Operario 3 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2 | Total |
|--------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|-------|
| Productivo   | 45%        | 28%        | 40%        | 36%        | 18%    | 11%    | 30%   |
| Contributivo | 0%         | 0%         | 0%         | 0%         | 1%     | 1%     | 0%    |
| Improductivo | 55%        | 73%        | 60%        | 64%        | 81%    | 88%    | 70%   |
| Total        | 100%       | 100%       | 100%       | 100%       | 100%   | 100%   | 100%  |

Apéndice 12.12. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1C

| Tiempos                 | Operario 1 | Operario 2 | Operario 3 | Ayudante 1 | Peón 1 | Peón 2 |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,33       | 0,33       | 0,33       | 0,33       | 0,33   | 0,33   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,15       | 0,09       | 0,13       | 0,12       | 0,06   | 0,04   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00       | 0,00   | 0,00   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,18       | 0,24       | 0,20       | 0,21       | 0,27   | 0,29   |

Apéndice 12.13. Muestreo 2

| Hora  | Peón 1        | Peón 2   | Peón 3   | Peón 4     | Operario 1    | Peón 5        | T (°C) |
|-------|---------------|----------|----------|------------|---------------|---------------|--------|
| 0:15  | paleando      | paleando | paleando | paleando   | viendo        |               | 21     |
| 0:30  | paleando      | paleando | paleando | viendo     | viendo        |               | 21     |
| 0:45  | paleando      | paleando | paleando | paleando   | viendo        |               | 21     |
| 1:00  | viendo        | viendo   | paleando | ausente    | viendo        |               | 21     |
| 1:15  | paleando      | paleando | paleando | viendo     | viendo        |               | 21     |
| 1:30  | paleando      | paleando | paleando | ausente    | codaleando    | paleando      | 21     |
| 1:45  | paleando      | paleando | paleando | ausente    | codaleando    | paleando      | 21     |
| 2:00  | hablando      | ausente  | hablando | ausente    | codaleando    | ausente       | 21     |
| 2:15  | paleando      | paleando | paleando | ausente    | afinando      | ausente       | 21     |
| 2:30  | paleando      | viendo   | paleando | ausente    | afinando      | paleando      | 21     |
| 2:45  | paleando      | paleando | paleando | viendo     | ausente       | paleando      | 21     |
| 3:00  | paleando      | paleando | paleando | viendo     | afinando      | paleando      | 21     |
| 3:15  | paleando      | viendo   | paleando | codaleando | codaleando    | paleando      | 21     |
| 3:30  | paleando      | viendo   | viendo   | codaleando | codaleando    | viendo        | 21     |
| 3:45  | paleando      | viendo   | paleando | viendo     | viendo        | paleando      | 21     |
| 4:00  | viendo        | paleando | paleando | codaleando | codaleando    | paleando      | 21     |
| 4:15  | paleando      | viendo   | viendo   | codaleando | codaleando    | trasladándose | 21     |
| 4:30  | paleando      | viendo   | hablando | codaleando | codaleando    | ausente       | 21     |
| 4:45  | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando | codaleando    | viendo        | 21     |
| 5:00  | viendo        | viendo   | viendo   | viendo     | viendo        | viendo        | 21     |
| 5:15  | paleando      | paleando | paleando | codaleando | viendo        | paleando      | 21     |
| 5:30  | viendo        | paleando | viendo   | viendo     | codaleando    | paleando      | 21     |
| 5:45  | viendo        | viendo   | ausente  | codaleando | codaleando    | viendo        | 21     |
| 6:00  | paleando      | hablando | viendo   | ausente    | viendo        | paleando      | 21     |
| 6:15  | viendo        | paleando | paleando | viendo     | viendo        | paleando      | 21     |
| 6:30  | paleando      | paleando | paleando | viendo     | viendo        | viendo        | 21     |
| 6:45  | viendo        | viendo   | viendo   | viendo     | viendo        | viendo        | 21     |
| 7:00  | paleando      | viendo   | viendo   | ausente    | trasladándose | viendo        | 21     |
| 7:15  | viendo        | paleando | paleando | ausente    | viendo        | paleando      | 21     |
| 7:30  | paleando      | paleando | paleando | ausente    | trasladándose | viendo        | 21     |
| 7:45  | paleando      | paleando | viendo   | ausente    | codaleando    | paleando      | 21     |
| 8:00  | viendo        | viendo   | paleando | ausente    | viendo        | viendo        | 21     |
| 8:15  | codaleando    | paleando | paleando | ausente    | codaleando    | paleando      | 21     |
| 8:30  | viendo        | viendo   | viendo   | viendo     | viendo        | viendo        | 21     |
| 8:45  | ausente       | paleando | paleando | viendo     | trasladándose | paleando      | 21     |
| 9:00  | paleando      | paleando | paleando | codaleando | codaleando    | paleando      | 21     |
| 9:15  | trasladándose | paleando | paleando | codaleando | codaleando    | paleando      | 21     |
| 9:30  | viendo        | paleando | paleando | viendo     | viendo        | paleando      | 21     |
| 9:45  | paleando      | viendo   | paleando | viendo     | viendo        | paleando      | 21     |
| 10:00 | paleando      | paleando | viendo   | viendo     | viendo        | viendo        | 21     |
| 10:15 | paleando      | viendo   | viendo   | codaleando | afinando      | paleando      | 21     |
| 10:30 | paleando      | viendo   | viendo   | viendo     | viendo        | paleando      | 21     |
| 10:45 | viendo        | paleando | paleando | viendo     | viendo        | paleando      | 21     |

|       |               |          |          |             |               |          |    |
|-------|---------------|----------|----------|-------------|---------------|----------|----|
| 11:00 | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 11:15 | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 11:30 | viendo        | viendo   | viendo   | viendo      | viendo        | viendo   | 21 |
| 11:45 | viendo        | viendo   | viendo   | viendo      | codaleando    | viendo   | 21 |
| 12:00 | viendo        | paleando | paleando | viendo      | trasladándose | viendo   | 21 |
| 12:15 | paleando      | paleando | paleando | codaleando  | trasladándose | ausente  | 21 |
| 12:30 | viendo        | paleando | paleando | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 12:45 | paleando      | paleando | paleando | codaleando  | codaleando    | paleando | 21 |
| 13:00 | paleando      | paleando | paleando | viendo      | afinando      | paleando | 21 |
| 13:15 | viendo        | paleando | viendo   | viendo      | afinando      | paleando | 21 |
| 13:30 | paleando      | viendo   | paleando | codaleando  | codaleando    | paleando | 21 |
| 13:45 | paleando      | paleando | paleando | sosteniendo | trasladándose | paleando | 21 |
| 14:00 | paleando      | paleando | viendo   | viendo      | afinando      | paleando | 21 |
| 14:15 | viendo        | viendo   | paleando | sosteniendo | afinando      | paleando | 21 |
| 14:30 | paleando      | paleando | paleando | sosteniendo | afinando      | viendo   | 21 |
| 14:45 | viendo        | ausente  | paleando | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 15:00 | paleando      | paleando | paleando | viendo      | afinando      | paleando | 21 |
| 15:15 | viendo        | viendo   | paleando | codaleando  | codaleando    | paleando | 21 |
| 15:30 | trasladándose | paleando | paleando | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 15:45 | viendo        | paleando | paleando | viendo      | viendo        | paleando | 21 |
| 16:00 | paleando      | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | paleando | 21 |
| 16:15 | viendo        | paleando | paleando | codaleando  | codaleando    | paleando | 21 |
| 16:30 | viendo        | paleando | paleando | viendo      | viendo        | paleando | 21 |
| 16:45 | paleando      | paleando | paleando | viendo      | viendo        | paleando | 21 |
| 17:00 | viendo        | paleando | paleando | viendo      | viendo        | viendo   | 21 |
| 17:15 | viendo        | paleando | paleando | viendo      | hablando      | paleando | 21 |
| 17:30 | paleando      | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | paleando | 21 |
| 17:45 | paleando      | viendo   | viendo   | viendo      | viendo        | viendo   | 21 |
| 18:00 | paleando      | paleando | viendo   | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 18:15 | viendo        | paleando | llevando | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 18:30 | paleando      | paleando | paleando | viendo      | afinando      | paleando | 21 |
| 18:45 | viendo        | paleando | paleando | viendo      | afinando      | viendo   | 21 |
| 19:00 | viendo        | viendo   | viendo   | viendo      | viendo        | viendo   | 21 |
| 19:15 | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 19:30 | paleando      | viendo   | viendo   | viendo      | hablando      | viendo   | 21 |
| 19:45 | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 20:00 | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 20:15 | viendo        | viendo   | viendo   | viendo      | viendo        | paleando | 21 |
| 20:30 | paleando      | viendo   | viendo   | viendo      | viendo        | viendo   | 21 |
| 20:45 | viendo        | viendo   | viendo   | viendo      | viendo        | viendo   | 21 |
| 21:00 | viendo        | viendo   | viendo   | viendo      | viendo        | viendo   | 21 |
| 21:15 | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | paleando | 21 |
| 21:30 | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | paleando | 21 |
| 21:45 | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 22:00 | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | viendo   | 21 |
| 22:15 | viendo        | viendo   | viendo   | codaleando  | codaleando    | paleando | 21 |



Apéndice 12.16. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Operario 1 | Peón 5 |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|------------|--------|
| Tiempo Total (h)        | 0,45   | 0,45   | 0,45   | 0,45   | 0,45       | 0,43   |
| Tiempo productivo (h)   | 0,18   | 0,21   | 0,21   | 0,19   | 0,25       | 0,18   |
| Tiempo contributivo (h) | 0,00   | 0,00   | 0,00   | 0,02   | 0,00       | 0,00   |
| Tiempo improductivo (h) | 0,27   | 0,24   | 0,24   | 0,25   | 0,20       | 0,25   |

Apéndice 12.17. Muestreo 3

| Hora | Operario 1  | Peón 1   | Peón 2      | Peón 3        | Peón 4      | Peón 5   | Ayudante 1 | T (°C) |
|------|-------------|----------|-------------|---------------|-------------|----------|------------|--------|
| 0:00 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo        | ausente     | viendo   |            | 22     |
| 0:15 | viendo      | paleando | paleando    | paleando      | ausente     | paleando |            | 22     |
| 0:30 | viendo      | paleando | viendo      | paleando      | ausente     | paleando |            | 22     |
| 0:45 | viendo      | paleando | viendo      | paleando      | ausente     | paleando |            | 22     |
| 1:00 | viendo      | paleando | paleando    | viendo        | ausente     | paleando |            | 22     |
| 1:15 | viendo      | viendo   | paleando    | viendo        | paleando    | viendo   |            | 22     |
| 1:30 | ausente     | viendo   | viendo      | viendo        | vibrando    | viendo   |            | 22     |
| 1:45 | viendo      | paleando | paleando    | viendo        | ausente     | viendo   |            | 22     |
| 2:00 | viendo      | paleando | paleando    | viendo        | vibrando    | paleando |            | 22     |
| 2:15 | viendo      | viendo   | paleando    | viendo        | vibrando    | viendo   |            | 22     |
| 2:30 | viendo      | paleando | viendo      | paleando      | vibrando    | paleando |            | 22     |
| 2:45 | viendo      | paleando | paleando    | trasladándose | viendo      | paleando |            | 22     |
| 3:00 | viendo      | paleando | paleando    | paleando      | viendo      | paleando |            | 22     |
| 3:15 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo        | viendo      | viendo   |            | 22     |
| 3:30 | viendo      | paleando | paleando    | paleando      | viendo      | paleando |            | 22     |
| 3:45 | codaleando  | viendo   | viendo      | viendo        | codaleando  | viendo   |            | 22     |
| 4:00 | codaleando  | viendo   | paleando    | viendo        | codaleando  | viendo   |            | 22     |
| 4:15 | viendo      | viendo   | paleando    | paleando      | viendo      | paleando |            | 22     |
| 4:30 | viendo      | paleando | paleando    | paleando      | viendo      | paleando |            | 22     |
| 4:45 | codaleando  | paleando | viendo      | paleando      | codaleando  | viendo   |            | 22     |
| 5:00 | viendo      | paleando | paleando    | paleando      | viendo      | paleando |            | 22     |
| 5:15 | codaleando  | paleando | paleando    | paleando      | codaleando  | paleando |            | 22     |
| 5:30 | codaleando  | paleando | viendo      | paleando      | codaleando  | paleando |            | 22     |
| 5:45 | viendo      | paleando | viendo      | paleando      | viendo      | viendo   |            | 22     |
| 6:00 | viendo      | viendo   | paleando    | paleando      | viendo      | paleando |            | 22     |
| 6:15 | codaleando  | paleando | viendo      | viendo        | codaleando  | viendo   |            | 22     |
| 6:30 | codaleando  | viendo   | paleando    | viendo        | codaleando  | paleando |            | 22     |
| 6:45 | codaleando  | paleando | paleando    | paleando      | codaleando  | paleando |            | 22     |
| 7:00 | codaleando  | viendo   | sosteniendo | viendo        | codaleando  | viendo   |            | 22     |
| 7:15 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo        | viendo      | viendo   |            | 22     |
| 7:30 | sosteniendo | viendo   | viendo      | viendo        | sosteniendo | viendo   |            | 22     |
| 7:45 | viendo      | paleando | ausente     | ausente       | ausente     | paleando |            | 22     |
| 8:00 | viendo      | paleando | paleando    | paleando      | ausente     | paleando |            | 22     |
| 8:15 | viendo      | paleando | paleando    | paleando      | ausente     | paleando |            | 22     |
| 8:30 | viendo      | viendo   | viendo      | paleando      | ausente     | viendo   |            | 22     |
| 8:45 | viendo      | paleando | paleando    | paleando      | ausente     | paleando |            | 22     |

