



FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS PARTIDAS DE FALSO CIELO RASO DE SUPERBOARD E INSTALACION DE VENTANAS DE CRISTAL TEMPLADO MEDIANTE EL USO DE LAS HERRAMIENTAS DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN LA OBRA CONSTRUCCION DEL HOSPITAL II-1 NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO DE CAJABAMBA – CAJAMARCA – 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Justo Moisés Valle Rojas

Robert Ibáñez Vega

Asesor:

Ing. Julio Valeriano Murga

Trujillo – Perú

2017

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignado, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres Justo Moisés Valle Rojas y Robert Ibáñez Vega denominada:

“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LAS PARTIDAS DE FALSO CIELO RASO DE SUPERBOARD E INSTALACION DE VENTANAS DE CRISTAL TEMPLADO MEDIANTE EL USO DE LAS HERRAMIENTAS DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN LA OBRA CONSTRUCCION DEL HOSPITAL II-1 NUESTRA SEÑORA DEL ROSARIO DE CAJABAMBA – CAJAMARCA – 2017”

Mg. Ing. Julio Valeriano Murga

ASESOR

Mg. Ing. Juan Agreda Barbarán

JURADO

Mg. Ing. Eleodoro Jorge Valderrama Fernández

JURADO

Mg. Ing. Gonzalo Hugo Díaz García

JURADO

DEDICATORIA

A NUESTROS PADRES

Agradecemos a nuestros padres y familiares por el apoyo que siempre nos han brindado, y a nuestros profesores de nuestra Alma Mater por los conocimientos impartidos y por todas esas experiencias de su vida profesional impartidas en las aulas de la universidad.

Por otro lado, agradezco a la UPN por incentivar y motivar siempre a la investigación, ya que los tiempos cambian y las innovaciones se dan a cada minuto en un mundo que avanza a pasos agigantados. Por lo que, es necesario estar a la vanguardia de la tecnología e innovaciones en esta apasionante profesión que es la Ingeniería Civil. Por otro lado, una mención especial a mi amado hijo ROBERT ALESSANDRO, mi motor y motivo para seguir superándome cada día, este presente trabajo va dedicado para ti amado hijo.

A NUESTROS DOCENTES

Un agradecimiento total a nuestros profesores que impartieron sus conocimientos en las diferentes materias de nuestra malla curricular, muchas gracias por compartir con nosotros sus vivencias y sus conocimientos, sus aportes fueron fundamentales para poder concluir con éxito esta hermosa carrera profesional, Gracias Totales.

DEDICATORIA

Agradezco a mis padres y familiares por el apoyo que siempre me han brindado, y a mis profesores de mi Alma Mater por los conocimientos impartidos y por todas esas experiencias de su vida profesional impartidas en las aulas de la universidad.

Por otro lado, agradezco a la UPN por incentivar y motivar siempre a la investigación, ya que los tiempos cambian y las innovaciones se dan a cada minuto en un mundo que avanza a pasos agigantados. Por lo que, es necesario estar a la vanguardia de la tecnología e innovaciones en esta apasionante profesión que es la Ingeniería Civil. No me cansare de agradecer a mi alma Mater y a la Red Laureate por toda la formación recibida en los claustros de la UPN, ya que gracias a estas dos instituciones accedemos a la información privilegiada que es impartida en el primer mundo.

Agradezco también a mi asesor de tesis, por su guía y constante apoyo en diversas ocasiones donde con su experiencia profesional supo orientarme para el logro de este objetivo.

Y finalmente agradezco con el amor que le tengo a mi novia y familia mi eterno agradecimiento por tolerarme muchos días de ausencia, cuyo esfuerzo se verán recompensados con el logro del objetivo de sustentar mi tesis de grado y así convertirme en un profesional de esta gran familia que es la industria de la construcción.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	2
<u>DEDICATORIA</u>	3
<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	5
<u>RESUMEN</u>	6
<u>SUMMARY</u>	7
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	13
CAPÍTULO 3. HIPOTESIS	25
CAPÍTULO 4. MATERIALES Y METODOS	27
CAPÍTULO 5. DESARROLLO DE TESIS	31
CAPITULO 6. RESULTADOS	32
CAPITULO 7. DISCUSION	75
CONCLUSIONES	78
RECOMENDACIONES	80
REFERENCIAS	81
ANEXOS	82

RESUMEN

El presente trabajo de investigación cuasi experimental, tuvo por objetivo mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, "Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017". Esta obra se encuentra ubicada en la localidad de Parubamba – Distrito de Cajabamba – Región Cajamarca.

Para el desarrollo del presente trabajo se estableció como metodología de la Filosofía Lean Construction con el uso de la herramienta de Cartas Balance para analizar la medición el desempeño de los trabajos y así determinar los niveles de productividad en el proyecto. Para lo cual, se realizó el registro de los tiempos de la mano de obra durante los procesos constructivos de las partidas propuestas. Por otro lado, para procesar esta información y hallar los indicadores de desempeño se empleó una de las herramientas de la Filosofía Lean Construction (construcción sin pérdidas), como lo es las Cartas de Balance. Esta herramienta de gestión reveló la situación actual de los tiempos empleados en los procesos constructivos analizados. De manera que, la información obtenida fue analizada y procesada, convirtiéndose en indicadores de desempeño y productividad. Los mismos que, nos dieron parámetros para mejorar la las actividades de las partidas analizadas. De manera que, los primeros resultados fueron alentadores, por lo que se procedió a implementarlo en otras partidas dando buenos resultados.

Finalmente, se logró obtener los indicadores que reflejan la mejora en los procesos constructivos con los usos de esta filosofía de Lean Construction y sus herramientas de gestión, ya que se mejoró tiempos de ejecución de las diferentes actividades y se controló las pérdidas que se venían ocasionando sobrecostos al proyecto, lográndose así una mejora sustancial en la productividad de esta obra.

SUMMARY

The present research work quasi experimental, had the objective to improve productivity in the games of Falso Cielo Raso Superboard and Installation of Tempered Glass Windows through the use of the tools of the Philosophy Lean Construction in the Work, "Construction of Hospital II -1 Our Lady of the Rosary of Cajabamba - Cajamarca - 2017 ". This work is located in the town of Parubamba - Cajabamba District - Cajamarca Region.

For the development of the present work was established as methodology of the Lean Construction Philosophy with the use of the Balance Chart tool to analyze the measurement of the performance of the work and thus determine the levels of productivity in the project. For this, the labor time was recorded during the construction of the proposed items. On the other hand, in order to process this information and to find the performance indicators, one of the tools of the Lean Construction Philosophy was used, as is the Balance Letters. This management tool revealed the current situation of the times used in the analyzed construction processes. Thus, the information obtained was analyzed and processed, becoming indicators of performance and productivity. The same ones that gave us parameters to improve the activities of the analyzed items. So, the first results were encouraging, so we proceeded to implement it in other games giving good results.

Finally, it was possible to obtain the indicators that reflect the improvement in the construction processes with the uses of this philosophy of Lean Construction and its management tools, since it improved times of execution of the different activities and controlled the losses that were causing costs to the project, thus achieving a substantial improvement in the productivity of this work.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Global:

En la actualidad en las ciudades de los países desarrollados se vienen ejecutando obras de construcción con nuevos enfoques de ingeniería y con métodos constructivos innovadores que favorecen la productividad y por ende estos proyectos son más rentables en su ejecución. Sin embargo, en nuestro país es otra la realidad, ya que, el común denominador es encontrar obras inconclusas y/o abandonadas, por motivos de rescisión de contratos por lo general en obras públicas, ya que, por la falta de planificación en sus costos superaron los tiempos de ejecución de los contratos. De manera que, esto indica la falta de planeación presupuestal y una pésima programación de obra. Esto se debe a que por lo general, que al momento de elaborar el presupuesto y la programación de la obra se suele utilizar rendimientos de obra demasiado generales, ya que la mayoría de las empresas constructoras en nuestro país lo que más les importa es tener asegurado un contrato, para luego conseguido el objetivo, ajustar el presupuesto y la programación acorde a las necesidades del proyecto contratado sin considerar los verdaderos rendimientos de los presupuestos. Por otro lado, otro aspecto que no se toma en cuenta es que los verdaderos ejecutores de la obra no son los Gerentes y/o Residentes de las obras, sino que los verdaderos ejecutores para la materialización de la obra son los mandos medios y el personal de obra, como los maestros, operarios, oficiales y ayudantes; y es aquí donde realmente se debe analizar el porqué de la baja productividad o excesivo consumo de materiales en la ejecución de las obras con pérdidas. Teniendo en cuenta esta realidad nacional decidimos evaluar un proyecto en ejecución para registrar los verdaderos rendimientos y con esta información proponer una toma de decisiones para mejorar el desenvolvimiento del avance de la obra.

Actualmente en la localidad de Parubamba perteneciente a la Provincia de Cajabamba - Región Cajamarca se ha venido ejecutando los trabajos de “Construcción e Implementación del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba”. Esta obra está bajo la modalidad de contrato de saldo de obra, es un claro ejemplo de lo antes mencionado, ya que es una obra de saldos de ejecución.

Es decir que, es una obra cuya ejecución se vio interrumpida por una rescisión de contrato y que fue retomada para que se culmine su construcción y sea puesta en funcionamiento. Cabe mencionarse que, esta obra ya contaba con el casco terminado y tarrajado, por lo que las partidas a analizar son las de acabados de construcción.

Frente a esta realidad, se planteó la necesidad de mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”. De manera que, durante la ejecución de la misma, se cumpla dentro de los plazos, costos planificados y calidad.

Por lo que, existe la necesidad de contar con la información necesaria que nos de los indicadores de rendimientos y costos de mano de obra, sin descuidar la calidad de la ejecución. Lo cual, nos dará un punto de correspondencia y así comparar los verdaderos rendimientos entre lo programado y lo ejecutado. Por lo que, los indicadores obtenidos en esta investigación, servirán como base de datos para la toma de decisiones de los gerentes y residentes de la empresa para futuros proyectos.

1.2. Formulación del problema

La pregunta que se formula en el presente trabajo es:

¿Cómo se puede mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”.

1.3. Justificación

Justificación teórica:

Según la realidad problemática anteriormente mencionada, la baja productividad se debe a que no se han analizado los tiempos de desempeño y costos de mano de obra en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario

de Cajabamba – Cajamarca – 2017”, al momento de elaborar el presupuesto meta y la programación de la ejecución de la obra. Por lo que, es necesario establecer una metodología mediante el empleo de las herramientas de la Filosofía Lean Construction (Cartas Balance). La misma que, que nos pueda generar indicadores de desempeño, para poder reestructurar las cuadrillas y mejorar la productividad de las mismas en las partidas antes mencionadas. De manera que, con esta información se pueda reprogramar las diferentes tareas en los frentes de trabajo que se analizaron en el presente trabajo de tesis.

Justificación aplicativa o práctica:

El presente trabajo tiene como finalidad la búsqueda de mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”.

Justificación valorativa:

El presente estudio pretende demostrar que la utilizando las herramientas de la Filosofía Lean Construction como Cartas Balance, Look Ahead Planning y Last Planner, se puede mejorar la productividad en la ejecución de las partidas seleccionadas de la obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”. De manera que, se pueda alcanzar los objetivos de maximizar del valor y minimizar las actividades que no contribuyen a la producción durante la ejecución de la obra.

Justificación académica:

La motivación para estudiar y poner en las herramientas de la Filosofía Lean Construction como Cartas Balance, Look Ahead Planning y Last Planner, y demostrar que se puede mejorar la productividad en los diferentes procesos de la construcción; ya que se podría contar con indicadores de desempeño de la mano de obra. Lo cual, nos permitirán identificar, controlar y optimizar los recursos durante la etapa de ejecución de la obra antes mencionada. Por otro lado, durante el periodo de ejecución se pudo registrar datos de desempeño con los cuales se obtendrán los indicadores de eficiencia en la productividad de los procesos.

Finalmente, con la información obtenida como el resultado del seguimiento a las actividades de los procesos de ejecución se obtendrán indicadores que nos permitan controlar el desempeño en las diversas actividades de las partidas seleccionadas. Lo cual, nos permitirán tomar decisiones en la planificación y programación de las tareas diarias en pos de la mejora continua.

1.4. Limitaciones

- ✓ *En la actualidad hay estudios de productividad en la construcción a nivel internacional, pero en el Perú no hay mucha información académica específica con respecto a la realidad nacional, ya que las más recientes investigaciones sobre este tema fue desarrollado por el Ing. Virgilio Ghio Castillo en su libro “Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta. Lima: PUCP. Fondo Editorial, 2001”, y complementada por la Ing. Villagarcía, Sofía, en su proyecto de investigación financiado por la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Proyecto DAI 3034: “Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de Edificios”.*
- ✓ *Debido a que, la obra “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”, es un proyecto de saldo de obra con las características antes mencionadas, se tomaron los registros de los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC), en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado, siendo estas, las que más inciden en la programación en esta etapa de ejecución de la obra del presente proyecto.*

1.5. Objetivos

Objetivo general:

Demostrar cómo se puede mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”, mediante el uso de las herramientas de la filosofía Lean Construction.

Objetivos específicos:

- *Proponer una metodología de recopilación de información para hacer un análisis estadístico que se pueda interpretar como indicadores del uso de la mano de obra en el proyecto.*
- *Determinar el consumo de la mano de obra necesaria que puede ser utilizada para hacer una buena planificación y control de avance del proyecto en ejecución.*
- *Optimizar los procesos productivos para reducir los que no generan valor durante la ejecución de las partidas seleccionadas.*
- *Interpretar los indicadores mediante gráficos para entender cómo evoluciona el desempeño de la mano de obra en las actividades de cada una de las partidas seleccionadas para el presente trabajo.*
- *Proponer la mejora continua en los procesos de las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard y Acabados de Pintura, mediante la utilización de las herramientas Cartas Balance, Look Ahead Planning y Last Planner, de la filosofía Lean Construction.*
- *Mejorar la programación de las tareas de manera más eficiente, para lograr una mayor productividad en las partidas seleccionadas.*

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Para el desarrollo del presente trabajo se recurrió a la búsqueda de información de investigación y experiencias previas sobre el tema del presente estudio. De manera que, esta información pudiera servirme de guía como un Vademécum al cual consultar, las mismas que a continuación se presentan ya que, en el país existen pocos estudios acerca de la productividad y calidad en el sector.

(Villagarcia, 2005), Proyecto DAI 3034: "Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de Edificios", publicado por la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima.

"El objetivo general de este documento es presentar las principales ideas desarrolladas en el proyecto DAI 3034: Indicadores de Calidad y productividad en la Construcción, cuyos alcances fueron identificar, seleccionar y definir los indicadores claves de productividad y calidad en la construcción de edificaciones y establecer una metodología de recolección y análisis de datos e informaciones que sirva para que las empresas constructoras puedan controlar su desempeño"...

..."La industria de la construcción viene evolucionando considerablemente en los últimos años. Esta evolución se acentúa debido a la necesidad de supervivencia de las empresas en el mercado, ya que en este tipo de industria, la elección de un producto se basa principalmente en el menor precio, lo cual origina una gran competencia entre ellas. Debido a esto, las empresas se han visto obligadas a minimizar sus pérdidas utilizando nuevas formas de gestión de producción.

Los problemas de baja productividad, falta de calificación de la mano de obra, pérdida de materiales, etc., son en la mayoría de casos producto de una gestión deficiente. Por ello, la implantación de un sistema de calidad y productividad en una empresa contribuiría a minimizar este tipo de pérdidas. En este contexto, los indicadores de Calidad y Productividad constituyen una herramienta básica, ya que ayudarían a controlar el desempeño de una empresa y a tomar acciones correctivas.

Como fue explicado en este documento, los indicadores son parámetros que deben ser utilizados con mucho cuidado. Al elegirlos se debe tratar de que sean representativos y simples de calcular.

Por ello, definir una metodología para la selección de indicadores, recolección y análisis de datos es indispensable para garantizar la confiabilidad de los mismos. Además, la elaboración de formatos bien diseñados es fundamental para levantar y analizar la información de una manera adecuada. También es importante que los indicadores estén relacionados con el contexto dentro del cual fueron calculados para que ellos se conviertan en una herramienta útil para las empresas”.

El antecedente ayuda a reforzar los conocimientos acerca de los beneficios de utilizar la Filosofía Lean Construction para elevar el nivel de la productividad y lograr la eficiencia en el sector construcción.

(Castillo, 2001), “Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta” del Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima.

“Este libro expone la situación actual y los niveles productivos de las empresas constructoras del Perú hacia fines de los años 90 e inicios del nuevo milenio, así como una fuerte crítica a nuestro sistema. Además, se presentan propuestas concretas y de aplicación ya demostrada para iniciar el proceso de cambio y mejoramiento de la productividad y eficiencia que tanto nuestra industria como nuestro país necesitan profundamente. Se propone en forma tajante el rol que debería asumir el profesional como individuo. Se brindan herramientas concretas para que los profesionales de nuestro medio puedan enfrentar el mejoramiento de la productividad en su empresa. Se urge a los mismos a abandonar la costumbre del hay queísmo, con el que se pretende que el resto haga lo que realmente le corresponde hacer a cada uno de nosotros. Se brinda información suficiente para pasar de la posición del hay que hacer esto o lo otro, para pasar a la acción inmediata, y busca convertir al lector en integrante directo de los procesos de cambio de nuestra industria y nación.

Es necesario acotar que el potencial de mejoramiento, bajo las condiciones actuales, es considerablemente alto, tanto en la industria, como en el ámbito del país. En la experiencia del autor, pasar de los niveles productivos promedio actuales del 28% hasta niveles de del orden del 45% es relativamente sencillo, como se explica más adelante en este libro. En los siguientes capítulos se brindan las herramientas necesarias para llevar a cabo este salto cuantitativo. Pasar a niveles productivos del orden del 55-60% es ya una tarea más complicada.

Ella conjuga el adecuado uso de la filosofía y las herramientas de gestión de operaciones con un adecuado manejo de la constructabilidad de los proyectos a llevarse a cabo.”

El antecedente brinda valiosa información y definiciones básicas varias acerca de un modelo de producción sin pérdidas, para lo cual hace un diagnóstico actual de la productividad en la construcción para luego enfocarlo en una crítica real y posteriormente a una propuesta constructiva con la aplicación de esta nueva filosofía con una visión de futuro de la industria de la construcción en el Perú.

(Botero, 2002), “Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción”

“Este artículo es el resultado de una investigación sobre rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción de proyectos de vivienda de interés social en mampostería estructural. Durante seis meses se realizaron observaciones y se tomaron datos suficientes para ser analizados estadísticamente.

Esta investigación fue realizada como continuación al primer estudio desarrollado por los Ingenieros Antonio Cano R y Gustavo Duque V, en el cual se planteó una metodología de la toma de datos en obra, para su posterior análisis, determinando los factores de afectación que influyen en los consumos y rendimientos de mano de obra en actividades de construcción.

Con algunas modificaciones propuestas en los formatos de captación de datos, que simplifican su identificación para agilizar el proceso de análisis estadístico, se puede concluir que el modelo planteado se ajusta a las necesidades de los investigadores interesados en continuar enriqueciendo la base de datos con más observaciones a las actividades estudiadas o con nuevas actividades de otros sistemas constructivos”.

