

Propuesta de mejoramiento de los procesos para la construcción de losas postensadas.



Abstract

The following report is the development of a proposal for improving the processes related with post-tensioning slabs, from VIVE Sabanilla Project, second phase, by company BILCO Costa Rica S.A.

The specific objectives were: analyze the logical sequence of processes; identify sampling technique for productivity and performance; generate control measures performance and productivity; creating a control system for the process; develop a proposal for improvement in the areas of cost, productivity, quality and safety.

In order to achieve them, the processes were studied in order to estimate the performance in terms of cost and Work time for each activity

Productivity was measured using three techniques, Work Sampling, Five Minutes Rating and Crew Balance; these are used to determine the productivity of the process and the workers.

The company can use the control system, the recommendations and the proposal in the areas of cost, productivity, quality and safety, in order to improve the construction of this system of slabs.

Keywords: post-tensioning slabs, Work Sampling, Five minutes rating, Crew balance, performance, construction productivity, proposal for improving.

Resumen

El trabajo que se presenta a continuación, constituye el desarrollo de una propuesta de mejoramiento de los procesos para la construcción de losas postensadas en la etapa 2, del proyecto VIVE Sabanilla, a cargo de la empresa BILCO Costa Rica S.A.

Los objetivos específicos planteados fueron: analizar una secuencia lógica de los procesos; identificar técnicas de toma de muestras para la productividad y rendimiento; generar medidas de control de rendimientos y productividad experimentales; crear un sistema de control para los procesos bajo estudio; elaborar una propuesta de mejoramiento en los ámbitos de costo, productividad, calidad y seguridad laboral.

Para cumplir con estos objetivos, se le dio seguimiento a los procesos con el fin de estimar los rendimientos en cuanto a costo y horas hombre necesarias para realizar cada uno.

La medición de productividad, se realizó por medio de tres técnicas: muestreo de trabajo, medición en intervalos, y balance de cuadrillas, para generar un estudio más profundo de las actividades.

Producto del análisis de estos resultados se creó un sistema de control y se realizó una propuesta de mejora en los campos de productividad, costo, calidad y seguridad ocupacional, con el fin de que la empresa mejore la construcción del sistema.

Palabras clave: Sistema de losas postensadas, muestreo de trabajo, medición en intervalos, balance de cuadrillas, rendimientos, productividad en la construcción, propuesta de mejora.

Propuesta de mejoramiento de los procesos para la construcción de losas postensadas.

JOSE ANDRÉS DÍAZ BARBOZA

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

Diciembre del 2014
TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN CONSTRUCCIÓN

Contenido

Prefacio.....	1
Resumen ejecutivo	2
Introducción	3
Definiciones	4
Marco teórico	6
VIVE Etapa 2	21
Metodología	22
Resultados.....	23
Análisis de resultados.....	84
Propuesta de mejoramiento.....	96
Conclusiones	101
Recomendaciones	103
Apéndices	105
Anexos.....	401
Referencias.....	406

Prefacio

El proyecto desarrollado durante esta práctica profesional dirigida, ha sido un aporte a la empresa BILCO COSTA RICA S.A., ya que con el análisis realizado, servirá para futuras planificaciones de proyectos asociadas al sistema de losas postensadas en edificios.

El principal objetivo planteado en este proyecto, fue realizar una propuesta de mejoramiento para los procesos y operaciones que tienen relación con la instalación de losas postensadas de la Etapa 2 del proyecto VIVE Sabanilla, así como también generar un sistema que controle y garantice la calidad.

El análisis de productividad realizado y la observación de las actividades, permitieron plantear una propuesta de mejora en distintos ámbitos, como lo son el de productividad, costos, calidad y seguridad laboral.

En primera instancia, le agradezco a Dios la oportunidad de estar presente en este mundo, por las cosas que me ha brindado y por las que no. También, a mi madre Ana Barboza por ser ese bastón que siempre me ayuda a avanzar en este largo y duro camino de la vida, por su apoyo incondicional. También le agradezco a la vida por el apoyo brindado por mis tíos Fernando Barboza Flores y Sonia Barboza Flores, que sin tener la obligación de ayudarme, siempre lo han hecho de corazón, cuando más lo he necesitado.

Debo reconocer el apoyo incondicional que tuve por parte de la empresa, específicamente a los ingenieros Bernardo Alfaro, Javier Córdoba y Daniela Rojas, al asistente del proyecto Ricardo Calvo, por haberme permitido adaptarme fácilmente al lugar de trabajo. Gracias por la cooperación, que tuve de cada uno de ellos, así como también el buen trato que me ofrecieron en todo momento.

Al ITCR que me dio las herramientas durante cinco largos años, para enfrentar esta práctica de la mejor manera, en especial quiero darle las gracias a mi profesora guía del proyecto, la Ing. Ana Grettel Leandro, a la Ing. Geannina Ortiz y al Ing. Gustavo Rojas, por ayudarme en

distintas maneras durante todo el desarrollo de mi carrera. Fue una ayuda de mucho significado para poder lograr lo que he logrado hasta el momento.

Por último y no menos importante, a todas las personas que llegue a conocer en este proceso y en mi vida, ya que de cada una de estas, me llevo lecciones y recuerdos. A las grandes amistades que me quedan, que me han demostrado que siempre han estado, están y espero que estén siempre en los buenos y malos momentos.

Resumen ejecutivo

El trabajo desarrollado en esta Práctica Profesional Dirigida, generó una propuesta de mejoramiento de los procesos constructivos en el sistema de losas postensadas en el proyecto VIVE Sabanilla, desarrollado por la empresa BILCO Costa Rica S.A. El fin fue conocer más acerca de este sistema nuevo en el país y de saber cómo se pueden mejorar los procesos en estudio.

Para cumplir con el objetivo principal planteado, se llevaron a cabo una serie de actividades requeridas para el estudio de los procesos, como por ejemplo: diagramas de flujo y modelos de procesos. Ello, con el fin de obtener una secuencia lógica de operaciones y procesos, investigación sobre métodos para la toma de rendimientos en la construcción y las técnicas de productividad que más se adaptaran al proyecto. Asimismo, se crearon hojas para la recolección de datos experimentales, se tomaron muestras en campo y se hizo su respectivo análisis para establecer sistemas de control y generar una propuesta de mejora en los procesos estudiados.

Este estudio contribuye al quehacer de varios departamentos de la Empresa. Algunos de estos son la Gerencia, ya que se puede ofrecer una mejor planeación, mejorar las productividades de los procesos y con esto los rendimientos de cada uno; también se aporta al Departamento de Presupuestos, ya que se puede comprobar que los datos de costo actuales se pueden mejorar; al Departamento de Ingeniería, debido a que se plantean formas de control de los procesos en estudio relacionados con el sistema de losas postensadas; y por último y no menos importante, al departamento de Seguridad Laboral, ya que se realizan propuestas de mejora en este ámbito.

Para el análisis y estudio de la productividad de los procesos, se utilizaron tres técnicas aplicables y adaptables al sistema de construcción y de medición, las cuales son *Work Sampling*, *Five Minutes Rating* y *Crew Balance*,

con la peculiaridad de que cada una brinda detalles diferentes para una misma actividad, pero se complementan una con otra para obtener un resultado y un análisis más preciso.

Con todos los resultados obtenidos de la toma de muestras y su análisis, se realizan sistemas para el control de los procesos de construcción de losas de entrepiso, así como también se genera una propuesta de mejora en campos como el costo, la calidad, la productividad y la seguridad laboral.

Introducción

Como la mayoría de sectores en la actualidad, el de la construcción va avanzando de manera muy acelerada, en el campo de técnicas así como también en el desarrollo por la complejidad y volumen de los distintos proyectos, expandiéndose tanto horizontalmente, como verticalmente.

A pesar de estos avances constructivos y de su crecimiento, la mayoría de técnicas nuevas en la construcción que se utilizan en el exterior no son utilizadas en el país, debido a su gran costo. Pero si se emplean son muy pocos los que tienen el acceso a estas, ya que la mayoría de personas involucradas en la construcción no las conocen ni los procesos que involucran la aplicación de nuevas técnicas.

En el caso de las losas postensadas, se desconocen los beneficios que pueden brindar a la empresa que los aplique, así como también a todos los participantes en el desarrollo del proyecto. Esto, debido a que existen apenas tres proyectos en la actualidad que desarrollan este sistema y dos han sido llevados a cabo por empresas extranjeras

Para el desarrollo de esta práctica profesional dirigida, se plantea como objetivo principal: desarrollar una propuesta de mejoramiento de los procesos y operaciones para la construcción de losas postensadas en campo, en el proyecto VIVE Sabanilla, a cargo de Bilco Costa Rica S.A. Con el fin de lograr el objetivo principal, se derivan varios objetivos específicos que nos ayudaran a cumplir este, que son:

- a. Determinar los procesos, tareas y recursos involucrados en la instalación de losas postensadas.
- b. Identificar las técnicas de medición de rendimientos y productividad que más se ajusten a las características del proyecto.
- c. Establecer medidas y controles de rendimientos y productividad en la mano de obra, en el uso del sistema de losas postensadas.

- d. Elaborar un sistema que garantice el control de la calidad para el sistema de losas postensadas, que incluya el diseño de herramientas para este fin.
- e. Formular una propuesta de mejora al proceso constructivo actual, que incluya aspectos de productividad, calidad, costos y seguridad laboral.

Para el desarrollo de esta práctica, se dividió el proyecto en cuatro etapas: la primera en el conocimiento de las actividades que se llevan a cabo en este sistema de losas, así como también la investigación sobre las técnicas de medición de rendimiento y productividad que mejor se ajustaran al proyecto. La segunda etapa fue generar herramientas que ayudan para la toma de datos en el campo (rendimientos y productividad), así como también fotografías y videos como material de apoyo. La tercera fue el análisis de datos para generar un criterio sobre el control realizado en el campo; y la cuarta fue el desarrollo de la propuesta de mejora que incluye los aspectos de productividad, calidad, costos y seguridad laboral.

De esta manera se desarrolló este trabajo y se colaboró con la Gerencia del proyecto, ya que se evaluaron los procesos, la planificación y costo que tienen. Esto, para tener datos más certeros en los próximos proyectos.

Definiciones

Acero de presfuerzo: es un cable o barra de siete hilos de acero, el cual tiene una alta resistencia y es usado para preforzar el concreto.

Ancla: pieza de hierro fundido, que se usa para la transmisión de fuerzas al concreto.

Anclaje: dispositivo mecánico, con el fin de transmitir en todo momento la fuerza de preforzado al concreto.

Anclaje extremo fijo: es el anclaje que se instala en el cable, antes de que este llegue a la obra y se encuentra al final del cable.

Anclaje del extremo de tensado: en un tendón, es el extremo que se utiliza para tensar el acero, con el fin de preforzar el cable.

Anclaje intermedio: se utiliza cuando se requiere tensar a una cierta longitud del tendón sin tener que cortarlo. Normalmente son usados para realizar un tensado temprano y retiro anticipado de los encofrados.

Barras de refuerzo: se utiliza para controlar las fuerzas de tensión que son generadas por los tendones tensionados.

Cable: cables de acero de alta resistencia torcidos alrededor de un cable central, normado por ASTM A-416.

Cavidad de anclaje: esta permite un asentamiento adecuado por parte de las cuñas.

Cola del tendón: es el excedente de cable que sale del ancla del extremo tensado.

Concreto preforzado: al concreto se le aplican fuerzas internas por medio de los tendones de acero, esto se puede lograr mediante preforzados postensados y pretensados.

Cuñas¹: durante el proceso de tensado, estas piezas de metal dentadas se encargan de “morder” o retener el cable en su posición. La parte delantera de los dientes están biselados para garantizar el desarrollo gradual de la fuerza del tendón sobre la longitud de la cuña.

Destensado: proceso que libera la fuerza de preforzado de un tendón.

Elongación: aplicando una fuerza de preforzado, se da un aumento en la longitud del acero del cable, a esto se le conoce como elongación.

Encofrado de borde: se utiliza para delimitar horizontalmente el concreto fresco en superficies planas.

Equipo de tensado: consiste en una bomba, un gato hidráulico y un manómetro.

Fleje: tipo de amarra metálica con el fin de mantener unidos los tendones a la hora de transportarlo en mazos al proyecto.

Gato: dispositivo hidráulico usado para aplicar fuerzas en el tendón.

HH: horas hombre.

LV: Listas de verificación.

Modelo de procesos: diagrama en el que se muestran el orden lógico de los procesos, así como también los recursos necesarios para llevar a cabo las actividades.

MUTS: resistencia mínima a la tracción última.

Pinzas del gato: cuñas utilizadas por el gato hidráulico para sujetar el cable mientras se realiza el proceso de tensado.

Planos de instalación: planos creados por el proveedor donde se muestran detalles como cantidad de cables, longitud, elongación, ubicación y tipo de cables que se van a colocar en el sitio.

Postensado: método de preforzado en el que los tendones son tensados después del fraguado y ganancia de resistencia del concreto.

Preforzado efectivo²: la fuerza de preforzado en un lugar específico en un miembro de concreto preforzado después de todas las pérdidas.

Preforzado inicial³: la tensión presente en el tendón inmediatamente después de transferir la fuerza de preforzado al concreto. Esto sucede después de que las cuñas se han asentado en el ancla.

¹ (Krauser & Mathews, 2006)

² Idem

³ (Krauser & Mathews, 2006)

Preforzado parcial⁴: es el preforzado del concreto a niveles de tensión tales que las fuerzas de tracción pueden existir bajo las cargas de servicio de diseño.

Pretensar: material en estado de compresión antes de aplicarle cargas.

Recubrimiento P/T⁵: material de recubrimiento anticorrosivo que cumple o excede los criterios de rendimiento del Post-Tensioning Institute.

Revestimiento: es un forro en el que el acero preforzado está envuelto con el fin de evitar la adherencia de este al concreto, y así también se evitan problemas de corrosión del cable.

RT: Registro de tensado

Ruptura por explosión: falla que se da en el concreto durante o después del proceso del tensado.

Silla o silleta: elemento que se utiliza con el fin de crear un soporte a los tendones, por lo que evita los desplazamientos, tanto verticales como horizontales, antes o durante la colocación de concreto.

Tendón: encargado de transmitir la fuerza de preforzado al concreto, este mecanismo está conformado por anclajes, cable, recubrimiento P/T y el revestimiento.

Tendones distribuidos o uniformes: un tendón o grupo de tendones distribuidos de forma uniforme, normalmente perpendicular a los tendones flejados (vigas, paredes, etc.) y separados a un máximo de 8 veces el grosor de la losa o 5 pies (1.5 metros).

Tendones flejados o bandas: grupo de tendones estrechamente agrupados dentro de una tira delgada que normalmente corre a lo largo de la columna.

Tendones suplementarios: tendones que normalmente son cortos en longitud que se colocan en lugares específicos, para aumentar la capacidad estructural en ese lugar sin tener que usar tendones de largo completo.

Tensado en etapas: tensado sucesivo llevado a cabo por medio de etapas, en lugar de realizar el tensado en una sola operación; se puede dar cuando se requieren colado de concreto en varias etapas.

Tensión: fuerzas de tracción en un cuerpo.

Zona de anclaje: zona en que el anclaje sujeta las tensiones de las fuerzas de preforzado.

⁴ ídem

⁵ ídem

Marco teórico

Se llama concreto reforzado a aquellos elementos a los que se le aplican fuerzas en el interior con refuerzos reforzados. Esto, debido a que el concreto tiene características muy favorables ante la compresión, pero no con la tensión. Por lo tanto, al ser débil ante tensión, se deben de colocar refuerzos en la zona que se dé la tensión para resistirla y evitar posibles agrietamientos.

Para reforzar el concreto, existen dos métodos que son el postensado y el pretensado. Este trabajo se enfatiza en el método de postensado, pero se menciona el pretensado como información general, para diferenciar un método del otro.

Pretensado

Los elementos pretensados son elaborados en una cama de tendido, en el cual se realiza primero el proceso de tendido del acero, donde se tensa entre dos contrafuertes anclados, por medio de gatos hidráulicos. Después se realiza el colado del concreto, por medio de moldes alrededor del tendón luego se efectúa la chorrea, se deja que el concreto se endurezca y gane resistencia. Estos elementos estarán listos para ser transportados a la obra cuando la transferencia de la fuerza de reforzado pase al concreto por adherencia, por lo que ya se puede utilizar en obra.

Postensado

Este tipo de concreto reforzado, a diferencia del pretensado, se coloca los moldes perimetrales del elemento, así como también de los tendones (estos ya deben de tener el recubrimiento P/T y el revestimiento) que van dentro del molde. También se puede colocar, dependiendo del

diseño, acero de refuerzo en ciertos puntos críticos.

Después de este proceso, se realiza el colado del concreto en los moldes (los tendones deben estar bien sujetos para que cuando se vacíe el concreto no se muevan del lugar en el que están colocados). Este se deja que fragüe y que gane la resistencia necesaria (alrededor del 75% de la resistencia total). Una vez que está endurecido, los tendones se tensan mediante el gato hidráulico que ejerce una presión en contra de una cuña colocada en el concreto endurecido. Por lo tanto, la fuerza aplicada al tendón es transmitida por medio de los dispositivos de anclaje colocados en los extremos del elemento estructural.

Dentro de las principales ventajas que presenta este tipo de concreto reforzado sobre el pretensado están:

- Se elimina el transporte de los elementos a la obra, ya que se tiene la ventaja de poder elaborarlos en sitio.
- Se logran moldear elementos de mayor tamaño; que en una fábrica no es posible crearlos o transportarlos, debido al tamaño o al peso.
- Se logran crear elementos más esbeltos y de menor peso estructural, por lo que se ven beneficiadas las cimentaciones del proyecto. También las cargas que son transmitidas a las columnas y/o muros son menores, por lo que las dimensiones de estos elementos serían de menores.
- Se ven reducidos los costos de materiales, mantenimiento y operación.
- Se logran controlar, de mejor manera, las deformaciones por ser elementos continuos. Estructuralmente se ven reducidas las grietas y con este sistema se protege del fuego debido a su resistencia.
- Se puede realizar un reforzado por etapas si la obra así lo requiere (puede ser que se tome la decisión de hacer colado de concreto por partes, lo que

haría que el tensado se realice de la misma manera).

- Estructuralmente hablando, según la teoría se tienen menor cantidad de pérdidas de preforzado si se realiza por el método de postensado que por el de pretensado.

Existen dos tipos de estructuras que se pueden crear mediante el encofrado de concreto: losas en una dirección (soportadas por vigas que a su vez están soportadas por columnas y/o muros) y losas en dos direcciones (con panel de refuerzo soportado por columnas y/o muros).

Las fuerzas a las que están sometidos estos elementos son las de compresión (soportada por el concreto) y la de tracción (soportada por las barras de refuerzo), por lo que al tener estas fuerzas en conjunto, se deben de combinar estos dos materiales para crear estructuras seguras, eficientes y económicas.

Cables Fabricación

Se explicara un poco el sistema que se utiliza para la fabricación de los tendones, para una mayor comprensión de cómo están hechos estos.

Los tendones utilizados en el proyecto cumplen con los requerimientos que pide el Post-Tensioning Institute y que fue publicada por primera vez en Julio 1993, en el manual llamado "Especificaciones para tendones no adherentes de un solo cable".

El cable se recibe del fabricante totalmente desnudo (figura 1), en longitudes de 3660 metros. Para empezar el proceso de fabricación, se comienza con un proceso de extrusión, en el cual primeramente se aplica una capa de recubrimiento P/T uniformemente a lo largo de todo el cable. Luego cuando pasa por la cabeza extrusora, esta regula la cantidad de plástico derretido para lograr el grosor correcto de recubrimiento. Después de esto el cable debe de enfriarse para poder enrollarlo en bobinas, el enfriamiento se lleva a cabo pasando el cable por agua.

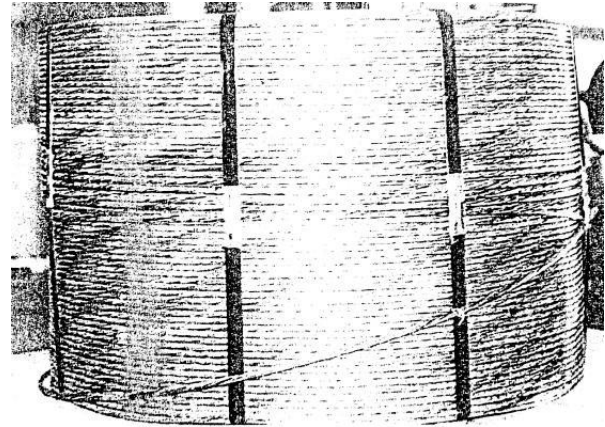


Figura 1. Bobina de cable desnudo.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

Ya teniendo el cable en la bobina con la longitud en la que lo da el fabricante (3660 metros), es llevado a la línea de corte con el fin de tenerlos en la longitud que se necesitan para su uso. Teniendo el cable cortado, se lleva a un área en el que se le colocan el anclaje fijo, según se requiera.

El Post-Tensioning Institute en su manual, dice que para el traslado de los tendones al proyecto de utilización "*los mazos de tendones fabricados son flejados entre sí con fleje metálico con una barrera protectora entre los mazos y el fleje para que el revestimiento no se dañe.*"⁶

A parte de esto, el cable debe de ir bien rotulado con el nombre del proyecto, el nivel en que se utilizara ese cable en específico, zona en que se utilizará, o el color con el que se identificará en planos que es el cable a colocar en el lugar correcto.

Instalación

Una correcta instalación de los tendones no adherentes, ayuda a garantizar un correcto desempeño del sistema de losas postensadas, por lo que es un factor importante.

En la actualidad, a la hora de desarrollar un proyecto existen varias formas de llevarlo a cabo (subcontratos, llave en mano con contratista general, entre otros), por lo que independientemente de quien desarrolle la

⁶ (Krauser & Mathews, 2006)

instalación de los cables deberá de cumplir con las siguientes responsabilidades para lograr el mejor colocado:

- Chequear los tendones cuando llegan al proyecto, tanto la cantidad, como el tipo y el estado en el que se encuentran.
- Adecuar un lugar para el correcto almacenamiento de los mazos de tendones.
- Coordinar y planear con las otras tareas como se realizará el tendido de cables, así como del estudio de los planos, ya sean los de los tendones y su posición, como también el de los soportes.
- Garantizar la seguridad en la obra para un trabajo sin tanto riesgo, así como capacitar a los trabajadores que estarán envueltos en el proceso, a fin de que estén enterados de los posibles peligros a los que se enfrentarán.
- Instalar correctamente los soportes, tendones y anclajes.
- Realizar una inspección previa al colado del concreto, con el fin de verificar la instalación de los tendones antes de ser fijados.
- Supervisar el lanzamiento del concreto, garantizándonos que ningún elemento sea modificado de su posición.
- Realizar el tensado de los cables, el cual incluye marca para revisar elongaciones, limpieza, tensado y corte de las colas del tendón.

Para garantizar la correcta instalación, el Post-Tensioning Institute hace la recomendación de que el encargado de los procesos mencionados anteriormente, debe de tener al menos 5 años de experiencia (es importante que este, se familiarice con los planos antes de la instalación, para una mejor ejecución). También que la cuadrilla que realice los procesos, lo realicen en todas las losas del proyecto.

Generalmente el sistema de tendones y sus soportes se deben de instalar previo a las instalaciones electro-mecánicas para no tener inconvenientes en la instalación. También es conveniente realizar el proceso cuando ya estén instalados los encofrados de borde, pues esto puede ayudar (al igual que los ejes) a ubicar los tendones con mayor facilidad e instalarlos correctamente.

También el Post-Tensioning Institute señala los siguientes procedimientos de instalación para losas de una y de dos direcciones:

1. Se debe de marcar el centro de colocación de cada tendón en el encofrado, según los planos. Si existiera algún tipo de problema con la colocación del anclaje, se debe de consultar al ingeniero encargado del diseño o de la inspección.
2. Se deben de realizar los cortes en el encofrado para colocar las anclas del tensado. Muchas veces este trabajo es realizado por carpinteros externos al área del tendido de cables o el postensado. También se debe de colocar recubrimiento P/T (grasa) a la punta del formador de cajas que entra en la cavidad de anclaje. No debe de dejar que este recubrimiento P/T entre en contacto con el concreto y se debe revisar que todos los formadores de cajas, estén en buen estado para que no permitan que el concreto entre en la cavidad del anclaje.
3. Se debe fijar de buena manera el formador de cajas. Esto quiere decir que el anclaje quede de forma totalmente perpendicular al encofrado de borde (figura 2 y 3).

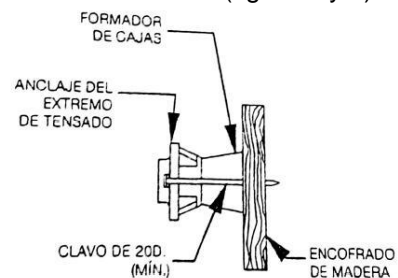


Figura 2. Posición correcta del anclaje y el formador de cajas.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

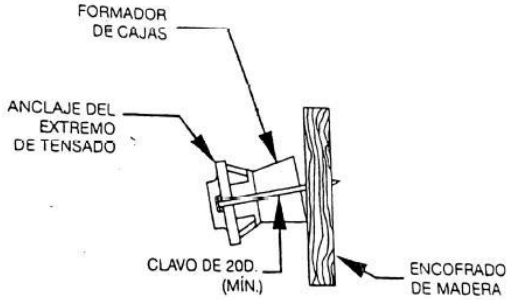


Figura 3. Posición incorrecta del anclaje y el formador de cajas.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

4. En la formaleta de fondo, se debe marcar la ubicación de los soportes, así como también la altura de la silleta que debe de llevar, indicados en el plano de taller. Después se deben de colocar los soportes, así como también el refuerzo inferior que lleva el sistema.

5. En el lugar de almacenamiento de los mazos de tendones, se deben seleccionar los tendones que se utilicen en la losa, según los planos de taller. Primero se deben colocar los tendones uniformes y luego las bandas, a menos que en los planos de taller se indique lo contrario.

Nota: si el tendón se va a tensar en las dos puntas, se debe de tener el cuidado de dejar suficiente cola por fuera del encofrado de borde para el tensado. También, si se tiene un punto intermedio de tensado, se puede desenrollar hasta un poco después de donde será ese punto; se debe de amarrar y proteger el tendón.

6. Se debe retirar el revestimiento de plástico de la punta del tendón en el extremo que se va a tensar, para que este pueda pasar por el formador de cajas y el anclaje (figura 4 y 5). Debe eliminarse el revestimiento (no más de 1") de cable lubricado detrás del anclaje.

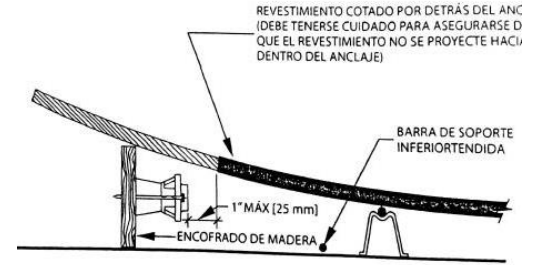


Figura 4. Instalación del tendón en el extremo de tensado.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

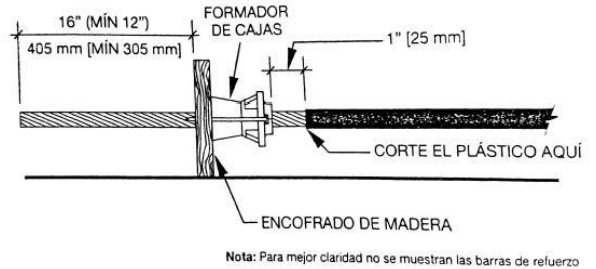


Figura 5. Instalación completa del tendón.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

7. Cuando existan zonas de anclaje de tendones donde existan grupos de 6 o más tendones, se deben de reforzar según la figura 6, a menos de que los planos de instalación digan lo contrario.

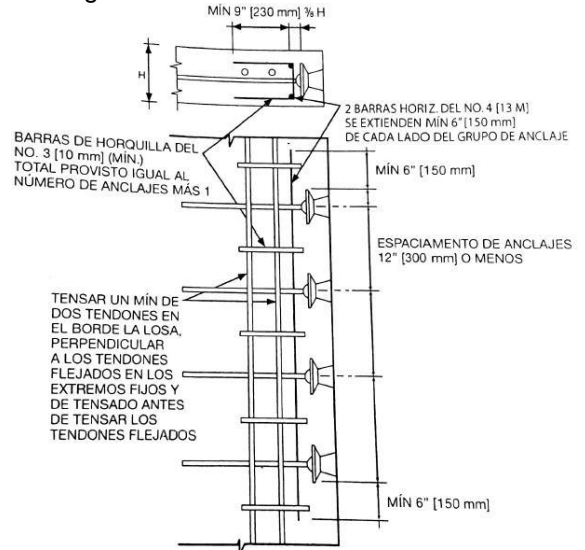


Figura 6. Acero de refuerzo en zona de anclaje.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

8. Se deben de amarrar los tendones a los soportes en donde se interseque. Esto se realiza mediante alambres de acero y una tenaza; pero se debe de tener el cuidado de que no se talle en exceso, porque la amarra puede que corte el revestimiento si este está demasiado tallado. Este proceso se debe realizar con curvaturas suaves para evitar problemas en el tensado (figura 7 y 8).

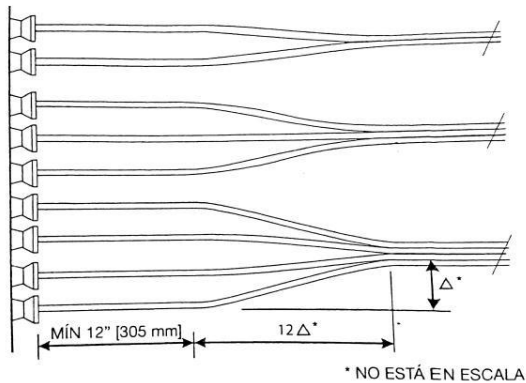


Figura 7. Tendones extendidos en los anclajes

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

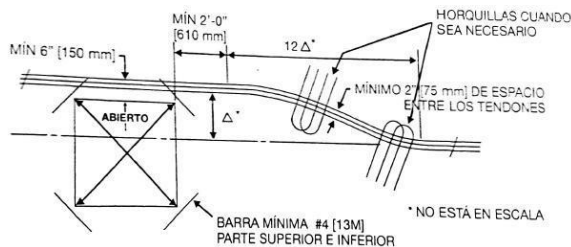


Figura 8. Desvió de tendones con aperturas.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

9. Se debe de fijar el anclaje con extremo fijo con las silletas correspondientes, y también se debe de separar el anclaje fijo del encofrado de borde a una distancia de 1" como recubrimiento o según lo diga el plano de taller (figura 9). Este, en ningún momento, debe ser clavado o amarrado al encofrado.

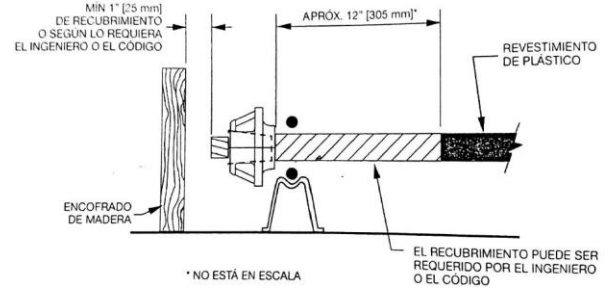


Figura 9. Instalación del extremo fijo.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

10. Por último, se debe de revisar el tendido de tendones (colocación, soportes, silletas, entre otros) y revisar que ningún tendón tenga problemas de revestimiento, ya que esto puede generar problemas de tensado.

Concreto

El manual realiza ciertas recomendaciones acerca del colocado del concreto, con el fin de que no se comentan errores a la hora de realizar el vaciado de aquel, que puedan dañar o afectar el tendido de tendones. Algunas de estas son:

- No se deben de usar aditivos que contengan cloruro de calcio.
- Se debe de realizar la inspección y la aprobación para que los tendones y sus soportes estén bien colocados, ya que una vez colado el concreto no se pueden realizar arreglos de ningún tipo.
- Se debe tener cuidado con el proceso de vibrado del concreto, ya que estas vibraciones en forma deficiente o excesiva pueden generar problemas, y de mayor grado, si corresponden son en las zonas de anclaje.
- Dependiendo del tipo de colocación del concreto se deben de tener los siguientes cuidados:
 - Con camión: en este se deben controlar las cantidades que se colocan, ya que si existen muchos excesos a la hora de corregir, pueden mover la posición de cable y afectar el sistema.

- Con grúa: se debe de vigilar que no se coloque de una altura demasiada alta con el fin de que no afecte ningún tendón o soporte.
- Con bomba fija o telescópica: la boquilla de la bomba no se debe apoyar sobre los tendones y a una distancia que no provoque el desplazamiento horizontal de los tendones.

Anclajes

Se explica aquí acerca de cómo son y cómo funcionan los distintos elementos de anclaje utilizados en el sistema de postensado.

Existen tres tipos de elementos que son factores importantes, así como también tres condiciones de gran relevancia que pueden afectar el funcionamiento de los mismos. Los tres tipos de elementos o factores son: el ancla, el cable y la cuña, y las condiciones son: la condiciones de estos materiales a utilizar, calidad y calibrado del equipo de tensión, y la capacidad y conocimiento de los encargados del proceso, así como también de las cuadrillas.

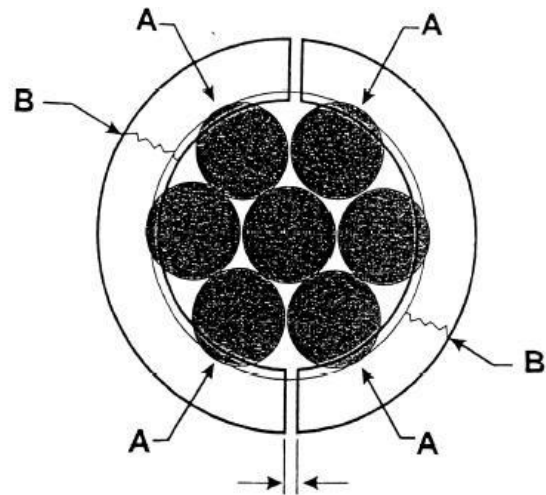
La principal función del sistema es que trabajen las tres partes juntas formando un sistema de anclaje, el cual al combinarlo con el equipo de tensado, logra capacidades de resistencia adecuadas para el sistema de losas y aumenta sus capacidades.

La definición de anclaje tipo cuña está dada por el manual en referencia:

“El anclaje está diseñado para soportar toda la carga (mas el factor de seguridad) y al mismo tiempo permite que la caja biselada interna ceda ligeramente al moverse para completar un asentamiento circunferencial. Los dientes de la cuña penetra la superficie externa del cable, mientras se intenta moldear la superficie irregular del cable en una forma perfectamente cilíndrica. Esto se logra mediante el movimiento bajo presión del acero con la intención de eliminar todos los vacíos y lograr el contacto superficie contra superficie de todas las

áreas de asentamiento hasta que se expresen todos los valores finales de tensado⁷”.

Dentro de las características que presentan las cuñas están fabricadas de un material muy resistente y que tienen la capacidad de penetrar el cable con sus dientes cuando se le aplica tensión al cable, esto se da debido a que está carbocementada (figura 10). Estas tienen una fragilidad necesaria, ya que si no presentan grietas longitudinales esta se despedazaría cuando se aplica una fuerza y se volvería quebradiza.



A = Acción de agarre de los dientes
B = Grietas longitudinales

Figura 10. Funcionamiento cuña-cable.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

Tensado

Una vez que las pruebas a compresión de los cilindros de concreto se realicen y se obtenga la resistencia necesaria para poder tensar, es posible llevar a cabo este proceso, ya que si el concreto no tiene la resistencia necesaria, se pueden crear fallas a la hora de ejercer tensiones interiores en las losas.

Existen varias recomendaciones que hace el manual del Post Tensioning Institute, para preparar el tensado. En el mismo texto se hace la

⁷ (Krauser & Mathews, 2006)

aclaración que son recomendaciones y que no necesariamente se haga de esa manera. Esto dependerá de las prácticas que la empresa tenga, la capacitación que se lleve a cabo y también de las destrezas, conocimiento y experiencia de quien realice el tensado y sus preparativos.

Dentro de las recomendaciones durante el preparativo están:

1. Se debe de remover la formaleta perimetral de la losa; además es necesario realizar una limpieza bastante profunda de la cavidad del anclaje removiendo el concreto.
2. Se debe de quitar el formador de cajas, así como también quitar cualquier tipo de basura o lechada que este en esta zona.
3. Revisar la losa en cuanto a grietas, paneles o cualquier tipo de señas que indiquen que existen problemas con las losas. Se debe de avisar al contratista general para saber cómo resolver estos problemas si eventualmente existieran.
4. También se debe de chequear que los tendones y los anclajes están de manera perpendicular al borde del concreto, con el fin de no tener problemas con el gato hidráulico a la hora del tensado.
5. Se debe de limpiar con *thinner* cualquier contaminante que tenga el cable, así como también el excedente de recubrimiento P/T. Este limpiado no debe de ser hasta el final de la cola del cable, sino que debe ser una distancia que permita el correcto marcado del cable con el fin de que no sea borrado para posteriores mediciones.
6. En caso de que se tenga un anclaje intermedio, se requiere volver a aplicar recubrimiento de P/T después del tensado para no ver afectado los sistemas de protección del cable.
7. Se debe de instalar las cuñas mediante una herramienta de asentamiento, que ayude a ingresar la cuña hasta donde talle el cable para su correcto funcionamiento.
8. Una vez instaladas las cuñas, es necesario marcar con un *spray* de color, a una distancia constante del borde de la losa. Si se deben de tensar ambos extremos, se deben de marcar los dos antes de tensar alguno.

9. Se debe verificar el equipo de tensado. Este debe de estar completamente limpio, especialmente en la zona de las pinzas del gato hidráulico, para que no genere problemas; es importante revisar que las extensiones a utilizar, funcionen de manera correcta que no altere el funcionamiento de la maquina; asimismo, conectar y verificar las mangueras hidráulicas y el manómetro, para asegurarse de que no existan fugas cuando los pistones se encogen y se extienden.

Para el tensado existen las siguientes recomendaciones a realizar durante el proceso:

1. Como se mencionó anteriormente, se debe de corroborar que la resistencia a compresión del concreto esté cumpliendo para poder dar la orden de inicio al proceso de tensado.
2. Se deben de dar las condiciones de trabajo adecuadas. En casos extremos que los cables estén al aire, se deben de instalar andamios para la protección de las cuadrillas que estará trabajando con el gato hidráulico.
3. Inmediatamente después del tensado, el personal a cargo de la inspección de las elongaciones, deberá de realizar la toma de medidas, con el fin de corroborar que las elongaciones están dando según los planos de taller. Si esto no es así, se debe de suspender el proceso de tensado hasta corregir el problema por el cual las elongaciones no se están cumpliendo.
4. Se debe de tener conciencia por parte del equipo de tensado, que este es un proceso muy peligroso que si se realiza de mala manera o con negligencia se puede ocasionar serias lesiones o inclusive la muerte. Los trabajadores se deben de mantener lejos del tendón que se tense. Asimismo se prohíbe el paso de las personas en la zona donde este colocado el tendón.
5. Si el tensado es a una elevación mayor a la del suelo, se debe de amarrar el equipo de tensado a una línea de vida, con el fin de que si ocurre algún problema y algún elemento cae, no sea en las inmediaciones del proyecto.

6. El pistón del gato hidráulico debe estar totalmente retraído para poder iniciar a tensar, después se deben de abrir las pinzas del gato.
7. Coloque el gato hidráulico sobre el cable y empújelo hacia adelante hasta que su punta tope con el anclaje y se apoye en él. Luego, coloque la válvula de 4 vías en la posición para tensar y utilice el interruptor remoto para poner a funcionar la bomba (figura 11).

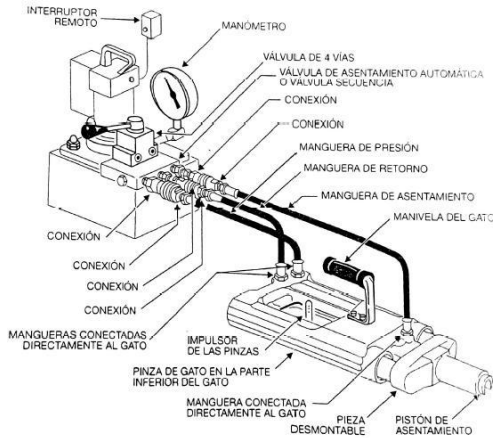


Figura 11. Esquema básico de máquina de tensado.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006)

8. Para operar la bomba, se debe de usar el interruptor hasta que indique la presión deseada en el manómetro. Después se pone la válvula de 4 vías a la posición en retracción, si se activa el interruptor la presión estará en el gato pero es para que en el manómetro baje a cero, haciendo que el pistón se retraiga para una nueva tensión.
9. Una vez que el pistón se retraiga, se escuchará un estallido donde las pinzas soltarán el cable y se despresurizará el sistema, por lo que se puede quitar el gato del tendón.

Es importante que en el proceso de tensado, siempre el manómetro sea fácilmente observable para el operador de la bomba. Además, durante el proceso del tensado se pueden llegar a varios problemas que pueden afectar directamente el desempeño del sistema por completo.

Uno de estos es que el gato no está funcionando de manera normal, debido a que no se retrae ni se extiende; en este caso se deben

revisar las conexiones hidráulicas, con el fin de verificar que no existan fugas que hagan que no se transmita la presión de manera correcta. Esto se puede observar ya que cuando las mangueras están funcionando de manera normal, cuando se retrae o se extiende el pistón, las mangueras tienen mucha presión, por lo que permanecerán rígidas, lo cual es normal; si no es así, pueden haber problemas de fugas o con los empaques.

Otro de los problemas se presenta cuando el gato se extiende de manera normal, pero no se contrae. Esto se debe a un problema mecánico importante, por lo que se recomienda hablar con el técnico del equipo o mandarlo a revisión.

Cuando el gato se extiende y se retrae lentamente. Esto se debe a que las fuentes eléctricas de alimentación del sistema, no son las adecuadas debido al calibre del cable de la extensión. También puede ser por el voltaje utilizado, inclusive afecta si la longitud de la extensión es demasiado larga (no debe ser mayor a 30 metros). Muchas veces también el problema se produce debido a que el aceite de la máquina es insuficiente para desarrollar el proceso, por lo que realiza, pero de manera muy lenta.

Elongación

Como se mencionó anteriormente, la medida de las elongaciones en los tendones se deben de realizar inmediatamente después del tensado, para ir verificando si cumple con las elongaciones. Se realiza por medio de una marca con *spray* en el cable constante. La tolerancia que se maneja es de un 10% para losas en el suelo, y 7% para tendones en otras aplicaciones.

Para la medición de las elongaciones, coloque el marcador estándar contra la superficie de la losa y marque inmediatamente con la pintura de secado rápido. Después de tensar el cable, vuelva a colocar el marcador contra la superficie de la losa y realice la medida que hay entre el marcador y la marca de pintura. Corrobore con los planos de taller que cada tendón tiene la elongación correspondiente, ya que así se asegura un efectivo funcionamiento del sistema.

Algunos de los problemas que se pueden presentar en este proceso, se produce cuando las

medidas no estén coincidiendo con las del plano de taller, por lo que puede ser provocado por algunos de los siguientes problemas:

- No se utiliza un punto de referencia conocido para la medición; asimismo, si el marcador cambia sus dimensiones, lo que provocaría una mala lectura y que no coincida con los planos.
- Una mala calibración del manómetro, por lo que este siempre debe ser probado con otro equipo, para comprobar de que este bien calibrado.
- También se puede dar un mal procedimiento de tensado, cuando la tensión aplicada al tendón no fue la requerida y las elongaciones se ven afectadas.
- Cuando se hacen tensados en ambos extremos del cable, se debe de estar seguros de las sumas o restas de elongaciones.
- Mala instalación de los anclajes, por lo que su cavidad no es la adecuada para tensar, lo que provocaría errores en las elongaciones. También estas se pueden ver afectadas por fallas en el equipo.
- Uno de los problemas más habituales, es el mal colocado de las cuñas, lo que provoca que no retenga el cable de manera adecuada, disminuyendo las elongaciones e inclusive puede provocar accidentes.
- También se pueden dar variaciones en las características de los materiales; pueden ser en las cuñas con sus dimensiones o resistencias, así como también en el cable (módulo elástico, resistencia a la fluencia o sus dimensiones).
- Los problemas existentes en el concreto, por ejemplo, panales o grietas podrían generar una elongación excesiva.

Acabado final

El resultado final del sistema de postensado, se da cuando se realiza el tensado de los tendones, ya que el soporte de la losa está totalmente

garantizado, si se cumplió con los planos de taller y estas estructuras están bien diseñadas.

Pero estéticamente, aún no está al cien por ciento, ya que se le debe de dar el acabado final a los tendones. Este acabado final requiere del corte de las colas y del sellado total de las cavidades por donde se tensa y donde se corta las colas.

El corte de las colas del tendón se puede llevar a cabo inmediatamente después de la verificación de las elongaciones de los mismos. Tal acción se puede realizar por medio de máquinas hidráulicas (cizallas), oxicorte o discos abrasivos. En el caso de que se utilice el oxicorte, tener cuidado de que no se aplique en las cuñas debido a que este podría liberar el cable de las cuñas y causar daños tanto materiales como humanos.

En muchos casos, antes del sellado de las cavidades, se coloca un tapón hermético relleno de recubrimiento P/T. Esto, con el fin de proteger el cable contra la corrosión a largo plazo debido del agua que tenga el sellado de la cavidad. El plazo de colocación después del corte del cable depende del fabricante, pero generalmente no puede excederse de 96 horas, ya que podría verse afectado el cable por otros agentes.

Para la inyección de las cavidades, estas deben de estar completamente limpias de cualquier tipo de suciedad, para asegurar que la lechada de concreto se adhiera de manera correcta a la losa. Estas se pueden instalar inmediatamente después de los tapones de sellado, pero no se deben de exponer por mucho tiempo ni mucho menos, utilizar aditivos que contengan cloruros, ya que sucede lo mismo que se mencionó en el capítulo de la colocación del concreto.

Problemas

En esta sección, se mencionaran los posibles problemas que se pueden presentar durante todos los procesos descritos. También se señala como cumplir con las recomendaciones del manual en estudio.

Dentro de los problemas más frecuentes está la costumbre de contratistas o encargados del área electro-mecánica de realizar penetraciones para instalar previstas o tuberías, por lo que se deberá de respetar el área de alto tensado, conformada según la figura 12.

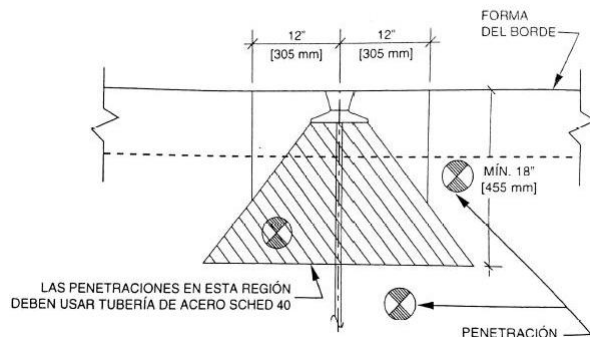


Figura 12. Penetraciones junto a la zona de anclaje de los tendones.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

Es importante que antes de que se realice la colocación del concreto, se verifique que exista la cantidad suficiente de cable para tensar. Este se debe colocar de la mejor manera, jalándolo para que quede suficientemente tallado. Esto debido a que es más fácil mover y colocar un tendón antes de que se encuentre fijado, que se deba de hacer por medio del equipo de tensado.

En la inspección antes del colado del concreto, se debe de revisar que los cables no estén sin el revestimiento para no afectar el tensado del tendón. Se considera que esta sin revestimiento, cuando hay una zona de más de una pulgada de largo de cable expuesto. Por lo tanto, se debería de cambiar el cable y si esta zona es menor a esas longitudes, cubrir el cable con revestimiento o cambiarlo.

Uno de los problemas más críticos y frecuentes en el sistema, se da que los trabajadores o las personas en el proyecto caminan sobre los tendones antes de realizar la colocación del concreto, por lo que aflojan el sistema dejando los cables mal colocados.

Cuando un formador de cajas está mal colocado o queda una abertura entre este y la cavidad del anclaje, por lo que es importante muy bien la adaptación del sistema. También este problema se puede solucionar con la buena colocación del recubrimiento P/T, ya que aunque

exista una zona donde no esté bien colocado el sistema, este recubrimiento hará que la lechada de concreto pase, ya que produce un sello entre ambas.

Es posible que las cuñas no penetren el cable. Esto es debido a que quedan residuos de lechada de concreto en la zona donde son asentadas las cuñas, producido por una separación entre el formador de cajas y el anclaje. Por lo que el cable se derrapara sobre las cuñas y no le ejercerá presión. Además si una cuña está defectuosa no se deberá intentar reutilizar en otra cavidad, ya que afectará el proceso de tensado.

La reparación de panales en concreto se debe de hacer en zonas donde existan bolsas de agregados, arena o vacíos de aire. Tales paneles se debe de corregir por medio de mortero de alta resistencia en conjunto con epóxico para que se adhiera a la losa de concreto. No se deben utilizar aditivos con cloruro por las razones mencionadas en la sección de colocación de concreto. Solo se pueden tensar los cables después de que el parche o lechada de concreto tenga la resistencia de diseño para realizarlo. También se debe de verificar su calidad por medio de un martillo para corroborar que no existan vacíos en la zona.

Es importante realizar las reparaciones de estos panales, ya que previenen de posibles rupturas por estallidos. Dependiendo de la posición y gravedad de la ruptura por estallido, es posible que los tendones cercanos se tengan que destensar antes de quitar el concreto. Este se debe de quitar en cantidad suficiente para la correcta revisión de los anclajes como del estado de los tendones. Los tendones, una vez reparado el concreto y adquirido la resistencia óptima para tensar, se procede al tensado de los cables.

Uno de los problemas críticos que se pueden llegar a presentar es la ruptura del cable, ya sea uno o más hilos, debido a factores como las cuñas mal colocadas o alineadas, exceso de tensión pues el manómetro no está correctamente calibrado. Podría ser que el cable se dañara en el campo o que presentase problemas de fábrica. Muchas veces en las losas una vez que el concreto gane su resistencia y se da el tensado, se dan perforaciones, pero en este tipo de sistema de losas, no se puede realizar las perforaciones, ya que posiblemente afectarán cualquier tendón y por consiguiente la ruptura del cable.

Muchas veces, por la velocidad con que se tienen que hacer las diversas actividades en la construcción, no se verifican las distancias de las colas del tendón. Esto provoca que a la hora de realizar el tensado, este no es suficiente para que el tendón sea prensado por las pinzas del gato hidráulico. Esta situación puede ser debida a que hay un desperfecto de fábrica con respecto a la longitud del cable, por lo que las colas son insuficientes. Si este tendón es muy corto para tensar con el gato hidráulico, se le puede quitar el adaptador delantero y usar las patas del gato para tensar el tendón.

Es un error permitir que cualquier persona este sobre la zona donde se extendió el cable que se esté tensando. El cumplimiento de tal prohibición evitará poner en riesgo a los trabajadores. Además, si eventualmente sucede alguna falla en el equipo de tensado, como se mencionó en capítulos anteriores, estos se deben de fijar por medio de una línea de vida si se realiza a una altura elevada, y estos no deben estar con ninguna falla ni incompletos para prevenir accidentes.

Cuando existan lugares incómodos de tensar, no se debe de hacer el tensado, hasta que se instale correctamente una plataforma con barandas, líneas de seguridad y artículos necesarios para garantizar la protección del trabajador. También se debe de brindar un área limpia de escombros para evitar accidentes con el equipo, al trasladarlo.

Cuando se está tensando algún tendón, es común estar cerca de todos los artefactos eléctricos y mangueras hidráulicas. Por lo tanto se recomienda que, en la medida de lo posible, las personas no deben de estar cerca de aquellas ni del gato hidráulico,. Esto porque, con un defecto que tenga alguno de los artículos anteriormente mencionados, provocaría que puedan salir disparados del edificio. Asimismo, las cuñas y las pinzas del gato se pueden quebrar, produciendo una presión alta en las mangueras y una sobre carga de electricidad.

Se deben revisar las cavidades de los anclajes que no estén rellenas de lechada de concreto, ya que esto afectará el proceso del tensado, si las cuñas no se asientan de manera correcta.

Si se requieren realizar destensado de tendones para la revisión o corrección de los

mismos, tal acción la debe de llevar a cabo personal calificado. Esto debido a es una actividad de alta peligrosidad y con riesgos para los trabajadores. No se deben de aplicar destensados por medio de placas flojas, calzas para incorporar otro gato hidráulico ni mucho menos utilizar dos gatos hidráulicos.

Cuando exista la problemática de una mala colocación del cable o fabricación y las colas de los cables son insuficientes, se debe de mejorar o corregir el estado del cable. Esta acción se puede realizar por medio de empalmes. Para esto se emplea un acoplador, el cual será facilitado y ubicado por el proveedor de postensado. Se deberá de utilizar un tubo de PVC (figura 13), el cual se encargara de proteger el acoplador con suficiente diámetro interno que permita la movilidad del acoplador posteriormente. Asimismo, el vacío que exista dentro de la tubería, deberá ser llenado con recubrimiento P/T.

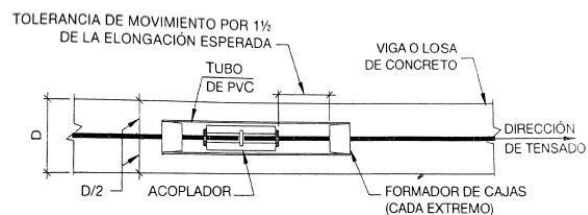


Figura 13. Instalación de acoplador para arreglos.

Fuente: (Krauser & Mathews, 2006).

El buen mantenimiento del equipo o maquinaria utilizada para el monocable, garantiza que el funcionamiento no tendrá ningún problema. Pero es importante también la limpieza del mismo antes y después de cada proceso realizado con el equipo, para evitar basuras, arenas, polvo y otros agentes que afecten el desempeño de la maquinaria. El correcto almacenamiento del equipo también nos ayuda a que su rendimiento se mantenga por mucho más tiempo.

En este equipo se pueden dar varios tipos de fallas. Por ejemplo, fugas en el gato. Si hay una conexión externa, debe desconectarse y luego revisarla. Luego se sella con cinta teflón y se vuelve a conectar; si hay una falla interna, se debe determinar dónde se origina y consultarle al proveedor Si no logra detectar la fuga, se debe llamar un técnico para que la repare con sellos.

Muchas veces el tendón se daña debido a que están mal alineadas las pinzas del gato hidráulico, por lo que al ejercer presión, lo realiza en distintos puntos y crea un plano de falla en el cable. Esto se debe de solucionar antes de tensar. La solución es quitar las placas retenedoras para remover y alinear las pinzas manualmente, cuidando que las placas y los tornillos estén correctamente instalados.

Las bombas tienen un depósito de aceite con capacidad para dos galones. Pueden brindar un correcto funcionamiento, aun teniendo la mitad de la capacidad de aceite. Pero si se presenta un problema de que la bomba no alcanza la presión de tensado, puede ser debido a que el nivel de aceite de la bomba es bajo. En ocasiones, tal dispositivo no alcanza la presión de tensado, debido a que el regular de presión no está en óptimas condiciones, por lo que el proveedor deberá de suministrar la solución de este problema.

Uno de los problemas más comunes es una mala conexión eléctrica, lo que ocasiona que la bomba esté funcionando de manera muy lenta. Como se mencionó anteriormente, se requiere que las conexiones eléctricas sean de cable calibre 12 y que su longitud no sobrepase los 30 metros; también se requieren 110 voltios y 30 amperios para que funcione de manera adecuada.

Se debe de notificar al proveedor cuando la aguja del medidor de presión no llega a la marca de cero. Esto se puede dar, si existe aire atrapado en el medidor. Ahora bien, si se oprime la válvula de bola de la conexión y la aguja llega a cero, no debe de notificarse; pero si no se soluciona con este procedimiento, es mejor que un técnico llegue a revisar el medidor.

Seguridad

Antes de llevar a cabo el proceso de tensado, se deben de tener en cuenta varios aspectos, para no convertir la actividad en más riesgosa de lo que ya es. Primeramente es importante comprender todos los temas relevantes que recomienda el Manual de postensión, así como manejar los términos importantes sobre la

maquinaria y por qué se deben de realizar las cosas y el cuidado que hay que tener en esta.

Nunca se deben de mezclar sistemas de tensado, ya que muchas veces se realiza esto porque un sistema está incompleto o ciertas partes de él funcionan y otras partes de otro equipo funcionan solo como repuestos. Esto pone en peligro el funcionamiento del sistema y a los trabajadores que están en la actividad.

Dentro de las normas que se establecen en la empresa con el fin de garantizar la salud del trabajador para evitar posibles riesgos, está mantener siempre el orden y la limpieza. Se debe recoger siempre la basura en la zona donde se está trabajando. Independientemente de si es de postensado o no, se hacen barricadas en las áreas donde se va a tensar a lo largo del cable para evitar posibles accidentes. Asimismo, es importante tener conexiones eléctricas en buen estado para evitar descargas. Además se prohíbe totalmente la perforación de la losa.

Durante el proceso de armado existen riesgos de tropiezos o torceduras al existir cables y armadura sobre el fondo; también los trabajadores pueden sufrir cortaduras y heridas por el manejo del acero.

Al ser un edificio de varios niveles, también existe el riesgo de que existan caídas al mismo nivel en el que se está, como a otros niveles más bajos. También existe el riesgo de recibir un golpe por parte de un objeto que sea trasladado por medio de la grúa.

Para evitar estas situaciones antes del postensado, se debe de asegurar que todo el personal esté alerta para cuando se va a tensar, explicar que es una actividad con jerarquía, por lo que si se están realizando otras labores en la zona, se debe de detener totalmente y desalojar el área. También se debe de tener una plataforma para lugares incómodos cuando se va a tensar o cortar el cable, para darle seguridad al personal.

Cuando se está tensando, existen riesgos de majonazos, golpes por el gato hidráulico y caídas a distintos niveles. Por lo que para evitar accidentes, se impide el paso de cualquier persona y se debe de estar atento por ambas partes: la cuadrilla que está tensando para no generar actos riesgosos para su grupo ni para los otros trabajadores: estos últimos por si existe algún problema.

Después del tensado se debe de controlar que no existan grietas en la losa tensada, ya que esto generaría un accidente fatal en la construcción. Es importante dejar claro, a partir de la rotulación, que no se permiten las perforaciones, así como también andar inspeccionando que no lo hagan. Se adjunta en anexos A, el panfleto que se entrega a los trabajadores en la charla de seguridad con respecto a este tema.

Estadística

Para una mejor comprensión del trabajo, se deben explicar algunos términos de la estadística que son utilizados más adelante en el desarrollo del trabajo, ya que muchos de los análisis y datos se deberán de interpretar por medio de tal disciplina

Primeramente la estadística está definida como la disciplina científica que utiliza grandes conjuntos de datos numéricos para obtener inferencias basadas en el cálculo de la probabilidad. (Real Academia Española, 2001)

También es importante conocer los términos de población y muestra: la población está dictada por un conjunto de elementos en estudio, mientras que la muestras es un subconjunto de aquella.

Los conceptos que se utilizaran para el desarrollo del proyecto son:

- Muestra: es una subdivisión de una población en estudio
- Media: es el promedio o medida que se utiliza con mayor frecuencia. Se calcula sumando todas las observaciones de un conjunto de datos, dividiendo después ese total entre el número de datos involucrados.
- Desviación estándar: corresponde a la raíz cuadrada de la varianza y constituye la medida de dispersión más utilizada para muestras de gran tamaño

Productividad

Este concepto es importante en el desarrollo del proyecto, ya que se debe de conocer las técnicas para la medición de la productividad, así como establecer estándares de recursos que necesita cada actividad puesta en estudio. Esto ayuda a optimizar tales estándares mediante a una correcta planeación, lo que aumenta la cantidad de producto esperado y disminuye la cantidad de recursos necesarios para llevarlo a cabo, ya sea humano, monetario, de tiempo, materiales, entre otros.

Existen conceptos necesarios para el buen entendimiento de proyecto; por ejemplo, la productividad, la cual se refiere a la relación entre el gasto de recursos que se tiene y el producto que se obtiene. Se disminuyen los tiempos improductivos (tiempos muertos en el cual no se realizan actividades que colaboren al objetivo principal de la actividad).

El concepto de proceso es: “según Koskela como el flujo de material o información desde la materia prima hasta el producto final. En este flujo existen las actividades de procesamiento, que representan la conversión de la producción; las actividades de inspección, movimiento y espera, que son denominadas actividades de flujo”. (Almeida, 2001).

Por otra parte, un proceso es una subdivisión de una operación, lo que conlleva a decir que se debe de tener una secuencia lógica de procesos que lleven a cabo una operación.

Algunas de las técnicas sobre las cuales se investigaron son: *Crew Balance*, *Five Minutes Rating* y *Work Sampling*, debido a que se adaptan de mejor manera para la medición de productividad en el campo de la construcción.

Crew Balance quiere decir en español el *balance* del grupo de trabajadores; este fue desarrollado por un grupo de ingenieros en producción industrial los cuales demostraron la capacidad de representar la productividad de recursos humanos o maquinaria por medio de gráficos.