|       |               |          |             |               |             |             |               |    |
|-------|---------------|----------|-------------|---------------|-------------|-------------|---------------|----|
| 9:00  | viendo        | viendo   | viendo      | viendo        | ausente     | viendo      |               | 22 |
| 9:15  | ausente       | paleando | viendo      | viendo        | ausente     | paleando    |               | 22 |
| 9:30  | trasladándose | paleando | paleando    | paleando      | ausente     | paleando    |               | 22 |
| 9:45  | ausente       | viendo   | paleando    | paleando      | ausente     | paleando    |               | 22 |
| 10:00 | sosteniendo   | viendo   | viendo      | paleando      | sosteniendo | viendo      |               | 22 |
| 10:15 | codaleando    | viendo   | viendo      | viendo        | codaleando  | viendo      |               | 22 |
| 10:30 | afinando      | viendo   | viendo      | viendo        | viendo      | viendo      | trasladándose | 22 |
| 10:45 | codaleando    | viendo   | sosteniendo | paleando      | codaleando  | viendo      | vibrando      | 22 |
| 11:00 | codaleando    | viendo   | sosteniendo | viendo        | codaleando  | paleando    | vibrando      | 22 |
| 11:15 | codaleando    | paleando | sosteniendo | paleando      | codaleando  | viendo      | vibrando      | 22 |
| 11:30 | afinando      | paleando | sosteniendo | viendo        | codaleando  | viendo      | vibrando      | 22 |
| 11:45 | viendo        | paleando | sosteniendo | viendo        | viendo      | viendo      | vibrando      | 22 |
| 12:00 | codaleando    | viendo   | sosteniendo | viendo        | codaleando  | viendo      | vibrando      | 22 |
| 12:15 | codaleando    | viendo   | sosteniendo | viendo        | codaleando  | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 12:30 | sosteniendo   | paleando | sosteniendo | viendo        | sosteniendo | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 12:45 | viendo        | paleando | sosteniendo | viendo        | sosteniendo | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 13:00 | codaleando    | paleando | sosteniendo | viendo        | codaleando  | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 13:15 | hablando      | hablando | sosteniendo | viendo        | viendo      | viendo      | vibrando      | 22 |
| 13:30 | sosteniendo   | hablando | sosteniendo | hablando      | sosteniendo | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 13:45 | codaleando    | viendo   | sosteniendo | viendo        | codaleando  | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 14:00 | codaleando    | paleando | ausente     | viendo        | codaleando  | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 14:15 | codaleando    | viendo   | ausente     | paleando      | codaleando  | sosteniendo | sosteniendo   | 22 |
| 14:30 | viendo        | viendo   | ausente     | viendo        | viendo      | viendo      | ausente       | 22 |
| 14:45 | viendo        | paleando | ausente     | viendo        | viendo      | viendo      | vibrando      | 22 |
| 15:00 | viendo        | viendo   | ausente     | viendo        | viendo      | viendo      | vibrando      | 22 |
| 15:15 | viendo        | viendo   | ausente     | paleando      | viendo      | viendo      | vibrando      | 22 |
| 15:30 | sosteniendo   | viendo   | ausente     | trasladándose | sosteniendo | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 15:45 | codaleando    | viendo   | ausente     | viendo        | codaleando  | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 16:00 | codaleando    | paleando | ausente     | viendo        | codaleando  | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 16:15 | viendo        | viendo   | ausente     | viendo        | viendo      | viendo      | vibrando      | 22 |
| 16:30 | hablando      | viendo   | ausente     | viendo        | sosteniendo | sosteniendo | vibrando      | 22 |
| 16:45 | viendo        | viendo   | ausente     | viendo        | sosteniendo | ausente     | ausente       | 22 |
| 17:00 | viendo        | viendo   | ausente     | viendo        | viendo      | ausente     | ausente       | 22 |
| 17:15 | viendo        | viendo   | ausente     | viendo        | viendo      | ausente     | ausente       | 22 |
| 17:30 | viendo        | viendo   | ausente     | viendo        | viendo      | viendo      | ausente       | 22 |
| 17:45 | viendo        | viendo   | ausente     | viendo        | viendo      | viendo      | ausente       | 22 |
| 18:00 | hablando      | viendo   | ausente     | viendo        | sosteniendo | viendo      | ausente       | 22 |
| 18:15 | codaleando    | viendo   | ausente     | viendo        | codaleando  | viendo      | ausente       | 22 |
| 18:30 | codaleando    | paleando | ausente     | sosteniendo   | codaleando  | viendo      | ausente       | 22 |
| 18:45 | codaleando    | paleando | ausente     | sosteniendo   | codaleando  | viendo      | ausente       | 22 |
| 19:00 | viendo        | paleando | ausente     | sosteniendo   | viendo      | viendo      | vibrando      | 22 |
| 19:15 | viendo        | paleando | ausente     | sosteniendo   | afinando    | viendo      | vibrando      | 22 |
| 19:30 | codaleando    | viendo   | ausente     | viendo        | codaleando  | viendo      | vibrando      | 22 |
| 19:45 | viendo        | paleando | ausente     | viendo        | viendo      | viendo      | vibrando      | 22 |
| 20:00 | viendo        | paleando | ausente     | viendo        | viendo      | paleando    | vibrando      | 22 |
| 20:15 | viendo        | paleando | ausente     | viendo        | viendo      | paleando    | ausente       | 22 |
| 20:30 | viendo        | paleando | ausente     | viendo        | viendo      | paleando    | vibrando      | 22 |

|       |             |          |             |          |            |          |             |    |
|-------|-------------|----------|-------------|----------|------------|----------|-------------|----|
| 20:45 | codaleando  | viendo   | ausente     | viendo   | codaleando | viendo   | vibrando    | 22 |
| 21:00 | codaleando  | viendo   | ausente     | viendo   | codaleando | viendo   | vibrando    | 22 |
| 21:15 | viendo      | paleando | ausente     | viendo   | codaleando | viendo   | vibrando    | 22 |
| 21:30 | viendo      | paleando | ausente     | viendo   | viendo     | paleando | ausente     | 22 |
| 21:45 | viendo      | paleando | ausente     | viendo   | viendo     | paleando | ausente     | 22 |
| 22:00 | viendo      | paleando | ausente     | viendo   | viendo     | paleando | ausente     | 22 |
| 22:15 | viendo      | paleando | ausente     | viendo   | viendo     | viendo   | ausente     | 22 |
| 22:30 | codaleando  | viendo   | ausente     | viendo   | codaleando | viendo   | ausente     | 22 |
| 22:45 | viendo      | paleando | ausente     | viendo   | viendo     | paleando | ausente     | 22 |
| 23:00 | viendo      | viendo   | ausente     | viendo   | afinando   | viendo   | ausente     | 22 |
| 23:15 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | viendo     | viendo   | hablando    | 22 |
| 23:30 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | viendo     | viendo   | hablando    | 22 |
| 23:45 | codaleando  | viendo   | sosteniendo | viendo   | codaleando | viendo   | sosteniendo | 22 |
| 24:00 | viendo      | viendo   | sosteniendo | viendo   | afinando   | viendo   | sosteniendo | 22 |
| 24:15 | codaleando  | viendo   | ausente     | viendo   | codaleando | viendo   | sosteniendo | 22 |
| 24:30 | sosteniendo | viendo   | ausente     | viendo   | afinando   | viendo   | viendo      | 22 |
| 24:45 | sosteniendo | viendo   | ausente     | viendo   | afinando   | viendo   | viendo      | 22 |
| 25:00 | sosteniendo | viendo   | viendo      | viendo   | afinando   | viendo   | viendo      | 22 |
| 25:15 | sosteniendo | viendo   | viendo      | viendo   | afinando   | viendo   | viendo      | 22 |
| 25:30 | sosteniendo | viendo   | viendo      | viendo   | afinando   | viendo   | viendo      | 22 |
| 25:45 | ausente     | viendo   | sosteniendo | viendo   | viendo     | viendo   | sosteniendo | 22 |
| 26:00 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | afinando   | viendo   | viendo      | 22 |
| 26:15 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | viendo     | viendo   | viendo      | 22 |
| 26:30 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | viendo     | viendo   | viendo      | 22 |
| 26:45 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | viendo     | viendo   | viendo      | 22 |
| 27:00 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | viendo     | viendo   | viendo      | 22 |
| 27:15 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | viendo     | viendo   | viendo      | 22 |
| 27:30 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | viendo     | viendo   | viendo      | 22 |
| 27:45 | viendo      | paleando | viendo      | paleando | viendo     | viendo   | viendo      | 22 |
| 28:00 | viendo      | paleando | paleando    | paleando | viendo     | paleando | viendo      | 22 |
| 28:15 | viendo      | paleando | paleando    | paleando | viendo     | paleando | viendo      | 22 |
| 28:30 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | viendo     | viendo   | viendo      | 22 |
| 28:45 | viendo      | paleando | paleando    | viendo   | viendo     | paleando | viendo      | 22 |
| 29:00 | viendo      | paleando | viendo      | paleando | ausente    | paleando | paleando    | 22 |
| 29:15 | viendo      | paleando | paleando    | viendo   | viendo     | paleando | paleando    | 22 |
| 29:30 | viendo      | paleando | paleando    | paleando | viendo     | paleando | paleando    | 22 |
| 29:45 | viendo      | viendo   | viendo      | viendo   | viendo     | viendo   | viendo      | 22 |
| 30:00 | viendo      | paleando | viendo      | paleando | viendo     | paleando | paleando    | 22 |
| 30:15 | viendo      | paleando | paleando    | paleando | viendo     | paleando | viendo      | 22 |
| 30:30 | viendo      | paleando | paleando    | paleando | viendo     | paleando | paleando    | 22 |
| 30:45 | viendo      | paleando | paleando    | paleando | viendo     | paleando | paleando    | 22 |
| 31:00 | viendo      | paleando | viendo      | paleando | viendo     | viendo   | paleando    | 22 |
| 31:15 | viendo      | paleando | paleando    | paleando | viendo     | viendo   | viendo      | 22 |
| 31:30 | sosteniendo | paleando | viendo      | viendo   | afinando   | paleando | sosteniendo | 22 |
| 31:45 | vibrando    | paleando | viendo      | paleando | afinando   | paleando | sosteniendo | 22 |
| 32:00 | vibrando    | viendo   | paleando    | paleando | viendo     | viendo   | sosteniendo | 22 |
| 32:15 | vibrando    | paleando | paleando    | viendo   | afinando   | paleando | sosteniendo | 22 |
| 32:30 | sosteniendo | viendo   | viendo      | paleando | viendo     | viendo   | sosteniendo | 22 |

[illegible]

Apéndice 12.18. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 3

| Tipo          | Operario 1 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Peón 5 | Ayudante 1 |
|---------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| sosteniendo   | 7%         | 0%     | 10%    | 2%     | 5%     | 7%     | 9%         |
| viendo        | 56%        | 53%    | 42%    | 67%    | 49%    | 57%    | 21%        |
| codaleando    | 27%        | 0%     | 0%     | 0%     | 27%    | 0%     | 0%         |
| paleando      | 1%         | 46%    | 24%    | 28%    | 1%     | 34%    | 8%         |
| trayendo      | 0%         | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     | 0%         |
| vibrando      | 2%         | 0%     | 0%     | 0%     | 2%     | 0%     | 37%        |
| hablando      | 2%         | 1%     | 0%     | 1%     | 0%     | 0%     | 2%         |
| ausente       | 2%         | 0%     | 24%    | 1%     | 9%     | 2%     | 22%        |
| trasladándose | 3%         | 0%     | 0%     | 1%     | 0%     | 0%     | 1%         |
| afinando      | 1%         | 0%     | 0%     | 0%     | 7%     | 0%     | 0%         |
| descargando   | 0%         | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     | 0%         |
| llevando      | 0%         | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     | 0%     | 0%         |
| Total         | 100%       | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%       |