(USMP, 2015), “Aplicación de la Filosofía Lean Construction en una Obra de Edificación”.

“El objetivo general de este documento es determinar en qué medida influye a la productividad la aplicación de la filosofía Lean Construction en la etapa de construcción en una obra de edificación”...

...“A pesar de su importancia, la construcción en nuestro país es, incomprensiblemente, uno de los sectores que menor grado de desarrollo en comparación con la mayoría de los países latinoamericanos, convirtiéndose en una

actividad caracterizada por grandes deficiencias y falta de efectividad. Lo que se traduce en la poca competitividad y coloca a las empresas constructoras peruanas en desventaja frente a los mercados de la economía internacional.

Por estas razones, se ha vuelto de suma importancia desarrollar una adecuada gestión de los recursos involucrados en la construcción con la finalidad de controlar los desperdicios y la productividad.

En muchos países, se han desarrollado algunos estudios que han tratado de medirlos y cuantificarlos; por ejemplo, en el 2005 se hizo el estudio sobre el desperdicio generado por las actividades en la construcción en Brasil, Sao Paulo, los cuales alcanzaban el 30% del costo de la obra. También, en EEUU, un estudio comparativo sobre la productividad laboral para la industria de la construcción y todas las demás industrias no agrícolas, revela que durante el período de tiempo comprendido entre 1964 y 2003 el índice xiv de productividad de la construcción descendió casi un 25%, mientras que la productividad en el resto de la industria no agrícola se incrementó en casi un 200%".

El antecedente enfoca la realidad de la industria de la construcción en el Perú, analizando sus deficiencias, enfocándolas y comparándolas a otras realidades a nivel internacional. Para luego, proponer las mejoras continuas hasta lograr revertir la situación en la productividad controlando los desperdicios que son causa principal de la baja producción en los diferentes procesos de la construcción.

(PUCP, 2014), "Aplicación de la Filosofía Lean Construcción en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos".

"El objetivo principal de este trabajo es la difusión de los conceptos de la filosofía de construcción llamada Lean Construction, que viene mostrando interesantes resultados en los países en los que se aplica y poco a poco viene ganando terreno en el Perú.

Esto se debe a que las empresas del sector están conscientes del grado artesanal que tiene la construcción en nuestro país y le abren las puertas a una nueva metodología que mejorara indudablemente el estado del sector, alentara su crecimiento y por ende el del país. En este trabajo se planea transmitir el conocimiento adquirido en base a la implementación y aplicación de Lean Construction en una empresa del medio y en particular en una de las obras que esta empresa maneja, para así observar al detalle el procedimiento de planificación, ejecución y control de un proyecto bajo los lineamientos que propone esta nueva filosofía. También se describirán las herramientas que propone el Lean Construction

para mejorar la productividad en nuestras obras con la ayuda de un concepto simple como la reducción de los desperdicios o pérdidas, estas herramientas tienen como finalidad incrementar el valor del producto para los clientes finales y a su vez incrementar las ganancias de la empresa, lo cual se lograra con una correcta gestión de la construcción que es lo que Lean Construction nos propone. Finalmente además de difundir los conocimientos teóricos y prácticos del Lean Construction, queremos mostrar los resultados que se obtienen de la aplicación de sus herramientas y conceptos, para sustentar con resultados las mejoras que esta filosofía propone y con esto alentar a que su implementación sea cada vez mayor en los proyectos de construcción tanto en la capital como en otras ciudades del Perú, ya que como sabemos las empresas tienen una finalidad que es generar utilidad y una manera de persuadirlas o alentarlas para que usen la filosofía Lean Construction es demostrar que genera resultados positivos en los proyectos, los cuales repercuten en ahorros para la empresa y por consiguiente incrementan sus ganancias”...

...”El LPDS (sistema de entrega de proyectos lean) nos propone un total de 42 herramientas en sus 5 fases. Sin embargo, la filosofía lean en el Perú se está desarrollando principalmente en 3 fases (Construcción Lean, Control de producción y trabajo estructurado), ya que son las empresas constructoras las que la están aplicando dentro de su campo de acción que es precisamente la ejecución de obras. En el presente proyecto se utilizaron 9 de las 17 herramientas disponibles para las 3 fases mencionadas, siendo de estas las de más importancia e impacto en el desarrollo del proyecto el last planner system (5 herramientas) en el control de producción y los first run studies en la ejecución lean.

De los beneficios observados de cada herramienta Lean se puede concluir que la sectorización y los trenes de trabajo son 2 de las herramientas más sencillas de aplicar y que a su vez son las que más aportan en cuanto a mejoras del proyecto con respecto a la visión tradicional. Estas herramientas replantean totalmente la manera de trabajar pasando de un sistema push a un sistema pull, acortan tiempos de ejecución de los proyectos gracias a la superposición de actividades y brindan mejoras en la productividad debido a que se designa cuadrillas específicas para cada tipo de trabajo. Mencionado estos puntos es normal que el uso de estas herramientas se haya divulgado mucho más que otras herramientas más complejas de la filosofía Lean dado las mejoras que representan.

Se puede concluir que la aplicación de las herramientas Lean en un proyecto de construcción, en especial de edificaciones, tiene muy buenos resultados en el desarrollo del proyecto, tanto en la productividad como en el plazo y costo. Sin embargo, se deben utilizar las herramientas de manera constante para que las mejoras que estas representan se vean reflejadas en nuestro proyecto”.

La metodología que propone es el uso de 9 de las 17 herramientas disponibles en el la Filosofía Lean, Last Planner y First Run Studies.

(Buleje , 2012), “Productividad en la Construcción de un Condominio Aplicando los Conceptos de la Filosofía Lean Construcción”.

“El objetivo principal de la presente tesis es mostrar cómo se maneja la producción en la construcción de un condominio aplicando algunos conceptos de lean construction. En los primeros capítulos se presenta la teoría acerca de lean construction, definiciones y marco teórico, para después mostrar la aplicación a la construcción de un condominio, el proyecto sobre el cual se basa la presente tesis es el condominio Villa Santa Clara, construido por la empresa Besco Edificaciones. Además de las herramientas que propone el IGLC (International Group of Lean Construction), se tomara mediciones de rendimiento reales de todas las actividades en un formato llamado ISP (Informe Semanal de Producción). Con lo cual se demostrara la especialización del personal obrero. Finalmente (y únicamente en el capítulo siete) se mostrara un estudio de productividad realizado a una empresa X, donde mediante cartas balance se propone soluciones claras y directas para el aumento de la productividad de dicha obra. Además, en la presente tesis se definen tres maneras de calcular rendimientos, sus diferencias y donde se deberían usar cada uno de estos Es importante mencionar que la filosofía Lean abarca todo el universo del proyecto, desde la definición del proyecto, hasta su uso. La presente tesis se ha enfocado únicamente a la etapa donde se maneja más dinero, la etapa de construcción (lo que Lean llama ensamblaje sin perdidas) y sobretodo haciendo uso de básicamente cartas balance”.

2.2. Bases teóricas guía de estudio

En la actualidad en la industria de la construcción se suele asociar la productividad y la competitividad, a la optimización de los recursos y a la satisfacción del cliente a quien se le brinda el servicio. De manera que, la podemos definir como la eficiencia

en la utilización de los recursos para completar para obtención de los productos deseados; es decir a la mejora continua en los procesos como lo define la Ing. Sofia Villagarcia (2001) "La productividad es una medida de eficiencia, entendiéndose como eficiencia a la cantidad de recursos consumidos (hh, tiempo, horas-máquina, bls, unds, S/.,U\$, etc.) para obtener algún resultado".

Cuando hablamos de la productividad en la industria de la construcción hacemos referencia a la filosofía Lean Construction, la misma que, tiene sus orígenes en Japón en la década de 50. Esta forma de pensar tiene sus orígenes en la filosofía lean Production, cuyos preceptos fueron aplicados en el sistema de producción Toyota (TPS- Toyota production system), esta forma de trabajo fue conceptualizado por los ingenieros Shigeo Shingo y Taiichi Ohmo. La doctrina de este sistema de producción de Toyota se conceptualizo en la producción de cantidades de productos relativamente pequeñas a un costo muy bajo, empleando los conceptos de eliminación del desperdicio y la mejora continua.

Esta filosofía de trabajo que aplicaba con éxito Toyota se expandió rápidamente gracias a los beneficios de producción y tal fue el éxito de este sistema que en la década de los 80 una comitiva de investigadores del MIT (Massachusetts Institute of Technology) viajaron a Japón a investigar este nuevo sistema que a su regreso lo denominaron Lean manufacturing o Lean production y se encargaron de difundirla alrededor de todo el mundo.

"El lean Production es una filosofía aplicable al sector industrial manufacturera y se enfoca principalmente en la reducción de los principales tipos de desperdicios (sobreproducción, inventario, tiempo de espera, etc.), además tiene nuevas metodologías que brindan resultados de productividad mucho mayores a los que se tenían en esa época".

Este pensamiento productivo no tardo en introducirse en el campo de la industria de la construcción, ya que la característica principal de esta industria es que se trabaja un producto único y como consecuencia las variabilidades en los proceso hacen poco confiables las programaciones de los trabajos en las actividades a desarrollarse, generándose pérdidas en los proyectos debido a su baja productividad. De manera que, esto motivo al Ing. Lauri Koskela, quien estudio esta problemática y en 1992 publica un documento llamado "Application of the New Production Philosophy to Construction"; donde se muestran los primeros acercamientos de la filosofía del

“Lean Production” a la construcción. Los conceptos que propone Koskela es la de una administración moderna (Mejoramiento Continuo, Justo a Tiempo) que junto con la ingeniería de métodos reformula los conceptos tradicionales de planificar y controlar obras proponiendo en su tesis una nueva filosofía de Control de Producción.

2.3. Definición de términos básicos (DTB)

VARIABLE INDEPENDIENTE:

FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION

Es una nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no aportan valor (pérdidas).

Definiciones Básicas:

“Lean Construction es una filosofía que provee principios y técnicas para el desarrollo de proyectos de construcción con una visión centrada en identificar y brindar características al producto que satisfagan al máximo las necesidades del cliente y al mismo tiempo, ejecutar las operaciones de manera eficiente.”

Cartas de Balance: La carta de balance es también llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos (aproximadamente 30 minutos) en función a los recursos (mano de obra, equipos, etc.) que participan en la actividad estudiada.

Look Ahead Planning: Este término en inglés define a una planificación con 3 a 5 semanas de anticipación con respecto a programación general de una obra. Su traducción al español será Planificación Anticipada de Recursos.

Last Planner: El Último Planificador, es la persona o grupo de personas cuya función es la asignación de los trabajos directos a los trabajadores, su función principal es

lograr que lo que queremos hacer coincida con lo que podemos hacer; es decir que se asegure de que se lleguen a realizar todas las actividades propuestas.

First Run Studies (Planear, hacer, chequear, actuar): First Run Studies es una metodología de mejora de una actividad que consiste en planear, hacer, chequear y actuar, con el objetivo de poder mejorar el proceso de producción de alguna actividad en particular de la construcción.

Flujos Eficientes: Es la mejor forma de planificar y ejecutar un proyecto de tal manera que, el flujo de actividades no tengan paralizaciones ni demoras, al mismo tiempo se debe buscar planificar las actividades de tal forma que se sean lo más eficientemente posibles.

Modelo de Flujo de Procesos: Es el modelo de flujo de procesos que ve el trabajo como un flujo de información y/o materiales desde la materia prima hasta el final del producto terminado.

Pull y Push (Jalar y Empujar): Estos dos conceptos son referidos al tema de los sistemas de programación. Generalmente en los proyectos de construcción que no existe una adecuada planificación se utiliza un sistema de planificación basado en "empujar". Este método consiste básicamente en tapar los huecos y empujar el trabajo mientras exista espacio disponible para realizarlo sin hacer una evaluación previa de cómo se optimizarían mejor los recursos para dicha actividad.

Sectorización: Consiste en la división de las tareas o actividades de la obra en áreas o sectores equivalentes que comprendan una parte pequeña de la tarea total. De manera que, la cantidad de trabajo por cada sector se puede ejecutarse acorde a lo planificado para el día.

Ocupación del Tiempo: En la ejecución de todo proyecto u obra se puede usar el tiempo realizando tres tipos de trabajo: El trabajo productivo, el trabajo contributivo y el trabajo no contributivo.

Trabajo Productivo (TP): Es la actividad que aporta valor de forma directa a la producción.

Trabajo Contributorio (TC): Es la actividad que presta apoyo a las actividades que generan valor al trabajo productivo.

Trabajo No Contributorio (TNC): Es la actividad que no aporta valor a las actividades del trabajo productivo y es considerado como una pérdida.

VARIABLE DEPENDIENTE:

MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD

La productividad es una medida de eficiencia, la cual relaciona la cantidad de recursos consumidos para la elaboración de un producto en un periodo de tiempo determinado y con debida consideración de la calidad del mismo.

Definiciones Básicas:

Productividad.- “La productividad es una medida de eficiencia, entendiéndose como eficiencia a la cantidad de recursos consumidos (hh, tiempo, horas-máquina, bls, unds, S/.U\$, etc.) para obtener algún resultado.”

Sistema Productivo.- Es un proceso eficiente ya que, con un menor consumo de recursos se puede obtener el resultado esperado.

Perdidas.- “Es un indicador de productividad indirecto es el desperdicio o las pérdidas de recursos. Se define como pérdida a todo lo que se usa en una cantidad mayor a la necesaria. Este es un concepto relativo que siempre debe estar vinculado a una situación de referencia, por ejemplo: estadísticas del sector, normas técnicas, números de la empresa, etc.”

Calidad.- “Es el conjunto de características de un producto que va al encuentro de las necesidades de los clientes y de esta forma proporciona satisfacción con relación al producto.”

Indicadores.- “Son instrumentos que facilitan la toma de decisiones, proporcionando una información relevante sobre la situación y evolución de la misma, a la vez que permiten un seguimiento de la eficacia del sistema y sus procesos (realización del producto, satisfacción del cliente, auditorías internas, etc.).”

Productividad de Mano de Obra (hh/m²): “Es un indicador es muy importante, ya que mide el grado de industrialización del sector. Cuanto menor el nivel tecnológico del sector, mayor el uso de mano de obra.”

Desviación del Costo: Con este indicador podemos saber qué tan confiables son los presupuestos en los que se basa la obra. En caso de tener un valor mayor a cero, podemos inferir que se han gastado más recursos de los proyectados, ya sea porque el presupuesto estuvo mal elaborado o porque hubo un desperdicio de recursos.

Desviación del Plazo: Es un indicador que nos sirve para conocer el grado de confiabilidad para proyectar el tiempo de ejecución de la obra. Como se sabe, tiempo es sinónimo de dinero, por tanto, una obra atrasada es sinónimo de pérdida.

Aspectos que afectan y determinan los Rendimientos

“Las diferentes condiciones en las que se ve enfrentado la construcción de un proyecto, asocian una gran cantidad de factores que afectan el rendimiento de la mano de obra; los cuales se enumeran y se describen a continuación. (Botero, 2002)”.

Tipos de Rendimientos

En las actividades de construcción los tipos de rendimientos se dividen en tres grupos: los rendimientos en materiales, que es la cantidad de material a emplear para una cautividad determinada: mientras que la mano de obra y las herramientas y/o equipos se estiman por el tiempo que se utilizaran sobre la unidad de la partida.

Rendimientos para materiales: *"Es la relación entre la cantidad de material y la unidad de la actividad, es decir que durante la ejecución de los trabajos se encuentra un desperdicio por cada material instalado" (Polanco, 2009).*

Rendimientos de equipo y herramienta: *"Este rendimiento define como el tiempo de uso de la máquina, equipo o herramienta en la elaboración de una actividad, depende de la cantidad de trabajo que pueda realizarse con el equipo o herramienta y el tiempo que lleve hacerlo, también influye el tipo de herramienta o equipo que se use" (Polanco, 2009).*

Rendimiento de mano de obra: *"Estos dependen directamente de los factores que afectan las condiciones del trabajador, como son el estado de ánimo, situación personal, habilidades, conocimiento, condiciones físicas y ritmo de trabajo. Este rendimiento se calcula con el tiempo empleado de un trabajador o cuadrilla al desarrollo de una actividad específica.*

Uno de los problemas más grandes que presentan al momento de evaluar los rendimientos de la mano de obra son que no se puede unificar, ya que son típicos de cada región, y dependen de factores como el clima, la altitud, y el tipo de obra a realizar" (Polanco, 2009).

CAPÍTULO 3. HIPOTESIS

3.1. Problema.

Cómo se puede mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”.

3.2. Objetivo principal

El objetivo es demostrar cómo se puede mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”, mediante el uso de herramientas de la Filosofía Lean Construction.

3.3. Planteamiento de la Hipótesis.

Se plantea el uso de herramientas de la Filosofía Lean Construction puede mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”.

3.4. Variables.

Variable Independiente: *Filosofía Lean Construction*

Variable Dependiente: *Mejora de la Productividad*

3.5. Operacionalización de variables.

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones (Importancia)	Indicadores (Medición)	Instrumentos	Ítems	Fuentes	
Filosofía Lean Construction	“Es una nueva filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas).”	“Lean Construction es una filosofía que provee principios y técnicas para el desarrollo de proyectos de construcción con una visión centrada en identificar y brindar características al producto que satisfagan al máximo las necesidades del cliente y al mismo tiempo, ejecutar las operaciones de manera eficiente.”	Como se puede Incrementar de la eficiencia del trabajo	Evolución de porcentajes de actividades completas (PAC) por periodos	Registro del porcentaje de asignaciones completadas por cada periodo		Cartas Balance Look Ahead Planning Last Planner	
			Como se puede Reducir el tiempo del ciclo operacional					
			Como Simplificar los procesos productivos	Eficiencia en la productividad				Registro del rendimiento por periodos establecidos
			Como lograr la mejora continua en los procesos					
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones (Importancia)	Indicadores (Medición)	Instrumentos	Ítems	Fuentes	
Mejora de la Productividad	“La productividad es una medida de eficiencia, la cual relaciona la cantidad de recursos consumidos para la elaboración de un producto en un periodo de tiempo determinado y con debida consideración de la calidad del mismo”.	“La productividad es una medida de eficiencia, entendiéndose como eficiencia a la cantidad de recursos consumidos (hh, tiempo, horas, máquina, bls, unds, S/.U\$, etc.) para obtener algún resultado.”	Como Mejorar el tiempo efectivo de trabajo en una actividad	Medición de los tiempos de ejecución de cada actividad en las partidas analizadas	Registro estadístico de la mejora en las actividades productivas, contributorias y no contributorias		Cuadros de evolución en la optimización del uso de la mano de obra para mejorar la productividad	
			Como lograr el cumplimiento de los objetivos trazados					
			Como optimizar con eficiencia el uso de los recursos empleados	Medición de los rendimientos de las actividades programadas				Registro estadístico de la eficiencia en los rendimientos de los trabajadores
			Como lograr el cumplimiento de las actividades dentro de los costos presupuestados					

CAPÍTULO 4. MATERIALES Y METODOS

4.1. Diseño de Investigación

El presente trabajo tiene la siguiente metodología de carácter aplicativo. Ya que, su enfoque teórico metodológico es Cuantitativo, debido que la Variable Independiente manipula directamente en la Variable Dependiente. Por lo que, se establece la relación causa efecto, lo cual influye directamente en los resultados del presente estudio. De manera que, una vez obtenida y procesada la información mediante el análisis de Cartas Balance, los resultados nos darán indicadores que podrán ser utilizados para la planificación y programación de obra diaria (Look Ahead Planning y Last Planner). De manera que, se pueda mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”.

