



UCV
UNIVERSIDAD
CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN PARTIDAS DE
ESTRUCTURAS APLICANDO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION
DEL PROYECTO CAMINOS DEL INCA 390 - SANTIAGO DE SURCO,
2017”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR

JAISEN ALEJANDRO ASECICIOS PICÓN

ASESOR

MG. ING. CARLOS MINAYA ROSARIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

ADMINISTRACIÓN Y SEGURIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

LIMA – PERÚ

2017-I

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a mis padres porque me brindan su apoyo en todo momento y a Dios por brindarnos la dicha de la salud, bienestar físico y espiritual.

Atte. Jaisen Alejandro Asencios Picón

AGRADECIMIENTO

A mi asesor de tesis, Mg. Ing. Carlos Minaya Rosario, por colaborar con su valiosa experiencia, asesoramiento, consejos y observaciones; los cuales, me permitieron culminar el presente estudio.

A mis padres por demostrarme siempre que; tras un problema, hay una solución y el que persiste logrará sus objetivos.

A todos ellos, infinitas gracias.

Atte. Jaisen Alejandro Asencios Picón

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Jaisen Alejandro Asencios Picón con DNI N° 72565710, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 20 de julio del 2017

Jaisen Alejandro Asencios Picón

TESISTA

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN PARTIDAS DE ESTRUCTURAS APLICANDO LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION DEL PROYECTO CAMINOS DEL INCA 390 - SANTIAGO DE SURCO, 2017”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Civil.

Atte. Jaisen Alejandro Asencios Picón

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	15
1.1. Realidad problemática	15
1.2. Trabajos Previos	16
1.3. Teorías relacionadas al tema	21
1.4. Formulación de problema	39
1.4.1. Problema general	39
1.4.2. Problemas específicos	39
1.5. Justificación del estudio	39
1.6. Hipótesis	40
1.6.1. HIPÓTESIS general	40
1.6.2. hipótesis específicas	41
1.7. Objetivo general	41
1.7.1. Objetivo general	41
1.7.2. Objetivo específicos	41
II. MÉTODO	42
2.1. Diseño de investigación	42
2.2. Variables y operacionalización	44

2.3.	Población y Muestra	46
2.3.1.	Población	46
2.3.2.	Muestra	46
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	46
2.5.	Métodos de análisis de datos	47
III.	Aspectos administrativos.....	48
3.1.	Recursos humanos y materiales	48
3.1.1.	Recursos humanos	48
3.1.2.	Recursos materiales.....	48
3.2.	Presupuesto	48
3.3.	Cronograma de actividades.....	49
IV.	RESULTADOS	50
4.1.	Alcance	50
4.2.	Herramientas LPDS	52
4.3.	Herramientas LPS	90
4.4.	RENDIMIENTO de las cuentas de control.....	105
v.	DISCUSIÓN	114
5.1.	Herramientas LPDS	114
5.2.	Herramientas LPS	117
5.3.	Rendimiento de las cuentas de control.....	117
VI.	CONCLUSIONES	120
VII.	Recomendaciones	122
VIII.	Referencias.....	123
	ANEXOS	126

Anexo 1.....	126
Anexo 2.....	126
Anexo 3.....	126

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01.- Ejemplo de tipos de trabajo	23
Tabla 02.- Los 8 desperdicios de la construcción	24
Tabla 03.-Operacionalización de variables.....	43
Tabla 04.- Presupuesto de tesis.....	45
Tabla 05.- Cronograma de actividades de tesis	49
Tabla 06.- Presupuesto del 1° piso hasta el 5° piso	55
Tabla 07.- Presupuesto para el ISP.....	56
Tabla 08.-Análisis de Precios Unitarios de la partida CONCRETO PREMEZCLADO F´C=210 kg/cm2 EN PLACAS.	57
Tabla 09.- Informe Semanal de Producción – Semana 1.	58
Tabla 10.- Informe Semanal de Producción – Semana 2	60
Tabla 11.- Informe Semanal de Producción – Semana 3	63
Tabla 12.- Informe Semanal de Producción – Semana 4	64
Tabla 13.-Informe Semanal de Producción – Semana 5.	66
Tabla 14.- Informe Semanal de Producción – Semana 6.	68
Tabla 15.-Curva de productividad – Concreto.	71
Tabla 16.- Curva de productividad – Encofrado y desencofrado.....	72
Tabla 17.-Curva de productividad – Acero	73
Tabla 18.- Ingreso de datos de la cuadrilla de acero. Antes de aplicar Lean Construction.....	74

Tabla 19.- Carta balance de la cuadrilla de acero. Resultados antes de aplicar Lean Construction	75
Tabla 20.- Nivel general de actividad de la cuadrilla de acero. Resultados antes de aplicar Lean Construction	76
Tabla 21.- Carta balance de la cuadrilla de acero. Resultados después de aplicar Lean Construction	78
Tabla 22.- Nivel general de actividad de la cuadrilla de acero. Resultados después de aplicar Lean Construction.	79
Tabla 23.-Ingreso de datos de la cuadrilla de concreto. Antes de aplicar Lean Construction	80
Tabla 24.- Carta balance y Nivel general de actividad de la cuadrilla de concreto. Resultados antes de aplicar Lean Construction	81
Tabla 25.- Carta balance y Nivel general de actividad de la cuadrilla de concreto. Resultados después de aplicar Lean Construction	83
Tabla 26.-Ingreso de datos de la cuadrilla de encofrado. Antes de aplicar Lean Construction	84
Tabla 27.-Carta balance de la cuadrilla de encofrado. Resultados antes de aplicar Lean Construction	85
Tabla 28.-Nivel general de actividad de la cuadrilla de encofrado. Resultados antes de aplicar Lean Construction.....	86
Tabla 29.-Carta balance de la cuadrilla de encofrado. Resultados después de aplicar Lean Construction	88
Tabla 30.-Nivel general de actividad de la cuadrilla de encofrado. Resultados después de aplicar Lean Construction	89
Tabla 31.-Ahorro de HH de acuerdo a partidas resúmenes	114
Tabla 32.-Desperdicio de mano de obra en la primera semana para el CONCRETO y ACERO	114
Tabla 33.-Comparando antes y después de aplicar <i>Lean Construction</i> en la primera semana para el CONCRETO y ACERO	115
Tabla 34.-Mejora del recurso mano de obra en la segunda semana para el CONCRETO y ACERO	115
Tabla 35.- Mano de obra en la segunda semana para el ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.....	116

Tabla 36.- Comparando antes y después de aplicar Lean Construction en la primera semana para el ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.....	116
---	-----