Apéndice 12.19. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 3

| Tipo         | Operario 1 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Peón 5 | Ayudante 1 | Total |
|--------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|-------|
| Productivo   | 30%        | 46%    | 24%    | 28%    | 37%    | 34%    | 45%        | 34%   |
| Contributivo | 7%         | 0%     | 10%    | 2%     | 5%     | 7%     | 9%         | 6%    |
| Improductivo | 63%        | 54%    | 66%    | 70%    | 58%    | 59%    | 46%        | 60%   |
| Total        | 100%       | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%   | 100%       | 100%  |

Apéndice 12.20. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 3

| Tiempos                 | Operario 1 | Peón 1 | Peón 2 | Peón 3 | Peón 4 | Peón 5 | Ayudante 1 |
|-------------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|------------|
| Tiempo Total (h)        | 0,70       | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,70   | 0,53       |
| Tiempo productivo (h)   | 0,21       | 0,33   | 0,17   | 0,20   | 0,26   | 0,24   | 0,24       |
| Tiempo contributivo (h) | 0,05       | 0,00   | 0,07   | 0,02   | 0,04   | 0,05   | 0,05       |

## Apéndice 13. Datos del proceso taqueado y aplicación de capa de repello

### Apéndice 13.1. Muestreo 1

| Hora  | Operario    | Peón          | T (°C) |
|-------|-------------|---------------|--------|
| 0:00  | Repellando  | preparando    | 27     |
| 0:15  | viendo      | preparando    | 27     |
| 0:30  | viendo      | preparando    | 27     |
| 0:45  | Repellando  | viendo        | 27     |
| 1:00  | Repellando  | preparando    | 27     |
| 1:15  | Repellando  | viendo        | 27     |
| 1:30  | Repellando  | preparando    | 27     |
| 1:45  | Repellando  | preparando    | 27     |
| 2:00  | Repellando  | trasladándose | 27     |
| 2:15  | Repellando  | trasladándose | 27     |
| 2:30  | Repellando  | viendo        | 27     |
| 2:45  | Repellando  | viendo        | 27     |
| 3:00  | llenando    | viendo        | 27     |
| 3:15  | llenando    | viendo        | 27     |
| 3:30  | Repellando  | ausente       | 27     |
| 3:45  | Repellando  | ausente       | 27     |
| 4:00  | Repellando  | ausente       | 27     |
| 4:15  | Repellando  | ausente       | 27     |
| 4:30  | Repellando  | ausente       | 27     |
| 4:45  | viendo      | ausente       | 27     |
| 5:00  | Repellando  | ausente       | 27     |
| 5:15  | Repellando  | ausente       | 27     |
| 5:30  | Repellando  | ausente       | 27     |
| 5:45  | Repellando  | ausente       | 27     |
| 6:00  | viendo      | ausente       | 27     |
| 6:15  | Repellando  | ausente       | 27     |
| 6:30  | viendo      | ausente       | 27     |
| 6:45  | llenando    | viendo        | 27     |
| 7:00  | viendo      | preparando    | 27     |
| 7:15  | viendo      | preparando    | 27     |
| 7:30  | hablando    | hablando      | 27     |
| 7:45  | llenando    | ausente       | 27     |
| 8:00  | viendo      | ausente       | 27     |
| 8:15  | viendo      | ausente       | 27     |
| 8:30  | viendo      | trayendo      | 27     |
| 8:45  | sosteniendo | trasladándose | 27     |
| 9:00  | sosteniendo | ausente       | 27     |
| 9:15  | viendo      | trasladándose | 27     |
| 9:30  | mojando     | viendo        | 27     |
| 9:45  | mojando     | viendo        | 27     |
| 10:00 | mojando     | trayendo      | 27     |
| 10:15 | mojando     | trasladándose | 27     |

|       |              |               |    |
|-------|--------------|---------------|----|
| 10:30 | mojando      | mojando       | 27 |
| 10:45 | mojando      | mojando       | 27 |
| 11:00 | mojando      | preparando    | 27 |
| 11:15 | mojando      | viendo        | 27 |
| 11:30 | mojando      | preparando    | 27 |
| 11:45 | mojando      | mojando       | 27 |
| 12:00 | mojando      | trayendo      | 27 |
| 12:15 | mojando      | mojando       | 27 |
| 12:30 | mojando      | trasladándose | 27 |
| 12:45 | viendo       | viendo        | 27 |
| 13:00 | mojando      | hablando      | 27 |
| 13:15 | esperando    | llenando      | 27 |
| 13:30 | esperando    | esperando     | 27 |
| 13:45 | viendo       | viendo        | 27 |
| 14:00 | llenando     | hablando      | 27 |
| 14:15 | Repellando   | trasladándose | 27 |
| 14:30 | llenando     | viendo        | 27 |
| 14:45 | llenando     | viendo        | 27 |
| 15:00 | llenando     | martilleando  | 27 |
| 15:15 | llenando     | martilleando  | 27 |
| 15:30 | llenando     | martilleando  | 27 |
| 15:45 | llenando     | viendo        | 27 |
| 16:00 | Repellando   | viendo        | 27 |
| 16:15 | Repellando   | viendo        | 27 |
| 16:30 | Repellando   | viendo        | 27 |
| 16:45 | viendo       | martilleando  | 27 |
| 17:00 | Repellando   | martilleando  | 27 |
| 17:15 | Repellando   | viendo        | 27 |
| 17:30 | hablando     | hablando      | 27 |
| 17:45 | Repellando   | trasladándose | 27 |
| 18:00 | Repellando   | martilleando  | 27 |
| 18:15 | llenando     | martilleando  | 27 |
| 18:30 | llenando     | viendo        | 27 |
| 18:45 | Repellando   | martilleando  | 27 |
| 19:00 | llenando     | martilleando  | 27 |
| 19:15 | Repellando   | viendo        | 27 |
| 19:30 | viendo       | martilleando  | 27 |
| 19:45 | acomodándose | martilleando  | 27 |
| 20:00 | viendo       | viendo        | 27 |
| 20:15 | llenando     | martilleando  | 27 |
| 20:30 | preparando   | martilleando  | 27 |
| 20:45 | viendo       | viendo        | 27 |
| 21:00 | hablando     | hablando      | 27 |
| 21:15 | hablando     | hablando      | 27 |
| 21:30 | llenando     | viendo        | 27 |
| 21:45 | llenando     | trasladándose | 27 |

|       |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|----|
| 22:00 | llenando      | ausente       | 27 |
| 22:15 | llenando      | ausente       | 27 |
| 22:30 | Repellando    | ausente       | 27 |
| 22:45 | llenando      | ausente       | 27 |
| 23:00 | llenando      | trasladándose | 27 |
| 23:15 | Repellando    | trayendo      | 27 |
| 23:30 | Repellando    | preparando    | 27 |
| 23:45 | Repellando    | preparando    | 27 |
| 24:00 | Repellando    | preparando    | 27 |
| 24:15 | afinando      | preparando    | 27 |
| 24:30 | afinando      | preparando    | 27 |
| 24:45 | afinando      | trasladándose | 27 |
| 25:00 | Repellando    | ausente       | 27 |
| 25:15 | viendo        | viendo        | 27 |
| 25:30 | esperando     | trayendo      | 27 |
| 25:45 | esperando     | preparando    | 27 |
| 26:00 | esperando     | preparando    | 27 |
| 26:15 | esperando     | preparando    | 27 |
| 26:30 | esperando     | preparando    | 27 |
| 26:45 | esperando     | preparando    | 27 |
| 27:00 | esperando     | preparando    | 27 |
| 27:15 | esperando     | preparando    | 27 |
| 27:30 | esperando     | preparando    | 27 |
| 27:45 | esperando     | preparando    | 27 |
| 28:00 | viendo        | viendo        | 27 |
| 28:15 | esperando     | trayendo      | 27 |
| 28:30 | viendo        | trayendo      | 27 |
| 28:45 | hablando      | hablando      | 27 |
| 29:00 | Repellando    | ausente       | 27 |
| 29:15 | llenando      | viendo        | 27 |
| 29:30 | hablando      | ausente       | 27 |
| 29:45 | Repellando    | ausente       | 27 |
| 30:00 | afinando      | ausente       | 27 |
| 30:15 | afinando      | ausente       | 27 |
| 30:30 | afinando      | ausente       | 27 |
| 30:45 | afinando      | ausente       | 27 |
| 31:00 | llenando      | ausente       | 27 |
| 31:15 | llenando      | ausente       | 27 |
| 31:30 | Repellando    | ausente       | 27 |
| 31:45 | Repellando    | ausente       | 27 |
| 32:00 | llenando      | ausente       | 27 |
| 32:15 | Repellando    | ausente       | 27 |
| 32:30 | llenando      | trayendo      | 27 |
| 32:45 | Repellando    | viendo        | 27 |
| 33:00 | Repellando    | ausente       | 27 |
| 33:15 | trasladándose | preparando    | 27 |

Apéndice 13.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario | Peón |
|---------------|----------|------|
| preparando    | 1%       | 19%  |
| ausente       | 0%       | 27%  |
| viendo        | 15%      | 21%  |
| hablando      | 4%       | 5%   |
| limpiando     | 0%       | 0%   |
| repellando    | 32%      | 0%   |
| mojando       | 10%      | 3%   |
| trayendo      | 0%       | 6%   |
| llenando      | 19%      | 1%   |
| sosteniendo   | 1%       | 0%   |
| martilleando  | 0%       | 10%  |
| acomodándose  | 1%       | 0%   |
| trasladándose | 1%       | 8%   |
| afinando      | 5%       | 0%   |
| esperando     | 10%      | 1%   |
| Total         | 100%     | 100% |

Apéndice 13.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario | Peón | Total |
|--------------|----------|------|-------|
| Productivo   | 48%      | 3%   | 25%   |
| Contributivo | 22%      | 29%  | 26%   |
| Improductivo | 30%      | 68%  | 49%   |
| Total        | 100%     | 100% | 100%  |

Apéndice 13.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario | Peón |
|-------------------------|----------|------|
| Tiempo Total (h)        | 0,56     | 0,56 |
| Tiempo productivo (h)   | 0,27     | 0,02 |
| Tiempo contributivo (h) | 0,13     | 0,16 |
| Tiempo improductivo (h) | 0,17     | 0,38 |

Apéndice 13.5. Muestreo 2

| Hora  | Operario      | Peón          | T (°C) |
|-------|---------------|---------------|--------|
| 0:00  | trasladándose | limpiando     | 28     |
| 0:15  | viendo        | viendo        | 28     |
| 0:30  | viendo        | limpiando     | 28     |
| 0:45  | viendo        | limpiando     | 28     |
| 1:00  | viendo        | limpiando     | 28     |
| 1:15  | viendo        | limpiando     | 28     |
| 1:30  | limpiando     | viendo        | 28     |
| 1:45  | viendo        | viendo        | 28     |
| 2:00  | trayendo      | limpiando     | 28     |
| 2:15  | preparando    | mojando       | 28     |
| 2:30  | trasladándose | mojando       | 28     |
| 2:45  | repellando    | mojando       | 28     |
| 3:00  | repellando    | mojando       | 28     |
| 3:15  | repellando    | trayendo      | 28     |
| 3:30  | repellando    | trayendo      | 28     |
| 3:45  | repellando    | trayendo      | 28     |
| 4:00  | repellando    | trayendo      | 28     |
| 4:15  | afinando      | mojando       | 28     |
| 4:30  | afinando      | mojando       | 28     |
| 4:45  | afinando      | viendo        | 28     |
| 5:00  | afinando      | trasladándose | 28     |
| 5:15  | repellando    | trasladándose | 28     |
| 5:30  | repellando    | trasladándose | 28     |
| 5:45  | viendo        | mojando       | 28     |
| 6:00  | viendo        | mojando       | 28     |
| 6:15  | viendo        | mojando       | 28     |
| 6:30  | viendo        | trasladándose | 28     |
| 6:45  | trasladándose | trasladándose | 28     |
| 7:00  | trasladándose | viendo        | 28     |
| 7:15  | trayendo      | trayendo      | 28     |
| 7:30  | trayendo      | mojando       | 28     |
| 7:45  | trasladándose | mojando       | 28     |
| 8:00  | trasladándose | mojando       | 28     |
| 8:15  | llenando      | mojando       | 28     |
| 8:30  | repellando    | mojando       | 28     |
| 8:45  | llenando      | mojando       | 28     |
| 9:00  | repellando    | mojando       | 28     |
| 9:15  | repellando    | llenando      | 28     |
| 9:30  | llenando      | mojando       | 28     |
| 9:45  | repellando    | mojando       | 28     |
| 10:00 | repellando    | mojando       | 28     |
| 10:15 | viendo        | mojando       | 28     |

|       |              |               |    |
|-------|--------------|---------------|----|
| 10:30 | llenando     | viendo        | 28 |
| 10:45 | hablando     | hablando      | 28 |
| 11:00 | hablando     | llenando      | 28 |
| 11:15 | hablando     | mojando       | 28 |
| 11:30 | repellando   | viendo        | 28 |
| 11:45 | repellando   | mojando       | 28 |
| 12:00 | repellando   | mojando       | 28 |
| 12:15 | repellando   | mojando       | 28 |
| 12:30 | viendo       | mojando       | 28 |
| 12:45 | viendo       | viendo        | 28 |
| 13:00 | acomodándose | llenando      | 28 |
| 13:15 | acomodándose | mojando       | 28 |
| 13:30 | acomodándose | viendo        | 28 |
| 13:45 | repellando   | mojando       | 28 |
| 14:00 | repellando   | viendo        | 28 |
| 14:15 | repellando   | trasladándose | 28 |
| 14:30 | repellando   | preparando    | 28 |
| 14:45 | llenando     | viendo        | 28 |
| 15:00 | afinando     | ausente       | 28 |
| 15:15 | viendo       | ausente       | 28 |
| 15:30 | viendo       | ausente       | 28 |
| 15:45 | viendo       | ausente       | 28 |