4.2. Material de estudio

4.2.1. Unidad de estudio:

El Objetivo del estudio es cómo se puede mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”.

4.2.2. Población:

Para el presente trabajo de investigación, se tomaron las muestras de los tiempos en los diferentes tipos de actividades que los trabajadores ejecutan en sus tareas diarias en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado.

4.2.3. Población objetivo (Muestra):

Se tomaron el registro de los tiempos que le toma a una cuadrilla ejecutar las tareas de las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”.

4.2.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

La información que se tomó en campo ha sido sobre el desempeño de los trabajadores en las partidas analizadas y fue bajo el método de la observación con ayuda de técnicas e instrumentos para recopilar la información. La misma que, fue obtenida según los criterios de Serpell (2002). La cual, hace referencia a las tres tipos de categorías de trabajo (TP, TC y TNC). Esta información fue registrada en cuestionarios de campo para luego ser procesadas mediante un método informático y estadístico. De manera que, con la información obtenida y el uso de la herramienta de Cartas Balance se pudo procesar y convertirlos en indicadores de desempeño. Lo cual, nos sirvió para la planificación y reprogramación de actividades mediante el uso de las otras herramientas de la Filosofía Lean construction (Look Ahead Planning y Last Planner).

- **Trabajo Productivo (TP):** Es todo trabajo que aporta en forma directa a la producción. Ejemplo: asentar ladrillos, vaciar concreto, revestimientos, tarrajeos, pintura, FCR, colocación de cerámica, ventanas, mamparas, puertas y falso cielo raso.
- **Trabajo Contributorio (TC):** Es todo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Ejemplo: Recibir o dar instrucciones, transportar materiales, hacer limpieza, etc.

Transporte de materiales (T): Considera los desplazamientos de los obreros con los materiales requeridos para la ejecución de la obra. No considera los tramos en los cuales el trabajador camina con las manos vacías en busca del material.

Limpieza (L): Considera labores de aseo en el lugar de trabajo, para facilitar los movimientos y actividades de los obreros.

Instrucciones (I): En forma periódica el residente de obra, maestro mayor o superiores, entrega instrucciones de cómo ejecutar alguna actividad o supervisar las mismas; esto no implica la detención de los trabajadores, a menos que sea necesario.

Mediciones (M): Considera la preparación de material para encofrados, comprobación de replanteos o ubicación de estructuras requeridas para la ejecución de la obra.

Labores de apoyo (X): Considera el resto de actividades que aporten a la ejecución de la obra, pero no se encuentren detalladas en las categorías anteriores.

- **Trabajo NO Contributorio (TNC):** Es cualquier actividad que no aporta ningún valor y que es considerado como una pérdida. Ejemplo: Esperas, descansos, etc.

Descansos (D): Detenciones a causa de agotamiento físico o para recibir alimentos o agua.

Trabajo rehecho (R): Por falta de supervisión, instrucciones incorrectas (planos equívocos) o mala planificación de la prioridad de ciertas actividades, se debe rehacer el trabajo.

Tiempo ocioso (O): Considera a los obreros que no se encuentran realizando actividad alguna en beneficio de la obra, existiendo actividades de apoyo que podría desarrollar.

Viajes (V): Es el desplazamiento de los obreros a las distintas áreas del proyecto, para abastecer de materiales durante la ejecución de cada partida.

Necesidades biológicas (B): Esta categoría se define sola.

Actividades no productivas (Y): Considera el resto de actividades que no aportan al proyecto y no se encuentren detalladas en las categorías anteriores.

4.2.5. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Los métodos de recolección y procedimientos que se van a usar para analizar e interpretar la información, son básicamente de carácter cuantitativa.

Trabajo de campo: Para realizar este trabajo se tuvo que elaborar un formato apropiado para la recolección de la información en situ. De manera que, se registre mediante el método de la observación en función a los procesos constructivos y los tiempos de ejecución de la actividad realizar.

Mediciones en campo: La toma de información para el presente trabajo se registró en la obra "Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca - 2017– Perú."; en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado.

Los formatos de registro: Para facilitar el registro apropiado de los datos de campo, fue necesario contar con un formato impreso para la recolección de dicha información.

CAPÍTULO 5. DESARROLLO DE TESIS

El presente trabajo de investigación tiene el siguiente objetivo general, el demostrar cómo se puede mejorar la productividad en las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction en la Obra, "Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017", utilizando las herramientas de la Filosofía Lean Construction. Para lo cual, se hace la medición del desempeño del personal de las cuadrillas pertenecientes a las partidas seleccionadas y el análisis correspondiente mediante el uso de la herramienta de Cartas Balance. De modo que, al procesar esta información se puede obtener los indicadores de desempeño, con los cuales se pudieron utilizar para planificar y reprogramar dichas actividades, mediante el uso de las herramientas Lean como el Look Ahead Planning y Last Planner. De manera que nos permita cumplir con los objetivos específicos planteados.

- 1. Proponer una metodología de recopilación de información para hacer un análisis estadístico que se pueda interpretar como indicadores del uso de la mano de obra en el proyecto.*
- 2. Determinar el consumo de la mano de obra necesaria que puede ser utilizada para hacer una buena planificación y control de avance del proyecto en ejecución.*
- 3. Optimizar los procesos productivos para reducir los que no generan valor durante la ejecución de las partidas seleccionadas.*
- 4. Interpretar los indicadores mediante gráficos para entender cómo evoluciona el desempeño de la mano de obra en las actividades en cada una de las partidas seleccionadas para el presente trabajo.*
- 5. Proponer la mejora continua en los procesos de las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado, mediante la utilización de las herramientas Cartas Balance, Look Ahead Planning y Last Planner, de la filosofía Lean Construction.*
- 6. Mejorar la programación de las tareas de manera más eficiente. De manera que, pueda mejorar la productividad en las partidas seleccionadas.*

CAPÍTULO 6. RESULTADOS

6.1. APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN LA PARTIDA DE FALSO CIELO RASO C/PLANCHA DE FIBROCEMENTO DE 6mm

Esta partida es una de las que se va analizar en el presente trabajo de investigación por medio de la herramienta de Cartas Balance de la Filosofía Lean Construction.

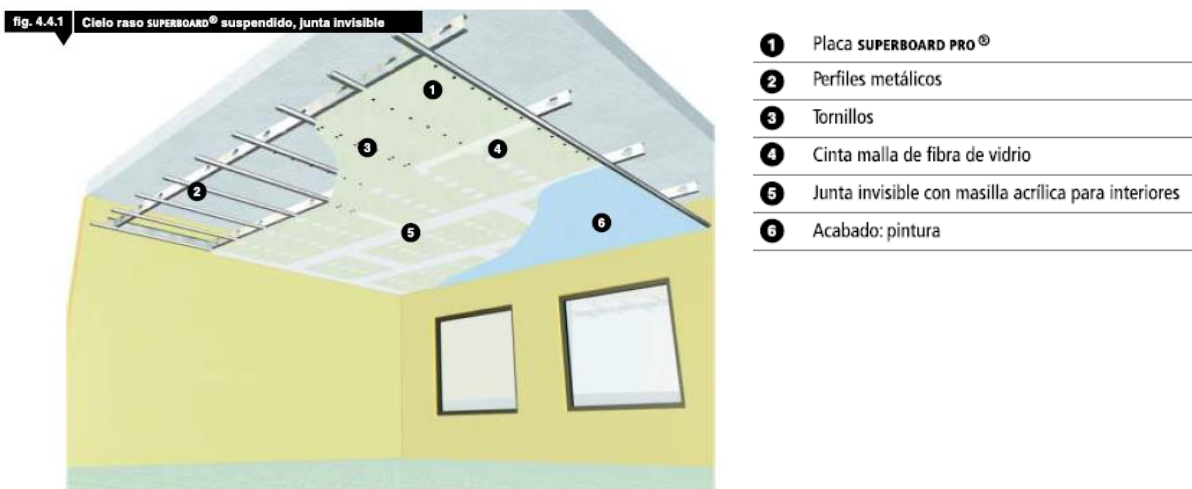
La Instalación de este tipo de acabados de construcción se divide en tres procesos constructivos consecutivos predecesores entre sí.

En primer lugar, la colocación de rieles y parantes que conforman la estructura del FCR, la misma que se detallara en el proceso constructivo.

En segundo lugar, la fijación de las planchas de fibrocemento con tornillos de fijación. Finalmente, el masillado de las juntas y las áreas donde fueron colocados los tornillos de fijación de manera que, el FCR quede expedito para su acabado de empastado y pintura final.

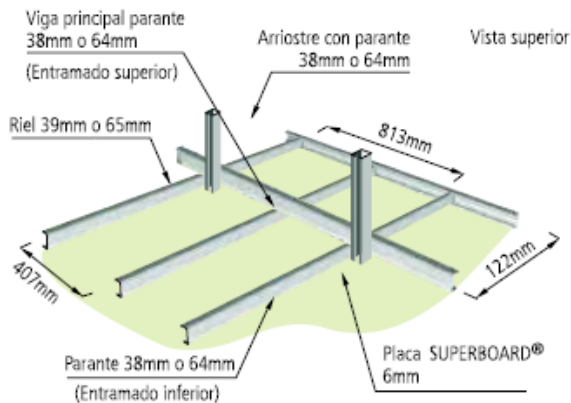
Sistema constructivo.-

Consiste en arriostrar a la losa de concreto una estructura compuesta por parantes y rieles de 38mm o 64mm, uno inferior cada 406mm y uniendo otro superior (vigas principales) cada 1222mm. A esta estructura, se le arriostrara las placas de superboard de 6mm. Las juntas entre placas serán tratadas con productos que las oculten (masillado).



Imágenes extraídas del manual de instalación de superboard Eternit

fig. 4.4.2 Cielo raso suspendido



Desarrollo de la Metodología.-

Partida Analizada: Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm, cuya observación y toma de datos fue realizada el 03 de julio del 2017; entre las 9.00 am y 12.00 pm. Además, se tuvo en cuenta el recurso humano asignado para la ejecución de la partida. La misma que, fue de 04 operarios, 02 oficiales y 01 ayudantes.

Por otro lado, para el desarrollo del presente trabajo de investigación de la partida antes mencionada se tomaron datos de campo de cada tipo de trabajo (TP, TC y TNC), para poder identificar los diferentes tipos de actividades que los trabajadores ejecutaron y los tiempos empleados para cada uno de ellos, durante el periodo de 3 horas (entre las 9.00 am y 12.00 pm).

Reconocimiento e identificación de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios.-

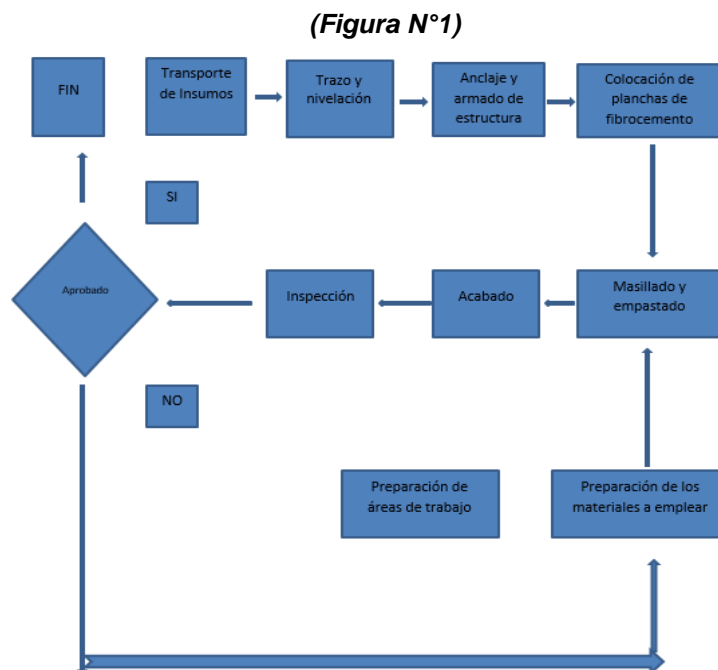
Para desarrollar la presente Carta Balance de la partida Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm, fue necesario identificar primero los distintos tipos de trabajos dentro de la partida a analizar. Es decir, los Trabajos Productivos (TP), Trabajos Contributorios (TC) y Trabajos No Contributorios, que inciden en la fabricación del FCR de la partida analizada.

Además, se tomó el registro de la cuadrilla para la presente investigación. La misma que, fue de 04 operarios, 02 oficiales y 01 ayudantes.

(Tabla N°1)

Trabajo Productivo (TP)	
Anclaje y Armado de estructura	A
Colocación de Planchas de fibrocemento	C
Masillado y empastado	M
Trabajo Contributorio (TC)	
Transporte de Parantes y Rieles	P
Transporte de Planchas de fibrocemento	F
Transporte, armado y traslado de andamios	T
Trazo con equipo laser	L
Trabajo No Contributorio (TNC)	
Esperas	E
Desplazamiento a SS.HH.	S
Descanso	D
Ocio	O
Trabajos Rehechos	R

Diagrama de Flujo de las actividades que intervienen en la ejecución de la partida Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm



Carta balance de la partida Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm.-

Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos

(Tabla N°2)

N° Medicion	Operarios				Oficiales		Peon
	Jose Trujillo	Darwin Mendoza	Luis Tepe	Robinson Canchachi	Kevin Moreto	Edwin Canchachi	Luis Maituiri
1	T	T	T	T	T	T	T
2	E	E	T	T	E	T	T
3	T	T	E	E	T	T	T
4	E	E	T	T	E	E	E
5	T	T	E	E	T	T	T
6	T	T	P	P	T	T	T
7	T	T	P	P	T	T	T
8	P	P	E	E	F	E	E
9	P	P	P	P	F	P	P
10	P	P	F	F	E	P	P
11	P	P	F	F	P	P	P
12	F	F	F	L	L	E	E
13	F	F	A	L	L	P	P
14	F	F	A	L	L	P	P
15	L	L	A	A	A	P	P
16	L	L	P	P	P	E	E
17	A	A	P	P	P	T	T
18	A	A	T	T	T	T	T
19	A	A	E	E	T	T	T
20	A	A	T	T	P	P	P
21	A	A	E	E	P	P	P
22	P	P	A	A	A	P	P
23	A	A	A	A	A	P	P
24	P	P	A	A	A	E	E
25	A	A	P	P	P	F	F
26	P	P	P	P	P	F	F
27	A	A	F	F	F	F	F
28	A	A	F	F	F	F	F
29	A	A	F	F	F	E	E
30	A	A	E	E	T	T	T
31	A	A	T	T	T	T	T
32	P	P	T	T	E	E	E
33	A	A	E	E	T	T	T
34	P	P	T	T	E	E	E
35	A	A	A	A	T	T	T
36	P	P	A	A	A	T	T
37	P	P	A	A	A	T	T
38	A	A	A	A	A	E	E
39	P	P	A	A	A	T	T
40	A	A	C	C	C	E	E
41	P	P	A	A	A	P	P
42	A	A	C	C	C	P	P

N° Medicion	Operarios				Oficiales		Peon
	Jose Trujillo	Darwin Mendoza	Luis Tepe	Robinson Canchachi	Kevin Moreto	Edwin Canchachi	Luis Maituiri
44	P	P	A	A	F	F	E
45	A	A	C	C	F	F	P
46	P	P	C	C	F	F	P
47	A	A	C	C	F	F	E
48	P	P	A	A	F	F	S
49	P	P	C	C	F	F	S
50	A	A	A	M	M	T	T
51	P	P	P	M	M	T	T
52	A	A	A	M	M	E	E
53	P	P	P	C	C	T	T
54	C	C	C	M	M	T	T
55	C	C	C	M	M	T	T
56	C	C	C	M	M	P	P
57	A	A	A	C	C	P	P
58	C	C	C	M	M	P	P
59	A	A	A	M	M	E	E
60	C	C	C	M	M	F	F

Distribución del trabajo.-

Los presentes cuadros nos muestran los tiempos empleados por cada trabajador para realizar los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC), lo cual refleja el porqué de una baja productividad en esta partida de Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm. (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos)

(Tabla N°3)

OP: Jose Anthony Trujillo Merino			
	TP	TC	TNC
T		5	
E			2
P		19	
F		3	
L		2	
A	24		
C	5		
M	0		
S			0
TOTAL	29	29	2
%	48.33%	48.33%	3.33%
Tiempo	87'	87'	6'

OP: Darwin Luis Mendoza Ortiz			
	TP	TC	TNC
T		5	
E			2
P		19	
F		3	
L		2	
A	24		
C	5		
M	0		
S			0
TOTAL	29	29	2
%	48.33%	48.33%	3.33%
Tiempo	87'	87'	6'

OP: Luis alberto Tepe Carmen			
	TP	TC	TNC
T		8	
E			7
P		9	
F		6	
L		0	
A	18		
C	12		
M	0		
S			0
TOTAL	30	23	7
%	50.00%	38.33%	11.67%
Tiempo	90'	69'	21'

OP: Robinson Canchachi Cano			
	TP	TC	TNC
T		8	
E			7
P		7	
F		5	
L		3	
A	12		
C	9		
M	9		
S			0
TOTAL	30	23	7
%	50.00%	38.33%	11.67%
Tiempo	90'	69'	21'

OF: Kevin Steven Moreto Castillo			
	TP	TC	TNC
T		11	
E			5
P		7	
F		12	
L		3	
A	9		
C	4		
M	9		
S			0
TOTAL	22	33	5
%	36.67%	55.00%	8.33%
Tiempo	66'	99'	15'

OF: Edwin Canchachi Cano			
	TP	TC	TNC
T		21	
E			12
P		15	
F		12	
L		0	
A	0		
C	0		
M	0		
S			0
TOTAL	0	48	12
%	0.00%	80.00%	20.00%
Tiempo	0	144'	36'

AY: Luis Alberto Maituiri Vargas			
	TP	TC	TNC
T		21	
E			14
P		18	
F		5	
L		0	
A	0		
C	0		
M	0		
S			2
TOTAL	0	44	16
%	0.00%	73.33%	26.67%
Tiempo	0	132'	48'