Tabla 37.- Mejora del recurso mano de obra en la tercera semana para el ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	117
--	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01.- Relación entre sectores desde 2008 al 2011	15
Figura 02.- Círculo de la improductividad de una empresa	24
Figura 03.- Enfoque tradicional vs Enfoque Lean.....	26
Figura 04.-Lean Project Delivery System	29
Figura 05.-Curvas de productividad en disminución	30
Figura 06.-Curvas de productividad en mejora	31
Figura 07.-La formación de las tareas en el proceso de Last Planner System	33
Figura 08.-Modelo general de Planificación del Proyecto usando LPS.....	34
Figura 09.- Reglas para permitir que las actividades programadas permanezcan o entren en cada uno de los tres niveles de jerárquica primaria del sistema de programación.	36
Figura 10.-Cuadro resumen de Last Planner System	37
Figura 11.-Vista 3D del proyecto Caminos del Inca 390	50
Figura 12.-Sectorización típica del 1° piso hasta el 5° piso.....	52
Figura 13.-Programación maestra del 1° piso hasta el 5° piso.....	92
Figura 14.-Look Ahead de las primeras 4 semanas del 1° piso hasta el 5° piso...	93
Figura 15.-Programación semanal (1ra Semana detallada).....	94
Figura 16.- Parte diario ACERO	95

Figura 17.-Parte diario CONCRETO	96
Figura 18.-Parte diario ENCOFRADO	97
Figura 19.-Análisis de restricciones 1ra semana	98
Figura 20.-Análisis de restricciones 2da semana	98
Figura 21.-Análisis de restricciones 3ra semana (típica)	99
Figura 22.-Clasificación de Restricciones.....	99
Figura 23.-Variación de las restricciones de cada tipo con respecto al tiempo.....	99
Figura 24.-Variación del total de restricciones con respecto al tiempo.....	100
Figura 25.- PPC semana 1	100
Figura 26.- PPC semana 2.....	101
Figura 27.- PPC semana 3.....	101
Figura 28.-PPC semana 4.....	102
Figura 29.-PPC semana 5.....	102
Figura 30.-PPC semana 6.....	103
Figura 31.-PPC semana 7.....	104
Figura 32.- PPC semana 8.....	104
Figura 33.- PPC del 1° piso al 5° piso	104
Figura 34.- PPC del 1° piso al 5° piso, con respecto al tiempo.....	105
Figura 35.-Resumen semanal Valor Ganado de Obra (EV)	106
Figura 36.- Resumen semanal Valor Planeado de Obra (VP)	107
Figura 37.-Resumen semanal Costo Real de Obra (AC).....	108
Figura 38.-Niveles de Desviación de los Rendimientos	112
Figura 39.-Resumen Panel de Control.....	113
Figura 40.-Colocación de acero dimensionado, después de encofradas las columnas y las placas	121

RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad mejorar la productividad de las partidas de estructuras del proyecto “Caminos del Inca 390”. Las partidas de estructuras que se van a analizar son: ACERO, CONCRETO y ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

El proyecto materia del presente estudio es una edificación de 13 pisos destinados a oficinas y 7 sótanos destinados a estacionamientos. Nuestro análisis se basa en aplicar las herramientas de la filosofía *Lean Construction*, correspondiente a la fase *Ensamblaje Lean*, para estudiar el comportamiento de los 5 primeros pisos desde la primera semana de ejecución.

Las herramientas a usar se han dividido en dos grupos: Herramientas LPDS (Lean Project Delivery System) y LPS (Last Planner System). Las LPDS están conformadas por: *Sectorización, Presupuesto de Obra, Informe Semanal de Producción (IPS), Curvas de Productividad, Carta Balance, y Nivel General de Actividad*. Las LPS están conformadas por: *Programación Maestra, Look Ahead, Programación Semanal, Programación Diaria, Análisis de Restricciones, y Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)*.

Durante la primera semana se observó deficiencias en los rendimientos de las partidas de ACERO y CONCRETO, lo que nos llevó a analizarlas mediante cartas balance e índice general de actividad. Se consiguió mejorar la productividad en estas dos partidas, aplicando la filosofía *Lean Construction*.

A partir de la segunda semana se detectó deficiencias en los rendimientos de la partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, lo que nos llevó a analizarlas mediante carta balance e índice general de actividad. También en este caso se logró mejorar la productividad de esta partida, aplicando la filosofía *Lean Construction*.

Con los índices de rendimiento de las cuentas de control, se ha logrado constatar que la obra es favorable al contratista en tiempo y costo.

ABSTRACT

The present research aims to improve the productivity of the lines of structures of the project "Roads of the Inca 390". The items of structures to be analyzed are: STEEL, CONCRETE and COOLING AND DESIGN.

The project subject of this study is a 13-storey building for offices and 7 basements for parking. Our analysis is based on applying the tools of the Lean Construction philosophy, corresponding to the Lean Assembly phase, to study the behavior of the first 5 floors from the first week of execution.

The tools to be used have been divided into two groups: LPDS Tools (Lean Project Delivery System) and LPS (Last Planner System). The LPDS are made up of: Sectorization, Construction Budget, Weekly Production Report (IPS), Productivity Curves, Chart Balance, and General Level of Activity. The LPS consists of: Master Scheduling, Look Ahead, Weekly Scheduling, Daily Scheduling, Restrictions Analysis, and Percent Complete Plan (PPC).

During the first week, there were deficiencies in the yields of STEEL and CONCRETE items, which led us to analyze them by means of charts and general index of activity. It was possible to improve productivity in these two items, applying the philosophy Lean Construction.

From the second week on we detected deficiencies in the yield of the COOLING AND DESIGN COFFEE, which led us to analyze them by means of a balance sheet and general index of activity. Also in this case the productivity of this item was improved, applying the philosophy Lean Construction.

With the performance indexes of the control accounts, it has been verified that the work is favorable to the contractor in time and cost.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En la actualidad existe gran competitividad en el sector de la construcción debido a la gran demanda de edificios, tanto familiares como comerciales. Buscando satisfacer estas necesidades, se ejecutan propuestas innovadoras aplicando sistemas que logren proyectos de calidad en los plazos propuestos y aminorando costos.

[...] El sector de la construcción en el Perú es una de las actividades económicas más importantes del país debido a que a lo largo de los últimos años ha sido uno de los mayores impulsores de la economía nacional. Actualmente, es uno de los sectores que más contribuye con el crecimiento del PBI. (Chávez y De la Cruz, 2014, p. 8).