Apéndice 13.6. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 2

| Tipo          | Operario | Peón |
|---------------|----------|------|
| preparando    | 2%       | 2%   |
| ausente       | 0%       | 6%   |
| viendo        | 25%      | 17%  |
| hablando      | 5%       | 2%   |
| limpiando     | 2%       | 9%   |
| repellando    | 33%      | 0%   |
| mojando       | 0%       | 42%  |
| trayendo      | 5%       | 8%   |
| llenando      | 8%       | 5%   |
| sosteniendo   | 0%       | 0%   |
| martilleando  | 0%       | 0%   |
| acomodándose  | 5%       | 0%   |
| trasladándose | 9%       | 9%   |
| afinando      | 8%       | 0%   |
| esperando     | 0%       | 0%   |
| Total         | 100%     | 100% |

Apéndice 13.7. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 2

| Tipo         | Operario | Peón | Total |
|--------------|----------|------|-------|
| Productivo   | 41%      | 42%  | 41%   |
| Contributivo | 16%      | 16%  | 16%   |
| Improductivo | 44%      | 42%  | 43%   |
| Total        | 100%     | 100% | 100%  |

Apéndice 13.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Operario | Peón |
|-------------------------|----------|------|
| Tiempo Total (h)        | 0,27     | 0,27 |
| Tiempo productivo (h)   | 0,11     | 0,11 |
| Tiempo contributivo (h) | 0,04     | 0,04 |
| Tiempo improductivo (h) | 0,12     | 0,11 |

## Apéndice 14. Datos del proceso aplicación de capa de repello

Apéndice 14.1. Muestreo 1

| Hora | Operario   | Peón          | T (°C) |
|------|------------|---------------|--------|
| 0:00 | llenando   |               | 23     |
| 0:15 | repellando |               | 23     |
| 0:30 | llenando   |               | 23     |
| 0:45 | repellando |               | 23     |
| 1:00 | repellando |               | 23     |
| 1:15 | repellando |               | 23     |
| 1:30 | afinando   |               | 23     |
| 1:45 | llenando   |               | 23     |
| 2:00 | repellando |               | 23     |
| 2:15 | repellando | trayendo      | 23     |
| 2:30 | llenando   | trasladándose | 23     |
| 2:45 | viendo     | viendo        | 23     |
| 3:00 | llenando   | ausente       | 23     |
| 3:15 | llenando   | ausente       | 23     |
| 3:30 | repellando | ausente       | 23     |
| 3:45 | afinando   | ausente       | 23     |
| 4:00 | llenando   | ausente       | 23     |
| 4:15 | repellando | ausente       | 23     |
| 4:30 | llenando   | ausente       | 23     |
| 4:45 | repellando | ausente       | 23     |
| 5:00 | repellando | ausente       | 23     |
| 5:15 | afinando   | ausente       | 23     |
| 5:30 | afinando   | ausente       | 23     |
| 5:45 | llenando   | ausente       | 23     |

|       |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|----|
| 6:00  | afinando      | ausente       | 23 |
| 6:15  | afinando      | ausente       | 23 |
| 6:30  | trasladándose | ausente       | 23 |
| 6:45  | afinando      | ausente       | 23 |
| 7:00  | llenando      | ausente       | 23 |
| 7:15  | llenando      | trayendo      | 23 |
| 7:30  | llenando      | preparando    | 23 |
| 7:45  | repellando    | ausente       | 23 |
| 8:00  | repellando    | preparando    | 23 |
| 8:15  | repellando    | preparando    | 23 |
| 8:30  | viendo        | preparando    | 23 |
| 8:45  | llenando      | preparando    | 23 |
| 9:00  | llenando      | trasladándose | 23 |
| 9:15  | llenando      | trasladándose | 23 |
| 9:30  | acomodándose  | preparando    | 23 |
| 9:45  | viendo        | preparando    | 23 |
| 10:00 | viendo        | viendo        | 23 |
| 10:15 | viendo        | trasladándose | 23 |
| 10:30 | acomodándose  | acomodándose  | 23 |
| 10:45 | acomodándose  | preparando    | 23 |
| 11:00 | viendo        | viendo        | 23 |
| 11:15 | trasladándose | preparando    | 23 |
| 11:30 | limpiando     | preparando    | 23 |
| 11:45 | limpiando     | preparando    | 23 |
| 12:00 | esperando     | preparando    | 23 |
| 12:15 | esperando     | preparando    | 23 |
| 12:30 | esperando     | preparando    | 23 |
| 12:45 | esperando     | trayendo      | 23 |
| 13:00 | esperando     | llenando      | 23 |
| 13:15 | afinando      | trasladándose | 23 |
| 13:30 | afinando      | ausente       | 23 |
| 13:45 | llenando      | ausente       | 23 |
| 14:00 | repellando    | ausente       | 23 |
| 14:15 | repellando    | trayendo      | 23 |
| 14:30 | repellando    | trasladándose | 23 |
| 14:45 | repellando    | ausente       | 23 |
| 15:00 | afinando      | ausente       | 23 |
| 15:15 | llenando      | ausente       | 23 |
| 15:30 | repellando    | ausente       | 23 |
| 15:45 | repellando    | ausente       | 23 |
| 16:00 | llenando      | ausente       | 23 |
| 16:15 | llenando      | ausente       | 23 |
| 16:30 | repellando    | ausente       | 23 |
| 16:45 | llenando      | ausente       | 23 |
| 17:00 | llenando      | viendo        | 23 |
| 17:15 | afinando      | ausente       | 23 |

|       |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|----|
| 17:30 | sosteniendo   | ausente       | 23 |
| 17:45 | codaleando    | trasladándose | 23 |
| 18:00 | hablando      | hablando      | 23 |
| 18:15 | esperando     | limpiando     | 23 |
| 18:30 | trasladándose | trasladándose | 23 |
| 18:45 | acomodándose  | viendo        | 23 |
| 19:00 | hablando      | hablando      | 23 |
| 19:15 | hablando      | viendo        | 23 |
| 19:30 | esperando     | preparando    | 23 |
| 19:45 | viendo        | viendo        | 23 |
| 20:00 | esperando     | preparando    | 23 |
| 20:15 | afinando      | viendo        | 23 |
| 20:30 | afinando      | preparando    | 23 |
| 20:45 | repellando    | trasladándose | 23 |
| 21:00 | llenando      | trasladándose | 23 |
| 21:15 | llenando      | ausente       | 23 |
| 21:30 | repellando    | ausente       | 23 |
| 21:45 | repellando    | ausente       | 23 |
| 22:00 | afinando      | ausente       | 23 |
| 22:15 | afinando      | ausente       | 23 |
| 22:30 | afinando      | ausente       | 23 |
| 22:45 | repellando    | ausente       | 23 |
| 23:00 | repellando    | ausente       | 23 |
| 23:15 | repellando    | ausente       | 23 |
| 23:30 | llenando      | ausente       | 23 |
| 23:45 | repellando    | ausente       | 23 |
| 24:00 | repellando    | ausente       | 23 |
| 24:15 | llenando      | preparando    | 23 |
| 24:30 | llenando      | preparando    | 23 |
| 24:45 | afinando      | preparando    | 23 |
| 25:00 | repellando    | trayendo      | 23 |
| 25:15 | esperando     | preparando    | 23 |
| 25:30 | acomodándose  | acomodándose  | 23 |
| 25:45 | viendo        | trasladándose | 23 |
| 26:00 | viendo        | preparando    | 23 |
| 26:15 | acomodándose  | preparando    | 23 |
| 26:30 | viendo        | preparando    | 23 |
| 26:45 | esperando     | acomodándose  | 23 |
| 27:00 | esperando     | preparando    | 23 |
| 27:15 | esperando     | preparando    | 23 |
| 27:30 | esperando     | preparando    | 23 |
| 27:45 | hablando      | hablando      | 23 |
| 28:00 | hablando      | hablando      | 23 |
| 28:15 | esperando     | preparando    | 23 |
| 28:30 | esperando     | preparando    | 23 |
| 28:45 | esperando     | preparando    | 23 |

|       |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|----|
| 29:00 | esperando     | preparando    | 23 |
| 29:15 | esperando     | preparando    | 23 |
| 29:30 | esperando     | preparando    | 23 |
| 29:45 | acomodándose  | acomodándose  | 23 |
| 30:00 | llenando      | viendo        | 23 |
| 30:15 | llenando      | ausente       | 23 |
| 30:30 | repellando    | ausente       | 23 |
| 30:45 | llenando      | ausente       | 23 |
| 31:00 | repellando    | ausente       | 23 |
| 31:15 | llenando      | ausente       | 23 |
| 31:30 | repellando    | ausente       | 23 |
| 31:45 | viendo        | ausente       | 23 |
| 32:00 | codaleando    | ausente       | 23 |
| 32:15 | codaleando    | trasladándose | 23 |
| 32:30 | trasladándose | llenando      | 23 |
| 32:45 | trasladándose | llenando      | 23 |
| 33:00 | hablando      | hablando      | 23 |
| 33:15 | viendo        | preparando    | 23 |

Apéndice 14.2. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 1

| Tipo          | Operario | Peón |
|---------------|----------|------|
| preparando    | 0%       | 27%  |
| ausente       | 0%       | 42%  |
| viendo        | 9%       | 7%   |
| hablando      | 4%       | 4%   |
| limpiando     | 1%       | 1%   |
| repellando    | 24%      | 0%   |
| mojando       | 0%       | 0%   |
| trayendo      | 0%       | 4%   |
| llenando      | 22%      | 2%   |
| sosteniendo   | 1%       | 0%   |
| martilleando  | 0%       | 0%   |
| acomodándose  | 5%       | 3%   |
| trasladándose | 4%       | 10%  |
| afinando      | 13%      | 0%   |
| esperando     | 14%      | 0%   |
| codaleando    | 2%       | 0%   |
| Total         | 100%     | 100% |

Apéndice 14.3. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 1

| Tipo         | Operario | Peón | Total |
|--------------|----------|------|-------|
| Productivo   | 39%      | 0%   | 20%   |
| Contributivo | 30%      | 34%  | 32%   |
| Improductivo | 31%      | 66%  | 48%   |
| Total        | 100%     | 100% | 100%  |

Apéndice 14.4. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 1

| Tiempos                 | Operario | Peón |
|-------------------------|----------|------|
| Tiempo Total (h)        | 0,56     | 0,52 |
| Tiempo productivo (h)   | 0,22     | 0,00 |
| Tiempo contributivo (h) | 0,17     | 0,18 |
| Tiempo improductivo (h) | 0,18     | 0,35 |