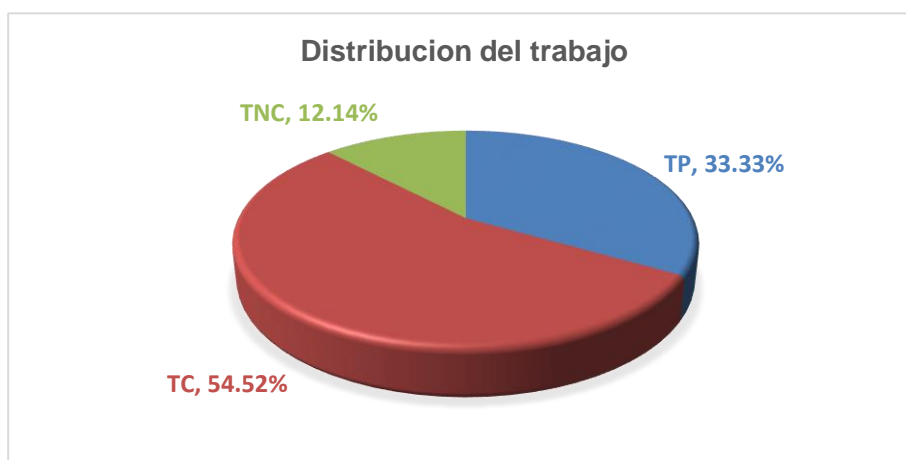
Resumen de la distribución del trabajo.-

Realizados los cálculos de la información recolectada, se puede verificar que la distribución del trabajo de cuadrilla de instaladores de FCR de Superboard de 6mm, compuesta por 4 Op, 2 Of y 1 Ay, tiene un desbalance en la distribución de trabajos en las diferentes tareas ejecutadas como equipo, ya que se puede observar que los operarios realizan un porcentaje elevado de Trabajos Contributorios 54.78% y en menor proporción el de los Trabajos Productivos 33.25%, esto se debe básicamente al mal uso del recurso humano por categoría. Lo cual, merma su productividad en su avance diaria. (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos)

(Tabla N°4)

Descripcion	Muestra	% Participacion	Tiempo
TP	140	33.33%	420'
TC	229	54.52%	687'
TNC	51	12.14%	153'
Totales	420	100.00%	1260'

(Cuadro N°1)



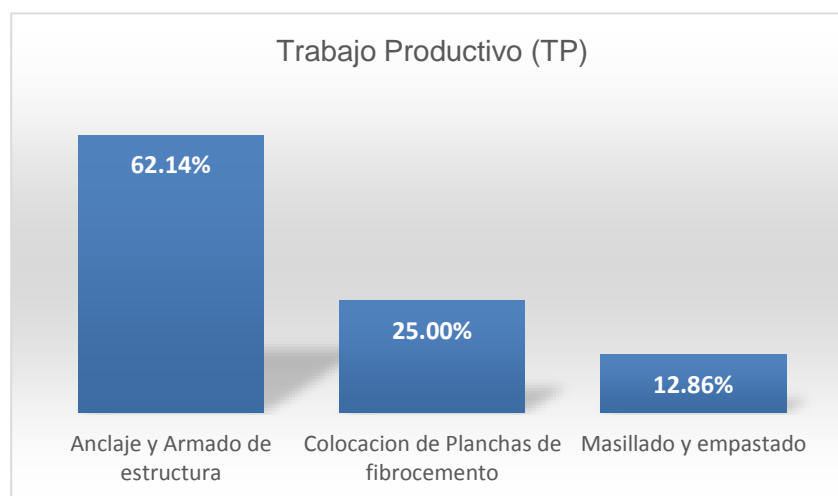
Distribución del trabajo por actividades.- Trabajo Productivo (TP)

En este cuadro se puede observar cómo se distribuye los tiempos en los diferentes trabajos productivos acorde a las actividades realizadas por los trabajadores. Según la Tabla N°5, el Trabajo Productivo se encuentra dividido de la siguiente manera; el trabajo de anclaje y armado de estructura tienen un 62.14% de participación, el trabajo de colocación de planchas de fibrocemento tiene un 25.00% y el trabajo de masillado y empastado tiene solo un 12.86%. Por lo que, con los resultados obtenidos en el presente cuadro podemos deducir que hay un desbalance en las actividades productivas. Lo cual, generó una sobreproducción en la actividad de anclajes y armado de estructura y se descuidó la actividad productiva de colocación de planchas de fibrocemento. De manera que, este desbalance en los dos trabajos antecesores, trajo como consecuencia que el tercer trabajo productivo que es el de masillado y empastado no pueda tener un mayor avance en su ejecución y por lo tanto merma su trabajo productivo. Por lo tanto, según los datos procesados podemos afirmar que no hay un buen balance de los trabajos en entre estas actividades.

(Tabla N°5)

Trabajo Productivo (TP)		Muestra	% Participacion	Tiempo
Anclaje y Armado de estructura	A	87	62.14%	261'
Colocacion de Planchas de fibrocemento	C	35	25.00%	105'
Masillado y empastado	M	18	12.86%	54'
Totales		140	100.00%	420'

(Cuadro N°2)





Armado de estructura para FCR de Superboard de 6mm



Colocación de las planchas de fibrocemento



Masillado y empastado de FCR de Fibromineral de 6mm

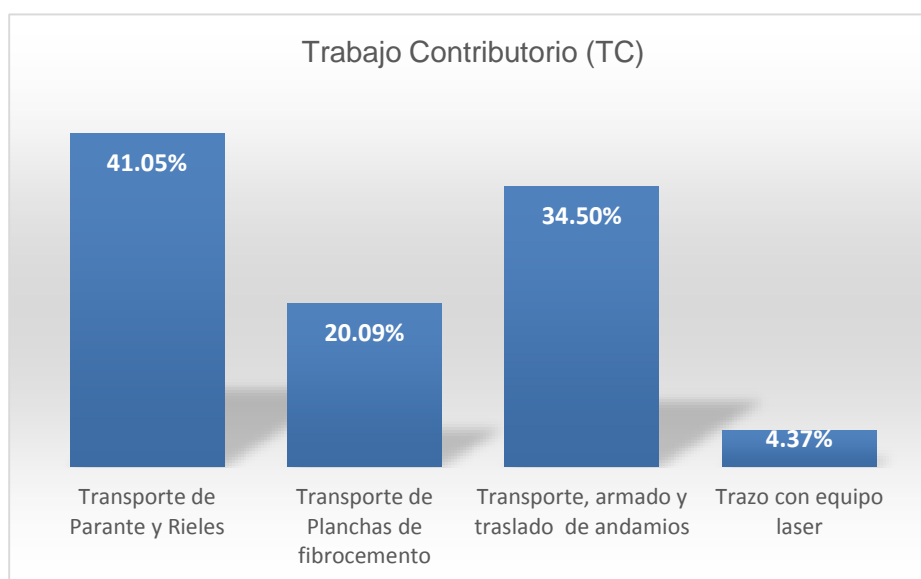
Distribución del trabajo por actividades.- Trabajo Contributorio (TC)

En este cuadro se puede observar cómo se distribuye los tiempos en los diferentes trabajos contributorios acorde a las actividades realizadas por los trabajadores. Según la Tabla N°6, el Trabajo Contributorio se encuentra dividido de la siguiente manera; el trabajo de transportes de parantes y rieles tiene un 41.05% de participación, el trabajo de transporte de planchas de fibrocemento tiene un 20.09% de participación, el trabajo de transporte, armado y traslado de andamios tiene un 34.50% de participación y finalmente el trabajo de trazo con equipo laser tiene un 4.37% de participación. De manera que, de acuerdo a los resultados obtenidos podemos aseverar que las actividades están desbalanceadas, ya que podemos observar un alto porcentaje en actividades contributivas como lo es el transporte de parantes y rieles y el transporte, armado y traslado de andamios. Por otro lado, se puede afirmar que estas actividades no aportan valor a las actividades predecesoras que incrementan un mayor porcentaje a las actividades productivas.

(Tabla N°6)

Trabajo Contributorio (TC)		Muestra	% Participacion	Tiempo
Transporte de Parante y Rieles	P	94	41.05%	282'
Transporte de Planchas de fibrocemento	F	46	20.09%	138'
Transporte, armado y traslado de andamios	T	79	34.50%	237'
Trazo con equipo laser	L	10	4.37%	30'
Totales		229	100.00%	687'

(Cuadro N°3)





Traslado de parantes y rieles



Transporte, armado y traslado de andamios



Trazo y Transporte de planchas de Superboard de 6mm

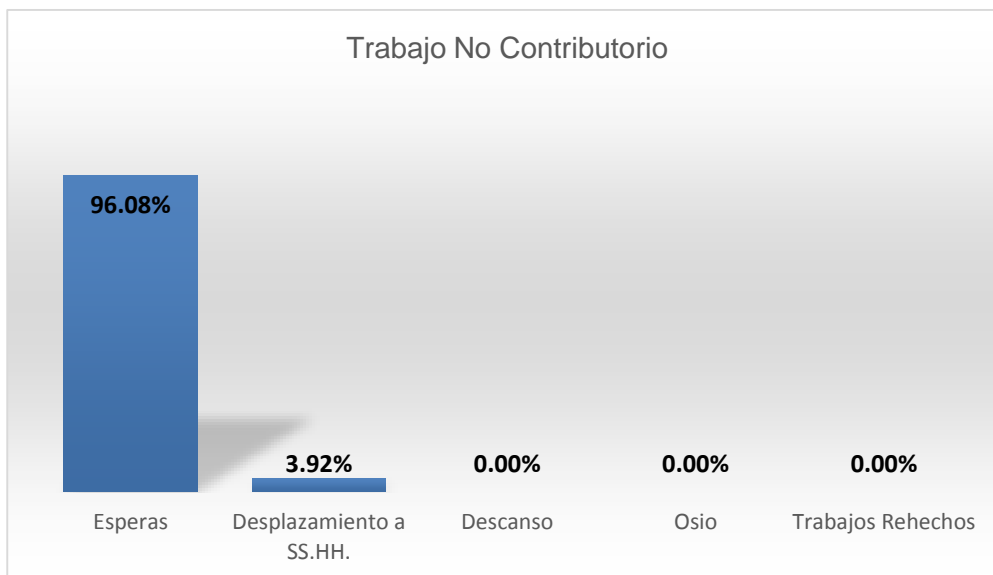
Distribución del trabajo por actividades.- Trabajo No Contributorio (TNC)

En este cuadro se puede observar cómo se distribuye los tiempos en los diferentes trabajos no contributivos acorde a las actividades realizadas por los trabajadores. Según la Tabla N°7, el Trabajo No Contributorio se encuentra dividido de la siguiente manera; las esperas con un 96.08% y los desplazamientos a los SS.HH. con un 3.92%. Por lo que, con estos resultados podemos afirmar que se pierde un buen tiempo en esta actividad, debido a imprecisiones y descoordinaciones del capataz de la contrata. De manera que, estos trabajos no productivos ocasionan pérdidas en hh en la ejecución de los procesos constructivos de esta partida analizada.

(Tabla N°7)

Trabajo No Contributorio (TNC)		Muestra	% Participacion	Tiempo
Esperas	E	49	96.08%	147'
Desplazamiento a SS.HH.	S	2	3.92%	6'
Descanso	D	0	0.00%	0
Osio	O	0	0.00%	0
Trabajos Rehechos	R	0	0.00%	0
Totales		51	100.00%	153'

(Cuadro N°4)



Análisis de los Resultados.-

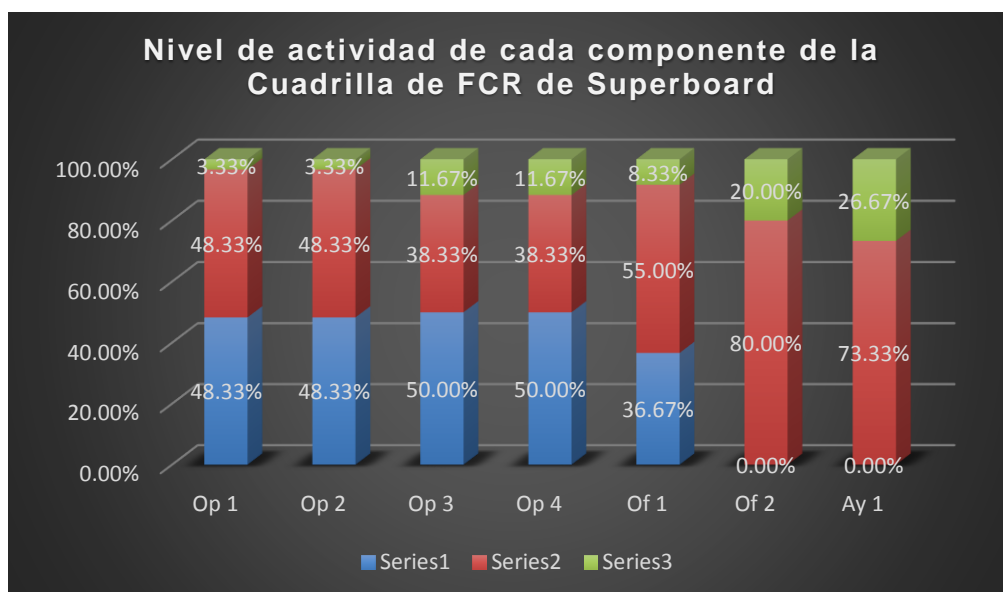
Nivel de Actividad de cada componente de la Cuadrilla.-

En el presente cuadro, podemos observar estadísticamente la distribución de los tiempos empleados por los trabajadores por categorías que laboran en la partida Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm. Por lo que, podemos deducir que hay un desbalance en los diferentes trabajos acorde a las actividades que le corresponden a cada trabajador según su categoría. Ya que, el personal operativo está realizando actividades contributorias y no contributorias, en un porcentaje de participación muy elevada. Lo cual, no aporta valor a la ejecución de trabajos productivos y por lo tanto no beneficia al avance de la ejecución de la partida seleccionada, consumiendo hh en actividades no productivas.

(Tabla N°08)

Nombre del trabajador	Cat.	TP	TC	TNC
Jose Anthony Trujillo Merino	Op 1	48.33%	48.33%	3.33%
Darwin Luis Mendoza Ortiz	Op 2	48.33%	48.33%	3.33%
Luis Alberto Tepe Carmen	Op 3	50.00%	38.33%	11.67%
Robinson Canchachi Cano	Op 4	50.00%	38.33%	11.67%
Kevin Steven Moreto Castillo	Of 1	36.67%	55.00%	8.33%
Edwin Canchachi Cano	Of 2	0.00%	80.00%	20.00%
Luis Alberto Maituiri Vargas	Ay 1	0.00%	73.33%	26.67%

(Cuadro N°5)



Reestructuración de la cuadrilla en base a los resultados obtenidos.-

En vista a los primeros resultados obtenidos en el presente estudio mediante el análisis de los datos registrados en campo y el uso de la herramienta de Carta Balance de la Filosofía Lean, en la partida de Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm; se pudo determinar estadísticamente que había un desbalance en un porcentaje elevado entre los trabajos productivos, contributorios y no contributorios. Lo cual, estaba originando perdidas en la ejecución de esta partida. Por lo que, se planteó como alternativa la recomposición de la cuadrilla analizada para tratar de mejorar las actividades productivas. Esta nueva cuadrilla reestructurada a la cual se le incrementó un ayudante para que realizara las actividades contributivas y permitir que los operarios se dedicaran solo a las actividades productivas, fue sometida a un nuevo registro y análisis de datos mediante el uso de la herramienta de Cartas Balance y que a continuación presentamos.

6.2. APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN LA PARTIDA DE FALSO CIELO RASO C/PLANCHA DE FIBROCEMENTO DE 6mm (SEGUNDO REGISTRO DE INFORMACION CON CUADRILLA MODIFICADA)

*Partida Analizada: **Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm**, cuya observación y toma de datos fue realizada el 25 de julio del 2017; entre las 9.00 am y 12.00 pm. Para esta nueva medición, se tomó en consideración la nueva cuadrilla base de 04 operarios, 02 oficiales y 02 ayudantes.*

La misma que, recibió las instrucciones específicas de que los operarios solo realizaran labores productivas y los oficiales participen más en las actividades productivas. Por otro lado se incrementó 01 ayudante para que las actividades contributorias sean más eficientes. Con lo cual, se busca reducir los tiempos en las actividades de los trabajo que no aportan valor a las actividades.

Por otro lado, para el desarrollo del presente trabajo de investigación de la partida antes mencionada se tomaron nuevos datos de campo de cada tipo de trabajo (TP, TC y TNC), durante el periodo de 3 horas (entre las 9.00 am y 12.00 pm).

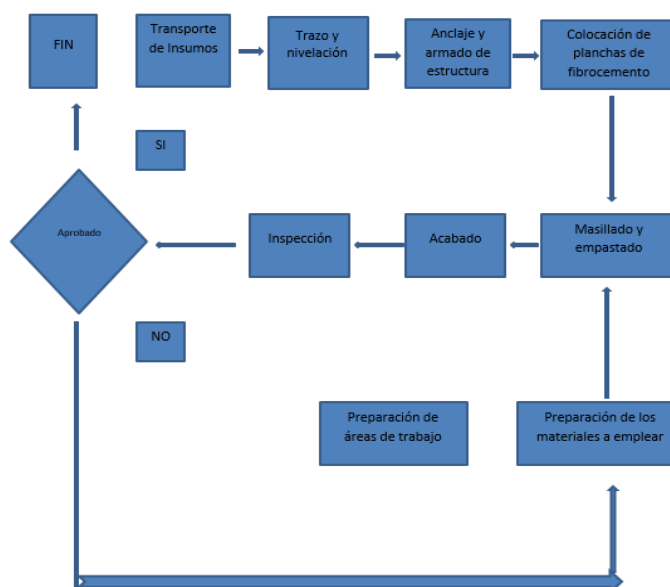
Reconocimiento e identificación de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios.-

Para desarrollar esta nueva Carta Balance de la partida Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm, fue necesario identificar primero los distintos tipos de trabajos dentro de la partida a analizar. Es decir, los Trabajos Productivos (TP), Trabajos Contributorios (TC) y Trabajos No Contributorios, que inciden en la fabricación del FCR de la partida analizada. Por otro lado, se tomó la decisión de modificar la cuadrilla. La misma que, fue de 04 operarios, 02 oficiales y 02 ayudantes.