Según Buleje (2012, p. 2), “cuando crece el sector construcción de manera rápida, pasa lo mismo con el sector comercio y el PBI. Por otro lado, cuando el sector construcción disminuye, disminuye el comercio y el PBI”.

Para apreciar la tendencia con mayor facilidad, se muestra la siguiente figura:

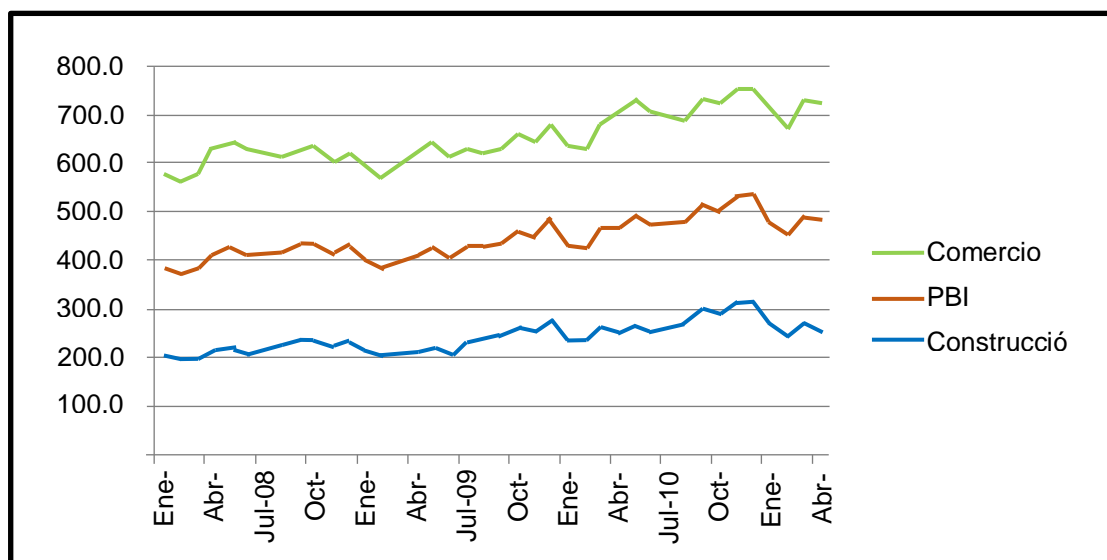


Figura 1. Relación entre sectores desde 2008 al 2011. Buleje, 2011

[...] La mayoría de empresas se rige por un sistema de construcción tradicional con procedimientos constructivos ineficientes lo que nos limita como país a crecer con mayor velocidad. Al bajo nivel de productividad se suma el problema de seguridad laboral del sector. (Guzmán, 2014, p. 1).

Por esta razón, las compañías buscan optimizar sus recursos logrando una mayor productividad generando así, ganancias a corto plazo, con fines de mejorar el nivel de estándar de los procesos constructivos y brindando trabajos de calidad.

[...] La planificación y ejecución de los proyectos de construcción en el Perú está en proceso de cambio. Su implementación está acompañada de un avance tecnológico que no está a la medida de la industrialización, pero que poco a poco va haciendo más competitivo y productivo nuestro rubro. Estos cambios que vienen dándose en el Perú, incluyen nuevas metodologías de construcción, entre las cuales está la filosofía *Lean Construction*. Esta filosofía tiene la intención de mejorar a gran nivel la producción de nuestra industria con su metodología de trabajo enfocada en la reducción de los desperdicios a través de las herramientas que propone, propias de su sistema o de otras corrientes, siendo las más importantes de ellas el Last Planner System, Sectorización, tren de actividades, buffers, nivel general de actividad y las cartas de balance. (Guzmán, 2014, p. 1).

Mediante la aplicación de la filosofía Lean Construction, alternativa que desde hace algunos años se viene usando con buenos resultados en nuestro país, el presente estudio busca mejorar la productividad, tanto en costo y tiempo de ejecución de las partidas de estructuras (acero, encofrado y concreto) que involucran generalmente los recursos de mano de obra, algunos equipos livianos y herramientas manuales en la fase de montaje o ejecución Lean según LPDS.

1.2. Trabajos Previos

Después de haber buscado información en la biblioteca de la Universidad César Vallejo de Lima Norte, documentos virtuales Google, se han encontrado los siguientes trabajos previos o antecedentes:

INTERNACIONALES

Alarcón y Pellicer (2009) en su artículo titulado “Un nuevo enfoque en la Gestión: la construcción sin pérdidas”, muestra una visión alternativa de la gestión en el sector de la construcción, introduciendo un enfoque novedoso de la administración que está tomando cada día más fuerza a nivel mundial “Lean Construction” o construcción sin pérdidas. Esta nueva perspectiva, basada en conceptos de gestión del sistema de producción Toyota, aborda las causas de muchos de los problemas que limitan la eficiencia en la construcción, centrándose en la reducción de las pérdidas a lo largo del flujo productivo. También se describe el modelo LPD (lean Project delivery) como una perspectiva integral para toda la cadena de valor de la construcción que hoy en día está revolucionando la forma de desarrollar proyectos complejos, rápidos y con alta incertidumbre en Estados Unidos y también en otros países pioneros en la implementación de estas ideas. Se argumenta también su relación con el concepto de “partnering” y los contratos de colaboración público – privada introducidos anteriormente en Europa. Se describen también los aspectos básicos de una de las herramientas más difundidas en la construcción sin pérdidas: el último planificador. Se presentan los impactos alcanzados en la implementación de este sistema de gestión obtenidos de decenas de proyectos que han sido estudiados en aplicaciones recientes. Finalmente, se discute la escasa difusión y aplicación del “Lean Construction” en España.

Ibarra (2011) en su tesis de titulación “LEAN CONSTRUCTION”, tiene el propósito de integrar las filosofías de construcción sustentable, Lean Construction, empleada como el complemento necesario para entregar una base de análisis centrada en la gestión de producción. Estableciendo a nivel conceptual que las herramientas aplicadas en la gestión de proyectos de construcción (Lean Construction y Constructabilidad), entregan un soporte para la Operacionalización, y futura aplicación, de criterios de sustentabilidad en los procesos y etapas que involucra el ciclo de vida completo de los proyectos de construcción.