Apéndice 14.5. Muestreo 2

| Hora | Operario     | Peón          | T (°C) |
|------|--------------|---------------|--------|
| 0:00 | repellando   | preparando    | 23     |
| 0:15 | llenando     | trasladándose | 23     |
| 0:30 | repellando   | ausente       | 23     |
| 0:45 | repellando   | ausente       | 23     |
| 1:00 | repellando   | ausente       | 23     |
| 1:15 | llenando     | ausente       | 23     |
| 1:30 | afinando     | ausente       | 23     |
| 1:45 | repellando   | ausente       | 23     |
| 2:00 | repellando   | ausente       | 23     |
| 2:15 | llenando     | ausente       | 23     |
| 2:30 | repellando   | ausente       | 23     |
| 2:45 | repellando   | ausente       | 23     |
| 3:00 | afinando     | ausente       | 23     |
| 3:15 | repellando   | ausente       | 23     |
| 3:30 | llenando     | ausente       | 23     |
| 3:45 | llenando     | ausente       | 23     |
| 4:00 | llenando     | ausente       | 23     |
| 4:15 | llenando     | ausente       | 23     |
| 4:30 | repellando   | ausente       | 23     |
| 4:45 | llenando     | ausente       | 23     |
| 5:00 | repellando   | ausente       | 23     |
| 5:15 | repellando   | ausente       | 23     |
| 5:30 | llenando     | ausente       | 23     |
| 5:45 | sosteniendo  | ausente       | 23     |
| 6:00 | codaleando   | ausente       | 23     |
| 6:15 | viendo       | ausente       | 23     |
| 6:30 | acomodándose | ausente       | 23     |

|       |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|----|
| 6:45  | viendo        | ausente       | 23 |
| 7:00  | preparando    | ausente       | 23 |
| 7:15  | llenando      | ausente       | 23 |
| 7:30  | trasladándose | ausente       | 23 |
| 7:45  | repellando    | ausente       | 23 |
| 8:00  | repellando    | ausente       | 23 |
| 8:15  | repellando    | ausente       | 23 |
| 8:30  | llenando      | ausente       | 23 |
| 8:45  | llenando      | ausente       | 23 |
| 9:00  | llenando      | ausente       | 23 |
| 9:15  | repellando    | ausente       | 23 |
| 9:30  | repellando    | ausente       | 23 |
| 9:45  | afinando      | ausente       | 23 |
| 10:00 | afinando      | viendo        | 23 |
| 10:15 | hablando      | hablando      | 23 |
| 10:30 | viendo        | ausente       | 23 |
| 10:45 | repellando    | ausente       | 23 |
| 11:00 | repellando    | hablando      | 23 |
| 11:15 | repellando    | viendo        | 23 |
| 11:30 | llenando      | preparando    | 23 |
| 11:45 | repellando    | preparando    | 23 |
| 12:00 | repellando    | preparando    | 23 |
| 12:15 | llenando      | llenando      | 23 |
| 12:30 | repellando    | viendo        | 23 |
| 12:45 | repellando    | preparando    | 23 |
| 13:00 | codaleando    | trayendo      | 23 |
| 13:15 | llenando      | trasladándose | 23 |
| 13:30 | codaleando    | preparando    | 23 |
| 13:45 | viendo        | trayendo      | 23 |

Apéndice 14.6. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 2

| Tipo         | Operario | Peón |
|--------------|----------|------|
| preparando   | 2%       | 11%  |
| ausente      | 0%       | 71%  |
| viendo       | 7%       | 5%   |
| hablando     | 2%       | 4%   |
| limpiando    | 0%       | 0%   |
| repellando   | 43%      | 0%   |
| mojando      | 0%       | 0%   |
| trayendo     | 0%       | 4%   |
| llenando     | 29%      | 2%   |
| sosteniendo  | 2%       | 0%   |
| martilleando | 0%       | 0%   |
| acomodándose | 2%       | 0%   |

|               |      |      |
|---------------|------|------|
| trasladándose | 2%   | 4%   |
| afinando      | 7%   | 0%   |
| esperando     | 0%   | 0%   |
| codaleando    | 5%   | 0%   |
| Total         | 100% | 100% |

Apéndice 14.7. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 2

| Tipo         | Operario | Peón | Total |
|--------------|----------|------|-------|
| Productivo   | 55%      | 0%   | 28%   |
| Contributivo | 34%      | 13%  | 23%   |
| Improductivo | 11%      | 88%  | 49%   |
| Total        | 100%     | 100% | 100%  |

Apéndice 14.8. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 2

| Tiempos                 | Operario | Peón |
|-------------------------|----------|------|
| Tiempo Total (h)        | 0,23     | 0,23 |
| Tiempo productivo (h)   | 0,13     | 0,00 |
| Tiempo contributivo (h) | 0,08     | 0,03 |
| Tiempo improductivo (h) | 0,03     | 0,20 |

Apéndice 14.9. Muestreo 3

| Hora | Operario    | Peón          | T (°C) |
|------|-------------|---------------|--------|
| 0:00 | codaleando  | acomodándose  | 25     |
| 0:15 | sosteniendo | trasladándose | 25     |
| 0:30 | esperando   | preparando    | 25     |
| 0:45 | repellando  | viendo        | 25     |
| 1:00 | llenando    | viendo        | 25     |
| 1:15 | repellando  | trayendo      | 25     |
| 1:30 | repellando  | trayendo      | 25     |
| 1:45 | repellando  | ausente       | 25     |
| 2:00 | repellando  | ausente       | 25     |
| 2:15 | repellando  | ausente       | 25     |
| 2:30 | repellando  | ausente       | 25     |
| 2:45 | repellando  | ausente       | 25     |
| 3:00 | afinando    | ausente       | 25     |
| 3:15 | llenando    | ausente       | 25     |
| 3:30 | repellando  | ausente       | 25     |
| 3:45 | repellando  | ausente       | 25     |
| 4:00 | afinando    | trayendo      | 25     |
| 4:15 | llenando    | viendo        | 25     |
| 4:30 | afinando    | ausente       | 25     |
| 4:45 | sosteniendo | ausente       | 25     |
| 5:00 | sosteniendo | ausente       | 25     |

|       |              |               |    |
|-------|--------------|---------------|----|
| 5:15  | codaleando   | trasladándose | 25 |
| 5:30  | viendo       | viendo        | 25 |
| 5:45  | llenando     | trasladándose | 25 |
| 6:00  | viendo       | trasladándose | 25 |
| 6:15  | viendo       | preparando    | 25 |
| 6:30  | viendo       | preparando    | 25 |
| 6:45  | llenando     | preparando    | 25 |
| 7:00  | repellando   | preparando    | 25 |
| 7:15  | afinando     | preparando    | 25 |
| 7:30  | repellando   | viendo        | 25 |
| 7:45  | repellando   | viendo        | 25 |
| 8:00  | ausente      | ausente       | 25 |
| 8:15  | llenando     | hablando      | 25 |
| 8:30  | repellando   | trayendo      | 25 |
| 8:45  | llenando     | preparando    | 25 |
| 9:00  | repellando   | preparando    | 25 |
| 9:15  | repellando   | viendo        | 25 |
| 9:30  | acomodándose | viendo        | 25 |
| 9:45  | codaleando   | preparando    | 25 |
| 10:00 | codaleando   | preparando    | 25 |
| 10:15 | sosteniendo  | preparando    | 25 |
| 10:30 | sosteniendo  | preparando    | 25 |
| 10:45 | limpiando    | preparando    | 25 |
| 11:00 | sosteniendo  | preparando    | 25 |
| 11:15 | hablando     | hablando      | 25 |
| 11:30 | viendo       | preparando    | 25 |
| 11:45 | afinando     | preparando    | 25 |
| 12:00 | afinando     | limpiando     | 25 |
| 12:15 | afinando     | ausente       | 25 |
| 12:30 | afinando     | ausente       | 25 |
| 12:45 | afinando     | ausente       | 25 |
| 13:00 | afinando     | ausente       | 25 |
| 13:15 | limpiando    | viendo        | 25 |
| 13:30 | codaleando   | ausente       | 25 |
| 13:45 | sosteniendo  | ausente       | 25 |
| 14:00 | afinando     | ausente       | 25 |
| 14:15 | afinando     | ausente       | 25 |
| 14:30 | llenando     | ausente       | 25 |
| 14:45 | repellando   | ausente       | 25 |
| 15:00 | repellando   | ausente       | 25 |
| 15:15 | repellando   | ausente       | 25 |
| 15:30 | viendo       | ausente       | 25 |
| 15:45 | viendo       | ausente       | 25 |
| 16:00 | llenando     | ausente       | 25 |
| 16:15 | viendo       | trasladándose | 25 |

|       |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|----|
| 16:30 | repellando    | viendo        | 25 |
| 16:45 | repellando    | viendo        | 25 |
| 17:00 | repellando    | trasladándose | 25 |
| 17:15 | sosteniendo   | ausente       | 25 |
| 17:30 | limpiando     | ausente       | 25 |
| 17:45 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 18:00 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 18:15 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 18:30 | viendo        | ausente       | 25 |
| 18:45 | acomodándose  | ausente       | 25 |
| 19:00 | viendo        | ausente       | 25 |
| 19:15 | acomodándose  | ausente       | 25 |
| 19:30 | trasladándose | ausente       | 25 |
| 19:45 | llenando      | ausente       | 25 |
| 20:00 | llenando      | ausente       | 25 |
| 20:15 | llenando      | ausente       | 25 |
| 20:30 | repellando    | ausente       | 25 |
| 20:45 | llenando      | ausente       | 25 |
| 21:00 | repellando    | ausente       | 25 |
| 21:15 | ausente       | ausente       | 25 |
| 21:30 | llenando      | ausente       | 25 |
| 21:45 | repellando    | ausente       | 25 |
| 22:00 | repellando    | ausente       | 25 |
| 22:15 | limpiando     | ausente       | 25 |
| 22:30 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 22:45 | limpiando     | ausente       | 25 |
| 23:00 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 23:15 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 23:30 | limpiando     | ausente       | 25 |
| 23:45 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 24:00 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 24:15 | limpiando     | ausente       | 25 |
| 24:30 | viendo        | preparando    | 25 |
| 24:45 | viendo        | ausente       | 25 |
| 25:00 | limpiando     | ausente       | 25 |
| 25:15 | afinando      | ausente       | 25 |
| 25:30 | afinando      | ausente       | 25 |
| 25:45 | repellando    | ausente       | 25 |
| 26:00 | repellando    | ausente       | 25 |
| 26:15 | llenando      | ausente       | 25 |
| 26:30 | llenando      | ausente       | 25 |
| 26:45 | repellando    | ausente       | 25 |
| 27:00 | llenando      | ausente       | 25 |
| 27:15 | llenando      | ausente       | 25 |
| 27:30 | llenando      | ausente       | 25 |

|       |             |               |    |
|-------|-------------|---------------|----|
| 27:45 | repellando  | ausente       | 25 |
| 28:00 | llenando    | ausente       | 25 |
| 28:15 | afinando    | trasladándose | 25 |
| 28:30 | repellando  | viendo        | 25 |
| 28:45 | repellando  | ausente       | 25 |
| 29:00 | llenando    | ausente       | 25 |
| 29:15 | repellando  | ausente       | 25 |
| 29:30 | afinando    | ausente       | 25 |
| 29:45 | viendo      | ausente       | 25 |
| 30:00 | limpiando   | ausente       | 25 |
| 30:15 | codaleando  | ausente       | 25 |
| 30:30 | sosteniendo | ausente       | 25 |
| 30:45 | codaleando  | ausente       | 25 |
| 31:00 | limpiando   | ausente       | 25 |
| 31:15 | codaleando  | ausente       | 25 |
| 31:30 | codaleando  | ausente       | 25 |
| 31:45 | limpiando   | trayendo      | 25 |
| 32:00 | codaleando  | viendo        | 25 |
| 32:15 | codaleando  | ausente       | 25 |
| 32:30 | limpiando   | ausente       | 25 |
| 32:45 | afinando    | ausente       | 25 |
| 33:00 | viendo      | ausente       | 25 |
| 33:15 | viendo      | ausente       | 25 |

Apéndice 14.10. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 3

| Tipo          | Operario | Peón |
|---------------|----------|------|
| preparando    | 0%       | 13%  |
| ausente       | 1%       | 66%  |
| viendo        | 11%      | 10%  |
| hablando      | 1%       | 1%   |
| limpiando     | 9%       | 1%   |
| repellando    | 25%      | 0%   |
| mojando       | 0%       | 0%   |
| trayendo      | 0%       | 4%   |
| llenando      | 16%      | 0%   |
| sosteniendo   | 7%       | 0%   |
| martilleando  | 0%       | 0%   |
| acomodándose  | 2%       | 1%   |
| trasladándose | 1%       | 5%   |
| afinando      | 13%      | 0%   |
| esperando     | 1%       | 0%   |
| codaleando    | 14%      | 0%   |
| Total         | 100%     | 100% |

Apéndice 14.11. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 3

| Tipo         | Operario | Peón | Total |
|--------------|----------|------|-------|
| Productivo   | 51%      | 0%   | 26%   |
| Contributivo | 34%      | 14%  | 24%   |
| Improductivo | 15%      | 86%  | 50%   |
| Total        | 100%     | 100% | 100%  |

Apéndice 14.12. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 3

| Tiempos                 | Operario | Peón |
|-------------------------|----------|------|
| Tiempo Total (h)        | 0,56     | 0,56 |
| Tiempo productivo (h)   | 0,29     | 0,00 |
| Tiempo contributivo (h) | 0,19     | 0,08 |
| Tiempo improductivo (h) | 0,08     | 0,48 |