Estos gráficos consisten en crear un sistema de representación de las actividades realizadas por el recurso (humano o maquinaria), por medio de barras verticales. Se indican en el

eje de las abscisas, cada uno de los trabajadores y en el eje de las ordenadas, el tiempo que duran realizando una actividad para llevar a cabo una operación.

Esta información ayuda a generar un criterio sobre qué actividades están sobre pobladas de recursos o de trabajo; asimismo, señala en qué procesos se da mayor cantidad de tiempos muertos, cómo se pueden invertir estos tiempos, dependiendo de las actividades que más lo requieran para así poder disminuir los costos de la operación.

La traducción de la técnica *Five Minutes Rating*, significa la valoración de los cinco minutos; pero en realidad no es cierto que el lapso de medición es de cinco minutos, sino más bien que se realizan las mediciones en lapsos de tiempo, por lo que la técnica podría ser llamada correctamente en la traducción como: Medición por intervalos de tiempo.

Con esta técnica se logra evaluar de manera sencilla una operación en estudio de productividad, así como también si se tiene sospechas de que es una actividad en la que los trabajadores o las maquinarias no están produciendo lo esperado. Esto disminuye los rendimientos de producción. Se pone en práctica esta técnica para identificar qué tipos de situaciones se están dando con la actividad, ya sea problemas de tiempos muertos, o que la actividad si está requiriendo esa cantidad de tiempo y por lo tanto, conocer la razón para poder intervenir de alguna manera en su mejoramiento.

Por último y no menos importante, está la técnica *Work Sampling*. Se dice que la medición permanente de la productividad es muy costosa, ya que se requiere de personal para obtener gran cantidad de muestras de campo. Por cuanto muy pocos datos no son representativos para la evaluación de la productividad de un proceso.

En este sistema se realizan mediciones a las cuadrillas de trabajo para clasificar las actividades de los trabajadores o maquinaria en categorías con el fin de obtener la productividad de estas en ciertos procesos a fin de evaluar una operación. La sumatoria total de observaciones para tener un estudio garantizado de productividad es de 385 como mínimo.

Las categorías en las que se pueden clasificar las labores dependen mucho del evaluador y de los recursos de producción

medidos; por lo general se clasifican en tres principales que son: trabajo productivo, trabajo de apoyo y tiempos muertos. El trabajo productivo es el trabajo realizado con el fin de conseguir el objetivo: cumplir con el proceso; mientras que el trabajo de apoyo no constituye una labor directa de la actividad, pero es requerida para cumplir con la producción (por ejemplo: acarreo de material y herramientas). Además, el tiempo muerto es aquel en el que no se realizan actividades que son necesarias para el desarrollo de la actividad, lo que equivale a atrasos.

A partir de estos métodos, se aplican cambios en las actividades que se tengan mayores tiempos de improductividad. Esto ayuda a generar un mejor planeamiento de las actividades, ya que se logra optimizar los recursos como se mencionó anteriormente. Esto se logra debido a que se identifican posibles problemas que se dan en las actividades.

Dentro de los problemas más comunes, según Luis Martínez (1990) está la gran cantidad de tiempo que se pierde por estar trasladándose, ya sea por ir por herramientas o por material. También, por los malos diseños de sitio, ya que los trabajadores se tienen que movilizar largas longitudes para obtener algún recurso necesario para avanzar con la operación.

Otra de las causas mencionadas), es la variabilidad de recurso disponible en una construcción al momento que se requiere, ya sea de materiales debido a que se gastó mucho más de lo esperado o calculado, o con recursos humanos, que las cuadrillas que se tienen o están sobre pobladas, lo que ocasiona mayor cantidad de tiempos muertos, o falta de personal. Tales situaciones generan atrasos al no poder realizar las actividades de manera efectiva.

Esto también se da por malas planeaciones y ejecuciones por parte de los altos mandos, ya que si tiene conocimiento de que una actividad requiere mayor cantidad de material o mayor cantidad de personal, se debe de prever que se necesita de más recursos para cumplir con la meta optimizando el proceso.

Muchas veces en la ejecución de obras, se dan retrasos también debido a que no existe coordinación entre cuadrillas de trabajo, ya que se estorban entre ellos mismos al realizar ciertas labores en las mismas zonas. Por lo tanto, se debe realizar una mejor planeación, dictando

jerarquías de actividades, en las cuales se identifiquen cuáles son las más críticas con respecto a una planeación previa y que actividad no puede ser retrasada por ningún motivo, porque atrasaría a otras actividades.

Entre lo que más se presenta en la mayoría de las construcciones, es la falta de instrucciones por parte de los maestro de obras, ingenieros o altos puestos que autoricen e indiquen como realizar cierto proceso. Los trabajadores no pueden avanzar, lo que genera que se queden sin realizar labores que ayuden a terminar con los objetivos de manera más eficiente.

Actualmente, en la era de la tecnología, los trabajadores tienen acceso a esta en sus celulares, por lo que muchas veces en las construcciones se prohíbe este tipo de artículos mientras se esté laborando; pero en otras es muy difícil controlar esto al ser gran cantidad de personas, por lo que afecta al buen desempeño de las cuadrillas al recibir llamadas, escribir mensajes de texto, entre otras cosas que se pueden realizar con estos dispositivos; haciendo que las actividades tengan una baja productividad.

VIVE Etapa 2

En este capítulo, se describen las particularidades del proyecto “VIVE Sabanilla etapa 2”, con el fin de comprender qué tipo de proyecto es, sus alcances, entre otros detalles relevantes del proyecto. También, se enfocan los procesos, procedimientos, recursos materiales y humanos que se pudieron observar en la realización de este proyecto. Además se señalan los aspectos de seguridad que aplica la empresa en distintas actividades que desarrollan.

Bilco Costa Rica

Esta empresa tiene sus oficinas centrales ubicadas en San Rafael de Escazú, 300 metros noreste de la rotonda de EPA. Esta es una empresa única en el sector de construcción, concebida con la intención de ofrecer un servicio superior al cliente. Como contratista general, trabajan en conjunto con el cliente a través de todo el proceso, basándose en trabajo en equipo, cooperación y un fuerte deseo de superar las expectativas del cliente. Esta empresa fue fundada en enero del 2010, desarrollando proyectos como: condominios de lujo, plantas industriales, edificios de parqueos, almacenes comerciales y oficinas de alta clase.

Actualmente la empresa, está desarrollando un proyecto llamado “VIVE Sabanilla” en el que se desarrolló esta Práctica, el cual está ubicado en Sabanilla de San Pedro de Montes de Oca y está a cargo del Ingeniero Bernardo Alfaro Solís (Gerente del proyecto).

En la actualidad se está desarrollando la segunda etapa de construcción del proyecto. Este consiste como un edificio de uso mixto, que consta de 114 apartamentos de 1 a 3 habitaciones, y cuenta también con un centro comercial con sus locales. Presenta un área total de 7500 m² y cinco niveles, más sótanos y azotea.

La empresa está llevando a cabo el proyecto como contratista general, por lo que está encargada de la dirección de todo el proyecto y

en la ejecución de la mayoría de los trabajos. Algunos se ejecutan por medio de subcontratos para especialistas en cada ámbito; por ejemplo, la parte electromecánica, paredes livianas, ventanería, muebles, puertas, entre otros; asegurándose así un nivel alto de calidad, que es lo que espera el cliente al final de la construcción del proyecto.

La particularidad del proyecto, como se mencionó anteriormente en el marco teórico, lo constituyen las losas de este edificio son desarrolladas por medio del sistema de losas postensadas en campo. En el país este sistema es relativamente nuevo, ya que si existen algunos edificios con este sistema, pero no son ejecutados por los contratistas generales, ya que se debe de realizar una capacitación en el extranjero, ya que solo si se está certificado por el Post-Tensioning Institute, se pueden desarrollar este tipo de losas.

Metodología

El desarrollo de este trabajo, es el resultado de una secuencia de actividades, las cuales se realizaron para cumplir con cada uno de los objetivos planteados en el capítulo de la introducción de este informe. Por lo tanto se detallan aquí las principales acciones mediante una descripción para un entendimiento sencillo del trabajo.

Las visitas al proyecto VIVE Sabanilla, permitieron determinar las actividades del proceso de postensado; también se observaron los recursos tanto humanos como de equipo necesarios. Se realizaron consultas técnicas a los profesionales a cargo, Ingeniero Bernardo Alfaro (Gerente del proyecto) y al Ingeniero Javier Córdoba (Ingeniero Residente), los cuales explicaron el proceso y la logística que se manejaba para el desarrollo de las actividades.

Teniendo claro la secuencia de actividades, se procede a la generación de diagramas representativos de los procesos que van a estar en estudio. También los recursos se representan en estos diagramas de flujo y modelos de proceso.

A la vez que se generaban estos diagramas se investigó acerca de las técnicas que se utilizan para medir productividad en las industrias. Se llegó a la decisión de que muchas de las técnicas no son aplicables al ámbito de la construcción, ya que son más para industrias de fabricación, por lo que se eligieron las que se adaptan más al campo de la construcción que son: *Five Minutes Rating*, *Work Sampling* y *Crew Balance*, cada una de estas explicadas en el capítulo de marco teórico.

También se les consulto a los ingenieros a cargo del proyecto sobre la medición de rendimientos en las actividades, y se tomó la decisión de que se ocuparían los mismos en términos de costos. Para ellos es mejor verlo en términos económicos, pero también se generó un estudio en cuanto a "horas hombre" que se requieren para elaborar la actividad, con el fin de que en el futuro sirva para la planeación más

exacta de otros proyectos de la empresa, incluido la etapa 3 del mismo proyecto.

Como objetivo se planteó generar un sistema de control para estas actividades, por lo que se crearon listas de verificación. Esto, con el fin de garantizar que las actividades se llevaran a cabo de la mejor manera en todos los procesos que se ven involucrados en estas operaciones.

Por último, se creó un plan de mejoramiento para las actividades en estudio, como recomendaciones a aplicar por la empresa en estas actividades, con el propósito de que se mejoren las actividades en los ámbitos de productividades, costos, comodidad, seguridad, entre otros aspectos relevantes. Todo esto, para generar un sistema de losas postensadas más eficientes, de mejor calidad y con mayor protección para el personal que lo realiza.

Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos durante el estudio de las actividades asignadas por el Gerente del proyecto, en conjunto con el Ingeniero Residente. Para esto, se revisan las operaciones a las cuales el proyecto requería un estudio.

Primeramente se muestra el diagrama de flujo de las actividades en estudio en la construcción de losas postensadas, con el fin de conocer la secuencia de actividades como se muestra en las figuras 14 y 15.

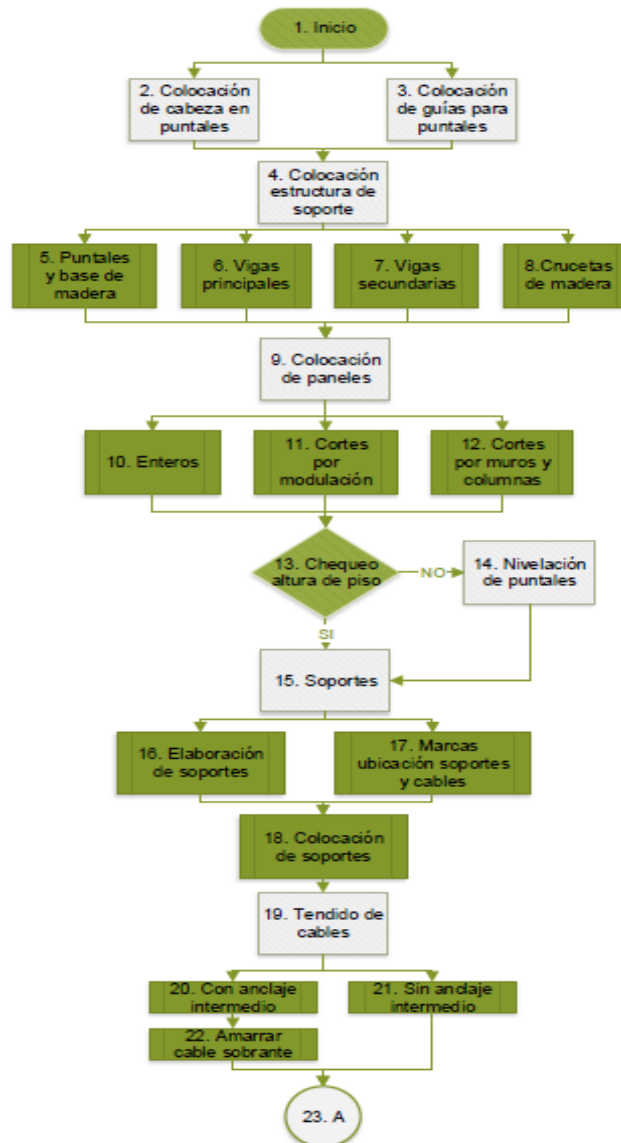


Figura 14. Diagrama de flujo de las actividades para la construcción de losas postensadas, parte A

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Visio 2013).

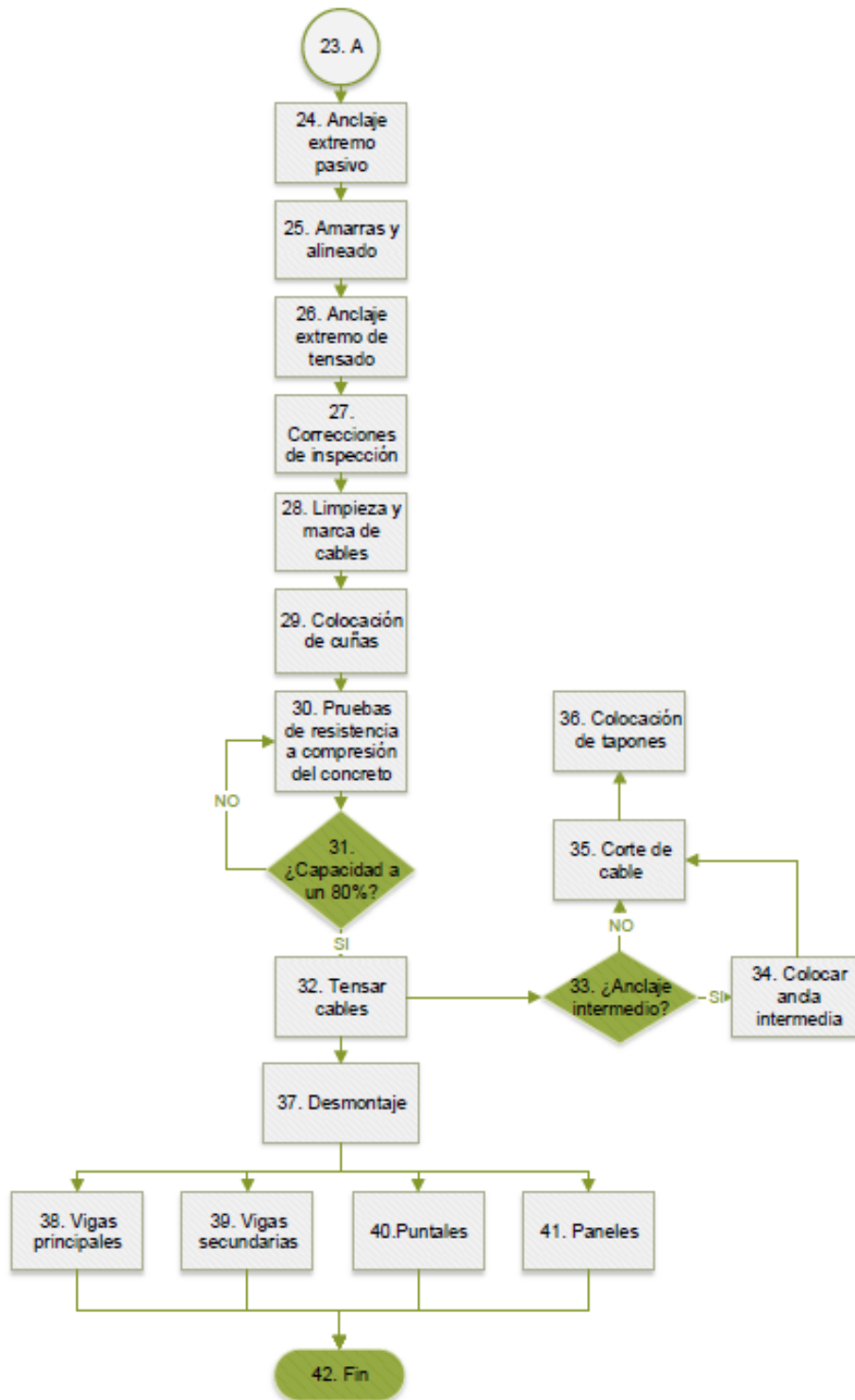






Figura 15. Diagrama de flujo de las actividades para la construcción de losas postensadas, parte B.
Fuente: Elaboración propia (Microsoft Visio 2013).

Se establecieron tres actividades u operaciones principales, con el fin de subdividir las actividades para un mejor control de los procesos. Estas son: la colocación de la formaleta de fondo, la colocación de tendones y la postensión de los cables.

Esto permitió observar los recursos necesarios para llevar a cabo la actividad y en

consecuencia, la operación principal, por lo que se desarrollaron los Modelos de Proceso de cada uno, con la simbología mostrada en el cuadro 1. Asimismo, se determinan los recursos humanos y de herramientas o equipo que se requieren. Estos modelos de procesos se muestran en las figuras 16, 17 y 18.

Cuadro 1. Simbología utilizada para la creación de diagrama de modelo de procesos con base a modelos Microcyclone.

Nombres	Simbología	Función
Actividad		Se usa para las Actividades que no requieren de Recursos, así como también para encabezar un diagrama de Modelo de Procesos y subdividir Tareas.
Tarea		Establecen los procesos que requieren de un recurso, por lo que si no se encuentran disponibles estos recursos, no se pueden llevar a cabo las tareas.
Queue		Precede las tareas, indicando que cada Tarea requiere de un Queue o Recurso tomándolo y luego devolviéndolo para seguir con la siguiente Tarea.
Secuencia		Indica el orden lógico de las actividades y tareas así como el flujo de las mismas.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

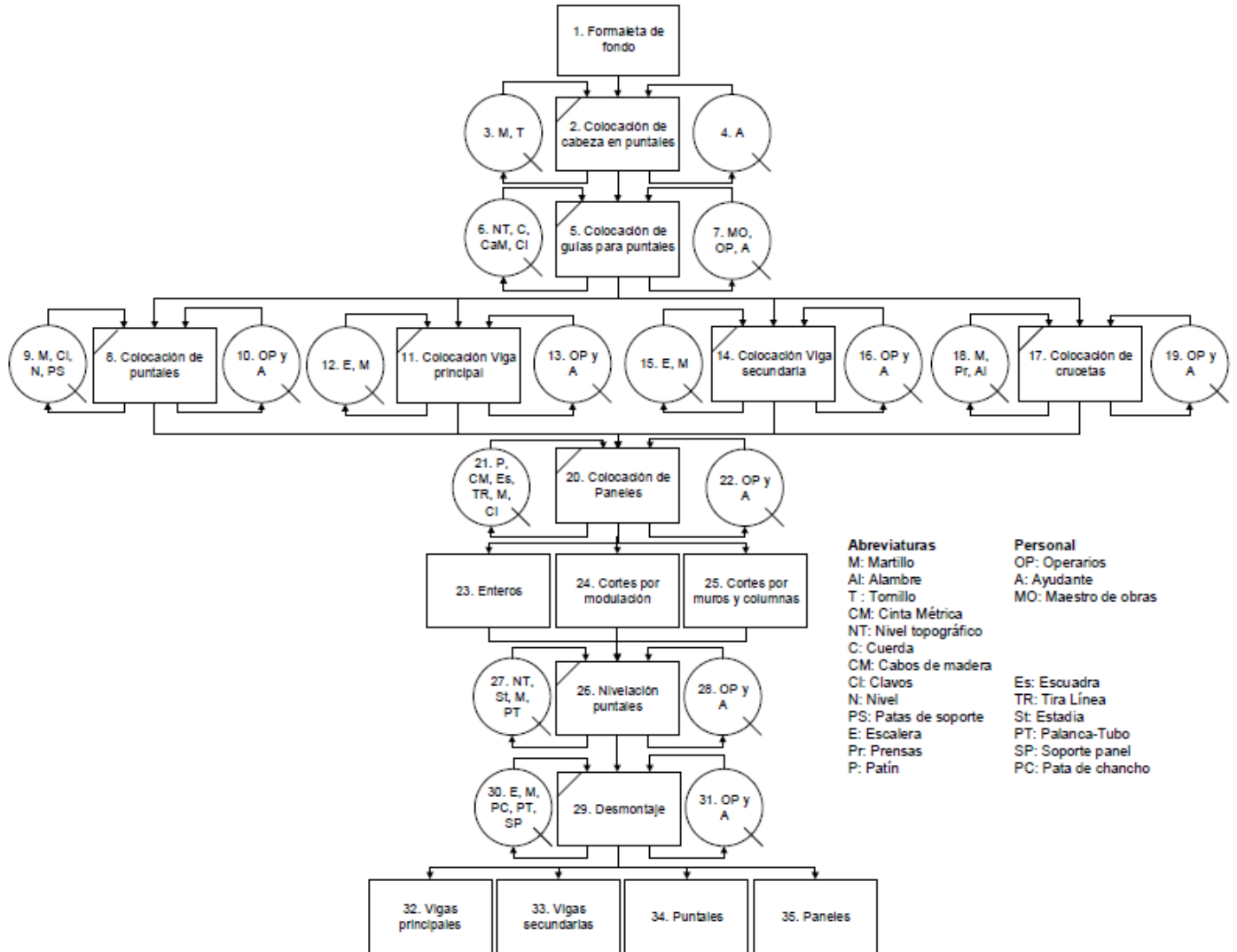


Figura 16. Diagrama del modelo de procesos con simbología Microcyclone de la operación 1.0 Colocación de la formaleta de fondo.

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Visio 2013).

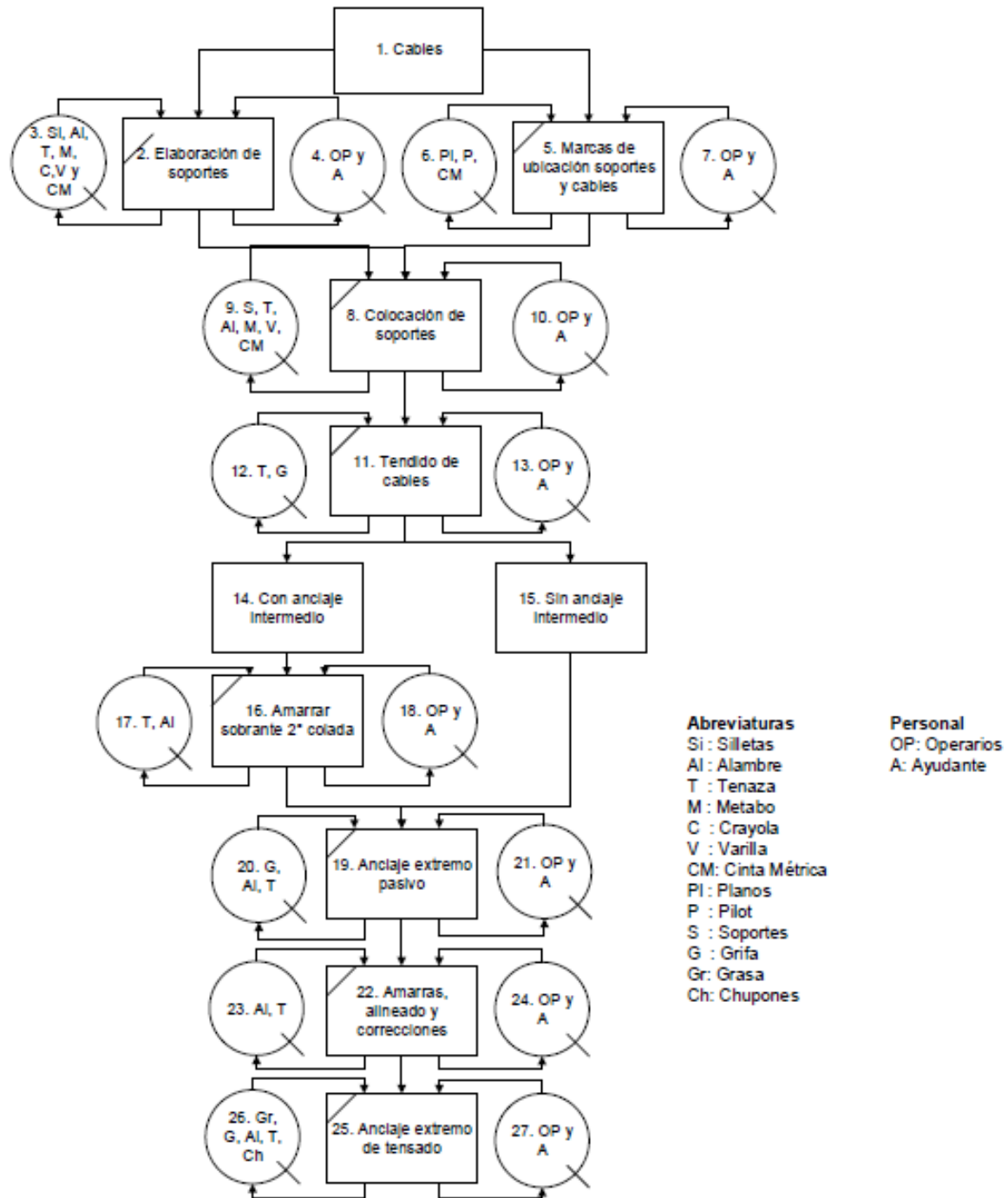


Figura 17. Diagrama del modelo de procesos con simbología Microcyclone de la operación 2.0 Colocación de cables.

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Visio 2013).

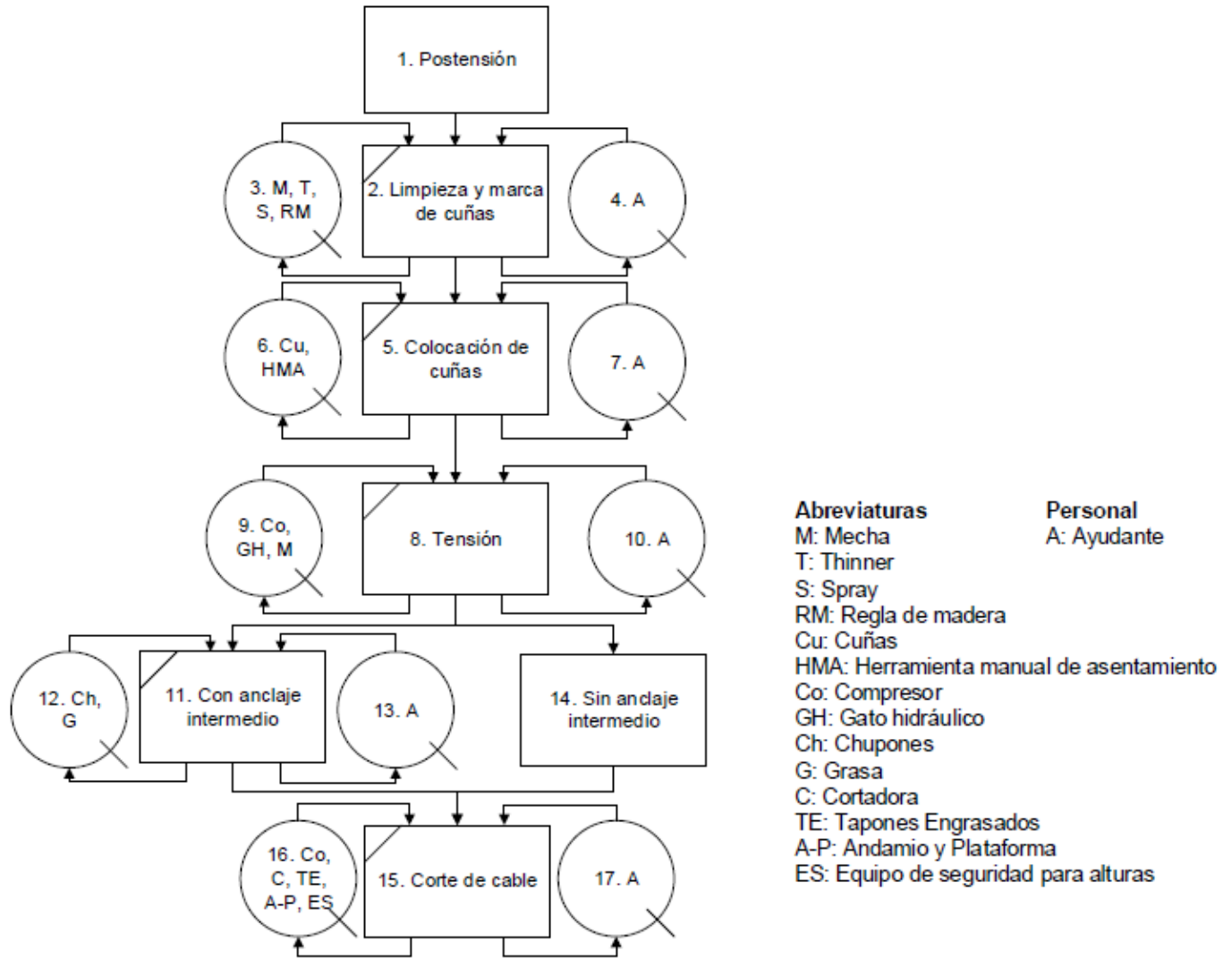


Figura 18. Diagrama del modelo de procesos con simbología Microcyclone de la operación 3.0 Postensión

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Visio 2013).

Ya con la secuencia claramente establecida mediante los diagramas anteriores, se crea, en conjunto con los ingenieros del proyecto, una hoja para la toma de medidas en campo, con todos los aspectos que la empresa desea conocer, como lo son: hora de inicio, hora final, cantidad de trabajadores, la cantidad elaborada de la actividad que se está midiendo, así como también otras observaciones con el fin

de anotar cualquier inconveniente o particularidad en la medición.

También se establece una codificación con el fin de tener un orden para esta sección de resultados, la cual está mostrada en el cuadro 2.

Cuadro 2. Codificación de operaciones y procesos.

Operación	Proceso	
1.0 Formaleta de fondos	1.1 Colocación de cabezas en puntales	
	1.2 Colocación de estructura soportante	
	1.3 Colocación de paneles de fondo	
	1.4 Nivelación de puntales con nivel topográfico	
	1.5 Desmontaje de estructura y paneles	
2.0 Cables	2.1 Elaboración de soportes	
	2.2 Marcación de ubicación de soportes	
	2.3 Colocación de soportes	
	2.4 Tendido de cables	2.4.1 Con anclaje intermedio
		2.4.2 Sin anclaje intermedio
	2.5 Anclaje extremo pasivo	
	2.6 Amarrado de cables de 2° colada	
	2.7 Amarras (alineado de cables)	
2.8 Colocación de anclajes en formaleta perimetral		
3.0 Postensión	3.1 Limpieza, marca de cables, colocación de cuñas	
	3.3 Tensión	
	3.4 Corte de cable en caso de ser una colada	
	3.5 Engrasado y colocación de ancla intermedia en caso de ser dos coladas	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

En el cuadro 3, se muestra como están conformadas las cuadrillas relacionadas con las tres principales operaciones en estudio, con el fin de tener una clasificación posterior de las

mismas. Esto depende de las labores que realizan, su encargado y el salario que gana cada trabajador, como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 3. Personal en el campo, realizando las actividades que estuvieron en estudio.

TIPO	NOMBRE	SALARIO	ENCARGADO
A1	YACER ANTONIO SOLIS NUÑEZ	1267	HOLMAN
A1	DIEGO ESTEBAN MARIN IBARRA	1267	
A1	NORVIN ALEXANDER LANZAS LOPEZ	1267	
A2	RONALD ENRIQUE MATA RODRIGUEZ	1300	
A1	GUIDO ALBERTO CALVO MONTENEGRO	1267	
TRASADOR	RAFAEL ANGEL TRUJILLO GARAY	1700	
ALBAÑIL	SANTIAGO JOSE RAUDEZ PAVON	1500	GONZALO
ALBAÑIL	LUIS ERNESTO ARGEÑAL MAYORGA	1405	
ALBAÑIL	ALEXANDER GERARDO VARGAS MONGE	1400	
ALBAÑIL	JUAN ANTONIO ARIAS	1405	
A1	ANTONIO NONORY	1267	
A1	JUNIOR HERBBE CHACON ACUÑA	1267	
A1	JOSE ANTONIO NAVAS CACERES	1267	
A1	FREDDY MORAGA MORAGA	1267	
A1	PABLO SABALLO ALBERTO	1267	
A1	SERGIO ANTONIO GARCIA ALVAREZ	1267	
A1	GILBERTO ANTONIO ALVAREZ CONDEGA	1267	
A1	SANTOS CATALINO ALVARADO PUERTO	1267	
A1	JOAQUIN ERNESTO SALAZAR RICHMOND	1267	
O1	SANTOS WILFREDO PALMA URBINA	1352	DOUGLAS
O2	YADER RAMON ARCE PRADO	1600	
O2	HERNAN GUADALUPE CAMPOS RIVAS	1600	
O3	SERGIO RAMON REYES JIRON	1405	
O1	ROGER FRANCISCO CALVO MONTENEGRO	1352	
O1	SELEY AGUSTIN DURAN AVENDAÑO	1352	
O2	LUIS ALBERTO MARTINES NARVAEZ	1600	
O4	ELMERSON ANTONIO RIOS TOVAL	1456	
O5	HEBERTO ANTONIO CORTES GONZALES	1450	
O6	JOSE ANGEL MENESES ESCORCIA	1405	
O1	DENIS CASTRO	1352	
A1	RICARDO ESTEBAN TORREZ GUTIERREZ	1267	
A1	MELVIN DURAN PRADO	1267	
A1	HUAN HERIBERTO ORTIZ MURILLO	1267	
A1	ALEXANDER ANTONIO ESTRADA AGUIRRE	1267	
A1	SERGIO ANTONIO VIVAS MORA	1267	
A1	SANTIAGO MIGUEL RIOS TOVAL	1267	
A1	JULIO CESAR PEREZ ALVARADO	1267	
A1	RONALD ALONSO ARAYA CESPEDES	1267	
A1	LUIS ADOLFO BLANCO FLORES	1267	
A1	MARCOS JOSE ALVARADO TORRES	1267	
A1	VICTOR MANUEL JAENZ GONZALES	1267	
A1	OSCAR EDUARDO AGUIRRE SANCHEZ	1267	
A1	APARICIO BRAVO SOZA	1267	
A1	MANUEL ANTONIO SALAZAR RICHMOND	1267	
O3	EDDY JOSE RIVAS TELLEZ	1405	MARTIN
O3	JOSE OMAR FLORES MUÑOZ	1405	
O3	CARLOS JOSE ORTIZ DAVILA	1405	
O3	ROBERTO RICARDO ALTAMIRANO JARQUIN	1405	
A1	ISAC ACUÑA QUESADA	1267	
A1	CARLOS GEOVANNI ARTAVIA GOMEZ	1267	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010, con datos del planillero del proyecto.

Cuadro 4. Clasificación de los trabajadores por categoría y costo de la hora trabajada.

Clasificación	Costo HH
Ayudante 1 Holman, Douglas y Martín	₪1,267.00
Ayudante 2 Holman	₪1,300.00
Operario 1 Douglas	₪1,352.00
Operario 2 Douglas	₪1,600.00
Operario 3 Douglas y Martín	₪1,405.00
Operario 4 Douglas	₪1,456.00
Operario 5 Douglas	₪1,450.00
Operario 6 Douglas	₪1,405.00

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Rendimientos

En el cuadro 5, se muestra la hoja creada para la toma de rendimientos en campo, con el fin de estandarizar la toma de muestras en el campo.

Cuadro 5. Hoja para la toma de muestras en el campo de rendimientos para las actividades involucradas en la construcción de losas postensadas.

Medición de rendimientos para las actividades relacionadas con el sistema de losas postensadas								Código:	MR-01	
Fecha de inspección:				Fecha de emisión:				Diciembre, 2014	Versión:	1°
Actividad	Proceso		Hora de Inicio	Hora Final	O #	A #	Unidad	Cantidad	Observaciones	
1.0 Formaleta de fondos	1.1 Colocación de cabezas en puntales									
	1.2 Colocación de estructura soportante									
	1.3 Colocación de paneles de fondo									
	1.4 Nivelación de puntales con nivel topográfico									
	1.5 Desmontaje de estructura y paneles									
2.0 Cables	2.1 Elaboración de soportes									
	2.2 Marcación de ubicación de soportes									
	2.3 Colocación de soportes									
	2.4 Tendido de cables	2.4.1 Con anclaje intermedio								
		2.4.2 Sin anclaje intermedio								
	2.5 Anclaje extremo pasivo									
	2.6 Amarrado de cables de 2° colada									
	2.7 Amarras (alineado de cables)									
2.8 Colocación de anclajes en formaleta perimetral										
3.0 Postensión	3.1 Limpieza, marca de cables, colocación de cuñas									
	3.3 Tensión									
	3.4 Corte de cable en caso de ser una colada									
	3.5 Engrasado y colocación de ancla intermedia en caso de ser dos coladas									

Fuente: Elaboración propia, Microsoft Excel 2010.

En el cuadro 6, se ejemplifica como se tomaron los datos de rendimientos en campo para la actividad 1.1 Colocación de cabezas en

puntales, mientras que las otras actividades están ubicadas en la sección de Apéndice A.

Cuadro 6. Resultados de la medición de rendimientos para la colocación de cabezas en puntales.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	O #	< #	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
1.1 Colocación de cabezas en puntales	01:00:00	03:00:00	0	2	0.0	4.0	€5,068.00	unid.	30	€168.93	0.13	8 de agosto	Tarde lluviosa, a la 1:40 el O5 se fue a ponerse capa y volvió a la 1:51, a las 2:10 llueve en gran cantidad por lo que se detienen las labores y retornan a las 2:30
	10:00:00	10:55:00	0	2	0.0	1.8	€2,322.83	unid.	19	€122.25	0.10	4 de setiembre	
	01:00:00	02:18:00	0	2	0.0	2.6	€3,294.20	unid.	23	€143.23	0.11	16 de setiembre	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

En el cuadro 7, se muestran los resultados obtenidos para cada una de las actividades estudiadas en la construcción de losas postensadas, así como también la aplicación de la estadística para cada uno de los

valores, tanto para rendimiento de costo de mano de obra por unidad realizada, como para el rendimiento de HH consumidas por unidad realizada.

Cuadro 7. Resumen de los rendimientos de costo y rendimientos de HH por cada proceso.

Actividad	Proceso	Rendimiento c/unidad	Desviación estandar	Rendimiento HH/unidad	Desviación estandar	Unidad	
1.0 Formaleta de fondos	1.1 Colocación de cabezas en puntales	₡144.80	23.38	0.11	0.02	unid.	
	1.2 Colocación de estructura soportante	₡270.16	43.17	0.20	0.03	m2	
	1.3 Colocación de paneles de fondo	₡149.30	28.23	0.11	0.02	m2	
	1.4 Nivelación de puntales con nivel	₡122.36	57.37	0.09	0.04	unid.	
	1.5 Desmontaje de estructura y paneles	₡249.87	62.52	0.19	0.05	m2	
2.0 Cables	2.1 Elaboración de soportes	₡97.05	45.05	0.07	0.03	ml	
	2.2 Marcación de ubicación de soportes	₡53.92	13.23	0.04	0.01	unid.	
	2.3 Colocación de soportes	₡101.40	63.80	0.07	0.05	ml	
	2.4 Tendido de cables	2.4.1 Con anclaje intermedio	₡24.94	10.20	0.02	0.01	ml
		2.4.2 Sin anclaje intermedio	₡21.36	8.77	0.02	0.01	ml
	2.5 Anclaje extremo pasivo	₡225.25	52.26	0.17	0.04	unid.	
	2.6 Amarrado de cables de 2° colada	₡151.04	25.32	0.11	0.02	unid.	
	2.7 Amarras (alineado de cables)	₡20.72	9.57	0.01	0.01	unid.	
2.8 Colocación de anclajes en formaleta perimetral	₡147.71	48.50	0.11	0.04	unid.		
3.0 Postensión	3.1 Limpieza, marca de cables, colocación de cuñas	₡52.97	12.58	0.04	0.01	unid.	
	3.3 Tensión	₡63.49	12.82	0.05	0.01	unid.	
	3.4 Corte de cable	₡68.42	15.44	0.05	0.01	unid.	
	3.5 Engrasado y colocación de ancla intermedia en caso de ser dos	₡134.09	13.58	0.08	0.04	unid.	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Para la obtención del costo de instalación de losas postensadas por metro cuadrado de losa, se realiza una estimación de las cantidades con los planos del proyecto, las cuales se muestran en el cuadro 8. Obteniendo este valor

se procede al cálculo de costo por metro cuadrado de losa instalada (cuadro 9) para la comparación del presupuesto del proyecto, con los valores experimentales (cuadro 10).

Cuadro 8. Resumen de cantidad estimadas con los planos de unidades requeridas de cada actividad para la construcción de una losa.

Tipo de cambio 14/10/14:		534.03 colones
Area losa	1,003.30	m2 x losa
Puntales	277.9	Unidades x losa
Cables	293	Unidades x losa
Longitud Cables	5996.8	ml x losa
Soporte	1146.9	ml x losa
Marcas	1759	unidad
2° colada	51	unidades x losa
Amarras	40000	unidades x losa

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 9. Resumen de costo por losa y por área.

Actividad	Costo por nivel	Costo por nivel	Costo \$/m2
1.0 Formaleta de fondos	¢745,821.17	\$1,396.59	\$1.39
2.0 Cables	¢1,395,687.23	\$2,613.50	\$2.60
3.0 Postensión	¢93,457.84	\$175.00	\$0.17
Total	¢2,234,966.24	\$4,185.09	\$4.17

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 10. Comparación del costo calculado por metro cuadrado entre los presupuestos de la empresa y los valores experimentales.

Actividad	Costo \$/m2	Costo \$/m2 empresa
1.0 Formaleta de fondos	\$1.39	\$8.03
2.0 Cables	\$2.60	\$2.17
3.0 Postensión	\$0.17	\$2.73
Total	\$4.17	\$12.93

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Productividad

Por medio de videos grabados en campo, se analizó la productividad de distintas actividades. Se produjeron tres hojas para la toma de datos, una para cada sistema aplicado,

Work Sampling, Five Minutes Rating y Crew Balance, que se muestran los cuadros 11, 12 y 13 respectivamente.

Cuadro 11. Hoja para la medición de la productividad mediante la técnica *Work Sampling*.

				Fecha:
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
.....				
385				
Suma				
Porcentaje de productividad	-----			

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Cuadro 12. Hoja para la medición de la productividad mediante la técnica *Five Minutes Rating*.

						Fecha:	
Intervalo de tiempo		20 segundos		Hora Inicio:		Hora Final:	
N° de Observación	N° Personas (cuadrilla)	Trabajador 1		Trabajador 2		Observaciones	
		P	NP	P	PT		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
....							
385							
SUMA							
PORCENTAJE	-----						

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Cuadro 13. Hoja de ejemplo para la medición de la productividad mediante la técnica *Crew Balance*.

							Fecha:						
Trabajador		1					2						
Observación	Tarea	Transporte	Medida de varilla	Corte de varilla	Silletas	Amarras	Otras labores	Transporte	Medida de varilla	Corte de varilla	Silletas	Amarras	Otras labores
		1											
2													
3													
4													
5													
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
....													
385													
Suma													
Porcentaje													

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

En los cuadros 14, 15, 16, 17, 18 y 19 se ejemplifica la toma de muestras para la actividad 1.1 Colocación de cabezas en puntales con la técnica *Work Sampling*, mientras que en los cuadros 20, 21, 22, 23, 24 y 25 se ejemplifica la toma de muestras para la misma actividad pero con la técnica *Five Minutes Rating*. Por último en

los cuadros 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33 y el gráfico 1 se muestra como se realizó la medición de la productividad del mismo proceso pero con la técnica *Crew Balance*.

Cuadro 14. Medición de la productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 1.1. Colocación de cabezas en puntales.

Productividad con la técnica Work Sampling para la colocación de cabezas en puntales						
Intervalo de medición:		5 segundos	Video:	1. 20140808_143929	Fecha:	08-ago
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones		
1	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
2	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
3	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
4	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
5	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
6	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
7	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando		
8	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando		
9	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando		
10	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando		
11	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
12	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
13	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
14	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
15	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
16	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
17	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando		
18	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando		
19	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando		
20	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando		
21	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando		
22	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
23	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
24	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
25	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
26	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
27	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
28	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
29	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
30	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 15. Continuación del cuadro 14.

31	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
32	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
33	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
34	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
35	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
36	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
37	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
38	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
39	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
40	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
41	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
42	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
43	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
44	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
45	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
46	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
47	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
48	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
49	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
50	2	1	1	Cabeza de puntales, hablando
51	2	1	1	Cabeza de puntales, hablando
52	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
53	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
54	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
55	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
56	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
57	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
58	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
59	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
60	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
61	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
62	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
63	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
64	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
65	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 16. Continuación del cuadro 15.

66	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
67	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
68	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
69	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
70	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
71	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
72	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
73	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
74	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
75	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
76	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
77	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
78	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
79	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
80	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
81	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
82	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
83	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
84	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
85	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
86	2	1	1	Cabeza de puntales, hablando
87	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
88	2	1	1	Cabeza de puntales, hablando
89	2	1	1	Cabeza de puntales, hablando
90	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
91	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
92	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
93	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
94	2	1	1	Hablando por telefono, transporte de puntales
95	2	1	1	Hablando por telefono, transporte de puntales
96	2	1	1	Hablando por telefono, transporte de puntales
97	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
98	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
99	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
100	2	0	2	Hablando por telefono, caminando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 17. Continuación del cuadro 16.

101	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
102	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
103	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
104	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
105	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
106	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
107	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
108	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
109	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
110	2	0	2	Hablando por telefono, caminando
111	2	1	1	Cabeza de puntales, hablando
112	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
113	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
114	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
115	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
116	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
117	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
118	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
119	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
120	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
121	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
122	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
123	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
124	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
125	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
126	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
127	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
128	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
129	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
130	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
131	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
132	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
133	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
134	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
135	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 18. Continuación del cuadro 17.

136	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
137	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
138	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
139	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
140	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
141	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
142	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
143	2	1	1	Cabeza de puntales, Detenido
144	2	1	1	Cabeza de puntales, Detenido
145	2	1	1	Cabeza de puntales, Detenido
146	2	1	1	Cabeza de puntales, Detenido
147	2	1	1	Cabeza de puntales, Detenido
148	2	1	1	Cabeza de puntales, Detenido
149	2	1	1	Cabeza de puntales, Detenido
150	2	1	1	Cabeza de puntales, Detenido
151	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
152	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
153	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
154	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
155	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
156	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
157	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
158	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
159	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
160	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
161	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
162	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
163	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
164	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
165	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
166	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
167	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
168	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
169	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
170	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 19. Continuación del cuadro 18.

171	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
172	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
173	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
174	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
175	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
176	2	1	1	Cabeza de puntales, caminando
177	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
178	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
179	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
180	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
181	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
182	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
183	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
184	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
185	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
186	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
187	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
188	2	1	1	Cabeza de puntales, hablando
189	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
190	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
191	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
192	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
193	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
194	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
195	2	2	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
Suma	390	284	106	
Porcentaje de productividad		72.82%	27.18%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 20. Medición de la productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 1.1 Colocación de cabezas en puntales.

Productividad con Five Minutes Rating para la colocación de cabezas en puntales								
Intervalo de medición:		5 segundos		Video:		1. 20140808_143929	Fecha:	08-ago
N° de Observación	N° Personas (cuadrilla)	Trabajador 1		Trabajador 2		Observaciones		
		P	NP	P	NP			
1	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
2	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
3	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
4	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
5	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
6	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
7	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando		
8	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando		
9	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando		
10	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando		
11	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
12	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
13	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
14	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
15	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
16	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
17	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando		
18	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando		
19	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando		
20	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando		
21	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando		
22	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
23	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
24	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
25	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
26	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
27	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
28	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
29	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales		
30	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 21. Continuación del cuadro 20.

31	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
32	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
33	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
34	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
35	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
36	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
37	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
38	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
39	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
40	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
41	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
42	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
43	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
44	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
45	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
46	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
47	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
48	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
49	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
50	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, hablando
51	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, hablando
52	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
53	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
54	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
55	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
56	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
57	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
58	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
59	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
60	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
61	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
62	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
63	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
64	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
65	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 22. Continuación del cuadro 21.

66	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
67	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
68	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
69	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
70	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
71	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
72	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
73	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
74	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
75	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
76	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
77	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
78	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
79	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
80	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
81	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
82	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
83	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
84	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
85	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
86	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, hablando
87	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
88	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, hablando
89	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, hablando
90	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
91	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
92	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
93	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
94	2	0	1	1	0	Hablando por telefono, transporte de puntales
95	2	0	1	1	0	Hablando por telefono, transporte de puntales
96	2	0	1	1	0	Hablando por telefono, transporte de puntales
97	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
98	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
99	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
100	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 23. Continuación del cuadro 22.

101	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
102	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
103	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
104	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
105	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
106	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
107	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
108	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
109	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
110	2	0	1	0	1	Hablando por telefono, caminando
111	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, hablando
112	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
113	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
114	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
115	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
116	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
117	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
118	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
119	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
120	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
121	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
122	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
123	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
124	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
125	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
126	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
127	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
128	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
129	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
130	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
131	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
132	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
133	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
134	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
135	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 24. Continuación del cuadro 23.

136	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
137	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
138	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
139	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
140	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
141	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
142	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
143	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, Detenido
144	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, Detenido
145	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, Detenido
146	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, Detenido
147	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, Detenido
148	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, Detenido
149	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, Detenido
150	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, Detenido
151	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
152	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
153	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
154	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
155	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
156	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
157	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
158	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
159	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
160	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
161	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
162	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
163	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
164	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
165	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
166	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
167	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
168	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
169	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
170	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 25. Continuación del cuadro 24.

171	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
172	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
173	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
174	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
175	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
176	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, caminando
177	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
178	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
179	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
180	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
181	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
182	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
183	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
184	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
185	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
186	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
187	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
188	2	1	0	0	1	Cabeza de puntales, hablando
189	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
190	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
191	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
192	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
193	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
194	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
195	2	1	0	1	0	Cabeza de puntales, transporte de puntales
Suma		178	17	106	89	
Porcentaje de productividad		91.3%	8.7%	54.4%	45.6%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 26. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 1.1 Colocación de cabezas en puntales.

Código	Actividad
Ac1	Colocación de cabeza de puntales
Ac2	Transporte de puntales
Ac3	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 27. Medición de la productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 1.1. Colocación de cabezas en puntales.

Medición de Productividad con Crew Balance para la colocación de cabezas en puntales							
Intervalo de medición:	5 segundos		Video:	1. 20140808_143929		Fecha:	08-ago
N° de Observación	Trabajador 1			Trabajador 2			
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3	
1	1	0	0	0	1	0	
2	1	0	0	0	1	0	
3	1	0	0	0	1	0	
4	1	0	0	0	1	0	
5	1	0	0	0	1	0	
6	1	0	0	0	1	0	
7	1	0	0	0	0	1	
8	1	0	0	0	0	1	
9	1	0	0	0	0	1	
10	1	0	0	0	0	1	
11	1	0	0	0	1	0	
12	1	0	0	0	1	0	
13	1	0	0	0	1	0	
14	1	0	0	0	1	0	
15	1	0	0	0	1	0	
16	1	0	0	0	1	0	
17	1	0	0	0	0	1	
18	1	0	0	0	0	1	
19	1	0	0	0	0	1	
20	1	0	0	0	0	1	
21	1	0	0	0	0	1	
22	1	0	0	0	1	0	
23	1	0	0	0	1	0	
24	1	0	0	0	1	0	
25	1	0	0	0	1	0	
26	1	0	0	0	1	0	
27	1	0	0	0	1	0	
28	1	0	0	0	1	0	
29	1	0	0	0	1	0	
30	1	0	0	0	0	1	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 28. Continuación del cuadro 27.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
31	1	0	0	0	0	1
32	1	0	0	0	0	1
33	1	0	0	0	0	1
34	1	0	0	0	0	1
35	1	0	0	0	0	1
36	1	0	0	0	0	1
37	1	0	0	0	0	1
38	1	0	0	0	0	1
39	1	0	0	0	0	1
40	1	0	0	0	0	1
41	1	0	0	0	1	0
42	1	0	0	0	1	0
43	1	0	0	0	1	0
44	1	0	0	0	1	0
45	1	0	0	0	1	0
46	1	0	0	0	1	0
47	1	0	0	0	1	0
48	1	0	0	0	1	0
49	1	0	0	0	1	0
50	1	0	0	0	0	1
51	1	0	0	0	0	1
52	1	0	0	0	1	0
53	1	0	0	0	1	0
54	1	0	0	0	1	0
55	1	0	0	0	1	0
56	1	0	0	0	1	0
57	1	0	0	0	0	1
58	1	0	0	0	0	1
59	1	0	0	0	0	1
60	1	0	0	0	0	1
61	1	0	0	0	0	1
62	1	0	0	0	0	1
63	1	0	0	0	0	1
64	1	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 29. Continuación del cuadro 28.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
65	1	0	0	0	0	1
66	1	0	0	0	0	1
67	1	0	0	0	0	1
68	1	0	0	0	0	1
69	1	0	0	0	0	1
70	1	0	0	0	0	1
71	1	0	0	0	0	1
72	1	0	0	0	0	1
73	1	0	0	0	0	1
74	1	0	0	0	0	1
75	1	0	0	0	0	1
76	1	0	0	0	0	1
77	1	0	0	0	1	0
78	1	0	0	0	1	0
79	1	0	0	0	1	0
80	1	0	0	0	1	0
81	1	0	0	0	1	0
82	1	0	0	0	1	0
83	1	0	0	0	1	0
84	1	0	0	0	1	0
85	1	0	0	0	1	0
86	1	0	0	0	0	1
87	1	0	0	0	1	0
88	1	0	0	0	0	1
89	1	0	0	0	0	1
90	1	0	0	0	1	0
91	1	0	0	0	1	0
92	1	0	0	0	1	0
93	1	0	0	0	1	0
94	0	0	1	0	1	0
95	0	0	1	0	1	0
96	0	0	1	0	1	0
97	0	0	1	0	0	1
98	0	0	1	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 30. Continuación del cuadro 29.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
99	0	0	1	0	0	1
100	0	0	1	0	0	1
101	0	0	1	0	0	1
102	0	0	1	0	0	1
103	0	0	1	0	0	1
104	0	0	1	0	0	1
105	0	0	1	0	0	1
106	0	0	1	0	0	1
107	0	0	1	0	0	1
108	0	0	1	0	0	1
109	0	0	1	0	0	1
110	0	0	1	0	0	1
111	1	0	0	0	0	1
112	1	0	0	0	1	0
113	1	0	0	0	1	0
114	1	0	0	0	1	0
115	1	0	0	0	1	0
116	1	0	0	0	1	0
117	1	0	0	0	1	0
118	1	0	0	0	1	0
119	1	0	0	0	1	0
120	1	0	0	0	0	1
121	1	0	0	0	0	1
122	1	0	0	0	0	1
123	1	0	0	0	0	1
124	1	0	0	0	0	1
125	1	0	0	0	0	1
126	1	0	0	0	0	1
127	1	0	0	0	0	1
128	1	0	0	0	0	1
129	1	0	0	0	0	1
130	1	0	0	0	0	1
131	1	0	0	0	1	0
132	1	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 31. Continuación del cuadro 30.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
133	1	0	0	0	1	0
134	1	0	0	0	1	0
135	1	0	0	0	1	0
136	1	0	0	0	1	0
137	1	0	0	0	1	0
138	1	0	0	0	1	0
139	1	0	0	0	1	0
140	1	0	0	0	1	0
141	1	0	0	0	1	0
142	1	0	0	0	1	0
143	1	0	0	0	0	1
144	1	0	0	0	0	1
145	1	0	0	0	0	1
146	1	0	0	0	0	1
147	1	0	0	0	0	1
148	1	0	0	0	0	1
149	1	0	0	0	0	1
150	1	0	0	0	0	1
151	1	0	0	0	1	0
152	1	0	0	0	1	0
153	1	0	0	0	1	0
154	1	0	0	0	1	0
155	1	0	0	0	1	0
156	1	0	0	0	1	0
157	1	0	0	0	1	0
158	1	0	0	0	0	1
159	1	0	0	0	0	1
160	1	0	0	0	0	1
161	1	0	0	0	0	1
162	1	0	0	0	1	0
163	1	0	0	0	1	0
164	1	0	0	0	1	0
165	1	0	0	0	1	0
166	1	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 32. Continuación del cuadro 31.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
167	1	0	0	0	1	0
168	1	0	0	0	1	0
169	1	0	0	0	1	0
170	1	0	0	0	1	0
171	1	0	0	0	1	0
172	1	0	0	0	0	1
173	1	0	0	0	0	1
174	1	0	0	0	0	1
175	1	0	0	0	0	1
176	1	0	0	0	0	1
177	1	0	0	0	1	0
178	1	0	0	0	1	0
179	1	0	0	0	1	0
180	1	0	0	0	1	0
181	1	0	0	0	1	0
182	1	0	0	0	1	0
183	1	0	0	0	1	0
184	1	0	0	0	1	0
185	1	0	0	0	1	0
186	1	0	0	0	1	0
187	1	0	0	0	1	0
188	1	0	0	0	0	1
189	1	0	0	0	1	0
190	1	0	0	0	1	0
191	1	0	0	0	1	0
192	1	0	0	0	1	0
193	1	0	0	0	1	0
194	1	0	0	0	1	0
195	1	0	0	0	1	0
Suma	178	0	17	0	106	89
%	91.3%	0.0%	13.8%	0.0%	54.4%	45.6%

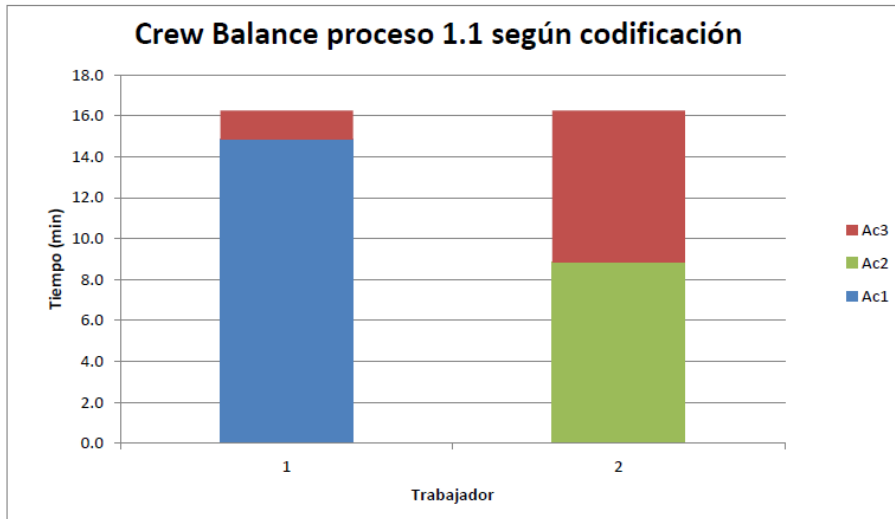
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 33. Resumen de tiempo consumido por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas.

Código	Trabajador 1	Trabajador 2
Ac1	14.8	0.0
Ac2	0.0	8.8
Ac3	1.4	7.4

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 1. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad de colocación de cabeza en puntales.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Las muestras de los datos tomados para la medición de la productividad de las actividades restantes, se encuentran en la sección de Apéndice B, con el fin de solo mostrar solo los resultados obtenidos para cada una de las actividades con cada técnica de estudio.

Para la actividad 1.2 Colocación de estructura de soporte se crearon los cuadros 34 (*Work Sampling*), 35 (*Five Minutes Rating*), 36, 37, 38 y el gráfico 2 (*Crew Balance*) para el estudio de la productividad.

Cuadro 34. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 1.2 Colocación de estructura de soporte

	Nº Personas	Productivo	No Productivo
Suma	430	303	127
Porcentaje de productividad		70.47%	29.53%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 35. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 1.2 Colocación de estructura de soporte

	Trabajador 1		Trabajador 2	
	P	NP	P	NP
Suma	144	71	159	56
Porcentaje de productividad	67.0%	33.0%	74.0%	26.0%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 36. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 1.2 Colocación de estructura de soporte.