Pons (2014) en su libro titulado “Introducción a Lean Construction”, afirma que el sistema de gestión tradicional que se ha utilizado hasta ahora ha estado más focalizado en los procesos que en la entrega de valor al cliente. Esto es un hecho que hemos podido constatar en los últimos años, ya fuera en la construcción de un edificio de viviendas, una infraestructura pública o un edificio destinado a ofrecer servicios públicos. Los usuarios y consumidores están siendo cada vez más exigentes y ahora están mejor informados, demandan mayor calidad a un menor coste y una entrega de valor que se ajuste más a sus necesidades y condiciones actuales. El cliente – propietario o usuario final – pasa a jugar un papel clave dentro de todo el ciclo de vida del proyecto, y es este quien definirá o ayudará a definir los principales valores por los que se regirá el proyecto. Esto requiere más competitividad por parte de las empresas y agentes sociales que intervienen en todo el proceso constructivo.

El conjunto de principios, conceptos y herramientas que nos ayudará a lograr con éxito todos estos objetivos se agrupa bajo el paraguas de Lean Construction, que es una filosofía de trabajo y un sistema de producción que ha venido para quedarse.

NACIONALES

Rodríguez (2010) en el congreso internacional de dirección de proyectos PMI – Tour Cono Sur, 2010 “Estado del arte de la gerencia de proyectos de construcción en Latinoamérica” afirma que para la programación y ejecución de obras, se adoptará el modelo PMI (Project Management Institute) junto con el modelo del LCI (Lean Construction Institute), en la siguiente secuencia: Programación con EDT (WBS) de todo el proyecto (PMI), Programa Look Ahead Planning de 3 a 6 semanas, Programa semanal, Programa diario (Last Planner).

Malca (2011) en su tesis de titulación “Estudios para la construcción de un proyecto de edificación de viviendas”, explica que es importante que estén identificados los alcances del mismo y además deberán de seguir el

siguiente orden, análisis macro o general (planeamiento de Obra), programación de Obra y también una programación más a detalle (programación de 3 semanas o Look Ahead), evaluar las restricciones que pudieran presentarse por cada una de las tareas programadas y luego verificar si lo programado realmente se llegó a ejecutar.

Buleje (2012) Buleje, k. (2012) Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction. Tesis para optar el título de Ingeniero Civil. Pontificia Universidad Católica del Perú. El estudio realizado por el autor tiene como objetivo mostrar cómo es que se maneja la producción en la construcción del Condominio Villa Santa Clara aplicando la herramienta Last Planner System, en la cual se encuentra la programación maestra, el Look ahead, programación semanal, programación diaria, análisis de restricciones, porcentaje de plan cumplido, informe semanal de producción, curvas de productividad. Analizó primero la partida de aceros en muros donde dio como resultados un 53% de trabajo productivo con un 18% de trabajo no contributivo por eso propone un seguimiento en el vaciado de losas para que cuando esta fragüe no tenga que enderezar el acero es así como reduce los trabajos rehechos además para reducir el tiempo ocioso se necesita una supervisión más estricta por parte del ingeniero de campo. Otra partida que se analizó fue el encofrado de muro en la que se notó más preocupante ya que el trabajo productivo sólo alcanzó el 31%, es decir se requiere una mejora potencial a esta labor. El autor observó que la que toma mayor tiempo es el traslado de materiales es por ello que se debe hacer uso de una grúa. En conclusión el uso de las herramientas del Lean Construction conlleva a la mejora continua y para esto se necesita la especialización del personal obrero así como reuniones constantes, con esto se tendrán buenos resultados siempre y cuando se cumplan.

Chávez y De la Cruz (2014) en su tesis de titulación “Aplicación de la filosofía Lean Construction en una obra de edificación (Caso: Condominio casa club Recrea – El Agustino)”, tiene por objetivo demostrar los beneficios que se consiguen al aplicar conceptos y métodos de la filosofía

Lean Construction en una obra de edificación, optimizando la productividad, el costo y cumplimiento de la programación en la ejecución de las partidas desarrolladas por personal propio de la empresa.

Guzmán (2014) en su tesis de titulación “Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos”, afirma que a lo largo del presente trabajo se describen los principales conceptos y herramientas de la filosofía lean para poder generar una base teórica sólida que respalde la aplicación de herramientas y el análisis de resultados en los proyectos. Además, se analiza y describe de forma detallada como se aplican las herramientas más importantes de esta filosofía (Last Planner System, Sectorización, Nivel general de actividad, Cartas de Balance, etc.) con la finalidad de difundir la metodología de aplicación de cada herramienta y servir de guía para profesionales o empresas que busquen implementar lean construction en sus proyectos. Por otro lado los resultados de productividad obtenidos a lo largo del proyecto y se comparan con estándares de obras de construcción en el país con la finalidad de demostrar los buenos resultados que brinda esta filosofía y de esta forma alentar a que se expanda a una cantidad mayor de empresas del rubro construcción.

Morán y Quispe (2014) en su tesis de titulación “Estudio de la productividad en la partida de estructuras 1° - 3° piso, de la construcción del edificio multifamiliar residencial Heredia en la ciudad de Trujillo” afirma que 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*.

Pérez (2014) en sus “Apuntes de Clase”, define la etapa o fase de Inversión o ejecución, como la etapa en que se ejecutan los proyectos seleccionados y priorizados en la pre-inversión y que se les asignó recursos. En esta fase se utilizan recursos financieros para la contratación de mano de obra, compra de maquinaria y equipo; terrenos, construcción

de infraestructura e instalación de equipos, etc., el producto de esta fase, es el proyecto listo para entrar en operación o funcionamiento.

1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA

1.3.1. Definición de términos

[...] **Buffers.-** Debido a la gran variabilidad presente en la construcción, los buffers son los “colchones” que se planifican para que ante cualquier eventualidad, este no nos genere pérdidas.

Desperdicios.- Desperdicio se define como cualquier pérdida producida por actividades que generan, directa o indirectamente, costos pero no adicionan valor alguno al producto desde el punto de vista del cliente final.

Proyecto.- Es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos indica un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que dio origen al proyecto. A efectos de este texto, básicamente nos referimos a desarrollar un nuevo producto o servicio o construir un edificio, instalación o una infraestructura.

Rendimiento.- Cantidad de recursos usados para realizar una unidad de producción.

Ejemplos teóricos:

- Una cuadrilla de encofradores de losa que al final de la obra utilizaron una cantidad de recursos de 6980 horas hombre, llegando a encofrar 14,540 m², con eso se tendría un rendimiento global de 0.48 hh/m².
- Una pareja de pintores de fachada que terminan de empastar la fachada de un edificio (360m²) en cinco días (85hh) tienen un rendimiento de 0.24hh/m².
- Una pareja de instaladores de piso laminado que avanzan un departamento (48m²) al día (17hh) tienen un rendimiento de 0.35hh/m².