(Tabla N°1)

Trabajo Productivo (TP)	
Anclaje y Armado de estructura	A
Colocación de Planchas de fibrocemento	C
Masillado y empastado	M
Trabajo Contributorio (TC)	
Transporte de Parantes y Rieles	P
Transporte de Planchas de fibrocemento	F
Transporte, armado y traslado de andamios	T
Trazo con equipo laser	L
Trabajo No Contributorio (TNC)	
Esperas	E
Desplazamiento a SS.HH.	S
Descanso	D
Ocio	O
Trabajos Rehechos	R

Diagrama de Flujo de las actividades (Figura N°1)



Carta Balance de la partida Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm.-

Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos

(Tabla N°09)

N° Medicion	Operarios				Oficiales		Peon	
	Jose Trujillo	Darwin Mendoza	Luis Tepe	Robinson Canchachi	Kevin Moreto	Edwin Canchachi	Luis Mailluiri	Hytto Gamarra
1	T	T	T	T	T	T	T	T
2	E	E	T	T	T	T	T	T
3	T	T	T	E	T	T	T	T
4	E	E	E	T	E	E	T	T
5	T	T	T	T	T	T	T	T
6	T	T	T	T	T	T	E	E
7	T	T	T	T	T	T	T	T
8	P	P	F	P	E	E	T	T
9	P	P	F	P	T	P	T	T
10	P	P	F	P	T	P	P	P
11	P	P	P	P	E	P	P	P
12	F	F	P	P	P	E	P	P
13	F	F	P	F	P	P	P	P
14	F	F	F	F	P	P	P	P
15	L	L	F	F	E	P	E	E
16	L	L	P	F	P	P	L	L
17	A	A	P	F	P	E	L	L
18	A	A	F	F	P	F	P	P
19	A	A	F	F	P	F	P	P
20	A	A	F	F	E	F	P	P
21	A	A	A	L	F	F	E	E
22	A	A	A	L	F	F	L	L
23	A	A	A	L	F	F	L	L
24	A	A	A	A	L	E	P	P
25	A	A	A	A	L	A	P	P
26	A	A	A	A	L	A	P	P
27	A	A	A	A	F	A	L	L
28	A	A	A	A	F	A	L	L
29	C	C	A	A	F	A	E	E
30	C	C	A	A	F	A	P	P
31	C	C	A	A	A	A	P	P
32	C	C	A	A	A	A	P	P
33	A	A	C	A	A	A	P	P
34	A	A	C	A	A	A	P	P
35	A	A	C	A	A	A	P	P
36	A	A	C	A	A	A	P	P
37	A	A	A	A	A	A	P	P
38	A	A	A	A	A	A	P	P
39	A	A	A	A	A	A	P	P
40	A	A	A	C	A	C	P	P
41	A	A	C	C	A	C	P	P
42	C	C	C	C	A	C	E	E
43	C	C	C	C	C	C	F	F
44	C	C	C	C	C	C	F	F
45	C	C	C	C	C	C	F	F
46	C	C	C	C	C	C	F	F
47	C	C	C	C	C	C	F	F
48	C	C	M	C	M	M	F	F

49	C	C	M	C	M	M	F	F
50	C	C	C	C	M	M	E	E
51	M	M	C	C	M	M	F	F
52	M	M	C	C	C	C	F	F
53	M	M	M	M	C	C	F	F
54	M	M	M	M	C	C	F	F
55	C	C	M	M	C	C	F	F
56	C	C	M	M	M	M	F	F
57	M	M	M	M	M	M	F	F
58	M	M	M	M	M	M	F	F
59	M	M	M	M	M	M	F	F
60	M	M	M	M	M	M	F	F

Distribución del trabajo.-

Los presentes cuadros nos muestran los tiempos empleados por cada trabajador para realizar los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC), lo cual refleja una mejora en la productividad en esta partida de Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm.

(Tabla N°10)

OP: Jose Anthony Trujillo Merino			
	TP	TC	TNC
T		5	
E			2
P		4	
F		3	
L		2	
A	21		
C	15		
M	8		
S			0
TOTAL	44	14	2
%	73.33%	23.33%	3.33%
Tiempo	132'	42'	6'

OP: Darwin Luis Mendoza Ortiz			
	TP	TC	TNC
T		5	
E			2
P		4	
F		3	
L		2	
A	21		
C	15		
M	8		
S			0
TOTAL	44	14	2
%	73.33%	23.33%	3.33%
Tiempo	132'	42'	6'

OP: Luis alberto Tepe Carmen			
	TP	TC	TNC
T		6	
E			1
P		5	
F		8	
L		0	
A	16		
C	14		
M	10		
S			0
TOTAL	40	19	1
%	66.67%	31.67%	1.67%
Tiempo	120'	57'	3'

OP: Robinson Canchachi Cano			
	TP	TC	TNC
T		6	
E			3
P		5	
F		7	
L		3	
A	15		
C	13		
M	8		
S			0
TOTAL	36	21	3
%	60.00%	35.00%	5.00%
Tiempo	108'	63'	9'

OF: Kevin Steven Moreto Castillo			
	TP	TC	TNC
T		8	
E			5
P		7	
F		7	
L		3	
A	12		
C	9		
M	9		
S			0
TOTAL	30	25	5
%	50.00%	41.67%	8.33%
Tiempo	90'	75'	15'

OF: Edwin Canchachi Cano			
	TP	TC	TNC
T		7	
E			4
P		7	
F		6	
L		0	
A	15		
C	12		
M	9		
S			0
TOTAL	36	20	4
%	60.00%	33.33%	6.67%
Tiempo	108'	60'	12'

AY: Luis Alberto Maituiri Vargas			
	TP	TC	TNC
T		8	
E			6
P		23	
F		17	
L		6	
A	0		
C	0		
M	0		
S			0
TOTAL	0	54	6
%	0.00%	90.00%	10.00%
Tiempo	0'	162'	18'

AY: Hytto Domingo Gamarra Cruz			
	TP	TC	TNC
T		8	
E			6
P		23	
F		17	
L		6	
A	0		
C	0		
M	0		
S			0
TOTAL	0	54	6
%	0.00%	90.00%	10.00%
Tiempo	0'	162'	18'

Resumen de la distribución del trabajo.-

Realizados los cálculos de la nueva información recolectada, se puede verificar que la distribución del trabajo de cuadrilla de instaladores de FCR de Superboard de 6mm, ahora compuesta por 4 Op, 2 Of y 2 Ay; se encuentra mejor balanceada ya que, los indicadores muestran una mejora en los porcentajes de participación como se muestra en la Tabla N°12. En la cual, se puede visualizar mediante los mismos que el Trabajo Productivo cuenta ahora con un 47.92% de participación, el Trabajo Contributorio con un 46.04% y finalmente se puede apreciar que la participación en los trabajos No Contributorios ha disminuido su incidencia con un 6.04%.

Con estos nuevos indicadores podemos afirmar que se ha logrado mejorar el balance entre las actividades de los procesos productivos en la partida analizada, pero para conseguir la mejora continua es necesario el constante seguimiento y control de los mismos. Para lo cual, se deberá implementar la herramienta de gestión Last Planner de la filosofía Lean, la misma que, busca mejorar la productividad prediciendo su desenvolvimiento mediante los indicadores, ya que es una forma estabilizar los procesos en los diferentes trabajos productivos en busca de la optimización de los recursos de la mano de obra que interviene en los diferentes procesos productivos.

(Tabla N°11)

Descripcion	Muestra	% Participacion	Tiempo
TP	230	47.92%	690'
TC	221	46.04%	663'
TNC	29	6.04%	87'
Totales	480	100.00%	1440'

(Cuadro N°6)



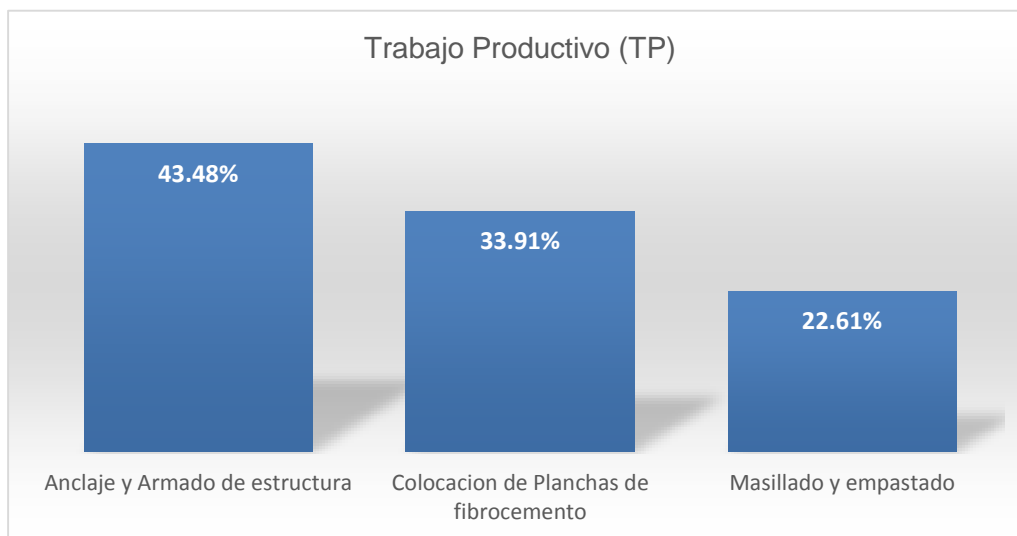
Distribución del trabajo por actividades.- Trabajo Productivo (TP)

En el presente cuadro se muestran los resultados del análisis a la nueva Carta Balance perteneciente a la cuadrilla modificada, en la cual, se puede observar una mejora considerable entre las actividades productivas y contributorias, las mismas que se encuentran mejor balanceadas. Lo cual, ha permitido una mayor participación en los trabajos productivos, ya que se hizo un mejor seguimiento y control al desempeño de las actividades de los trabajadores. De manera que, los resultados obtenidos reflejan la mejora en los procesos, donde el Trabajo Productivo ahora se encuentra dividido de la siguiente manera; el trabajo de anclaje y armado de estructura tienen un 43.48% de participación, el trabajo de colocación de planchas de fibrocemento tiene un 33.91% y el trabajo de masillado y empastado tiene solo un 22.61%.

(Tabla N°12)

Trabajo Productivo (TP)		Muestra	% Participación	Tiempo
Anclaje y Armado de estructura	A	100	43.48%	300'
Colocación de Planchas de fibrocemento	C	78	33.91%	234'
Masillado y empastado	M	52	22.61%	156'
Totales		230	100.00%	690'

(Cuadro N°7)



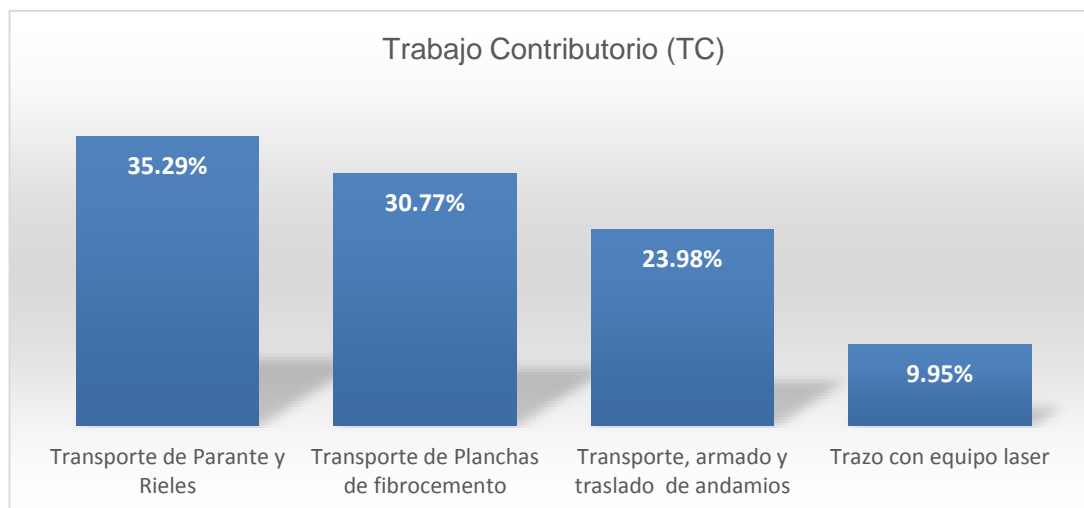
Distribución del trabajo por actividades.- Trabajo Contributorio (TC)

En el presente cuadro se puede observar cómo ha mejorado el balance entre las actividades contributivas. Lo cual, nos permite aseverar que los diferentes trabajos contributorios ejecutados por los trabajadores están optimizando los indicadores de incidencia y tiempos invertidos en los mismos. Lo cual beneficia a los trabajos productivos, ya que, el proceso es continuo y sin stock de trabajos en proceso. Por otro lado, según la Tabla N°14, el Trabajo Contributorio se encuentra ahora dividido de la siguiente manera; el trabajo de transportes de parantes y rieles tiene un 35.29% de participación, el trabajo de transporte de planchas de fibrocemento tiene un 30.77% de participación, el trabajo de transporte, armado y traslado de andamios tiene un 23.98% de participación y finalmente el trabajo de trazo con equipo laser tiene un 9.95% de participación. De manera que, de acuerdo a los resultados obtenidos podemos aseverar que las actividades están mejor balanceadas, ya que el porcentaje en actividades contributivas permiten ahora agilizar los procesos de manera más homogénea, permitiendo que los procesos productivos sean más eficientes.

(Tabla N°13)

Trabajo Contributorio (TC)		Muestra	% Participación	Tiempo
Transporte de Parante y Rieles	P	78	35.29%	234'
Transporte de Planchas de fibrocemento	F	68	30.77%	204'
Transporte, armado y traslado de andamios	T	53	23.98%	159'
Trazo con equipo laser	L	22	9.95%	66'
Totales		221	100.00%	663'

(Cuadro N°8)



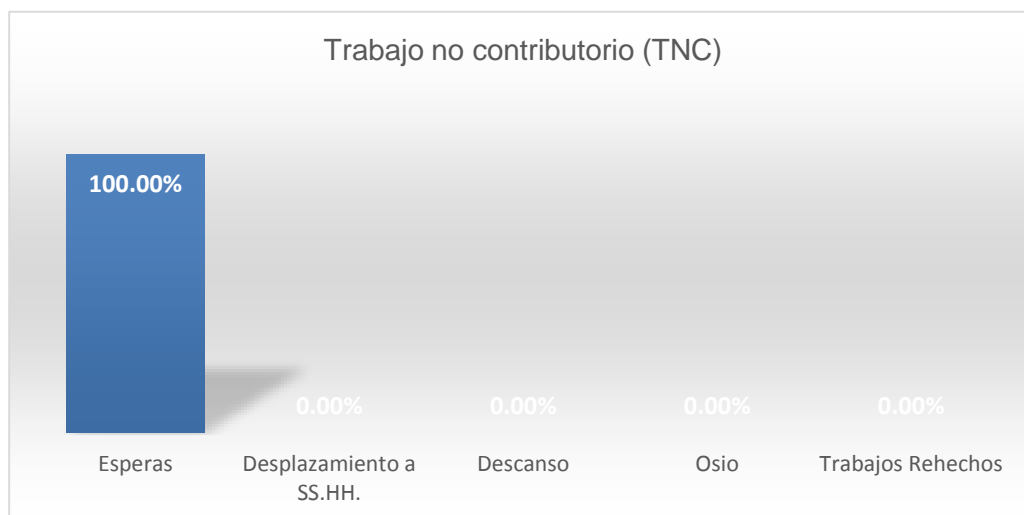
Distribución del trabajo por actividades.- Trabajo No Contributorio (TNC)

En el presente cuadro se puede observar cómo se distribuye los tiempos en los diferentes trabajos no contributivos acorde a las actividades realizadas por los trabajadores. Según la Tabla N°15, el Trabajo No Contributorio ahora se encuentra dividido de la siguiente manera; las esperas con un 100.00%. Por lo que, en vista a este resultado podemos afirmar que todavía no se ha podido minimizar la incidencia de este tipo de actividad que no aporta valor. De manera que, todavía estos trabajos no productivos están ocasionando pérdidas en hh en la ejecución de los procesos constructivos de esta partida analizada.

(Tabla N°14)

Trabajo No Contributorio (TNC)		Muestra	% Participación	Tiempo
Esperas	E	29	100.00%	87'
Desplazamiento a SS.HH.	S	0	0.00%	0'
Descanso	D	0	0.00%	0'
Osio	O	0	0.00%	0'
Trabajos Rehechos	R	0	0.00%	0'
Totales		29	100.00%	87'

(Cuadro N°9)



Análisis de los Resultados.-

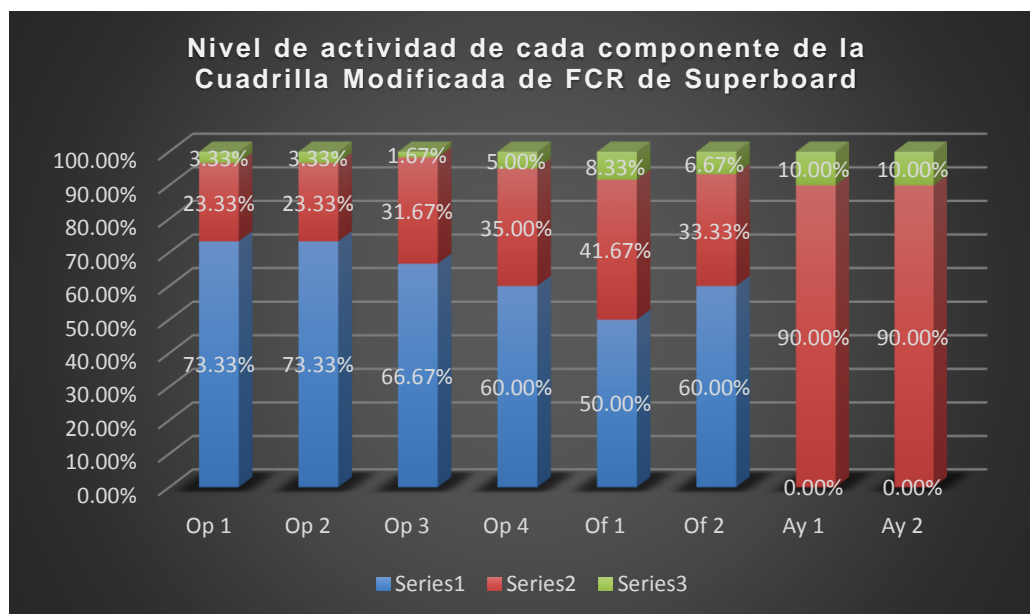
Nivel de Actividad de cada componente de la Cuadrilla Modificada.-

En el presente cuadro, podemos observar estadísticamente la nueva distribución de los tiempos empleados por los trabajadores por categorías que laboran en la partida Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm. De manera que, en vista a los nuevos resultados podemos deducir que se ha mejorado el balance entre los diferentes trabajos acorde a las actividades que le corresponden a cada trabajador según su categoría. Por lo que, se puede apreciar que personal operativo ha incrementado su incidencia de participación en los trabajos productivos. Lo cual, aporta valor a la ejecución de estos trabajos y por lo tanto beneficia en mejor medida al avance de la ejecución de la partida seleccionada.