Código	Actividad
Ac1	Viga
Ac2	Puntal
Ac3	Base de madera
Ac4	Nivelación
Ac5	Clavadores
Ac6	Escalera
Ac7	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 37. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 1.2 Colocación de estructura de soporte

	Trabajador 1							Trabajador 2						
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7
Suma	55	20	4	1	47	18	70	9	63	28	4	69	0	42
%	25.6%	9.3%	1.9%	0.5%	21.9%	8.4%	32.6%	4.2%	29.3%	13.0%	1.9%	32.1%	0.0%	19.5%

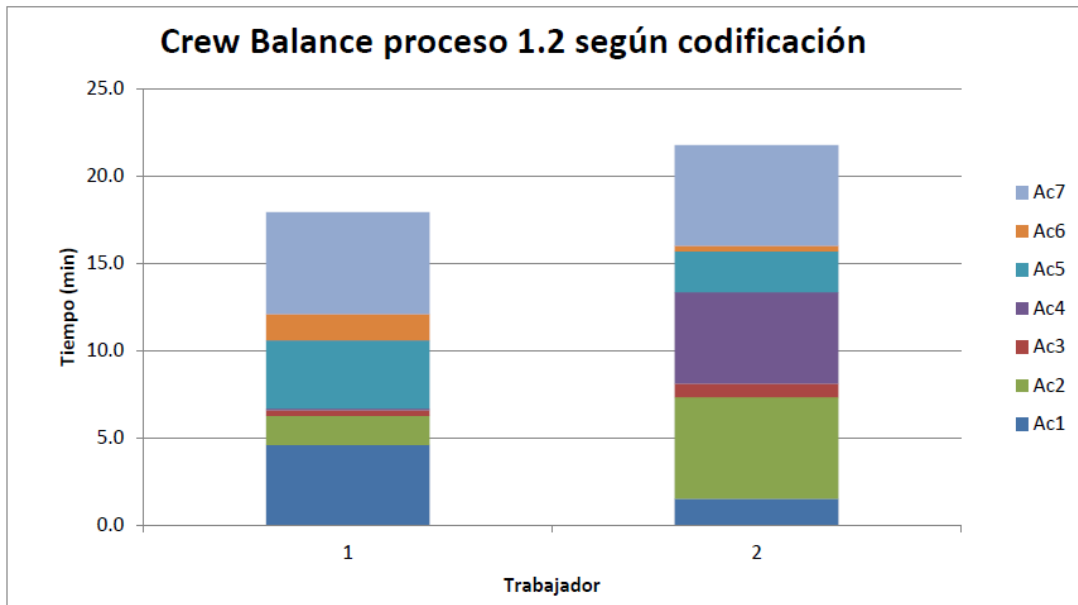
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 38. Resumen de tiempo consumido en minutos por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas para la técnica *Crew Balance*.

Código	Trabajador 1	Trabajador 2
Ac1	4.6	1.5
Ac2	1.7	5.8
Ac3	0.3	0.8
Ac4	0.1	5.3
Ac5	3.9	2.3
Ac6	1.5	0.3
Ac7	5.8	5.8

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 2. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad de colocación de estructura de soporte.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Para la actividad 1.3 Colocación de paneles de fondo se crearon los cuadros 39 (*Work Sampling*), 40 (*Five Minutes Rating*), 41,

42, 43 y el gráfico 3 (*Crew Balance*) para el estudio de la productividad.

Cuadro 39. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 1.3 Colocación de paneles de fondo.

	Nº Personas	Productivo	No Productivo
Suma	386	256	130
Porcentaje de productividad		66.32%	33.68%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 40. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 1.3 Colocación de paneles de fondo.

	Trabajador 1		Trabajador 2	
	P	NP	P	NP
Suma	140	53	107	86
Porcentaje de productividad	72.5%	27.5%	55.4%	44.6%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 41. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 1.3 Colocación de paneles de fondo.

Código	Actividad
Ac1	Transportando panel
Ac2	Corrigiendo o colocando viga
Ac3	Colocando panel o clavandolo
Ac4	Midiendo
Ac5	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 42. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 1.3 Colocación de paneles de fondo.

	Trabajador 1					Trabajador 2				
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5
Suma	28	41	70	1	52	28	22	66	1	76
%	14.6%	21.4%	36.5%	0.5%	27.1%	14.5%	11.4%	34.2%	0.5%	39.4%

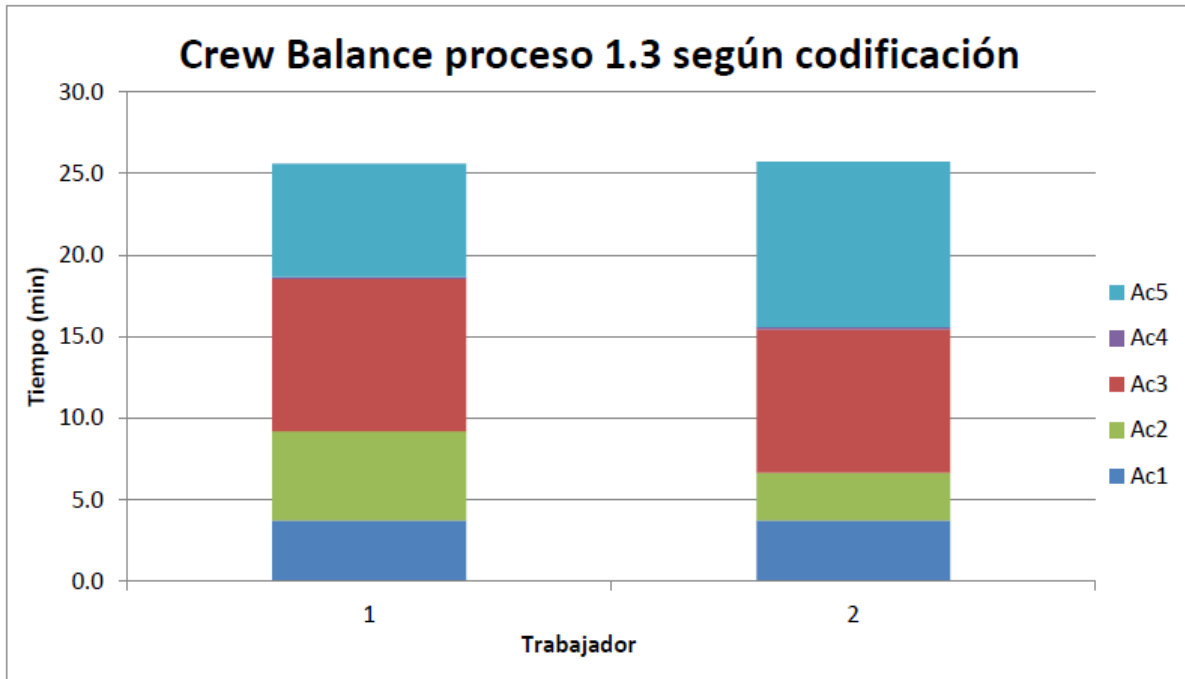
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 43. Resumen de tiempo consumido en minutos por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas para la técnica *Crew Balance*.

	Trabajador 1	Trabajador 2
Ac1	3.7	3.7
Ac2	5.5	2.9
Ac3	9.3	8.8
Ac4	0.1	0.1
Ac5	6.9	10.1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 3. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad de colocación de estructura de soporte.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Para la actividad 1.5 Desmontaje de estructura soportante y paneles de fondo se crearon los cuadros 44 (*Work Sampling*), 45 (*Five*

Minutes Rating), 46, 47, 48 y el gráfico 4 (*Crew Balance*) para el estudio de la productividad.

Cuadro 44. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 1.5 Desmontaje de estructura soportante y paneles de fondo.

	Nº Personas	Productivo	No Productivo
Suma	390	234	156
Porcentaje de productividad		60.00%	40.00%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 45. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 1.5 Desmontaje de estructura soportante y paneles de fondo.

	Trabajador 1		Trabajador 2		Trabajador 3	
	P	NP	P	NP	P	NP
Suma	87	65	111	41	40	46
Porcentaje de productividad	57.2%	42.8%	73.0%	27.0%	46.5%	53.5%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 46. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 1.5 Desmontaje de estructura soportante y paneles de fondo.

Código	Actividad
Ac1	Viga
Ac2	Clavadores
Ac3	Puntales
Ac4	Paneles
Ac5	Escalera
Ac6	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 47. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 1.5 Desmontaje de estructura soportante y paneles de fondo.

	Trabajador 1						Trabajador 2						Trabajador 3					
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6
Suma	9	7	20	41	11	66	14	10	64	24	11	30	2	2	33	0	3	46
%	5.8%	4.5%	13.0%	26.6%	7.1%	42.9%	9.2%	6.5%	41.8%	15.7%	7.2%	19.6%	2.3%	2.3%	38.4%	0.0%	3.5%	53.5%

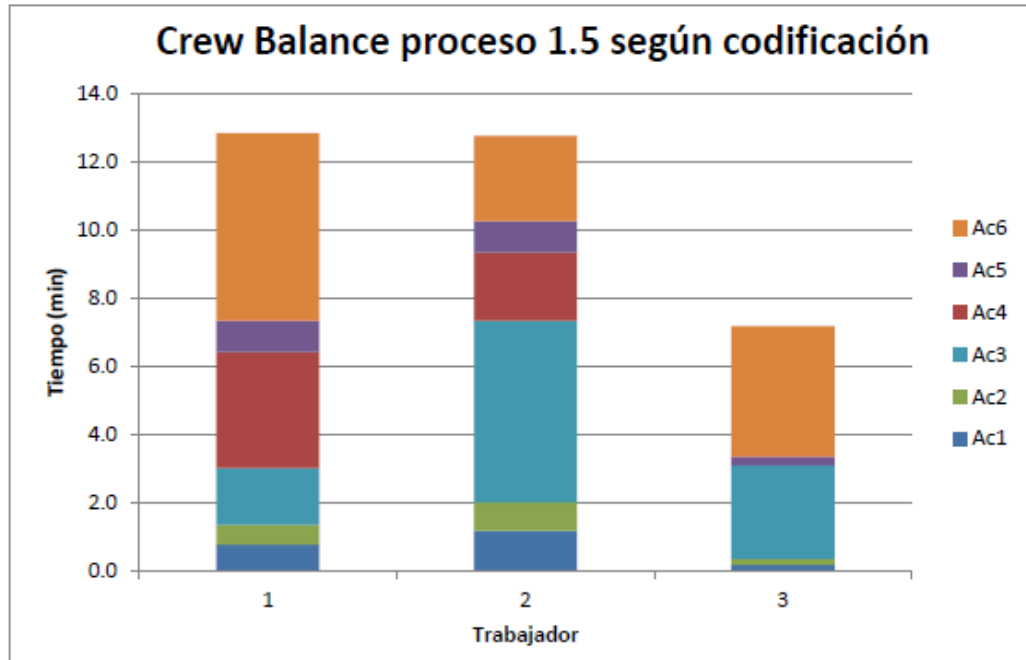
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 48. Resumen de tiempo consumido en minutos por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas para la técnica *Crew Balance*.

Código	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3
Ac1	0.8	1.2	0.2
Ac2	0.6	0.8	0.2
Ac3	1.7	5.3	2.8
Ac4	3.4	2.0	0.0
Ac5	0.9	0.9	0.3
Ac6	5.5	2.5	3.8

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 4. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad 1.5 Desmontaje de estructura soportante y paneles de fondo.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Para la actividad 2.1 Elaboración de soportes se crearon los cuadros 49 (*Work Sampling*), 50 (*Five Minutes Rating*), 51, 52, 53 y

el gráfico 5 (*Crew Balance*) para el estudio de la productividad.

Cuadro 49. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 2.1 Elaboración de soportes.

	Nº Personas	Productivo	No Productivo
Suma	390	320	70
Porcentaje de productividad		82.05%	17.95%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 50. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 2.1 Elaboración de soportes.

	Trabajador 1		Trabajador 2	
	P	NP	P	NP
Suma	178	17	142	53
Porcentaje de productividad	91.3%	8.7%	72.8%	27.2%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 51. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 2.1 Elaboración de soportes.

Código	Actividad
Ac1	Transportando, seleccionado varilla y acomodando soporte
Ac2	Escogiendo, colocando y amarrando silletas
Ac3	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 52. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 2.1 Elaboración de soportes.

	Trabajador 1			Trabajador 2		
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
Suma	69	109	18	46	97	51
%	35.2%	55.6%	9.2%	23.7%	50.0%	26.3%

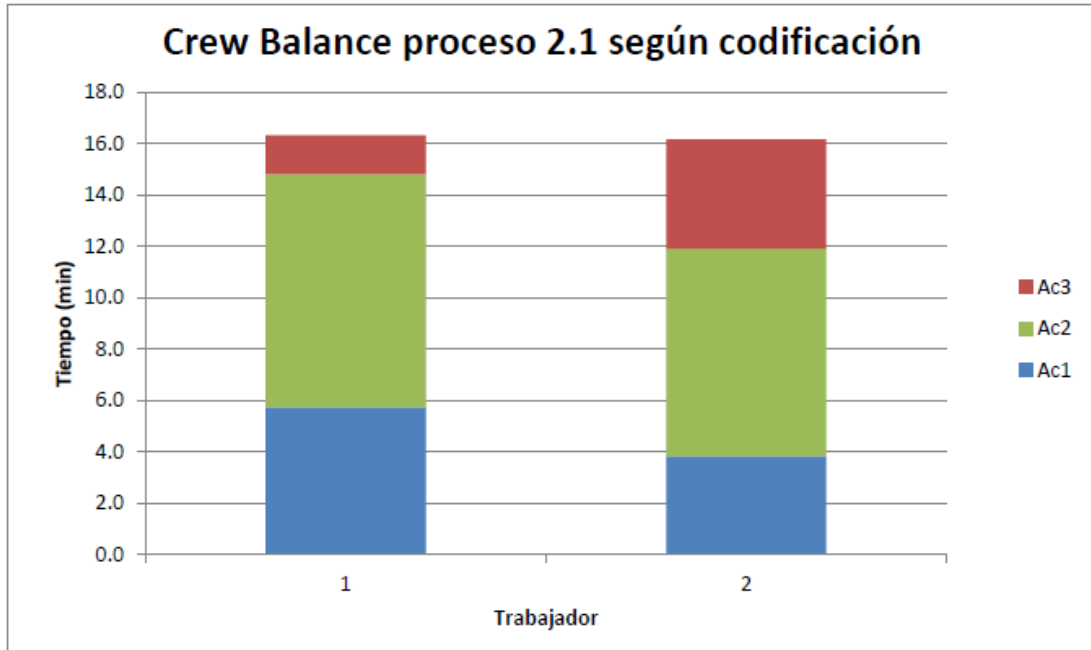
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 53. Resumen de tiempo consumido en minutos por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas para la técnica *Crew Balance*.

Código	Trabajador 1	Trabajador 2
Ac1	5.8	3.8
Ac2	9.1	8.1
Ac3	1.5	4.3

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 5. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad 2.1 Elaboración de soportes.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Para la actividad 2.2 Marcas de ubicación de soportes y cables se crearon los cuadros 54 (*Work Sampling*), 55 (*Five Minutes Rating*), 56,

57, 58 y el gráfico 6 (*Crew Balance*) para el estudio de la productividad.

Cuadro 54. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 2.2 Marcas de ubicación de soportes y cables.

	Nº Personas	Productivo	No Productivo
Suma	394	197	197
Porcentaje de productividad		50.00%	50.00%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 55. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 2.2 Marcas de ubicación de soportes y cables.

	Trabajador 1		Trabajador 2	
	P	NP	P	NP
Suma	107	90	90	107
Porcentaje de productividad	54.3%	45.7%	45.7%	54.3%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 56. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 2.2 Marcas de ubicación de soportes y cables.

Código	Actividad
Ac1	Marcando y midiendo
Ac2	Sosteniendo cinta
Ac3	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 57. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 2.2 Marcas de ubicación de soportes y cables.

	Trabajador 1			Trabajador 2		
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
Suma	107	0	88	1	89	105
%	54.9%	0.0%	45.1%	0.5%	45.6%	53.8%

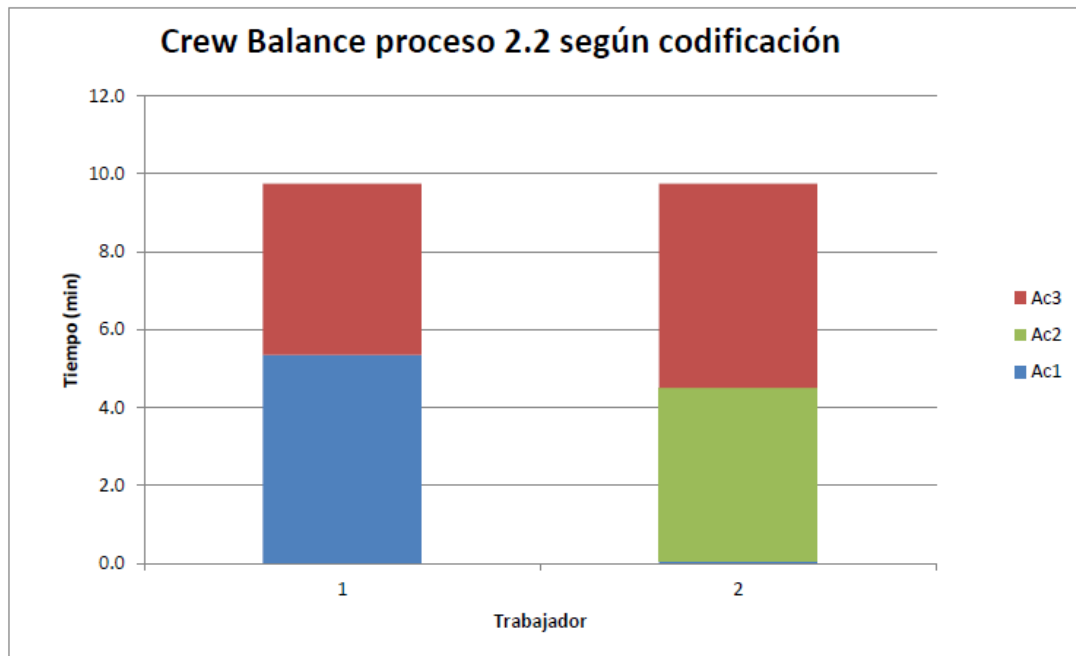
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 58. Resumen de tiempo consumido en minutos por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas para la técnica *Crew Balance*.

Código	Trabajador 1	Trabajador 2
Ac1	5.4	0.1
Ac2	0.0	4.5
Ac3	4.4	5.3

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 6. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad 2.2 Marcas de ubicación de soportes y cables.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Para la actividad 2.3 Colocación de soportes se crearon los cuadros 59 (*Work Sampling*), 60 (*Five Minutes Rating*), 61, 62, 63 y

el gráfico 7 (*Crew Balance*) para el estudio de la productividad.

Cuadro 59. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 2.3. Colocación de soportes.

	Nº Personas	Productivo	No Productivo
Suma	406	323	83
Porcentaje de productividad		79.56%	20.44%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 60. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 2.3. Colocación de soportes.

	Trabajador 1		Trabajador 2	
	P	NP	P	NP
Suma	177	26	161	42
Porcentaje de productividad	87.2%	12.8%	79.3%	20.7%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 61. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 2.3. Colocación de soportes.

Código	Actividad
Ac1	Transporte y colocación de soportes
Ac2	Amarrado y colocación de refuerzo para soporte
Ac3	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 62. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 2.3. Colocación de soportes.

	Trabajador 1			Trabajador 2		
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
Suma	111	64	28	100	56	47
%	54.7%	31.5%	13.8%	49.3%	27.6%	23.2%

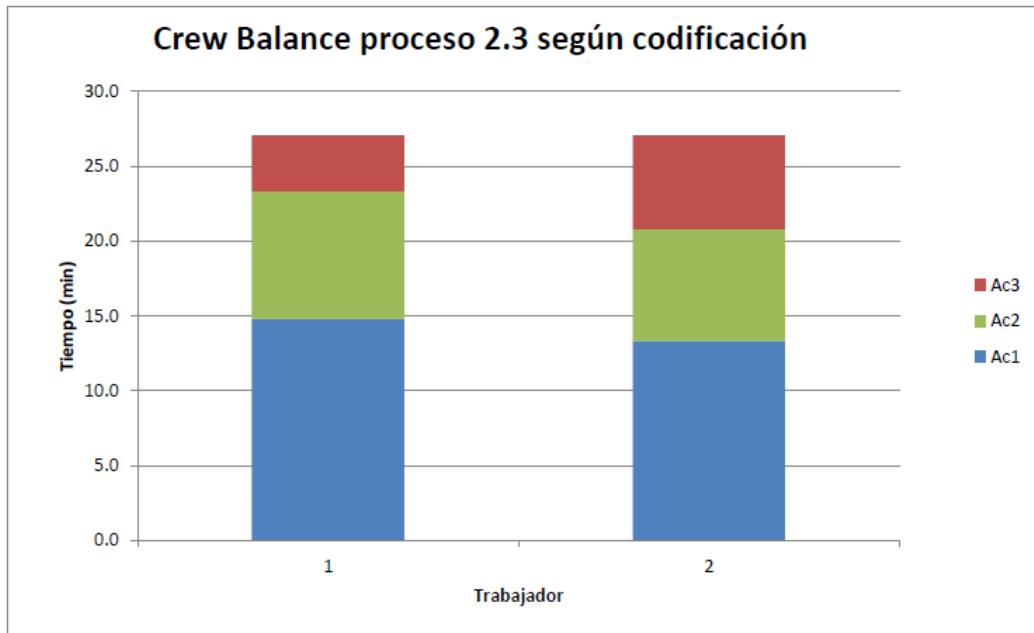
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 63. Resumen de tiempo consumido en minutos por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas para la técnica *Crew Balance*.

Código	Trabajador 1	Trabajador 2
Ac1	14.8	13.3
Ac2	8.5	7.5
Ac3	3.7	6.3

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 7. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad 2.3. Colocación de soportes.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Para la actividad 2.4 Tendido de cables se crearon los cuadros 64 (*Work Sampling*), 65 (*Five Minutes Rating*), 66, 67, 68 y el gráfico 8

(*Crew Balance*) para el estudio de la productividad.

Cuadro 64. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 2.4 Tendido de cables.

	Nº Personas	Productivo	No Productivo
Suma	429	332	97
Porcentaje de productividad		77.39%	22.61%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 65. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 2.4 Tendido de cables.

	Trabajador 1		Trabajador 2		Trabajador 3		Trabajador 4	
	P	NP	P	NP	P	NP	P	NP
Suma	116	3	78	41	104	15	47	25
Porcentaje de productividad	97.5%	2.5%	65.5%	34.5%	87.4%	12.6%	66.2%	35.2%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 66. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 2.4 Tendido de cables.

Código	Actividad
Ac1	Sosteniendo el tendón
Ac2	Colocando y acomodando el tendón
Ac3	Amarrado o desenrolle del tendón
Ac4	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 67. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 2.4 Tendido de cables.

	Trabajador 1				Trabajador 2				Trabajador 3				Trabajador 4			
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
Suma	88	26	1	4	14	17	44	44	40	48	7	24	0	20	27	25
%	73.9%	21.8%	0.8%	3.4%	11.8%	14.3%	37.0%	37.0%	33.6%	40.3%	5.9%	20.2%	0.0%	27.8%	37.5%	34.7%

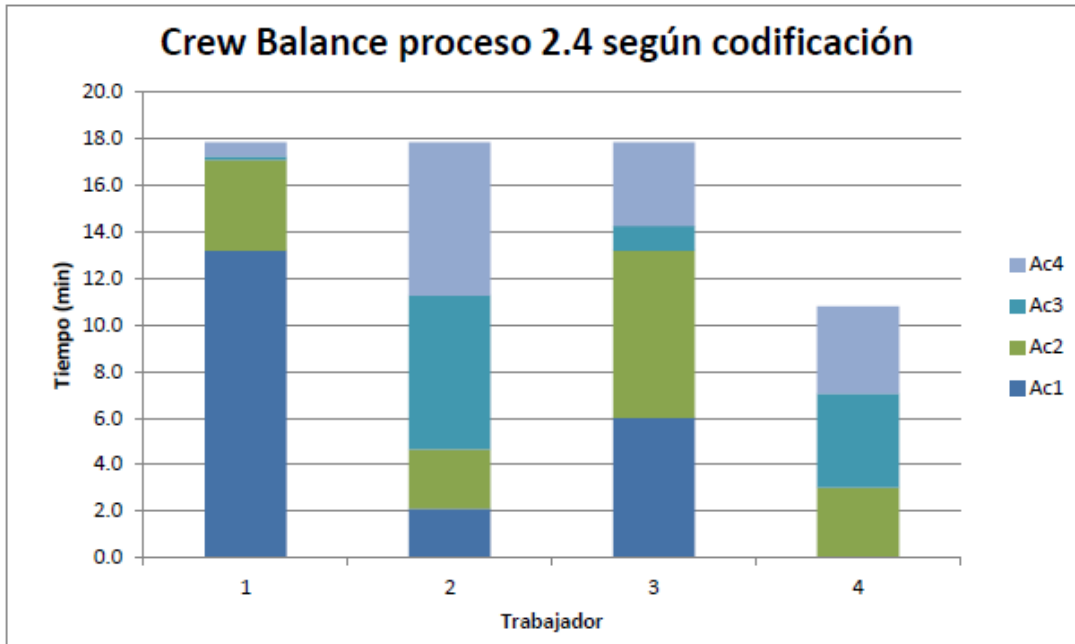
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 68. Resumen de tiempo consumido en minutos por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas para la técnica *Crew Balance*.

Código	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3	Trabajador 4
Ac1	13.2	2.1	6.0	0.0
Ac2	3.9	2.6	7.2	3.0
Ac3	0.2	6.6	1.1	4.1
Ac4	0.6	6.6	3.6	3.8

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 8. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad 2.4 Tendido de cables.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Para la actividad 3.1 Limpieza de cable, marca de cables y colocación de cuña, se crearon los cuadros 69 (*Work Sampling*), 70 (*Five*

Minutes Rating), 71, 72, 73 y el gráfico 9 (*Crew Balance*) para el estudio de la productividad.

Cuadro 69. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 3.1 Limpieza de cable, marca de cables y colocación de cuñas.

	Nº Personas	Productivo	No Productivo
Suma	398	283	115
Porcentaje de productividad		71.11%	28.89%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 70. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 3.1 Limpieza de cable, marca de cables y colocación de cuñas.

	Trabajador 1		Trabajador 2	
	P	NP	P	NP
Suma	227	139	131	25
Porcentaje de productividad	62.0%	38.0%	84.5%	16.1%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 71. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 3.1 Limpieza de cable, marca de cables y colocación de cuñas.

Código	Actividad
Ac1	Pintando cable
Ac2	Limpiando cable y zona de tensado
Ac3	Colocación y asentamiento manual de cuñas
Ac4	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 72. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 3.1 Limpieza de cable, marca de cables y colocación de cuñas.

	Trabajador 1				Trabajador 2			
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
Suma	37	38	155	134	0	132	0	15
%	10.2%	10.4%	42.6%	36.8%	0.0%	89.8%	0.0%	10.2%

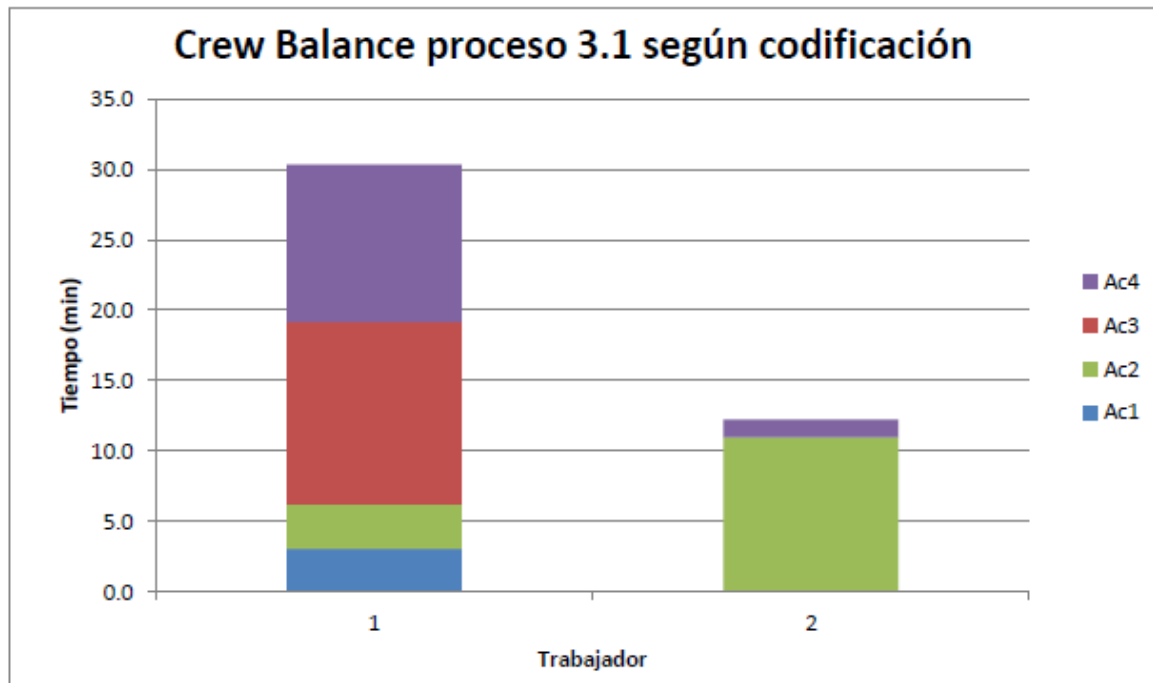
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 73. Resumen de tiempo consumido en minutos por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas para la técnica *Crew Balance*.

Código	Trabajador 1	Trabajador 2
Ac1	3.1	0.0
Ac2	3.2	11.0
Ac3	12.9	0.0
Ac4	11.2	1.3

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 9. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad 3.1 Limpieza de cable, marca de cables y colocación de cuñas.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Para la actividad 3.2 Tensado de cables, se crearon los cuadros 74 (*Work Sampling*), 75 (*Five Minutes Rating*), 76 77, 78 y el gráfico 10

(*Crew Balance*) para el estudio de la productividad.

Cuadro 74. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 3.2 Tensado de cables.

	Nº Personas	Productivo	No Productivo
Suma	436	178	258
Porcentaje de productividad		40.83%	59.17%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 75. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 3.2 Tensado de cables.

	Trabajador 1		Trabajador 2	
	P	NP	P	NP
Suma	46	172	129	89
Porcentaje de productividad	21.1%	78.9%	59.2%	40.8%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 76. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 3.2 Tensado de cables.

Código	Actividad
Ac1	Colocar o quitar el gato hidráulico
Ac2	Tensar el cable
Ac3	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 77. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 3.2 Tensado de cables.

	Trabajador 1			Trabajador 2		
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
Suma	49	0	157	0	128	91
%	23.8%	0.0%	76.2%	0.0%	58.4%	41.6%

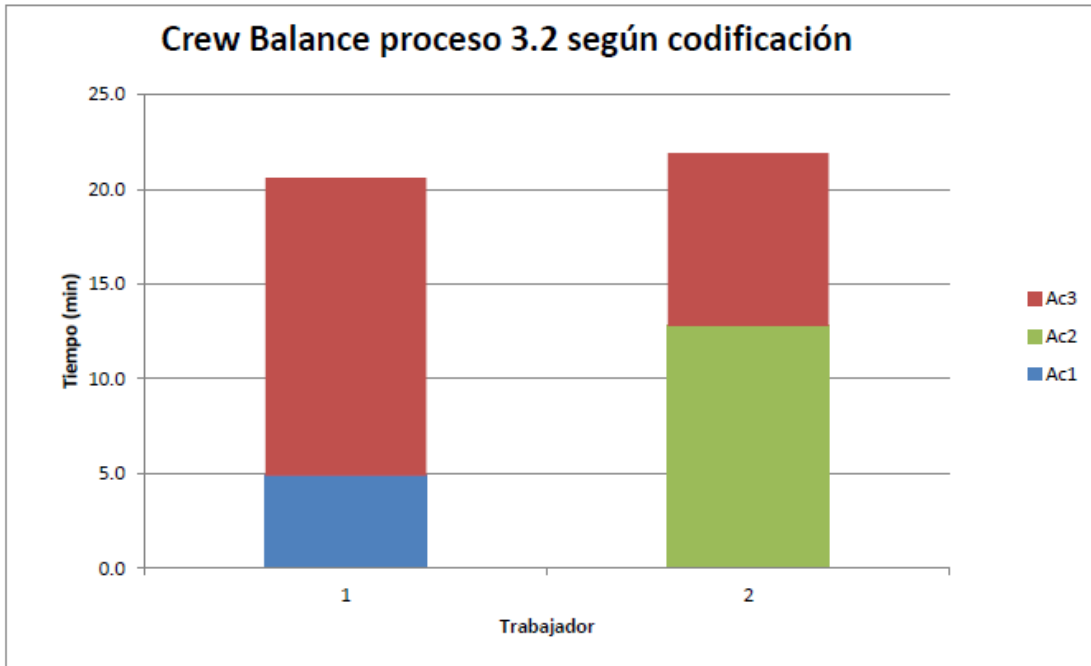
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 78. Resumen de tiempo consumido en minutos por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas para la técnica *Crew Balance*.

Código	Trabajador 1	Trabajador 2
Ac1	4.9	0.0
Ac2	0.0	12.8
Ac3	15.7	9.1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 10. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad 3.2 Tensado de cables.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Para la actividad 3.3 Corte de cables, se crearon los cuadros 79 (*Work Sampling*), 80 (*Five Minutes*

Rating), 81, 82, 83 y el gráfico 11 (*Crew Balance*) para el estudio de la productividad.

Cuadro 79. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*, para la actividad 3.3. Corte de cables.

	Nº Personas	Productivo	No Productivo
Suma	420	268	152
Porcentaje de productividad		63.81%	36.19%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 80. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Five Minutes Rating*, para la actividad 3.3. Corte de cables.

	Trabajador 1		Trabajador 2		Trabajador 3	
	P	NP	P	NP	P	NP
Suma	59	81	127	13	96	44
Porcentaje de productividad	42.1%	57.9%	90.7%	9.3%	68.6%	31.4%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 81. Subdivisión de actividades para la aplicación de la técnica *Crew Balance* en la actividad 3.3. Corte de cables.

Código	Actividad
Ac1	Cortar cable, manipulación de compresor
Ac2	Colocación de tapones con recubrimiento P/T
Ac3	No productivo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 82. Resumen de la medición de productividad por medio de la técnica *Crew Balance*, para la actividad 3.3. Corte de cables.

	Trabajador 1			Trabajador 2			Trabajador 3		
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
Suma	25	21	107	112	0	28	83	0	57
%	16.3%	13.7%	69.9%	80.0%	0.0%	20.0%	59.3%	0.0%	40.7%

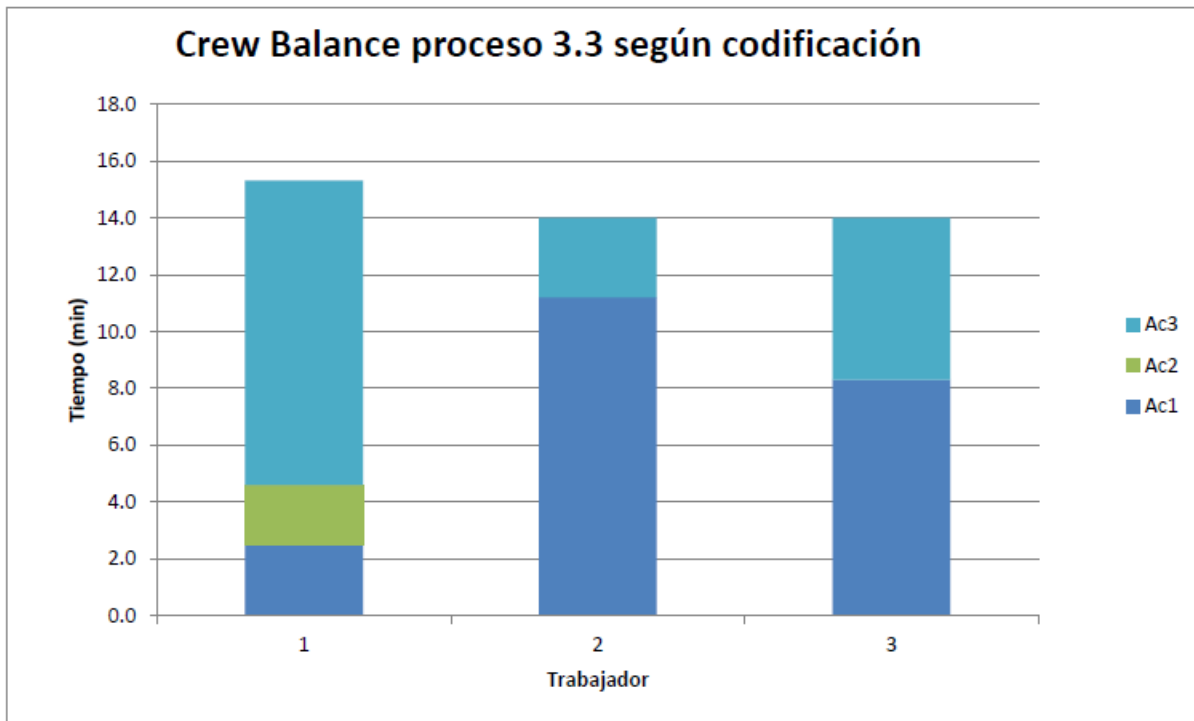
Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Cuadro 83. Resumen de tiempo consumido en minutos por cada trabajador evaluado, en las diferentes subdivisiones estudiadas para la técnica *Crew Balance*.

Código	Trabajador 1	Trabajador 2	Trabajador 3
Ac1	2.5	11.2	8.3
Ac2	2.1	0.0	0.0
Ac3	10.7	2.8	5.7

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Gráfico 11. Determinación de tiempos consumidos por los trabajadores involucrados en la actividad 3.3. Corte de cables.



Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Listas de verificación

Con el fin de tener un control sobre la calidad de los procesos, se establecieron medidas de control de los mismos por medio de listas de verificación. Estas se basaron en lo observado en la toma de muestras de rendimientos y productividad, ya que a su vez, se iba observando que aspectos eran relevantes para el control de la calidad del sistema y que aspectos podían afectar el desarrollo e instalación de las losas postensadas.

Por lo que dependiendo del tipo de aspecto que se esté evaluando, se generó un control para garantizar la correcta instalación y evaluación del proceso. Se creó en conjunto con esto una codificación de las listas, las cuales se puede observar en cada lista de verificación, para obtener un fácil desarrollo de la supervisión y que no existan problemas cuando se esté realizando la inspección en campo.

En el cuadro 84, se observa la LV-01 para la inspección de los elementos y procesos relacionados con la estructura de soporte temporal; en el cuadro 85 se muestra la LV-02 para el correcto manejo y almacenamiento de los materiales relacionados con el tensado; en los cuadros 86, 87 y 88, se observa cómo se debe realizar la inspección antes de hacer el colado del concreto por medio de la LV-03; la inspección de la colocación del concreto, se realiza mediante LV-04 mostrada en el cuadro 89; en los cuadros 90, 91 y 92, se muestra como se debe realizar el control del tensado de tendones por medio de la LV-05, la cual se complementa con el registro de tensado (RT) que se muestra en el cuadro 93, con el fin de tener un mayor control sobre el sistema, garantizándonos una correcta ejecución.

Cuadro 84. Lista de verificación LV-01.

BILCO Costa Rica S.A.
Sistema de losas postensadas en campo.

Lista de verificación para los elementos y procesos relacionados con la estructura de soporte temporal						Codigo:
Elaborado por:		Jose Andrés Díaz Barboza		Aprobado por:		LV-01
Descripción:						Versión:
						1°
Hora de inicio:		Hora Final:		Fecha de inspección:		Fecha de emisión:
						Diciembre, 2014
Ítem	Actividad			SI	NO	Observaciones
1.1	¿En que estado están los materiales de trabajo como puntales, vigas principales, vigas secundarias, crucetas, cabeza de puntales, entre otros?					
1.2	¿Se realizan colocan las guías con nivel topográfico, con el fin de colocar en la posición correcta los puntales?					
1.3	¿Se verifican que la cabeza de los puntales se adapten a los ultimos de buena manera para su uso?					
1.4	Para la instalación de los primeros puntales , ¿Se colocan las patas de soporte y las crucetas para garantizar la estabilidad del mismo?					
1.5	¿Se verificó que los canales de las vigas principales como secundarias esten limpias de basuras como concreto, madera, entre otros residuos?					
1.6	Si se realizan cortes por modelación, ¿Se verifica que las dimensiones de la modelación se cumplen?					
1.7	¿Se corroboró las dimensiones totales del area de la formaleta de fondo?, para no perjudicar el area de chorrea.					

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Cuadro 85. Lista de verificación LV-02

BILCO Costa Rica S.A.
Sistema de losas postensadas en campo.

Lista de verificación para el correcto manejo y almacenamiento de los materiales relacionados con el tensado						Codigo:
Elaborado por:	Jose Andrés Díaz Barboza		Aprobado por:			LV-02
Descripción:						Versión:
						1°
Hora de inicio:	Hora Final:	Fecha de inspección:			Fecha de emisión:	Diciembre, 2014
Ítem	Actividad	SI	NO	Observaciones		
2.1	¿Se utilizan amarras de nylon para el traslado de los mazos de tendones?					
2.2	¿Los tendones llegan a la obra conforme a lo requerido en planos y especificaciones?					
2.3	¿Se presentan las certificaciones de cada material que llegó al proyecto?					
2.4	¿Están almacenados de manera correcta todos los materiales de postensado?					
2.5	¿Los dientes de las cuñas presentan algún tipo de daño?					
2.6	¿Los dientes de las cuñas están libres de suciedades, óxidos y virutas metálicas?					

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Cuadro 86. Lista de verificación LV-03, página 1.

BILCO Costa Rica S.A.
Sistema de losas postensadas en campo.

Lista de verificación para la inspección previo al colocado del concreto						Código:
Elaborado por:	Jose Andrés Díaz Barboza	Aprobado por:				LV-03
Descripción:						Versión:
						1°
Hora de inicio:	Hora Final:	Fecha de inspección:		Fecha de emisión:		Diciembre, 2014
Ítem	Actividad	SI	NO	Observaciones		
3.1	Fecha de emisión de los planos de construcción	_/_/___				
3.2	¿Están disponibles los reportes de fábrica y certificados?					
3.3	Extremos de tensado					
3.3.1	¿Ubicación y cantidad de los tendones? Verifiquelo contando los extremos de tensado y la ubicación realicelo con las medidas de los ejes					
3.3.2	¿Es suficiente la longitud de las colas de los tendones para realizar el tensado?					
3.3.4	¿Están colocadas las barras de protección y soporte conforme a lo requerido?					
3.3.5	¿Están fijados los anclajes de tensado al encofrado de borde mediante un formador de cajas, instalados de manera correcta?					
3.3.6	¿Se cortó correctamente el revestimiento en el extremo de tensado donde ingresa en la parte posterior de él (el cable expuesto mide menos de 1" o según las especificaciones para el proyecto)?					
3.3.7	¿Existen problemas con la ubicación de los anclajes con otros objetos, como lo son armaduras, la ubicación o el tamaño del formador de cajas?					
3.3.8	¿Existe el espacio libre necesario para el equipo de tensado?					
3.3.9	¿Es correcto el espaciamiento, los intervalos y orientación de los anclajes?					
3.3.10	¿El anclaje permite que el tendón entre recto?					
3.3.11	¿Está libre de óxido el cable en el extremo de tensado?					

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Cuadro 87. Lista de verificación LV-03, página 2.

BILCO Costa Rica S.A.
Sistema de losas postensadas en campo.

Ítem	Actividad	SI	NO	Observaciones
3.4	Extremos fijos			
3.4.1	¿Los extremos fijos están soportados por silletas?			
3.4.2	¿Están correctamente asentados los anclajes de los extremos fijos?			
3.4.4	En caso de que existan problemas de instalación con elementos empotrados, ¿se ha instalado el sistema de encapsulado conforme a las indicaciones de los planos de instalación o las pautas del fabricante?			
3.4.5	¿El espacio libre entre el tendón y el encofrado de borde es el adecuado?			
3.5	Tendones			
3.5.1	¿Cuál es el estado del tendón con respecto a revestimiento, deformaciones, entre otras características?			
3.5.2	¿Es suficiente y homogéneo el grosor del revestimiento?			
3.5.3	¿Se ha aplicado de forma y con textura uniforme el recubrimiento anti-corrosivo en el extremo de tensado?			
3.5.4	Si existieran daños en el revestimiento ¿Se repararon de manera adecuada?			
3.5.5	Si el revestimiento no se pudo reparar, ¿ Se rechazó y cambió todo el revestimiento?			
3.5.6	¿Está el sistema de soporte colocado de manera como lo indican los planos?			
3.5.7	¿Están bien amarrados los tendones a las barras y silletas de soporte en todo los puntos? De manera que no se muevan cuando se coloque el concreto.			
3.5.8	¿Está marcada la ubicación de los tendones en los encofrados para futura referencia (en caso de requerirse)?			
3.5.9	¿Algún amare ha dañado o cortado el revestimiento?			

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Cuadro 88. Lista de verificación LV-03, página 3.

BILCO Costa Rica S.A.
Sistema de losas postensadas en campo.

Ítem	Actividad	SI	NO	Observaciones
3.5.10	¿Están los puntos altos y bajos del tendón en la elevación correcta?			
3.5.11	¿Se ha informado al ingeniero cualquier conflicto?			

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Cuadro 89. Lista de verificación LV-04.

BILCO Costa Rica S.A.
Sistema de losas postensadas en campo.

Lista de verificación para la inspección de la colocación del concreto						Código:
Elaborado por:	Jose Andrés Díaz Barboza		Aprobado por:			LV-04
Descripción:						Versión:
Hora de inicio:	Hora Final:	Fecha de inspección:		Fecha de emisión:	1º Diciembre, 2014	
Ítem	Actividad	SI	NO	Observaciones		
4.1	¿Se revisó el método de colocación del concreto?					
4.2	¿Se realizó una junta con otras áreas antes de la colada?					
4.3	¿Se limpiaron y lubricaron adecuadamente los encofrados antes de la colocación de P/T y las barras de la armadura?					
4.4	¿Se corroboró que el concreto no contenga cloruro de calcio ni aditivos que contengan iones de cloruro?					
4.5	¿Fue eficiente la compactación o vibración del concreto en la zona de los anclajes de los tendones como para garantizar la resistencia adecuada del concreto en la zona de tensión?					
4.6	Cuidados durante la colocación del concreto					
4.6.1	¿Se colocó el concreto de manera que no fuera afectada la posición ni la ubicación de los tendones?					
4.6.2	Si el vaciado se realiza desde el camión, ¿Se colocó concreto en exceso? ¿Se tuvo cuidado al extender el concreto?					
4.6.3	Si el vaciado se realiza desde una grúa, ¿El concreto fue colocado desde una cubeta a una altura que no desplazará los tendones?					
4.6.4	Si el vaciado es por el método de bombeo, ¿La línea y la tobera de la bomba se colocaron de forma que no se alterará la posición de los tendones?					
4.6.5	¿Se evitó lo máximo posible que el vibrador del concreto entrará en contacto con los tendones?					

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Cuadro 90. Lista de verificación LV-05, página 1.

BILCO Costa Rica S.A.
Sistema de losas postensadas en campo.

Lista de verificación para la inspección del tensado de tendones						Código:
Elaborado por:		Jose Andrés Díaz Barboza		Aprobado por:		LV-05
Descripción:					Versión:	
					1º	
Hora de inicio:		Hora Final:		Fecha de inspección:		Fecha de emisión:
Ítem	Actividad	SI	NO	Observaciones		
5.1	Fecha de tensado:					
5.2	Encargado del tensado:					
5.3	¿Se retiró el formador de cajas?					
5.4	¿Se realizó la inspección visual del concreto?					
5.5	¿Se limpiaron todas las sustancias extrañas y la lechada de concreto en la cavidad del anclaje?					
5.6	¿Están perpendiculares los tendones con respecto a los anclajes?					
5.7	¿Se eliminó la tierra y recubrimiento anti-oxidante de las colas de los tendones en la zona de tensado?					
5.8	¿Las cuñas utilizadas son nuevas, con dientes sin deformaciones, sin óxidos y de una calidad homogénea?					
5.9	¿Se colocaron parejas las cuñas en los anclajes de los extremos de tensado?					
5.10	¿Las cuñas son del tamaño y longitud apropiada para el cable y anclaje que se están usando?					
5.11	¿Se asentaron las cuñas en su posición con una herramienta manual de asentamiento?					
5.12	¿Se pintaron las marcas de elongación en las colas de los tendones a partir de una dimensión constante de la losa?					
5.13	¿El ingeniero estructural revisó y aceptó la secuencia de tensado?					
5.14	¿Se verificó que los gatos de tensado se hayan calibrado recientemente?					

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Cuadro 91. Lista de verificación LV-05, página 2.

BILCO Costa Rica S.A.
Sistema de losas postensadas en campo.

Ítem	Actividad	SI	NO	Observaciones
5.15	El equipo de tensado se revisó			
5.15.1	¿Se le ha dado mantenimiento al equipo de tensado?			
5.15.2	¿Están disponibles las tablas actualizadas de calibración del equipo?			
5.15.3	¿El operador del gato es experimentado y cuidadoso con el equipo?			
5.15.4	¿Están los dientes de las pinzas del gato libres de tierra? ¿Existe algún daño en estos dientes?			
5.15.5	¿Se uso un cable de extensión de calibre 12, con 3 alambres y con una longitud menor a los 30 metros?			
5.15.6	¿La fuente de alimentación es de 110 voltios CA, 60 ciclos y 30 amperios?			
5.15.7	¿Todas las conexiones, mangueras y el manómetro han sido limpiadas y se verificó su buen funcionamiento? ¿Se revisó que se tallaran las mangueras?			
5.15.8	¿Se verificó el buen funcionamiento del gato, extendiéndose y contrayéndose varias veces para detectar la presencia de fugas?			
5.15.9	¿Se han reparado los vacíos encontrados por detrás del anclaje o imperfecciones visibles próximas a la zona de anclaje?			
5.15.10	¿Se inició el tensado después de que el concreto adquiriera la resistencia requerida para empezar el proceso?			
5.15.11	¿Hay un área de trabajo limpia y adecuada para el tensado adecuado de los tendones?			
5.15.12	¿El trabajador es consistente en lo que hace entre un tendón y otro?			

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Cuadro 92. Lista de verificación LV-05, página 3.

BILCO Costa Rica S.A.
Sistema de losas postensadas en campo.

Ítem	Actividad	SI	NO	Observaciones
5.15.13	¿Se han cumplido las normas de seguridad aplicables al tensado, tanto las regulares como las impuestas por el PTI, para los riesgos a los que se exponen los trabajadores?			
5.15.14	¿Se están utilizando los formatos de registro de tensado? ¿Se han registrado las elongaciones			
5.15.16	¿Las elongaciones medidas están dentro de los requisitos especificados en los planos de taller?			

Fuente: Elaborado en Microsoft Excel 2010.

Análisis de resultados

En este capítulo, se estudiaron los resultados obtenidos en el capítulo anterior, con el fin de observar detalles en los cuales se puede mejorar y así crear el plan de mejoramiento y el sistema de control de procesos para las losas postensadas.

Diagrama de flujo

En la figura 14 y 15, se muestra el diagrama de flujo de todo el proceso que está en estudio por lo que se explicará más a fondo a continuación.

El proceso inicia con dos actividades, que son la colocación de cabeza en los puntales (Apéndice D 1), y la colocación de guías de trazado. Estas actividades son importantes ya que la primera es la que va a soportar el peso de las vigas, tanto principales como secundarias, a la zona donde estén apoyadas, mientras que la colocación de guías para los puntales se realiza con el fin de cumplir con el modulado de la estructura soportante, ya que muchas veces si esto no se hace cuando se avance en el área que hay que cubrir con estos, van habiendo diferencia, por ejemplo que una viga principal no cabe o le falta cierta distancia para que se llegue a apoyar en los puntales, o también puede provocar problemas cuando se llegue a zonas con columnas o muros, ya que no se sabe cómo solucionar el problema al tener todo sin orden y sin guías de trazado.

Una vez cumplido esto, se inicia con el proceso de colocación de la estructura soportante. Esta se conforma de la siguiente manera, se colocan puntales con patas de soporte (Apéndice D 2), luego se colocan las vigas principales, después las vigas secundarias. Con esto, el sistema se ancla entre los mismos elementos, pero muchas veces, por estar moviendo los puntales para que calcen las vigas principales o secundarias, se mueven los puntales de las guías, por lo tanto se colocan crucetas de madera (Apéndice D 3 y 4), con el fin de rigidizar el sistema y que no se mueva de donde está ubicado.

Con la estructura de soporte finalizada (Apéndice D 5), se prosigue con la colocación de paneles (Apéndice D 6 y 7). En estos existen tres categorías que requieren de los mismos recursos pero cada una de ellas son distintas. La primera es la colocación de paneles completos, estos paneles son de una dimensión de 1,22 metros por 2,44 metros, la segunda es la colocación de paneles por modulación, esto es debido a que la empresa decidió que los paneles se debían de colocar una formaleta completa y la par la formaleta de modulación, ya que al tener una dimensión de 0,61 metros por 2,44 metros, estas son las que se quedan sostenidas por los puntales. Esta situación hace que los paneles completos sean quitados y utilizados en niveles superiores, utilizando menor cantidad de materiales en la obra. Y la última categoría es la de paneles que se le realizan cortes de distintas dimensiones, con el fin de terminar de cubrir toda el área requerida. Esto, porque muchas veces donde existen columnas o muros, los paneles completos o los de modulación no llegan a cubrir estas zonas.

El siguiente proceso es el chequeo de la altura de los puntales de la estructura soportante, ya que aunque se realizó el proceso anteriormente a través de guías para asegurar la altura y la posición de los mismos, estos se mueven o se bajan por estar cargados por los paneles, los cables, personas trabajando, entre otros. Por lo tanto, se utiliza un nivel topográfico (Apéndice D 8) para corroborar las alturas de los mismos, asegurando así, que la altura de la losa esta correcta.

Finalizado este proceso, se prosigue con la actividad de los soportes (Apéndice D 9). Estos deben ser creados por medio de varillas y silletas (Apéndice D 10) de diferentes tamaños, dependiendo de la altura que requiera el soporte. A su vez otros trabajadores en la estructura de fondo, van marcando la ubicación de los soportes con marcador (*pilot*). Hecho esto, provoca que la colocación de los soportes sea de manera más sencilla y agiliza el proceso. Todas estas marcas también incluyen la posición del cable, ya que

una vez que se aprovecha que se está marcando y se ubican los cables con el mismo fin.

Después de la colocación de los soportes, según se indican en los planos de taller, se empieza con el tendido de cables (Apéndice D 12). Estos se escogen en la bodega donde están almacenados (Apéndice D 11) y deben ser movidos por medio de la grúa a la zona donde se requieran. Con el fin de que no se vean maltratados o sean mal transportados, una vez en la zona se quita el fleje metálico y las amarras de mecate que traen, luego se empiezan a estirar para desarrollar su longitud y colocarlos en la posición correcta.

Estos cables pueden ser (para el caso de este proyecto) con anclaje intermedio o sin anclaje intermedio, ya que se dividió la losa en dos secciones (A y B), con el fin de crear más frentes de trabajo para avanzar en menor tiempo.

Una vez colocados los cables en la posición correcta se prosigue con el anclaje del extremo pasivo (Apéndice D 13), en el cual se debe de colocar el anclaje fijo, dentro de la armadura con el fin de retener el tendón e impedir el movimiento de su posición. Ya colocado el anclaje fijo, se colocan amarras con el fin de fijar el tendón a los soportes y de alinearlos en la posición que deben de permanecer en todo momento (Apéndice D 14). Esto se hace del extremo fijo hacia el extremo de tensado para que no existan movimientos del tendón en la zona del anclaje fijo.

Ya alineados los cables y amarrados, se procede con la colocación del anclaje en la zona de tensado, el cual se debe de colocar en la formaleta de fondo (Apéndice D 15 y 16). Se inserta el cable para que quede una cola de cable salida de la losa para poder tensarlo posteriormente.

Posterior a esto, se realizan inspección por parte del maestro de obras a cargo del colocado de tendones, por parte del ingeniero residente y del ingeniero estructural a cargo de la obra. Esto, con el fin de que no existan cables mal alineados o amarrados, que estén colocados en una posición incorrecta. Se debe verificar que el estado de los tendones sea el requerido, revisar los soportes, tanto su altura como la ubicación, entre otros detalles.

Una vez inspeccionado, corregidos los errores y aprobado, se puede seguir con la

colocación del concreto. Este proceso no fue estudiado en el proyecto debido a que en el proyecto está a cargo de un subcontrato, por lo que para la empresa no es necesario su estudio. Dentro de lo poco que se pudo observar, es que se colocan guías para tener una losa con el espesor lo más homogéneo posible, por medio de equipo topográfico. Luego se realiza la chorrea por medio de una bomba telescópica (Apéndice D 17).

Cuando el concreto ya está endurecido, se empieza el desmontaje de formaleta de borde, y la limpieza de los cables. A estos se les deben de quitar el revestimiento y el formador de cajas, también se debe de limpiar con *thinner* para quitarles el recubrimiento P/T que tienen y una vez que estén limpios, se coloca un cabo de madera y se pinta una marca con *spray* (Apéndice D 19).

Ya limpios los cables y marcados, se colocan las cuñas como anclaje, las cuales como se muestran en el Apéndice D 18, son formadas por dos secciones cónicas. Se insertan en el espacio que dejó el formador de cajas con una herramienta manual de asentamiento, con el fin de asegurarse una buena colocación de ellas.

Ya colocadas las cuñas, se realizan pruebas de resistencia al concreto, con el fin de saber la capacidad a compresión que tiene, y una vez que esta tiene una capacidad del 80%, se puede empezar el proceso de tensado del cable.

Este se realiza por medio de un gato hidráulico y un compresor (Apéndice D 20 y 21), los cuales con las pinzas del gato hidráulico, sostienen el cable y lo tensan. La cantidad de tensión aplicada en cada cable se observa en la lectura del manómetro (Apéndice D 20), para corroborar que se le aplica la fuerza necesaria.

Como se dijo anteriormente, existen cables con anclaje intermedio y los que no. Cuando existen cables con anclaje intermedio, se debe de colocar el anclaje en el formador de cajas, colocarle recubrimiento al cable y forrarlo con unas chupetas (Apéndice D 22). Esto, con el fin de revestir el cable para que no tenga contacto con el concreto cuando se realice su colocación.

El último proceso que tiene que ver con los cables, es el acabado final de estos. Este se realiza ejecutando un corte con una maquina hidráulica extrusora (Apéndice D 24) y un compresor (Apéndice D 23), las cuales cortan el

cable en el puro borde donde salen sin afectar la colocación de las cuñas. También se debe colocar inmediatamente después de estar cortado el cable, unos tapones con recubrimiento P/T (Apéndice D 25 y 26), para que cuando se selle el espacio del formador de cajas con repello, el cable no esté en contacto con el repello.

Los procesos en estudio finalizan con el desmontaje de la estructura soportante, cuando ya la losa está completamente tensada. Primeramente, se aflojan las cabezas de los puntales para permitirle a las vigas principales que bajen y a su vez a las secundarias, por lo que se pueden ir desmontando del sistema y después los puntales. El desmontaje de paneles continúa después de los puntales y se deben de dejar algunos de estos últimos para prevenir accidentes con láminas de formaleta de fondo.

Modelo de procesos

En el cuadro 1, se establece la simbología que se utilizó para el desarrollo de estos diagramas de modelo de proceso, las cuales están basadas en procesos Microcyclone.

Se muestra en la figura 16, 17 y 18, el diagrama de modelo de la operación número 1, 2 y 3, según la codificación establecida en el cuadro 2. En estos diagramas se indican los recursos humanos para llevar a cabo las actividades, así como también el equipo o herramientas para llevar a cabo cada una de las actividades. Esto se realiza para saber en cada actividad que se requiere de recursos disponibles para la realización de la misma, como también se deben de cumplir con otros procesos para avanzar en la secuencia.

Rendimientos

En el cuadro 3, se muestra el personal de trabajo para las actividades en estudio durante la realización de este proyecto. Esto, con el fin de clasificar a los trabajadores con respecto a sus

actividades y a su salario por hora para facilitar las mediciones posteriores, como lo muestra el cuadro 4.

Para la toma de muestra de estos datos en campo, se creó el cuadro 5, con el fin de facilitar las mediciones de lo que requiere la empresa, por lo que las actividades y procesos fueron definidos por la empresa.

En estos se muestran la hora de inicio de la actividad, la hora final, la cantidad de operarios y ayudantes por las que ejecutada la actividad, el costo total en cuanto a la mano de obra, y la cantidad de proceso realizado por los mismos. Obteniendo así un rendimiento de costo de mano de obra y un rendimiento de tiempo con respecto a las HH consumidas en la actividad. También se detallan algunas observaciones importantes o relevantes durante la medición, así como la fecha que fue realizada la medición.

Para la actividad 1.1 colocación de cabezas en puntales (cuadro 6), se tienen tres muestras en las cuales se tienen rendimientos de costo por unidad de diferentes valores, en los cuales la medición número 2 y 3 no tienen descripciones u observaciones relevantes, mientras que en la primera, se observa que el trabajo fue realizado bajo la lluvia y en horas de la tarde por lo que se tiene un valor más alto, así como también se indica que existió un lapso de 19 minutos en los cuales el trabajador dejó de realizar sus labores para ponerse la capa para cubrirse de la lluvia.

En esta sección de resultados solo se muestra la actividad 1.1 colocación de cabezas en puntales, con el fin de mostrar cómo fueron los datos obtenidos y como son procesados a la hora de realizar los cálculos del rendimiento de HH por unidad y del costo por unidad, mientras que las demás actividades se encuentran en la sección de Apéndice B, mientras que en el Apéndice A, se encuentran los datos tomados en el campo..