Variabilidad.- El diccionario define variabilidad como la capacidad de variar y en la construcción esta capacidad es muy grande, algunas causas que generan variabilidad son:

- Un operario de la cuadrilla de instalación de mayólica faltó el día lunes.
- La empresa de concreto premezclado llegó una hora tarde a la obra.
- Se malogró la mezcladora de concreto.
- Paralización de obra por paro sindical.
- Falta de materiales a tiempo para iniciar el trabajo.
- Dimensiones distintas de alfeizar.
- Edificio con irregularidad en planta.

Es importante mencionar que existen variabilidades positivas y negativas, pero en la presente tesis, cuando se mencione el término “variabilidad” se hará mención a la variabilidad negativa. Mientras mayor sea la variabilidad en una obra, mayor será el impacto en la calidad, el presupuesto y en el tiempo de ejecución de la obra.

Velocidad.- Cantidad de producción que se realiza en una unidad de tiempo. Ejemplos:

- Una pareja de encofradores pueden llegar a encofrar todos los días 42.5m², con lo cual tendrían una velocidad de 42.5m²/día.
- Una cuadrilla de vaciadores que vacían todos los días el mismo cubicaje de 34 m³, la cuadrilla tendría una velocidad de 34m²/día.
- Una máquina retroexcavadora que suele excavar y eliminar 10m de cimiento corrido tiene una velocidad de 10m/día. Si esta misma retroexcavadora trabaja cuatro horas al día entonces se puede hablar de una velocidad de 2.5m/hora. (Chávez y De la Cruz, 2014, p. 44).

[...] Tipos de Trabajo.-

- Trabajo Productivo (TP): Trabajo que aporta en forma directa a la producción.
- Trabajo Contributorio (TC): Trabajo de apoyo. Debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo, pero no aporta valor.
- Trabajo No Contributorio (TNC): Cualquier actividad que no genere valor y que entre en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor. (Buleje, 2012, p. 4).

La siguiente tabla muestra un ejemplo de los tipos de trabajo.

Tabla 1. *Ejemplo de tipos de trabajo*

TP	TC	TNC
Vaciar concreto	Tomar medidas	Descanso
Colocar cerámico	Corte de cerámico	Viajes
Pintar fachada	Preparación de mezcla	Trabajo rehecho
Colocar cajas eléctricas	Transportar materiales	Tiempo ocioso

Fuente: Buleje, 2012.

1.3.2. Productividad

[...] La productividad es una relación entre la cantidad producida y los recursos empleados. Sin embargo, la productividad no se puede concebir sin que exista un alto estándar de calidad, es decir la productividad involucra eficiencia y efectividad.

En la construcción existen diferentes clases de productividad de acuerdo con el tipo de recurso utilizado, así la productividad de los materiales, de la mano de obra y de la maquinaria y/o equipo, los cuales al interactuar representan la productividad de la construcción. En la construcción se han detectado diferentes factores que afectan la productividad, y generalmente recaen sobre la falta de información o incomprensión de lo que el cliente realmente está esperando, la coordinación entre los diseñadores, contratistas y contratante, la planeación y el control de la planeación.

La productividad tiende a aumentar cuando los procesos son repetitivos y el tiempo empleado para la realización de los mismos disminuye, lo anterior se debe al fenómeno del aprendizaje y generación de conocimiento. (Chávez y De la Cruz, 2014, p. 24).

1.3.3. El concepto muda o desperdicio

[...] Lean es crear valor para el cliente y eliminar desperdicio. Según la filosofía Lean, todo lo que no es valor para el cliente es muda o desperdicio que puede ser eliminado o minimizado. Por lo tanto, es necesario comprender primero el significado de muda o desperdicio para seguir avanzando en el conocimiento del sistema Lean.

Muda es una palabra japonesa que significa desperdicio, en el sentido de toda aquella actividad humana que absorbe recursos, pero no crea valor:

fallos que precisan rectificación, producción de artículos que nadie desea y el consiguiente amontonamiento de existencias y productos sobrantes, pasos en el proceso que no son realmente necesarios, movimientos de empleados y transporte de productos de un lugar a otro sin ningún propósito, grupos de personas en una actividad aguas abajo en espera porque una actividad aguas arriba no se ha entregado a tiempo, y bienes y servicios que no satisfacen las necesidades del cliente.

Taiichi Ohno descubrió que en una empresa u organización la mayor parte de las actividades que realizamos no añaden valor neto al producto o servicio final que entregamos al cliente y por lo tanto son susceptibles de mejorar o eliminar. (Pons, 2014, p. 18).

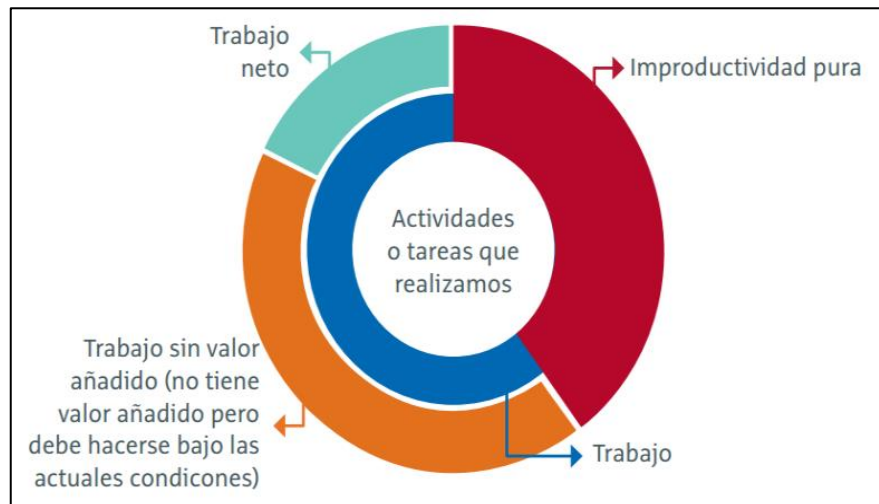


Figura 2. Círculo de la improductividad de una empresa. Pons, 2014.

[...] Taiichi Ohno clasificó los 7 desperdicios que causaban la mayor parte de las interrupciones del flujo dentro de la cadena o flujo de valor en la planta de producción que él mismo dirigía. La siguiente tabla refleja una adaptación a la industria de la construcción de los 7 desperdicios de Ohno más el desperdicio del talento y la falta de creatividad según fue definido por Jeffrey Liker. (Pons, 2014, p. 19).