Apéndice 14.13. Muestreo 4

| Hora | Operario      | Peón          | T (°C) |
|------|---------------|---------------|--------|
| 0:00 | trayendo      |               | 25     |
| 0:15 | viendo        |               | 25     |
| 0:30 | viendo        |               | 25     |
| 0:45 | viendo        |               | 25     |
| 1:00 | viendo        |               | 25     |
| 1:15 | viendo        | trasladándose | 25     |
| 1:30 | sosteniendo   | viendo        | 25     |
| 1:45 | acomodándose  | preparando    | 25     |
| 2:00 | trasladándose | preparando    | 25     |
| 2:15 | esperando     | preparando    | 25     |
| 2:30 | afinando      | llenando      | 25     |
| 2:45 | afinando      | preparando    | 25     |
| 3:00 | afinando      | viendo        | 25     |
| 3:15 | afinando      | preparando    | 25     |
| 3:30 | afinando      | preparando    | 25     |
| 3:45 | afinando      | viendo        | 25     |
| 4:00 | afinando      | viendo        | 25     |
| 4:15 | afinando      | trayendo      | 25     |
| 4:30 | afinando      | preparando    | 25     |
| 4:45 | llenando      | viendo        | 25     |
| 5:00 | repellando    | preparando    | 25     |
| 5:15 | repellando    | preparando    | 25     |
| 5:30 | llenando      | preparando    | 25     |
| 5:45 | llenando      | preparando    | 25     |
| 6:00 | repellando    | preparando    | 25     |
| 6:15 | repellando    | preparando    | 25     |
| 6:30 | repellando    | preparando    | 25     |

|       |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|----|
| 6:45  | llenando      | preparando    | 25 |
| 7:00  | limpiando     | preparando    | 25 |
| 7:15  | sosteniendo   | viendo        | 25 |
| 7:30  | hablando      | hablando      | 25 |
| 7:45  | sosteniendo   | viendo        | 25 |
| 8:00  | hablando      | hablando      | 25 |
| 8:15  | viendo        | trasladándose | 25 |
| 8:30  | repellando    | ausente       | 25 |
| 8:45  | afinando      | ausente       | 25 |
| 9:00  | afinando      | ausente       | 25 |
| 9:15  | llenando      | ausente       | 25 |
| 9:30  | repellando    | ausente       | 25 |
| 9:45  | llenando      | ausente       | 25 |
| 10:00 | limpiando     | ausente       | 25 |
| 10:15 | limpiando     | ausente       | 25 |
| 10:30 | viendo        | ausente       | 25 |
| 10:45 | limpiando     | ausente       | 25 |
| 11:00 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 11:15 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 11:30 | limpiando     | ausente       | 25 |
| 11:45 | codaleando    | ausente       | 25 |
| 12:00 | viendo        | ausente       | 25 |
| 12:15 | trasladándose | ausente       | 25 |
| 12:30 | acomodándose  | acomodándose  | 25 |
| 12:45 | acomodándose  | acomodándose  | 25 |
| 13:00 | viendo        | viendo        | 25 |
| 13:15 | preparando    | ausente       | 25 |
| 13:30 | llenando      | ausente       | 25 |
| 13:45 | repellando    | ausente       | 25 |
| 14:00 | repellando    | ausente       | 25 |
| 14:15 | repellando    | ausente       | 25 |
| 14:30 | llenando      | ausente       | 25 |
| 14:45 | repellando    | viendo        | 25 |
| 15:00 | limpiando     | preparando    | 25 |
| 15:15 | viendo        | preparando    | 25 |
| 15:30 | repellando    | preparando    | 25 |
| 15:45 | llenando      | trasladándose | 25 |
| 16:00 | repellando    | preparando    | 25 |
| 16:15 | afinando      | preparando    | 25 |
| 16:30 | llenando      | llenando      | 25 |
| 16:45 | repellando    | trasladándose | 25 |
| 17:00 | repellando    | ausente       | 25 |
| 17:15 | llenando      | ausente       | 25 |
| 17:30 | ausente       | ausente       | 25 |
| 17:45 | esperando     | ausente       | 25 |
| 18:00 | esperando     | ausente       | 25 |

|       |               |               |    |
|-------|---------------|---------------|----|
| 18:15 | esperando     | ausente       | 25 |
| 18:30 | esperando     | ausente       | 25 |
| 18:45 | esperando     | ausente       | 25 |
| 19:00 | esperando     | ausente       | 25 |
| 19:15 | esperando     | ausente       | 25 |
| 19:30 | esperando     | ausente       | 25 |
| 19:45 | esperando     | ausente       | 25 |
| 20:00 | esperando     | ausente       | 25 |
| 20:15 | esperando     | ausente       | 25 |
| 20:30 | esperando     | ausente       | 25 |
| 20:45 | trasladándose | ausente       | 25 |
| 21:00 | repellando    | ausente       | 25 |
| 21:15 | repellando    | ausente       | 25 |
| 21:30 | viendo        | ausente       | 25 |
| 21:45 | llenando      | trayendo      | 25 |
| 22:00 | repellando    | viendo        | 25 |
| 22:15 | afinando      | preparando    | 25 |
| 22:30 | llenando      | preparando    | 25 |
| 22:45 | afinando      | preparando    | 25 |
| 23:00 | llenando      | trasladándose | 25 |
| 23:15 | llenando      | viendo        | 25 |
| 23:30 | viendo        | viendo        | 25 |
| 23:45 | repellando    | viendo        | 25 |
| 24:00 | afinando      | preparando    | 25 |
| 24:15 | afinando      | trasladándose | 25 |
| 24:30 | codaleando    | trayendo      | 25 |
| 24:45 | viendo        | viendo        | 25 |
| 25:00 | limpiando     | viendo        | 25 |
| 25:15 | codaleando    | viendo        | 25 |
| 25:30 | codaleando    | viendo        | 25 |
| 25:45 | llenando      | viendo        | 25 |
| 26:00 | codaleando    | viendo        | 25 |
| 26:15 | limpiando     | preparando    | 25 |
| 26:30 | trasladándose | preparando    | 25 |

Apéndice 14,14. Datos para gráfico de Crew balance del muestreo 4

| Tipo       | Operario | Peón | Operario | Peón |
|------------|----------|------|----------|------|
| preparando | 1        | 27   | 1%       | 26%  |
| ausente    | 1        | 41   | 1%       | 40%  |
| viendo     | 13       | 19   | 12%      | 19%  |
| hablando   | 2        | 2    | 2%       | 2%   |
| limpiando  | 8        | 0    | 7%       | 0%   |
| repellando | 19       | 0    | 18%      | 0%   |
| mojando    | 0        | 0    | 0%       | 0%   |
| trayendo   | 1        | 3    | 1%       | 3%   |
| llenando   | 16       | 2    | 15%      | 2%   |

|               |     |     |      |      |
|---------------|-----|-----|------|------|
| sosteniendo   | 3   | 0   | 3%   | 0%   |
| martilleando  | 0   | 0   | 0%   | 0%   |
| acomodándose  | 3   | 2   | 3%   | 2%   |
| trasladándose | 4   | 6   | 4%   | 6%   |
| afinando      | 16  | 0   | 15%  | 0%   |
| esperando     | 13  | 0   | 12%  | 0%   |
| codaleando    | 7   | 0   | 7%   | 0%   |
| Total         | 107 | 102 | 100% | 100% |

Apéndice 14,15. Datos para gráfico de productividad individual y global del muestreo 4

| Tipo         | Operario | Peón | Total |
|--------------|----------|------|-------|
| Productivo   | 39%      | 0%   | 20%   |
| Contributivo | 29%      | 30%  | 30%   |
| Improductivo | 32%      | 70%  | 50%   |
| Total        | 100%     | 100% | 100%  |

Apéndice 14,16. Datos de tiempos dedicados a cada categoría para el muestreo 4

| Tiempos                 | Operario | Peón |
|-------------------------|----------|------|
| Tiempo Total (h)        | 0,45     | 0,43 |
| Tiempo productivo (h)   | 0,18     | 0,00 |
| Tiempo contributivo (h) | 0,13     | 0,13 |
| Tiempo improductivo (h) | 0,14     | 0,30 |



## Apéndice 15.1. Respuestas del Ingeniero Residente

Puesto: Ing.  
Residente

Fecha: 18/2/2016

### Encuesta

Clasifique según su opinión las siguientes actividades de acuerdo a la importancia que tiene cada una de ellas en el proceso constructivo

| Categoría | Dificultad |
|-----------|------------|
| 1         | Alta       |
| 2         | Media      |
| 3         | Baja       |

| Actividades                                                    | Clasificación |
|----------------------------------------------------------------|---------------|
| Obras exteriores del edificio                                  | 3             |
| Estructuras, cubierta y accesorios de techo (incluye acabados) | 1             |
| Paredes y acabados, incluye moquetas                           | 2             |
| Pisos, enchapes y aceras                                       | 1             |
| Ventanería                                                     | 1             |
| Contrapiso                                                     | 2             |
| Puertas y cerrajería                                           | 2             |

## Apéndice 15.2. Respuestas del Ingeniero Maestro de Obras

Puesto: Maestro  
de Obras

Fecha: 18/2/2016

### Encuesta

Clasifique según su opinión las siguientes actividades de acuerdo a la importancia que tiene cada una de ellas en el proceso constructivo

| Categoría | Dificultad |
|-----------|------------|
| 1         | Alta       |
| 2         | Media      |
| 3         | Baja       |

### Actividades

### Clasificación

|                                                                |   |
|----------------------------------------------------------------|---|
| Obras exteriores del edificio                                  | 2 |
| Estructuras, cubierta y accesorios de techo (incluye acabados) | 2 |
| Paredes y acabados, incluye moquetas                           | 1 |
| Pisos, enchapes y aceras                                       | 2 |
| Ventanería                                                     | 2 |
| Contrapiso                                                     | 2 |
| Puertas y cerrajería                                           | 3 |

### Apéndice 15.3. Respuestas del Ingeniero Maestro de Obras

Puesto: Segundo  
al Mando

Fecha: 18/2/2016

#### Encuesta

Clasifique según su opinión las siguientes actividades de acuerdo a la importancia que tiene cada una de ellas en el proceso constructivo

| Categoría | Dificultad |
|-----------|------------|
| 1         | Alta       |
| 2         | Media      |
| 3         | Baja       |

#### Actividades

#### Clasificación

|                                                                |   |
|----------------------------------------------------------------|---|
| Obras exteriores del edificio                                  | 1 |
| Estructuras, cubierta y accesorios de techo (incluye acabados) | 1 |
| Paredes y acabados, incluye moquetas                           | 1 |
| Pisos, enchapes y aceras                                       | 1 |
| Ventanería                                                     | 1 |
| Contrapiso                                                     | 1 |
| Puertas y cerrajería                                           | 1 |

## **Apéndice 16. Encuesta para trabajadores sobre percepción de los factores que afectan la productividad en la construcción**

### **1. ¿Cuál es su puesto?**

- a) Operario
- b) Ayudante
- c) Peón

### **2. ¿Tiene las instrucciones necesarias para hacer la actividad?**

- a) Sí
- b) No
- c) A veces

### **3. ¿Cuenta con los materiales y el equipo necesario para llevar a cabo la actividad?**

- a) Sí
- b) No
- c) A veces

### **4. ¿Cómo considera que es el tamaño de su cuadrilla?**

- a) Grande
- b) Adecuado
- c) Pequeño

### **5. ¿Cómo es su espacio de trabajo? (Seleccione varias opciones)**

- a) Limpio
- b) Ordenado
- c) Espacioso
- d) Poco espacioso
- e) Desordenado
- f) Un poco desordenado

### **6. ¿Cómo es el trato que recibe de sus compañeros y superiores?**

- a) Bueno
- b) Regular
- c) Malo

### **7. De los siguientes factores: ¿Cuáles considera que afectan de forma negativa las actividades en la construcción? (Seleccione varias opciones)**

- a) Clima
- b) Espacio
- c) Relación con sus compañeros
- d) Distancias de acarreo
- e) Falta de herramientas
- f) Falta de materiales
- g) Desorden del sitio de trabajo
- h) Instrucciones poco claras
- i) Tamaño de la cuadrilla
- j) Falta de experiencia
- k) Ninguno

## Apéndice 16.1 Respuesta de encuesta para trabajadores sobre percepción de los factores que afectan la productividad en la construcción

### Pregunta 1

| Opciones de respuesta | Respuestas |   |
|-----------------------|------------|---|
| Operario              | 69,23%     | 9 |
| Ayudante              | 15,38%     | 2 |
| Peón                  | 15,38%     | 2 |
| Total                 | 13         |   |

### Pregunta 2

| Opciones de respuesta | Respuestas |    |
|-----------------------|------------|----|
| Sí                    | 84,62%     | 11 |
| No                    | 0,00%      | 0  |
| A veces               | 15,38%     | 2  |
| Total                 | 13         |    |