La siguiente actividad en estudio es la colocación de estructura de soporte, en las cuales se tienen 6 muestras (Apéndice B 1), con rendimientos muy variables en las cuales la medición 2, 3, 4 y 6 no tienen observaciones importantes, mientras que las que tienen un valor más elevado de rendimiento de HH son la muestra 1 y 5, en las que se indica que mientras se estaba haciendo la medición de la muestra 1 se estuvo tensando en la zona, por lo que los

trabajadores veían afectado su avance. Y para la muestra número 5, se observa que los trabajadores no tienen clavadores en el nivel donde los están colocando, por lo que deben de ir los ayudantes de cada operario a traerlas al nivel anterior, ya que no pueden ser subidas por que la carreta de carga para estas no tiene las ruedas colocadas y no puede ser puesta en la zona de carga por parte de la grúa.

Para complementar los datos del Apéndice B 1, se realiza el Apéndice B 2, en cual se detalla la cantidad de unidades que se colocan de cada material y la cantidad de área que abarcan los trabajadores en ese rendimiento, para tener datos de unidades de cada elemento que conforman el sistema de soporte. Mostrándonos que el día que mayor área se hizo fue el 9 de setiembre en la quinta medición, siendo el día en que se instalaron mayor cantidad de puntales, vigas principales, vigas secundarias y crucetas de madera.

En el Apéndice B 3, se muestran los datos de rendimiento obtenidos para la actividad de colocación de paneles de fondo. En este cuadro se puede observar que los rendimientos obtenidos en el campo para esta actividad son muy variables. Esto se da debido a que siempre la actividad está realizada por distintos carpinteros, haciendo que el rendimiento sea tan variable como lo muestran los datos.

Para el estudio de la actividad de nivelación de puntales con equipo topográfico (Apéndice B 4), se realizaron dos medidas, en las cuales se tiene un rendimiento de HH y de costo en el que un valor es el doble del otro. Esto se debe a que en la muestra número uno, el proceso fue realizado por 3 ayudantes, los cuales están más familiarizados con el equipo topográfico, ya que venían realizando la nivelación desde el nivel 1 del proyecto. También se utilizaron dos niveles topográficos para esta medición, posicionados estratégicamente para cubrir la mayor cantidad de área posible, uno de estos analógico y el otro digital con infrarrojo el cual emite un sonido cuando la estadia está a la altura correcta. Mientras que para la muestra 2, la realizaron: un operario (que el costo de su HH es mayor a la de un ayudante) y un ayudante, por lo que aumenta el costo de la actividad, así como también se les complico en un principio el uso del nivel y la estadia ya que era el digital con infrarrojo.

El cuadro en el Apéndice B 5, fue creado para la obtención de rendimiento de la actividad de desmontaje de la estructura de soporte. Se tienen 3 muestras en las cuales en dos se tienen rendimientos similares (1 y 3) mientras que en la segunda se da una disminución del mismo aumentando el costo. Esto es provocado, como dice la observación, porque dos ayudantes dejaron de colaborar en el desmontaje, ya que debían alistar las tarimas con carga de puntales, madera, y vigas para que la grúa pudiera subirlas al nivel donde las requerían por lo que su productividad bajo, al pasar de 5 ayudantes a solo 3 durante 20 minutos. También es importante recalcar que en la toma de la muestra 3, ocurrió un accidente laboral, en la que cayó sobre un ayudante una lámina de formaleta de fondo, por lo que se atendió durante de media hora, pero pusieron otro ayudante mientras al afectado lo estaban atendiendo.

Para complementar estas mediciones del Apéndice B 5, se creó el cuadro del Apéndice B 6 con el fin de mostrar la cantidad de unidades desmontadas en cada medición, y se ve que en cada una de ellas se obtienen una cantidad de elementos muy variable. Esto, depende de los requerimientos del proyecto, porque por ejemplo el día 20 de agosto se quitaron más vigas secundarias, vigas principales y puntales con respecto al día 18 de setiembre que se quitaron mayor cantidad de paneles, por lo que se puede decir que el primer día se requerían más vigas secundarias, vigas principales y puntales para seguir con el proceso en otros niveles, como el día del 18 de setiembre se requerían más cantidad de paneles para formaletear el fondo de la losa de azotea.

Para el estudio de la operación 2 que es la colocación de cables según la codificación realizada, se realizó la misma estrategia que la actividad anterior, separando las actividades y creando los cuadros de los Apéndices B 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 y 15, para el estudio de los rendimientos de costo de mano de obra y el rendimiento con respecto a las HH necesarias por realizar una unidad de lo que se esté midiendo.

Los resultados de la actividad de elaboración de soporte son mostrados en el cuadro Apéndice B 7. Se observa que existen varias diferencias entre los rendimientos de las 6 muestras. Por ejemplo, los datos tienen un rendimiento de costo de mano de obra más

similar entre ellos en las muestras 4, 5 y 6. Esto puede ser debido a que la actividad está desarrollada solo por operarios, y estos representan un mayor costo para la ejecución de la actividad. También se puede detallar que en las muestras 1, 4 y 6 existen varios problemas que se deben de resolver a la hora de las mediciones como se muestran en las observaciones, y que se resuelven durante el tiempo de medición, por lo que aumenta el costo de las mimas y disminuye el rendimiento de HH.

Para el proceso de marcas de ubicación de soportes y cables, se realizó el estudio mediante el cuadro en el Apéndice B 8. En él se puede demostrar que los valores obtenidos en son muy similares entre ellos, ya que es una actividad en la que solo se requiere de dos personas y que la estructura de soporte y paneles estén colocados, por lo que no van a existir muchas interferencias o problemas que vayan a afectar su rendimiento. Una de estas cosas es que tengan que traer otro *pilot* porque el que tienen ya no marca, o traer los planos que les hacen falta para continuar con la marcación, por mencionar los posibles problemas que se pueden dar en el proceso.

En cuanto a la colocación de soportes, se realizó el cuadro del Apéndice B 9, en el cual se observan 6 muestras de datos obtenidos. En el cual las muestras 2, 4, 5 y 6 se obtienen valores muy similares, mientras que los datos 1 y 3 dan valores muy elevados. En el primero se puede observar que la actividad fue desarrollada por dos operarios y en las observaciones se dice que salió un operario a traer soportes que hacían falta, por lo que el rendimiento de la medición se ve afectado.

Como se mencionó anteriormente, los tendones colocados se dividen en los que llevan anclajes intermedios y los que no. Por lo tanto, esta actividad se dividió en dos para un mejor estudio de los datos.

Los resultados de la medición para el tendido de cable con anclaje intermedio están mostrados en el cuadro del Apéndice B 10, ahí se puede observar que el rendimiento de las tres mediciones realizadas en cuanto a costo de mano de obra y al rendimiento de horas hombre son valores muy cercanos; existe una diferencia de costo de entre valores de 19 colones por metro lineal de cable y de 0,02 entre la muestra 2 y 3. Por lo que los valores son muy constantes.

Para el tendido de cable sin anclaje intermedio están en el cuadro del Apéndice B 11, en donde se observan 5 muestras, y al igual que con anclaje intermedio los valores son muy constantes, existiendo una diferencia de 20 colones entre los que más diferencia tienen que es la muestra 4 y 5.

Una vez tendidos los cables, se procede a instalar los anclajes del extremo pasivo, para lo cual se utilizó el cuadro del Apéndice B 12, donde existen 7 muestras tomadas. Estas, tienen valores de rendimiento de costo de mano de obra y HH muy cercanos entre sí excepto en la muestra 7. Esto puede ser debido a que es una medición en un lapso de tiempo muy pequeño, por lo que no se puede avanzar tanto como cuando ya lleva tiempo de iniciado el proceso y se tenga claro las cosas, que cuando se comienza.

Para el amarre de cables en una segunda colada, es decir, cuando el cable requiere de un anclaje intermedio, se creó el cuadro del Apéndice B 13. En el cual se demuestra que los rendimientos por HH y costo de mano de obra son constantes y que la cantidad de unidades de cable amarrado, dependen de la cantidad de operarios y ayudantes que están en la actividad. En la muestra 2, se tienen solo 5 cables con un operario y dos ayudantes, mientras que teniendo 4 operarios y dos ayudantes se amarraron 28 cables. Al ser mayor cantidad de operarios, aumenta el costo de mano de obra del proceso.

En el cuadro del Apéndice B 14, están los resultados del alineado de los tendones por medio de amarras. Se tienen valores en los rendimientos muy variables entre sí, debido a que esto depende de la calidad de los trabajadores y de la efectividad que estos presenten. Por ejemplo, en el caso de la muestra 2, fueron realizadas 61 amarras por un operario, por lo que quiere decir que su trabajo es bien productivo, manipulando de manera correcta los materiales y las herramientas, mientras que para la muestra 3, se tiene un operario y un ayudante y realizan mayor cantidad de amarras (72), pero el rendimiento HH se eleva con respecto a la muestra 2.

Para el anclaje que se coloca en la formaleta, que es la posición desde donde se tensa el cable, se creó el cuadro del Apéndice B 15. Se obtienen resultados de rendimientos muy variables entre las 4 muestras tomadas. Estas

diferencias se pueden justificar, ya que muchas veces el proceso se realiza de distintas maneras. Por ejemplo muchas veces se le indica a los carpinteros que realicen los huecos en la formaleta para la colocación del formador de cajas, y que otra cuadrilla realice la colocación del anclaje. Pero muchas veces se le indica a los carpinteros que lo realicen ellos mismos, por lo que aunque la calidad del anclaje sigue siendo el mismo en cuanto a resultados, la duración del tiempo es distinta a ser cuadrillas que se especializan en otras actividades.

Para terminar la sección de rendimientos, se elaboró el mismo estudio para las dos operaciones anteriores para la última operación, postensión de tendones, mostrando los resultados de sus actividades en los cuadros del Apéndice B 16, 17, 18 y 19.

Esta operación, se debe de iniciar con la actividad de limpieza, colocación de cuñas y marcas del cable, en el cual los datos obtenidos son mostrados en el cuadro del Apéndice B 16, teniendo tres muestras para el estudio. Se obtienen rendimientos muy similares existiendo un rendimiento de costo de mano de obra de 25 colones entre los que presentan mayor diferencia. Es importante resaltar que la muestra 3, se tuvo problemas con la limpieza, ya que el ayudante que iba a realizarla mando a otro ayudante a la bodega por las cosas de limpiar mientras el terminaba otra labor, y cuando iba a iniciar a limpiar después de quitar el revestimiento de plástico, le coloca el líquido a la mecha para limpiar y se da cuenta que el líquido contenido es *diesel* y no *thinner*, por lo que se retrasa la actividad, donde se da un mayor costo de mano de obra y rendimiento HH.

Una vez listos los cables con las cuñas, limpios y marcados, se procede a la tensión de los mismos. En el cuadro del Apéndice B 17 se muestran las 5 muestras obtenidas en el proceso, en las cuales se tienen datos muy constantes, pero con observaciones interesantes. Para las muestras 3 y 5, son los niveles finales del edificio los que se están tensando, por lo que los trabajadores realizan el tensado de los mismos de manera más tranquila "rindiendo el trabajo" como dicen ellos, ya que si terminan esta actividad, los maestros de obras los destinan a otras labores, por lo que prefieren realizarla a su ritmo y quedarse en la actividad que están.

Para el acabado de las colas de los tendones, como se mencionó anteriormente, se deben de cortar y colocar tapones engrasados, por lo que se tomaron 4 muestras anotadas en el cuadro del Apéndice B 18, en las que se tienen valores de rendimiento de costo de mano de obra de 55 colones hasta los 89 colones, mientras que los rendimientos de HH van de 0,05 y 0,07, lo que demuestra que son valores muy similares. También es importante recalcar que en la medición de tiempo incluye la instalación de andamios y plataformas temporales con el fin de garantizar la protección de los trabajadores.

Por último en el cuadro del Apéndice B 19, se miden los rendimientos de la colocación de un anclaje intermedio y del engrasado de los mismos, ya que es realizado inmediatamente después del tensado por los mismos ayudantes. En la muestra 1 se muestra el valor más alto de los rendimientos calculados, esto debido a que en la observación indica que se avanza lento, ya que también están realizando la tensión de los cables. Por lo tanto el ayudante debe de esperar a que se avance en la tensada de los tendones, para poder avanzar en la colocación del anclaje intermedio.

Una vez teniendo todos los resultados de las mediciones de los rendimientos por actividad, se procede a analizar los datos estadísticamente, calculando el promedio del rendimiento de costo de mano de obra por unidad con su respectiva desviación estándar, como también lo mismo para saber el rendimiento de HH por unidad realizada. Estos resultados se muestran en el cuadro 7.

En este último mencionado, se demuestra que las actividades que mayor costo representan en la mano de obra de estos sistemas son la colocación de la estructura de soporte y el desmontaje de la misma, así como también el anclaje de los extremos pasivos del tendón.

Las primeras dos actividades es debido a que se requiere mucha cantidad de personal en comparación con las otras actividades, debido a que se pierde mucho tiempo al estar necesitando de estar en alturas elevadas con la escalera o bancos para realizar la actividad. De ahí que al estar moviéndolas para su correcta posición, es tiempo que aumenta su costo.

También de este cuadro se puede observar que las desviaciones estándar de mayor valor son en las actividades de colocación de

soportes, desmontaje de estructura y paneles. Esto es debido a que en la construcción, los rendimientos de las cuadrillas en la mayoría de las actividades son variables al cambiar el equipo de trabajo, las condiciones climatológicas, la hora del día, entre otras variables; por lo que estos valores van a tener una desviación estándar muy elevada.

En cuanto al tiempo de duración de las actividades, se puede observar en este mismo cuadro, que la actividad que más tiempo requiere es el desmontaje de paneles y estructura, ya que eso depende mucho de los requerimientos del proyecto en cuanto a materiales que se ocupan en niveles superiores. Por lo que muchas veces se puede avanzar mucho y en otros casos es más costoso el avance.

Una vez realizado este análisis, se procede a calcular cantidades necesarias para la construcción de una losa para este proyecto en específico, esto se realiza por medio de los planos de taller. Las cantidades son mostradas en el cuadro 8, y son utilizadas para saber el costo por losa construida y el costo por metro cuadrado de las operaciones en estudio, estas se muestran en el cuadro 9.

Teniendo estos resultados, se compara con los presupuestos calculados del proyecto, para tener un criterio de si se está cobrando adecuadamente, se excede el costo que se le dio al cliente, o si más bien se generaron pérdidas con el presupuesto planteado. Esta comparación se realiza en el cuadro 10, en la cual dice el costo por operación de presupuesto y la experimental obtenida por datos de campo.

En este cuadro podemos observar que para la actividad de estructura de soportante y de fondo, se tiene una diferencia de 6,64 dólares por metro cuadrado, por lo que la empresa tiene en el presupuesto que el costo de la colocación de esta es mucho más caro que en lo que realidad cuesta. Para la operación 2 que son los cables, se tienen una diferencia de 0,43 dólares por metro cuadrado, por lo que se demuestra que lo que le cuesta a la empresa en realidad sale más caro de lo que tiene presupuestado, y para la sección de postensión, se tiene una diferencia de 2,56 dólares por metro cuadrados, por lo que el valor del presupuesto está muy por encima de lo que en realidad cuesta la instalación y ejecución de mano de obra en este ámbito.

Concluyendo con que el costo por metro cuadrado de losa postensada es de 4,17 dólares experimentalmente y de 12,93 dólares según los presupuestos del proyecto, por lo que se puede observar que la empresa tiene una ganancia considerable por metro cuadrado con respecto a la instalación del sistema de losas postensadas.

Productividad

Para la toma de muestras como se dijo anteriormente, se hizo por medio de videos grabados en el campo, en el momento que desarrollaran la actividad. Esto, debido a que hacer una muestra directamente en el campo dificulta poder observar cosas mucho más detalladas, por lo que con un video nos garantizamos que lo que realmente están haciendo es lo que se anota en las tomas independientemente de la técnica que se utilice.

Por lo que para la obtención de estos datos, se crearon hojas de toma de mediciones de productividad, las cuales están adecuadas para la aplicación y el estudio de los procesos con cada una de las técnicas. Con el cuadro 11, se controla la medición de productividad por medio de la técnica *Work Sampling*; el cuadro 12, es utilizado para la medición de la productividad con la técnica *Five Minutes Rating*; y por último la técnica de *Crew Balance* es medida mediante el cuadro 13.

Para realizar este análisis, se compararan los resultados de cada una de las actividades con respecto a la técnica de medición, así como también se detallará en que actividades, los trabajadores son menos productivos y en qué actividades se invierte este tiempo que hace que el tiempo de la actividad se retrase.

Para la actividad **1.1 colocación de cabezas en puntales**, se hizo el estudio de la productividad en los dos trabajadores que estaban involucrados en la actividad. Para los resultados de la técnica *Work Sampling*, se utilizaron los cuadros 14, 15, 16, 17, 18 y 19, mostrando como resultados que en la actividad se tiene una productividad de un 72,82% y un tiempo no productivo de un 27,18%.

En la técnica de *Five Minutes Rating* se utilizaron los cuadros 21, 22, 23, 24, y 25,

mostrándonos como resultados que el Trabajador 1 tiene un porcentaje de productividad de 91,3% y el Trabajador 2 de un 54,4%.

Mientras que en la técnica de *Crew Balance*, se hace una subdivisión de actividades en el cuadro 26 para una mejor aplicación de la técnica, y los resultados están brindados por los cuadros 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, como también en el gráfico 1, en la que nos muestra que el primer trabajador solo se dedica a la colocación de cabeza en puntales siendo un 91.3% y el segundo se dedica a trasladar los puntales (54.4%) que requieren la colocación de la cabeza, como también los que están listos para la utilización como estructura de soporte.

Observando y comparando los resultados de estas tres técnicas, se puede decir que la actividad evaluada como conjunto por medio de *Work Sampling* es un 72,82% productiva, y se puede observar evaluando a los trabajadores por aparte en la técnica *Five Minutes Rating* que el trabajador que mayor tiempo de improductividad aporta es el número 2, debido a que su tiempo de traslado sin ningún material no es considerado como una actividad que ayude al desarrollo del proceso.

Esto se puede ver reflejado en el gráfico 1 elaborado con la técnica *Crew Balance*, que nos demuestra en que subdivisión de actividades se invierte el tiempo de cada trabajador, por lo que muestra que el trabajador 1 pierde muy poco tiempo pero cuando lo pierde fue con una llamada telefónica, mientras que el trabajador dos como lo muestra el gráfico representa el que mayor cantidad de tiempo pierde y es trasladándose.

En las siguientes actividades se realizó el mismo estudio, con la diferencia de que no se ponen todos los datos tomados de productividad, si no que solo se colocan los resultados de los mismos, para facilitar la comprensión del trabajo, si se desea revisar alguna de las muestras o verificar como se realizó el estudio, los datos están ubicados en la sección Apéndice C.

Para el estudio de la actividad **1.2 Colocación de estructura de soporte**, se creó el cuadro 34, el cual presenta los resultados para la técnica de medición *Work Sampling*. Mientras que para la técnica *Five Minutes Rating* está el cuadro 35, y por último para el estudio de la técnica *Crew Balance* se creó una subdivisión de actividades mostrada en el cuadro 36 y el

resumen de resultados está en el cuadro 37 y 38, así como también el gráfico 2.

Estos resultados de productividad para esta actividad, nos muestra que evaluada como conjunto de trabajadores (*Work Sampling*), se tiene un porcentaje de productividad de 70,47%, lo que nos lleva a identificar cual de los trabajadores es el que mayor tiempo de improductividad aporta y es el trabajador número 1 que es el operador, ya que el requiere de estar dando indicaciones al ayudante y así como también estar revisando que lo que el realiza y su ayudante este desarrollado de buena manera.

Esto se puede ver ejemplificado mediante el gráfico 2, en el cual mediante la técnica *Crew Balance* nos indica que el trabajador 1 invierte mucho más tiempo en actividades no productivas con respecto a las demás, siendo un 32,6%, y con el trabajador 2 el estudio indica que dedica mayor tiempo a la actividad relacionada con los clavadores y con los puntales, ya que es el encargado de trasladarlos hasta el punto en que se requieren y al final el trabajador uno solo avala la posición de los puntales y coloca los clavadores después de ser trasladados.

Para la actividad **1.3 Colocación de paneles para estructura de fondo**, se creó el cuadro 39 para la técnica de medición *Work Sampling*, el cuadro 40 para la técnica *Five Minutes Rating*, y los cuadros 41, 42, 43, así como también el gráfico 3 para la técnica *Crew Balance*.

Por lo que siendo evaluado como cuadrilla de trabajo, se tiene que la actividad es un 66,32% productiva, ya que existen muchos tiempos en los que los trabajadores no desarrollan actividades que cooperen con la ejecución de la actividad.

Esto se puede ver reflejado en la técnica *Five Minutes Rating*, que evaluando a los trabajadores por separado, nos indica que el ayudante es el que mayor tiempo de improductividad presenta, ya que es el ayudante, por lo que cuando existen alguna corrección o eventualidad de que el panel o los clavadores hay que ajustarlos, el que lo realiza es el operador, por lo que el ayudante se queda esperando a que termine para desarrollar alguna acción y esto se transforma en tiempo no productivo.

Por lo que al observar la técnica *Crew Balance*, en el cuadro 42, se indican las

actividades que realizan estos trabajadores, lo que nos muestra en el gráfico 3, que el trabajador 1, la actividad que más tiempo invierte (36.5%), es la colocación de panel y la fijación por medio de clavos. Y en cuanto al trabajador 2 el mayor porcentaje se da en actividades no productivas, por lo que este es el mayor portador de tiempo muerto en la actividad.

Para la actividad **1.4 Nivelación de altura de puntales con nivel topográfico**, no se realizó el estudio de la productividad, esto debido a que no se realizaron registros de videos, por lo que lo único que se estudió en esta actividad fue el rendimiento.

Para la actividad **1.5 Desmontaje de estructura soportante y estructura de fondo**, se realizaron los tres estudios generando cuadros de resultados para cada una de las técnicas, obteniendo el cuadro 44 de resumen para *Work Sampling*; el cuadro 45 de resumen para *Five Minutes Rating*; y los cuadros 46, 47, 48 y el gráfico 4 para *Crew Balance*.

De estos, se puede analizar que como cuadrilla de trabajo según la técnica *Work Sampling*, se tiene una improductividad del 40,0% por parte de los trabajadores, lo cual haciendo el estudio de los trabajadores por separado, se tiene que el primer trabajador es el encargado de ejecutar y dirigir la actividad, mientras que el segundo y el tercero están como ayudantes, por lo que se puede ver que el porcentaje de productividad del 1 es de 42,8%, ya que debe de estar dando indicaciones, decidiendo cuales elementos son los que deben de ir desmontando, analizando si existen riesgos de problemas, crear soluciones para evitarlos, entre otras cosas, por lo que su porcentaje de trabajo depende mucho de las condiciones que se le presenten en el campo de trabajo, así como de los requerimientos que pidan los maestros de obras como por ejemplo que en niveles posteriores, se requieran mayor cantidad de clavadores, por lo que se debe de observar en que parte se deben de sacar, como evitar los problemas en este sitio, entre otros. Mientras que los otros dos ejecutan las indicaciones que el primero plantea, por lo que su porcentaje dependerá de las actividades que ellos realicen.

También observando los resultados de la técnica *Crew Balance*, se puede decir que el primer trabajador al ser el operador, requiere de estar dando indicaciones como se mencionó

anteriormente, y estar esperando que los ayudantes realicen las tareas asignadas. Por lo que al ver el gráfico desarrollado, nos muestra que efectivamente los tiempos de improductividad de este proceso son bastante representativos con respecto a las demás subdivisiones, por lo que se debe de generar algún cambio para no perder tanto tiempo y tener el mismo o mayor cantidad de avance.

Para la actividad **2.1 Elaboración de soportes**, se hizo el estudio por medio de la técnica *Work Sampling* teniendo como resumen de resultados el cuadro 49; por medio de la técnica *Five Minutes Rating* teniendo como resumen de resultados el cuadro 50; mientras que evaluando la técnica *Crew Balance* se tienen como resultado los cuadros 51, 52, 53 y el gráfico 5.

Teniendo resultados como conjunto de trabajadores un porcentaje de productividad de 82.05% del tiempo de medición según la técnica *Work Sampling*, lo que nos lleva a interiorizar con las otras dos técnicas para saber en qué otras actividades se invierte el tiempo de improductividad que es de un 17, 95%.

Por lo que observando la técnica *Five Minutes Rating*, nos indican los resultados que el trabajador 1 tiene menor cantidad de tiempo muerto en comparación al segundo (8.7% y 27,2% respectivamente), por lo que el primer trabajador es más productivo que el segundo siendo del mismo rango (operarios), lo que quiere decir que el segundo trabajador realiza acciones que no colaboran con el desarrollo del proceso.

Esto se ve ejemplificado con el gráfico 5 de la técnica *Crew Balance*, en donde se ve el tiempo que invirtió el trabajador 1 transportando y colocando la varilla para crear los soportes, el trabajador dos estaba realizando actividades no productivas, por lo que se ve reflejado en los porcentajes de productividad de la cuadrilla y en el avance del proceso.

En el cuadro 54, se muestran los resultados de la medición de la productividad con la técnica *Work Sampling* para el proceso **2.2 Marcas de ubicación para soportes y cables**; como también en el cuadro 55 se observa el resumen de resultados de la técnica *Five Minutes Rating*; y en los cuadros 56, 57, 58 y en el gráfico 6, los resultados de la técnica *Crew Balance* para la misma actividad.

La evaluación del proceso por cuadrilla (técnica *Work Sampling*), nos indican los resultados que existe una productividad del 50%, lo que quiere decir que la mitad del tiempo de medición, los trabajadores realizaron acciones que ayudaron al desarrollo y avance del proceso, mientras que la otra mitad del tiempo lo desperdiciaron o realizaron acciones que no eran relacionadas con el proceso.

También evaluando a cada trabajador por separado, se puede observar que un trabajador es más productivo que otro, cosa que no refleja el *Work Sampling*, y nos muestra que el trabajador 1 es más productivo (54.3%), debido a que anda marcando y realizando las consultas con el maestro de obras en caso de dudas, por lo que también el trabajador 2 (45.7%) debe de estar esperando ordenes para realizar las labores que le enmienden.

En el gráfico 6, se nos muestra que durante la medición de productividad, el trabajador q realiza durante más tiempo actividades que ayudan a desarrollar el proceso con respecto al trabajador 2. Sin embargo, en esta actividad se tiene mucha cantidad de tiempo no productivo, por lo que hace que el desarrollo del proceso se vea con un avance muy lento.

Esto es debido a que muchas veces en la realización de la marca de ubicación para soportes y cables, envían a un operador que no sabe leer planos o no está familiarizado con estos por lo que la ejecución del mismo no se dura el mismo tiempo que si la realizará alguien que si lo esté. También afecta ya que debe de estar consultando al maestro de obras cada cuanto debe de colocar las marcas, o en qué lugar debe de hacerlas, por lo que retrasan la ejecución.

Otra de las razones por la que la ejecución del proceso se ve con baja productividad, es debido a que esta actividad no es crítica para el desarrollo de la operación, ya que esta se realiza por adelantar el proceso y no tener retrasos una vez que estén creados los soportes, por lo que se tiene bastante tiempo para realizarla, razón que lleva a los trabajadores a cumplir con la actividad pero de manera más lenta.

Para la actividad **2.3 Colocación de soportes** también se realizaron las tres técnicas para estudiar la productividad del proceso *Work Sampling*, *Five minutes Rating* y *Crew Balance*;

teniendo como resultado para la primer técnica el cuadro 59, para la segunda el cuadro 60; mientras que para la tercera se tienen los cuadros 61, 62, 63 y el gráfico 7.

Con los datos obtenidos de la técnica *Work Sampling*, se tiene que para la actividad un 79,56% de tiempo productivo colocando los soportes, pero al revisarlo individualmente con la técnica de *Five Minutes Rating*, nos indica que el primer trabajador es 87,2% productivo y el 2 es 79,3%, por lo que se puede demostrar que el operador es más efectivo que el ayudante en la colocación de soportes sobre el sistema de formaleta de fondo, esto como anteriormente se ha mencionado, se da debido a que el operador comúnmente está mayor capacitado que un ayudante, por lo que el ayudante requiere de que le digan que actividades o labores realizar y si no se le indican estos esperan hasta que se les asigne algo.

Para observarlo de manera más sencilla, con la técnica *Crew Balance* se creó el gráfico 7, en el cual se puede observar que el tiempo de más que gasta un ayudante esperando u observando, es el tiempo que aprovecha un operario para avanzar en sus labores.

En cuanto la medición de la productividad para la actividad **2.4 Tendido de cables**, se realizaron las tres técnicas para la comparación de resultados y análisis de los mismos. En el cuadro 64 está mostrado el resumen de resultados de la técnica *Work Sampling*; en el cuadro 65 están los resultados de la técnica *Five Minutes Rating*; y en los cuadros 66, 67, 68 y el gráfico 8 para la técnica *Crew Balance*.

Para esta actividad, se tienen una productividad en el tiempo medido de 77,39% variando la cantidad de personas en la cuadrilla, por lo que los alcances que tienen estas depende de esto, ya que en un inicio se tenían tres personas y después se tienen cuatro.

Se tiene que evaluando a cada trabajador por aparte, una productividad mínima del 65,5%, siendo este un ayudante, y de los operarios, el mínimo es de 87.4%, por lo que existe un buen porcentaje de que el proceso esta realiza con una buena productividad, esto puede ser ejemplificado con el gráfico, ya que en este se muestra que los tiempos muertos de la actividad en termino de operarios es muy poco (1 y 3) y en

términos de ayudantes si es mas pero está dentro del rango de lo normal en la construcción.

La actividad **2.5 anclaje extremo pasivo**, no se tiene registro de video, por lo que no se estudio su productividad. La actividad **2.6 Amarrado de colas de cables para una segunda colada** es una actividad que se realiza muchas veces una vez que los cables son tendidos para evitar que el cable se dañe así también se evita que el cable sea estirado completamente y que tenga que ser enrollado otra vez, por lo que no fue posible tener un registro de video. Las amarras son colocadas una vez que la ubicación y colocación del cable sean correctas y que este anclado en una buena posición en su extremo fijo, de esta actividad no se tienen datos sobre la medición de la productividad, al igual que la actividad **2.8 colocación de anclajes en formaleta perimetral**.

Los resultados de la productividad con la técnica *Work Sampling* para la actividad **3.1 limpieza, marca de cables y colocación de cuñas** se muestran en el cuadro 69. Para la técnica *Five Minutes Rating* se tienen los resultados en el cuadro 70. Mientras que los resultados para la técnica *Crew Balance* se muestran en los cuadros 71, 72, 73 y el gráfico 9.

En los cuales se muestra que la actividad evaluada y estudiada solo las cuadrillas, se tiene un porcentaje de productividad de 72,11%, esto con la técnica de *Work Sampling*. Mientras que estudiando a cada uno de los trabajadores, se tiene que el que más aporta a que la improductividad tenga un valor de 27,89%, es el trabajador 1, esto debido a que el trabajador 1 pierde mucho tiempo cuando se agrega el otro trabajador a realizar sus labores, esto se puede deber a que este cansado o que no quiera realizar esa labor, por lo que consume mucho tiempo observando a otros trabajadores o sus alrededores, afectando la productividad del proceso.

Con el gráfico 9, se puede observar que el periodo de evaluación del trabajador 1 es mayor que el del trabajador 2, pero aun así se puede ver que la actividad codificada como "Ac4" es una de las que más desarrolla el trabajador, y esta codificación hace referencia a trabajo no productivo. También se observa que este último es similar al tamaño de la "Ac3" que son actividades relacionadas con las cuñas, por lo

que nos indica que este proceso se podría mejorar a partir que no se gaste tiempo en actividades improductivas.

Con la actividad **3.2 tensado de cables**, se realizó el mismo proceso, se hizo el estudio por medio de la técnica *Work Sampling* (resumen en el cuadro 74), *Five Minutes Rating* (resumen en el cuadro 75) y por ultimo *Crew Balance* (cuadros 76, 77, 78 y el gráfico 10).

La primer técnica mencionada, nos indica que la cuadrilla es un 40,83% efectiva en sus labores, por lo que es un porcentaje muy bajo que se debe de poner en estudio más puntual.

Haciendo esto por medio de la técnica de *Five Minutes Rating*, se observa que el trabajador 1 tiene una productividad de un 21,1%, el cual es el valor más bajo obtenido en la medición de productividad de todas las operaciones estudiadas, mientras que la del otro trabajador es de un 59,2%.

Esto se debe a que cuando se está tensando los cables, un trabajador se encarga de estar colocando las pinzas del gato hidráulico sobre el cable y de estarlo trasladando a cada cable que se vaya a tensar, por lo que cuando se está tensando, este trabajador esta sobrando ya que no realiza ninguna actividad, pero aun así es indispensable para el desarrollo de la actividad, ya que si él no está el mismo que maneja el compresor, debería de estar moviendo el gato aumentando la productividad del trabajador, pero en realidad aumenta la duración de la actividad.

Como se puede observar en el grafico 10 de la técnica *Crew Balance*, el tiempo efectivo del trabajador 1 es muy pequeño en comparación con el trabajador que maneja el compresor por lo que se menciono anteriormente.

Para la medición de productividad del proceso **3.3 Corte de cables**, se obtuvo el cuadro 79 como resumen para la técnica *Work Sampling*; el cuadro 80 como resumen para la técnica *Five Minutes Rating*; y los cuadros 81, 82, 83 y el gráfico 11 para la técnica *Crew Balance*.

Se tiene que el porcentaje de improductividad es de un 36,29% (*Work Sampling*), debido a que el trabajador 1 aporta una productividad de 42,1% (*Five Minutes Rating*), lo que nos muestra que más de la mitad del tiempo de medición no realizó actividades que colaboraran al desarrollo o el avance de la actividad.

Debido a esto, en el grafico 11, se muestran como los otros dos trabajadores tienen un mayor tiempo de trabajo efectivo, realizando

labores distintas, mientras que la mayor cantidad de tiempo de evaluación del trabajador 1 es en tiempo no productivo o "Ac3".

Propuesta de mejoramiento

En este capítulo, se detallarán aspectos observados durante la toma de muestras en campo, los resultados de estas muestras y el análisis de los resultados realizado, con el fin de ofrecer mejoras en el proceso de construcción de losas postensadas en campo, en campos como costos productividad, calidad y seguridad laboral.

Se indican aquí las mejoras puntualmente y seguidamente se explicará el porqué de la necesidad de mejorar. Esto, con el propósito de explicar las razones por las cuales se necesita mejorar en los aspectos mencionados.

- Control de calidad de los procesos por medio de listas de verificación.

Una de las formas más sencillas de tener un control de calidad en el campo de la construcción es la creación de listas de verificación, esto debido a que las listas de verificación ayudan a generar un control sobre los aspectos más relevantes en cualquier proceso, por lo que se crearon listas de verificación con el fin de tener controlado los procesos más representativos del desarrollo de losas postensadas.

Estas listas de verificación (Cuadros del 84 al 92 de la sección de resultados) están enfocadas en seis aspectos de control básicos que se deben tener en cuenta a diferencia de otros sistemas. Estos aspectos son: los materiales relacionados con la estructura soportante y paneles, así como también su colocación; el almacenamiento de los materiales relacionados con el tensado; la inspección que se debe realizar antes de la colocación del concreto; la inspección que se debe realizar cuando se coloca el concreto; para el tensado de cables; y el acabado final de los cables.

Aplicando las inspecciones que nos indican las listas de verificación, nos garantizamos un desarrollo del sistema de postensado más seguro, de mayor calidad y sin riesgos evitando problemas en un futuro, por lo que estas listas brindarán mayor confianza a la empresa de que el sistema está realizado de la mejor manera.

Por ejemplo, con la lista de verificación creada en el cuadro 89, nos garantizamos que el proceso del colado del concreto no afecte los tendones,

por lo que se estudian características como: ¿se eligió el mejor método de colocado del concreto? Esto para la zona donde se va a realizar, según las recomendaciones hechas en el marco teórico; controles que se deben tener sobre los componentes del concreto con el fin de que no afecten los tendones químicamente, ¿Se verifico que no existan problemas de alineado de cables cuando se hace el colado?; entre otros aspectos relevantes en este campo, garantizándonos así que el proceso del colado del concreto no afecte as demás actividades y una buena calidad del proceso.

- Control de la calidad del tensado de cables.

Otro aporte positivo en la ejecución de estos sistemas, fue establecer un control del proceso más importante, que es el tensado de cables, ya que este proceso es el que garantiza que los cables estructuralmente ayudarán a la losa a soportar las cargas de tensión a las que es sometida.

Por lo que se creó una hoja para tener el control del tensado (Cuadro 93 de la sección de Resultados), de la fuerza que se le aplica, la elongación que debe tener teóricamente los cables y la que tiene experimentalmente, con el fin de facilitar la verificación de que se haga de manera correcta.

Con esta hoja de registro de tensado, nos garantizamos que cada cable colocado cumplirá la función requerida según el diseño estructural, haciendo que el desempeño de la losa sea el deseado.

- Mejorar los valores de costo en los presupuesto de la empresa.

Con los resultados obtenidos en la sección de rendimientos se puede observar que el desarrollo de los presupuestos de la empresa están elevados con respecto a lo obtenido experimentalmente, por lo que los datos de rendimientos para cada proceso estudiado, bridarán un desarrollo de los presupuestos para proyectos futuros, por lo que se mejoraría en cuanto a lo que se le cobra al cliente por el proyecto, teniendo bien estimado cuanto puede

ser el costo de la realización del mismo, así como también los rendimientos de HH pueden brindar una mejor planeación en cuanto a tiempo, ya que estos datos son empíricos. No necesariamente estos valores tienen que ser exactos, ya que como sabemos los rendimientos en el campo de la construcción dependen de muchos factores como lo son las cuadrillas de trabajo, la experiencia que se tenga con el sistema y planos, condiciones climatológicas, condiciones del proyecto, entre otras, sin embargo representa la realidad del proyecto.

En cuanto al campo de la productividad, se sabe que es el resultado de la eficiencia con la que se realizaron los procesos, ya que significa que se desarrollan las actividades con la menor cantidad de tiempos muertos, de recursos y realizando el proceso por completo, por lo que mejorando la productividad de los mismos, podremos ayudar a que el proyecto se desarrolle con mayor eficiencia de recursos y de tiempo.

Las actividades que se pueden mejorar son las que presenten mayor cantidad de personal y alto nivel de improductividad, por lo que los resultados de productividad de la sección de resultados nos ayudó a determinar qué aspectos mejorar.

- Diseño de área para la colocación de cabeza en puntales.

Una de las actividades que presentó mayor problema, fue la actividad **1.1 Colocación de cabezas en puntales**, esto es debido a que se debían de transportar los puntales desde donde se encontraban almacenados o puestos en el campo a la zona donde se estaban colocando las cabezas, por lo que la distancia de transporte de los mismos, afecta la productividad de los mismos.

Por lo que sería importante mantener una cantidad importante de puntales con cabeza listos para la colocación como estructura de soporte y que esta actividad siguiente no se vea retrasada por estos no estar listos.

Ante este problema, se propone que se tenga una zona de armado o colocado de estas cabezas cercano a la zona donde estén almacenados los puntales, así como también, que esta zona de armado se encuentre cerca o que tenga acceso la grúa, con el fin de que una vez que estén listos los puntales, puedan ser transportados a la losa o zona que se necesiten

disminuyendo los tiempos de transporte, aumentando la productividad del proceso y disminuyendo los costos.

Esto debido a que muchas veces se tenían dos ayudantes uno colocando las cabezas y otro transportando los puntales, pero haciendo esta modificación se ocuparía solo de una persona que esté cerca de donde estén almacenados los puntales que los lleve a la zona donde se alisten y que ahí mismo se apilen para que sean transportados por la grúa.

También esto nos permite ayudar a los trabajadores en el campo de la seguridad laboral, ya que estos no deben de estar levantando carga innecesaria que puede ser trasladada por la grúa y nos ayuda a tener siempre la cantidad necesaria para la creación de la estructura de soporte de una losa.

- Colocación de cuerdas de guías para la correcta modulación de la estructura de soporte.

Para garantizar una buena **colocación de la estructura de soporte** se debe de cumplir en todo momento con la modulación de la estructura, creado por los ingenieros del proyecto, pero para que esto se cumpla se deben tener siempre colocadas guías para su colocación con el fin de que no existan errores cuando ya haya un avance considerable y que se deba de devolver quitando todo o disminuyendo la productividad viendo como los trabajadores solucionan el problema.

Por lo que se propone que existan cuerdas de guía (figura 19) colocadas mediante equipo topográfico después de estar marcado los ejes del proyecto. Debe de existir una en cada borde de donde se colocaran los puntales perimetrales, así como también debe de existir una central para garantizarse de que cuando cierren ambos bordes cierren de buena manera sin importar de donde se inicie la colocación de los puntales.



Figura 19. Colocación de guías para los puntales.

Fuente: Fotografía propia.

- Planeación del uso de elementos como vigas principales, vigas secundarias, paneles y puntales.

Para la misma actividad mencionada anteriormente, se puede mejorar la productividad teniendo una mejor planeación de uso y de cantidad de vigas principales y secundarias, paneles y puntales, ya que por ejemplo: se estaba armando la estructura de soporte del nivel 5 y tenían que estar bajando los ayudantes por estos materiales, lo que hace que se retrase la actividad, por lo que proponer un buen planeamiento de desmontaje-colocación de estructura podría beneficiar a la eficiencia del proceso.

- Alternativa para la corrección y verificación de alturas de los puntales con equipo topográfico

En el proceso **1.4 Nivelación de puntales con nivel topográfico**, se recomienda que en todo momento esta actividad se realice por medio del nivel topográfico digital con infrarrojo auxiliado con un nivel topográfico analógico. Esto debido a que en el campo se observó la nivelación de los puntales por medio de distintos procesos.

Una de las variables que se vio aplicando en este proceso es la necesidad de utilizar solo el nivel analógico con una estadia, lo que hace que se requiera mayor cantidad de recursos humanos para avanzar con normalidad. Otra de las variables es utilizar solo el nivel topográfico digital con infrarrojo, el cual solo requiere de dos personas, una que sostenga la estadia con

sensor y otra que suba o baje el nivel del puntal para una correcta altura de la losa.

Se observó el proceso realizándolo con una combinación de equipo debido a que se ocupaba avanzar de manera más rápida, por lo que se instaló el nivel digital con infrarrojo en un punto estratégico que pudiera cubrir la mayor cantidad de área sin estar trasladando el nivel, así como también cuando ya no es posible llegar a ciertos puntos utilizar el otro nivel ya instalado y protegido con cinta de peligro para que nadie lo mueva mientras no se use, así se aumenta la productividad y solo se requiere de un personal de tres personas cuando se utilice el nivel analógico.

Esto ayudaría a realizar la nivelación en una menor cantidad de tiempo, disminuyendo los costos por operación de los trabajadores, y utilizando los recursos mínimos en cuanto a personal.

- Capacitación sobre seguridad ocupacional y posibles riesgos a los que se enfrentan los trabajadores.

Esto en cuanto a la actividad **1.5 Desmontaje de estructura soportante y de fondo**, ya que la única mejora que se propone es realizar capacitaciones al personal sobre los peligros que se presentan en esta actividad, ya que muchas veces por ignorancia o por no saber parámetros mínimos de seguridad al ser un sistema relativamente nuevo ocurren accidentes.

Por ejemplo el día 18 de setiembre (figura 20), a un ayudante le cayó el panel de formaleta siguiente al que querían desmontar, esto sucedió a que lo estaban realizando en un lugar incomodo ya que existían previstas electromecánicas y no se pueden quebrar estos tubos, por lo que los trabajadores pensaron primero en no afectar el sistema, que la protección de ellos mismos, por lo que se les olvidó que cuando se desmonta un panel el siguiente debe de estar apuntalado para evitar que se desmonten juntos, por lo que una buena capacitación o charla les recordaría que primero está la seguridad laboral que el avance mismo de la obra.



Figura 20. Accidente laboral en donde cae el panel en la cabeza del trabajador.

Fuente: Fotografía propia.

- Clasificación previa de las silletas a utilizar.

En la actividad **2.1 Elaboración de soportes**, se requieren de silletas como se mencionó anteriormente, las cuales vienen directamente de la empresa a la que se le compran los torones. Estas vienen empaquetadas en bolsas selladas, y cuando estas se abren, vienen silletas de diferentes tamaños sin clasificar, por lo que para la utilización en la creación de los soportes, se debe de clasificar estos antes de realizarlos, ya que si no se pierde mucho más tiempo que estarlos buscando uno a uno conforme los vayan necesitando. Pero esta clasificación la realiza en el momento que se queden sin silletas de un tamaño, por lo que se realiza en media creación de los soportes, se frena la actividad y se ponen a separarlas en cajas para su futuro uso.

Por lo que se propone una mejora en la productividad de esa actividad, teniendo una reserva de silletas almacenadas en la bodega que ya estén clasificadas previamente antes de que se necesiten en la elaboración de los soportes, por lo que la productividad de los operarios y ayudantes involucrados se verá aumentada, al solo dedicarse a la elaboración de los mismos, teniendo los recursos necesarios disponibles.

Esto se puede lograr teniendo un ayudante en la separación de las mismas y almacenar una cierta cantidad que cubra la cantidad requerida

antes de poner a la cuadrilla a crear los soportes para una losa.

Estas se pueden almacenar en baldes o cubetas que estén vacías y no se ocupen en la obra, o crear cajones de madera o formaleta que se pueda reutilizar con dimensiones que permitan almacenar gran cantidad de silletas sin hacer que este sea muy pesado para su transporte a la zona de armado de soportes, pueden ser cajones cuadrados o rectangulares.

- Mesa de creación de soportes.

En este mismo proceso, es importante que para la creación de los soportes, se tenga una banca de la longitud máxima del soporte que se va a realizar, con el fin de que los trabajadores trabajen a un nivel adecuado, sin tener que estarse agachando, esforzando de mas la espalda, por lo que sería una mejor en el ámbito de salud ocupacional.

- Mejora en la productividad de la realización de marcas para la ubicación de soportes y cables.

Para la actividad **2.2 Marca de ubicación de soportes y cables**, se propone que sea realizada por un operador que esté familiarizado con el sistema y los planos del proyecto, que sea capaz de aumentar la productividad, ya que si las dos personas que realizan esta actividad requieren del maestro de obras para saber donde deben de colocar las marcas, lo que hacen es que consumen mayor cantidad de recursos humanos en donde se puede realizar con la misma eficiencia y con menor cantidad de personal, ya que muchas veces el maestro de obras tiene muchas actividades a su cargo y no estará disponible para andar marcando la ubicación.

- Planeación y coordinación de cuadrillas de trabajo en zona de tensado.

En el caso del proceso **3.2 tensión de cables**, existe una descoordinación de procesos, ya que muchas veces se está colocando estructura de soporte cuando se está tensando, por lo que al ser prioridad la tensión de cables, la otra actividad debe de parar por completo cuando estén en la zona de postensado, por lo que si se realiza la tensión, con una buena planificación sin afectar el avance o el desarrollo de otra actividad se ganaría en productividad de otras actividades.

- Creación/uso de andamios y plataformas para el tensado y corte de cables en zonas incómodas.

Por seguridad laboral, se deben tener en campo plataformas hechas o de fábrica para que sean instaladas en las zonas incómodas de tensar o de cortar el cable, ya que muchas veces en los muros o columnas es muy incómoda la zona de trabajo y muy riesgosa, por lo que una plataforma les generará mayor protección y comodidad a los trabajadores.

Conclusiones

- Se estudió la instalación de sistema de entrepisos postensados en el proyecto VIVE Sabanilla, los cuales se dividieron en tres operaciones principales que son: **1.0 Colocación de formaleta de fondo, 2.0 Colocación de tendones y 3.0 Postensión de cables.** Esto, con el fin de subdividir estas en procesos para un mejor estudio de la secuencia lógica que lleva la instalación por parte de esta empresa, así como también los procesos y los recursos (humanos, equipo y herramientas) que requieren las actividades para ser desarrolladas, por medio de herramientas como diagramas de flujo y modelos de procesos.
- En conjunto con los ingenieros a cargo del proyecto, se establecieron las necesidades en cuanto a los rendimientos y costos empíricos del proyecto; por lo tanto, se creó una hoja para la toma de muestras en campo de rendimientos y costo que más se ajustara a la medición de los mismos, en los cuales se incluyeran los aspectos y los procesos que la empresa deseaba evaluar. Está funciona como un sistema de control para futuros proyectos con el propósito de seguir estudiando las actividades.
- Para la productividad, se realizó la investigación de las técnicas de medición que más se adaptaron a los procesos en estudio, las cuales fueron *Work Sampling*, *Five Minutes Rating* y *Crew Balance*, ya que estas técnicas evalúan a nivel de proceso, después a los trabajadores involucrados y luego las actividades que desarrollan estos para realizar el proceso, complementándose entre ellas para realizar un análisis a nivel general detallando más con la aplicación de las otras técnicas. Por lo tanto, se creó una hoja por cada una de las técnicas de medición de productividad, con el fin de facilitar la obtención de los datos y brindar control para estudios posteriores en otros proyectos de la empresa.
- Con el fin de generar un estudio del presupuesto creado por la empresa para la instalación de losas postensadas, se realizó el análisis de los datos de costo de mano de obra (a nivel de proceso y de operación). Se obtuvo el precio de la mano de obra por losa construida y con esto el precio por metro cuadrado de cada una de las operaciones. Estos valores son comparados con el presupuesto de la empresa, verificando que los valores de colocación de formaleta de fondo en los presupuestos están incrementados en $6,64 \text{ \$/m}^2$; la colocación de tendones es $0,43 \text{ \$/m}^2$ más cara según los datos empíricos; y la postensión es $2,56 \text{ \$/m}^2$ más barata que el presupuesto. Generando que la instalación de las losas sea $8,76 \text{ \$/m}^2$ más cara que los valores obtenidos empíricamente, por lo que para proyectos futuros es importante realizar un mejor presupuesto del sistema, con los valores obtenidos en el proyecto.
- La creación de listas de verificación genera un control y evalúa la realización de los procesos desarrollados, garantizando una buena calidad en la instalación de las losas de entrecimiento postensadas, por lo que la empresa no debería de verla como trabajo extra, si no como una forma de garantizar el cumplimiento de los detalles relevante que influyen en la calidad del sistema. Estas están desarrolladas para la inspección de los aspectos relevantes en el campo, los cuales pueden ser un factor de afectación para la calidad y el desarrollo de los procesos.
- Con el análisis de la productividad, se generó el criterio para saber que procesos son los que presentan problemas en este ámbito, haciendo que afecte directamente los costos y rendimientos de la mano de obra de los procesos. Por lo tanto, se creó una propuesta de mejora, la cual incluye estos aspectos para una mejor realización de los procesos, aumentando la productividad de los trabajadores

solucionando errores o aspectos en los cuales se está consumiendo tiempos muertos, por lo que la actividad esta ejecutada con mayor efectividad.

- La propuesta de mejoramiento también incluye aspectos de seguridad laboral, observados durante la toma de muestras en el campo. Se solucionaron problemas que se observaron para garantizar en todo momento que el trabajador no se expondrá a peligros que se pueden evitar mediante la aplicación de las mejoras. Logrando así no solamente que los procesos se realicen con eficiencia y calidad, sino también, brindar protección al empleado, lo que garantiza una mejor salud de los mismos.
- Se observa que en cuanto a rapidez de ejecución las losas en el sistema postensado brindan un menor tiempo de colocación con respecto a la experiencia vivida en losas pretensadas, ya que el armado de las losas postensadas es más sencillo y requiere de menor cantidad de acero para su realización. Y en cuanto a su estética, las losas postensadas son mejores para la realización de los acabados tanto en cielos expuestos como en pisos, por lo que disminuyen los tiempos de realización de otras actividades beneficiando tanto al cliente como a la empresa constructora.

Recomendaciones

- Para tener un presupuesto más eficaz de la obra o de la construcción de nuevos proyectos en este sistema, se recomienda verificar los rendimientos teóricos que tiene la empresa, con respecto a los obtenidos empíricamente con este proyecto. Esto se debe a que se demostró con los resultados obtenidos, que existen dos de las tres operaciones, en las que se tiene una gran diferencia de costo por metro cuadrado, haciendo que el precio que se le cobra al cliente se eleve y no refleje lo que en realidad vale la instalación de las losas.

Por lo tanto, sería bueno hacer una revisión de los datos que se tomaron en cuenta para el cálculo del costo de la instalación de las losas, mejorando actividades en los que se indica que se tienen mayor diferencia como la colocación de formaleta de fondo y la postensión de los cables, reduciendo el precio en el presupuesto y haciendo que el trato al cliente con respecto al costo sea relativamente mejor.

También es importante recalcar que no necesariamente se deben de ajustar todos los proyectos a los rendimientos empíricos, ya que como se menciona anteriormente, los procesos constructivos tienen un rendimiento variable dependiendo de las condiciones en las que se realiza la . Por lo tanto, estos valores se pueden usar de guías para cada vez que se realiza un estudio de las operaciones, se llegue a estimar mejor los costos y rendimientos.

- Para tener un mejor control de las actividades que conllevan un sistema de losas postensadas, se recomienda aplicar las listas de verificación. Ya que la aplicación de estas nos garantiza que los procesos inspeccionados por medio de las listas con el fin de evitar problemas de ejecución de procesos y esto nos produzca errores, fallas, grietas,

accidentes e inclusive muertes, si se llegará a realizar sin un control de los procesos. También nos brinda un reporte de cómo fueron realizadas las actividades, si existió algún problema o inconveniente cuando se ejecutó la acción, si no es así, nos garantiza la calidad del sistema y si sucedieron problemas, se pueden llegar a solucionar, ya que las listas de verificación nos ayuda a identificar cual es el problema y tomar la decisión más efectiva para la solución del mismo, ya que no se debe de estar buscando en que se pudo haber fallado si no que se tiene identificado previamente a cualquier fallo.

- La aplicación de la hoja de Registro de tensado (RT-01), ayudará a un mejor control de calidad sobre el proceso de tensado de cables. Este proceso es sumamente importante, ya que los cables son sometidos a tensión, con el fin de ayudar a la losa de concreto con las tensiones que no puede soportar, haciendo que los cables sean indispensables para un funcionamiento estructural correcto. Esta hoja de Registro de tensado, nos facilita el control de la cantidad de cables, la elongación de cada cable tensado, el orden el que se debe de hacer numerando los cables en el campo, la cantidad de tensión aplicada, la rápida comparación entre un valor teórico y el empírico de la elongación. Esto para verificar fácilmente que cables presentan mayores diferencias y en qué zonas se pueden presentar eventuales problemas.
- El muestreo de trabajo es una herramienta útil para la toma de decisiones y para mejorar la programación de ciertas actividades para evitar complicaciones cuando se ejecutan. Por lo que se recomienda que para algunas actividades se genere mejor coordinación de las tareas, para evitar los

tiempos muertos de manera excesiva. Por ejemplo, existe una gran cantidad de tiempo improductivo cuando se realiza la tensión de cables, ya que la zona en la que se realiza, no se pueden desarrollar otras tareas, por lo que si en esta zona se está armando la estructura de soporte del siguiente nivel, los trabajadores deben de parar de laborar mientras se tensa, por lo que se recomienda que en el momento que se tense los cables, no se estén desarrollando actividades en la zona o que las actividades que se desarrollan no requieran tanto recurso humano con el fin de que si no se puede evitar estos tiempos muertos, sean en menor cantidad.

- Con respecto a la productividad y el rendimiento de los procesos, se identifica un problema en el desmontaje de estructura soportante y de paneles de fondo, ya que muchas veces el desarrollo de la colocación de estructura de soporte y de paneles de fondo en niveles posteriores de donde se está desmontando, se ve afectada por la cantidad de materiales que se tienen. Esto debido a que el material que se desmonta, es el que se coloca en niveles superiores, por lo que un desmontaje lento de los elementos necesarios, hace que se eleven los costos de ambos procesos, haciendo que el avance de la colocación de estructura soportante sea retrasada y todas las actividades posteriores también, al no estar la estructura de soporte ni los paneles de fondo. Recomendando a este problema varias alternativas, que se aumenten las cuadrillas que realizan el desmontaje, para tener la cantidad de elementos requeridos disponibles para su uso; también se puede evaluar que sale más económico para efectos de contratista general, si la colocación de mayor personal en esta actividad o el alquiler de mayor cantidad de elementos, para no ver afectada la productividad ni las cuadrillas de las actividades, tomando la decisión que consuma menores recursos sin afectar el desarrollo de ambas actividades en los plazos establecidos.
- La aplicación de lo mencionado en el capítulo de propuestas de mejora, ayudara a un mejor desarrollo de los procesos estudiados, ya que estas propuestas están basadas en lo que se pudo observar en el campo, la realidad de los procesos, viendo aspectos en los cuales se puede mejorar, ya sea en aspecto de seguridad laboral, evitando accidentes o problemas de salud más adelante para los trabajadores, como también en el campo de mejora de productividad, haciendo que aumente el rendimiento de los procesos y a su vez que disminuya el costo de los mismos. Como por ejemplo, alguna de las dos recomendaciones anteriores.
- Al tener un proveedor internacional de los materiales como los tendones y las silletas, se depende de una buena coordinación la correcta ejecución de la construcción de la losa, ya que por ejemplo, si no se coordina el envío de estos materiales para la fecha que se ocupan, pueden retrasar la construcción de las losas y por ende el proyecto en sí. Se recomienda tener en cuenta todo el tiempo de transporte de los materiales desde su solicitud con respecto a los planos, el tiempo que se requiere en los trámites de aduana y lo que se dure en llegar hasta el proyecto.
- Con respecto a la coordinación de equipos de trabajo con el diseño, revisión del mismo y la colocación, se recomienda mucha coordinación entre las tres partes involucradas (diseñadores, constructores e inspectores) ya que muchas veces se acostumbra a revisar las dudas cuando se generan en campo, pero esta es una mala práctica, ya que con este sistema si se tienen dudas o se comete algún error puede afectar todo el funcionamiento de una losa, por lo que la revisión previa de los planos estructurales y constructivos nos ayudará a una mejor comprensión y desarrollo del proyecto.

Apéndices

En esta sección se incluyen los datos que se utilizaron para la medición de rendimientos en el campo, así como también para la medición de la productividad en campo. Se detallan todos los datos utilizados para la obtención de los datos que se muestran en los resultados, con el fin de brindar la comodidad al lector y facilitar su comprensión. También las imágenes tomadas para la aclaración del sistema al incluir elementos y acciones que no son comunes en el ámbito de la construcción.

Se muestran los datos de campo en el Apéndice A, donde se muestran los valores tomados en campo para la medición de rendimientos de las diferentes actividades que se estudiaron en el sistema de entresijos postensados, con la hoja de toma de datos para rendimientos creada en la sección de resultados.

Cada uno de estos valores que se toman como muestra en la sección del Apéndice A, se tabularon y se ordenaron para cada actividad con el fin de detallar los datos obtenidos en la sección de Resultados en el Apéndice B, así como también para facilitar la comprensión del trabajo.

También se pueden detallar cada una de las técnicas aplicadas para las distintas actividades que con llevan la creación de entresijos postensados en el Apéndice C, para saber de dónde se obtienen los valores mostrados en la sección de resultados.

Por último, en el Apéndice D, se muestran las fotografías tomadas para un mejor entendimiento de las actividades y elementos que con llevan un sistema de entresijo postensado.

Apéndice A. Hojas de campo.

En este, se muestran los datos medidos en campo para el rendimiento de las actividades en el proyecto VIVE Sabanilla. En las que se muestran las actividades medidas, la duración, la cantidad de mano de obra y las unidades que se logran desarrollar en ese tiempo. También se anexan las listas de los trabajadores ya que en campo era necesario saber que trabajador era el que realizaba el proceso, ya que de eso depende el costo de la realización de la actividad.

Para la toma de medidas en campo, muchas veces no se colocaba la cantidad directamente en el espacio que indica cantidad en la hoja creada, si no que muchas veces se debía de ir contando por medio de rayas, en las cuales para facilitar el recuento final de los datos se trabajo por medio de 4 rayas verticales y cuando se tenían 5 unidades o cantidades, se colocaba una raya inclinada.

Apéndice B. Muestras por actividad para la medición de rendimientos.

Este apartado, se crea con el fin de mostrar los resultados de la medición de los rendimientos para cada actividad, por si existe alguna duda con

los resultados obtenidos en el cuadro de resumen de los rendimientos, así como también de facilitar la comprensión del trabajo al lector.

Apéndice B 1. Resultados de la medición de rendimientos para la colocación de la estructura de soporte.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	O #	A #	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
1.2 Colocación de estructura soportante	12:54:00	04:26:00	3	3	11	11	€28,824.93	m2	92.9	€310.28	0.23	12 de agosto	Se estuvo postensando mientras se armaba vigas por lo que las cuadrillas debían de frenar su avanza cuando la zona de tensado era igual que la del armado de la estructura de soporte
	09:30:00	11:05:00	5	5	7.9	7.9	€21,211.81	m2	83.18	€255.01	0.19	16 de agosto	
	02:45:00	04:40:00	2	2	3.8	3.8	€10,141.08	m2	40.15	€252.58	0.19	22 de agosto	
	10:15:00	11:45:00	1	2	1.5	3.0	€5,829.00	m2	23.68	€246.16	0.19	4 de setiembre	
	11:00:00	03:22:00	4	4	17	17	€46,430.77	m2	138.48	€335.29	0.25	9 de setiembre	Tarde ventosa y fresca, azotea parte B, incluye la nivelación y la colocación de las guías, los clavadores estan en el piso 5, por lo que se dura mas trayéndolos, los puntales tienen distintas alturas, porque esta losa tiene un desnivel hacia el centro.
	12:55:00	02:45:00	2	2	3.7	3.7	€9,700.17	m2	43.76	€221.67	0.17	16 de setiembre	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 2. Detalle de la cantidad de distintos elementos colocados en la estructura de soporte.