(Tabla N°15)

Nombre del trabajador	Cat.	TP	TC	TNC
Jose Anthony Trujillo Merino	Op 1	73.33%	23.33%	3.33%
Darwin Luis Mendoza Ortiz	Op 2	73.33%	23.33%	3.33%
Luis Alberto Tepe Carmen	Op 3	66.67%	31.67%	1.67%
Robinson Canchachi Cano	Op 4	60.00%	35.00%	5.00%
Kevin Steven Moreto Castillo	Of 1	50.00%	41.67%	8.33%
Edwin Canchachi Cano	Of 2	60.00%	33.33%	6.67%
Luis Alberto Maituiri Vargas	Ay 1	0.00%	90.00%	10.00%
Hytto Domingo Gamarra Cruz	Ay 2	0.00%	90.00%	10.00%

(Cuadro N°10)

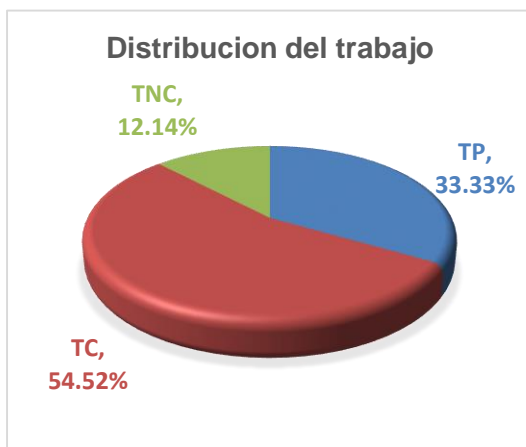


6.2.1. PROPUESTA DE MEJORA

En vista a los resultados obtenidos en el análisis que se hicieron a la primera Carta Balance de las actividades que conforman los procesos productivos de la partida Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm. Se pudo determinar que, las actividades de los Trabajos Productivos, Contributorio y No Contributorio se encontraban desbalanceados entre sí. Lo cual, se reflejaba en el porcentaje de participación de cada tipo de trabajo analizado. Debido a ello, se decidió reestructurar la cuadrilla y planificar las actividades acorde a las categorías de los trabajadores. Lo cual, dio como resultado la mejora de los porcentajes de participación en las actividades productivas.

(Tabla N°4)

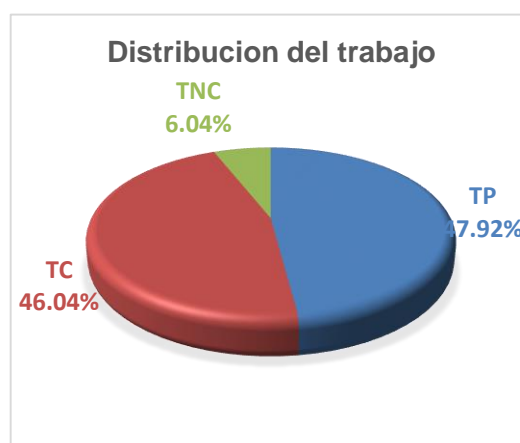
**Resultados de la Primera Carta Balance
Cuadrilla Sin Modificación**



Descripcion	Muestra	% Participacion	Tiempo
TP	140	33.33%	420'
TC	229	54.52%	687'
TNC	51	12.14%	153'
Totales	420	100.00%	1260'

(Tabla N°12)

**Resultados de la Segunda Carta Balance
Cuadrilla Modificada**



Descripcion	Muestra	% Participacion	Tiempo
TP	230	47.92%	690'
TC	221	46.04%	663'
TNC	29	6.04%	87'
Totales	480	100.00%	1440'

Con estos resultados obtenidos y mostrados en la propuesta de mejoras, lo que se busca es proponer una metodológica que nos permita identificar los indicadores que se puedan utilizar para mejorar el flujo de los procesos de los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC)

(Tabla N°16)

CUADRO COMPARATIVO DE PORCENTAJE DE PARTICIPACION			
Descripcion	% Participacion (1era Carta Balance)	% Participacion (2da Carta Balance)	Diferencia
TP	33.33%	47.92%	14.58%
TC	54.52%	46.04%	-8.48%
TNC	12.14%	6.04%	-6.10%
Totales	100.00%	100.00%	0.00%

(Tabla N°17)

CUADRO COMPARATIVO DE PORCENTAJE DE PARTICIPACION				
Trabajo Productivo (TP)		% Participacion (1era Carta Balance)	% Participacion (2da Carta Balance)	Diferencia
Anclaje y Armado de estructura	A	62.14%	43.48%	-18.66%
Colocacion de Planchas de fibrocemento	C	25.00%	33.91%	8.91%
Masillado y empastado	M	12.86%	22.61%	9.75%
Totales		100.00%	100.00%	0.00%

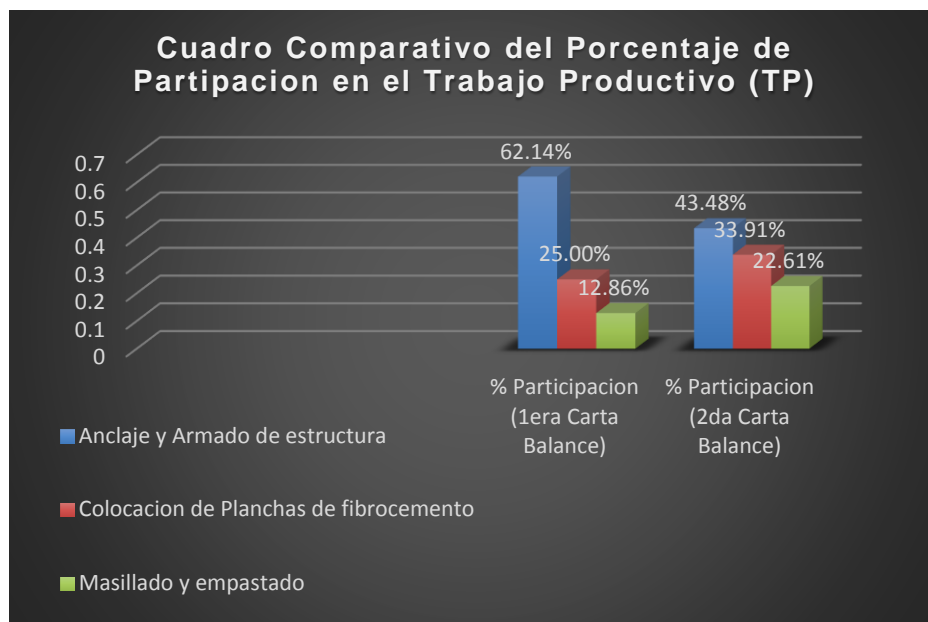
Trabajo Contributorio (TC)		% Participacion (1era Carta Balance)	% Participacion (2da Carta Balance)	Diferencia
Transporte de Parante y Rieles	P	41.05%	35.29%	-5.75%
Transporte de Planchas de fibrocemento	F	20.09%	30.77%	10.68%
Transporte, armado y traslado de andamios	T	34.50%	23.98%	-10.52%
Trazo con equipo laser	L	4.37%	9.95%	5.59%
Totales		100.00%	100.00%	0.00%

Trabajo No Contributorio (TNC)		% Participacion (1era Carta Balance)	% Participacion (2da Carta Balance)	Diferencia
Esperas	E	96.08%	100.00%	3.92%
Desplazamiento a SS.HH.	S	3.92%	0.00%	-3.92%
Descanso	D	0.00%	0.00%	0.00%
Osio	O	0.00%	0.00%	0.00%
Trabajos Rehechos	R	0.00%	0.00%	0.00%
Totales		100.00%	100.00%	0.00%

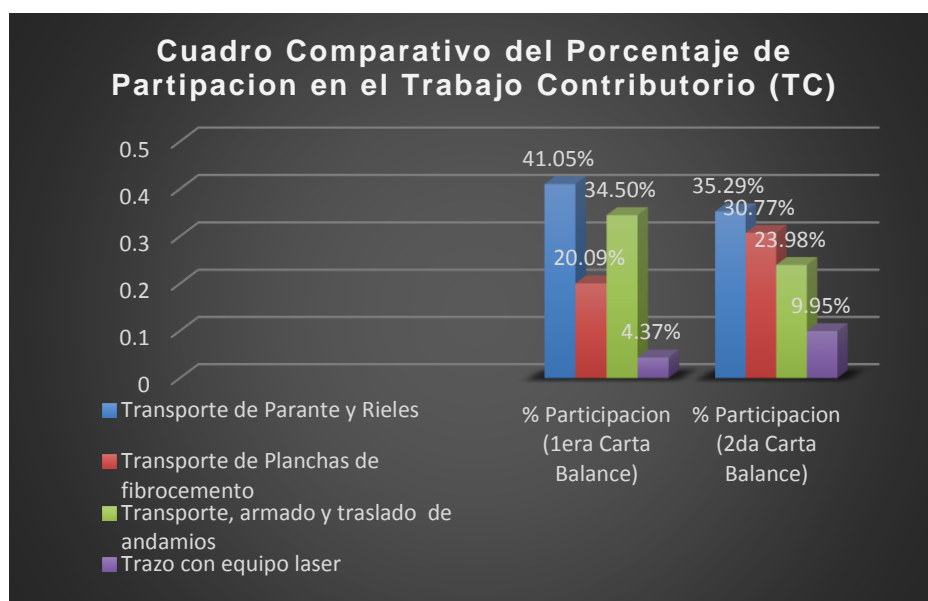
Como se puede observar en los cuadros presentados, hemos demostrado que se puede balancear los tipos de Trabajos Productivos (TP) y los Trabajos Contributorios (TC). Lo cual, se puede interpretar como una mejora en el flujo en los procesos durante el proceso de ejecución de la partida Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm. Por otro lado, se puede afirmar que los resultados obtenidos pueden ser interpretados como unos indicadores de eficiencia de los procesos de las actividades de cada tipo de trabajo analizado TP, TC y TNC.

A continuación se presentan los cuadros comparativos de los porcentajes de participación en los trabajos productivos y contributorios obtenidos durante el análisis de las dos Cartas Balance.

(Cuadro N°11)



(Cuadro N°12)



Además también se desarrolló un cuadro comparativo de los tiempos empleados para la ejecución de estos trabajos ejecutados en el periodo trabajo de 180 minutos partida de Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm. Lo cual, nos servirá como una metodología de ensayo y error para mejorar nuestros procesos constructivos y buscar la optimización de los recursos a emplearse.

(Tabla N°18)

COMPARATIVO DE TIEMPOS EMPLEADOS			
Descripcion	Tabla 1	Tabla 2	Diferencia
TP	420'	690'	270
TC	687'	663'	-24
TNC	153'	87'	-66
Totales	1260'	1440'	180'

Teniendo estos Indicadores se pudo hallar el Rendimiento Promedio de cada Operario. Lo cual, nos dio un alcance de cómo se encontraba el ritmo de avance de la partida y así plantear una reestructuración de las actividades que intervienen en la ejecución.

(Tabla N°19)

Descripcion	Muestra	% Particip.	Tiempo
TP	140	33.33%	420
TC	229	54.52%	687
TNC	51	12.14%	153
Totales	420	100.00%	1260

Op	Min. Trab. Prom. OP.	Hrs. Trab. Prom. Op.	horas trabajadas
4	105	1.75	3
		4.67	8

Rendimiento Expediente Tecnico			
m2	horas	dia	Rend
7.00	8.00	1.00	1.1429

Velocidad de Ejecucion Diario (1ra Carta Balance)			
m2	horas	dia	
4.08	4.67	1.00	

Rendimiento Real de Obtenido (1ra Carta Balance)			
m2	horas	dia	Rend
4.08	8.00	1.00	1.9592

Como se puede observar en este primer resultado, el rendimiento de los trabajadores estaba por debajo del que se mencionaba en el expediente técnico. De manera que, con este sustento se planteó la reorganización de la partida analizada.

(Tabla N°20)

Descripcion	Muestra	% Particip.	Tiempo
TP	230	47.92%	690
TC	221	46.04%	663
TNC	29	6.04%	87
Totales	480	100.00%	1440

Op	Min. Trab. Prom. OP.	Hrs. Trab. Prom. Op.	horas trabajadas
4	172.5	2.875	3
		7.67	8

Rendimiento Expediente Tecnico			
m2	horas	dia	Rend
7.00	8.00	1.00	1.1429

Velocidad de Ejecucion Diario (2da Carta Balance)			
m2	horas	dia	
6.71	7.67	1.00	

Rendimiento Real de Obtenido (2da Carta Balance)			
m2	horas	dia	Rend
6.71	8.00	1.00	1.1925

Los resultados que se muestran en este cuadro pertenecen al análisis que se realizó a los tiempos obtenidos de la segunda Carta Balance. Los mismos que, nos muestran una mejora en el rendimiento de los trabajos productivos. De manera que, con este resultado se puede reprogramar las actividades mediante las herramientas de la filosofía Lean.

Para ello se debe tener en cuenta que, el uso correcto de los indicadores obtenidos mediante la herramienta de Carta Balance, y el buen uso de las herramientas Last Planner y Look Ahead Planning de planificación y programación respectivamente. Los cuales, nos puede ayudar para las reprogramaciones de las actividades diarias. De manera que, no se pierda el objetivo principal que es el ejecutar una actividad lo más rápido posible pero optimizando los recursos en el proceso.

Para lo cual, hay que tener en cuenta que la productividad se obtiene al dividir la cantidad de horas hombre empleado entre la cantidad de trabajo ejecutado (hh/m2).

En el presente trabajo, hemos analizado y comparado resultados propios de los procesos constructivos que afectan directamente al avance y flujo de los mismos, así como a su planificación y programación. Además, se pudo realizar el análisis de la cuantificación de costos en una fracción del trabajo en ejecución. Lo cual, nos permite identificar a un indicador que podría servir como metodología para una cuantificación de costos de manera rápida.

(Tabla N°21)

COSTO DE MANO DE OBRA DE LA CUADRILLA SIN MODIFICAR (1era Carta Balance)							
Personal	horas	hh totales	1 h (minutos)	tiempo empleado (minutos)	Costo MO segun ACU	Costo MO empleada	
4 op	3	12	60	720	S/. 15.12	S/. 181.44	
2 of	3	6	60	360	S/. 13.14	S/. 78.84	
1 ay	3	3	60	180	S/. 11.84	S/. 35.52	
				1260		S/. 295.80	

COSTO DE MANO DE OBRA DE LA CUADRILLA MODIFICADA (2da Carta Balance)							
Pers onal	horas	hh totales	1 h (minutos)	tiempo empleado (minutos)	Costo MO segun ACU	Costo MO empleada	
4 op	3	12	60	720	S/. 15.12	S/. 181.44	
2 of	3	6	60	360	S/. 13.14	S/. 78.84	
2 ay	3	6	60	360	S/. 11.84	S/. 71.04	
				1440		S/. 331.32	

6.3. APLICACIÓN DE LA CARTA BALANCE EN LA PARTIDA DE VENTANAS DE ALUMINIO – CRISTAL TEMPLADO FIJO 6mm (Abajo), PIVOTANTE TEMPLADO 6mm (Arriba), CRISTAL TEMPLADO 6mm + FRANJA INTERMEDIA DE CRISTAL TEMPLADO 6mm C/PELICULA ARENADA

Esta es la otra partida que se va analizar en el presente trabajo de investigación por medio de la herramienta de Cartas Balance de la Filosofía Lean Construction.

La Instalación de este tipo de acabados de construcción se divide en tres procesos constructivos consecutivos predecesores entre sí.

En primer lugar, transporte de insumos, trazo y nivelación y verificación de los vanos de ventanas, la misma que se detallara en el proceso constructivo.

En segundo lugar, ensamblaje y nivelación de marcos de ventanas, colocación de cristales y junquillos.

Finalmente, siliconado de las aristas de los cristales y limpieza.



Trabajos de ejecución de instalación de ventanas

Procedimiento de Instalación.-

Consiste en el traslado de los componente de los marcos de la ventana, posteriormente se ensamblan acorde a las medidas tomadas en campo. Para lo cual, se verificara que el vano donde se instalara estar libre de cualquier imperfección que pueda ocasionar daños a los marcos de aluminio. Por otro lado, en la colocación de los vidrios se debe tener precisión y cuidado, para que puedan quedar fijos en su sitio, por lo que es recomendable que sus medidas y espesor sean atendidas por un especialista. Además, se deben tener en consideración las posibles vibraciones en el manipuleo, los efectos del viento, el peso total de la estructura y su orientación con respecto a la luz solar.

Desarrollo de la Metodología.-

Partida Analizada: **Ventanas de Aluminio – Vidrio Fijo Templado 6mm (Abajo), Pivotante Templado 6mm (Arriba), Cristal Templado 6mm + Franja Intermedia Cristal Templado 6mm C/ Película Arenada**, cuya observación y toma de datos fue realizada el 21 de julio del 2017; entre las 9.00 am y 12.00 pm. Además, se tuvo en cuenta el recurso humano asignado para la ejecución de la partida. La misma que, fue de 03 operarios y 01 ayudante.

Por otro lado, para el desarrollo del presente trabajo de investigación de la partida antes mencionada se tomaron datos de campo de cada tipo de trabajo (TP, TC y TNC), para poder identificar los diferentes tipos de actividades que los trabajadores ejecutaron y los tiempos empleados para cada uno de ellos, durante el periodo de 3 horas (entre las 9.00 am y 12.00 pm).

Reconocimiento e identificación de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios.-

Para desarrollar la presente Carta Balance de la partida Ventanas de Aluminio – Vidrio Fijo Templado 6mm (Abajo), Pivotante Templado 6mm (Arriba), Cristal Templado 6mm + Franja Intermedia Cristal Templado 6mm C/ Película Arenada, fue necesario identificar primero los distintos tipos de trabajos dentro de la partida a analizar. Es decir, los Trabajos Productivos (TP), Trabajos Contributorios (TC) y Trabajos No Contributorios, que inciden en la Instalación de las Ventanas de la partida analizada.