Tabla 2. Los 8 desperdicios de la construcción

DESPERDICIOS	DESCRIPCIÓN
SOBREPRODUCCIÓN	Producción de cantidades más grandes que las requeridas o más pronto de lo necesario: planos adicionales (no esenciales, poco prácticos o excesivamente detallados), uso de equipamiento

	altamente sofisticado cuando uno mucho más simple sería suficiente, más calidad que la esperada.
ESPERAS O TIEMPO DE INACTIVIDAD	Esperas, interrupciones del trabajo o tiempo de inactividad debido a la falta de datos, información, especificaciones u órdenes, planos, materiales, equipos, esperar a que termine la actividad precedente, aprobaciones, resultados de laboratorio, financiación, personal, área de trabajo inaccesible, iteración entre varios especialistas, contradicciones en los documentos de diseño, retraso en el transporte o instalación de equipos, falta de coordinación entre las cuadrillas, escasez de equipos, repetición del trabajo debido a cambios en el diseño y revisiones, accidentes por falta de seguridad.
TRANSPORTE INNECESARIO	Se refiere al transporte innecesario relacionado con el movimiento interno de los recursos (materiales, datos, etc.) en la obra. Por lo general, está relacionado con la mala distribución y la falta de planificación de los flujos de materiales e información. Sus principales consecuencias son: pérdidas de horas de trabajo, pérdida de energía, pérdida de espacio en la obra y la posibilidad de pérdidas de material durante el transporte.
SOBREPROCESAMIENTO	Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc. Monitorización y control adicional (inspecciones excesivas o inspecciones duplicadas).
EXCESO DE INVENTARIO	Se refiere a los inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, obsolescencias, pérdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo y vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costes financieros por la compra anticipada.
MOVIMIENTOS INNECESARIOS	Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante su trabajo. Esto puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del lugar de trabajo. Pérdida de tiempo y bajas laborales
DEFECTOS DE CALIDAD	Errores en el diseño, mediciones y planos; desajuste entre planos de diseño y planos de estructura o instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos, mano de obra poco calificada. Las dos

	consecuencias principales de la mala calidad son: la repetición del trabajo y la insatisfacción del cliente.
TALENTO	Se pierde tiempo, ideas, aptitudes, mejoras y se desperdician oportunidades de aprendizaje y de conseguir altos rendimientos por no motivar o escuchar a los empleados y por tener una mano de obra poco calificada, poco formada, mal informada y con falta de estímulos y recursos para la mejora continua y la resolución de problemas.

Fuente: Pons, 2014.

1.3.4. La construcción según el enfoque Lean

[...] En la siguiente figura se explican las principales diferencias de enfoque y planteamiento entre un sistema tradicional de gestión de proyectos (izquierda del gráfico), donde el desperdicio o improductividad no ha sido considerado desde un punto de vista económico, y el sistema según un enfoque Lean (derecha de gráfico) en el que, desde el inicio del proyecto, todos los agentes y actores involucrados en el mismo trabajan para maximizar el valor del cliente y minimizar todas aquellas actividades, gestiones y transacciones inútiles que no añaden valor, teniendo en cuenta los intereses generales de todos y no los particulares de cada parte. (Pons, 2014, p. 23).

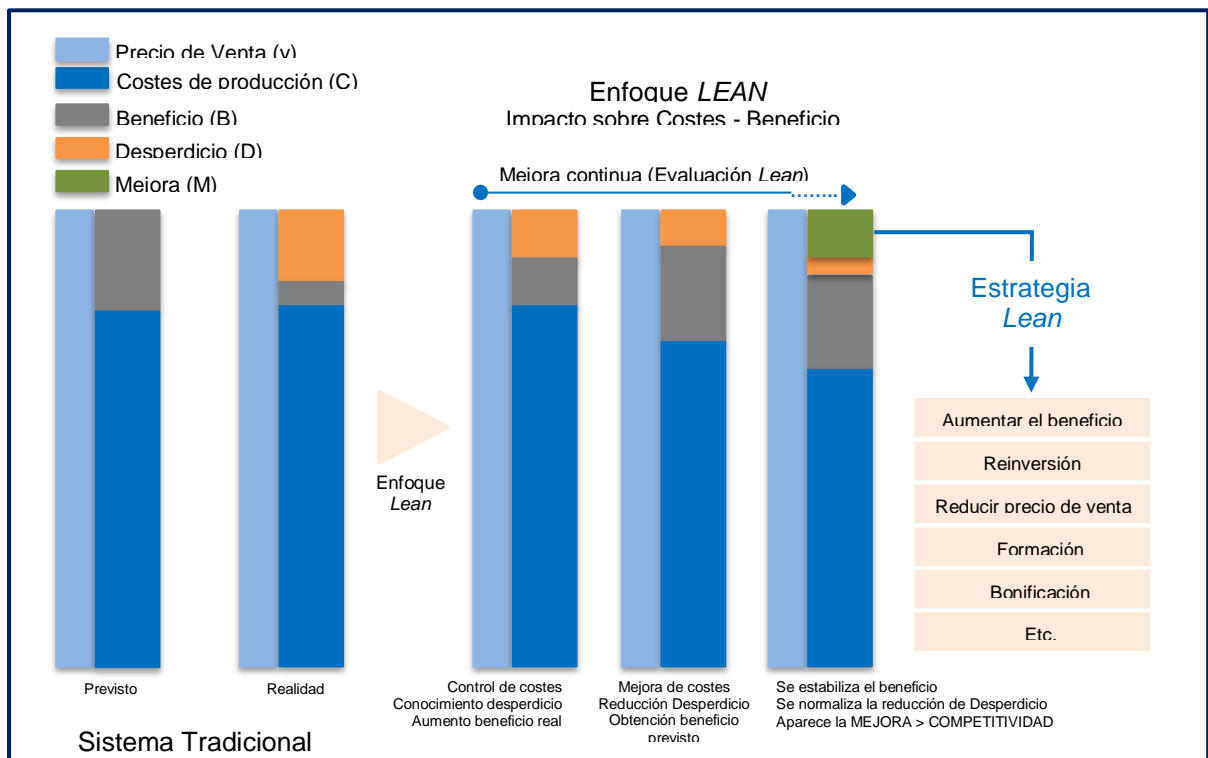


Figura 3. Enfoque tradicional vs Enfoque Lean. Pons, 2014.

1.3.5. Lean Construction

[...] La aplicación de los principios y herramientas del sistema Lean a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción se conoce como Lean Construction o construcción sin pérdidas.

Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio. Entendemos Lean como una filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden aplicarse en todas las fases de un proyecto: diseño, ingeniería, pre-comercialización, marketing y ventas, ejecución, servicio de postventa, atención al cliente, puesta en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro. (Pons, 2014, p. 26).

[...] Lean Construction se extiende desde los objetivos de un sistema de producción ajustada - maximizar el valor y minimizar los desperdicios - hasta las técnicas específicas, y las aplica en un nuevo proceso de entrega y ejecución del proyecto. Como resultado:

- La edificación o infraestructura y su entrega son diseñadas juntos para mostrar y apoyar mejor los propósitos de los clientes.
- El trabajo se estructura en todo el proceso para maximizar el valor y reducir los desperdicios a nivel de ejecución de los proyectos.
- Los esfuerzos para gestionar y mejorar el rendimiento están destinados a mejorar el rendimiento total del proyecto, ya que esto es más importante que la reducción de los costes o el aumento de la velocidad de ninguna actividad aislada.
- El Control se redefine como pasar de “monitorizar los resultados” a “hacer que las cosas sucedan”. Los rendimientos de los sistemas de planificación y control se miden y se mejoran.
- La notificación fiable del trabajo entre especialistas en diseño, suministro y montaje o ejecución asegura que se entregue valor al cliente y se reduzcan los desperdicios. Lean Construction es especialmente útil en proyectos complejos, inciertos y de alta velocidad. Se cuestiona la creencia de que siempre debe haber una relación entre el tiempo, el coste y la calidad (mayor calidad y mayor velocidad no tiene por qué implicar mayor coste). (Pons, 2014, p. 27).

1.3.6. Lean Project Delivery System (LPDS)

[...] Hoy podemos entender mejor la implementación de Lean Construction gracias al Lean Project Delivery System (LPDS) o Integrated Project Delivery (IPD) ya que son herramientas integradoras que nos ofrecen una visión de conjunto de todas las fases del proyecto, desde un punto de vista Lean.

La primera versión a nivel teórico del LPDS fue desarrollada por Glenn Ballard y publicada por el LCI en el año 2000, aunque una versión más completa y actualizada a la que nos vamos a referir en esta guía fue publicada en 2008. LPDS e IPD son dos términos diferentes que dentro del marco de Lean Construction se han utilizado indistintamente para definir el mismo sistema.

LPDS se define como un proceso colaborativo para la gestión integral del proyecto, a lo largo de todo el ciclo de vida de este. Se emplea un equipo en todo el proceso para alinear fines, recursos y restricciones. Se trata de un enfoque por etapas que comprende la definición del proyecto, el diseño, el suministro, el montaje o ejecución y el uso y mantenimiento posterior del edificio, instalaciones o infraestructura.

El control de la producción, la estructuración del trabajo y el aprendizaje es algo que ocurre continuamente a lo largo de todo proyecto y cada fase contiene actividades e hitos que deben cumplirse a medida que este avanza. El propietario o cliente determina el coste permitido del proyecto, que es la cantidad máxima que el modelo de negocio puede soportar. La misión del equipo es entender y ofrecer el mejor valor para el cliente y eliminar todas las actividades que no añaden valor.

Para ello, el propietario utiliza acuerdos de gestión y ejecución de proyectos integrados, con el equipo de diseño y con el constructor o contratista principal. También se pueden incluir otros agentes o colaboradores importantes del proyecto.

Estos acuerdos permiten la flexibilidad entre los miembros del equipo para ofrecer mayor valor al cliente y crear un interés/riesgo compartido en el resultado del proyecto. El Instituto Americano de Arquitectos (AIA) dispone de una guía y las plantillas necesarias en su página web para este tipo de acuerdos.

Según podemos ver en la figura siguiente, la gestión de la producción a través del ciclo de vida del proyecto se indica mediante las barras horizontales etiquetadas como Control de la producción y estructuración del trabajo. El uso sistemático de los bucles de retroalimentación entre los procesos del proveedor y el cliente se simboliza mediante las evaluaciones de post-ocupación, entre proyectos. (Pons, 2014, p. 38).

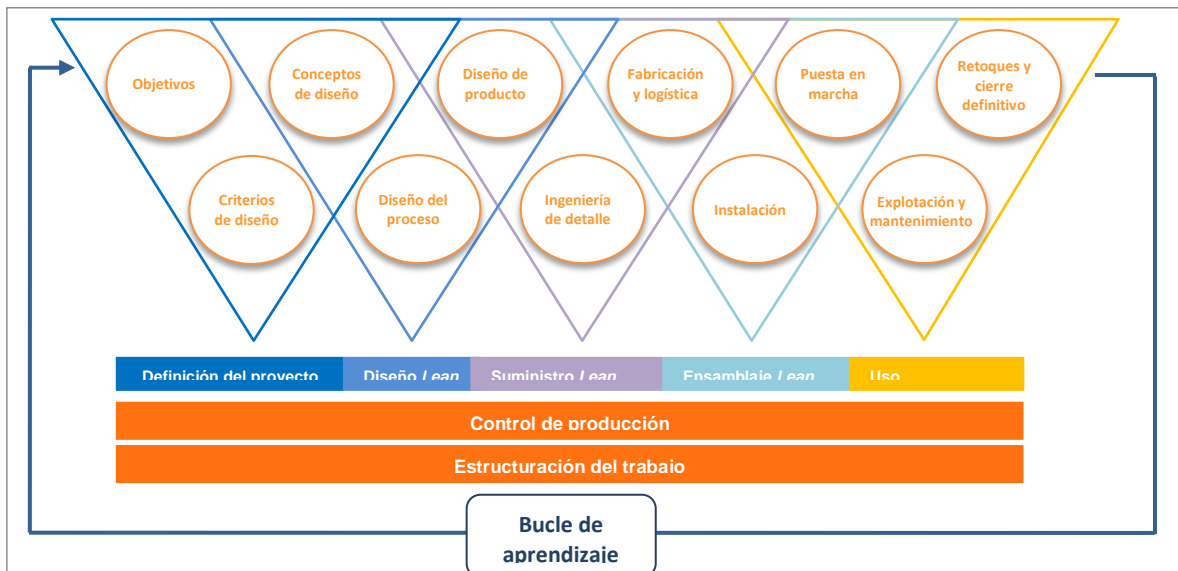


Figura 4. Lean Project Delivery System. Pons, 2014.

1.3.7. Fase de montaje o ejecución Lean

[...] El ensamblaje o ejecución de obra Lean se inicia con la entrega de información, materiales, mano de obra, herramientas, o componentes necesarios para la ejecución en la obra o instalación y termina con la finalización de las instalaciones y puesta en marcha del edificio o infraestructura.