Proceso	Fecha:	12-ago	16-ago	22-ago	04-sep	09-sep	16-sep
	Area:	92.9 m2	83.2 m2	40.2 m2	23.7 m2	138.5 m2	43.8 m2
Colocación de puntales y bases de madera		41	37	20	12	56	22
Colocación de vigas principales		35	32	16	10	49	21
Colocación de vigas secundarias		107	92	35	26	140	53
Colocación de crucetas de madera		6	5	9	0	16	2

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 3. Resultados de la medición de rendimientos para la colocación de paneles de fondo.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
1.3. Colocación de paneles de fondo	07:45:00	11:25:00	3	3	11	11	€29,579.00	m2	197.00	€150.15	0.11	12 de agosto	Día nublado, Nivel 3 parte B desayuno desde las 9:00am hasta las 9:20am, a las 10:55 existen problemas con el modulado de paneles que no calzaban con la línea guía que utilizan, se corrigió y se siguió avanzando normalmente hasta las 11:10am
	07:46:00	11:10:00	3	3	10	10	€27,557.00	m2	155.6	€177.10	0.13	28 de agosto	
	11:05:00	11:55:00	1	1	0.8	0.8	€2,389.17	m2	19.8	€120.66	0.08	4 de setiembre	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 4. Resultados de la medición de rendimientos para la nivelación de puntales con nivel topográfico.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
1.4 Nivelación de puntales con nivel topográfico	07:50:00	08:54:00	0	3	0.0	3.2	€4,089.60	unid.	50.00	€81.79	0.06	13 de agosto	Día soleado, puntales que sostienen el Nivel 3 parte B, desde las 7:50am hasta las 8:35am trabajaron con un nivel topográfico manual, de 8:35 a 8:54am trabajaron con nivel topográfico digital con luz infrarroja la cual les ayudó a hacer 31 correcciones y nivelación en puntales.
	10:30:00	11:50:00	1	1	2.5	2.5	€6,680.00	unid.	41.00	€162.93	0.12	29 de agosto	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 5. Resultados de la medición de rendimientos para el desmontaje de estructura soportante y paneles.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
1.5 Desmontaje de estructura y paneles	08:30:00	10:20:00	1	1	1.8	1.8	€4,898.67	m2	22.14	€221.26	0.17	20 de agosto	
	08:05:00	11:55:00	0	5	0.0	19	€24,410.67	m2	75.91	€321.57	0.25	11 de setiembre	Día soleado, desmontaje del nivel 5, a las 8:20 dos A1 salen a alistar carga de madera para subir al nivel Azotea terminan a las 8:40, también deben de acomodar las vigas en tarima.
	08:05:00	12:00:00	1	1	3.9	3.9	€10,465.33	m2	50.61	€206.78	0.15	18 de setiembre	A las 10:50 se presenta accidente laboral, cae panel de formaleta de fondo en cabeza del ayudante, a las 11:20 se reanudan las labores.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 6. Detalle de la cantidad de distintos elementos involucrados en el proceso de desmontaje.

Proceso	Fecha:	20-ago	11-sep	18-sep
	Area:	22.1 m2	75.9 m2	50.6 m2
Desmontaje de vigas secundarias		26	24	1
Desmontaje de vigas principales		21	80	1
Desmontaje de puntales		11	23	6
Desmontaje de paneles		7	25	17

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 7. Resultados de la medición de rendimientos para la elaboración de soportes.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
2.1 Elaboración de soportes	08:20:00	11:10:00	2	1	5.7	2.8	€11,551.50	ml	202.5	€57.04	0.04	7 de agosto	Día soleado, creados para el tercer nivel, se tomaron 15 minutos de desayuno a las 9am, a las 10:15 problemas con O3 ya que quería poner la renuncia y volvió a sus labores a las 10:25, a las 11:10 entraron un O3 y un A1 que andaban marcando donde iban a ser colocados los soportes
	11:10:00	12:01:00	3	2	2.6	1.7	€5,736.65	ml	72.0	€79.68	0.06	7 de agosto	
	08:25:00	10:10:00	2	0	3.5	0.0	€4,917.50	ml	126.0	€39.03	0.03	20 de agosto	
	08:10:00	12:00:00	4	0	15	0.0	€21,543.33	ml	182.0	€118.37	0.08	10 de setiembre	Día soleado, preparación de soportes para Azotea A, las sillelas no están separadas, por lo que de 10:30am a 11am se pierde tiempo separandolas.
	01:30:00	02:35:00	4	0	4.3	0.0	€6,088.33	ml	42.0	€144.96	0.10	12 de setiembre	Día soleado, Nivel Azotea A.
	07:55:00	10:20:00	2	0	4.8	0.0	€7,733.33	ml	54.0	€143.21	0.09	17 de setiembre	Día soleado, soportes para Nivel Azotea parte B, mueven las zonas de armado del nivel 1 al sotano, ya que en el nivel 1 empezaron a armar paredes livianas. También es importante que el MO no vino, por lo que trabajan mas a su ritmo.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 8. Resultados de la medición de rendimientos para las marcas de ubicación de soportes y tendones.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
2.2 Marcación de ubicación de soportes y cables	09:25:00	11:45:00	2	0	4.7	0.0	€6,556.67	unid.	140	€46.83	0.03	13 de agosto	Día soleado, marcas de soportes para Nivel 3 parte B, a las 10am un O3 se va a traer un plano que le falta a la parte del sótano y el otro O3 va donde el maestro de obras a traer pilot nuevo.
	08:00:00	10:10:00	2	0	4.3	0.0	€6,088.33	unid.	87	€69.98	0.05	29 de agosto	
	02:00:00	02:50:00	2	0	1.7	0.0	€2,341.67	unid.	56	€41.82	0.03	29 de agosto	
	09:35:00	10:40:00	1	1	1.1	1.1	€2,894.67	unid.	65	€44.53	0.03	5 de setiembre	Nivel 5 parte B, se debe de limpiar la zona donde se va a marcar con escoba.
	08:00:00	10:46:00	2	0	5.5	0.0	€7,774.33	unid.	117	€66.45	0.05	12 de setiembre	Día soleado, Nivel Azotea A, se hacen correcciones de dos líneas de marcas que no calzaban, por lo que se dura un poco mas.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 9. Resultados de la medición de rendimientos para la colocación de soportes.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
2.3 Colocación de soportes	07:45:00	10:23:00	2	0	5.3	0.0	€7,399.67	ml	40.4	€183.16	0.13	14 de agosto	Día soleado, a las 8:20am sale un O3 a traer soportes de 6" que hacían falta, a las 9:00am salen a desayuno hasta las 9:20am
	07:50:00	09:10:00	2	0	2.7	0.0	€3,746.67	ml	81.0	€46.26	0.03	16 de agosto	
	10:45:00	11:45:00	2	2	2.0	2.0	€5,344.00	ml	29.4	€181.77	0.14	20 de agosto	
	09:50:00	11:45:00	3	3	5.8	5.8	€15,364.00	ml	231.0	€66.51	0.05	22 de agosto	
	12:50:00	01:30:00	3	0	2.0	0.0	€2,810.00	ml	54.0	€52.04	0.04	5 de setiembre	Nivel 5 parte B
	12:40:00	03:00:00	3	0	7.0	0.0	€9,835.00	ml	125.0	€78.68	0.06	19 de setiembre	Nivel Azotea parte B

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 10. Resultados de la medición de rendimientos para el tendido de tendones con anclaje intermedio.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
2.4.1 Con anclaje intermedio	12:30:00	01:58:00	1	2	1.5	2.9	€5,777.20	ml	274.15	€21.07	0.02	8 de agosto	
	11:10:00	11:40:00	1	2	0.5	1.0	€1,969.50	ml	114.23	€17.24	0.01	21 de agosto	
	08:00:00	10:30:00	4	2	10	5.0	€20,385.00	ml	558.21	€36.52	0.03	16 de setiembre	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 11. Resultados de la medición de rendimientos para el tendido de tendones sin anclaje intermedio.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
2.4.2 Sin anclaje intermedio	08:35:00	09:52:00	2	1	2.6	1.3	€5,232.15	ml	316.016	€16.56	0.01	14 de agosto	
	01:07:00	03:50:00	2	1	5.4	2.7	€11,075.85	ml	728.78	€15.20	0.01	22 de agosto	Nivel 4 parte B
	02:45:00	03:45:00	1	2	1.0	2.0	€3,939.00	ml	146.21	€26.94	0.02	22 de agosto	Nivel 4 parte B del ascensor al borde
	07:50:00	10:40:00	2	1	5.7	2.8	€11,551.50	ml	338.912	€34.08	0.03	3 de setiembre	Día soleado, nivel 5, salen a las 9am al desayuno y vuelven a las 9:20
	01:30:00	03:50:00	2	1	4.7	2.3	€9,513.00	ml	677.82	€14.03	0.01	19 de setiembre	Nivel azotea parte B

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 12. Resultados de la medición de rendimientos para la colocación del anclaje en el extremo pasivo.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
2.5 Anclaje extremo pasivo	01:03:00	03:00:00	1	1	2.0	2.0	€5,210.40	unid.	22	€236.84	0.18	8 de agosto	Tarde lluviosa, a las 2:12pm se paran labores por lluvia y van a buscar capas y a las 2:30 continúan porque la intensidad de lluvia baja un poco
	07:45:00	09:10:00	1	1	1.4	1.4	€3,785.33	unid.	14	€270.38	0.20	14 de agosto	Día soleado, se colocan los anclajes pasivos dentro de la armadura con la separación de la formaleta perimetral requerida.
	10:00:00	11:27:00	1	1	1.5	1.5	€3,874.40	unid.	16	€242.15	0.18	14 de agosto	
	07:40:00	10:40:00	1	1	3.0	3.0	€8,016.00	unid.	33	€242.91	0.18	21 de agosto	Día nublado y ventoso, desayuno de las 9am hasta las 9:20am
	07:40:00	10:00:00	1	1	2.7	2.7	€7,125.33	unid.	32	€222.67	0.17	21 de agosto	
	08:40:00	10:10:00	1	1	1.5	1.5	€4,008.00	unid.	16	€250.50	0.19	22 de agosto	
	07:50:00	08:15:00	1	1	0.4	0.4	€1,113.33	unid.	10	€111.33	0.08	3 de setiembre	Día soleado, nivel 5

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 13. Resultados de la medición de rendimientos para el amarre de cables de segunda colada.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
2.6 Amarrado de cables de 2ª colada	02:00:00	02:26:00	1	2	0.4	0.9	€1,706.90	unid.	12	€142.24	0.11	8 de agosto	
	11:00:00	11:10:00	1	2	0.2	0.3	€656.50	unid.	5	€131.30	0.10	21 de agosto	Día nublado y ventoso, desayuno de las 9am hasta las 9:20am
	10:30:00	11:07:00	4	2	2.5	1.2	€5,028.30	unid.	28	€179.58	0.13	16 de setiembre	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 14. Resultados de la medición de rendimientos para el alineado del cable por medio de amarras y las correcciones que se realizan en la inspección.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
2.7 Alineado de cables y amarras.	08:30:00	09:50:00	1	0	1.3	0.0	€1,873.33	unid.	184	€10.18	0.01	14 de agosto	Día soleado, los operarios toman el desayuno de 9:00am hasta las 9:20am
	11:27:00	11:52:00	1	0	0.4	0.0	€585.42	unid.	61	€9.60	0.01	14 de agosto	
	07:45:00	08:45:00	1	1	1.0	1.0	€2,672.00	unid.	72	€37.11	0.03	21 de agosto	
	08:50:00	09:53:00	2	0	2.1	0.0	€2,950.50	unid.	96	€30.73	0.02	4 de setiembre	Correcciones
	08:20:00	10:00:00	0	1	0.0	1.67	€2,111.67	unid.	108	€19.55	0.02	9 de setiembre	Correcciones
	10:00:00	10:30:00	3	1	1.5	0.5	€2,741.00	unid.	150	€18.27	0.01	16 de	Nivel Azotea parte A
	10:30:00	10:50:00	2	0	0.7	0.0	€936.67	unid.	39	€24.02	0.02	16 de setiembre	Nivel Azotea parte A
	02:45:00	03:47:00	1	0	1.0	0.0	€1,451.83	unid.	89	€16.31	0.01	16 de setiembre	Correcciones Nivel 5 parte B.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 15. Resultados de la medición de rendimientos para la colocación de anclaje en la formaleta de borde.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
2.8 Colocación de anclajes en formaleta perimetral	08:45:00	11:50:00	1	1	3.1	3.1	€8,259.78	unid.	88	€93.86	0.07	21 de agosto	Día nublado y ventoso, desayuno de las 9am hasta las 9:20am
	07:30:00	09:35:00	2	2	4.2	4.2	€11,133.33	unid.	74	€150.45	0.11	27 de agosto	
	09:40:00	10:50:00	1	1	1.2	1.2	€3,117.33	unid.	23	€135.54	0.10	27 de agosto	
	08:50:00	11:15:00	1	1	2.4	2.4	€6,329.25	unid.	30	€210.98	0.16	5 de setiembre	Nivel 5 parte B.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 16. Resultados de la medición de rendimientos para la limpieza, colocación de cuñas y marca de cables.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
3.1 Limpieza, marca de cables, colocación de cuñas	08:00:00	09:40:00	0	1	0.0	1.7	€2,111.67	unid.	51	€41.41	0.03	27 de agosto	
	07:50:00	11:20:00	0	1	0.0	3.5	€4,550.00	unid.	89	€51.12	0.04	27 de agosto	
	11:30:00	01:20:00	0	1	0.0	1.8	€2,322.83	unid.	35	€66.37	0.05	12 de setiembre	Día soleado, limpiando para el Nivel 5 parte B, a las 11:30 huele el recipiente para limpiar el cable y se da cuenta que es <i>diesel</i> y no <i>thinner</i> , por lo que debe de ir a la bodega a cambiarlo.

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 17. Resultados de la medición de rendimientos para la tensión de tendones.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	# O	# A	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
3.2 Tensión	01:50:00	04:50:00	0	3	0.0	9.0	€11,502.00	unid.	195	€58.98	0.05	12 de agosto	Día nublado, se postensó el nivel 2, normalmente la cuadrilla es de cuatro ayudantes, pero uno de ellos no trabajo ese día.
	10:20:00	12:10:00	0	2	0.0	3.7	€4,645.67	unid.	107	€43.42	0.03	28 de agosto	
	11:15:00	02:10:00	0	3	0.0	8.8	€11,182.50	unid.	158	€70.78	0.06	9 de setiembre	Día fresco con brisa y poco sol, Nivel 5 parte B, baja el rendimiento de los trabajadores por que ya van a terminar el trabajo, por lo que no sienten presión por realizar su trabajo rápido si no que más bien lo rinden.
	02:15:00	04:00:00	0	2	0.0	3.5	€4,434.50	unid.	65	€68.22	0.05	16 de setiembre	
	10:20:00	11:10:00	0	3	0.0	2.5	€3,195.00	unid.	42	€76.07	0.06	17 de setiembre	Día soleado, nivel 5 parte B

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 18. Resultados de la medición de rendimientos para el corte de la cola de los tendones.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	O #	A #	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
3.3 Corte de cable en caso de ser una colada	11:55:00	12:05:00	0	3	0.0	0.5	€639.00	unid.	11	€58.09	0.05	17 de setiembre	Día soleado, nivel 3
	08:05:00	10:50:00	0	3	0.0	8.3	€10,543.50	unid.	118	€89.35	0.07	19 de setiembre	Día soleado nivel 4, incluye el colocado del andamio para el corte de cable en lugares peligrosos, y colocar los taponer engrasados.
	08:00:00	11:20:00	0	2	0.0	6.7	€8,446.67	unid.	152	€55.57	0.04	23 de setiembre	Día soleado fresco, los A1 instalan la línea de vida debido a que el asistente en seguridad estaba ocupado.
	02:00:00	03:55:00	0	3	0.0	5.8	€7,348.50	unid.	104	€70.66	0.06	23 de setiembre	Tarde fresco muy nublada, los trabajadores rinden más el trabajo porque ya es lo último que les queda por hacer en el día, por lo que no quieren realizar labores de otro tipo

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice B 19. Resultados de la medición de rendimientos para el engrasado y colocación del ancla intermedia.

Proceso	Hora de Inicio	Hora Final	O #	A #	HH O	HH A	Costo Total	Unidad	Cantidad	Rend. costo	Rend. HH	Fecha de observación	Observaciones
3.4 Engrasado y colocación de ancla intermedia	02:30:00	05:00:00	0	2	0.0	5.0	€6,417.50	unid.	43	€149.2	0.12	5 de agosto	Se va más lento debido a que van detrás de la tensada de tendones, por lo que se toman su tiempo para hacer las cosas.
	02:00:00	04:35:00	0	2	0.0	5.2	€6,631.42	unid.	51	€130.0	0.04	28 de agosto	También se coloca <i>fape</i> en los cables para sellar y no permitir filtraciones de concreto
	01:30:00	03:25:00	0	2	0.0	3.3	€4,920.08	unid.	40	€123.0	0.08	23 de setiembre	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C. Resultados de la medición de productividad.

Este apartado, se crea con el fin de mostrar los resultados de la medición de la productividad para cada actividad por medio de las tres técnicas utilizadas, por si existe alguna duda con los

resultados obtenidos en el cuadro de resumen de de cada técnica para cada actividad, así como también de facilitar la comprensión del trabajo al lector.

Apéndice C 1. Medición de productividad por medio de la técnica Work Sampling para la actividad 1.2 Colocación de estructura de soporte.

Productividad con la técnica Work Sampling para la colocación de estructura de soporte						
Intervalo de medición:		5 segundos	Video:	2. 20140801_075843	Fecha:	01-ago
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones		
1	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal		
2	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal		
3	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal		
4	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal		
5	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal		
6	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal		
7	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal		
8	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal		
9	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal		
10	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal		
11	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal		
12	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal		
13	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal		
14	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal		
15	2	0	2	Esperando, trayendo base de madera		
16	2	0	2	Esperando, base de madera		
17	2	0	2	Dando indicaciones, trayendo nivel		
18	2	2	0	Nivelando viga, base de madera		
19	2	1	1	Esperando, base de madera		
20	2	1	1	Esperando, base de madera		
21	2	1	1	Esperando, base de madera		
22	2	1	1	Esperando, base de madera		
23	2	2	0	Nivelando altura puntal		
24	2	2	0	Nivelando altura puntal		
25	2	0	2	Bajando escalera, dejando nivel		
26	2	0	2	Bajando escalera, dejando nivel		
27	2	1	1	Bajando escalera, trayendo clavadores		
28	2	2	0	Moviendo escalera, trayendo clavadores		
29	2	2	0	Moviendo escalera, trayendo clavadores		
30	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 2. Continuación del Apéndice C 1.

31	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores
32	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores
33	2	1	1	Subiendo escalera, trayendo clavadores
34	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
35	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
36	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
37	2	2	0	Poniendo clavadores, corrigiendo puntal
38	2	2	0	Poniendo clavadores, corrigiendo puntal
39	2	2	0	Moviendo escalera, pasando clavadores
40	2	1	1	Subiendo escalera, pasando clavadores
41	2	1	1	Quitando viga, esperando viga
42	2	1	1	Quitando viga, esperando viga
43	2	1	1	Quitando viga, esperando viga
44	2	1	1	Quitando viga, esperando viga
45	2	1	1	Esperando clavador, quitando viga
46	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
47	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
48	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
49	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
50	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
51	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
52	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
53	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
54	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
55	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
56	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
57	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
58	2	0	2	Bajando escalera, esperando
59	2	1	1	Moviendo escalera, trayendo puntal
60	2	1	1	Moviendo escalera, trayendo puntal
61	2	1	1	Moviendo escalera, trayendo puntal
62	2	0	2	Hablando
63	2	2	0	Trayendo viga, trayendo puntal
64	2	2	0	Trayendo viga, trayendo puntal
65	2	1	1	Colocando viga, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 3. Continuación del Apéndice C 2.

66	2	1	1	Colocando viga, esperando
67	2	1	1	Colocando viga, esperando
68	2	1	1	Colocando viga, esperando
69	2	2	0	Trayendo base de madera, trayendo puntal
70	2	1	1	Esperando, trayendo puntal
71	2	1	1	Esperando, trayendo puntal
72	2	1	1	Esperando, trayendo puntal
73	2	2	0	Viga, puntal
74	2	1	1	Esperando, colocando puntal
75	2	1	1	Esperando, colocando puntal
76	2	1	1	Esperando, colocando puntal
77	2	1	1	Esperando, colocando puntal
78	2	2	0	Colocando puntal
79	2	1	1	Indicaciones, sosteniendo puntal
80	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
81	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
82	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
83	2	2	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
84	2	2	0	Colocando base de madera
85	2	2	0	Colocando base de madera
86	2	1	1	Esperando, trayendo nivel
87	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
88	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
89	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
90	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
91	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
92	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
93	2	1	1	Moviendo escalera, trayendo clavadores
94	2	1	1	Moviendo escalera, trayendo clavadores
95	2	1	1	Subiendo escalera, trayendo clavadores
96	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores
97	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores
98	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores
99	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores
100	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 4. Continuación del Apéndice C 3.

101	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores
102	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
103	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
104	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
105	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
106	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
107	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
108	2	1	1	Moviendo escalera, esperando
109	2	1	1	Moviendo escalera, esperando
110	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
111	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
112	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
113	2	2	0	Esperando, trayendo clavadores
114	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores
115	2	1	1	Esperando, trayendo clavadores
116	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
117	2	1	1	Poniendo clavadores, esperando
118	2	0	2	Bajando escalera, esperando
119	2	1	1	Moviendo escalera, esperando
120	2	1	1	Moviendo escalera, esperando
121	2	1	1	Moviendo escalera, esperando
122	2	1	1	Moviendo escalera, esperando
123	2	1	1	Esperando, trayendo puntal
124	2	2	0	Trayendo viga, trayendo puntal
125	2	2	0	Trayendo viga, trayendo puntal
126	2	2	0	Trayendo viga, trayendo puntal
127	2	2	0	Trayendo viga, trayendo puntal
128	2	2	0	Colocando viga, trayendo puntal
129	2	2	0	Colocando viga, trayendo puntal
130	2	2	0	Colocando viga, trayendo puntal
131	2	1	1	Esperando, trayendo puntal
132	2	2	0	Base madera, trayendo puntal
133	2	1	1	Subiendo escalera, colocando soporte
134	2	1	1	Subiendo escalera, colocando soporte
135	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 5. Continuación del Apéndice C 4.

136	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal
137	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal
138	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal
139	2	2	0	Colocando viga, colocando puntal
140	2	1	1	Esperando, colocando puntal
141	2	1	1	Esperando, colocando puntal
142	2	1	1	Esperando, colocando puntal
143	2	1	1	Esperando, colocando puntal
144	2	1	1	Esperando, colocando puntal
145	2	1	1	Esperando, trayendo nivel
146	2	1	1	Esperando, trayendo nivel
147	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
148	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
149	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
150	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
151	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
152	2	1	1	Esperando, clavando base de madera
153	2	2	0	Nivelación altura puntal
154	2	2	0	Nivelación altura puntal
155	2	2	0	Nivelación altura puntal
156	2	2	0	Nivelación altura puntal
157	2	2	0	Nivelación altura puntal
158	2	0	2	Bajando escalera, esperando
159	2	1	1	Moviendo escalera, esperando
160	2	2	0	Moviendo escalera, trayendo clavadores
161	2	2	0	Moviendo escalera, trayendo clavadores
162	2	2	0	Moviendo escalera, trayendo clavadores
163	2	0	2	Subiendo escalera, esperando
164	2	1	1	Esperando, trayendo viga
165	2	1	1	Esperando, trayendo viga
166	2	1	1	Colocando viga, esperando
167	2	1	1	Colocando viga, esperando
168	2	1	1	Colocando viga, esperando
169	2	1	1	Colocando viga, esperando
170	2	1	1	Colocando viga, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 6. Continuación del Apéndice C 5.

171	2	1	1	Colocando viga, esperando
172	2	1	1	Colocando viga, esperando
173	2	1	1	Colocando viga, esperando
174	2	1	1	Colocando viga, esperando
175	2	1	1	Colocando viga, esperando
176	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
177	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
178	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
179	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
180	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
181	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
182	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
183	2	2	0	Poniendo clavadores, trayendo nivel
184	2	1	1	Nivelacion viga, esperando
185	2	0	2	Bajando escalera, esperando
186	2	0	2	Esperando, trayendo clavadores
187	2	0	2	Esperando, trayendo clavadores
188	2	0	2	Esperando, trayendo clavadores
189	2	0	2	Esperando, trayendo clavadores
190	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
191	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
192	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
193	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
194	2	1	1	Poniendo clavadores, esperando
195	2	1	1	Poniendo clavadores, esperando
196	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
197	2	2	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
198	2	1	1	Poniendo clavadores, esperando
199	2	1	1	Poniendo clavadores, esperando
200	2	1	1	Bajando escalera, trayendo nivel
201	2	1	1	Nivelando puntal, esperando
202	2	1	1	Nivelando puntal, esperando
203	2	2	0	Nivelacion puntal
204	2	2	0	Nivelacion puntal
205	2	2	0	Nivelacion puntal

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 7. Continuación del Apéndice C 6.

206	2	2	0	Nivelacion puntal
207	2	2	0	Nivelacion puntal
208	2	2	0	Nivelacion puntal
209	2	2	0	Nivelacion puntal
210	2	2	0	Nivelacion puntal
211	2	2	0	Nivelacion puntal
212	2	1	1	Nivelacion puntal, esperando
213	2	1	1	Trayendo viga, esperando
214	2	1	1	Trayendo viga, esperando
215	2	1	1	Trayendo viga, esperando
Suma	430	303	127	
Porcentaje de productividad		70.47%	29.53%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 8. Medición de la productividad por medio de la técnica Five Minutes Rating, para la actividad 1.2 Colocación de la estructura de soporte.

Productividad con Five Minutes Rating para la colocación de estructura de soporte						
Intervalo de medición:		5 segundos		Video:		2. 20140801_075843
						Fecha:
						01-ago
N° de Observación	N° Personas (cuadrilla)	Trabajador 1		Trabajador 2		Observaciones
		P	NP	P	NP	
1	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
2	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
3	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
4	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
5	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
6	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
7	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
8	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
9	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
10	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
11	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
12	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
13	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
14	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
15	2	0	1	0	1	Esperando, trayendo base de madera
16	2	0	1	0	1	Esperando, base de madera
17	2	0	1	0	1	Dando indicaciones, trayendo nivel
18	2	1	0	1	0	Nivelando viga, base de madera
19	2	0	1	1	0	Esperando, base de madera
20	2	0	1	1	0	Esperando, base de madera
21	2	0	1	1	0	Esperando, base de madera
22	2	0	1	1	0	Esperando, base de madera
23	2	1	0	1	0	Nivelando altura puntal
24	2	1	0	1	0	Nivelando altura puntal
25	2	0	1	0	1	Bajando escalera, dejando nivel
26	2	0	1	0	1	Bajando escalera, dejando nivel
27	2	0	1	1	0	Bajando escalera, trayendo clavadores
28	2	1	0	1	0	Moviendo escalera, trayendo clavadores
29	2	1	0	1	0	Moviendo escalera, trayendo clavadores
30	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 9. Continuación del Apéndice C 8.

31	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores
32	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores
33	2	0	1	1	0	Subiendo escalera, trayendo clavadores
34	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
35	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
36	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
37	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, corrigiendo puntal
38	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, corrigiendo puntal
39	2	1	0	1	0	Moviendo escalera, pasando clavadores
40	2	0	1	1	0	Subiendo escalera, pasando clavadores
41	2	1	0	0	1	Quitando viga, esperando viga
42	2	1	0	0	1	Quitando viga, esperando viga
43	2	1	0	0	1	Quitando viga, esperando viga
44	2	1	0	0	1	Quitando viga, esperando viga
45	2	0	1	1	0	Esperando clavador, quitando viga
46	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
47	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
48	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
49	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
50	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
51	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
52	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
53	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
54	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
55	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
56	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
57	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
58	2	0	1	0	1	Bajando escalera, esperando
59	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, trayendo puntal
60	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, trayendo puntal
61	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, trayendo puntal
62	2	0	1	0	1	Hablando
63	2	1	0	1	0	Trayendo viga, trayendo puntal
64	2	1	0	1	0	Trayendo viga, trayendo puntal
65	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 10. Continuación del Apéndice C 9.

66	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
67	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
68	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
69	2	1	0	1	0	Trayendo base de madera, trayendo puntal
70	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo puntal
71	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo puntal
72	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo puntal
73	2	1	0	1	0	Viga, puntal
74	2	0	1	1	0	Esperando, colocando puntal
75	2	0	1	1	0	Esperando, colocando puntal
76	2	0	1	1	0	Esperando, colocando puntal
77	2	0	1	1	0	Esperando, colocando puntal
78	2	1	0	1	0	Colocando puntal
79	2	0	1	1	0	Indicaciones, sosteniendo puntal
80	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
81	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
82	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
83	2	1	0	1	0	Colocando viga, sosteniendo puntal
84	2	1	0	1	0	Colocando base de madera
85	2	1	0	1	0	Colocando base de madera
86	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo nivel
87	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
88	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
89	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
90	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
91	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
92	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
93	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, trayendo clavadores
94	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, trayendo clavadores
95	2	0	1	1	0	Subiendo escalera, trayendo clavadores
96	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores
97	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores
98	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores
99	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores
100	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 11. Continuación del Apéndice C 10.

101	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores
102	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
103	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
104	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
105	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
106	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
107	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
108	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, esperando
109	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, esperando
110	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
111	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
112	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
113	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores
114	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores
115	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo clavadores
116	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
117	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, esperando
118	2	0	1	0	1	Bajando escalera, esperando
119	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, esperando
120	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, esperando
121	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, esperando
122	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, esperando
123	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo puntal
124	2	1	0	1	0	Trayendo viga, trayendo puntal
125	2	1	0	1	0	Trayendo viga, trayendo puntal
126	2	1	0	1	0	Trayendo viga, trayendo puntal
127	2	1	0	1	0	Trayendo viga, trayendo puntal
128	2	1	0	1	0	Colocando viga, trayendo puntal
129	2	1	0	1	0	Colocando viga, trayendo puntal
130	2	1	0	1	0	Colocando viga, trayendo puntal
131	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo puntal
132	2	1	0	1	0	Base madera, trayendo puntal
133	2	0	1	1	0	Subiendo escalera, colocando soporte
134	2	0	1	1	0	Subiendo escalera, colocando soporte
135	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 12. Continuación del Apéndice C 11.

136	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
137	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
138	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
139	2	1	0	1	0	Colocando viga, colocando puntal
140	2	0	1	1	0	Esperando, colocando puntal
141	2	0	1	1	0	Esperando, colocando puntal
142	2	0	1	1	0	Esperando, colocando puntal
143	2	0	1	1	0	Esperando, colocando puntal
144	2	0	1	1	0	Esperando, colocando puntal
145	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo nivel
146	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo nivel
147	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
148	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
149	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
150	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
151	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
152	2	0	1	1	0	Esperando, clavando base de madera
153	2	1	0	1	0	Nivelación altura puntal
154	2	1	0	1	0	Nivelación altura puntal
155	2	1	0	1	0	Nivelación altura puntal
156	2	1	0	1	0	Nivelación altura puntal
157	2	1	0	1	0	Nivelación altura puntal
158	2	0	1	0	1	Bajando escalera, esperando
159	2	1	0	0	1	Moviendo escalera, esperando
160	2	1	0	1	0	Moviendo escalera, trayendo clavadores
161	2	1	0	1	0	Moviendo escalera, trayendo clavadores
162	2	1	0	1	0	Moviendo escalera, trayendo clavadores
163	2	0	1	0	1	Subiendo escalera, esperando
164	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo viga
165	2	0	1	1	0	Esperando, trayendo viga
166	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
167	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
168	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
169	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
170	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 13. Continuación del Apéndice C 12.

171	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
172	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
173	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
174	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
175	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando
176	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
177	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
178	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
179	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
180	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
181	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
182	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
183	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, trayendo nivel
184	2	1	0	0	1	Nivelacion viga, esperando
185	2	0	1	0	1	Bajando escalera, esperando
186	2	0	1	0	1	Esperando, trayendo clavadores
187	2	0	1	0	1	Esperando, trayendo clavadores
188	2	0	1	0	1	Esperando, trayendo clavadores
189	2	0	1	0	1	Esperando, trayendo clavadores
190	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
191	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
192	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
193	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
194	2	1	0	0	1	Poniendo clavadores, esperando
195	2	1	0	0	1	Poniendo clavadores, esperando
196	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
197	2	1	0	1	0	Poniendo clavadores, pasandoselos
198	2	1	0	0	1	Poniendo clavadores, esperando
199	2	1	0	0	1	Poniendo clavadores, esperando
200	2	0	1	1	0	Bajando escalera, trayendo nivel
201	2	1	0	0	1	Nivelando puntal, esperando
202	2	1	0	0	1	Nivelando puntal, esperando
203	2	1	0	1	0	Nivelacion puntal
204	2	1	0	1	0	Nivelacion puntal
205	2	1	0	1	0	Nivelacion puntal

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 14. Continuación del Apéndice C 13.

206	2	1	0	1	0	Nivelacion puntal
207	2	1	0	1	0	Nivelacion puntal
208	2	1	0	1	0	Nivelacion puntal
209	2	1	0	1	0	Nivelacion puntal
210	2	1	0	1	0	Nivelacion puntal
211	2	1	0	1	0	Nivelacion puntal
212	2	1	0	0	1	Nivelacion puntal, esperando
213	2	1	0	0	1	Trayendo viga, esperando
214	2	1	0	0	1	Trayendo viga, esperando
215	2	1	0	0	1	Trayendo viga, esperando
Suma		144	71	159	56	
Porcentaje de productividad		67.0%	33.0%	74.0%	26.0%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 15. Medición de productividad por medio de la técnica Crew Balance para la actividad 1.2 Colocación de estructura de soporte.

Medición de Productividad con Crew Balance para la colocación de estructura de soporte															
Intervalo de medición:		5 segundos			Video:			2. 20140801_075843			Fecha:			01-ago	
N° de Observación	Trabajador 1							Trabajador 2							
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
4	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
5	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
6	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
7	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
8	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
9	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
10	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
11	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
12	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
13	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
14	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
15	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
16	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
17	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
19	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
20	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
21	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
22	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	
23	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
24	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
26	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
27	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	
28	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
29	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	
30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 16. Continuación del Apéndice C 15.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7
31	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
32	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
33	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
34	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
35	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
36	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
37	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
39	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
40	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
41	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
42	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
43	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
44	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
45	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
46	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
47	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
48	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
49	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
50	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
51	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
52	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
53	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
54	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
55	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
56	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
57	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
58	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
59	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
60	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
61	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
62	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
63	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
64	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 17. Continuación del Apéndice C 16.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7
65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
66	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
67	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
68	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
69	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
72	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
73	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
75	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
76	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
77	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
78	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
79	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
80	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
81	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
82	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
83	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
84	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
85	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
86	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
87	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
88	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
89	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
91	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
92	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
93	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
94	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
95	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
96	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
97	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
98	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 18. Continuación del Apéndice C 17.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7
99	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
100	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
101	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
102	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
103	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
104	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
105	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
106	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
107	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
108	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
109	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
110	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
111	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
112	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
113	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
114	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
115	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
116	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
117	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
118	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
119	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
120	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
121	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
122	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
123	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
124	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
125	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
126	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
127	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
128	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
129	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
130	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
131	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
132	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 19. Continuación del Apéndice C 18.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7
133	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
134	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
135	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
136	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
137	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
138	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
139	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
141	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
142	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
143	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
144	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
145	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
146	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
147	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
148	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
149	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
150	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
151	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
152	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
153	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
154	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
155	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
156	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
157	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
158	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
159	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
160	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
161	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
162	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
163	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
164	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
165	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
166	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 20. Continuación del Apéndice C 19.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7
167	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
168	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
169	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
170	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
171	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
172	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
173	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
174	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
175	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
176	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
177	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
178	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
179	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
180	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
181	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
182	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
183	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
184	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
185	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
186	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
187	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
188	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
189	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
190	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
191	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
192	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
193	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
194	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
195	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
196	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
197	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
198	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
199	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
200	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 21. Continuación del Apéndice C 20.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac7
201	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
202	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
203	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
204	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
205	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
206	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
207	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
208	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
209	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
210	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
211	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
212	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
213	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
214	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
215	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Suma	55	20	4	1	47	18	70	9	63	28	4	69	0	42
%	25.6%	9.3%	1.9%	0.5%	21.9%	8.4%	32.6%	4.2%	29.3%	13.0%	1.9%	32.1%	0.0%	19.5%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 22. Medición de productividad por medio de la técnica Work Sampling para la actividad 1.3 Colocación de paneles para estructura de fondo.

Productividad con la técnica Work Sampling para la colocación de formaleta de fondo						
Intervalo de medición:		8 segundos	Video:	3. 20140801_082035	Fecha:	01-ago
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones		
1	2	2	0	Transportando panel		
2	2	2	0	Transportando panel		
3	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
4	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
5	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
6	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
7	2	0	2	Hablando		
8	2	0	2	Hablando		
9	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
10	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
11	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
12	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
13	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
14	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
15	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando		
16	2	1	1	Trayendo viga, esperando		
17	2	1	1	Trayendo viga, esperando		
18	2	1	1	Colocando viga, esperando		
19	2	1	1	Colocando viga, esperando		
20	2	1	1	Colocando viga, esperando		
21	2	2	0	Colocando panel		
22	2	2	0	Clavando panel		
23	2	2	0	Clavando panel		
24	2	2	0	Clavando panel		
25	2	1	1	Corriendo viga, esperando		
26	2	1	1	Clavando panel, esperando		
27	2	2	0	Clavando		
28	2	2	0	Clavando		
29	2	1	1	Esperando, clavando		
30	2	1	1	Esperando, clavando		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 23. Continuación del Apéndice C 22.

31	2	1	1	Esperando, clavando
32	2	1	1	Esperando, clavando
33	2	0	2	Trayendo panel
34	2	0	2	Trayendo panel
35	2	2	0	Transportando panel
36	2	2	0	Transportando panel
37	2	2	0	Transportando panel
38	2	2	0	Transportando panel
39	2	2	0	Transportando panel
40	2	2	0	Transportando panel
41	2	1	1	Corriendo viga, esperando
42	2	1	1	Corriendo viga, esperando
43	2	1	1	Corriendo viga, esperando
44	2	1	1	Corriendo viga, esperando
45	2	0	2	Observando
46	2	2	0	Colocando panel
47	2	2	0	Colocando panel
48	2	2	0	Colocando panel
49	2	2	0	Colocando panel
50	2	2	0	Colocando panel
51	2	2	0	Colocando panel
52	2	2	0	Colocando panel
53	2	2	0	Colocando panel
54	2	2	0	Colocando panel
55	2	2	0	Colocando panel
56	2	1	1	Observando, corrigiendo viga
57	2	1	1	Observando, corrigiendo viga
58	2	1	1	Observando, corrigiendo viga
59	2	1	1	Observando, corrigiendo viga
60	2	0	2	Observando
61	2	0	2	Observando
62	2	0	2	Observando
63	2	0	2	Observando, pidiendo viga
64	2	0	2	Esperando
65	2	0	2	Esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 24. Continuación del Apéndice C 23.

66	2	2	0	Clavando
67	2	1	1	Clavando, esperando
68	2	0	2	Hablando
69	2	0	2	Hablando
70	2	1	1	Observando, corrigiendo viga
71	2	1	1	Observando, corrigiendo viga
72	2	1	1	Observando, corrigiendo viga
73	2	0	2	Observando
74	2	0	2	Observando
75	2	0	2	Trayendo panel
76	2	0	2	Trayendo panel
77	2	0	2	Trayendo panel
78	2	0	2	Trayendo panel
79	2	2	0	Transportando panel
80	2	2	0	Transportando panel
81	2	2	0	Transportando panel
82	2	2	0	Transportando panel
83	2	2	0	Colocando panel
84	2	2	0	Colocando panel
85	2	2	0	Colocando panel
86	2	2	0	Clavando
87	2	2	0	Clavando
88	2	2	0	Clavando
89	2	2	0	Clavando
90	2	2	0	Clavando
91	2	2	0	Clavando
92	2	2	0	Clavando
93	2	2	0	Clavando
94	2	2	0	Clavando
95	2	2	0	Clavando
96	2	2	0	Clavando
97	2	2	0	Clavando
98	2	2	0	Clavando
99	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando
100	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 25. Continuación del Apéndice C 24.

101	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando
102	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando
103	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando
104	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando
105	2	1	1	Clavando, esperando
106	2	0	2	Hablando
107	2	0	2	Trayendo panel
108	2	0	2	Trayendo panel
109	2	2	0	Transportando panel
110	2	2	0	Transportando panel
111	2	2	0	Transportando panel
112	2	2	0	Transportando panel
113	2	2	0	Transportando panel
114	2	2	0	Transportando panel
115	2	2	0	Colocando panel
116	2	2	0	Colocando panel
117	2	2	0	Colocando panel
118	2	2	0	Colocando panel
119	2	2	0	Corrigiendo viga, clavando
120	2	2	0	Corrigiendo viga, clavando
121	2	1	1	Corrigiendo viga, observando
122	2	2	0	Corrigiendo viga
123	2	2	0	Corrigiendo viga
124	2	2	0	Corrigiendo viga
125	2	1	1	Colocando panel, esperando
126	2	1	1	Clavando, esperando
127	2	1	1	Clavando, esperando
128	2	1	1	Clavando, esperando
129	2	0	2	Observando
130	2	0	2	Observando
131	2	0	2	Trayendo panel
132	2	0	2	Trayendo panel
133	2	2	0	Transportando panel
134	2	2	0	Transportando panel
135	2	2	0	Transportando panel

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 26. Continuación del Apéndice C 25.

136	2	2	0	Colocando panel
137	2	2	0	Colocando panel
138	2	2	0	Colocando panel
139	2	2	0	Colocando panel
140	2	2	0	Colocando panel
141	2	2	0	Corrigiendo viga, clavando
142	2	2	0	Corrigiendo viga, clavando
143	2	2	0	Corrigiendo viga, clavando
144	2	2	0	Clavando
145	2	2	0	Clavando
146	2	2	0	Clavando
147	2	2	0	Clavando
148	2	0	2	Hablando
149	2	1	1	Corrigiendo viga, esperando
150	2	2	0	Corrigiendo viga
151	2	1	1	Esperando, corrigiendo viga
152	2	1	1	Esperando, corrigiendo viga
153	2	0	2	Trayendo panel
154	2	0	2	Trayendo panel
155	2	0	2	Trayendo panel
156	2	0	2	Trayendo panel
157	2	2	0	Transportando panel
158	2	2	0	Transportando panel
159	2	2	0	Colocando panel
160	2	2	0	Colocando panel
161	2	2	0	Colocando panel
162	2	2	0	Clavando
163	2	2	0	Clavando
164	2	2	0	Clavando
165	2	2	0	Clavando
166	2	2	0	Clavando
167	2	2	0	Clavando
168	2	2	0	Clavando
169	2	2	0	Corrigiendo viga
170	2	2	0	Clavando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 27. Continuación del Apéndice C 26.

171	2	0	2	Trayendo panel
172	2	0	2	Trayendo panel
173	2	0	2	Trayendo panel
174	2	0	2	Trayendo panel
175	2	2	0	Transportando panel
176	2	2	0	Transportando panel
177	2	2	0	Transportando panel
178	2	2	0	Transportando panel
179	2	2	0	Transportando panel
180	2	1	1	Esperando, corrigiendo viga
181	2	2	0	Colocando panel
182	2	2	0	Colocando panel
183	2	2	0	Colocando panel
184	2	2	0	Clavando
185	2	2	0	Clavando
186	2	2	0	Clavando
187	2	1	1	Clavando, esperando
188	2	1	1	Clavando, esperando
189	2	1	1	Esperando, midiendo
190	2	1	1	Midiendo, esperando
191	2	0	2	Caminando
192	2	0	2	Caminando
193	2	0	2	Caminando
Suma	386	256	130	
Porcentaje de productividad		66.32%	33.68%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 28. Medición de la productividad por medio de la técnica Five Minutes Rating, para la actividad 1.3 Colocación de los paneles de fondo.

Productividad con Five Minutes Rating para la colocación de formaleta de fondo								
Intervalo de medición:		8 segundos		Video:		3. 20140801_082035	Fecha:	01-ago
N° de Observación	N° Personas (cuadrilla)	Trabajador 1		Trabajador 2		Observaciones		
		P	NP	P	NP			
1	2	1	0	1	0	Transportando panel		
2	2	1	0	1	0	Transportando panel		
3	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
4	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
5	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
6	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
7	2	0	1	0	1	Hablando		
8	2	0	1	0	1	Hablando		
9	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
10	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
11	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
12	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
13	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
14	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
15	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando		
16	2	1	0	0	1	Trayendo viga, esperando		
17	2	1	0	0	1	Trayendo viga, esperando		
18	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando		
19	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando		
20	2	1	0	0	1	Colocando viga, esperando		
21	2	1	0	1	0	Colocando panel		
22	2	1	0	1	0	Clavando panel		
23	2	1	0	1	0	Clavando panel		
24	2	1	0	1	0	Clavando panel		
25	2	1	0	0	1	Corriendo viga, esperando		
26	2	1	0	0	1	Clavando panel, esperando		
27	2	1	0	1	0	Clavando		
28	2	1	0	1	0	Clavando		
29	2	0	1	1	0	Esperando, clavando		
30	2	0	1	1	0	Esperando, clavando		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 29. Continuación del Apéndice C 28.

31	2	0	1	1	0	Esperando, clavando
32	2	0	1	1	0	Esperando, clavando
33	2	0	1	0	1	Trayendo panel
34	2	0	1	0	1	Trayendo panel
35	2	1	0	1	0	Transportando panel
36	2	1	0	1	0	Transportando panel
37	2	1	0	1	0	Transportando panel
38	2	1	0	1	0	Transportando panel
39	2	1	0	1	0	Transportando panel
40	2	1	0	1	0	Transportando panel
41	2	1	0	0	1	Corriendo viga, esperando
42	2	1	0	0	1	Corriendo viga, esperando
43	2	1	0	0	1	Corriendo viga, esperando
44	2	1	0	0	1	Corriendo viga, esperando
45	2	0	1	0	1	Observando
46	2	1	0	0	1	Colocando panel
47	2	1	0	0	1	Colocando panel
48	2	1	0	0	1	Colocando panel
49	2	1	0	0	1	Colocando panel
50	2	1	0	0	1	Colocando panel
51	2	1	0	0	1	Colocando panel
52	2	1	0	0	1	Colocando panel
53	2	1	0	0	1	Colocando panel
54	2	1	0	0	1	Colocando panel
55	2	1	0	0	1	Colocando panel
56	2	0	1	1	0	Observando, corrigiendo viga
57	2	0	1	1	0	Observando, corrigiendo viga
58	2	0	1	1	0	Observando, corrigiendo viga
59	2	0	1	1	0	Observando, corrigiendo viga
60	2	0	1	0	1	Observando
61	2	0	1	0	1	Observando
62	2	0	1	0	1	Observando
63	2	0	1	1	0	Observando, pidiendo viga
64	2	0	1	0	1	Esperando
65	2	0	1	0	1	Esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 30. Continuación del Apéndice C 29.

66	2	1	0	1	0	Clavando
67	2	1	0	0	1	Clavando, esperando
68	2	0	1	0	1	Hablando
69	2	0	1	0	1	Hablando
70	2	0	1	1	0	Observando, corrigiendo viga
71	2	0	1	1	0	Observando, corrigiendo viga
72	2	0	1	1	0	Observando, corrigiendo viga
73	2	0	1	0	1	Observando
74	2	0	1	0	1	Observando
75	2	0	1	0	1	Trayendo panel
76	2	0	1	0	1	Trayendo panel
77	2	0	1	0	1	Trayendo panel
78	2	0	1	0	1	Trayendo panel
79	2	1	0	1	0	Transportando panel
80	2	1	0	1	0	Transportando panel
81	2	1	0	1	0	Transportando panel
82	2	1	0	1	0	Transportando panel
83	2	1	0	1	0	Colocando panel
84	2	1	0	1	0	Colocando panel
85	2	1	0	1	0	Colocando panel
86	2	1	0	1	0	Clavando
87	2	1	0	1	0	Clavando
88	2	1	0	1	0	Clavando
89	2	1	0	1	0	Clavando
90	2	1	0	1	0	Clavando
91	2	1	0	1	0	Clavando
92	2	1	0	1	0	Clavando
93	2	1	0	1	0	Clavando
94	2	1	0	1	0	Clavando
95	2	1	0	1	0	Clavando
96	2	1	0	1	0	Clavando
97	2	1	0	1	0	Clavando
98	2	1	0	1	0	Clavando
99	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando
100	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 31. Continuación del Apéndice C 30.

101	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando
102	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando
103	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando
104	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando
105	2	1	0	0	1	Clavando, esperando
106	2	0	1	0	1	Hablando
107	2	0	1	0	1	Trayendo panel
108	2	0	1	0	1	Trayendo panel
109	2	1	0	1	0	Transportando panel
110	2	1	0	1	0	Transportando panel
111	2	1	0	1	0	Transportando panel
112	2	1	0	1	0	Transportando panel
113	2	1	0	1	0	Transportando panel
114	2	1	0	1	0	Transportando panel
115	2	1	0	1	0	Colocando panel
116	2	1	0	1	0	Colocando panel
117	2	1	0	1	0	Colocando panel
118	2	1	0	1	0	Colocando panel
119	2	1	0	1	0	Corrigiendo viga, clavando
120	2	1	0	1	0	Corrigiendo viga, clavando
121	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, observando
122	2	1	0	1	0	Corrigiendo viga
123	2	1	0	1	0	Corrigiendo viga
124	2	1	0	1	0	Corrigiendo viga
125	2	1	0	0	1	Colocando panel, esperando
126	2	1	0	0	1	Clavando, esperando
127	2	1	0	0	1	Clavando, esperando
128	2	1	0	0	1	Clavando, esperando
129	2	0	1	0	1	Observando
130	2	0	1	0	1	Observando
131	2	0	1	0	1	Trayendo panel
132	2	0	1	0	1	Trayendo panel
133	2	1	0	1	0	Transportando panel
134	2	1	0	1	0	Transportando panel
135	2	1	0	1	0	Transportando panel

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 32. Continuación del Apéndice C 31.

136	2	1	0	1	0	Colocando panel
137	2	1	0	1	0	Colocando panel
138	2	1	0	1	0	Colocando panel
139	2	1	0	1	0	Colocando panel
140	2	1	0	1	0	Colocando panel
141	2	1	0	1	0	Corrigiendo viga, clavando
142	2	1	0	1	0	Corrigiendo viga, clavando
143	2	1	0	1	0	Corrigiendo viga, clavando
144	2	1	0	1	0	Clavando
145	2	1	0	1	0	Clavando
146	2	1	0	1	0	Clavando
147	2	1	0	1	0	Clavando
148	2	0	1	0	1	Hablando
149	2	1	0	0	1	Corrigiendo viga, esperando
150	2	1	0	1	0	Corrigiendo viga
151	2	0	1	1	0	Esperando, corrigiendo viga
152	2	0	1	1	0	Esperando, corrigiendo viga
153	2	0	1	0	1	Trayendo panel
154	2	0	1	0	1	Trayendo panel
155	2	0	1	0	1	Trayendo panel
156	2	0	1	0	1	Trayendo panel
157	2	1	0	1	0	Transportando panel
158	2	1	0	1	0	Transportando panel
159	2	1	0	1	0	Colocando panel
160	2	1	0	1	0	Colocando panel
161	2	1	0	1	0	Colocando panel
162	2	1	0	1	0	Clavando
163	2	1	0	1	0	Clavando
164	2	1	0	1	0	Clavando
165	2	1	0	1	0	Clavando
166	2	1	0	1	0	Clavando
167	2	1	0	1	0	Clavando
168	2	1	0	1	0	Clavando
169	2	1	0	1	0	Corrigiendo viga
170	2	1	0	1	0	Clavando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 33. Continuación del Apéndice C 32.

171	2	0	1	0	1	Trayendo panel
172	2	0	1	0	1	Trayendo panel
173	2	0	1	0	1	Trayendo panel
174	2	0	1	0	1	Trayendo panel
175	2	1	0	1	0	Transportando panel
176	2	1	0	1	0	Transportando panel
177	2	1	0	1	0	Transportando panel
178	2	1	0	1	0	Transportando panel
179	2	1	0	1	0	Transportando panel
180	2	0	1	1	0	Esperando, corrigiendo viga
181	2	1	0	1	0	Colocando panel
182	2	1	0	1	0	Colocando panel
183	2	1	0	1	0	Colocando panel
184	2	1	0	1	0	Clavando
185	2	1	0	1	0	Clavando
186	2	1	0	1	0	Clavando
187	2	1	0	0	1	Clavando, esperando
188	2	1	0	0	1	Clavando, esperando
189	2	0	1	1	0	Esperando, midiendo
190	2	1	0	0	1	Midiendo, esperando
191	2	0	1	0	1	Caminando
192	2	0	1	0	1	Caminando
193	2	0	1	0	1	Caminando
Suma		140	53	107	86	
Porcentaje de productividad		72.5%	27.5%	55.4%	44.6%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 34. Medición de productividad por medio de la técnica Crew Balance para la actividad 1.3 Colocación de paneles de fondo

Medición de Productividad con Crew Balance para la colocación de formaleta de fondo										
Intervalo de medición:	8 segundos		Video:	3. 20140801_082035			Fecha:	01-ago		
N° de Observación	Trabajador 1					Trabajador 2				
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
7	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
10	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
11	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
12	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
14	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
16	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
21	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
22	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
23	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
24	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
25	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
26	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
27	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
28	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
29	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
30	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 35. Continuación del Apéndice C 34.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5
31	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
32	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0
33	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
34	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
35	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
36	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
37	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
38	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
39	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
40	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
41	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
42	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
43	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
44	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
45	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
46	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
47	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
48	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
49	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
50	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
51	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
52	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
53	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
54	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
55	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
56	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
57	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
58	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
59	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
60	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
61	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
62	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
63	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
64	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 36. Continuación del Apéndice C 35.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5
65	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
66	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
67	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
68	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
69	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
70	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
71	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
72	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
73	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
74	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
75	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
76	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
77	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
78	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
79	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
80	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
81	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
82	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
83	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
84	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
85	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
86	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
87	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
88	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
89	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
90	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
91	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
92	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
93	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
94	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
95	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
96	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
97	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
98	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 37. Continuación del Apéndice C 36.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5
99	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
100	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
101	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
102	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
103	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
104	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
105	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
106	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
107	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
108	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
109	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
110	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
111	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
112	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
113	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
114	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
115	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
116	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
117	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
118	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
119	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
120	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
121	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
122	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
123	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
124	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
125	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
126	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
127	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
128	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
129	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
130	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
131	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
132	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 38. Continuación del Apéndice C 37.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5
133	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
134	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
135	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
136	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
137	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
138	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
139	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
140	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
141	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
142	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
143	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
144	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
145	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
146	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
147	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
148	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
149	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
150	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
151	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
152	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
153	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
154	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
155	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
156	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
157	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
158	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
159	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
160	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
161	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
162	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
163	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
164	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
165	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
166	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 39. Continuación del Apéndice C 38.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5
167	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
168	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
169	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
170	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
171	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
172	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
173	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
174	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
175	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
176	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
177	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
178	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
179	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
180	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0
181	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
182	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
183	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
184	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
185	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
186	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
187	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
188	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
189	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
190	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
191	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
192	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
193	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Suma	28	41	70	1	52	28	22	66	1	76
%	14.6%	21.4%	36.5%	0.5%	27.1%	14.5%	11.4%	34.2%	0.5%	39.4%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 40. Medición de productividad por medio de la técnica Work Sampling, para la actividad 1.5 Desmontaje de estructura soportante y estructura de fondo.

Medición de Productividad con Work Sampling para el desmontaje de estructura soportante y formaleta de fondo						
Intervalo de medición:		10 segundos	Video:	4. 20140904_105039 y 5. 20140904_111922	Fecha:	04-sep
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones		
1	3	1	2	Bajando, bajando, transportando		
2	3	2	1	Moviendo escalera, moviendo, esperando		
3	3	0	3	Esperando		
4	3	2	1	Quitando puntal, quitando puntal, esperando		
5	3	3	0	Moviendo escalera, moviendo, puntal		
6	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
7	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
8	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
9	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
10	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
11	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
12	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
13	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
14	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
15	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
16	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
17	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
18	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
19	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
20	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
21	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
22	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
23	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
24	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
25	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
26	3	2	1	Esperando, puntal, puntal		
27	3	1	2	Esperando, escalera, esperando		
28	3	1	2	Esperando, escalera, esperando		
29	3	2	1	Viga, viga, esperando		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 41. Continuación del Apéndice C 40.

30	3	2	1	Viga, viga, esperando
31	3	2	1	Viga, viga, esperando
32	3	2	1	Viga, viga, esperando
33	3	3	0	Clavador, clavador, viga
34	3	2	1	Clavador, clavador, esperando
35	3	2	1	Clavador, clavador, esperando
36	3	2	1	Clavador, clavador, esperando
37	3	3	0	Clavador, clavador, clavador
38	3	1	2	Escalera, esperar, esperar
39	3	2	1	Puntal, escalera, esperar
40	3	2	1	Puntal, escalera, esperar
41	3	1	2	Esperar, viga, esperar
42	3	1	2	Esperar, viga, esperar
43	3	2	1	Puntal, viga, esperar
44	3	2	1	Viga, viga, esperando
45	3	2	1	Viga, viga, esperando
46	3	1	2	Llevar viga, esperar, esperar
47	3	3	0	Escalera, puntal, escalera
48	3	2	1	Escalera, puntal, esperar
49	3	1	2	Esperar, puntal, esperar
50	3	1	2	Esperar, escalera, esperar
51	3	1	2	Esperar, puntal, esperar
52	3	2	1	Puntal, puntal, esperar
53	3	3	0	Puntal, puntal, escalera
54	3	2	1	Esperar, puntal, puntal
55	3	3	0	Base madera, puntal, puntal
56	3	3	0	Puntal, puntal, puntal
57	3	3	0	Puntal, puntal, puntal
58	3	3	0	Puntal, puntal, puntal
59	3	2	1	Puntal, puntal, esperar
60	3	1	2	Puntal, esperar, esperar
61	3	1	2	Puntal, esperar, esperar
62	3	2	1	Escalera, viga, esperar
63	3	2	1	Escalera, viga, esperar
64	3	2	1	Puntal, viga, esperar

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 42. Continuación del Apéndice C 41.

65	3	2	1	Puntal, viga, esperar
66	3	1	2	Esperar, puntal, esperar
67	3	2	1	Puntal, viga, esperar
68	3	2	1	Puntal, viga, esperar
69	3	1	2	Esperar, puntal, esperar
70	3	1	2	Esperar, puntal, esperar
71	3	2	1	Escalera, escalera, esperar
72	3	2	1	Viga, escalera, esperar
73	3	1	2	Esperar, viga, esperar
74	3	1	2	Esperar, viga, esperar
75	3	2	1	Viga, viga, puntal
76	3	1	2	Escalera, esperar, esperar
77	3	2	1	Viga, viga, puntal
78	3	2	1	Viga, viga, puntal
79	3	3	0	Clavadores, clavadores, vigas
80	3	3	0	Clavadores, clavadores, transporte
81	3	0	3	Esperar, esperar, esperar
82	3	1	2	Escalera, esperar, esperar
83	3	3	0	Hablando
84	3	3	0	Escalera, escalera, puntal
85	3	1	2	Esperando, esperando, puntal
86	3	1	2	Puntal, esperar, esperar
87	2	1	1	Esperando, puntal
88	2	1	1	Esperando, puntal
89	2	1	1	Esperando, puntal
90	2	1	1	Esperando, puntal
91	2	1	1	Esperando, puntal
92	2	1	1	Esperando, puntal
93	2	1	1	Esperando, puntal
94	2	1	1	Panel, puntal
95	2	1	1	Panel, puntal
96	2	1	1	Panel, puntal
97	2	1	1	Panel, puntal
98	2	1	1	Panel, esperando
99	2	1	1	Panel, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 43. Continuación del Apéndice C 42.