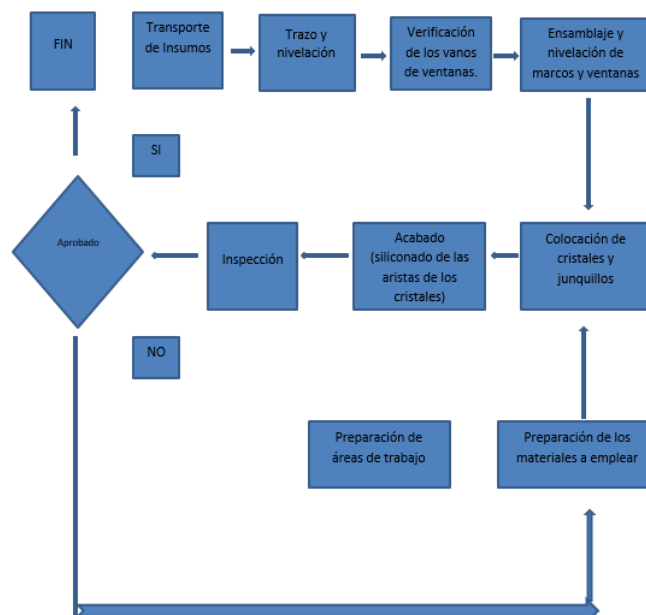
Para desarrollar las cartas de balance en la partida de Instalación de Ventanas fue necesario identificar primero los distintos tipos de trabajos dentro de la partida a analizar. (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos)

(Tabla N°21)

Trabajo Productivo (TP)	
Instalación de los marco de aluminio	I
Colocación de los cristales templados	C
Siliconeado de las aristas	S
Trabajo Contributorio (TC)	
Transporte de los componente de los marcos	T
Ensamblaje de los marcos	E
Izado de los marcos	M
Nivelación de los marcos de aluminio	N
Transporte de los cristales	V
Trabajo No Contributorio (TNC)	
Retrasos	R
Desplazamiento a SS.HH.	B
Descanso	D
Ocio	O

Diagrama de Flujo de las actividades que intervienen en la ejecución de la partida: Ventanas de Aluminio – Vidrio Fijo Templado 6mm (Abajo), Pivotante Templado 6mm (Arriba), Cristal Templado 6mm + Franja Intermedia Cristal Templado 6mm C/ Película Arenada

(Figura N°2)



Carta balance de la partida Vidrio Fijo Templado 6mm (Abajo), Pivotante Templado 6mm (Arriba), Cristal Templado 6mm + Franja Intermedia Cristal Templado 6mm C/ Película Arenada.- (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos)

(Tabla N°22)

N° Medicion	Operarios			Peon
	Freddy Vargas	Jhon Vargas	Edgar Marin	Guido Ballena
1	T	T	T	T
2	T	T	T	T
3	T	T	T	T
4	T	T	T	T
5	T	T	T	T
6	E	E	H	T
7	E	E	H	T
8	E	B	E	T
9	E	B	E	N
10	E	E	E	N
11	E	E	V	V
12	E	E	V	V
13	E	E	V	V
14	E	E	H	H
15	E	E	H	H
16	N	N	I	H
17	N	N	I	H
18	N	N	I	T
19	N	N	E	T
20	N	N	E	T
21	I	I	E	V
22	I	I	E	V
23	I	I	E	V
24	I	I	C	N
25	I	I	C	N
26	I	I	C	T
27	C	C	B	T
28	C	C	B	T
29	C	C	I	N
30	C	C	I	N
31	C	C	I	H
32	C	C	C	H
33	C	C	C	N
34	C	C	C	N
35	C	C	C	B
36	I	I	I	V

37	I	I	I	V
38	I	I	I	H
39	I	I	C	H
40	I	I	C	N
41	C	C	C	N
42	C	C	I	H
43	C	C	I	H
44	I	I	I	N
45	I	I	C	N
46	I	I	C	N
47	C	C	C	H
48	C	C	I	H
49	C	C	I	V
50	I	I	I	V
51	I	I	I	V
52	I	I	I	N
53	C	C	C	N
54	C	C	C	V
55	S	C	I	V
56	S	C	I	V
57	S	S	C	H
58	S	S	C	H
59	S	S	C	V
60	S	S	C	V

Distribución del trabajo.-

Los presentes cuadros nos muestran los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC), y refleja el porqué de una baja productividad en esta partida de Vidrio Fijo Templado 6mm (Abajo), Pivotante Templado 6mm (Arriba), Cristal Templado 6mm + Franja Intermedia Cristal Templado 6mm C/ Película Arenada

(Tabla N°23)

OP: Freddy JasuaVargas Escobar			
	TP	TC	TNC
T		5	
E		10	
N		5	
I	17		
C	17		
S	6		
H			
V			
B			
TOTAL	40	20	0
%	66.67%	33.33%	0.00%
Tiempo	120'	60'	0'

OP: Jhon Vargas Escobar			
	TP	TC	TNC
T		5	
E		8	
N		5	
I	17		
C	19		
S	4		
H			
V			
B			2
TOTAL	40	18	2
%	66.67%	30.00%	3.33%
Tiempo	120'	54'	6'

OP: Edgar Marin Salas			
	TP	TC	TNC
T		5	
E		8	
N			
I	20		
C	18		
S			
H		4	
V		3	
B			2
TOTAL	38	20	2
%	63.33%	33.33%	3.33%
Tiempo	114'	60'	6'

AY: Guido Ballena Castro			
	TP	TC	TNC
T		14	
E			
N		15	
I			
C			
S			
H		14	
V		16	
B			1
TOTAL	0	59	1
%	0.00%	98.33%	1.67%
Tiempo	0'	177'	3'

Resumen de la distribución del trabajo.-

La cuadrilla de la partida, Vidrio Fijo Templado 6mm (Abajo), Pivotante Templado 6mm (Arriba), Cristal Templado 6mm + Franja Intermedia Cristal Templado 6mm C/ Película Arenada, estuvo compuesta por 3 Op y 1 Ay. La misma que, según los cálculos observamos que los Trabajos Productivos tiene un 49.17% de eficiencia, seguido de los Trabajos Contributorios con un 48.75%. Lo cual, refleja un mejor balance entre las actividades productivas.

(Tabla N°24)

Descripcion	Muestra	% Participacion	Tiempo
TP	118	49.17%	354'
TC	117	48.75%	351'
TNC	5	2.08%	15'
Totales	240	100.00%	720'

(Cuadro N°14)



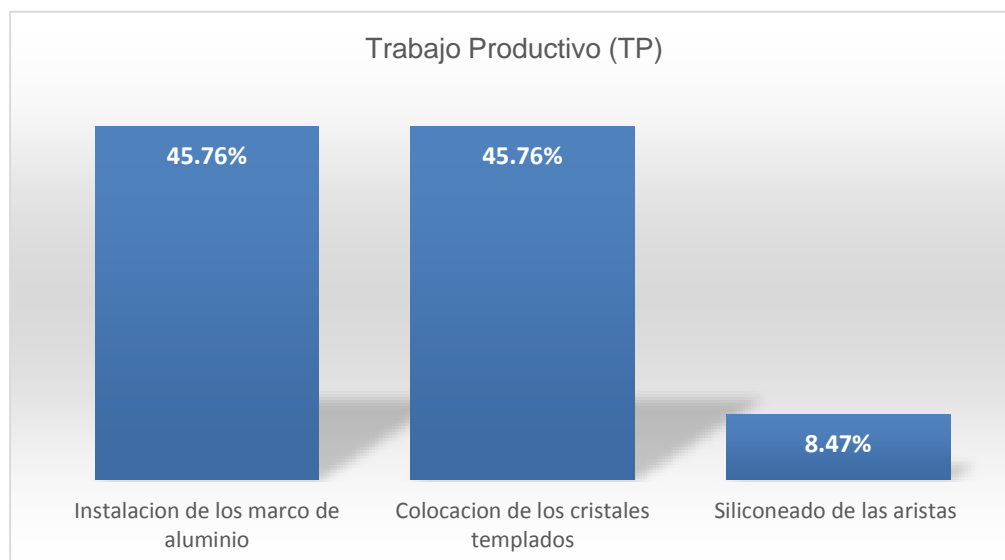
Distribución del trabajo por actividades.- Trabajo Productivo (TP)

En este cuadro se puede observar cómo se distribuye los tiempos en los diferentes trabajos productivos acorde a las actividades realizadas por los trabajadores. Según la Tabla N°25, el Trabajo Productivo se encuentra dividido de la siguiente manera; el trabajo de instalación de los marco de aluminio tienen un 45.76% de participación, el trabajo de colocación de los cristales templados tiene un 45.76% y el trabajo de masillado y empastado tiene solo un 8.47%. Por lo que, con los resultados obtenidos en el presente cuadro podemos deducir que se encuentran balanceadas y van acorde al ritmos de las secuencias de los trabajos productivos.

(Tabla N°25)

Trabajo Productivo (TP)		Muestra	% Participacion	Tiempo
Instalacion de los marco de aluminio	I	54	45.76%	162'
Colocacion de los cristales templados	C	54	45.76%	162'
Siliconeado de las aristas	S	10	8.47%	30'
Totales		118	100.00%	354'

(Cuadro N°15)



Distribución del trabajo por actividades.- Trabajo Contributorio (TC)

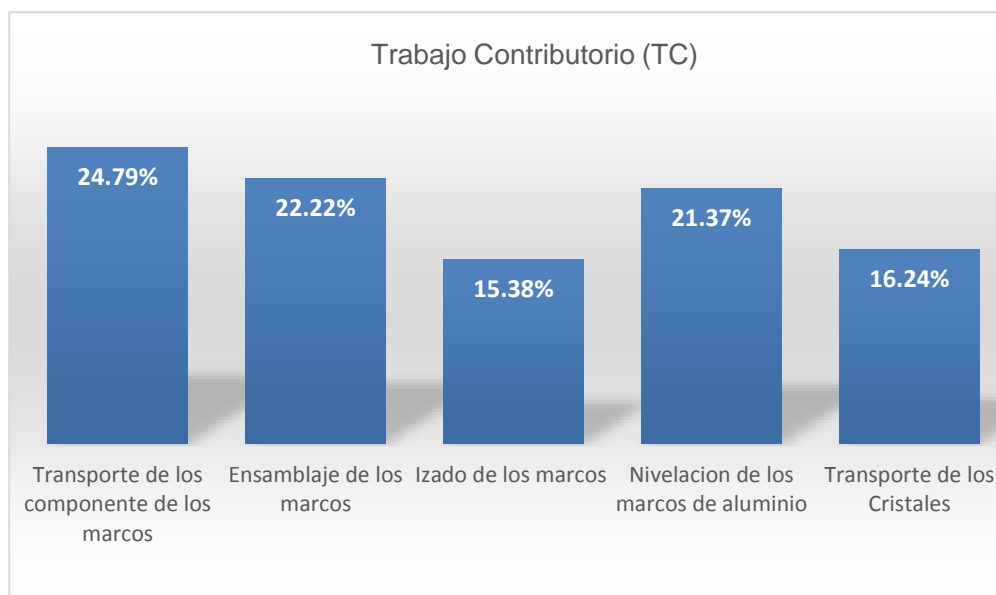
En el presente cuadro se puede observar que se encuentran balanceadas las actividades contributivas, ya que, los porcentajes reflejan una continuidad de los procesos. Lo que, le da una dinámica a la actividad de los trabajos productivos.

Lo cual, nos permite aseverar que los diferentes trabajos contributorios ejecutados por los trabajadores se encuentran proporcionados en incidencia y tiempos. De manera que, beneficia a los trabajos productivos, ya que, el proceso es continuo y sin stock de trabajos en proceso. Por otro lado, según la Tabla N°26, el Trabajo Contributorio se encuentra dividido de la siguiente manera; el trabajo de transporte de los componentes de los marcos tiene un 24.79% de participación, el trabajo de ensamblaje de los marcos tiene un 22.22% de participación, el trabajo de izado de los marcos tiene un 15.38% de participación, el trabajo de nivelación de los marcos de aluminio tiene un 21.37% de participación y finalmente el trabajo de transporte de cristales tiene un 16.24% de participación. De manera que, de acuerdo a los resultados obtenidos podemos aseverar que las actividades están bastante balanceadas, ya que el porcentaje en actividades contributivas permiten ahora agilizar los procesos de manera más homogénea, permitiendo que los procesos productivos sean más eficientes.

(Tabla N°26)

Trabajo Contributorio (TC)		Muestra	% Participacion	Tiempo
Transporte de los componente de los marcos	T	29	24.79%	87'
Ensamblaje de los marcos	E	26	22.22%	78'
Izado de los marcos	H	18	15.38%	54'
Nivelacion de los marcos de aluminio	N	25	21.37%	75'
Transporte de los Cristales	V	19	16.24%	57'
Totales		117	100.00%	351'

(Cuadro N°16)





Ensamblaje de los marcos de las ventanas



Colocación de Vidrios y Sellado de aristas

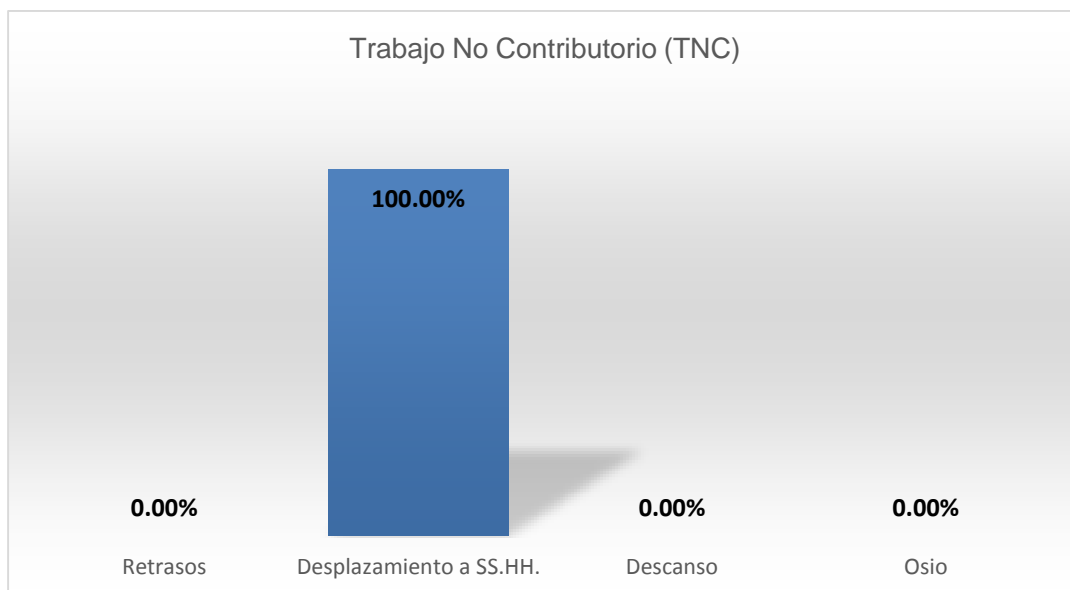
Distribución del trabajo por actividades.- Trabajo No Contributorio (TNC)

En el presente cuadro se puede observar que los tiempos en los diferentes trabajos no contributorios están en un porcentaje bastante aceptable y acorde a las actividades realizadas por los trabajadores, pero la idea principal es tratar de minimizarla al máximo. De manera que, la Tabla N°27, correspondiente a los Trabajos No Contributorio se encuentra dividido de la siguiente manera; Desplazamiento a los SS.HH con un 100.00%, la misma que, es la única actividad que fue registrada en el presente estudio. Por lo que, en vista a este resultado podemos afirmar que todavía no se ha podido minimizar la incidencia de este tipo de actividad que no aporta valor.

(Tabla N°27)

Trabajo No Contributorio (TNC)		Muestra	% Participacion	Tiempo
Retrasos	R	0	0.00%	0'
Desplazamiento a SS.HH.	B	5	100.00%	15'
Descanso	D	0	0.00%	0'
Osio	O	0	0.00%	0'
Totales		5	100.00%	15'

(Cuadro N°16)



Análisis de los Resultados.-

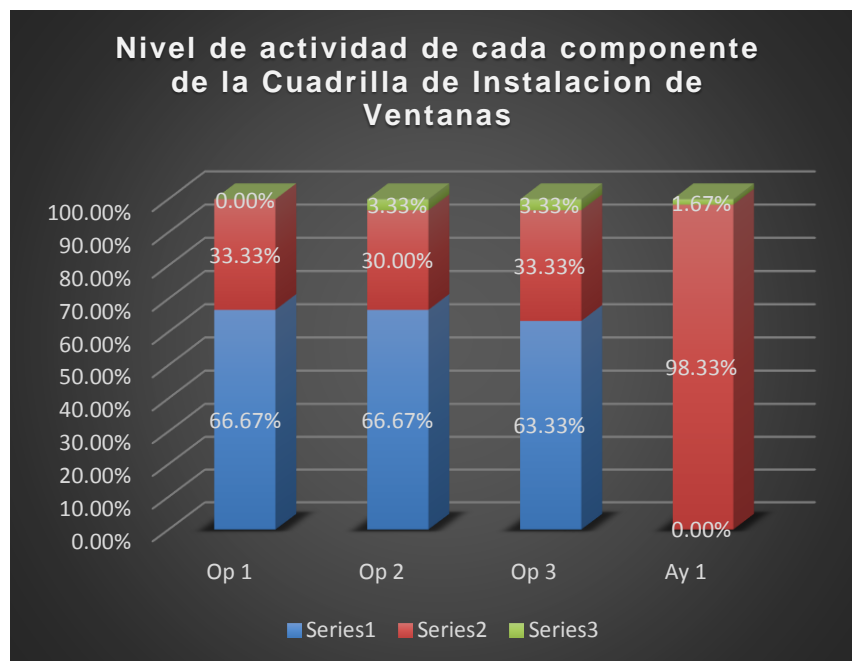
Nivel de Actividad de cada componente de la Cuadrilla.-

En el presente cuadro, podemos observar estadísticamente la distribución de los tiempos empleados por los trabajadores por categorías que laboran en la partida, Vidrio Fijo Templado 6mm (Abajo), Pivotante Templado 6mm (Arriba), Cristal Templado 6mm + Franja Intermedia Cristal Templado 6mm C/ Película Arenada. La misma que, se encuentra ligeramente balaceada en sus diferentes trabajos acorde a las actividades que le corresponden a cada trabajador según su categoría. Ya que, el personal operario está realizando actividades contributorias y no contributorias, en un porcentaje de participación mínima. Lo cual, incide en menor medida a los trabajos productivos.

(Tabla N°28)

Nombre del trabajador	Cat.	TP	TC	TNC
Freddy JasuaVargas Escobar	Op 1	66.67%	33.33%	0.00%
Jhon Vargas Escobar	Op 2	66.67%	30.00%	3.33%
Edgar Marin Salas	Op 3	63.33%	33.33%	3.33%
Guido Ballena Castro	Ay 1	0.00%	98.33%	1.67%

(Cuadro N°17)



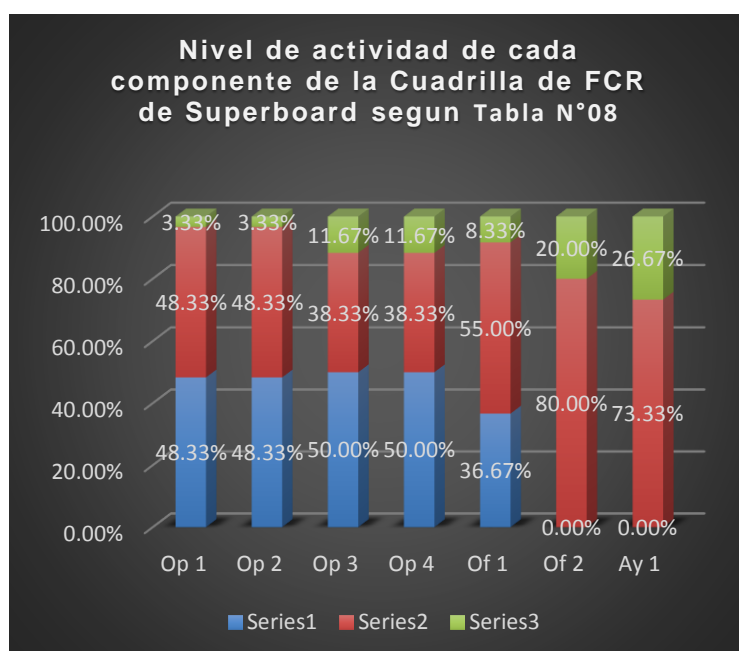
CAPÍTULO 7. DISCUSIÓN

Los resultados de la presente investigación son de carácter cuasi experimental según el diseño planteado, ya que, establece una relación directa de causa efecto. Por lo que, con los mismos se puede demostrar que con el buen empleo de las herramientas de la Filosofía Lean Construction se puede llegar a mejorar la productividad en la ejecución de las partidas de Falso Cielo Raso de Superboard e Instalación de Ventanas de Cristal Templado, en la “Construcción del Hospital II-1 Nuestra Señora del Rosario de Cajabamba – Cajamarca – 2017”, las mismas que, fueron seleccionadas para el presente trabajo investigación.