### Pregunta 3

| Opciones de respuesta | Respuestas |    |
|-----------------------|------------|----|
| Sí                    | 92,31%     | 12 |
| No                    | 0,00%      | 0  |
| A veces               | 7,69%      | 1  |
| Total                 | 13         |    |

#### Pregunta 4

| Opciones de respuesta | Respuestas |
|-----------------------|------------|
| Grande                | 7,69% 1    |
| Adecuado              | 76,92% 10  |
| Pequeño               | 15,38% 2   |
| Total                 | 13         |

#### Pregunta 5

| Opciones de respuesta    | Respuestas |
|--------------------------|------------|
| Limpio                   | 100,00% 13 |
| Ordenado                 | 92,31% 12  |
| Espacioso                | 100,00% 13 |
| Poco espacioso           | 0,00% 0    |
| Desordenado              | 0,00% 0    |
| Un poco desordenado      | 7,69% 1    |
| Total de encuestados: 13 |            |

#### Pregunta 6

| Opciones de respuesta | Respuestas |
|-----------------------|------------|
| Bueno                 | 84,62% 11  |
| Regular               | 15,38% 2   |
| Malo                  | 0,00% 0    |
| Total                 | 13         |

Pregunta 7

| Opciones de respuesta ▼         | Respuestas ▼ |    |
|---------------------------------|--------------|----|
| ▼ Clima                         | 92,31%       | 12 |
| ▼ Espacio                       | 38,46%       | 5  |
| ▼ Relación con sus compañeros   | 23,08%       | 3  |
| ▼ Distancias de acarreo         | 23,08%       | 3  |
| ▼ Falta de herramientas         | 30,77%       | 4  |
| ▼ Falta de materiales           | 7,69%        | 1  |
| ▼ Desorden del sitio de trabajo | 23,08%       | 3  |
| ▼ Instrucciones poco claras     | 38,46%       | 5  |
| ▼ Tamaño de la cuadrilla        | 38,46%       | 5  |
| ▼ Falta de experiencia          | 23,08%       | 3  |
| ▼ Ninguno                       | 7,69%        | 1  |
| Total de encuestados: 13        |              |    |

## **Apéndice 17. Encuesta para ingeniero residente sobre percepción de los factores que afectan la productividad en la construcción**

**¿Conoce usted el significado de productividad?**

- a) Sí
- b) No

**De los siguientes factores: ¿Cuáles considera que afectan negativamente la actividad de la construcción?**

- a) Clima
- b) Espacio
- c) Relación con los compañeros
- d) Distancias de acarreo
- e) Falta de herramientas
- f) Falta de materiales
- g) Desorden del sitio de trabajo
- h) Instrucciones poco claras
- i) Tamaño de la cuadrilla
- j) Falta de experiencia en hacer el trabajo

**¿Considera que la mano de obra contratada reúne las características deseadas para el proyecto?**

- a) Sí
- b) No

**¿Considera que los subcontratistas alteran el avance de la obra?**

- a) Sí
- b) No

**¿Qué estrategia utilizan para la selección de los subcontratistas?**

- \_\_\_\_ Costo
- \_\_\_\_ Rendimiento
- \_\_\_\_ Experiencia en otros proyectos
- \_\_\_\_ Calidad
- \_\_\_\_ Cercanía al proyecto
- \_\_\_\_ Otros

## **Apéndice 17. Respuesta de encuesta para ingeniero residente sobre percepción de los factores que afectan la productividad en la construcción**

**¿Conoce usted el significado de productividad?**

- a) ☒ Sí  
☒ No

**De los siguientes factores: ¿Cuáles considera que afectan negativamente la actividad de la construcción?**

- ☒ Clima  
☒ Espacio  
☒ Relación con los compañeros  
☒ Distancias de acarreo  
☒ Falta de herramientas  
☒ Falta de materiales  
☒ Desorden del sitio de trabajo  
☒ Instrucciones poco claras  
☒ Tamaño de la cuadrilla  
☒ Falta de experiencia en hacer el trabajo

**¿Considera que la mano de obra contratada reúne las características deseadas para el proyecto?**

- a) ☒ Sí  
☒ No

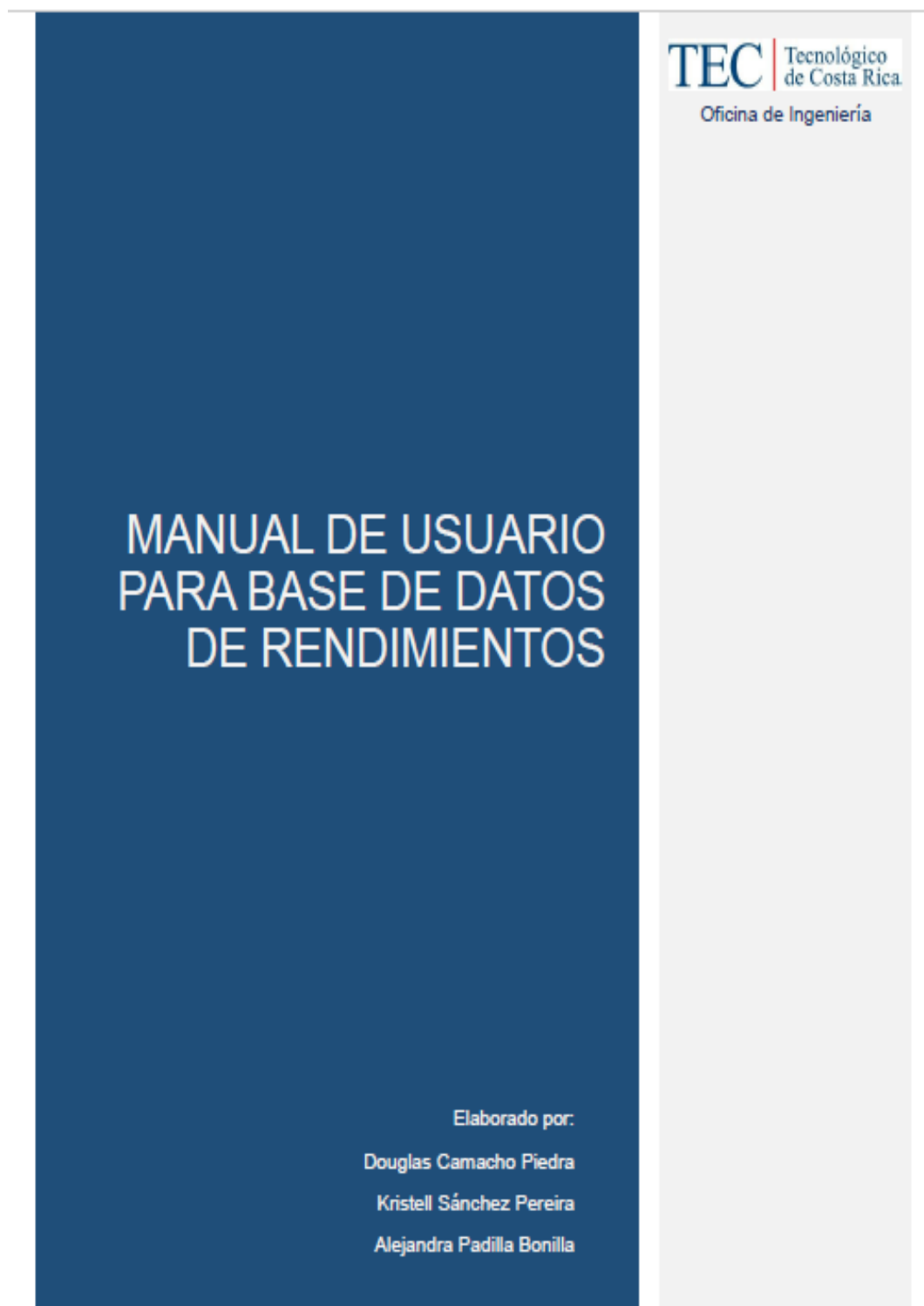
**¿Considera que los subcontratistas alteran el avance de la obra?**

- a) ☒ Sí  
☒ No

**¿Qué estrategia utilizan para la selección de los subcontratistas?**

- ☒ Costo  
☒ Rendimiento  
☒ Experiencia en otros proyectos  
☒ Calidad  
☒ Cercanía al proyecto  
☒ Otros: Cantidad de personal disponible.

## Apéndice 18. Manual de usuario para base de datos de rendimientos.



La base de datos de rendimientos está diseñada para facilitar la labor de presupuestación en proyectos diseñados por la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica. En ella se presentan datos de rendimientos obtenidos en procesos de distintas actividades desarrolladas en diversos proyectos dentro de esta institución.

Esta base permite el cálculo del costo de la mano de obra total destinada para un proceso en específico, permitiendo también la consulta de características generales del proyecto, actividades y procesos. Además permite realizar actualizaciones de sus datos, es posible agregar procesos de otras actividades desarrolladas en nuevos proyectos o variar los que ya se encontraban en ella con valores estadísticamente más válidos.

En este manual se especifica cómo hacer uso de esta base de una manera óptima para una generación acertada de resultados y se detalla en pasos como ingresar datos, realizar consultas y generar resultados.

## Menú principal

Al ingresar a la base de datos, diseñada en el software Microsoft Office Access 2013, se encontrará el menú principal en donde puede elegir sobre en qué ítem desea realizar una determinada acción. Cada vez que ingrese a una ventana de las que se muestran en la figura siguiente se le suministra un botón llamado "Menú Principal" que le permite devolverse a la ventana principal, donde pueda realizar alguna otra acción.



**Proyectos:** Esta opción le permitirá ingresar nuevos proyectos o realizar consultas sobre los proyectos ya existentes.

**Actividades:** Le permitirá agregar o ingresar nuevas actividades relacionadas a distintos proyectos así como observar el informe de actividades ya existentes.

**Procesos:** Aquí podrá introducir datos de nuevos procesos relacionados a las actividades relacionadas anteriormente, además podrá consultar el informe de procesos con su respectiva información.

**Mano de obra:** A partir de esta opción podrá obtener el costo total de la mano de obra perteneciente a un proceso en específico.

**Salir:** Esta opción le permitirá abandonar, de forma segura, la base de datos.

## Proyectos

Al ingresar a la pestaña de proyectos, se podrá elegir sobre agregar un nuevo proyecto o consultar características generales acerca de uno ya existente.

The screenshot shows a dark blue header with the 'Proyectos' title. Below it, on the left, is the TEC logo and 'Tecnológico de Costa Rica'. To the right of the logo are three menu items, each with a square icon: 'Nuevos Proyectos', 'Informe Proyectos', and 'Menú Principal'.

### Nuevos proyectos

The screenshot shows a form titled 'Ingreso de Nuevos Proyectos' with the TEC logo in the top right corner. The form contains several input fields: 'Id Proyecto' (with a dropdown menu), 'Proyecto', 'N°licitación', 'Empresa', 'Área (m²)', 'Monto', 'Fecha de inicio', and 'Descripción'. At the bottom of the form are four buttons: 'Nuevo', 'Guardar', 'Eliminar', and 'Cancelar'.

**Id Proyecto:** Aquí no deberá ingresar ningún dato ya que la misma base de datos generará dicho valor, de acuerdo a la cantidad de proyectos ya insertados, una vez que se comiencen a ingresar los nuevos datos.

**Proyecto:** Debe escribir el nombre del proyecto que desea ingresar.

**N°licitación:** Deberá conocer el número de licitación bajo la cual fue adjudicada el proyecto, para ingresarlo en esta celda.

**Empresa:** Corresponde al nombre de la empresa a la cual fue adjudicada la construcción del proyecto.

**Área:** Deberá anotar el área total de la obra, en unidades de metros cuadrados.

**Monto:** Ingrese el valor cobrado, por el total del proyecto, por parte de la empresa constructora.

**Fecha de inicio:** Ingrese el día en que se inició la obra, la celda le proporcionará un calendario en el que podrá elegir dicha fecha.

**Descripción:** Brinde información característica del proyecto, tal como cantidad de niveles y tipo del sistema constructivo implementado.

Al ingresar todos los datos solicitados deberá oprimir el botón "Guardar" para que la base de datos almacene las características del proyecto, si desea ingresar uno nuevo puede presionar el botón de "Nuevo".

Cuando requiera borrar o eliminar algún dato ingresado puede utilizar el botón "Eliminar".

Al finalizar el ingreso de datos presione el botón cerrar, el cual lo llevara al menú "Proyectos".