100	2	1	1	Panel, esperando
101	2	1	1	Panel, esperando
102	2	1	1	Panel, esperando
103	2	1	1	Panel, esperando
104	2	1	1	Panel, esperando
105	2	1	1	Panel, esperando
106	2	1	1	Panel, esperando
107	2	1	1	Panel, esperando
108	2	1	1	Panel, esperando
109	2	1	1	Panel, esperando
110	2	1	1	Panel, esperando
111	2	1	1	Panel, esperando
112	2	1	1	Panel, esperando
113	2	1	1	Esperando, traer palanca
114	2	1	1	Crear palanca, esperar
115	2	2	0	Panel, panel
116	2	2	0	Panel, panel
117	2	2	0	Panel, panel
118	2	2	0	Panel, panel
119	2	2	0	Panel, panel
120	2	2	0	Panel, panel
121	2	1	1	Esperando, panel
122	2	2	0	Panel, panel
123	2	2	0	Panel, panel
124	2	2	0	Panel, panel
125	2	2	0	Panel, panel
126	2	2	0	Panel, panel
127	2	2	0	Panel, panel
128	2	2	0	Panel, panel
129	2	2	0	Panel, panel
130	2	2	0	Panel, panel
131	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca
132	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca
133	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca
134	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 44. Continuación del Apéndice C 43.

135	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca
136	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca
137	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca
138	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca
139	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca
140	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca
141	2	0	2	Esperando, buscando mejor palanca
142	2	1	1	Esperando, puntal
143	2	2	0	Panel, panel
144	2	2	0	Panel, panel
145	2	2	0	Panel, panel
146	2	1	1	Esperando, moviendo panel
147	2	1	1	Esperando, moviendo panel
148	2	1	1	Esperando, moviendo panel
149	2	1	1	Esperando, moviendo panel
150	2	2	0	Moviendo plataforma, panel
151	2	1	1	Moviendo plataforma, esperando
152	2	1	1	Moviendo plataforma, esperando
Suma	390	234	156	
Porcentaje de productividad		60.00%	40.00%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 45. Medición de la productividad por medio de la técnica Five Minutes Rating, para la actividad 1.5 Desmontaje de estructura soportante y estructura de fondo.

Productividad con Five Minutes Rating para el desmontaje de estructura soportante y formaleta de fondo										
Intervalo de medición:			10 segundos		Video:		4. 20140904_105039 y 5. 20140904_111922		Fecha:	04-sep
N° de Observación	N° Personas	Trabajador 1		Trabajador 2		Trabajador 3		Observaciones		
		P	NP	P	NP	P	NP			
1	3	0	1	0	1	1	0	Bajando, bajando, transportando		
2	3	1	0	1	0	0	1	Moviendo escalera, moviendo, esperando		
3	3	0	1	0	1	0	1	Esperando		
4	3	1	0	1	0	0	1	Quitando puntal, quitando puntal, esperando		
5	3	1	0	1	0	1	0	Moviendo escalera, moviendo, puntal		
6	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
7	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
8	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
9	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
10	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
11	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
12	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
13	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
14	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
15	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
16	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
17	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
18	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
19	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
20	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
21	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
22	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
23	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
24	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
25	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
26	3	0	1	1	0	1	0	Esperando, puntal, puntal		
27	3	0	1	1	0	0	1	Esperando, escalera, esperando		
28	3	0	1	1	0	0	1	Esperando, escalera, esperando		
29	3	1	0	1	0	0	1	Viga, viga, esperando		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 46. Continuación del Apéndice C 45.

30	3	1	0	1	0	0	1	Viga, viga, esperando
31	3	1	0	1	0	0	1	Viga, viga, esperando
32	3	1	0	1	0	0	1	Viga, viga, esperando
33	3	1	0	1	0	1	0	Clavador, clavador, viga
34	3	1	0	1	0	0	1	Clavador, clavador, esperando
35	3	1	0	1	0	0	1	Clavador, clavador, esperando
36	3	1	0	1	0	0	1	Clavador, clavador, esperando
37	3	1	0	1	0	1	0	Clavador, clavador, clavador
38	3	1	0	0	1	0	1	Escalera, esperar, esperar
39	3	1	0	1	0	0	1	Puntal, escalera, esperar
40	3	1	0	1	0	0	1	Puntal, escalera, esperar
41	3	0	1	1	0	0	1	Esperar, viga, esperar
42	3	0	1	1	0	0	1	Esperar, viga, esperar
43	3	1	0	1	0	0	1	Puntal, viga, esperar
44	3	1	0	1	0	0	1	Viga, viga, esperando
45	3	1	0	1	0	0	1	Viga, viga, esperando
46	3	1	0	0	1	0	1	Llevar viga, esperar, esperar
47	3	1	0	1	0	1	0	Escalera, puntal, escalera
48	3	1	0	1	0	1	0	Escalera, puntal, esperar
49	3	0	1	1	0	0	1	Esperar, puntal, esperar
50	3	0	1	1	0	0	1	Esperar, escalera, esperar
51	3	0	1	1	0	0	1	Esperar, puntal, esperar
52	3	1	0	1	0	0	1	Puntal, puntal, esperar
53	3	1	0	1	0	1	0	Puntal, puntal, escalera
54	3	0	1	1	0	1	0	Esperar, puntal, puntal
55	3	1	0	1	0	1	0	Base madera, puntal, puntal
56	3	1	0	1	0	1	0	Puntal, puntal, puntal
57	3	1	0	1	0	1	0	Puntal, puntal, puntal
58	3	1	0	1	0	1	0	Puntal, puntal, puntal
59	3	1	0	1	0	0	1	Puntal, puntal, esperar
60	3	1	0	0	1	0	1	Puntal, esperar, esperar
61	3	1	0	0	1	0	1	Puntal, esperar, esperar
62	3	1	0	1	0	0	1	Escalera, viga, esperar
63	3	1	0	1	0	0	1	Escalera, viga, esperar
64	3	1	0	1	0	0	1	Puntal, viga, esperar

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 47. Continuación del Apéndice C 46.

65	3	1	0	1	0	0	1	Puntal, viga, esperar
66	3	0	1	1	0	0	1	Esperar, puntal, esperar
67	3	1	0	1	0	0	1	Puntal, viga, esperar
68	3	1	0	1	0	0	1	Puntal, viga, esperar
69	3	0	1	1	0	0	1	Esperar, puntal, esperar
70	3	0	1	1	0	0	1	Esperar, puntal, esperar
71	3	1	0	1	0	0	1	Escalera, escalera, esperar
72	3	1	0	1	0	0	1	Viga, escalera, esperar
73	3	0	1	1	0	0	1	Esperar, viga, esperar
74	3	0	1	1	0	0	1	Esperar, viga, esperar
75	3	1	0	1	0	1	0	Viga, viga, puntal
76	3	1	0	0	1	0	1	Escalera, esperar, esperar
77	3	1	0	1	0	1	0	Viga, viga, puntal
78	3	1	0	1	0	1	0	Viga, viga, puntal
79	3	1	0	1	0	1	0	Clavadores, clavadores, vigas
80	3	1	0	1	0	1	0	Clavadores, clavadores, transporte
81	3	0	1	0	1	0	1	Esperar, esperar, esperar
82	3	0	1	0	1	0	1	Escalera, esperar, esperar
83	3	0	1	0	1	0	1	Hablando
84	3	1	0	1	0	1	0	Escalera, escalera, puntal
85	3	0	1	0	1	1	0	Esperando, esperando, puntal
86	3	1	0	0	1	0	1	Puntal, esperar, esperar
87	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, puntal
88	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, puntal
89	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, puntal
90	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, puntal
91	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, puntal
92	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, puntal
93	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, puntal
94	2	1	0	1	0	---	---	Panel, puntal
95	2	1	0	1	0	---	---	Panel, puntal
96	2	1	0	1	0	---	---	Panel, puntal
97	2	1	0	1	0	---	---	Panel, puntal
98	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
99	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 48. Continuación del Apéndice C 47.

100	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
101	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
102	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
103	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
104	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
105	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
106	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
107	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
108	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
109	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
110	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
111	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
112	2	1	0	0	1	---	---	Panel, esperando
113	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, traer palanca
114	2	1	0	0	1	---	---	Crear palanca, esperar
115	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
116	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
117	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
118	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
119	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
120	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
121	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, panel
122	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
123	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
124	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
125	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
126	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
127	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
128	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
129	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
130	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
131	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca
132	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca
133	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca
134	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 49. Continuación del Apéndice C 48.

135	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca
136	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca
137	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca
138	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca
139	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca
140	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca
141	2	0	1	0	1	---	---	Esperando, buscando mejor palanca
142	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, puntal
143	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
144	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
145	2	1	0	1	0	---	---	Panel, panel
146	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, moviendo panel
147	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, moviendo panel
148	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, moviendo panel
149	2	0	1	1	0	---	---	Esperando, moviendo panel
150	2	1	0	1	0	---	---	Moviendo plataforma, panel
151	2	1	0	0	1	---	---	Moviendo plataforma, esperando
152	2	1	0	0	1	---	---	Moviendo plataforma, esperando
Suma		87	65	111	41	40	46	
Porcentaje de		57.2%	42.8%	73.0%	27.0%	46.5%	53.5%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 50. Medición de la productividad por medio de la técnica Crew Balance para la actividad 1.5 Desmontaje de estructura de soporte y estructura de fondo

Medición de Productividad con Crew Balance para la colocación de estructura de soporte																		
Intervalo de medición: 5 segundos							Video: 4. 20140904_105039 y 5. 20140904_111922						Fecha: 01-ago					
N° de Observación	Trabajador 1						Trabajador 2						Trabajador 3					
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
6	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
7	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
8	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
9	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
11	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
12	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
13	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
14	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
15	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
16	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
17	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
19	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
20	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
21	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
23	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
24	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
25	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
27	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
28	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
29	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
30	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 51. Continuación del Apéndice C 50.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6
31	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
32	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
33	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
34	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
35	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
36	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
37	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
38	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
39	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
40	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
41	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
42	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
43	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
44	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
45	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
46	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
47	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
48	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
49	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
50	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
51	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
52	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
53	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
54	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
55	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
56	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
57	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
58	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
59	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
60	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
61	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
62	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
63	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
64	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 52. Continuación del Apéndice C 51.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	
65	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
66	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
67	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
68	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
69	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
70	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
71	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
72	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
73	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
74	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
75	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
76	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
77	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
78	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
79	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
80	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
82	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
83	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
84	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0
86	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
87	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
88	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
89	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
90	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
91	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
92	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
93	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
94	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
95	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
96	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
97	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---	---
98	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 53. Continuación del Apéndice C 52.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6
99	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
100	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
101	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
102	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
103	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
104	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
105	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
106	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
107	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
108	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
109	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
110	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
111	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
112	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
113	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
114	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
115	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
116	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
117	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
118	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
119	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
120	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
121	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
122	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
123	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
124	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
125	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
126	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
127	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
128	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
129	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
130	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
131	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
132	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 54. Continuación del Apéndice C 53.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac5	Ac6
133	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
134	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
135	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
136	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
137	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
138	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
139	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
140	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
141	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
142	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	---	---	---	---	---	---
143	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
144	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
145	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
146	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
147	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
148	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
149	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
150	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---	---	---
151	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
152	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
153	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	---	---	---	---	---	---
Suma	9	7	20	41	11	66	14	10	64	24	11	30	2	2	33	0	3	46
%	5.8%	4.5%	13.0%	26.6%	7.1%	42.9%	9.2%	6.5%	41.8%	15.7%	7.2%	19.6%	2.3%	2.3%	38.4%	0.0%	3.5%	53.5%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 55. Medición de la productividad por medio de la técnica Work Sampling para la actividad 2.1 Elaboración de soportes.

Medición de Productividad con Work Sampling para la elaboración de soportes						
Intervalo de medición:		5 segundos	Video:	6. 20140807_105318	Fecha	07-ago
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones		
1	2	2	0	Transportando varilla		
2	2	2	0	Transportando varilla		
3	2	2	0	Transportando varilla		
4	2	0	2	Caminando		
5	2	0	2	Caminando		
6	2	0	2	Caminando		
7	2	0	2	Caminando		
8	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando		
9	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando		
10	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando		
11	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando		
12	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando		
13	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando		
14	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando		
15	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando		
16	2	2	0	Transportando varilla		
17	2	2	0	Transportando varilla		
18	2	2	0	Transportando varilla		
19	2	2	0	Transportando varilla		
20	2	2	0	Transportando varilla		
21	2	2	0	Acomodando varilla		
22	2	2	0	Acomodando varilla		
23	2	2	0	Acomodando varilla		
24	2	2	0	Acomodando varilla		
25	2	2	0	Escogiendo silletas		
26	2	1	1	Poniendo silletas en marcas, esperando		
27	2	2	0	Poniendo silletas en marcas		
28	2	2	0	Poniendo silletas en marcas		
29	2	2	0	Poniendo silletas en marcas		
30	2	2	0	Poniendo silletas en marcas		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 56. Continuación del Apéndice C 55.

31	2	2	0	Colocando varilla sobre sileta
32	2	2	0	Colocando varilla sobre sileta
33	2	2	0	Colocando varilla sobre sileta
34	2	2	0	Colocando varilla sobre sileta
35	2	2	0	Colocando varilla sobre sileta
36	2	2	0	Amarras
37	2	2	0	Amarras
38	2	2	0	Amarras
39	2	2	0	Amarras
40	2	2	0	Amarras
41	2	1	1	Amarras, caminando
42	2	1	1	Amarras, caminando
43	2	1	1	Amarras, caminando
44	2	2	0	Amarras
45	2	1	1	Amarras, esperando
46	2	2	0	Amarras
47	2	2	0	Amarras
48	2	2	0	Amarras
49	2	2	0	Amarras
50	2	2	0	Amarras
51	2	2	0	Moviendo soporte
52	2	2	0	Moviendo soporte
53	2	2	0	Moviendo soporte
54	2	2	0	Moviendo soporte
55	2	2	0	Moviendo soporte
56	2	2	0	Moviendo soporte
57	2	2	0	Moviendo soporte
58	2	2	0	Moviendo soporte
59	2	2	0	Moviendo soporte
60	2	2	0	Colocando varilla
61	2	2	0	Colocando varilla
62	2	2	0	Colocando varilla
63	2	2	0	Colocando varilla
64	2	2	0	Escogiendo siletas
65	2	2	0	Escogiendo siletas, siletas en marca

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 57. Continuación del Apéndice C 56.

66	2	2	0	Silletas en marca
67	2	2	0	Silletas en marca
68	2	2	0	Silletas en marca
69	2	2	0	Varilla sobre silleta
70	2	2	0	Varilla sobre silleta
71	2	2	0	Varilla sobre silleta
72	2	2	0	Varilla sobre silleta
73	2	2	0	Amarras
74	2	2	0	Amarras
75	2	2	0	Amarras
76	2	2	0	Amarras
77	2	2	0	Amarras
78	2	2	0	Amarras
79	2	2	0	Amarras
80	2	2	0	Amarras
81	2	2	0	Amarras
82	2	2	0	Amarras
83	2	2	0	Amarras
84	2	2	0	Amarras
85	2	2	0	Amarras
86	2	2	0	Amarras
87	2	2	0	Amarras
88	2	2	0	Moviendo soporte
89	2	2	0	Moviendo soporte
90	2	2	0	Moviendo soporte
91	2	2	0	Moviendo soporte
92	2	2	0	Moviendo soporte
93	2	0	2	Caminando, hablando
94	2	0	2	Caminando, hablando
95	2	0	2	Caminando, hablando
96	2	1	1	Colocando varilla, hablando
97	2	1	1	Colocando varilla, hablando
98	2	1	1	Colocando varilla, hablando
99	2	1	1	Escogiendo silletas, hablando
100	2	1	1	Escogiendo silletas, hablando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 58. Continuación del Apéndice C 57.

101	2	2	0	Poniendo silletas en marca
102	2	2	0	Poniendo silletas en marca
103	2	2	0	Poniendo silletas en marca
104	2	2	0	Varilla sobre silleta
105	2	2	0	Varilla sobre silleta
106	2	2	0	Varilla sobre silleta
107	2	2	0	Varilla sobre silleta
108	2	2	0	Varilla sobre silleta
109	2	2	0	Varilla sobre silleta
110	2	2	0	Amarras
111	2	2	0	Amarras
112	2	2	0	Amarras
113	2	2	0	Amarras
114	2	2	0	Amarras
115	2	2	0	Amarras
116	2	2	0	Amarras
117	2	2	0	Amarras
118	2	2	0	Amarras
119	2	2	0	Amarras
120	2	2	0	Amarras
121	2	2	0	Amarras
122	2	2	0	Amarras
123	2	2	0	Amarras
124	2	2	0	Amarras
125	2	2	0	Amarras
126	2	2	0	Amarras
127	2	2	0	Moviendo soporte
128	2	1	1	Arreglando amarra, esperando
129	2	1	1	Arreglando amarra, esperando
130	2	1	1	Arreglando amarra, esperando
131	2	1	1	Arreglando amarra, esperando
132	2	1	1	Arreglando amarra, esperando
133	2	2	0	Moviendo soporte
134	2	2	0	Moviendo soporte
135	2	2	0	Moviendo soporte

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 59. Continuación del Apéndice C 58.

136	2	2	0	Moviendo soporte
137	2	0	2	Caminando
138	2	0	2	Caminando
139	2	0	2	Caminando
140	2	0	2	Caminando
141	2	0	2	Caminando
142	2	0	2	Caminando
143	2	0	2	Caminando
144	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
145	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
146	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
147	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
148	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
149	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
150	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
151	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
152	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
153	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
154	2	1	1	Caminando, transportando varilla
155	2	1	1	Caminando, transportando varilla
156	2	1	1	Caminando, transportando varilla
157	2	2	0	Colocando varilla
158	2	2	0	Colocando varilla
159	2	2	0	Escogiendo sillelas, sillelas en marca
160	2	2	0	Escogiendo sillelas, sillelas en marca
161	2	2	0	Escogiendo sillelas, sillelas en marca
162	2	2	0	Escogiendo sillelas, sillelas en marca
163	2	2	0	Sillelas en marca
164	2	2	0	Sillelas en marca
165	2	2	0	Sillelas en marca
166	2	2	0	Varilla sobre sillela
167	2	2	0	Varilla sobre sillela
168	2	2	0	Varilla sobre sillela
169	2	2	0	Amarras
170	2	2	0	Amarras

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 60. Continuación del Apéndice C 59.

171	2	2	0	Amarras
172	2	2	0	Amarras
173	2	2	0	Amarras
174	2	2	0	Amarras
175	2	2	0	Amarras
176	2	2	0	Amarras
177	2	2	0	Amarras
178	2	2	0	Amarras
179	2	2	0	Amarras
180	2	2	0	Amarras
181	2	2	0	Amarras
182	2	2	0	Amarras
183	2	2	0	Amarras
184	2	2	0	Amarras
185	2	2	0	Moviendo soporte
186	2	2	0	Moviendo soporte
187	2	2	0	Moviendo soporte
188	2	2	0	Moviendo soporte
189	2	2	0	Moviendo soporte
190	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
191	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
192	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
193	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
194	2	1	1	Escogiendo varilla, esperando
195	2	1	1	Caminando, transportando varilla
Suma	390	320	70	
Porcentaje de productividad		82.05%	17.95%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 61. Medición de la productividad por medio de la técnica Five Minutes Rating, para la actividad 2.1 Elaboración de soportes.

Medición de Productividad con Five Minutes Rating para la elaboración de soportes						
Intervalo de medición:		5 segundos		Video:		6. 20140807_105318
						Fecha:
						07-ago
N° de Observación	N° Personas (cuadrilla)	Trabajador 1		Trabajador 2		Observaciones
		P	NP	P	NP	
1	2	1	0	1	0	Transportando varilla
2	2	1	0	1	0	Transportando varilla
3	2	1	0	1	0	Transportando varilla
4	2	0	1	0	1	Caminando
5	2	0	1	0	1	Caminando
6	2	0	1	0	1	Caminando
7	2	0	1	0	1	Caminando
8	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
9	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
10	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
11	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
12	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
13	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
14	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
15	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
16	2	1	0	1	0	Transportando varilla
17	2	1	0	1	0	Transportando varilla
18	2	1	0	1	0	Transportando varilla
19	2	1	0	1	0	Transportando varilla
20	2	1	0	1	0	Transportando varilla
21	2	1	0	1	0	Acomodando varilla
22	2	1	0	1	0	Acomodando varilla
23	2	1	0	1	0	Acomodando varilla
24	2	1	0	1	0	Acomodando varilla
25	2	1	0	1	0	Escogiendo silletas
26	2	1	0	0	1	Poniendo silletas en marcas, esperando
27	2	1	0	1	0	Poniendo silletas en marcas
28	2	1	0	1	0	Poniendo silletas en marcas
29	2	1	0	1	0	Poniendo silletas en marcas
30	2	1	0	1	0	Poniendo silletas en marcas

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 62. Continuación del Apéndice C 61.

31	2	1	0	1	0	Colocando varilla sobre silleta
32	2	1	0	1	0	Colocando varilla sobre silleta
33	2	1	0	1	0	Colocando varilla sobre silleta
34	2	1	0	1	0	Colocando varilla sobre silleta
35	2	1	0	1	0	Colocando varilla sobre silleta
36	2	1	0	1	0	Amarras
37	2	1	0	1	0	Amarras
38	2	1	0	1	0	Amarras
39	2	1	0	1	0	Amarras
40	2	1	0	1	0	Amarras
41	2	1	0	0	1	Amarras, caminando
42	2	1	0	0	1	Amarras, caminando
43	2	1	0	0	1	Amarras, caminando
44	2	1	0	1	0	Amarras
45	2	1	0	0	1	Amarras, esperando
46	2	1	0	1	0	Amarras
47	2	1	0	1	0	Amarras
48	2	1	0	1	0	Amarras
49	2	1	0	1	0	Amarras
50	2	1	0	1	0	Amarras
51	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
52	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
53	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
54	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
55	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
56	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
57	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
58	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
59	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
60	2	1	0	1	0	Colocando varilla
61	2	1	0	1	0	Colocando varilla
62	2	1	0	1	0	Colocando varilla
63	2	1	0	1	0	Colocando varilla
64	2	1	0	1	0	Escogiendo silletas
65	2	1	0	1	0	Escogiendo silletas, silletas en marca

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 63. Continuación del Apéndice C 62.

66	2	1	0	1	0	Silletas en marca
67	2	1	0	1	0	Silletas en marca
68	2	1	0	1	0	Silletas en marca
69	2	1	0	1	0	Varilla sobre silleta
70	2	1	0	1	0	Varilla sobre silleta
71	2	1	0	1	0	Varilla sobre silleta
72	2	1	0	1	0	Varilla sobre silleta
73	2	1	0	1	0	Amarras
74	2	1	0	1	0	Amarras
75	2	1	0	1	0	Amarras
76	2	1	0	1	0	Amarras
77	2	1	0	1	0	Amarras
78	2	1	0	1	0	Amarras
79	2	1	0	1	0	Amarras
80	2	1	0	1	0	Amarras
81	2	1	0	1	0	Amarras
82	2	1	0	1	0	Amarras
83	2	1	0	1	0	Amarras
84	2	1	0	1	0	Amarras
85	2	1	0	1	0	Amarras
86	2	1	0	1	0	Amarras
87	2	1	0	1	0	Amarras
88	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
89	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
90	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
91	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
92	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
93	2	0	1	0	1	Caminando, hablando
94	2	0	1	0	1	Caminando, hablando
95	2	0	1	0	1	Caminando, hablando
96	2	1	0	0	1	Colocando varilla, hablando
97	2	1	0	0	1	Colocando varilla, hablando
98	2	1	0	0	1	Colocando varilla, hablando
99	2	1	0	0	1	Escogiendo silletas, hablando
100	2	1	0	0	1	Escogiendo silletas, hablando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 64. Continuación del Apéndice C 63.

101	2	1	0	1	0	Poniendo silletas en marca
102	2	1	0	1	0	Poniendo silletas en marca
103	2	1	0	1	0	Poniendo silletas en marca
104	2	1	0	1	0	Varilla sobre silleta
105	2	1	0	1	0	Varilla sobre silleta
106	2	1	0	1	0	Varilla sobre silleta
107	2	1	0	1	0	Varilla sobre silleta
108	2	1	0	1	0	Varilla sobre silleta
109	2	1	0	1	0	Varilla sobre silleta
110	2	1	0	1	0	Amarras
111	2	1	0	1	0	Amarras
112	2	1	0	1	0	Amarras
113	2	1	0	1	0	Amarras
114	2	1	0	1	0	Amarras
115	2	1	0	1	0	Amarras
116	2	1	0	1	0	Amarras
117	2	1	0	1	0	Amarras
118	2	1	0	1	0	Amarras
119	2	1	0	1	0	Amarras
120	2	1	0	1	0	Amarras
121	2	1	0	1	0	Amarras
122	2	1	0	1	0	Amarras
123	2	1	0	1	0	Amarras
124	2	1	0	1	0	Amarras
125	2	1	0	1	0	Amarras
126	2	1	0	1	0	Amarras
127	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
128	2	1	0	0	1	Arreglando amarra, esperando
129	2	1	0	0	1	Arreglando amarra, esperando
130	2	1	0	0	1	Arreglando amarra, esperando
131	2	1	0	0	1	Arreglando amarra, esperando
132	2	1	0	0	1	Arreglando amarra, esperando
133	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
134	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
135	2	1	0	1	0	Moviendo soporte

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 65. Continuación del Apéndice C 64.

136	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
137	2	0	1	0	1	Caminando
138	2	0	1	0	1	Caminando
139	2	0	1	0	1	Caminando
140	2	0	1	0	1	Caminando
141	2	0	1	0	1	Caminando
142	2	0	1	0	1	Caminando
143	2	0	1	0	1	Caminando
144	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
145	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
146	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
147	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
148	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
149	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
150	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
151	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
152	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
153	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
154	2	0	1	1	0	Caminando, transportando varilla
155	2	0	1	1	0	Caminando, transportando varilla
156	2	0	1	1	0	Caminando, transportando varilla
157	2	1	0	1	0	Colocando varilla
158	2	1	0	1	0	Colocando varilla
159	2	1	0	1	0	Escogiendo silleas, silleas en marca
160	2	1	0	1	0	Escogiendo silleas, silleas en marca
161	2	1	0	1	0	Escogiendo silleas, silleas en marca
162	2	1	0	1	0	Escogiendo silleas, silleas en marca
163	2	1	0	1	0	Silleas en marca
164	2	1	0	1	0	Silleas en marca
165	2	1	0	1	0	Silleas en marca
166	2	1	0	1	0	Varilla sobre sillea
167	2	1	0	1	0	Varilla sobre sillea
168	2	1	0	1	0	Varilla sobre sillea
169	2	1	0	1	0	Amarras
170	2	1	0	1	0	Amarras

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 66. Continuación del Apéndice C 64.

171	2	1	0	1	0	Amarras
172	2	1	0	1	0	Amarras
173	2	1	0	1	0	Amarras
174	2	1	0	1	0	Amarras
175	2	1	0	1	0	Amarras
176	2	1	0	1	0	Amarras
177	2	1	0	1	0	Amarras
178	2	1	0	1	0	Amarras
179	2	1	0	1	0	Amarras
180	2	1	0	1	0	Amarras
181	2	1	0	1	0	Amarras
182	2	1	0	1	0	Amarras
183	2	1	0	1	0	Amarras
184	2	1	0	1	0	Amarras
185	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
186	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
187	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
188	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
189	2	1	0	1	0	Moviendo soporte
190	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
191	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
192	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
193	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
194	2	1	0	0	1	Escogiendo varilla, esperando
195	2	1	0	0	1	Caminando, transportando varilla
Suma		178	17	142	53	
Porcentaje de productividad		91.3%	8.7%	72.8%	27.2%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 67. Medición de la productividad por medio de la técnica Crew Balance, para la actividad 2.1 Elaboración de soporte.

Medición de Productividad con Crew Balance para la elaboración de soportes						
Intervalo de medición:		5 segundos		Video:		6. 20140807_105318
				Fecha:		07-ago
N° de Observación	Trabajador 1			Trabajador 2		
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
1	1	0	0	1	0	0
2	1	0	0	1	0	0
3	1	0	0	1	0	0
4	0	0	1	0	0	1
5	0	0	1	0	0	1
6	0	0	1	0	0	1
7	0	0	1	0	0	1
8	1	0	0	0	0	1
9	1	0	0	0	0	1
10	1	0	0	0	0	1
11	1	0	0	0	0	1
12	1	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	1
14	1	0	0	0	0	1
15	1	0	0	0	0	1
16	1	0	0	1	0	0
17	1	0	0	1	0	0
18	1	0	0	1	0	0
19	1	0	0	1	0	0
20	1	0	0	1	0	0
21	1	0	0	1	0	0
22	1	0	0	1	0	0
23	1	0	0	1	0	0
24	1	0	0	1	0	0
25	0	1	0	0	1	0
26	0	1	0	0	1	0
27	0	1	0	0	1	0
28	0	1	0	0	1	0
29	0	1	0	0	1	0
30	0	1	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 68. Continuación del Apéndice C 67.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
31	0	1	0	0	1	0
32	0	1	0	0	1	0
33	0	1	0	0	1	0
34	0	1	0	0	1	0
35	0	1	0	0	1	0
36	0	1	0	0	1	0
37	0	1	0	0	1	0
38	0	1	0	0	1	0
39	0	1	0	0	1	0
40	0	1	0	0	1	0
41	0	1	0	0	0	1
42	0	1	0	0	0	1
43	0	1	0	0	0	1
44	0	1	0	0	1	0
45	0	1	0	0	0	1
46	0	1	0	0	1	0
47	0	1	0	0	1	0
48	0	1	0	0	1	0
49	0	1	0	0	1	0
50	0	1	0	0	1	0
51	1	0	0	1	0	0
52	1	0	0	1	0	0
53	1	0	0	1	0	0
54	1	0	0	1	0	0
55	1	0	0	1	0	0
56	1	0	0	1	0	0
57	1	0	0	1	0	0
58	1	0	0	1	0	0
59	1	0	0	1	0	0
60	1	0	0	1	0	0
61	1	0	0	1	0	0
62	1	0	0	1	0	0
63	1	0	0	1	0	0
64	0	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 69. Continuación del Apéndice C 68.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
65	0	1	0	0	1	0
66	0	1	0	0	1	0
67	0	1	0	0	1	0
68	0	1	0	0	1	0
69	0	1	0	0	1	0
70	0	1	0	0	1	0
71	0	1	0	0	1	0
72	0	1	0	0	1	0
73	0	1	0	0	1	0
74	0	1	0	0	1	0
75	0	1	0	0	1	0
76	0	1	0	0	1	0
77	0	1	0	0	1	0
78	0	1	0	0	1	0
79	0	1	0	0	1	0
80	0	1	0	0	1	0
81	0	1	0	0	1	0
82	0	1	0	0	1	0
83	0	1	0	0	1	0
84	0	1	0	0	1	0
85	0	1	0	0	1	0
86	0	1	0	0	1	0
87	0	1	0	0	1	0
88	1	0	0	1	0	0
89	1	0	0	1	0	0
90	1	0	0	1	0	0
91	1	0	0	1	0	0
92	1	0	0	1	0	0
93	0	0	1	0	0	1
94	0	0	1	0	0	1
95	0	0	1	0	0	1
96	1	0	0	0	0	1
97	1	0	0	0	0	1
98	1	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 70. Continuación del Apéndice C 69.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
99	0	1	0	0	0	1
100	0	1	0	0	0	1
101	0	1	0	0	1	0
102	0	1	0	0	1	0
103	0	1	0	0	1	0
104	0	1	0	0	1	0
105	0	1	0	0	1	0
106	0	1	0	0	1	0
107	0	1	0	0	1	0
108	0	1	0	0	1	0
109	0	1	0	0	1	0
110	0	1	0	0	1	0
111	0	1	0	0	1	0
112	0	1	0	0	1	0
113	0	1	0	0	1	0
114	0	1	0	0	1	0
115	0	1	0	0	1	0
116	0	1	0	0	1	0
117	0	1	0	0	1	0
118	0	1	0	0	1	0
119	0	1	0	0	1	0
120	0	1	0	0	1	0
121	0	1	0	0	1	0
122	0	1	0	0	1	0
123	0	1	0	0	1	0
124	0	1	0	0	1	0
125	0	1	0	0	1	0
126	0	1	0	0	1	0
127	1	0	0	1	0	0
128	0	1	0	0	0	1
129	0	1	0	0	0	1
130	0	1	0	0	0	1
131	0	1	0	0	0	1
132	0	1	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 71. Continuación del Apéndice C 70.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
133	1	0	0	1	0	0
134	1	0	0	1	0	0
135	1	0	0	1	0	0
136	1	0	0	1	0	0
137	0	0	1	0	0	1
138	0	0	1	0	0	1
139	0	0	1	0	0	1
140	0	0	1	0	0	1
141	0	0	1	0	0	1
142	0	0	1	0	0	1
143	1	0	1	0	0	1
144	1	0	0	0	0	1
145	1	0	0	0	0	1
146	1	0	0	0	0	1
147	1	0	0	0	0	1
148	1	0	0	0	0	1
149	1	0	0	0	0	1
150	1	0	0	0	0	1
151	1	0	0	0	0	1
152	1	0	0	0	0	1
153	1	0	0	0	0	1
154	0	0	1	1	0	0
155	0	0	1	1	0	0
156	0	0	1	1	0	0
157	1	0	0	1	0	0
158	1	0	0	1	0	0
159	0	1	0	0	1	0
160	0	1	0	0	1	0
161	0	1	0	0	1	0
162	0	1	0	0	1	0
163	0	1	0	0	1	0
164	0	1	0	0	1	0
165	0	1	0	0	1	0
166	0	1	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 72. Continuación del Apéndice C 71.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
167	0	1	0	0	1	0
168	0	1	0	0	1	0
169	0	1	0	0	1	0
170	0	1	0	0	1	0
171	0	1	0	0	1	0
172	0	1	0	0	1	0
173	0	1	0	0	1	0
174	0	1	0	0	1	0
175	0	1	0	0	1	0
176	0	1	0	0	1	0
177	0	1	0	0	1	0
178	0	1	0	0	1	0
179	0	1	0	0	1	0
180	0	1	0	0	1	0
181	0	1	0	0	1	0
182	0	1	0	0	1	0
183	0	1	0	0	1	0
184	0	1	0	0	1	0
185	1	0	0	1	0	0
186	1	0	0	1	0	0
187	1	0	0	1	0	0
188	1	0	0	1	0	0
189	1	0	0	1	0	0
190	1	0	0	0	0	1
191	1	0	0	0	0	1
192	1	0	0	0	0	1
193	1	0	0	0	0	1
194	1	0	0	0	0	1
195	0	0	1	1	0	0
Suma	69	109	18	46	97	51
%	35.2%	55.6%	9.2%	23.7%	50.0%	26.3%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 73. Medición de la productividad por medio de la técnica Work Sampling para la actividad 2.2 Marcas para la ubicación de soportes y cables.

Medición de Productividad con Work Sampling para marcas de ubicación de soportes y cables						
Intervalo de medición:		3 segundos	Video:	7. 20140805_100500	Fecha:	05-ago
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones		
1	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		
2	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		
3	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		
4	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		
5	2	0	2	Moviendose		
6	2	0	2	Moviendose		
7	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		
8	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		
9	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		
10	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		
11	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		
12	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		
13	2	1	1	Marcando, esperando		
14	2	0	2	Hablando		
15	2	0	2	Moviendose		
16	2	0	2	Moviendose		
17	2	0	2	Moviendose		
18	2	1	1	Marcando, esperando		
19	2	0	2	Indicaciones, esperando		
20	2	0	2	Indicaciones, esperando		
21	2	0	2	Moviendose		
22	2	0	2	Moviendose		
23	2	0	2	Moviendose		
24	2	0	2	Indicaciones, esperando		
25	2	0	2	Indicaciones, esperando		
26	2	0	2	Indicaciones, esperando		
27	2	1	1	Midiendo, esperando		
28	2	1	1	Midiendo, esperando		
29	2	2	0	Midiendo		
30	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 74. Continuación del Apéndice C 73.

31	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
32	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
33	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
34	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
35	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
36	2	0	2	Moviendose
37	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
38	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
39	2	0	2	Moviendose
40	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
41	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
42	2	0	2	Moviendose
43	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
44	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
45	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
46	2	0	2	Moviendose
47	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
48	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
49	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
50	2	0	2	Moviendose
51	2	0	2	Moviendose
52	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
53	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
54	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
55	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
56	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
57	2	0	2	Moviendose
58	2	0	2	Moviendose
59	2	0	2	Moviendose
60	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
61	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
62	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
63	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
64	2	0	2	Moviendose
65	2	0	2	Moviendose

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 75. Continuación del Apéndice C 74.

66	2	0	2	Moviendose
67	2	0	2	Moviendose
68	2	0	2	Moviendose
69	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
70	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
71	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
72	2	0	2	Moviendose
73	2	0	2	Moviendose
74	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
75	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
76	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
77	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
78	2	0	2	Moviendose
79	2	0	2	Moviendose
80	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
81	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
82	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
83	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
84	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
85	2	0	2	Moviendose
86	2	0	2	Moviendose
87	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
88	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
89	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
90	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
91	2	0	2	Moviendose
92	2	0	2	Moviendose
93	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
94	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
95	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
96	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
97	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
98	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
99	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
100	2	0	2	Moviendose

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 76. Continuación del Apéndice C 75.

101	2	0	2	Moviendose
102	2	0	2	Moviendose
103	2	0	2	Moviendose
104	2	0	2	Moviendose
105	2	0	2	Moviendose
106	2	0	2	Moviendose
107	2	0	2	Moviendose
108	2	0	2	Moviendose
109	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
110	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
111	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
112	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
113	2	0	2	Moviendose
114	2	0	2	Moviendose
115	2	0	2	Moviendose
116	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
117	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
118	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
119	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
120	2	0	2	Moviendose
121	2	0	2	Moviendose
122	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
123	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
124	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
125	2	0	2	Moviendose
126	2	0	2	Moviendose
127	2	0	2	Moviendose
128	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
129	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
130	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
131	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
132	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
133	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
134	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
135	2	0	2	Moviendose

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 77. Continuación del Apéndice C 76.

136	2	0	2	Moviendose
137	2	0	2	Moviendose
138	2	0	2	Moviendose
139	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
140	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
141	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
142	2	0	2	Moviendose
143	2	0	2	Moviendose
144	2	0	2	Moviendose
145	2	0	2	Moviendose
146	2	0	2	Moviendose
147	2	1	1	Marcando, esperando
148	2	1	1	Marcando, esperando
149	2	1	1	Marcando, esperando
150	2	1	1	Marcando, esperando
151	2	0	2	Moviendose
152	2	0	2	Moviendose
153	2	1	1	Marcando, esperando
154	2	1	1	Marcando, esperando
155	2	1	1	Marcando, esperando
156	2	0	2	Moviendose
157	2	1	1	Marcando, esperando
158	2	1	1	Marcando, esperando
159	2	0	2	Moviendose
160	2	1	1	Marcando, esperando
161	2	1	1	Marcando, esperando
162	2	0	2	Moviendose
163	2	1	1	Marcando, esperando
164	2	1	1	Marcando, esperando
165	2	0	2	Moviendose
166	2	0	2	Esperando
167	2	0	2	Esperando
168	2	0	2	Esperando
169	2	0	2	Esperando
170	2	0	2	Esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 78. Continuación del Apéndice C 77.

171	2	0	2	Esperando
172	2	0	2	Esperando
173	2	0	2	Esperando
174	2	0	2	Esperando
175	2	0	2	Esperando
176	2	0	2	Esperando
177	2	0	2	Esperando
178	2	0	2	Esperando
179	2	0	2	Esperando
180	2	0	2	Esperando
181	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
182	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
183	2	0	2	Moviendose
184	2	0	2	Moviendose
185	2	0	2	Moviendose
186	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
187	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
188	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
189	2	0	2	Moviendose
190	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
191	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
192	2	0	2	Moviendose
193	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
194	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
195	2	2	0	Marcando, sosteniendo cinta
196	2	0	2	Moviendose
197	2	0	2	Moviendose
Suma	394	197	197	
Porcentaje de productividad		50.00%	50.00%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 79. Medición de la productividad por medio de la técnica Five Minutes Rating, para la actividad 2.2 Marcas para la ubicación de soportes y cables.

Medición de Productividad con Five Minutes Rating para marcas de ubicación de soportes y cables								
Intervalo de medición:		3 segundos		Video:		7. 20140805_100500	Fecha:	05-ago
N° de Observación	N° Personas (cuadrilla)	Trabajador 1		Trabajador 2		Observaciones		
		P	NP	P	NP			
1	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		
2	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		
3	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		
4	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		
5	2	0	1	0	1	Moviendose		
6	2	0	1	0	1	Moviendose		
7	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		
8	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		
9	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		
10	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		
11	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		
12	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		
13	2	1	0	0	1	Marcando, esperando		
14	2	0	1	0	1	Hablando		
15	2	0	1	0	1	Moviendose		
16	2	0	1	0	1	Moviendose		
17	2	0	1	0	1	Moviendose		
18	2	1	0	0	1	Marcando, esperando		
19	2	0	1	0	1	Indicaciones, esperando		
20	2	0	1	0	1	Indicaciones, esperando		
21	2	0	1	0	1	Moviendose		
22	2	0	1	0	1	Moviendose		
23	2	0	1	0	1	Moviendose		
24	2	0	1	0	1	Indicaciones, esperando		
25	2	0	1	0	1	Indicaciones, esperando		
26	2	0	1	0	1	Indicaciones, esperando		
27	2	1	0	0	1	Midiendo, esperando		
28	2	1	0	0	1	Midiendo, esperando		
29	2	1	0	1	0	Midiendo		
30	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 80. Continuación del Apéndice C 79.

31	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
32	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
33	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
34	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
35	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
36	2	0	1	0	1	Moviendose
37	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
38	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
39	2	0	1	0	1	Moviendose
40	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
41	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
42	2	0	1	0	1	Moviendose
43	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
44	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
45	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
46	2	0	1	0	1	Moviendose
47	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
48	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
49	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
50	2	0	1	0	1	Moviendose
51	2	0	1	0	1	Moviendose
52	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
53	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
54	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
55	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
56	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
57	2	0	1	0	1	Moviendose
58	2	0	1	0	1	Moviendose
59	2	0	1	0	1	Moviendose
60	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
61	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
62	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
63	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
64	2	0	1	0	1	Moviendose
65	2	0	1	0	1	Moviendose

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 81. Continuación del Apéndice C 80.

66	2	0	1	0	1	Moviendose
67	2	0	1	0	1	Moviendose
68	2	0	1	0	1	Moviendose
69	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
70	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
71	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
72	2	0	1	0	1	Moviendose
73	2	0	1	0	1	Moviendose
74	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
75	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
76	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
77	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
78	2	0	1	0	1	Moviendose
79	2	0	1	0	1	Moviendose
80	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
81	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
82	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
83	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
84	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
85	2	0	1	0	1	Moviendose
86	2	0	1	0	1	Moviendose
87	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
88	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
89	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
90	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
91	2	0	1	0	1	Moviendose
92	2	0	1	0	1	Moviendose
93	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
94	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
95	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
96	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
97	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
98	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
99	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
100	2	0	1	0	1	Moviendose

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 82. Continuación del Apéndice C 81.

101	2	0	1	0	1	Moviendose
102	2	0	1	0	1	Moviendose
103	2	0	1	0	1	Moviendose
104	2	0	1	0	1	Moviendose
105	2	0	1	0	1	Moviendose
106	2	0	1	0	1	Moviendose
107	2	0	1	0	1	Moviendose
108	2	0	1	0	1	Moviendose
109	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
110	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
111	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
112	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
113	2	0	1	0	1	Moviendose
114	2	0	1	0	1	Moviendose
115	2	0	1	0	1	Moviendose
116	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
117	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
118	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
119	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
120	2	0	1	0	1	Moviendose
121	2	0	1	0	1	Moviendose
122	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
123	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
124	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
125	2	0	1	0	1	Moviendose
126	2	0	1	0	1	Moviendose
127	2	0	1	0	1	Moviendose
128	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
129	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
130	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
131	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
132	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
133	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
134	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
135	2	0	1	0	1	Moviendose

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 83. Continuación del Apéndice C 82.

136	2	0	1	0	1	Moviendose
137	2	0	1	0	1	Moviendose
138	2	0	1	0	1	Moviendose
139	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
140	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
141	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
142	2	0	1	0	1	Moviendose
143	2	0	1	0	1	Moviendose
144	2	0	1	0	1	Moviendose
145	2	0	1	0	1	Moviendose
146	2	0	1	0	1	Moviendose
147	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
148	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
149	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
150	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
151	2	0	1	0	1	Moviendose
152	2	0	1	0	1	Moviendose
153	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
154	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
155	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
156	2	0	1	0	1	Moviendose
157	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
158	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
159	2	0	1	0	1	Moviendose
160	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
161	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
162	2	0	1	0	1	Moviendose
163	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
164	2	1	0	0	1	Marcando, esperando
165	2	0	1	0	1	Moviendose
166	2	0	1	0	1	Esperando
167	2	0	1	0	1	Esperando
168	2	0	1	0	1	Esperando
169	2	0	1	0	1	Esperando
170	2	0	1	0	1	Esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 84. Continuación del Apéndice C 83.

171	2	0	1	0	1	Esperando
172	2	0	1	0	1	Esperando
173	2	0	1	0	1	Esperando
174	2	0	1	0	1	Esperando
175	2	0	1	0	1	Esperando
176	2	0	1	0	1	Esperando
177	2	0	1	0	1	Esperando
178	2	0	1	0	1	Esperando
179	2	0	1	0	1	Esperando
180	2	0	1	0	1	Esperando
181	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
182	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
183	2	0	1	0	1	Moviendose
184	2	0	1	0	1	Moviendose
185	2	0	1	0	1	Moviendose
186	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
187	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
188	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
189	2	0	1	0	1	Moviendose
190	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
191	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
192	2	0	1	0	1	Moviendose
193	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
194	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
195	2	1	0	1	0	Marcando, sosteniendo cinta
196	2	0	1	0	1	Moviendose
197	2	0	1	0	1	Moviendose
Suma		107	90	90	107	
Porcentaje de productividad		54.3%	45.7%	45.7%	54.3%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 85. Medición de la productividad por medio de la técnica de Crew Balance, para la actividad 2.2 Marcas de ubicación para soportes y cables.

Medición de Productividad con Crew Balance para marcas de ubicación de soportes y cables						
Intervalo de medición:		3 segundos		Video:		7. 20140805_100500
				Fecha:		05-ago
N° de Observación	Trabajador 1			Trabajador 2		
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
1	1	0	0	0	1	0
2	1	0	0	0	1	0
3	1	0	0	0	1	0
4	1	0	0	0	1	0
5	0	0	1	0	0	1
6	0	0	1	0	0	1
7	1	0	0	0	1	0
8	1	0	0	0	1	0
9	1	0	0	0	1	0
10	1	0	0	0	1	0
11	1	0	0	0	1	0
12	1	0	0	0	1	0
13	1	0	0	0	0	1
14	0	0	1	0	0	1
15	0	0	1	0	0	1
16	0	0	1	0	0	1
17	0	0	1	0	0	1
18	1	0	0	0	0	1
19	0	0	1	0	0	1
20	0	0	1	0	0	1
21	0	0	1	0	0	1
22	0	0	1	0	0	1
23	0	0	1	0	0	1
24	0	0	1	0	0	1
25	0	0	1	0	0	1
26	0	0	1	0	0	1
27	1	0	0	0	0	1
28	1	0	0	0	0	1
29	1	0	0	1	0	0
30	1	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 86. Continuación del Apéndice C 85.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
31	1	0	0	0	1	0
32	1	0	0	0	1	0
33	1	0	0	0	1	0
34	1	0	0	0	1	0
35	1	0	0	0	1	0
36	0	0	1	0	0	1
37	1	0	0	0	1	0
38	1	0	0	0	1	0
39	0	0	1	0	0	1
40	1	0	0	0	1	0
41	1	0	0	0	1	0
42	0	0	1	0	0	1
43	1	0	0	0	1	0
44	1	0	0	0	1	0
45	1	0	0	0	1	0
46	0	0	1	0	0	1
47	1	0	0	0	1	0
48	1	0	0	0	1	0
49	1	0	0	0	1	0
50	0	0	1	0	0	1
51	0	0	1	0	0	1
52	1	0	0	0	1	0
53	1	0	0	0	1	0
54	1	0	0	0	1	0
55	1	0	0	0	1	0
56	1	0	0	0	1	0
57	0	0	1	0	0	1
58	0	0	1	0	0	1
59	0	0	1	0	0	1
60	1	0	0	0	1	0
61	1	0	0	0	1	0
62	1	0	0	0	1	0
63	1	0	0	0	1	0
64	0	0	1	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 87. Continuación del Apéndice C 86.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
65	0	0	1	0	0	1
66	0	0	1	0	0	1
67	0	0	1	0	0	1
68	0	0	1	0	0	1
69	1	0	0	0	1	0
70	1	0	0	0	1	0
71	1	0	0	0	1	0
72	0	0	1	0	0	1
73	0	0	1	0	0	1
74	1	0	0	0	1	0
75	1	0	0	0	1	0
76	1	0	0	0	1	0
77	1	0	0	0	1	0
78	0	0	1	0	0	1
79	0	0	1	0	0	1
80	1	0	0	0	1	0
81	1	0	0	0	1	0
82	1	0	0	0	1	0
83	1	0	0	0	1	0
84	1	0	0	0	1	0
85	0	0	1	0	0	1
86	0	0	1	0	0	1
87	1	0	0	0	1	0
88	1	0	0	0	1	0
89	1	0	0	0	1	0
90	1	0	0	0	1	0
91	0	0	1	0	0	1
92	0	0	1	0	0	1
93	1	0	0	0	1	0
94	1	0	0	0	1	0
95	1	0	0	0	1	0
96	1	0	0	0	1	0
97	1	0	0	0	1	0
98	1	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 88. Continuación del Apéndice C 87.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
99	1	0	0	0	1	0
100	0	0	1	0	0	1
101	0	0	1	0	0	1
102	0	0	1	0	0	1
103	0	0	1	0	0	1
104	0	0	1	0	0	1
105	0	0	1	0	0	1
106	0	0	1	0	0	1
107	0	0	1	0	0	1
108	0	0	1	0	0	1
109	1	0	0	0	1	0
110	1	0	0	0	1	0
111	1	0	0	0	1	0
112	1	0	0	0	1	0
113	0	0	1	0	0	1
114	0	0	1	0	0	1
115	0	0	1	0	0	1
116	1	0	0	0	1	0
117	1	0	0	0	1	0
118	1	0	0	0	1	0
119	1	0	0	0	1	0
120	0	0	1	0	0	1
121	0	0	1	0	0	1
122	1	0	0	0	1	0
123	1	0	0	0	1	0
124	1	0	0	0	1	0
125	0	0	1	0	0	1
126	0	0	1	0	0	1
127	0	0	1	0	0	1
128	1	0	0	0	1	0
129	1	0	0	0	1	0
130	1	0	0	0	1	0
131	1	0	0	0	1	0
132	1	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 89. Continuación del Apéndice C 88.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
133	1	0	0	0	1	0
134	1	0	0	0	1	0
135	0	0	1	0	0	1
136	0	0	1	0	0	1
137	0	0	1	0	0	1
138	0	0	1	0	0	1
139	1	0	0	0	1	0
140	1	0	0	0	1	0
141	1	0	0	0	1	0
142	0	0	1	0	0	1
143	0	0	1	0	0	1
144	0	0	1	0	0	1
145	0	0	1	0	0	1
146	0	0	1	0	0	1
147	1	0	0	0	0	1
148	1	0	0	0	0	1
149	1	0	0	0	0	1
150	1	0	0	0	0	1
151	0	0	1	0	0	1
152	0	0	1	0	0	1
153	1	0	0	0	0	1
154	1	0	0	0	0	1
155	1	0	0	0	0	1
156	0	0	1	0	0	1
157	1	0	0	0	0	1
158	1	0	0	0	0	1
159	0	0	1	0	0	1
160	1	0	0	0	0	1
161	1	0	0	0	0	1
162	0	0	1	0	0	1
163	1	0	0	0	0	1
164	1	0	0	0	0	1
165	0	0	1	0	0	1
166	0	0	1	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 90. Continuación del Apéndice C 89.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
167	0	0	1	0	0	1
168	0	0	1	0	0	1
169	0	0	1	0	0	1
170	0	0	1	0	0	1
171	0	0	1	0	0	1
172	0	0	1	0	0	1
173	0	0	1	0	0	1
174	0	0	1	0	0	1
175	0	0	1	0	0	1
176	0	0	1	0	0	1
177	0	0	1	0	0	1
178	0	0	1	0	0	1
179	0	0	1	0	0	1
180	0	0	1	0	0	1
181	1	0	0	0	1	0
182	1	0	0	0	1	0
183	0	0	1	0	0	1
184	0	0	1	0	0	1
185	0	0	1	0	0	1
186	1	0	0	0	1	0
187	1	0	0	0	1	0
188	1	0	0	0	1	0
189	0	0	1	0	0	1
190	1	0	0	0	1	0
191	1	0	0	0	1	0
192	0	0	1	0	0	1
193	1	0	0	0	1	0
194	1	0	0	0	1	0
195	1	0	0	0	1	0
196	0	0	1	0	0	1
197	0	0	1	0	0	1
Suma	107	0	88	1	89	105
%	54.9%	0.0%	45.1%	0.5%	45.6%	53.8%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 91. Medición de la productividad con la técnica Work Sampling, para la actividad 2.3 Colocación de soportes.

Medición de Productividad con Work Sampling para la colocación de soportes						
Intervalo de medición:		8 segundos	Video:	8. 20140805_083259	Fecha:	05-ago
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones		
1	2	2	0	Transporte soporte		
2	2	2	0	Transporte soporte		
3	2	2	0	Colocando soporte		
4	2	2	0	Colocando soporte		
5	2	2	0	Colocando soporte		
6	2	2	0	Colocando soporte		
7	2	2	0	Colocando soporte		
8	2	2	0	Colocando soporte		
9	2	2	0	Colocando soporte		
10	2	2	0	Colocando soporte		
11	2	2	0	Colocando soporte		
12	2	2	0	Colocando soporte		
13	2	1	1	Colocando soporte, esperando		
14	2	0	2	Indicaciones		
15	2	0	2	Indicaciones		
16	2	2	0	Colocando soporte		
17	2	2	0	Colocando soporte		
18	2	2	0	Colocando soporte		
19	2	2	0	Colocando soporte		
20	2	2	0	Colocando soporte		
21	2	2	0	Colocando soporte		
22	2	2	0	Colocando soporte		
23	2	2	0	Colocando soporte		
24	2	2	0	Colocando soporte		
25	2	0	2	Moviendose, esperando		
26	2	2	0	Transporte soporte		
27	2	2	0	Transporte soporte		
28	2	2	0	Transporte soporte		
29	2	2	0	Colocando soporte		
30	2	2	0	Colocando soporte		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 92. Continuación del Apéndice C 91.

31	2	2	0	Colocando soporte
32	2	2	0	Colocando soporte
33	2	2	0	Colocando soporte
34	2	2	0	Amarras
35	2	2	0	Amarras
36	2	2	0	Amarras
37	2	2	0	Amarras
38	2	2	0	Amarras
39	2	2	0	Transporte soporte
40	2	2	0	Transporte soporte
41	2	2	0	Transporte soporte
42	2	2	0	Colocando soporte
43	2	2	0	Colocando soporte
44	2	2	0	Colocando soporte
45	2	2	0	Colocando soporte
46	2	2	0	Colocando soporte
47	2	2	0	Colocando soporte
48	2	2	0	Colocando soporte
49	2	2	0	Colocando soporte
50	2	2	0	Colocando soporte
51	2	2	0	Colocando soporte
52	2	1	1	Colocando soporte, observando
53	2	1	1	Colocando soporte, observando
54	2	2	0	Colocando soporte
55	2	2	0	Amarras
56	2	1	1	Caminando, amarras
57	2	1	1	Caminando, amarras
58	2	0	2	Hablando, esperando
59	2	0	2	Hablando, esperando
60	2	0	2	Hablando, esperando
61	2	0	2	Hablando, esperando
62	2	0	2	Hablando, esperando
63	2	0	2	Hablando, esperando
64	2	0	2	Hablando, esperando
65	2	0	2	Hablando, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 93. Continuación del Apéndice C 91.

66	2	0	2	Hablando, esperando
67	2	2	0	Colocando soporte
68	2	2	0	Colocando soporte
69	2	2	0	Colocando soporte
70	2	2	0	Colocando soporte
71	2	2	0	Colocando soporte
72	2	2	0	Colocando soporte
73	2	2	0	Colocando soporte
74	2	2	0	Amarras
75	2	2	0	Amarras
76	2	2	0	Amarras
77	2	2	0	Amarras
78	2	2	0	Amarras
79	2	2	0	Amarras
80	2	2	0	Amarras
81	2	2	0	Amarras
82	2	2	0	Amarras
83	2	1	1	Amarras, caminando
84	2	1	1	Amarras, caminando
85	2	2	0	Amarras
86	2	2	0	Colocando soporte
87	2	2	0	Colocando soporte
88	2	2	0	Colocando soporte
89	2	2	0	Colocando soporte
90	2	2	0	Colocando soporte
91	2	2	0	Colocando soporte
92	2	2	0	Colocando soporte
93	2	2	0	Colocando soporte
94	2	2	0	Colocando soporte
95	2	2	0	Colocando soporte
96	2	2	0	Colocando soporte
97	2	2	0	Amarras
98	2	2	0	Amarras
99	2	2	0	Amarras
100	2	2	0	Amarras

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 94. Continuación del Apéndice C 93.

101	2	2	0	Amarras
102	2	2	0	Amarras
103	2	2	0	Amarras
104	2	2	0	Amarras
105	2	2	0	Amarras
106	2	2	0	Transporte soporte
107	2	2	0	Transporte soporte
108	2	2	0	Colocando soporte
109	2	2	0	Colocando soporte
110	2	2	0	Colocando soporte
111	2	2	0	Colocando soporte
112	2	2	0	Colocando soporte
113	2	2	0	Colocando soporte
114	2	2	0	Colocando soporte
115	2	2	0	Colocando soporte
116	2	2	0	Colocando soporte
117	2	2	0	Colocando soporte
118	2	2	0	Colocando soporte
119	2	2	0	Colocando soporte
120	2	2	0	Colocando soporte
121	2	2	0	Amarras
122	2	2	0	Amarras
123	2	2	0	Amarras
124	2	2	0	Amarras
125	2	2	0	Amarras
126	2	2	0	Amarras
127	2	2	0	Amarras
128	2	2	0	Amarras
129	2	2	0	Amarras
130	2	2	0	Amarras
131	2	2	0	Amarras
132	2	2	0	Amarras
133	2	2	0	Amarras
134	2	0	2	Caminando
135	2	2	0	Amarras

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 95. Continuación del Apéndice C 94.

136	2	2	0	Amarras
137	2	0	2	Caminando
138	2	0	2	Caminando
139	2	0	2	Caminando
140	2	0	2	Caminando
141	2	0	2	Caminando
142	2	0	2	Caminando
143	2	2	0	Escogiendo soporte
144	2	2	0	Escogiendo soporte
145	2	2	0	Escogiendo soporte
146	2	2	0	Escogiendo soporte
147	2	2	0	Transporte soporte
148	2	2	0	Transporte soporte
149	2	2	0	Transporte soporte
150	2	2	0	Transporte soporte
151	2	2	0	Colocacion soporte
152	2	2	0	Colocacion soporte
153	2	2	0	Colocacion soporte
154	2	2	0	Colocacion soporte
155	2	2	0	Colocacion soporte
156	2	2	0	Colocacion soporte
157	2	2	0	Colocacion soporte
158	2	2	0	Colocacion soporte
159	2	2	0	Colocacion soporte
160	2	2	0	Colocacion soporte
161	2	2	0	Colocacion soporte
162	2	2	0	Colocacion soporte
163	2	2	0	Colocacion soporte
164	2	2	0	Colocacion soporte
165	2	2	0	Colocacion soporte
166	2	2	0	Colocacion soporte
167	2	1	1	Amarras, caminando
168	2	2	0	Amarras
169	2	2	0	Amarras
170	2	2	0	Amarras

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 96. Continuación del Apéndice C 94.

171	2	2	0	Amarras
172	2	2	0	Amarras
173	2	2	0	Amarras
174	2	2	0	Amarras
175	2	2	0	Amarras
176	2	0	2	Hablando
177	2	0	2	Caminando
178	2	0	2	Caminando
179	2	0	2	Caminando
180	2	0	2	Caminando
181	2	1	1	Amarras, esperando
182	2	1	1	Amarras, esperando
183	2	1	1	Amarras, esperando
184	2	0	2	Esperando
185	2	0	2	Esperando
186	2	0	2	Caminando
187	2	1	1	Amarras, esperando
188	2	1	1	Amarras, esperando
189	2	0	2	Caminando
190	2	0	2	Caminando
191	2	0	2	Caminando
192	2	1	1	Amarras, esperando
193	2	1	1	Amarras, esperando
194	2	1	1	Amarras, esperando
195	2	2	0	Refuerzo soporte
196	2	2	0	Refuerzo soporte
197	2	0	2	Indicaciones
198	2	0	2	Indicaciones
199	2	0	2	Indicaciones
200	2	2	0	Refuerzo soporte
201	2	2	0	Refuerzo soporte
202	2	2	0	Refuerzo soporte
203	2	1	1	Indicaciones, refuerzo soporte
Suma	406	323	83	
Porcentaje de productividad		79.56%	20.44%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 97. Medición de la productividad con la técnica Five Minutes Rating, para la actividad 2.3 Colocación de soportes.