Por otro lado, podemos aseverar en base a los resultados, que al identificar oportunamente los indicadores de desempeño de la mano de obra en los diferentes tipos de trabajos (TP,TC y TNC), se puede mejorar la planificación y hacer programaciones cortas que beneficien a la productividad de los trabajos de las partidas analizadas.

Partida Analizada: Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm.-

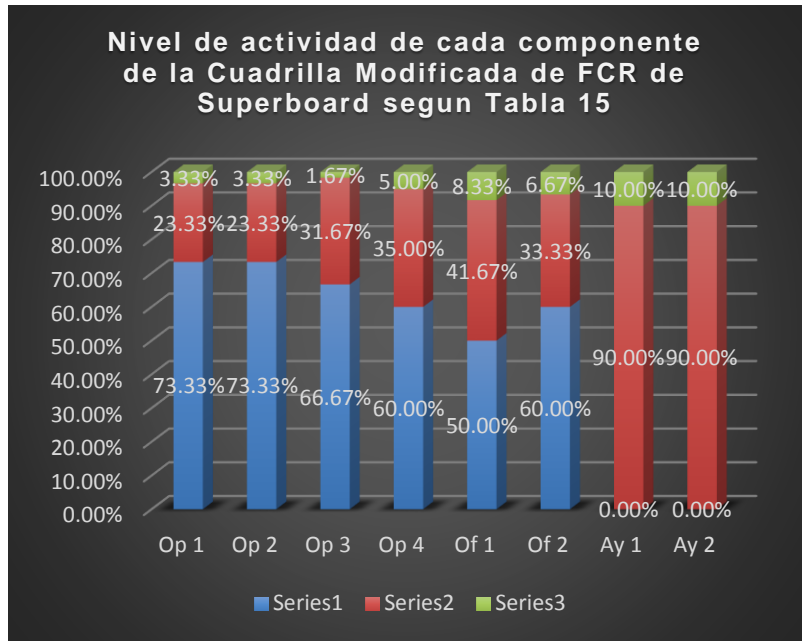
En el primer cuadro estadístico se puede apreciar cómo se encontraba distribuidas los porcentajes de participación de la mano de obra. La misma que, estaba desbalanceada y por lo tanto, se tomó la decisión de replantear la cuadrilla para tratar de mejorar los rendimientos del personal operario. De manera que, el planteamiento realiza los trabajos productivos que dan valor a la ejecución de esta partida analizada.



(Cuadro N°5)

Carta Balance N°1

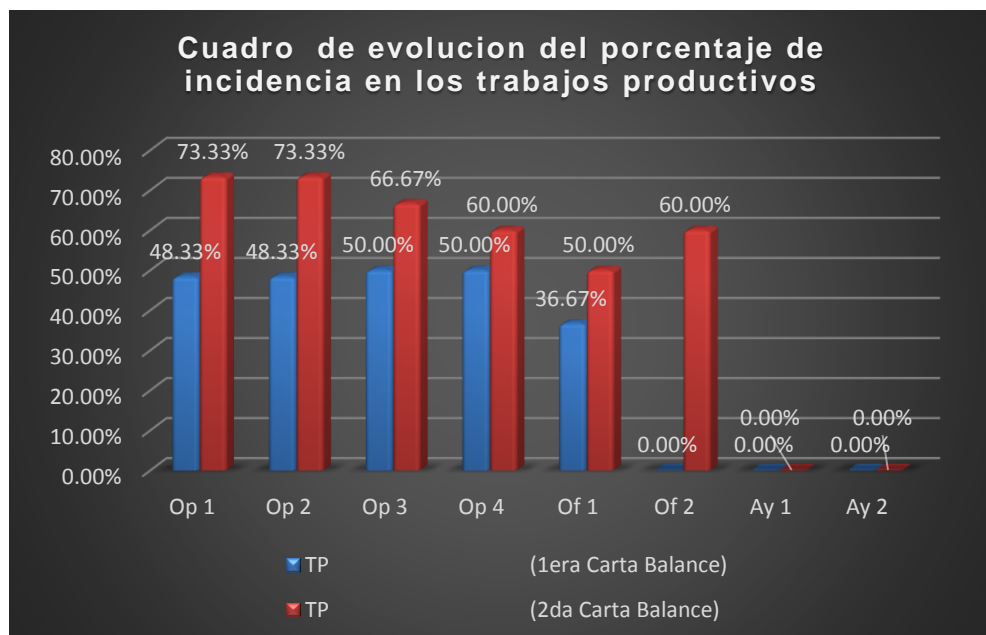
Esta reestructuración de la cuadrilla perteneciente a la partida Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm, nos permitió volver a evaluar mediante la herramienta Lean de Cartas Balance, el porcentaje de participación de la mano de obra en esta partida y el nuevo indicador que se podría utilizar como referencia para poder planificar y reprogramar los trabajos en post de la búsqueda de la mejora continua



(Cuadro N°10)
Carta Balance N°2

En el siguiente cuadro podemos observar cómo ha evolucionado la intervención de la mano de obra que interviene en los trabajos productivos (operarios y oficiales)

(Cuadro N°18)



Con la información obtenida se puede planificar utilizando la herramienta Last Planner (el último planificador), con lo cual, se busca minimizar todas las interferencias a los recursos que se emplean en la ejecución de la partida seleccionada y por lo general está a cargo de los profesionales que están directamente involucrados con las labores de producción



Según el Ing. Glenn Ballard, Catedrático de Universidad de California, Berkeley en Lean Construction, Project Management, Project Production Systems. “Todos los planes son pronósticos y todos los pronósticos están equivocados. Mientras más adelante en el futuro tratemos de predecir, más errados estaremos. Mientras mayor detalle tratemos de predecir, más equivocados estaremos”.

Una vez lograda la estabilización de los procesos, se procede a la optimización de los recursos y a reprogramar las actividades con la herramienta Look Ahead Planning, esta herramienta tendrán un horizonte de 3 semanas ya que se tienen que levantar las restricciones de la partida para planificar acorde de los objetivos planteados para el periodo de esta programación.

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS POR PROCESO CONSTRUCTIVO LOOK AHEAD - ARQUITECTURA - ACABADOS F.C.R.	UNIDAD	SALDO DE METRADO	RENDIMIENTO	DIAS CUADRELLAS	PERSONAL REQUERIDO Op CI Ay	JUNIO							JULIO							Posibles Causas de No Cumplimiento o Demora en la Ejecucion																								
							19/06/2017 a 25/06/2017							26/06/2017 a 02/07/2017							03/07/2017 a 09/07/2017							Falta de Man mano	Falta de Anclados	Falta de Equipos	Falta de Materiales	Falta de Mano de Obra	Falta de Permisos	Falta de Presupuesto											
							Semana 1			Semana 2				Semana 1			Semana 2				Semana 3																								
							L	Ma	Mi	J	V	S	D	L	Ma	Mi	J	V	S	D	L	Ma	Mi	J	V	S	D																		
ARQUITECTURA INTERIOR																																													
FALSO CIELO RASO CIPLANCHA DE FIBROCEMENTO PRO 6mm																																													
BLOCK A																																													
NIVEL DE SOTANO	m2	51.11	7.00	1.8	4	4.0	2.0	1.0																																					
PRIMER NIVEL	m2	61.68	7.00	2.2	4	4.0	2.0	1.0																																					
SEGUNDO NIVEL	m2	46.84	7.00	1.7	4	4.0	2.0	1.0																																					
BLOCK B																																													
PRIMER NIVEL	m2	396.38	7.00	10.9	4	4.0	2.0	1.0																																					
BLOCK C																																													
NIVEL DE SOTANO	m2	83.20	7.00	3.0	4	4.0	2.0	1.0																																					
PRIMER NIVEL	m2	427.63	7.00	13.3	4	4.0	2.0	1.0																																					
BLOCK D																																													
PRIMER NIVEL	m2	133.75	7.00	4.6	4	4.0	2.0	1.0																																					
BLOCK E																																													
PRIMER NIVEL	m2	77.64	7.00	2.6	4	4.0	2.0	1.0																																					

CONCLUSIONES

1. *Con el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction se mejoró la velocidad de ejecución de la mano de obra productiva de 4.08 m²/día a 6.71 m²/día; siendo la velocidad requerida de 7m²/día según el expediente técnico de obra. En consecuencia, se mejoró el rendimiento de 1.9592 a 1.1925, siendo el rendimiento de referencia 1.1429 del expediente técnico.*
2. *Con el adecuado cumplimiento de la planificación se reduce el impacto del sobre costo de S/.56.23 m²/día a S/.34.22 m²/día, siendo el costo unitario por mano de obra referencia de S/.32.80 m²/día según expediente técnico; lo cual significa una reducción de S/.22.00 m²/día*
3. *Se obtuvo una mejora en el balance de los tres tipos de trabajos que intervienen en la ejecución de la partida de Falso Cielo c/ Plancha de fibrocemento de 6mm, ya que el porcentaje de participación en el Trabajo Productivo se incrementó en 14.54%, el Trabajo Contributorio disminuyó en 8.48% y Trabajo No Contributorio también disminuyó en 6.10%.*
4. *Se llegó a la conclusión que, los tres tipos de trabajos que intervienen en la ejecución de la partida, Vidrio Fijo Templado 6mm (Abajo), Pivote Templado 6mm (Arriba), Cristal Templado 6mm + Franja Intermedia Cristal Templado 6mm C/ Película Arenada, se encuentran balanceadas ya que su porcentaje de participación en el Trabajo Productivo denota un 45.76%, en el Trabajo Contributorio un 45.76% y Trabajo No Contributorio un 8.47%.*
5. *Se demostró que con los resultados obtenidos en las Cartas Balance, se pueden hallar indicadores de tiempos de trabajos productivos, los cuales pueden ser usados para hallar los verdaderos rendimientos de ejecución. Los cuales, pueden ser mejorados a base de una buena planificación y reprogramación de las cuadrillas a cargo de las actividades productivas. De manera que, se mejoró el Rendimiento obtenido de 1.9592 (1era Carta Balance) a un nuevo Rendimiento igual a 1.1925 (2da Carta Balance). El mismo que, se acerca bastante al*

6. *Se demostró que, con un buen uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construction como las Cartas Balance, Look Ahead Planning y Last Planner, se puede diagnosticar los problemas que se pueden estar suscitando en los procesos constructivos durante la ejecución de la obra, reduciendo las actividades que no dan valor productivo, para luego tomar medidas correctivas que mejoren su eficiencia.*
7. *El uso de gráficos estadísticos nos permitió interpretar la evolución del desempeño, lo cual refleja un incremento en el TP de 14.58%, una disminución en el TC de 8.48% y una disminución en el TNC de 6.10%. Con esta información se obtuvo los indicadores de Rendimiento y Velocidad de Ejecución antes mencionados. Con lo cual, se mejoró el planeamiento y programación de las actividades productivas.*
8. *El adecuado uso de las herramientas Look Ahead Planning y Last Planner de la Filosofía Lean Construction permite mejorar la planificación y programación de trabajos en cada una de las partidas analizadas, optimizando los procesos constructivos. Con lo cual se obtuvo una reducción de días de ejecución de la partida en 29 días. (Ref. Cuadro 16 y 18)*
9. *Se consiguió mejorar las planificaciones y programaciones cortas en las partidas seleccionadas mediante el uso de los indicadores obtenidos través de las herramientas Lean. Lo cual, las vuelve más confiables en su cumplimiento, para lograr una mejora en la productividad de las partidas analizadas.*

RECOMENDACIONES

1. *Se sugiere a los interesados en el presente trabajo de investigación que para conseguir un adecuado y óptimo uso de la Filosofía Lean Construction en búsqueda de la mejora de la productividad en una obra, se recomienda que todo el equipo de trabajo involucrado en la ejecución de la misma, sea capacitado para un mejor entendimiento del uso y aplicación de las herramientas de la Filosofía Lean.*
2. *Para obtener los indicadores se recomienda ejecutar una adecuada recopilación de datos de campo del trabajo que involucran todas las actividades que conforman el proceso constructivo de las partidas que se requieran analizar.*
3. *Se recomienda analizar los tiempos de ejecución de los diferentes tipos de trabajo que involucran las actividades productivas, para obtener los indicadores de rendimiento y velocidad de ejecución, para luego desarrollar planificaciones y programaciones cortas con un alto grado de confiabilidad.*

REFERENCIAS

Se presenta las referencias del material bibliográfico utilizado para el presente trabajo de investigación.

- **(Villagarcia, 2005)**, Proyecto DAI 3034: "Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de Edificios", publicado por la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima.
- **(Castillo, 2001)**, "Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta" del Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima.
- **(Botero, 2002)**, "Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción"
- **(USMP, 2015)**, "Aplicación de la Filosofía Lean Construction en una Obra de Edificación".
- **(PUCP, 2014)**, "Aplicación de la Filosofía Lean Construcción en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos".
- **(Buleje , 2012)**, "Productividad en la Construcción de un Condominio Aplicando los Conceptos de la Filosofía Lean Construcción".

ANEXOS

ANEXO N°1:

CUADROS COMPARATIVOS DE COSTOS UNITARIOS DE MANO DE OBRA

COSTO DEL PRECIO UNITARIO DEL EXPEDIENTE TECNICO M.O.

Partida	03.03.02.01	FALSO CIELO C/PLANCHA DE FIBROCEMENTO E=6mm		
Rendimiento	m2/DIA	MO. 7.0000	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : m2 32.80

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	17.39	1.99
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.1429	15.12	17.28
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.1429	11.84	13.53

COSTO DEL PRECIO UNITARIO M.O. (1era CARTA BALANCE)

Partida	03.03.02.01	FALSO CIELO C/PLANCHA DE FIBROCEMENTO E=6mm		
Rendimiento	m2/DIA	MO. 4.0833	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : m2 56.23

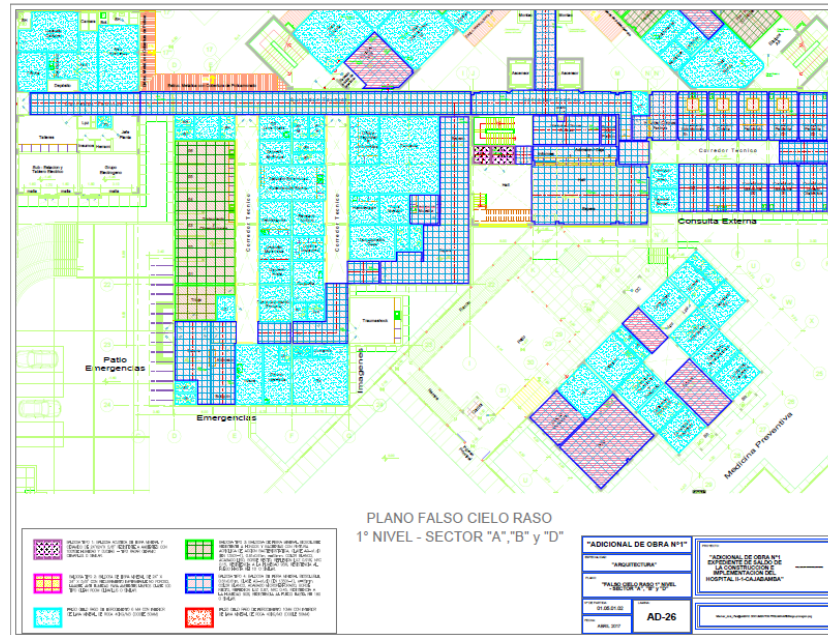
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1959	17.39	3.41
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.9592	15.12	29.62
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.9592	11.84	23.20

COSTO DEL PRECIO UNITARIO M.O. (2da CARTA BALANCE)

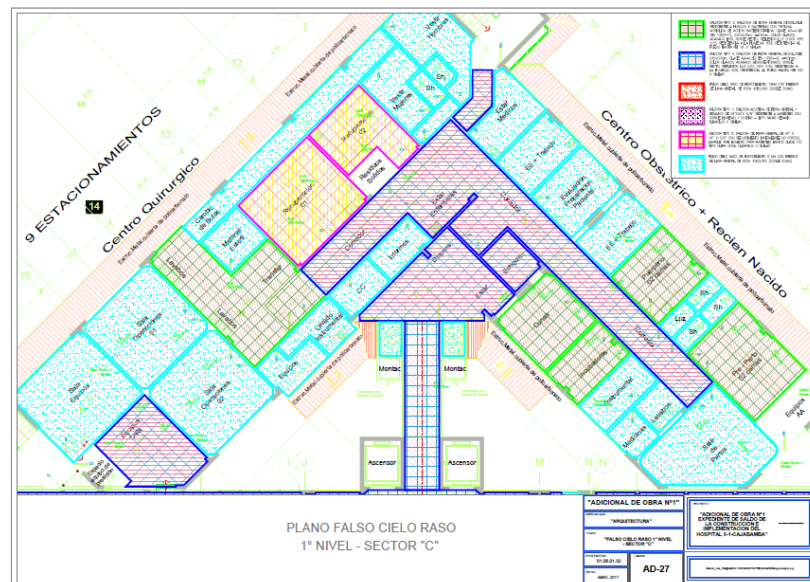
Partida	03.03.02.01	FALSO CIELO C/PLANCHA DE FIBROCEMENTO E=6mm		
Rendimiento	m2/DIA	MO. 6.7083	EQ. 7.0000	Costo unitario directo por : m2 34.22

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1193	17.39	2.07
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	1.1925	15.12	18.03
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	1.1925	11.84	14.12

ANEXO N°3: PLANOS DE DISTRIBUCION DE FCR



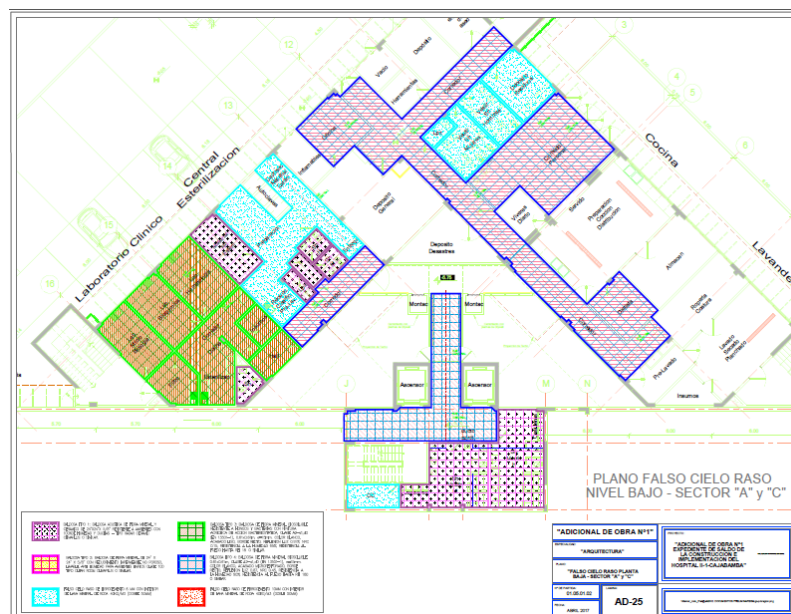
Plano de distribución del FCR (1er Nivel Sector A)



Plano de distribución del FCR (1er Nivel Sector C)



Plano de distribución del FCR (2do Nivel Sector C)



Plano de distribución del FCR (Nivel de sótano Sector C)