## Informe Proyectos

| Proyectos                      |    |                       |                  |                        |                |                                                                                                                                                      | TEC   Tecnológico de Costa Rica |
|--------------------------------|----|-----------------------|------------------|------------------------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Proyecto                       | ID | Relación              | Empresa          | Área (m <sup>2</sup> ) | Monto          | Descripción                                                                                                                                          | Fecha de inicio                 |
| Núcleo Integrado de Diseño     | 1  | 2014/PN-0001          | Navarro y Añelos | 2142                   | Q1.349.091.237 | Edificio de dos pisos para uso de aulas y oficinas, construido en concreto armado y mampostería                                                      | 28/12/2015                      |
| Núcleo Integrado de Seguridad  | 2  | 2014/PN-0001-AP/TCRBM | Estructuras SA   | 1838                   | Q251.800.875   | Edificio de dos niveles, sistema constructivo de mampostería con bloques de arcilla y de concreto                                                    | 15/06/2015                      |
| Núcleo Integrado de Tecnología | 4  | 2014/PN-0002/AP/TCRBM | Estructuras SA   | 7904                   | Q5.473.838.129 | Edificio de seis niveles con un sistema constructivo de concreto reforzado y algunos muros de mampostería, que será utilizado para aulas y oficinas. | 15/06/2015                      |

marzo 28 de Abril de 2016

Imprimir Informe

Página 1 de 1

Cuando se ingresa a "Informe Proyectos" la base genera un informe con toda la caracterización de los proyectos ingresados, tal y como se muestra en el ejemplo de la figura anterior.

## Actividades

Al ingresar a "Actividades" podrá consultar actividades que ya han sido introducidas en la base de datos y además ingresar nuevas.

| TEC   Tecnológico de Costa Rica |                          | Actividades            |  |
|---------------------------------|--------------------------|------------------------|--|
|                                 | <input type="checkbox"/> | Nuevas Actividades     |  |
|                                 | <input type="checkbox"/> | Informe de Actividades |  |
|                                 | <input type="checkbox"/> | Menú principal         |  |

## Nuevas Actividades

### Ingreso de Nuevas Actividades



Id Actividad:

Actividad:

Id Proyecto:

Nuevo

Guardar

Eliminar

Cerrar

**Id Actividad:** No debe ingresar ningún dato en este campo, la base lo generará automáticamente una vez que usted comience a introducir los demás datos.

**Actividad:** Ingrese el nombre de la actividad constructiva.

**Id Proyecto:** Seleccione de la cascada, correspondiente a esta celda, el proyecto al que pertenece esta actividad.

Al ingresar todos los datos solicitados deberá oprimir el botón "Guardar" para que la base de datos almacene la actividad, si desea ingresar una nueva puede presionar el botón de "Nuevo".

Cuando requiera borrar o eliminar algún dato ingresado puede utilizar el botón "Eliminar".

Al finalizar el ingreso de datos presione el botón cerrar, el cual lo llevara al menú "Actividades".

## Informe Actividades

### Actividades



| Proyecto                                | Id Actividad | Actividad                         |
|-----------------------------------------|--------------|-----------------------------------|
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e | 4            | Viga corona de concreto reforzado |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e | 3            | Paredes de bloques de concreto    |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e | 2            | Paredes de bloques de arcilla     |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e | 1            | Entrepiso                         |

martes 26 de Abril de 2016

Imprimir Informe

Página 1 de 1

De igual manera que para los proyectos, al ingresar a "Informe Actividades" se le generará un informe con todas las actividades ya introducidas en la base de datos, con su respectiva identificación y proyecto.

## Procesos

Al ingresar a "Procesos" podrá, de igual manera, ingresar datos sobre nuevos procesos o consultar los ya existentes.

The screenshot shows a web interface with a dark blue header. On the left, the TEC logo (Tecnológico de Costa Rica) is displayed. To the right of the logo, the word 'Procesos' is written in a large, white, sans-serif font. Below the header, there is a vertical sidebar on the left and a main content area on the right. The sidebar contains three menu items, each with a dark blue square icon: 'Nuevos procesos', 'Informe de procesos', and 'Menú Principal'. The 'Informe de procesos' item is highlighted with a light gray background.

### Nuevos Procesos

The screenshot shows a web form titled 'Ingreso de Nuevos Procesos' in a dark blue header. The TEC logo is on the right side of the header. The form itself is white and contains several input fields and dropdown menus. The fields are labeled as follows: 'Id Procesos:' (with a red 'Nuevo' label), 'Proceso:', 'Id Proyecto:' (with a dropdown arrow), 'Id Actividad:' (with a dropdown arrow), 'Rendimiento operario:', 'Rendimiento ayudante:', and 'Rendimiento peón:'. At the bottom of the form, there are four blue buttons: 'Nuevo', 'Guardar', 'Eliminar', and 'Cerrar'.

**Id Procesos:** Este dato es generado automáticamente por la base de datos.

**Proceso:** Escriba el nombre del proceso que desea ingresar.

**Id Proyecto:** Seleccione de la cascada el proyecto al cual pertenece el proyecto que desea ingresar.

**Id Actividad:** Seleccione, de la cascada correspondiente, la actividad a la que pertenece dicho proceso.

**Rendimiento operario:** Ingrese el dato del rendimiento en horas operario por unidad de trabajo, respectiva a cada proceso, obtenido de observaciones hechas en campo.

**Rendimiento ayudante:** Ingrese el dato del rendimiento en horas operario por unidad de trabajo, respectiva a cada proceso, obtenido de observaciones hechas en campo.

**Rendimiento peón:** Ingrese el dato del rendimiento en horas operario por unidad de trabajo, respectiva a cada proceso, obtenido de observaciones hechas en campo.

Al ingresar todos los datos solicitados deberá oprimir el botón "Guardar" para que la base de datos almacene el proceso, si desea ingresar uno nuevo puede presionar el botón de "Nuevo".

Cuando requiera borrar o eliminar algún dato ingresado puede utilizar el botón "Eliminar".

Al finalizar el ingreso de datos presione el botón cerrar, el cual lo llevara al menú "Procesos".

**Notas:** En caso de que no se obtuviera de campo el rendimiento, ya sea para operario, ayudante o peón, debe ingresar un valor de cero en la casilla respectiva.

Cuando tenga un rendimiento general expresado como horas hombre por unidad de trabajo, puede ingresar este valor en la casilla correspondiente a rendimiento de operario, y en las siguientes un valor de cero.

## Informe Procesos

| Procesos                                                  |                                   |                                                |    | TEC <small>Tecnológico de Costa Rica</small> |            |        |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------------------|----|----------------------------------------------|------------|--------|
| Proyecto                                                  | Actividad                         | Proceso                                        | ID | R.operario                                   | R.ayudante | R.peón |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Entregio                          | Creado de la losa de entrepiso                 | 4  | 6,406                                        | 6,473      | 0      |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Entregio                          | Colocación de acero de refuerzo para entrepiso | 5  | 6,009                                        | 6,008      | 0      |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Entregio                          | Colocación de bloques de estribo               | 2  | 6,3                                          | 6,394      | 0      |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Entregio                          | Colocación de viguetas de entrepiso            | 3  | 6,33                                         | 6,262      | 0      |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Paredes de bloques de arcilla     | Construcción de paredes de bloques de arcilla  | 5  | 3,827                                        | 2,652      | 0      |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Paredes de bloques de concreto    | Construcción de paredes de bloques de concreto | 6  | 1,357                                        | 1,317      | 0      |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Viga corona de concreto reforzado | Armado de acero                                | 7  | 6,098                                        | 6,63       | 0      |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Viga corona de concreto reforzado | Colado de la viga                              | 11 | 2,896                                        | 2,896      | 0      |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Viga corona de concreto reforzado | Colocación de acero                            | 8  | 6,01                                         | 6,039      | 0      |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Viga corona de concreto reforzado | Encofrado                                      | 9  | 6,208                                        | 6,416      | 0      |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental | Viga corona de concreto reforzado | Preparación de concreto                        | 10 | 6,424                                        | 6,424      | 0      |

viernes 22 de Abril de 2018
Ingresar Informe
Página 1 de 1

Al ingresar a "Informe Procesos" se le generará un informe con todos los procesos ya introducidos en la base de datos, con su respectiva identificación, actividad a la que pertenece, proyecto y rendimientos asociados.

## Mano de obra

Al ingresar a "Mano de obra" podrá realizar el cálculo del costo asociado a la mano de obra utilizada para un proceso en específico, además generar un informe con los cálculos realizados.

### Cálculo de mano de obra

### Consulta de Costo de Mano de Obra



N° Consulta:

Proyecto:

Actividad:

Proceso:

Rendimiento operario:

Rendimiento ayudante:

Rendimiento peón:

Cantidad de Trabajo:

HH operario:

HH ayudante:

HH peón:

MO operario:

MO ayudante:

MO peón:

MO Total:

Nuevo

Guardar

Eliminar

Cerrar

**N° Consulta:** Es generado automáticamente por la base de datos.

**Proyecto, Actividad, Proceso:** Seleccione de la cascada correspondiente el nombre del proyecto, la actividad y el proceso del cual desea realizar el cálculo del costo de mano de obra.

**Rendimiento operario, Rendimiento ayudante, Rendimiento peón:** Estos datos son generados automáticamente por la base de datos a partir de los datos ingresados para cada proceso.

**Cantidad de trabajo:** Deberá ingresar la cantidad de trabajo, para la cual desea realizar el cálculo de costo de mano de obra, de acuerdo a la unidad de trabajo con la que ingresó el dato del rendimiento.

**HH operario, HH ayudante, HH peón:** Aquí deberá ingresar el salario por hora que percibe cada trabajador de acuerdo a su categoría.

**MO operario, MO ayudante, MO peón:** La base de datos le generará el costo total de acuerdo a cada categoría de trabajador.

**MO Total:** La base de datos le suministrará el costo total de mano de obra, para el proceso consultado.

Para generar un cálculo del costo de mano de obra, utilice el botón "Nuevo" si desea guardar la consulta oprima "Guardar" o "Eliminar" si no desea guardarlo. Una vez finalizada la consulta presione el botón "Cerrar".

## Informe de mano de obra

| Mano de Obra                                                     |             |                                                        |           |              |              |             | TEC Tecnología de Costa Rica |
|------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------------------------------------------|-----------|--------------|--------------|-------------|------------------------------|
| Proyecto                                                         | Actividad   | Proceso                                                | C.Trabajo | C.operario   | C.Ayudante   | C.Pedón     | C.Total                      |
| Núcleo Integrado de Diseño Industrial                            | Contratista | Colado con bomba tel. estrepia y acabado prel. inicial | 130       | \$5,633.00   | \$4,115.10   | \$11,890.00 | \$214,839.30                 |
| Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental (SLHA) | Entrepesa   | Colocación de viguetas de entrepiso                    | 895.85    | \$294,352.25 | \$300,912.85 | \$31.00     | \$595,295.85                 |
| Núcleo Integrado de Tecnologías de Información y Comunicación    | Entrepesa   | Armado de bases para estructura de lata                | 98        | \$17,295.00  | \$18,988.30  | \$1,788.40  | \$38,071.60                  |

martes 26 de Abril de 2016
 [Imprimir informe](#)
 Página 1 de 1

Al ingresar a "Informe de mano de obra" se le generará un informe con todas las consultas generadas para el costo de mano de obra.

**Nota general:** Como se pudo observar en las figuras anteriores, la base de datos permite generar un informe impreso, el cual se crea a partir del botón "Imprimir informe".

Si usted desea realizar alguna modificación de algún dato ingresado lo puede realizar en la pestaña de "Panel de navegación" ubicado en la parte izquierda de la pantalla, donde se desplegarán las opciones que puede modificar, cabe decir que solo lo podrá hacer en el apartado de tablas.

# Referencias

- Arboleda, S. (2014). *Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
- Botero, L. (2002, 31 de enero). Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Universidad EAFIT*. Recuperado de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/843/751>
- Hasbun, I. (2014). Sistema de Control de Inventarios. *Apuntes del curso Logística y Administración de la Cadena de Abastecimiento*. Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- Kume, H. (2002). *Herramientas Estadísticas Básicas para el mejoramiento de la calidad*. Bogotá, Colombia: Editorial Norma.
- Leandro, A. (2014). Productividad. *Apuntes del curso Diseño de Procesos*. Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- Moreno, O. (s.f). *Productividad y desarrollo económico*. Universidad de Sonora, México.
- Oglesby, C:H, Parker, H.W, y Howell, G.A (1989). *Productivity improvemen in construction*. New York: McGraw-Hill
- Ortíz, G., Paniagua, E., y Sandoval, M. (2009). Costos de Construcción. Cartago, Costa Rica: Tecnológico de Costa Rica.
- Parada, Oscar (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *Cuadernos de Administración*. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-35922009000100009](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-35922009000100009)
- Serpell, A. (1986). Productividad en la construcción. *Ingeniería de Construcción*. Recuperado de <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/10017/000128283.pdf?sequence=1&isAllowed=y>