Medición de Productividad con Five Minutes Rating para la colocación de soportes						
Intervalo de medición:		8 segundos		Video:		8. 20140805_083259
						Fecha: 05-ago
N° de Observación	N° Personas (cuadrilla)	Trabajador 1		Trabajador 2		Observaciones
		P	NP	P	NP	
1	2	1	0	1	0	Transporte soporte
2	2	1	0	1	0	Transporte soporte
3	2	1	0	1	0	Colocando soporte
4	2	1	0	1	0	Colocando soporte
5	2	1	0	1	0	Colocando soporte
6	2	1	0	1	0	Colocando soporte
7	2	1	0	1	0	Colocando soporte
8	2	1	0	1	0	Colocando soporte
9	2	1	0	1	0	Colocando soporte
10	2	1	0	1	0	Colocando soporte
11	2	1	0	1	0	Colocando soporte
12	2	1	0	1	0	Colocando soporte
13	2	1	0	0	1	Colocando soporte, esperando
14	2	0	1	0	1	Indicaciones
15	2	0	1	0	1	Indicaciones
16	2	1	0	1	0	Colocando soporte
17	2	1	0	1	0	Colocando soporte
18	2	1	0	1	0	Colocando soporte
19	2	1	0	1	0	Colocando soporte
20	2	1	0	1	0	Colocando soporte
21	2	1	0	1	0	Colocando soporte
22	2	1	0	1	0	Colocando soporte
23	2	1	0	1	0	Colocando soporte
24	2	1	0	1	0	Colocando soporte
25	2	1	0	0	1	Moviendose, esperando
26	2	1	0	1	0	Transporte soporte
27	2	1	0	1	0	Transporte soporte
28	2	1	0	1	0	Transporte soporte
29	2	1	0	1	0	Colocando soporte
30	2	1	0	1	0	Colocando soporte

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 98. Continuación del Apéndice C 97.

31	2	1	0	1	0	Colocando soporte
32	2	1	0	1	0	Colocando soporte
33	2	1	0	1	0	Colocando soporte
34	2	1	0	1	0	Amarras
35	2	1	0	1	0	Amarras
36	2	1	0	1	0	Amarras
37	2	1	0	1	0	Amarras
38	2	1	0	1	0	Amarras
39	2	1	0	1	0	Transporte soporte
40	2	1	0	1	0	Transporte soporte
41	2	1	0	1	0	Transporte soporte
42	2	1	0	1	0	Colocando soporte
43	2	1	0	1	0	Colocando soporte
44	2	1	0	1	0	Colocando soporte
45	2	1	0	1	0	Colocando soporte
46	2	1	0	1	0	Colocando soporte
47	2	1	0	1	0	Colocando soporte
48	2	1	0	1	0	Colocando soporte
49	2	1	0	1	0	Colocando soporte
50	2	1	0	1	0	Colocando soporte
51	2	1	0	1	0	Colocando soporte
52	2	1	0	0	1	Colocando soporte, observando
53	2	1	0	0	1	Colocando soporte, observando
54	2	1	0	1	0	Colocando soporte
55	2	1	0	1	0	Amarras
56	2	1	0	0	1	Caminando, amarras
57	2	1	0	0	1	Caminando, amarras
58	2	0	1	0	1	Hablando, esperando
59	2	0	1	0	1	Hablando, esperando
60	2	0	1	0	1	Hablando, esperando
61	2	0	1	0	1	Hablando, esperando
62	2	0	1	0	1	Hablando, esperando
63	2	0	1	0	1	Hablando, esperando
64	2	0	1	0	1	Hablando, esperando
65	2	0	1	0	1	Hablando, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 99. Continuación del Apéndice C 98.

66	2	0	1	0	1	Hablando, esperando
67	2	1	0	1	0	Colocando soporte
68	2	1	0	1	0	Colocando soporte
69	2	1	0	1	0	Colocando soporte
70	2	1	0	1	0	Colocando soporte
71	2	1	0	1	0	Colocando soporte
72	2	1	0	1	0	Colocando soporte
73	2	1	0	1	0	Colocando soporte
74	2	1	0	1	0	Amarras
75	2	1	0	1	0	Amarras
76	2	1	0	1	0	Amarras
77	2	1	0	1	0	Amarras
78	2	1	0	1	0	Amarras
79	2	1	0	1	0	Amarras
80	2	1	0	1	0	Amarras
81	2	1	0	1	0	Amarras
82	2	1	0	1	0	Amarras
83	2	1	0	0	1	Amarras, caminando
84	2	1	0	0	1	Amarras, caminando
85	2	1	0	1	0	Amarras
86	2	1	0	1	0	Colocando soporte
87	2	1	0	1	0	Colocando soporte
88	2	1	0	1	0	Colocando soporte
89	2	1	0	1	0	Colocando soporte
90	2	1	0	1	0	Colocando soporte
91	2	1	0	1	0	Colocando soporte
92	2	1	0	1	0	Colocando soporte
93	2	1	0	1	0	Colocando soporte
94	2	1	0	1	0	Colocando soporte
95	2	1	0	1	0	Colocando soporte
96	2	1	0	1	0	Colocando soporte
97	2	1	0	1	0	Amarras
98	2	1	0	1	0	Amarras
99	2	1	0	1	0	Amarras
100	2	1	0	1	0	Amarras

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 100. Continuación del Apéndice C 99.

101	2	1	0	1	0	Amarras
102	2	1	0	1	0	Amarras
103	2	1	0	1	0	Amarras
104	2	1	0	1	0	Amarras
105	2	1	0	1	0	Amarras
106	2	1	0	1	0	Transporte soporte
107	2	1	0	1	0	Transporte soporte
108	2	1	0	1	0	Colocando soporte
109	2	1	0	1	0	Colocando soporte
110	2	1	0	1	0	Colocando soporte
111	2	1	0	1	0	Colocando soporte
112	2	1	0	1	0	Colocando soporte
113	2	1	0	1	0	Colocando soporte
114	2	1	0	1	0	Colocando soporte
115	2	1	0	1	0	Colocando soporte
116	2	1	0	1	0	Colocando soporte
117	2	1	0	1	0	Colocando soporte
118	2	1	0	1	0	Colocando soporte
119	2	1	0	1	0	Colocando soporte
120	2	1	0	1	0	Colocando soporte
121	2	1	0	1	0	Amarras
122	2	1	0	1	0	Amarras
123	2	1	0	1	0	Amarras
124	2	1	0	1	0	Amarras
125	2	1	0	1	0	Amarras
126	2	1	0	1	0	Amarras
127	2	1	0	1	0	Amarras
128	2	1	0	1	0	Amarras
129	2	1	0	1	0	Amarras
130	2	1	0	1	0	Amarras
131	2	1	0	1	0	Amarras
132	2	1	0	1	0	Amarras
133	2	1	0	1	0	Amarras
134	2	1	0	1	0	Caminando
135	2	1	0	1	0	Amarras

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 101. Continuación del Apéndice C 100.

136	2	1	0	1	0	Amarras
137	2	1	0	1	0	Caminando
138	2	1	0	1	0	Caminando
139	2	1	0	1	0	Caminando
140	2	1	0	1	0	Caminando
141	2	1	0	1	0	Caminando
142	2	1	0	1	0	Caminando
143	2	1	0	1	0	Escogiendo soporte
144	2	1	0	1	0	Escogiendo soporte
145	2	1	0	1	0	Escogiendo soporte
146	2	1	0	1	0	Escogiendo soporte
147	2	1	0	1	0	Transporte soporte
148	2	1	0	1	0	Transporte soporte
149	2	1	0	1	0	Transporte soporte
150	2	1	0	1	0	Transporte soporte
151	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
152	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
153	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
154	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
155	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
156	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
157	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
158	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
159	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
160	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
161	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
162	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
163	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
164	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
165	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
166	2	1	0	1	0	Colocacion soporte
167	2	1	0	0	1	Amarras, caminando
168	2	1	0	1	0	Amarras
169	2	1	0	1	0	Amarras
170	2	1	0	1	0	Amarras

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 102. Continuación del Apéndice C 101.

171	2	1	0	1	0	Amarras
172	2	1	0	1	0	Amarras
173	2	1	0	1	0	Amarras
174	2	1	0	1	0	Amarras
175	2	1	0	1	0	Amarras
176	2	0	1	0	1	Hablando
177	2	0	1	0	1	Caminando
178	2	0	1	0	1	Caminando
179	2	0	1	0	1	Caminando
180	2	0	1	0	1	Caminando
181	2	1	0	0	1	Amarras, esperando
182	2	1	0	0	1	Amarras, esperando
183	2	1	0	0	1	Amarras, esperando
184	2	0	1	0	1	Esperando
185	2	0	1	0	1	Esperando
186	2	0	1	0	1	Caminando
187	2	1	0	0	1	Amarras, esperando
188	2	1	0	0	1	Amarras, esperando
189	2	0	1	0	1	Caminando
190	2	0	1	0	1	Caminando
191	2	0	1	0	1	Caminando
192	2	1	0	0	1	Amarras, esperando
193	2	1	0	0	1	Amarras, esperando
194	2	1	0	0	1	Amarras, esperando
195	2	1	0	1	0	Refuerzo soporte
196	2	1	0	1	0	Refuerzo soporte
197	2	0	1	0	1	Indicaciones
198	2	0	1	0	1	Indicaciones
199	2	0	1	0	1	Indicaciones
200	2	1	0	1	0	Refuerzo soporte
201	2	1	0	1	0	Refuerzo soporte
202	2	1	0	1	0	Refuerzo soporte
203	2	0	1	1	0	Indicaciones, refuerzo soporte
Suma		177	26	161	42	
Porcentaje de productividad		87.2%	12.8%	79.3%	20.7%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 103. Medición de la productividad por medio de la técnica Crew Balance, para la actividad 2.3 Colocación de soportes

Medición de Productividad con Crew Balance para la colocación de soportes						
Intervalo de medición:		8 segundos		Video:	8. 20140805_083259	
				Fecha:	05-ago	
N° de Observación	Trabajador 1			Trabajador 2		
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
1	1	0	0	1	0	0
2	1	0	0	1	0	0
3	1	0	0	1	0	0
4	1	0	0	1	0	0
5	1	0	0	1	0	0
6	1	0	0	1	0	0
7	1	0	0	1	0	0
8	1	0	0	1	0	0
9	1	0	0	1	0	0
10	1	0	0	1	0	0
11	1	0	0	1	0	0
12	1	0	0	1	0	0
13	1	0	0	0	0	1
14	0	0	1	0	0	1
15	0	0	1	0	0	1
16	1	0	0	1	0	0
17	1	0	0	1	0	0
18	1	0	0	1	0	0
19	1	0	0	1	0	0
20	1	0	0	1	0	0
21	1	0	0	1	0	0
22	1	0	0	1	0	0
23	1	0	0	1	0	0
24	1	0	0	1	0	0
25	1	0	0		0	1
26	1	0	0	1	0	0
27	1	0	0	1	0	0
28	1	0	0	1	0	0
29	1	0	0	1	0	0
30	1	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 104. Continuación del Apéndice C 103.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
31	1	0	0	1	0	0
32	1	0	0	1	0	0
33	1	0	0	1	0	0
34	0	1	0	0	1	0
35	0	1	0	0	1	0
36	0	1	0	0	1	0
37	0	1	0	0	1	0
38	0	1	0	0	1	0
39	1	0	0	1	0	0
40	1	0	0	1	0	0
41	1	0	0	1	0	0
42	1	0	0	1	0	0
43	1	0	0	1	0	0
44	1	0	0	1	0	0
45	1	0	0	1	0	0
46	1	0	0	1	0	0
47	1	0	0	1	0	0
48	1	0	0	1	0	0
49	1	0	0	1	0	0
50	1	0	0	1	0	0
51	1	0	0	1	0	0
52	1	0	0	0	0	1
53	1	0	0	0	0	1
54	1	0	0	1	0	0
55	0	1	0	0	1	0
56	0	0	1	0	1	0
57	0	0	1	0	1	0
58	1	0	0	0	0	1
59	1	0	0	0	0	1
60	1	0	0	0	0	1
61	1	0	0	0	0	1
62	1	0	0	0	0	1
63	1	0	0	0	0	1
64	1	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 105. Continuación del Apéndice C 104.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
65	0	0	1	0	0	1
66	0	0	1	0	0	1
67	1	0	0	1	0	0
68	1	0	0	1	0	0
69	1	0	0	1	0	0
70	1	0	0	1	0	0
71	1	0	0	1	0	0
72	1	0	0	1	0	0
73	1	0	0	1	0	0
74	0	1	0	0	1	0
75	0	1	0	0	1	0
76	0	1	0	0	1	0
77	0	1	0	0	1	0
78	0	1	0	0	1	0
79	0	1	0	0	1	0
80	0	1	0	0	1	0
81	0	1	0	0	1	0
82	0	1	0	0	1	0
83	0	1	0	0	0	1
84	0	1	0	0	0	1
85	0	1	0	0	1	0
86	1	0	0	1	0	0
87	1	0	0	1	0	0
88	1	0	0	1	0	0
89	1	0	0	1	0	0
90	1	0	0	1	0	0
91	1	0	0	1	0	0
92	1	0	0	1	0	0
93	1	0	0	1	0	0
94	1	0	0	1	0	0
95	1	0	0	1	0	0
96	1	0	0	1	0	0
97	0	1	0	0	1	0
98	0	1	0	0	1	0

Apéndice C 106. Continuación del Apéndice C 105.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
99	0	1	0	0	1	0
100	0	1	0	0	1	0
101	0	1	0	0	1	0
102	0	1	0	0	1	0
103	0	1	0	0	1	0
104	0	1	0	0	1	0
105	0	1	0	0	1	0
106	1	0	0	1	0	0
107	1	0	0	1	0	0
108	1	0	0	1	0	0
109	1	0	0	1	0	0
110	1	0	0	1	0	0
111	1	0	0	1	0	0
112	1	0	0	1	0	0
113	1	0	0	1	0	0
114	1	0	0	1	0	0
115	1	0	0	1	0	0
116	1	0	0	1	0	0
117	1	0	0	1	0	0
118	1	0	0	1	0	0
119	1	0	0	1	0	0
120	1	0	0	1	0	0
121	0	1	0	0	1	0
122	0	1	0	0	1	0
123	0	1	0	0	1	0
124	0	1	0	0	1	0
125	0	1	0	0	1	0
126	0	1	0	0	1	0
127	0	1	0	0	1	0
128	0	1	0	0	1	0
129	0	1	0	0	1	0
130	0	1	0	0	1	0
131	0	1	0	0	1	0
132	0	1	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 107. Continuación del Apéndice C 106.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
133	0	1	0	0	1	0
134	0	0	1	0	0	1
135	0	1	0	0	1	0
136	0	1	0	0	1	0
137	0	0	1	0	0	1
138	0	0	1	0	0	1
139	0	0	1	0	0	1
140	0	0	1	0	0	1
141	0	0	1	0	0	1
142	0	0	1	0	0	1
143	1	0	0	1	0	0
144	1	0	0	1	0	0
145	1	0	0	1	0	0
146	1	0	0	1	0	0
147	1	0	0	1	0	0
148	1	0	0	1	0	0
149	1	0	0	1	0	0
150	1	0	0	1	0	0
151	1	0	0	1	0	0
152	1	0	0	1	0	0
153	1	0	0	1	0	0
154	1	0	0	1	0	0
155	1	0	0	1	0	0
156	1	0	0	1	0	0
157	1	0	0	1	0	0
158	1	0	0	1	0	0
159	1	0	0	1	0	0
160	1	0	0	1	0	0
161	1	0	0	1	0	0
162	1	0	0	1	0	0
163	1	0	0	1	0	0
164	1	0	0	1	0	0
165	1	0	0	1	0	0
166	1	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 108. Continuación del Apéndice C 107.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
167	0	1	0	0	0	1
168	0	1	0	0	1	0
169	0	1	0	0	1	0
170	0	1	0	0	1	0
171	0	1	0	0	1	0
172	0	1	0	0	1	0
173	0	1	0	0	1	0
174	0	1	0	0	1	0
175	0	1	0	0	1	0
176	0	0	1	0	0	1
177	0	0	1	0	0	1
178	0	0	1	0	0	1
179	0	0	1	0	0	1
180	0	0	1	0	0	1
181	0	1	0	0	0	1
182	0	1	0	0	0	1
183	0	1	0	0	0	1
184	0	0	1	0	0	1
185	0	0	1	0	0	1
186	0	0	1	0	0	1
187	0	1	0	0	0	1
188	0	1	0	0	0	1
189	0	0	1	0	0	1
190	0	0	1	0	0	1
191	0	0	1	0	0	1
192	0	1	0	0	0	1
193	0	1	0	0	0	1
194	0	1	0	0	0	1
195	0	1	0	0	1	0
196	0	1	0	0	1	0
197	0	0	1	0	0	1
198	0	0	1	0	0	1
199	0	0	1	0	0	1
200	0	1	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 109. Continuación del Apéndice C 108.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
201	0	1	0	0	1	0
202	0	1	0	0	1	0
203	0	0	1	0	1	0
Suma	111	64	28	100	56	47
%	54.7%	31.5%	13.8%	49.3%	27.6%	23.2%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 110. Medición de productividad por medio de la técnica Work Sampling, para la actividad 2.4 Tendido de cables.

Medición de Productividad con Work Sampling para el tendido de cables						
Intervalo de medición:		9 segundos	Video:	9. 20140916_082704 y 10. 20140916_093451	Fecha:	16-sep
Nº Observación	Nº Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones		
1	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando		
2	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando		
3	3	2	1	Sosteniendo, amarrando, caminando		
4	3	2	1	Sosteniendo, amarrando, caminando		
5	3	2	1	Sosteniendo, amarrando, caminando		
6	3	3	0	Sosteniendo, amarrando, colocando		
7	3	2	1	Sosteniendo, amarrando, esperando		
8	3	3	0	Sosteniendo, amarrando, cable		
9	3	3	0	Sosteniendo, amarrando, cable		
10	3	3	0	Sosteniendo, amarrando, cable		
11	3	3	0	Sosteniendo, amarrando, cable		
12	3	3	0	Sosteniendo, amarrando, cable		
13	3	1	2	Caminando, esperando, cable		
14	3	2	1	Acomodando, esperando, acomodando		
15	3	2	1	Acomodando, esperando, acomodando		
16	3	3	0	Acomodando		
17	3	2	1	Esperando, acomodando, acomodando		
18	3	2	1	Acomodando, esperando, acomodando		
19	3	2	1	Acomodando, esperando, acomodando		
20	3	1	2	Cable, esperando, caminando		
21	3	0	3	Indicaciones		
22	3	2	1	Desenrollando, desenrollando, esperando		
23	3	3	0	Sosteniendo, desenrollando, desenrollando		
24	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando		
25	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando		
26	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando		
27	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando		
28	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando		
29	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 111. Continuación del Apéndice C 110.

30	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
31	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
32	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
33	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
34	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
35	3	3	0	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
36	3	2	1	Sosteniendo, amarrando, caminando
37	3	2	1	Sosteniendo, amarrando, caminando
38	3	2	1	Sosteniendo, amarrando, caminando
39	3	2	1	Sosteniendo, amarrando, caminando
40	3	2	1	Sosteniendo, amarrando, caminando
41	3	3	0	Sosteniendo, amarrando, colocando
42	3	3	0	Sosteniendo, amarrando, colocando
43	3	3	0	Sosteniendo, amarrando, colocando
44	3	1	2	Acomodando, esperando, esperando
45	3	1	2	Acomodando, esperando, esperando
46	3	1	2	Acomodando, esperando, esperando
47	3	1	2	Acomodando, esperando, esperando
48	4	2	2	Acomodando, esperando, acomodando, colocando
49	4	3	1	Acomodando, esperando, acomodando, colocando
50	4	2	2	Acomodando, esperando, esperando, colocando
51	4	2	2	Sosteniendo, desenrollando, esperando, caminando
52	4	2	2	Sosteniendo, desenrollando, esperando, caminando
53	4	2	2	Sosteniendo, desenrollando, esperando, caminando
54	4	2	2	Sosteniendo, desenrollando, esperando, caminando
55	4	2	2	Sosteniendo, colocando, esperando, esperando
56	4	3	1	Sosteniendo, colocando, esperando, cable
57	4	3	1	Sosteniendo, colocando, esperando, cable
58	4	3	1	Sosteniendo, colocando, esperando, cable
59	4	4	0	Sosteniendo, colocando, cable, cable
60	4	4	0	Sosteniendo, colocando, cable, cable
61	4	4	0	Sosteniendo, colocando, cable, cable
62	4	3	1	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
63	4	3	1	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
64	4	3	1	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 112. Continuación del Apéndice C 111.

65	4	3	1	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
66	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
67	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
68	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
69	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
70	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
71	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
72	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
73	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
74	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
75	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
76	4	2	2	Sosteniendo, caminando, acomodando, caminando
77	4	2	2	Sosteniendo, caminando, acomodando, caminando
78	4	2	2	Sosteniendo, caminando, acomodando, caminando
79	4	2	2	Sosteniendo, caminando, acomodando, caminando
80	4	2	2	Acomodando, esperando, sosteniendo, caminando
81	4	2	2	Caminando, esperando, sosteniendo, colocando
82	4	2	2	Cable, esperando, sosteniendo, caminando
83	4	2	2	Cable, esperando, sosteniendo, caminando
84	4	3	1	Cable, esperando, amarrando, amarrando
85	4	3	1	Cable, esperando, amarrando, amarrando
86	4	3	1	Cable, esperando, amarrando, amarrando
87	4	3	1	Cable, esperando, amarrando, amarrando
88	4	3	1	Cable, esperando, amarrando, amarrando
89	4	4	0	Sosteniendo, desenrollando, sosteniendo, amarrando
90	4	4	0	Sosteniendo, desenrollando, sosteniendo, amarrando
91	4	4	0	Sosteniendo, colocando, sosteniendo, amarrando
92	4	4	0	Sosteniendo, colocando, sosteniendo, amarrando
93	4	4	0	Sosteniendo, colocando, sosteniendo, amarrando
94	4	4	0	Sosteniendo, colocando, sosteniendo, amarrando
95	4	3	1	Sosteniendo, colocando, acomodando, esperando
96	4	3	1	Sosteniendo, colocando, acomodando, esperando
97	4	3	1	Sosteniendo, colocando, acomodando, esperando
98	4	3	1	Sosteniendo, colocando, acomodando, esperando
99	4	2	2	Sosteniendo, caminando, acomodando, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 113. Continuación del Apéndice C 112.

100	4	2	2	Sosteniendo, caminando, acomodando, esperando
101	4	2	2	Sosteniendo, caminando, acomodando, esperando
102	4	2	2	Sosteniendo, caminando, cable, esperando
103	4	2	2	Sosteniendo, caminando, cable, esperando
104	4	4	0	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
105	4	4	0	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
106	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
107	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
108	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
109	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
110	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
111	4	4	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
112	4	3	1	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, caminando
113	4	2	2	Acomodando, esperando, sosteniendo, caminando
114	4	2	2	Acomodando, esperando, sosteniendo, caminando
115	4	2	2	Acomodando, esperando, sosteniendo, caminando
116	4	3	1	Cable, caminando, sosteniendo, amarrando
117	4	3	1	Cable, caminando, sosteniendo, amarrando
118	4	4	0	Sosteniendo, desenrollando, sosteniendo, amarrando
119	4	3	1	Acomodando, esperando, sosteniendo, amarrando
Suma	429	332	97	
Porcentaje de productividad		77.39%	22.61%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 114. Medición de la productividad por medio de la técnica Five Minutes Rating, para la actividad 2.4 Tendido de cables.

Medición de Productividad con Five Minutes Rating para el tendido de cables										
Intervalo de medición: 9 segundos				Video: 9. 20140916_082704 y 10. 20140916_093451				Fecha:		16-sep
N° de Observación	N° Personas	Trabajador 1		Trabajador 2		Trabajador 3		Trabajador 4		Observaciones
		P	NP	P	NP	P	NP	P	NP	
1	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
2	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
3	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, caminando
4	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, caminando
5	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, colocando
6	3	1	0	1	0	0	1	---	---	Sosteniendo, amarrando, esperando
7	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, cable
8	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, cable
9	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, cable
10	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, cable
11	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, cable
12	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, cable
13	3	1	0	0	1	1	0	---	---	Caminando, esperando, cable
14	3	1	0	0	1	1	0	---	---	Acomodando, esperando, acomodando
15	3	1	0	0	1	1	0	---	---	Acomodando, esperando, acomodando
16	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Acomodando
17	3	0	1	1	0	1	0	---	---	Esperando, acomodando, acomodando
18	3	1	0	0	1	1	0	---	---	Acomodando, esperando, acomodando
19	3	1	0	0	1	1	0	---	---	Acomodando, esperando, acomodando
20	3	1	0	0	1	1	0	---	---	Cable, esperando, caminando
21	3	0	1	0	1	0	1	---	---	Indicaciones
22	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Desenrollando, desenrollando, esperando
23	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, desenrollando, desenrollando
24	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
25	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
26	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
27	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
28	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 115. Continuación del Apéndice C 114.

29	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
30	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
31	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
32	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
33	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
34	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
35	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, sosteniendo, colocando
36	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, caminando
37	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, caminando
38	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, caminando
39	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, caminando
40	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, caminando
41	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, colocando
42	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, colocando
43	3	1	0	1	0	1	0	---	---	Sosteniendo, amarrando, colocando
44	3	1	0	0	1	0	1	---	---	Acomodando, esperando, esperando
45	3	1	0	0	1	0	1	---	---	Acomodando, esperando, esperando
46	3	1	0	0	1	0	1	---	---	Acomodando, esperando, esperando
47	3	1	0	0	1	0	1	---	---	Acomodando, esperando, esperando
48	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Acomodando, esperando, acomodando, colocando
49	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Acomodando, esperando, acomodando, colocando
50	4	1	0	0	1	0	1	1	0	Acomodando, esperando, esperando, colocando
51	4	1	0	1	0	0	1	0	1	Sosteniendo, desenrollando, esperando, caminando
52	4	1	0	1	0	0	1	0	1	Sosteniendo, desenrollando, esperando, caminando
53	4	1	0	1	0	0	1	0	1	Sosteniendo, desenrollando, esperando, caminando
54	4	1	0	1	0	0	1	0	1	Sosteniendo, desenrollando, esperando, caminando
55	4	1	0	1	0	0	1	0	1	Sosteniendo, colocando, esperando, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 116. Continuación del Apéndice C 115.

56	4	1	0	1	0	0	1	1	0	Sosteniendo, colocando, esperando, cable
57	4	1	0	1	0	0	1	1	0	Sosteniendo, colocando, esperando, cable
58	4	1	0	1	0	0	1	1	0	Sosteniendo, colocando, esperando, cable
59	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, colocando, cable, cable
60	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, colocando, cable, cable
61	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, colocando, cable, cable
62	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
63	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
64	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
65	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
66	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
67	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
68	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
69	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
70	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
71	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
72	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
73	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
74	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
75	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 117. Continuación del Apéndice C 116.

76	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Sosteniendo, caminando, acomodando, caminando
77	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Sosteniendo, caminando, acomodando, caminando
78	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Sosteniendo, caminando, acomodando, caminando
79	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Sosteniendo, caminando, acomodando, caminando
80	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Acomodando, esperando, sosteniendo, caminando
81	4	0	1	0	1	1	0	1	0	Caminando, esperando, sosteniendo, colocando
82	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Cable, esperando, sosteniendo, caminando
83	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Cable, esperando, sosteniendo, caminando
84	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Cable, esperando, amarrando, amarrando
85	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Cable, esperando, amarrando, amarrando
86	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Cable, esperando, amarrando, amarrando
87	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Cable, esperando, amarrando, amarrando
88	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Cable, esperando, amarrando, amarrando
89	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, desenrollando, sosteniendo, amarrando
90	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, desenrollando, sosteniendo, amarrando
91	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, colocando, sosteniendo, amarrando
92	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, colocando, sosteniendo, amarrando
93	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, colocando, sosteniendo, amarrando
94	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, colocando, sosteniendo, amarrando
95	4	1	0	1	0	1	0	0	1	Sosteniendo, colocando, acomodando, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 118. Continuación del Apéndice C 117.

96	4	1	0	1	0	1	0	0	1	Sosteniendo, colocando, acomodando, esperando
97	4	1	0	1	0	1	0	0	1	Sosteniendo, colocando, acomodando, esperando
98	4	1	0	1	0	1	0	0	1	Sosteniendo, colocando, acomodando, esperando
99	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Sosteniendo, caminando, acomodando, esperando
100	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Sosteniendo, caminando, acomodando, esperando
101	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Sosteniendo, caminando, acomodando, esperando
102	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Sosteniendo, caminando, cable, esperando
103	4	1	0	0	1	1	0	0	1	Sosteniendo, caminando, cable, esperando
104	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
105	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Sosteniendo, caminando, sosteniendo, desenrollando
106	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
107	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
108	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, desenrollando
109	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
110	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
111	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, colocando
112	4	1	0	1	0	1	0	0	1	Sosteniendo, amarrando, sosteniendo, caminando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 119. Continuación del Apéndice C 118.

113	4	1	0	1	0	1	0	0	1	Acomodando, esperando, sosteniendo, caminando
114	4	1	0	1	0	1	0	0	1	Acomodando, esperando, sosteniendo, caminando
115	4	1	0	1	0	1	0	0	1	Acomodando, esperando, sosteniendo, caminando
116	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Cable, caminando, sosteniendo, amarrando
117	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Cable, caminando, sosteniendo, amarrando
118	4	1	0	1	0	1	0	1	0	Sosteniendo, desenrollando, sosteniendo, amarrando
119	4	1	0	0	1	1	0	1	0	Acomodando, esperando, sosteniendo, amarrando
Suma		116	3	78	41	104	15	47	25	
Porcentaje de		97.5%	2.5%	65.5%	34.5%	87.4%	12.6%	66.2%	35.2%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 120. Medición de productividad por medio de la técnica Crew Balance para la actividad 2.4 Tendido de cables.

Medición de Productividad con Crew Balance para el tendido de cables																
Intervalo de medición:		9 segundos		Video:		9. 20140916_082704 y 10. 20140916_093451						Fecha:		16-sep		
N° de Observación	Trabajador 1				Trabajador 2				Trabajador 3				Trabajador 4			
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
3	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	---	---	---	---
4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	---	---	---	---
5	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	---	---	---	---
6	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	---	---	---	---
7	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	---	---	---	---
8	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	---	---	---	---
9	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	---	---	---	---
10	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	---	---	---	---
11	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	---	---	---	---
12	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	---	---	---	---
13	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	---	---	---	---
14	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	---	---	---	---
15	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	---	---	---	---
16	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
17	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
18	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	---	---	---	---
19	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	---	---	---	---
20	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	---	---	---	---
21	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	---	---	---	---
22	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	---	---	---	---
23	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	---	---	---	---
24	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
25	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
26	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
27	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
28	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
29	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 121. Continuación del Apéndice C 120.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
30	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
31	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
32	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
33	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
34	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
35	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	---	---	---	---
36	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	---	---	---	---
37	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	---	---	---	---
38	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	---	---	---	---
39	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	---	---	---	---
40	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	---	---	---	---
41	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	---	---	---	---
42	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	---	---	---	---
43	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	---	---	---	---
44	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	---	---	---	---
45	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	---	---	---	---
46	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	---	---	---	---
47	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	---	---	---	---
48	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
49	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0
50	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0
51	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
52	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
53	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
54	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1
55	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
56	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
57	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
58	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
59	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
60	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
61	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
62	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
63	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 122. Continuación del Apéndice C 121.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
64	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
65	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
66	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
67	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
68	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
69	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
70	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
71	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
72	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
73	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
74	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
75	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
76	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
77	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
78	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
79	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
80	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
81	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0
82	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
83	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
84	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
85	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
86	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
87	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
88	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0
89	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
90	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
91	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
92	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
93	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
94	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
95	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
96	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
97	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 123. Continuación del Apéndice C 122.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
98	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
99	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
100	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
101	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
102	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
103	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
104	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
105	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
106	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
107	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
108	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
109	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
110	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
111	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
112	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1
113	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
114	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
115	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1
116	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
117	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0
118	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
119	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Suma	88	26	1	4	14	17	44	44	40	48	7	24	0	20	27	25
%	73.9%	21.8%	0.8%	3.4%	11.8%	14.3%	37.0%	37.0%	33.6%	40.3%	5.9%	20.2%	0.0%	27.8%	37.5%	34.7%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 124. Medición de la productividad por medio de la técnica Work Sampling, para la actividad 3.1. Limpieza, marca de cables y colocación de cuñas.

Medición de Productividad para la limpieza, marca de cables y colocación de cuñas					
Intervalo de medición:		5 segundos	Video:	11. 20140827_081417 y 12. 20140827_084054	Fecha: 27-ago
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones	
1	1	1	0	Pintando cable	
2	1	1	0	Pintando cable	
3	1	1	0	Pintando cable	
4	1	0	1	Caminando	
5	1	1	0	Pintando cable	
6	1	1	0	Pintando cable	
7	1	1	0	Pintando cable	
8	1	1	0	Pintando cable	
9	1	1	0	Pintando cable	
10	1	1	0	Pintando cable	
11	1	1	0	Pintando cable	
12	1	1	0	Tallando cuña	
13	1	1	0	Pintando cable	
14	1	1	0	Pintando cable	
15	1	1	0	Pintando cable	
16	1	1	0	Pintando cable	
17	1	0	1	Acomodando	
18	1	0	1	Acomodando	
19	1	0	1	Acomodando	
20	1	0	1	Acomodando	
21	1	0	1	Caminando	
22	1	0	1	Caminando	
23	1	0	1	Acomodando	
24	1	0	1	Linea de vida	
25	1	0	1	Linea de vida	
26	1	1	0	Limpiando	
27	1	1	0	Limpiando	
28	1	1	0	Limpiando	
29	1	1	0	Limpiando	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 125. Continuación del Apéndice C 124.

30	1	1	0	Limpiando
31	1	0	1	Caminando
32	1	1	0	Limpiando
33	1	1	0	Limpiando
34	1	1	0	Limpiando
35	1	0	1	Observando
36	1	1	0	Buscando cuñas
37	1	1	0	Buscando cuñas
38	1	1	0	Buscando cuñas
39	1	1	0	Buscando cuñas
40	1	1	0	Limpiando
41	1	1	0	Limpiando
42	1	1	0	Limpiando
43	1	1	0	Limpiando
44	1	1	0	Limpiando
45	1	1	0	Limpiando
46	1	1	0	Limpiando
47	1	1	0	Limpiando
48	1	1	0	Limpiando
49	1	1	0	Limpiando
50	1	1	0	Limpiando
51	1	1	0	Limpiando
52	1	1	0	Limpiando
53	1	1	0	Limpiando cable
54	1	1	0	Limpiando cable
55	1	1	0	Limpiando cable
56	1	1	0	Limpiando cable
57	1	1	0	Buscando cuñas
58	1	1	0	Colocando cuñas
59	1	1	0	Limpiando cable
60	1	1	0	Limpiando cable
61	1	1	0	Limpiando cable
62	1	1	0	Limpiando cable
63	1	1	0	Limpiando cable
64	1	1	0	Limpiando cable

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 126. Continuación del Apéndice C 125.

65	1	1	0	Colocando cuñas
66	1	1	0	Colocando cuñas
67	1	1	0	Colocando cuñas
68	1	1	0	Tallando cuña
69	1	1	0	Tallando cuña
70	1	0	1	Observando
71	1	1	0	Colocando cuñas
72	1	1	0	Colocando cuñas
73	1	1	0	Colocando cuñas
74	1	1	0	Colocando cuñas
75	1	1	0	Colocando cuñas
76	1	1	0	Colocando cuñas
77	1	1	0	Tallando cuña
78	1	0	1	Moviendose
79	1	0	1	Moviendose
80	1	1	0	Colocando cuñas
81	1	1	0	Colocando cuñas
82	1	1	0	Colocando cuñas
83	1	1	0	Colocando cuñas
84	1	1	0	Colocando cuñas
85	1	1	0	Colocando cuñas
86	1	0	1	Observando
87	1	1	0	Tallando cuña
88	1	0	1	Observando
89	1	0	1	Moviendose
90	1	0	1	Limpiando cable
91	1	0	1	Limpiando cable
92	1	0	1	Limpiando cable
93	1	0	1	Limpiando cable
94	1	0	1	Limpiando cable
95	1	1	0	Colocando cuñas
96	1	1	0	Colocando cuñas
97	1	1	0	Colocando cuñas
98	1	1	0	Colocando cuñas
99	1	1	0	Colocando cuñas

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 127. Continuación del Apéndice C 126.

100	1	1	0	Colocando cuñas
101	1	1	0	Colocando cuñas
102	1	1	0	Colocando cuñas
103	1	0	1	Observando
104	1	1	0	Tallando cuña
105	1	1	0	Tallando cuña
106	1	0	1	Moviendose
107	1	0	1	Moviendose
108	1	0	1	Moviendose
109	1	0	1	Moviendose
110	1	0	1	Moviendose
111	1	0	1	Moviendose
112	1	0	1	Moviendose
113	1	1	0	Colocando cuñas
114	1	1	0	Colocando cuñas
115	1	1	0	Colocando cuñas
116	1	1	0	Colocando cuñas
117	1	1	0	Colocando cuñas
118	1	1	0	Colocando cuñas
119	1	1	0	Colocando cuñas
120	1	1	0	Tallando cuña
121	1	1	0	Tallando cuña
122	1	0	1	Moviendose
123	1	1	0	Colocando cuñas
124	1	1	0	Colocando cuñas
125	1	1	0	Colocando cuñas
126	1	1	0	Colocando cuñas
127	1	1	0	Tallando cuña
128	1	1	0	Colocando cuñas
129	1	1	0	Colocando cuñas
130	1	0	1	Observando
131	1	1	0	Colocando cuñas
132	1	1	0	Colocando cuñas
133	1	1	0	Tallando cuña
134	1	0	1	Observando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 128. Continuación del Apéndice C 127.

135	1	1	0	Colocando cuñas
136	1	1	0	Colocando cuñas
137	1	1	0	Colocando cuñas
138	1	1	0	Colocando cuñas
139	1	1	0	Colocando cuñas
140	1	1	0	Tallando cuña
141	1	1	0	Observando
142	1	1	0	Observando
143	1	0	1	Moviendose
144	1	0	1	Moviendose
145	1	0	1	Moviendose
146	1	1	0	Colocando cuñas
147	1	1	0	Colocando cuñas
148	1	1	0	Colocando cuñas
149	1	1	0	Colocando cuñas
150	1	1	0	Tallando cuña
151	1	0	1	Observando
152	1	0	1	Observando
153	1	0	1	Observando
154	1	1	0	Colocando cuñas
155	1	1	0	Colocando cuñas
156	1	1	0	Colocando cuñas
157	1	1	0	Colocando cuñas
158	1	1	0	Tallando cuña
159	1	0	1	Observando
160	1	0	1	Observando
161	1	1	0	Colocando cuñas
162	1	1	0	Colocando cuñas
163	1	1	0	Colocando cuñas
164	1	1	0	Colocando cuñas
165	1	1	0	Colocando cuñas
166	1	1	0	Colocando cuñas
167	1	1	0	Colocando cuñas
168	1	1	0	Tallando cuña
169	1	0	1	Observando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 129. Continuación del Apéndice C 128.

170	1	0	1	Moviendose
171	1	0	1	Moviendose
172	1	0	1	Moviendose
173	1	0	1	Moviendose
174	1	0	1	Moviendose
175	1	0	1	Moviendose
176	1	0	1	Hablando
177	1	0	1	Hablando
178	1	0	1	Hablando
179	1	0	1	Hablando
180	1	0	1	Hablando
181	1	0	1	Hablando
182	1	0	1	Hablando
183	1	0	1	Hablando
184	1	0	1	Hablando
185	1	1	0	Pintando cable
186	1	1	0	Pintando cable
187	1	1	0	Pintando cable
188	1	1	0	Pintando cable
189	1	1	0	Pintando cable
190	1	1	0	Pintando cable
191	1	1	0	Pintando cable
192	1	1	0	Pintando cable
193	1	1	0	Pintando cable
194	1	1	0	Pintando cable
195	1	0	1	Hablando
196	1	0	1	Hablando
197	1	0	1	Hablando
198	1	1	0	Pintando cable
199	1	1	0	Pintando cable
200	1	1	0	Pintando cable
201	1	1	0	Pintando cable
202	1	1	0	Pintando cable
203	1	1	0	Pintando cable
204	1	1	0	Pintando cable

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 130. Continuación del Apéndice C 129.

205	1	1	0	Pintando cable
206	1	1	0	Pintando cable
207	1	1	0	Pintando cable
208	1	1	0	Pintando cable
209	1	1	0	Pintando cable
210	1	1	0	Pintando cable
211	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
212	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
213	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
214	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
215	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
216	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
217	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
218	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
219	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
220	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
221	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
222	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
223	2	1	1	Colocando cuña, moviendose
224	2	1	1	Colocando cuña, moviendose
225	2	1	1	Colocando cuña, moviendose
226	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
227	2	1	1	Observando, limpiando
228	2	1	1	Observando, limpiando
229	2	1	1	Observando, limpiando
230	2	1	1	Observando, limpiando
231	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
232	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
233	2	1	1	Observando, limpiando
234	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
235	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
236	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
237	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
238	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
239	2	2	0	Tallando cuña, limpiando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 131. Continuación del Apéndice C 130.

240	2	1	1	Observando, limpiando
241	2	1	1	Observando, limpiando
242	2	1	1	Observando, limpiando
243	2	1	1	Observando, limpiando
244	2	0	2	Observando, moviendose
245	2	1	1	Observando, limpiando
246	2	1	1	Observando, limpiando
247	2	1	1	Observando, limpiando
248	2	1	1	Observando, limpiando
249	2	1	1	Observando, limpiando
250	2	2	0	Limpiando
251	2	1	1	Observando, limpiando
252	2	1	1	Observando, limpiando
253	2	1	1	Observando, limpiando
254	2	1	1	Observando, limpiando
255	2	1	1	Observando, limpiando
256	2	1	1	Observando, limpiando
257	2	1	1	Observando, limpiando
258	2	0	2	Hablando
259	2	0	2	Hablando
260	2	0	2	Hablando
261	2	0	2	Hablando
262	2	0	2	Hablando
263	2	0	2	Hablando
264	2	0	2	Hablando
265	2	0	2	Hablando
266	2	0	2	Hablando
267	2	0	2	Hablando
268	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
269	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
270	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
271	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
272	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
273	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
274	2	2	0	Colocando cuña, limpiando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 132. Continuación del Apéndice C 131.

275	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
276	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
277	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
278	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
279	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
280	2	1	1	Observando, limpiando
281	2	1	1	Observando, limpiando
282	2	1	1	Observando, limpiando
283	2	2	0	Tallando cuña, limpiando
284	2	1	1	Observando, limpiando
285	2	1	1	Observando, limpiando
286	2	1	1	Observando, limpiando
287	2	2	0	Tallando cuña, limpiando
288	2	1	1	Observando, limpiando
289	2	1	1	Observando, limpiando
290	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
291	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
292	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
293	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
294	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
295	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
296	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
297	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
298	2	2	0	Tallando cuña, limpiando
299	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
300	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
301	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
302	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
303	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
304	2	2	0	Colocando cuña, limpiando
Suma	398	283	115	
Porcentaje de productividad		71.11%	28.89%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 133. Medición de la productividad por medio de la técnica Five Minutes Rating, para la actividad 3.1 Limpieza de cables, marca de cable y colocación de cuñas.

Medición de Productividad con Five Minutes Rating para la limpieza, marca de cables y colocación de cuñas						
Intervalo de medición:		5 segundos		Video: 11. 20140827_081417 y 12. 20140827_084054		Fecha: 27-ago
N° de Observación	N° Personas (cuadrilla)	Trabajador 1		Trabajador 2		Observaciones
		P	NP	P	NP	
1	1	1	0	---	---	Pintando cable
2	1	1	0	---	---	Pintando cable
3	1	1	0	---	---	Pintando cable
4	1	0	1	---	---	Caminando
5	1	1	0	---	---	Pintando cable
6	1	1	0	---	---	Pintando cable
7	1	1	0	---	---	Pintando cable
8	1	1	0	---	---	Pintando cable
9	1	1	0	---	---	Pintando cable
10	1	1	0	---	---	Pintando cable
11	1	1	0	---	---	Pintando cable
12	1	1	0	---	---	Tallando cuña
13	1	1	0	---	---	Pintando cable
14	1	1	0	---	---	Pintando cable
15	1	1	0	---	---	Pintando cable
16	1	1	0	---	---	Pintando cable
17	1	0	1	---	---	Acomodando
18	1	0	1	---	---	Acomodando
19	1	0	1	---	---	Acomodando
20	1	0	1	---	---	Acomodando
21	1	0	1	---	---	Caminando
22	1	0	1	---	---	Caminando
23	1	0	1	---	---	Acomodando
24	1	0	1	---	---	Linea de vida
25	1	0	1	---	---	Linea de vida
26	1	1	0	---	---	Limpiando
27	1	1	0	---	---	Limpiando
28	1	1	0	---	---	Limpiando
29	1	1	0	---	---	Limpiando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 134. Continuación del Apéndice C 133.

30	1	1	0	---	---	Limpiando
31	1	0	1	---	---	Caminando
32	1	1	0	---	---	Limpiando
33	1	1	0	---	---	Limpiando
34	1	1	0	---	---	Limpiando
35	1	0	1	---	---	Observando
36	1	1	0	---	---	Buscando cuñas
37	1	1	0	---	---	Buscando cuñas
38	1	1	0	---	---	Buscando cuñas
39	1	1	0	---	---	Buscando cuñas
40	1	1	0	---	---	Limpiando
41	1	1	0	---	---	Limpiando
42	1	1	0	---	---	Limpiando
43	1	1	0	---	---	Limpiando
44	1	1	0	---	---	Limpiando
45	1	1	0	---	---	Limpiando
46	1	1	0	---	---	Limpiando
47	1	1	0	---	---	Limpiando
48	1	1	0	---	---	Limpiando
49	1	1	0	---	---	Limpiando
50	1	1	0	---	---	Limpiando
51	1	1	0	---	---	Limpiando
52	1	1	0	---	---	Limpiando
53	1	1	0	---	---	Limpiando cable
54	1	1	0	---	---	Limpiando cable
55	1	1	0	---	---	Limpiando cable
56	1	1	0	---	---	Limpiando cable
57	1	1	0	---	---	Buscando cuñas
58	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
59	1	1	0	---	---	Limpiando cable
60	1	1	0	---	---	Limpiando cable
61	1	1	0	---	---	Limpiando cable
62	1	1	0	---	---	Limpiando cable
63	1	1	0	---	---	Limpiando cable
64	1	1	0	---	---	Limpiando cable

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 135. Continuación del Apéndice C 134.

65	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
66	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
67	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
68	1	1	0	---	---	Tallando cuña
69	1	1	0	---	---	Tallando cuña
70	1	0	1	---	---	Observando
71	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
72	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
73	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
74	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
75	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
76	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
77	1	1	0	---	---	Tallando cuña
78	1	0	1	---	---	Moviendose
79	1	0	1	---	---	Moviendose
80	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
81	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
82	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
83	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
84	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
85	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
86	1	0	1	---	---	Observando
87	1	1	0	---	---	Tallando cuña
88	1	0	1	---	---	Observando
89	1	0	1	---	---	Moviendose
90	1	0	1	---	---	Limpiando cable
91	1	0	1	---	---	Limpiando cable
92	1	0	1	---	---	Limpiando cable
93	1	0	1	---	---	Limpiando cable
94	1	0	1	---	---	Limpiando cable
95	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
96	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
97	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
98	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
99	1	1	0	---	---	Colocando cuñas

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 136. Continuación del Apéndice C 135.

100	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
101	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
102	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
103	1	0	1	---	---	Observando
104	1	1	0	---	---	Tallando cuña
105	1	1	0	---	---	Tallando cuña
106	1	0	1	---	---	Moviendose
107	1	0	1	---	---	Moviendose
108	1	0	1	---	---	Moviendose
109	1	0	1	---	---	Moviendose
110	1	0	1	---	---	Moviendose
111	1	0	1	---	---	Moviendose
112	1	0	1	---	---	Moviendose
113	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
114	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
115	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
116	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
117	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
118	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
119	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
120	1	1	0	---	---	Tallando cuña
121	1	1	0	---	---	Tallando cuña
122	1	0	1	---	---	Moviendose
123	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
124	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
125	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
126	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
127	1	1	0	---	---	Tallando cuña
128	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
129	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
130	1	0	1	---	---	Observando
131	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
132	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
133	1	1	0	---	---	Tallando cuña
134	1	0	1	---	---	Observando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 137. Continuación del Apéndice C 136.

135	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
136	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
137	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
138	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
139	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
140	1	1	0	---	---	Tallando cuña
141	1	1	0	---	---	Observando
142	1	1	0	---	---	Observando
143	1	0	1	---	---	Moviendose
144	1	0	1	---	---	Moviendose
145	1	0	1	---	---	Moviendose
146	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
147	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
148	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
149	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
150	1	1	0	---	---	Tallando cuña
151	1	0	1	---	---	Observando
152	1	0	1	---	---	Observando
153	1	0	1	---	---	Observando
154	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
155	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
156	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
157	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
158	1	1	0	---	---	Tallando cuña
159	1	0	1	---	---	Observando
160	1	0	1	---	---	Observando
161	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
162	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
163	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
164	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
165	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
166	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
167	1	1	0	---	---	Colocando cuñas
168	1	1	0	---	---	Tallando cuña
169	1	0	1	---	---	Observando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 138. Continuación del Apéndice C 137.

170	1	0	1	---	---	Moviendose
171	1	0	1	---	---	Moviendose
172	1	0	1	---	---	Moviendose
173	1	0	1	---	---	Moviendose
174	1	0	1	---	---	Moviendose
175	1	0	1	---	---	Moviendose
176	1	0	1	---	---	Hablando
177	1	0	1	---	---	Hablando
178	1	0	1	---	---	Hablando
179	1	0	1	---	---	Hablando
180	1	0	1	---	---	Hablando
181	1	0	1	---	---	Hablando
182	1	0	1	---	---	Hablando
183	1	0	1	---	---	Hablando
184	1	0	1	---	---	Hablando
185	1	1	0	---	---	Pintando cable
186	1	1	0	---	---	Pintando cable
187	1	1	0	---	---	Pintando cable
188	1	1	0	---	---	Pintando cable
189	1	1	0	---	---	Pintando cable
190	1	1	0	---	---	Pintando cable
191	1	1	0	---	---	Pintando cable
192	1	1	0	---	---	Pintando cable
193	1	1	0	---	---	Pintando cable
194	1	1	0	---	---	Pintando cable
195	1	0	1	---	---	Hablando
196	1	0	1	---	---	Hablando
197	1	0	1	---	---	Hablando
198	1	1	0	---	---	Pintando cable
199	1	1	0	---	---	Pintando cable
200	1	1	0	---	---	Pintando cable
201	1	1	0	---	---	Pintando cable
202	1	1	0	---	---	Pintando cable
203	1	1	0	---	---	Pintando cable
204	1	1	0	---	---	Pintando cable

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 139. Continuación del Apéndice C 138.

205	1	1	0	---	---	Pintando cable
206	1	1	0	---	---	Pintando cable
207	1	1	0	---	---	Pintando cable
208	1	1	0	---	---	Pintando cable
209	1	1	0	---	---	Pintando cable
210	1	1	0	---	---	Pintando cable
211	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
212	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
213	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
214	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
215	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
216	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
217	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
218	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
219	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
220	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
221	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
222	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
223	2	1	0	0	1	Colocando cuña, moviendose
224	2	1	0	0	1	Colocando cuña, moviendose
225	2	1	0	0	1	Colocando cuña, moviendose
226	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
227	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
228	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
229	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
230	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
231	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
232	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
233	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
234	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
235	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
236	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
237	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
238	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
239	2	1	0	1	0	Tallando cuña, limpiando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 140. Continuación del Apéndice C 139.

240	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
241	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
242	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
243	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
244	2	0	1	0	1	Observando, moviendose
245	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
246	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
247	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
248	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
249	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
250	2	1	0	1	0	Limpiando
251	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
252	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
253	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
254	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
255	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
256	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
257	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
258	2	0	1	0	1	Hablando
259	2	0	1	0	1	Hablando
260	2	0	1	0	1	Hablando
261	2	0	1	0	1	Hablando
262	2	0	1	0	1	Hablando
263	2	0	1	0	1	Hablando
264	2	0	1	0	1	Hablando
265	2	0	1	0	1	Hablando
266	2	0	1	0	1	Hablando
267	2	0	1	0	1	Hablando
268	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
269	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
270	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
271	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
272	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
273	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
274	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 141. Continuación del Apéndice C 140.

275	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
276	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
277	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
278	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
279	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
280	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
281	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
282	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
283	2	1	0	1	0	Tallando cuña, limpiando
284	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
285	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
286	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
287	2	1	0	1	0	Tallando cuña, limpiando
288	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
289	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
290	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
291	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
292	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
293	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
294	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
295	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
296	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
297	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
298	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
299	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
300	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
301	2	1	0	1	0	Tallando cuña, limpiando
302	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
303	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
304	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
305	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
306	2	0	1	0	1	Observando, moviendose
307	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
308	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
309	2	0	1	1	0	Observando, limpiando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 142. Continuación del Apéndice C 141.

310	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
311	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
312	2	1	0	1	0	Limpiando
313	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
314	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
315	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
316	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
317	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
318	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
319	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
320	2	0	1	0	1	Hablando
321	2	0	1	0	1	Hablando
322	2	0	1	0	1	Hablando
323	2	0	1	0	1	Hablando
324	2	0	1	0	1	Hablando
325	2	0	1	0	1	Hablando
326	2	0	1	0	1	Hablando
327	2	0	1	0	1	Hablando
328	2	0	1	0	1	Hablando
329	2	0	1	0	1	Hablando
330	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
331	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
332	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
333	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
334	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
335	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
336	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
337	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
338	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
339	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
340	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
341	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
342	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
343	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
344	2	0	1	1	0	Observando, limpiando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 143. Continuación del Apéndice C 142.

345	2	1	0	1	0	Tallando cuña, limpiando
346	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
347	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
348	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
349	2	1	0	1	0	Tallando cuña, limpiando
350	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
351	2	0	1	1	0	Observando, limpiando
352	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
353	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
354	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
355	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
356	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
357	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
358	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
359	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
360	2	1	0	1	0	Tallando cuña, limpiando
361	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
362	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
363	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
364	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
365	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
366	2	1	0	1	0	Colocando cuña, limpiando
Suma		227	139	131	25	
Porcentaje de productividad		62.0%	38.0%	84.5%	16.1%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 144. Medición de la productividad por medio de la técnica Crew Balance, para la actividad 3.1 Limpieza de cables, marca de cable y colocación de cuñas.

Medición de Productividad con Crew Balance para la limpieza, marca de cables y colocación de cuñas								
Intervalo de medición: 5 segundos		Video: 11. 20140827_081417 y 12. 20140827_084054			Fecha:		27-ago	
Nº de Observación	Trabajador 1				Trabajador 2			
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
1	1	0	0	0	---	---	---	---
2	1	0	0	0	---	---	---	---
3	1	0	0	0	---	---	---	---
4	0	0	0	1	---	---	---	---
5	1	0	0	0	---	---	---	---
6	1	0	0	0	---	---	---	---
7	1	0	0	0	---	---	---	---
8	1	0	0	0	---	---	---	---
9	1	0	0	0	---	---	---	---
10	1	0	0	0	---	---	---	---
11	1	0	0	0	---	---	---	---
12	0	0	1	0	---	---	---	---
13	1	0	0	0	---	---	---	---
14	1	0	0	0	---	---	---	---
15	1	0	0	0	---	---	---	---
16	1	0	0	0	---	---	---	---
17	0	0	0	1	---	---	---	---
18	0	0	0	1	---	---	---	---
19	0	0	0	1	---	---	---	---
20	0	0	0	1	---	---	---	---
21	0	0	0	1	---	---	---	---
22	0	0	0	1	---	---	---	---
23	0	0	0	1	---	---	---	---
24	0	0	0	1	---	---	---	---
25	0	0	0	1	---	---	---	---
26	0	1	0	0	---	---	---	---
27	0	1	0	0	---	---	---	---
28	0	1	0	0	---	---	---	---
29	0	1	0	0	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 145. Continuación del Apéndice C 144.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
30	0	1	0	0	---	---	---	---
31	0	0	0	1	---	---	---	---
32	0	1	0	0	---	---	---	---
33	0	1	0	0	---	---	---	---
34	0	1	0	0	---	---	---	---
35	0	0	0	1	---	---	---	---
36	0	0	1	0	---	---	---	---
37	0	0	1	0	---	---	---	---
38	0	0	1	0	---	---	---	---
39	0	0	1	0	---	---	---	---
40	0	1	0	0	---	---	---	---
41	0	1	0	0	---	---	---	---
42	0	1	0	0	---	---	---	---
43	0	1	0	0	---	---	---	---
44	0	1	0	0	---	---	---	---
45	0	1	0	0	---	---	---	---
46	0	1	0	0	---	---	---	---
47	0	1	0	0	---	---	---	---
48	0	1	0	0	---	---	---	---
49	0	1	0	0	---	---	---	---
50	0	1	0	0	---	---	---	---
51	0	1	0	0	---	---	---	---
52	0	1	0	0	---	---	---	---
53	0	1	0	0	---	---	---	---
54	0	1	0	0	---	---	---	---
55	0	1	0	0	---	---	---	---
56	0	1	0	0	---	---	---	---
57	0	0	1	0	---	---	---	---
58	0	0	1	0	---	---	---	---
59	0	1	0	0	---	---	---	---
60	0	1	0	0	---	---	---	---
61	0	1	0	0	---	---	---	---
62	0	1	0	0	---	---	---	---
63	0	1	0	0	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 146. Continuación del Apéndice C 145.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
64	0	1	0	0	---	---	---	---
65	0	0	1	0	---	---	---	---
66	0	0	1	0	---	---	---	---
67	0	0	1	0	---	---	---	---
68	0	0	1	0	---	---	---	---
69	0	0	1	0	---	---	---	---
70	0	0	0	1	---	---	---	---
71	0	0	1	0	---	---	---	---
72	0	0	1	0	---	---	---	---
73	0	0	1	0	---	---	---	---
74	0	0	1	0	---	---	---	---
75	0	0	1	0	---	---	---	---
76	0	0	1	0	---	---	---	---
77	0	0	1	0	---	---	---	---
78	0	0	0	1	---	---	---	---
79	0	0	0	1	---	---	---	---
80	0	0	1	0	---	---	---	---
81	0	0	1	0	---	---	---	---
82	0	0	1	0	---	---	---	---
83	0	0	1	0	---	---	---	---
84	0	0	1	0	---	---	---	---
85	0	0	1	0	---	---	---	---
86	0	0	0	0	---	---	---	---
87	0	0	1	0	---	---	---	---
88	0	0	0	1	---	---	---	---
89	0	0	0	1	---	---	---	---
90	0	1	0	0	---	---	---	---
91	0	1	0	0	---	---	---	---
92	0	1	0	0	---	---	---	---
93	0	1	0	0	---	---	---	---
94	0	1	0	0	---	---	---	---
95	0	0	1	0	---	---	---	---
96	0	0	1	0	---	---	---	---
97	0	0	1	0	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 147. Continuación del Apéndice C 146.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
98	0	0	1	0	---	---	---	---
99	0	0	1	0	---	---	---	---
100	0	0	1	0	---	---	---	---
101	0	0	1	0	---	---	---	---
102	0	0	1	0	---	---	---	---
103	0	0	0	1	---	---	---	---
104	0	0	1	0	---	---	---	---
105	0	0	1	0	---	---	---	---
106	0	0	0	1	---	---	---	---
107	0	0	0	1	---	---	---	---
108	0	0	0	1	---	---	---	---
109	0	0	0	1	---	---	---	---
110	0	0	0	1	---	---	---	---
111	0	0	0	1	---	---	---	---
112	0	0	0	1	---	---	---	---
113	0	0	1	0	---	---	---	---
114	0	0	1	0	---	---	---	---
115	0	0	1	0	---	---	---	---
116	0	0	1	0	---	---	---	---
117	0	0	1	0	---	---	---	---
118	0	0	1	0	---	---	---	---
119	0	0	1	0	---	---	---	---
120	0	0	1	0	---	---	---	---
121	0	0	1	0	---	---	---	---
122	0	0	0	1	---	---	---	---
123	0	0	1	0	---	---	---	---
124	0	0	1	0	---	---	---	---
125	0	0	1	0	---	---	---	---
126	0	0	1	0	---	---	---	---
127	0	0	1	0	---	---	---	---
128	0	0	1	0	---	---	---	---
129	0	0	1	0	---	---	---	---
130	0	0	0	1	---	---	---	---
131	0	0	1	0	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 148. Continuación del Apéndice C 147.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
132	0	0	1	0	---	---	---	---
133	0	0	1	0	---	---	---	---
134	0	0	0	1	---	---	---	---
135	0	0	1	0	---	---	---	---
136	0	0	1	0	---	---	---	---
137	0	0	1	0	---	---	---	---
138	0	0	1	0	---	---	---	---
139	0	0	1	0	---	---	---	---
140	0	0	1	0	---	---	---	---
141	0	0	0	1	---	---	---	---
142	0	0	0	1	---	---	---	---
143	0	0	0	1	---	---	---	---
144	0	0	0	1	---	---	---	---
145	0	0	0	1	---	---	---	---
146	0	0	1	0	---	---	---	---
147	0	0	1	0	---	---	---	---
148	0	0	1	0	---	---	---	---
149	0	0	1	0	---	---	---	---
150	0	0	1	0	---	---	---	---
151	0	0	0	1	---	---	---	---
152	0	0	0	1	---	---	---	---
153	0	0	0	1	---	---	---	---
154	0	0	1	0	---	---	---	---
155	0	0	1	0	---	---	---	---
156	0	0	1	0	---	---	---	---
157	0	0	1	0	---	---	---	---
158	0	0	1	0	---	---	---	---
159	0	0	0	1	---	---	---	---
160	0	0	0	1	---	---	---	---
161	0	0	1	0	---	---	---	---
162	0	0	1	0	---	---	---	---
163	0	0	1	0	---	---	---	---
164	0	0	1	0	---	---	---	---
165	0	0	1	0	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 149. Continuación del Apéndice C 148.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
166	0	0	1	0	---	---	---	---
167	0	0	1	0	---	---	---	---
168	0	0	1	0	---	---	---	---
169	0	0	0	1	---	---	---	---
170	0	0	0	1	---	---	---	---
171	0	0	0	1	---	---	---	---
172	0	0	0	1	---	---	---	---
173	0	0	0	1	---	---	---	---
174	0	0	0	1	---	---	---	---
175	0	0	0	1	---	---	---	---
176	0	0	0	1	---	---	---	---
177	0	0	0	1	---	---	---	---
178	0	0	0	1	---	---	---	---
179	0	0	0	1	---	---	---	---
180	0	0	0	1	---	---	---	---
181	0	0	0	1	---	---	---	---
182	0	0	0	1	---	---	---	---
183	0	0	0	1	---	---	---	---
184	0	0	0	1	---	---	---	---
185	1	0	0	0	---	---	---	---
186	1	0	0	0	---	---	---	---
187	1	0	0	0	---	---	---	---
188	1	0	0	0	---	---	---	---
189	1	0	0	0	---	---	---	---
190	1	0	0	0	---	---	---	---
191	1	0	0	0	---	---	---	---
192	1	0	0	0	---	---	---	---
193	1	0	0	0	---	---	---	---
194	1	0	0	0	---	---	---	---
195	0	0	0	1	---	---	---	---
196	0	0	0	1	---	---	---	---
197	0	0	0	1	---	---	---	---
198	1	0	0	0	---	---	---	---
199	1	0	0	0	---	---	---	---

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 150. Continuación del Apéndice C 149.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
200	1	0	0	0	---	---	---	---
201	1	0	0	0	---	---	---	---
202	1	0	0	0	---	---	---	---
203	1	0	0	0	---	---	---	---
204	1	0	0	0	---	---	---	---
205	1	0	0	0	---	---	---	---
206	1	0	0	0	---	---	---	---
207	1	0	0	0	---	---	---	---
208	1	0	0	0	---	---	---	---
209	1	0	0	0	---	---	---	---
210	1	0	0	0	---	---	---	---
211	0	0	1	0	0	1	0	0
212	0	0	1	0	0	1	0	0
213	0	0	1	0	0	1	0	0
214	0	0	1	0	0	1	0	0
215	0	0	1	0	0	1	0	0
216	0	0	1	0	0	1	0	0
217	0	0	1	0	0	1	0	0
218	0	0	1	0	0	1	0	0
219	0	0	1	0	0	1	0	0
220	0	0	1	0	0	1	0	0
221	0	0	1	0	0	1	0	0
222	0	0	1	0	0	1	0	0
223	0	0	1	0	0	0	0	1
224	0	0	1	0	0	0	0	1
225	0	0	1	0	0	0	0	1
226	0	0	1	0	0	1	0	0
227	0	0	0	1	0	1	0	0
228	0	0	0	1	0	1	0	0
229	0	0	0	1	0	1	0	0
230	0	0	0	1	0	1	0	0
231	0	0	1	0	0	1	0	0
232	0	0	1	0	0	1	0	0
233	0	0		1	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 151. Continuación del Apéndice C 150.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
234	0	0	1	0	0	1	0	0
235	0	0	1	0	0	1	0	0
236	0	0	1	0	0	1	0	0
237	0	0	1	0	0	1	0	0
238	0	0	1	0	0	1	0	0
239	0	0	1	0	0	1	0	0
240	0	0	0	1	0	1	0	0
241	0	0	0	1	0	1	0	0
242	0	0	0	1	0	1	0	0
243	0	0	0	1	0	1	0	0
244	0	0	0	1	0	0	0	1
245	0	0	0	1	0	1	0	0
246	0	0	0	1	0	1	0	0
247	0	0	0	1	0	1	0	0
248	0	0	0	1	0	1	0	0
249	0	0	0	1	0	1	0	0
250	0	1	0	0	0	1	0	0
251	0	0	0	1	0	1	0	0
252	0	0	0	1	0	1	0	0
253	0	0	0	1	0	1	0	0
254	0	0	0	1	0	1	0	0
255	0	0	0	1	0	1	0	0
256	0	0	0	1	0	1	0	0
257	0	0	0	1	0	1	0	0
258	0	0	0	1	0	0	0	0
259	0	0	0	1	0	0	0	0
260	0	0	0	1	0	0	0	0
261	0	0	0	1	0	0	0	0
262	0	0	0	1	0	0	0	0
263	0	0	0	1	0	0	0	0
264	0	0	0	1	0	0	0	0
265	0	0	0	1	0	0	0	0
266	0	0	0	1	0	0	0	0
267	0	0	0	1	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 152. Continuación del Apéndice C 151.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
268	0	0	1	0	0	1	0	0
269	0	0	1	0	0	1	0	0
270	0	0	1	0	0	1	0	0
271	0	0	1	0	0	1	0	0
272	0	0	1	0	0	1	0	0
273	0	0	1	0	0	1	0	0
274	0	0	1	0	0	1	0	0
275	0	0	1	0	0	1	0	0
276	0	0	1	0	0	1	0	0
277	0	0	1	0	0	1	0	0
278	0	0	1	0	0	1	0	0
279	0	0	1	0	0	1	0	0
280	0	0	0	1	0	1	0	0
281	0	0	0	1	0	1	0	0
282	0	0	0	1	0	1	0	0
283	0	0	1	-1	0	1	0	0
284	0	0	0	1	0	1	0	0
285	0	0	0	1	0	1	0	0
286	0	0	0	1	0	1	0	0
287	0	0	1	0	0	1	0	0
288	0	0	1	0	0	1	0	0
289	0	0	0	1	0	1	0	0
290	0	0	0	1	0	1	0	0
291	0	0	0	1	0	1	0	0
292	0	0	0	1	0	1	0	0
293	0	0	1	0	0	1	0	0
294	0	0	1	0	0	1	0	0
295	0	0	0	1	0	1	0	0
296	0	0	1	0	0	1	0	0
297	0	0	1	0	0	1	0	0
298	0	0	1	0	0	1	0	0
299	0	0	1	0	0	1	0	0
300	0	0	1	0	0	1	0	0
301	0	0	1	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 153. Continuación del Apéndice C 152.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
302	0	0	0	1	0	1	0	0
303	0	0	0	1	0	1	0	0
304	0	0	0	1	0	1	0	0
305	0	0	0	1	0	1	0	0
306	0	0	0	1	0	0	0	1
307	0	0	0	1	0	1	0	0
308	0	0	0	1	0	1	0	0
309	0	0	0	1	0	1	0	0
310	0	0	0	1	0	1	0	0
311	0	0	0	1	0	1	0	0
312	0	1	0	0	0	1	0	0
313	0	0	0	1	0	1	0	0
314	0	0	0	1	0	1	0	0
315	0	0	0	1	0	1	0	0
316	0	0	0	1	0	1	0	0
317	0	0	0	1	0	1	0	0
318	0	0	0	1	0	1	0	0
319	0	0	0	1	0	1	0	0
320	0	0	0	1	0	0	0	1
321	0	0	0	1	0	0	0	1
322	0	0	0	1	0	0	0	1
323	0	0	0	1	0	0	0	1
324	0	0	0	1	0	0	0	1
325	0	0	0	1	0	0	0	1
326	0	0	0	1	0	0	0	1
327	0	0	0	1	0	0	0	1
328	0	0	0	1	0	0	0	1
329	0	0	0	1	0	0	0	1
330	0	0	1	0	0	1	0	0
331	0	0	1	0	0	1	0	0
332	0	0	1	0	0	1	0	0
333	0	0	1	0	0	1	0	0
334	0	0	1	0	0	1	0	0
335	0	0	1	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 154. Continuación del Apéndice C 153.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4	Ac1	Ac2	Ac3	Ac4
336	0	0	1	0	0	1	0	0
337	0	0	1	0	0	1	0	0
338	0	0	1	0	0	1	0	0
339	0	0	1	0	0	1	0	0
340	0	0	1	0	0	1	0	0
341	0	0	1	0	0	1	0	0
342	0	0	0	1	0	1	0	0
343	0	0	0	1	0	1	0	0
344	0	0	0	1	0	1	0	0
345	0	0	1	0	0	1	0	0
346	0	0	0	1	0	1	0	0
347	0	0	0	1	0	1	0	0
348	0	0	0	1	0	1	0	0
349	0	0	1	0	0	1	0	0
350	0	0	0	1	0	1	0	0
351	0	0	0	1	0	1	0	0
352	0	0	1	0	0	1	0	0
353	0	0	1	0	0	1	0	0
354	0	0	1	0	0	1	0	0
355	0	0	1	0	0	1	0	0
356	0	0	1	0	0	1	0	0
357	0	0	1	0	0	1	0	0
358	0	0	1	0	0	1	0	0
359	0	0	1	0	0	1	0	0
360	0	0	1	0	0	1	0	0
361	0	0	1	0	0	1	0	0
362	0	0	1	0	0	1	0	0
363	0	0	1	0	0	1	0	0
364	0	0	1	0	0	1	0	0
365	0	0	1	0	0	1	0	0
366	0	0	1	0	0	1	0	0
367	0	0	0	0	0	1	0	0
Suma	37	38	155	134	0	132	0	15
%	10.2%	10.4%	42.6%	36.8%	0.0%	89.8%	0.0%	10.2%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 155. Medición de la productividad por medio de la técnica Work Sampling, para la actividad 3.2 Tensión de cables.

Medición de Productividad para el tensado de cables						
Intervalo de medición:		6 segundos	Video:	13. 20140805_131143	Fecha:	05-ago
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones		
1	2	1	1	Colocando gato, esperando		
2	2	1	1	Esperando, tensando		
3	2	1	1	Esperando, tensando		
4	2	1	1	Quitando gato, esperando		
5	2	1	1	Esperando, tensando		
6	2	1	1	Esperando, tensando		
7	2	1	1	Esperando, tensando		
8	2	1	1	Esperando, tensando		
9	2	1	1	Esperando, tensando		
10	2	1	1	Esperando, tensando		
11	2	1	1	Quitando gato, esperando		
12	2	1	1	Quitando gato, esperando		
13	2	1	1	Colocando gato, esperando		
14	2	1	1	Colocando gato, esperando		
15	2	1	1	Esperando, tensando		
16	2	1	1	Esperando, tensando		
17	2	1	1	Esperando, tensando		
18	2	1	1	Esperando, tensando		
19	2	1	1	Esperando, tensando		
20	2	1	1	Esperando, tensando		
21	2	1	1	Quitando gato, esperando		
22	2	1	1	Quitando gato, esperando		
23	2	1	1	Colocando gato, esperando		
24	2	1	1	Colocando gato, esperando		
25	2	1	1	Esperando, tensando		
26	2	1	1	Esperando, tensando		
27	2	1	1	Esperando, tensando		
28	2	1	1	Esperando, tensando		
29	2	1	1	Esperando, tensando		
30	2	1	1	Esperando, tensando		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 156. Continuación del Apéndice C 155.

31	2	1	1	Quitando gato, esperando
32	2	1	1	Colocando gato, esperando
33	2	1	1	Esperando, tensando
34	2	1	1	Esperando, tensando
35	2	1	1	Esperando, tensando
36	2	1	1	Esperando, tensando
37	2	1	1	Esperando, tensando
38	2	1	1	Esperando, tensando
39	2	1	1	Esperando, tensando
40	2	1	1	Esperando, tensando
41	2	0	2	Hablando
42	2	0	2	Moviendose
43	2	0	2	Moviendose
44	2	0	2	Moviendose
45	2	0	2	Moviendose
46	2	1	1	Esperando, tensando
47	2	1	1	Esperando, tensando
48	2	1	1	Esperando, tensando
49	2	1	1	Esperando, tensando
50	2	1	1	Hablando
51	2	1	1	Hablando
52	2	1	1	Hablando
53	2	1	1	Hablando
54	2	1	1	Hablando
55	2	1	1	Quitando gato, esperando
56	2	1	1	Colocando gato, esperando
57	2	1	1	Colocando gato, esperando
58	2	1	1	Esperando, tensando
59	2	1	1	Esperando, tensando
60	2	1	1	Esperando, tensando
61	2	1	1	Esperando, tensando
62	2	1	1	Esperando, tensando
63	2	1	1	Quitando gato, esperando
64	2	1	1	Quitando gato, esperando
65	2	1	1	Colocando gato, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 157. Continuación del Apéndice C 156.

66	2	1	1	Esperando, tensando
67	2	1	1	Esperando, tensando
68	2	1	1	Esperando, tensando
69	2	1	1	Esperando, tensando
70	2	1	1	Colocando gato, esperando
71	2	1	1	Colocando gato, esperando
72	2	1	1	Colocando gato, esperando
73	2	1	1	Limpiando gato, esperando
74	2	1	1	Limpiando gato, esperando
75	2	1	1	Limpiando gato, esperando
76	2	1	1	Colocando gato, esperando
77	2	1	1	Esperando, tensando
78	2	1	1	Esperando, tensando
79	2	1	1	Esperando, tensando
80	2	1	1	Esperando, tensando
81	2	1	1	Esperando, tensando
82	2	1	1	Esperando, tensando
83	2	1	1	Esperando, tensando
84	2	1	1	Colocando gato, esperando
85	2	1	1	Esperando, tensando
86	2	1	1	Esperando, tensando
87	2	1	1	Esperando, tensando
88	2	1	1	Esperando, tensando
89	2	1	1	Esperando, tensando
90	2	1	1	Esperando, tensando
91	2	1	1	Quitando gato, esperando
92	2	1	1	Colocando gato, esperando
93	2	1	1	Esperando, tensando
94	2	1	1	Esperando, tensando
95	2	1	1	Esperando, tensando
96	2	1	1	Esperando, tensando
97	2	1	1	Esperando, tensando
98	2	1	1	Esperando, tensando
99	2	1	1	Esperando, tensando
100	2	1	1	Colocando gato, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 158. Continuación del Apéndice C 157.

101	2	1	1	Esperando, tensando
102	2	1	1	Esperando, tensando
103	2	1	1	Esperando, tensando
104	2	1	1	Esperando, tensando
105	2	1	1	Esperando, tensando
106	2	1	1	Esperando, tensando
107	2	1	1	Esperando, tensando
108	2	1	1	Quitando gato, esperando
109	2	0	2	Moviendose
110	2	1	1	Colocando gato, esperando
111	2	1	1	Esperando, tensando
112	2	1	1	Esperando, tensando
113	2	1	1	Esperando, tensando
114	2	1	1	Esperando, tensando
115	2	1	1	Esperando, tensando
116	2	1	1	Esperando, tensando
117	2	1	1	Esperando, tensando
118	2	1	1	Esperando, tensando
119	2	1	1	Quitando gato, esperando
120	2	1	1	Esperando, tensando
121	2	1	1	Esperando, tensando
122	2	1	1	Esperando, tensando
123	2	1	1	Esperando, tensando
124	2	1	1	Esperando, tensando
125	2	1	1	Colocando gato, esperando
126	2	1	1	Colocando gato, esperando
127	2	0	2	Esperando, hablando
128	2	0	2	Esperando gente pasando
129	2	1	1	Esperando, tensando
130	2	1	1	Esperando, tensando
131	2	1	1	Esperando, tensando
132	2	1	1	Esperando, tensando
133	2	1	1	Esperando, tensando
134	2	1	1	Esperando, tensando
135	2	0	2	Esperando gente pasando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 159. Continuación del Apéndice C 158.

136	2	0	2	Esperando gente pasando
137	2	1	1	Colocando gato, esperando
138	2	1	1	Colocando gato, esperando
139	2	1	1	Colocando gato, esperando
140	2	1	1	Esperando, tensando
141	2	1	1	Esperando, tensando
142	2	1	1	Esperando, tensando
143	2	1	1	Esperando, tensando
144	2	1	1	Esperando, tensando
145	2	1	1	Esperando, tensando
146	2	1	1	Esperando, tensando
147	2	1	1	Esperando, tensando
148	2	1	1	Esperando, tensando
149	2	1	1	Esperando, tensando
150	2	1	1	Esperando, tensando
151	2	1	1	Esperando, tensando
152	2	0	2	Problemas seguridad
153	2	0	2	Problemas seguridad
154	2	0	2	Problemas seguridad
155	2	0	2	Problemas seguridad
156	2	0	2	Problemas seguridad
157	2	0	2	Problemas seguridad
158	2	0	2	Problemas seguridad
159	2	0	2	Problemas seguridad
160	2	0	2	Problemas seguridad
161	2	0	2	Problemas seguridad
162	2	0	2	Problemas seguridad
163	2	0	2	Problemas seguridad
164	2	0	2	Problemas seguridad
165	2	0	2	Problemas seguridad
166	2	0	2	Problemas seguridad
167	2	0	2	Problemas seguridad
168	2	0	2	Moviendose
169	2	0	2	Moviendose
170	2	0	2	Moviendose

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 160. Continuación del Apéndice C 159.

171	2	0	2	Moviendose
172	2	0	2	Moviendose
173	2	0	2	Moviendose
174	2	0	2	Moviendose
175	2	0	2	Moviendose
176	2	0	2	Moviendose
177	2	0	2	Moviendose
178	2	0	2	Moviendose
179	2	0	2	Moviendose
180	2	0	2	Moviendose
181	2	1	1	Colocando gato, esperando
182	2	1	1	Colocando gato, esperando
183	2	1	1	Esperando, tensando
184	2	1	1	Esperando, tensando
185	2	1	1	Esperando, tensando
186	2	1	1	Esperando, tensando
187	2	1	1	Esperando, tensando
188	2	1	1	Esperando, tensando
189	2	1	1	Esperando, tensando
190	2	0	2	Hablando
191	2	1	1	Esperando, tensando
192	2	1	1	Esperando, tensando
193	2	1	1	Esperando, tensando
194	2	1	1	Esperando, tensando
195	2	1	1	Colocando gato, esperando
196	2	1	1	Colocando gato, esperando
197	2	1	1	Esperando, tensando
198	2	1	1	Esperando, tensando
199	2	1	1	Esperando, tensando
200	2	1	1	Esperando, tensando
201	2	1	1	Esperando, tensando
202	2	1	1	Esperando, tensando
203	2	1	1	Colocando gato, esperando
204	2	1	1	Colocando gato, esperando
205	2	1	1	Esperando, tensando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 161. Continuación del Apéndice C 160.

206	2	1	1	Esperando, tensando
207	2	1	1	Esperando, tensando
208	2	1	1	Esperando, tensando
209	2	1	1	Esperando, tensando
210	2	1	1	Esperando, tensando
211	2	1	1	Colocando gato, esperando
212	2	1	1	Colocando gato, esperando
213	2	1	1	Esperando, tensando
214	2	1	1	Esperando, tensando
215	2	1	1	Esperando, tensando
216	2	1	1	Esperando, tensando
217	2	1	1	Esperando, tensando
218	2	1	1	Quitando gato, esperando
Suma	436	178	258	
Porcentaje de productividad		40.83%	59.17%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 162. Medición de la productividad por medio de la técnica Five Minutes Rating, para la actividad 3.2. Tensión de cables.

Productividad con Five Minutes Rating para el tensado de cables						
Intervalo de medición:	6 segundos	Video:		13. 20140805_131143	Fecha: 05-ago	
N° de Observación	N° Personas (cuadrilla)	Trabajador 1		Trabajador 2		Observaciones
		P	NP	P	NP	
1	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
2	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
3	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
4	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
5	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
6	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
7	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
8	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
9	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
10	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
11	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
12	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
13	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
14	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
15	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
16	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
17	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
18	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
19	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
20	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
21	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
22	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
23	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
24	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
25	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
26	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
27	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
28	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
29	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
30	2	0	1	1	0	Esperando, tensando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 163. Continuación del Apéndice C 162.

31	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
32	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
33	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
34	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
35	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
36	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
37	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
38	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
39	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
40	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
41	2	0	1	0	1	Hablando
42	2	0	1	0	1	Moviendose
43	2	0	1	0	1	Moviendose
44	2	0	1	0	1	Moviendose
45	2	0	1	0	1	Moviendose
46	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
47	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
48	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
49	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
50	2	0	1	0	1	Hablando
51	2	0	1	0	1	Hablando
52	2	0	1	0	1	Hablando
53	2	0	1	0	1	Hablando
54	2	0	1	0	1	Hablando
55	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
56	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
57	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
58	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
59	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
60	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
61	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
62	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
63	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
64	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
65	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 164. Continuación del Apéndice C 163.

66	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
67	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
68	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
69	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
70	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
71	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
72	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
73	2	1	0	0	1	Limpiando gato, esperando
74	2	1	0	0	1	Limpiando gato, esperando
75	2	1	0	0	1	Limpiando gato, esperando
76	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
77	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
78	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
79	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
80	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
81	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
82	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
83	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
84	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
85	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
86	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
87	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
88	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
89	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
90	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
91	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
92	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
93	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
94	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
95	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
96	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
97	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
98	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
99	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
100	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 165. Continuación del Apéndice C 164.

101	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
102	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
103	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
104	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
105	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
106	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
107	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
108	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
109	2	0	1	0	1	Moviendose
110	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
111	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
112	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
113	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
114	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
115	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
116	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
117	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
118	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
119	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
120	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
121	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
122	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
123	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
124	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
125	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
126	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
127	2	0	1	1	0	Esperando, hablando
128	2	0	1	1	0	Esperando gente pasando
129	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
130	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
131	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
132	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
133	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
134	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
135	2	0	1	0	1	Esperando gente pasando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 166. Continuación del Apéndice C 165.

136	2	0	1	0	1	Esperando gente pasando
137	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
138	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
139	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
140	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
141	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
142	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
143	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
144	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
145	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
146	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
147	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
148	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
149	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
150	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
151	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
152	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
153	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
154	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
155	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
156	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
157	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
158	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
159	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
160	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
161	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
162	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
163	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
164	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
165	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
166	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
167	2	0	1	0	1	Problemas seguridad
168	2	0	1	0	1	Moviendose
169	2	0	1	0	1	Moviendose
170	2	0	1	0	1	Moviendose

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 167. Continuación del Apéndice C 166.

171	2	0	1	0	1	Moviendose
172	2	0	1	0	1	Moviendose
173	2	0	1	0	1	Moviendose
174	2	0	1	0	1	Moviendose
175	2	0	1	0	1	Moviendose
176	2	0	1	0	1	Moviendose
177	2	0	1	0	1	Moviendose
178	2	0	1	0	1	Moviendose
179	2	0	1	0	1	Moviendose
180	2	0	1	0	1	Moviendose
181	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
182	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
183	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
184	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
185	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
186	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
187	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
188	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
189	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
190	2	0	1	0	1	Hablando
191	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
192	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
193	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
194	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
195	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
196	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
197	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
198	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
199	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
200	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
201	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
202	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
203	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
204	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
205	2	0	1	1	0	Esperando, tensando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 168. Continuación del Apéndice C 167.

206	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
207	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
208	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
209	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
210	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
211	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
212	2	1	0	0	1	Colocando gato, esperando
213	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
214	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
215	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
216	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
217	2	0	1	1	0	Esperando, tensando
218	2	1	0	0	1	Quitando gato, esperando
Suma		46	172	129	89	
Porcentaje de productividad		21.1%	78.9%	59.2%	40.8%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 169. Medición de la productividad por medio de la técnica Crew Balance, para la actividad 3.2 Tensión de cables.

Medición de Productividad con Crew Balance para el tensado de cables						
Intervalo de medición:		6 segundos		Video:		13. 20140805_131143
				Fecha:		05-ago
N° de Observación	Trabajador 1			Trabajador 2		
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
1	1	0	0	0	0	1
2	0	0	1	0	1	0
3	0	0	1	0	1	0
4	1	0	0	0	0	1
5	0	0	1	0	1	0
6	0	0	1	0	1	0
7	0	0	1	0	1	0
8	0	0	1	0	1	0
9	0	0	1	0	1	0
10	0	0	1	0	1	0
11	1	0	0	0	0	1
12	1	0	0	0	0	1
13	1	0	0	0	0	1
14	1	0	1	0	1	1
15	0	0	1	0	1	0
16	0	0	1	0	1	0
17	0	0	1	0	1	0
18	0	0	1	0	1	0
19	0	0	1	0	1	0
20	0	0	1	0	1	0
21	1	0	0	0	0	1
22	1	0	0	0	0	1
23	1	0	0	0	0	1
24	1	0	0	0	0	1
25	0	0	1	0	1	0
26	0	0	1	0	1	0
27	0	0	1	0	1	0
28	0	0	1	0	1	0
29	0	0	1	0	1	0
30	0	0	1	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 170. Continuación del Apéndice C 169.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
31	1	0	0	0	0	1
32	0	0	0	0	0	1
33	0	0	1	0	1	0
34	0	0	1	0	1	0
35	0	0	1	0	1	0
36	0	0	1	0	1	0
37	0	0	1	0	1	0
38	0	0	1	0	1	0
39	0	0	1	0	1	0
40	0	0	1	0	1	0
41	0	0	0	0	0	1
42	0	0	0	0	0	1
43	0	0	0	0	0	1
44	0	0	0	0	0	1
45	0	0	0	0	0	1
46	0	0	1	0	1	0
47	0	0	1	0	1	0
48	0	0	1	0	1	0
49	0	0	1	0	1	0
50	0	0	0	0	0	1
51	0	0	0	0	0	1
52	0	0	0	0	0	1
53	0	0	0	0	0	1
54	0	0	0	0	0	1
55	1	0	0	0	0	1
56	1	0	0	0	0	1
57	1	0	0	0	0	1
58	0	0	1	0	1	0
59	0	0	1	0	1	0
60	0	0	1	0	1	0
61	0	0	1	0	1	0
62	0	0	1	0	1	0
63	1	0	0	0	0	1
64	1	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 171. Continuación del Apéndice C 170.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
65	1	0	0	0	0	1
66	0	0	1	0	1	0
67	0	0	1	0	1	0
68	0	0	1	0	1	0
69	0	0	1	0	1	0
70	1	0	0	0	0	1
71	1	0	0	0	0	1
72	1	0	0	0	0	1
73	1	0	0	0	0	1
74	1	0	0	0	0	1
75	1	0	0	0	0	1
76	1	0	0	0	0	1
77	0	0	1	0	1	0
78	0	0	1	0	1	0
79	0	0	1	0	1	0
80	0	0	1	0	1	0
81	0	0	1	0	1	0
82	0	0	1	0	1	0
83	0	0	1	0	1	0
84	1	0	0	0	0	1
85	0	0	1	0	1	0
86	0	0	1	0	1	0
87	0	0	1	0	1	0
88	0	0	1	0	1	0
89	0	0	1	0	1	0
90	0	0	1	0	1	0
91	1	0	0	0	0	1
92	1	0	0	0	0	1
93	0	0	1	0	1	0
94	0	0	1	0	1	0
95	0	0	1	0	1	0
96	0	0	1	0	1	0
97	0	0	1	0	1	0
98	0	0	1	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 172. Continuación del Apéndice C 171.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
99	0	0	1	0	1	0
100	1	0	0	0	0	1
101	0	0	1	0	1	0
102	0	0	1	0	1	0
103	0	0	1	0	1	0
104	0	0	1	0	1	0
105	0	0	1	0	1	0
106	0	0	1	0	1	0
107	0	0	1	0	1	0
108	1	0	0	0	0	1
109	0	0	0	0	0	1
110	1	0	0	0	0	1
111	0	0	1	0	1	0
112	0	0	1	0	1	0
113	0	0	1	0	1	0
114	0	0	1	0	1	0
115	0	0	1	0	1	0
116	0	0	1	0	1	0
117	0	0	1	0	1	0
118	0	0	1	0	1	0
119	1	0	0	0	0	1
120	0	0	1	0	1	0
121	0	0	1	0	1	0
122	0	0	1	0	1	0
123	0	0	1	0	1	0
124	0	0	1	0	1	0
125	1	0	0	0	0	1
126	1	0	0	0	0	1
127	1	0	0	0	0	1
128	1	0	0	0	0	1
129	0	0	1	0	1	0
130	0	0	1	0	1	0
131	0	0	1	0	1	0
132	0	0	1	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 173. Continuación del Apéndice C 172.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
133	0	0	1	0	1	0
134	0	0	1	0	1	0
135	1	0	0	0	0	1
136	1	0	0	0	0	1
137	1	0	0	0	0	1
138	1	0	0	0	0	1
139	1	0	0	0	0	1
140	0	0	1	0	1	0
141	0	0	1	0	1	0
142	0	0	1	0	1	0
143	0	0	1	0	1	0
144	0	0	1	0	1	0
145	0	0	1	0	1	0
146	0	0	1	0	1	0
147	0	0	1	0	1	0
148	0	0	1	0	1	0
149	0	0	1	0	1	0
150	0	0	1	0	1	0
151	0	0	1	0	1	0
152	0	0	1	0	0	1
153	0	0	1	0	0	1
154	0	0	1	0	0	1
155	0	0	1	0	0	1
156	0	0	1	0	0	1
157	0	0	1	0	0	1
158	0	0	1	0	0	1
159	0	0	1	0	0	1
160	0	0	1	0	0	1
161	0	0	1	0	0	1
162	0	0	1	0	0	1
163	0	0	1	0	0	1
164	0	0	1	0	0	1
165	0	0	1	0	0	1
166	0	0	1	0	0	1

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 174. Continuación del Apéndice C 173.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
167	0	0	1	0	0	1
168	0	0	1	0	0	1
169	0	0	1	0	0	1
170	0	0	1	0	0	1
171	0	0	1	0	0	1
172	0	0	1	0	0	1
173	0	0	1	0	0	1
174	0	0	1	0	0	1
175	0	0	1	0	0	1
176	0	0	1	0	0	1
177	0	0	1	0	0	1
178	0	0	1	0	0	1
179	0	0	1	0	0	1
180	0	0	1	0	0	1
181	1	0	0	0	0	1
182	1	0	0	0	0	1
183	0	0	1	0	1	0
184	0	0	1	0	1	0
185	0	0	1	0	1	0
186	0	0	1	0	1	0
187	0	0	1	0	1	0
188	0	0	1	0	1	0
189	0	0	1	0	1	0
190	0	0	0	0	0	1
191	0	0	1	0	1	0
192	0	0	1	0	1	0
193	0	0	1	0	1	0
194	0	0	1	0	1	0
195	1	0	0	0	0	1
196	1	0	0	0	0	1
197	0	0	1	0	1	0
198	0	0	1	0	1	0
199	0	0	1	0	1	0
200	0	0	1	0	1	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 175. Continuación del Apéndice C 174.

	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3
201	0	0	1	0	1	0
202	0	0	1	0	1	0
203	1	0	0	0	0	1
204	1	0	0	0	0	1
205	0	0	1	0	1	0
206	0	0	1	0	1	0
207	0	0	1	0	1	0
208	0	0	1	0	1	0
209	0	0	1	0	1	0
210	0	0	1	0	1	0
211	1	0	0	0	0	1
212	1	0	0	0	0	1
213	0	0	1	0	1	0
214	0	0	1	0	1	0
215	0	0	1	0	1	0
216	0	0	1	0	1	0
217	0	0	1	0	1	0
218	1	0	0	0	0	1
Suma	49	0	157	0	128	91
%	23.8%	0.0%	76.2%	0.0%	58.4%	41.6%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 176. Medición de la productividad por medio de la técnica Work Sampling, para la actividad 3.3. Corte de cables.

Medición de Productividad para el corte de cables						
Intervalo de medición:		6 segundos	Video:	14. 20140919_081240 y 15. 20140919_082337	Fecha:	19-sep
N° Observación	N° Personas	Productivo	No Productivo	Observaciones		
1	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
2	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
3	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
4	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
5	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
6	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
7	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
8	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
9	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
10	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
11	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
12	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
13	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
14	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
15	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
16	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
17	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
18	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
19	3	2	1	Cortando, maquina, observando		
20	3	0	3	Moviendose		
21	3	1	2	Tapones, esperando, esperando		
22	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
23	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
24	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
25	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
26	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
27	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
28	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
29	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 177. Continuación del Apéndice C 176.

30	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando
31	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando
32	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando
33	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando
34	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando
35	3	1	2	Observando, moviendo equipo, observando
36	3	2	1	Tapones, moviendo equipo, observando
37	3	3	0	Tapones, maquina, cortando
38	3	3	0	Tapones, maquina, cortando
39	3	3	0	Tapones, maquina, cortando
40	3	3	0	Tapones, maquina, cortando
41	3	3	0	Tapones, maquina, cortando
42	3	3	0	Tapones, maquina, cortando
43	3	2	1	Observando, maquina, cortando
44	3	2	1	Observando, maquina, cortando
45	3	2	1	Observando, maquina, cortando
46	3	2	1	Observando, maquina, cortando
47	3	2	1	Observando, maquina, cortando
48	3	2	1	Observando, maquina, cortando
49	3	2	1	Observando, maquina, cortando
50	3	2	1	Observando, maquina, cortando
51	3	2	1	Observando, maquina, cortando
52	3	2	1	Observando, maquina, cortando
53	3	2	1	Observando, maquina, cortando
54	3	2	1	Observando, maquina, cortando
55	3	2	1	Observando, maquina, cortando
56	3	2	1	Observando, maquina, cortando
57	3	3	0	Cola sobrante, maquina, cortando
58	3	3	0	Cola sobrante, maquina, cortando
59	3	2	1	Observando, maquina, cortando
60	3	2	1	Observando, maquina, cortando
61	3	2	1	Observando, maquina, cortando
62	3	2	1	Observando, maquina, cortando
63	3	2	1	Observando, maquina, cortando
64	3	2	1	Observando, maquina, cortando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 178. Continuación del Apéndice C 177.

65	3	3	0	Cola sobrante, maquina, cortando
66	3	2	1	Observando, maquina, cortando
67	3	3	0	Cola sobrante, maquina, cortando
68	3	0	3	Observando
69	3	0	3	Observando
70	3	0	3	Observando
71	3	0	3	Observando
72	3	0	3	Observando
73	3	0	3	Observando
74	3	2	1	Observando, maquina, cortando
75	3	1	2	Observando, plataforma, observando
76	3	1	2	Observando, plataforma, observando
77	3	3	0	Plataforma
78	3	3	0	Plataforma
79	3	3	0	Plataforma
80	3	3	0	Plataforma
81	3	3	0	Plataforma
82	3	3	0	Plataforma
83	3	3	0	Plataforma
84	3	3	0	Plataforma
85	3	3	0	Plataforma
86	3	3	0	Plataforma
87	3	3	0	Plataforma
88	3	0	3	Moviendose, observando, moviendose
89	3	0	3	Moviendose, observando, moviendose
90	3	0	3	Moviendose, observando, moviendose
91	3	0	3	Moviendose, observando, moviendose
92	3	0	3	Asegurandose, pasando equipo, recibendolo
93	3	0	3	Asegurandose, observando, recibendolo
94	3	1	2	Observando, moviendose, colocando cortadora
95	3	1	2	Observando, moviendose, colocando cortadora
96	3	1	2	Observando, moviendose, colocando cortadora
97	3	1	2	Observando, moviendose, colocando cortadora
98	3	1	2	Observando, moviendose, colocando cortadora
99	3	2	1	Observando, maquina, cortando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 179. Continuación del Apéndice C 178.

100	3	2	1	Observando, maquina, cortando
101	3	2	1	Observando, maquina, cortando
102	3	2	1	Observando, maquina, cortando
103	3	2	1	Observando, maquina, cortando
104	3	2	1	Observando, maquina, cortando
105	3	2	1	Observando, maquina, cortando
106	3	2	1	Observando, maquina, cortando
107	3	3	0	Cola cable, maquina, cortando
108	3	2	1	Observando, maquina, cortando
109	3	2	1	Observando, maquina, cortando
110	3	2	1	Observando, maquina, cortando
111	3	2	1	Observando, maquina, cortando
112	3	2	1	Observando, maquina, cortando
113	3	2	1	Observando, maquina, cortando
114	3	2	1	Observando, maquina, cortando
115	3	2	1	Observando, maquina, cortando
116	3	2	1	Observando, maquina, cortando
117	3	2	1	Observando, maquina, cortando
118	3	2	1	Observando, maquina, cortando
119	3	2	1	Observando, maquina, cortando
120	3	2	1	Observando, maquina, cortando
121	3	2	1	Observando, maquina, cortando
122	3	2	1	Observando, maquina, cortando
123	3	2	1	Observando, maquina, cortando
124	3	2	1	Observando, maquina, cortando
125	3	2	1	Observando, maquina, cortando
126	3	2	1	Observando, maquina, cortando
127	3	3	0	Cola cable, maquina, cortando
128	3	2	1	Observando, maquina, cortando
129	3	2	1	Observando, maquina, cortando
130	3	2	1	Observando, maquina, cortando
131	3	2	1	Observando, maquina, cortando
132	3	2	1	Observando, maquina, cortando
133	3	2	1	Observando, maquina, cortando
134	3	2	1	Observando, maquina, cortando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 180. Continuación del Apéndice C 179.

135	3	2	1	Observando, maquina, cortando
136	3	2	1	Observando, maquina, cortando
137	3	2	1	Observando, maquina, cortando
138	3	2	1	Observando, maquina, cortando
139	3	2	1	Observando, maquina, cortando
140	3	2	1	Observando, maquina, cortando
Suma	420	268	152	
Porcentaje de productividad		63.81%	36.19%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 181. Medición de la productividad por medio de la técnica Five Minutes Rating, para la actividad 3.3. Corte de cables.

Medición de Productividad con Five Minutes Rating para el corte de cables										
Intervalo de medición:		6 segundos		Video:				14. 20140919_081240 y 15. 20140919_082337	Fecha:	19-sep
N° de Observación	N° Personas (cuadrilla)	Trabajador 1		Trabajador 2		Trabajador 2		Observaciones		
		P	NP	P	NP	P	NP			
1	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
2	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
3	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
4	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
5	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
6	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
7	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
8	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
9	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
10	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
11	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
12	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
13	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
14	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
15	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
16	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
17	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
18	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
19	3	1	0	1	0	0	1	Cortando, maquina, observando		
20	3	0	1	0	1	0	1	Moviendose		
21	3	1	0	0	1	0	1	Tapones, esperando, esperando		
22	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
23	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
24	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
25	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
26	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
27	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
28	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando		
29	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando		

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 182. Continuación del Apéndice C 181.

30	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando
31	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando
32	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando
33	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando
34	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando
35	3	0	1	1	0	0	1	Observando, moviendo equipo, observando
36	3	1	0	1	0	0	1	Tapones, moviendo equipo, observando
37	3	1	0	1	0	1	0	Tapones, maquina, cortando
38	3	1	0	1	0	1	0	Tapones, maquina, cortando
39	3	1	0	1	0	1	0	Tapones, maquina, cortando
40	3	1	0	1	0	1	0	Tapones, maquina, cortando
41	3	1	0	1	0	1	0	Tapones, maquina, cortando
42	3	1	0	1	0	1	0	Tapones, maquina, cortando
43	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
44	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
45	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
46	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
47	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
48	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
49	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
50	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
51	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
52	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
53	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
54	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
55	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
56	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
57	3	0	1	1	0	1	0	Cola sobrante, maquina, cortando
58	3	0	1	1	0	1	0	Cola sobrante, maquina, cortando
59	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
60	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
61	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
62	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
63	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
64	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 183. Continuación del Apéndice C 182.

65	3	1	0	1	0	1	0	Cola sobrante, maquina, cortando
66	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
67	3	1	0	1	0	1	0	Cola sobrante, maquina, cortando
68	3	0	1	0	1	0	1	Observando
69	3	0	1	0	1	0	1	Observando
70	3	0	1	0	1	0	1	Observando
71	3	0	1	0	1	0	1	Observando
72	3	0	1	0	1	0	1	Observando
73	3	0	1	0	1	0	1	Observando
74	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
75	3	0	1	1	0	0	1	Observando, plataforma, observando
76	3	0	1	1	0	0	1	Observando, plataforma, observando
77	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
78	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
79	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
80	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
81	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
82	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
83	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
84	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
85	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
86	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
87	3	1	0	1	0	1	0	Plataforma
88	3	1	0	0	1	1	0	Moviendose, observando, moviendose
89	3	1	0	0	1	1	0	Moviendose, observando, moviendose
90	3	1	0	0	1	1	0	Moviendose, observando, moviendose
91	3	1	0	0	1	1	0	Moviendose, observando, moviendose
92	3	0	1	1	0	1	0	Asegurandose, pasando equipo, recibendolo
93	3	0	1	0	1	1	0	Asegurandose, observando, recibendolo
94	3	0	1	1	0	1	0	Observando, moviendose, colocando cortadora
95	3	0	1	1	0	1	0	Observando, moviendose, colocando cortadora
96	3	0	1	1	0	1	0	Observando, moviendose, colocando cortadora
97	3	0	1	1	0	1	0	Observando, moviendose, colocando cortadora
98	3	0	1	1	0	1	0	Observando, moviendose, colocando cortadora
99	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 184. Continuación del Apéndice C 183.

100	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
101	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
102	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
103	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
104	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
105	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
106	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
107	3	1	0	1	0	1	0	Cola cable, maquina, cortando
108	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
109	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
110	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
111	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
112	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
113	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
114	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
115	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
116	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
117	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
118	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
119	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
120	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
121	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
122	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
123	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
124	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
125	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
126	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
127	3	1	0	1	0	1	0	Cola cable, maquina, cortando
128	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
129	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
130	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
131	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
132	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
133	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
134	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 185. Continuación del Apéndice C 184.

135	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
136	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
137	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
138	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
139	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
140	3	0	1	1	0	1	0	Observando, maquina, cortando
Suma		59	81	127	13	96	44	
Porcentaje de productividad		42.1%	57.9%	90.7%	9.3%	68.6%	31.4%	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 186. Medición de la productividad por medio de la técnica Crew Balance, para la actividad 3.3. Corte de cables.

Medición de Productividad con Crew Balance para el CORTE de cables										
Intervalo de medición:	6 segundos		Video:	14. 20140919_081240 y 15. 20140919_082337			Fecha:	19-sep		
N° de Observación	Trabajador 1			Trabajador 2			Trabajador 3			
	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3	Ac1	Ac2	Ac3	
1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
3	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
4	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
5	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
6	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
7	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
8	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
9	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
10	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
11	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
12	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
13	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
14	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
15	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
16	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
17	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
18	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
19	1	0	0	1	0	0	0	0	1	
20	0	0	1	0	0	1	0	0	1	
21	0	1	0	0	0	1	0	0	1	
22	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
23	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
24	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
25	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
26	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
27	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
28	0	1	1	1	0	0	0	0	1	
29	0	1	1	1	0	0	0	0	1	

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 187. Continuación del Apéndice C 186.

30	0	1	1	1	0	0	0	0	1
31	0	1	1	1	0	0	0	0	1
32	0	1	1	1	0	0	0	0	1
33	0	1	1	1	0	0	0	0	1
34	0	1	1	1	0	0	0	0	1
35	0	0	1	1	0	0	0	0	1
36	0	1	0	1	0	0	0	0	1
37	0	1	0	1	0	0	1	0	0
38	0	1	0	1	0	0	1	0	0
39	0	1	0	1	0	0	1	0	0
40	0	1	0	1	0	0	1	0	0
41	0	1	0	1	0	0	1	0	0
42	0	1	0	1	0	0	1	0	0
43	0	0	1	1	0	0	1	0	0
44	0	0	1	1	0	0	1	0	0
45	0	0	1	1	0	0	1	0	0
46	0	0	1	1	0	0	1	0	0
47	0	0	1	1	0	0	1	0	0
48	0	0	1	1	0	0	1	0	0
49	0	0	1	1	0	0	1	0	0
50	0	0	1	1	0	0	1	0	0
51	0	0	1	1	0	0	1	0	0
52	0	0	1	1	0	0	1	0	0
53	0	0	1	1	0	0	1	0	0
54	0	0	1	1	0	0	1	0	0
55	0	0	1	1	0	0	1	0	0
56	0	0	1	1	0	0	1	0	0
57	1	0	0	1	0	0	1	0	0
58	1	0	0	1	0	0	1	0	0
59	0	0	1	1	0	0	1	0	0
60	0	0	1	1	0	0	1	0	0
61	0	0	1	1	0	0	1	0	0
62	0	0	1	1	0	0	1	0	0
63	0	0	1	1	0	0	1	0	0
64	0	0	1	1	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 188. Continuación del Apéndice C 187.

65	1	0	0	1	0	0	1	0	0
66	0	0	1	1	0	0	1	0	0
67	1	0	0	1	0	0	1	0	0
68	0	0	1	0	0	1	0	0	1
69	0	0	1	0	0	1	0	0	1
70	0	0	1	0	0	1	0	0	1
71	0	0	1	0	0	1	0	0	1
72	0	0	1	0	0	1	0	0	1
73	0	0	1	0	0	1	0	0	1
74	0	0	1	1	0	0	1	0	0
75	0	0	1	1	0	0	1	0	0
76	0	0	1	1	0	0	1	0	0
77	0	0	1	0	0	1	0	0	1
78	0	0	1	0	0	1	0	0	1
79	0	0	1	0	0	1	0	0	1
80	0	0	1	0	0	1	0	0	1
81	0	0	1	0	0	1	0	0	1
82	0	0	1	0	0	1	0	0	1
83	0	0	1	0	0	1	0	0	1
84	0	0	1	0	0	1	0	0	1
85	0	0	1	0	0	1	0	0	1
86	0	0	1	0	0	1	0	0	1
87	0	0	1	0	0	1	0	0	1
88	0	0	1	0	0	1	0	0	1
89	0	0	1	0	0	1	0	0	1
90	0	0	1	0	0	1	0	0	1
91	0	0	1	0	0	1	0	0	1
92	0	0	1	1	0	0	1	0	0
93	0	0	1	1	0	0	1	0	0
94	0	0	1	0	0	1	1	0	0
95	0	0	1	0	0	1	1	0	0
96	0	0	1	0	0	1	1	0	0
97	0	0	1	0	0	1	1	0	0
98	0	0	1	0	0	1	1	0	0
99	0	0	1	1	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 189. Continuación del Apéndice C 188.

100	0	0	1	1	0	0	1	0	0
101	0	0	1	1	0	0	1	0	0
102	0	0	1	1	0	0	1	0	0
103	0	0	1	1	0	0	1	0	0
104	0	0	1	1	0	0	1	0	0
105	0	0	1	1	0	0	1	0	0
106	0	0	1	1	0	0	1	0	0
107	1	0	0	1	0	0	1	0	0
108	0	0	1	1	0	0	1	0	0
109	0	0	1	1	0	0	1	0	0
110	0	0	1	1	0	0	1	0	0
111	0	0	1	1	0	0	1	0	0
112	0	0	1	1	0	0	1	0	0
113	0	0	1	1	0	0	1	0	0
114	0	0	1	1	0	0	1	0	0
115	0	0	1	1	0	0	1	0	0
116	0	0	1	1	0	0	1	0	0
117	0	0	1	1	0	0	1	0	0
118	0	0	1	1	0	0	1	0	0
119	0	0	1	1	0	0	1	0	0
120	0	0	1	1	0	0	1	0	0
121	0	0	1	1	0	0	1	0	0
122	0	0	1	1	0	0	1	0	0
123	0	0	1	1	0	0	1	0	0
124	0	0	1	1	0	0	1	0	0
125	0	0	1	1	0	0	1	0	0
126	0	0	1	1	0	0	1	0	0
127	1	0	0	1	0	0	1	0	0
128	0	0	1	1	0	0	1	0	0
129	0	0	1	1	0	0	1	0	0
130	0	0	1	1	0	0	1	0	0
131	0	0	1	1	0	0	1	0	0
132	0	0	1	1	0	0	1	0	0
133	0	0	1	1	0	0	1	0	0
134	0	0	1	1	0	0	1	0	0

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice C 190. Continuación del Apéndice C 189.

135	0	0	1	1	0	0	1	0	0
136	0	0	1	1	0	0	1	0	0
137	0	0	1	1	0	0	1	0	0
138	0	0	1	1	0	0	1	0	0
139	0	0	1	1	0	0	1	0	0
140	0	0	1	1	0	0	1	0	0
Suma	25	21	107	112	0	28	83	0	57
%	16.3%	13.7%	69.9%	80.0%	0.0%	20.0%	59.3%	0.0%	40.7%

Fuente: Elaboración propia Microsoft Excel 2010.

Apéndice D.

En este capítulo se muestran fotos de los elementos y características de los mismos para un mejor entendimiento del trabajo.

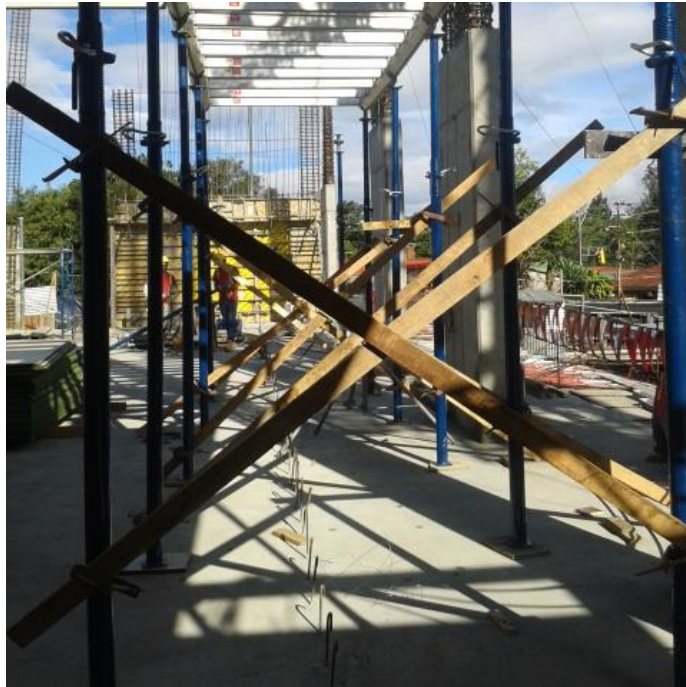


Apéndice D 1. Cabeza de puntal a la izquierda y los puntales donde se colocan a la derecha.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 2. Inicio de colocación de puntales, con base de madera y patas soportantes.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 3. Colocación de crucetas de madera.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 4. Sistema utilizado con las crucetas de madera para fijar la madera a los puntales.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 5. Sistema de estructura soportante, puntales, vigas principales y vigas secundarias.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 6. Colocación de formaleta paneles de fondo.

Fuente: Imagen propia.



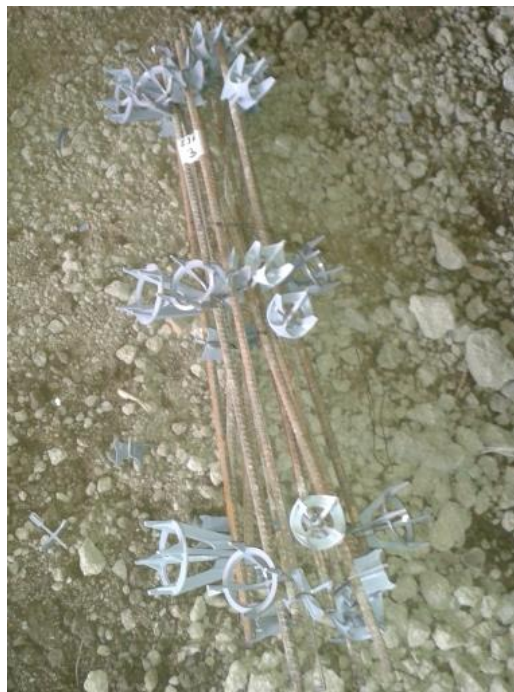
Apéndice D 7. Colocación de formaleta paneles de fondo.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 8. Nivel topográfico con infrarrojo.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 9. Soportes para los tendones.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 10. Silletas para la elaboración de soportes.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 11. Cables seleccionados en la bodega para ser trasladados al nivel que se ocupan.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 12. Cable formado por siete hilos, sin revestimiento y con recubrimiento P/T.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 13. Colocación del anclaje pasivo.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 14. Cables alineados y asegurados con amarras de alambre.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 15. Colocación de formador de cajas en formaleta perimetral para anclaje de tensado.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 16. Colocación de cables en anclaje de zona de tensado.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 17. Colocación del concreto en la losa por medio de bomba telescópica.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 18. Cuñas para el tensado.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 19. Herramientas para la limpieza del cable, cuñas y realizar las marcas en el cable.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 20. Compresor y manómetro para tensar los cables.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 21. Gato hidráulico para tensar el cable.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 22. Anclaje intermedio de losa.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 23. Compresor utilizado para cortar el cable.

Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 24. Maquina extrusora para cortar el cable.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 25. Acabado del cable cortado.
Fuente: Imagen propia.



Apéndice D 26. Colocación de tapones con recubrimiento P/T, para el acabado final del cable.
Fuente: Imagen propia.

Anexos

Anexo A

Anexos A 1. Panfleto entregado a los trabajadores en las charlas de seguridad laboral en el proyecto VIVE Sabanilla por parte del departamento de seguridad ocupacional, parte A.

Antes del pos tensado:

- Asegurarse que todo el personal este alerta de la labor que se va a realizar.
- Aclarar todas las dudas que los trabajadores tengan acerca del sistema.
- La plataforma donde va a trabajar la cuadrilla de pos tensión debe ser segura.
- Colocar rotulación que indique que es prohibido perforar la losa.
- Estar en constante comunicación con el segundo o capataz encargado de pos tensión.
- Barricar las áreas a tensar, es importante resaltar que debe ser evacuado tanto la parte de arriba de la losa como la parte de abajo.

Durante el tensado:

- Impedir por completo el paso a cualquier persona durante la tensión.



- Estar alerta por si sucede una emergencia, tener una cuadrilla capacitada y para atender una emergencia, tener a mano los números de teléfono.

Después del tensado:

- Verificar que no exista ninguna grieta en la losa.
- Recordar a todo el personal que es terminantemente **PROHIBIDO** hacer perforaciones en la losa.



BILCO

Charla de seguridad en Pos tensado



**TENSANDO LOSA
NO PASAR**

NOMBRE DEL TRABAJADOR

EMPRESA

Fuente: Departamento de seguridad ocupacional BILCO Costa Rica S.A.

Anexos A 2. Panfleto entregado a los trabajadores en las charlas de seguridad laboral en el proyecto VIVE Sabanilla por parte del departamento de seguridad ocupacional, parte B.

CUIDADOS A LA HORA DE TRABAJAR EN POS TENSADO

Se denomina hormigón postensado aquel que se somete, después del chorreado y fraguado, a esfuerzos de compresión por medio de cables de acero montados dentro de un recubrimiento plástico.



Ventajas:

- Reducir la cantidad de los elementos de varilla o hierro.
- Aumenta su capacidad de resistencia, y por otro reduce las deformaciones.
- Conlleva un uso más eficiente de los materiales, por lo que permite reducir el peso total de la estructura.
- Disminuye la fisuración del hormigón, aumentando su vida útil.

Los riesgos del Pos tensado

Durante el proceso de armado:

- Tropiezos y torceduras al caminar sobre la armadura.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Cortes y heridas por manejo de armadura de acero.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes.
- Aplastamientos durante las operaciones de carga y descarga de cables.

Durante el proceso de tensado:

- Majonazos.
- Atrapamiento.
- Golpes.
- Amputaciones.
- Caídas a distinto nivel.

Prevención en general

- Orden y limpieza durante la ejecución de los trabajos.



- Barricar las áreas en donde se va tensar.
- Equipo de protección adecuado para la labor.
- Conexión eléctrica el buen estado.
- Rótulos de prohibido perforar la

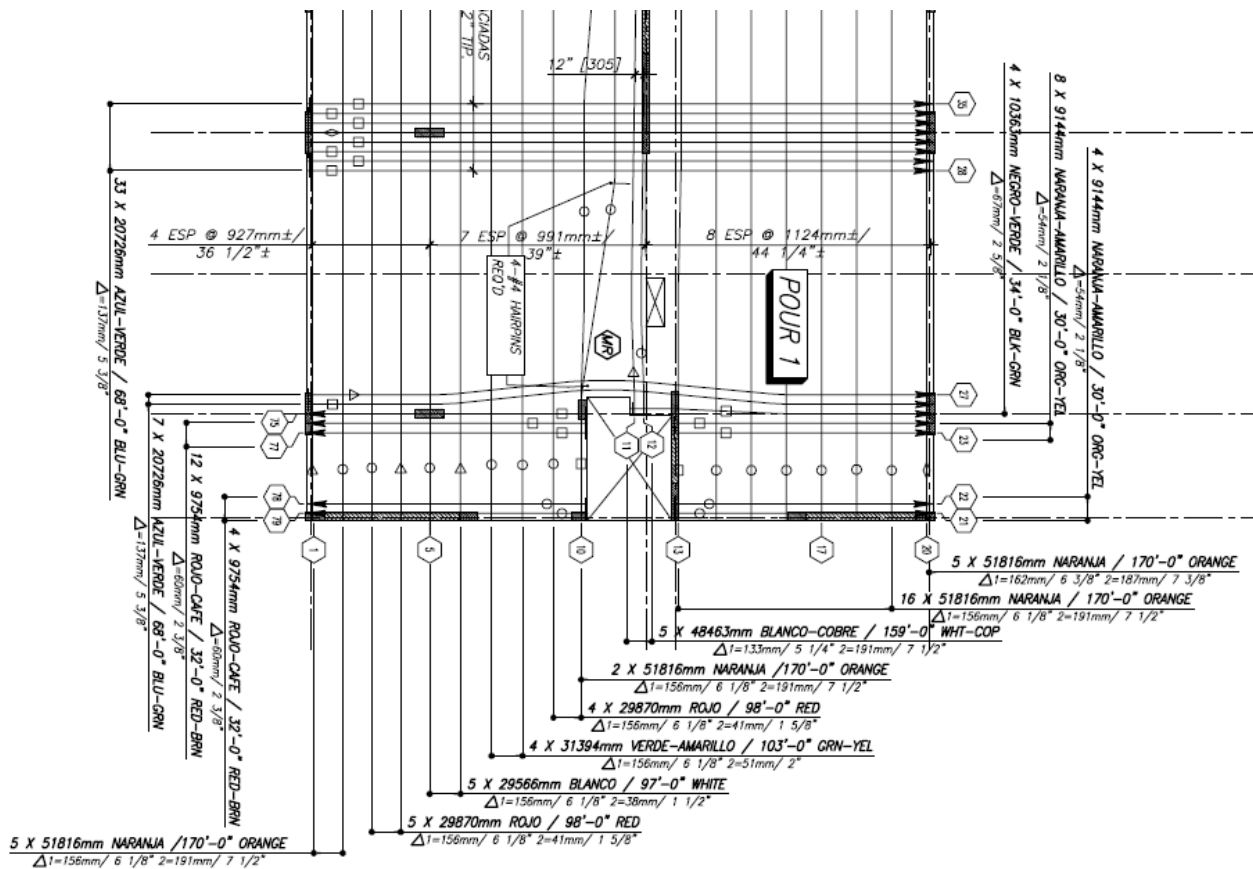


Fuente: Departamento de seguridad ocupacional BILCO Costa Rica S.A.

Anexos B

En este capítulo, se muestran secciones de los planos del proyecto VIVE Sabanilla Etapa 2, esto con el fin de poder mostrar las dimensiones de los elementos y los tipos de planos que se generan para una construcción que lleve este sistema constructivo para losas.

También se muestran como ayuda para entender de cómo se realiza el cálculo de la cantidad de materiales requeridos para la construcción de una losa, para obtener el costo total de construcción o instalación de un entrepiso postensado. También se muestra una sección de cómo se realiza la modulación de la estructura de soporte.



Anexos B 1. Sección de la planta estructural y distribución de cables en el nivel 2.



Anexos B 3. Sección de la modulación del sistema de estructura de soporte para las losas postensadas.

Referencias

Almeida, M. (2001). Método para medir los costos de las pérdidas en la industria de la construcción. *Revista Ingeniería de Construcción de la Universidad Católica de Chile* , 16 (2), 10(2): 2-8 p.

Krauser, L., & Mathews, T. (2006). *Manual instructivo para el entrenamiento y certificación de personal de campo para postensado sin tendones adherentes*. Estados Unidos.

Martinez, L., Verbal, R., & Serpell, A. (1990). Recomendaciones para aumentar la productividad en la construcción. *Revista Ingeniería de Construcción de la Universidad Católica de Chile* .

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22° ed.).