Durante la fase de montaje o ejecución, el sistema del último planificador se utiliza para controlar la producción y mantener el flujo continuo de materiales e información a lo largo de toda la obra a medida que esta avanza según un sistema Pull que tira a través de la planificación o programación.

Hoy en día, diseñar y ejecutar un proyecto de edificación o infraestructura es algo mucho más complejo que hace 25 años, la cantidad de normativas, instalaciones, materiales, tecnología o software, por citar algunos ejemplos, es mucho más variada y compleja; sin embargo, las prácticas de gestión y dirección de proyectos no han cambiado mucho. En la fase de ejecución Lean

los supervisores de primera línea (jefes de obra, encargados, capataces, etc.), deben tener una capacitación de acuerdo con la nueva filosofía de producción, esto es, ejercer un papel de líderes más que de jefes (en Lean Manufacturing, algunos de estos nombres, más propios de otra época, se están cambiando por otros términos como líderes de equipo). Además de conocer y saber usar las técnicas y herramientas del nuevo modelo productivo, los nuevos líderes deben poseer las habilidades para enseñar a otros, fomentar el trabajo el equipo, participar de manera proactiva en la mejora continua mediante métodos como el PDCA o ciclo de Deming y la estandarización de trabajos, y poseer la capacidad de resolución de problemas mediante el uso de técnicas como el Informe A3 de Toyota o similares. (Pons, 2014, p. 41).

[...] En la presente tesis, como se mencionó anteriormente, solo nos centraremos en la etapa de construcción, es decir la etapa de “Ensamblaje Lean” y las herramientas que se usarán para el control de la producción son las siguientes:

Curvas de Productividad.- La curva de productividad es una gráfica que permite observar de manera más clara los resultados que arroja el I.S.P. Se realiza una curva de productividad por partida. Por ejemplo, la curva de productividad de encofrado de losa, o curva de productividad de vaciado de muros. En el eje de las abscisas se coloca los días y en el eje de las ordenadas se coloca los rendimientos obtenidos en cada día. La fórmula del rendimiento es el siguiente:

$$Rendimiento = \frac{Horas\ hombre\ usadas}{Avance\ de\ la\ Partida} \dots \dots \text{fórmula 1}$$

Por el contrario, si se presenta el siguiente gráfico en una actividad quiere decir que la producción está empeorando y hay que empezar a realizar un seguimiento riguroso de dicha actividad.

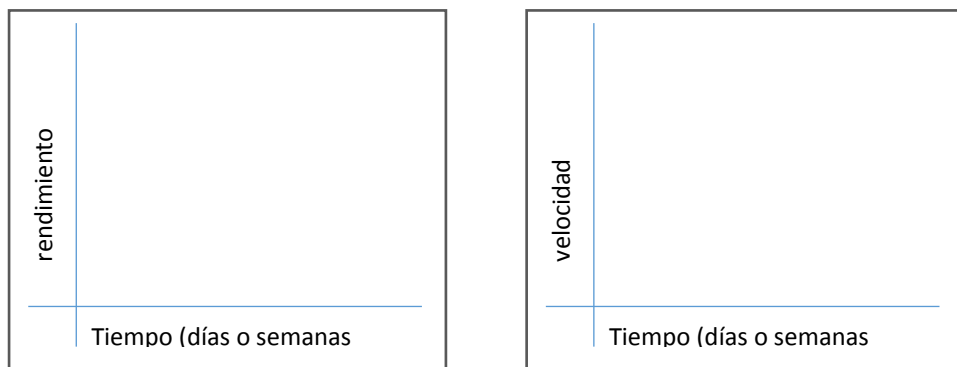


Figura 5. Curvas de productividad en disminución. Chávez y De la Cruz, 2014.

Tener en consideración:

- Para un mejor análisis se recomienda usar 3 curvas: curva de rendimiento diario, curva de rendimiento del presupuesto y curva de rendimiento acumulado. A nosotros nos va a importar que la curva del rendimiento acumulado este por debajo del rendimiento del presupuesto debido a que esto significara que no nos estamos excediendo de los recursos que teníamos destinados inicialmente.
- La curva de productividad también puede usarse mostrando la velocidad (en vez del rendimiento) que van teniendo la cuadrilla día a día.
- Cuando la actividad en estudio tiene muchos días en la cual está siendo realizada, se recomienda pasar la unidad de tiempo en las abscisas de día a semanas, así el gráfico se hace más fácil de mostrar, leer e interpretar.

A continuación, se presenta el gráfico que debería mostrarse en una obra si la actividad en estudio se encuentra en mejora:

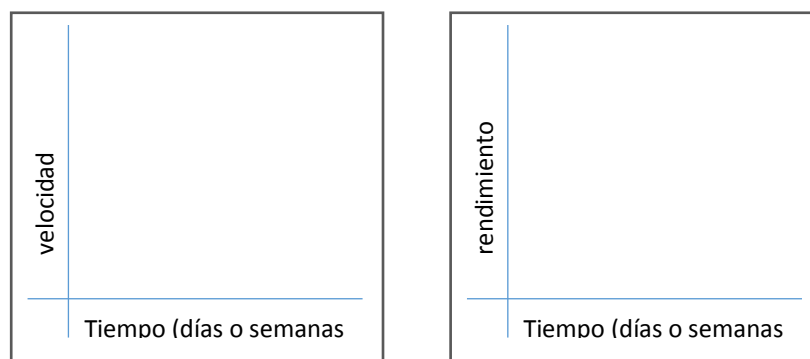


Figura 6. Curvas de productividad en mejora. Chávez y De la Cruz, 2014.

Sectorización.- Es una división de la zona de trabajo en partes iguales. Aplicando el concepto de “divide y vencerás”, se divide el plano en partes iguales donde cada una de las partes se le denomina sector o frente y será el avance diario para cada una de las actividades.

Presupuesto de Obra.- Para poder completar el ISP (Informe Semanal de Producción) se debe usar algunos datos obtenidos del presupuesto de obra, haciendo de este una especie de herramienta indirecta. El presupuesto de obra se usa para completar en el ISP las columnas que indican el metrado y las horas hombre requeridas para cada actividad.

Informe Semanal de Producción (ISP).- Junto con las actividades diarias a realizar se entrega al capataz una relación con todos los integrantes de su cuadrilla, para cada trabajador deberá escribir la actividad que han estado realizando, y las horas que le ha tomado realizar dicha actividad. Cabe mencionar también, que para tener un mayor control de la cuadrilla se entrega el tareo llenado con valores teóricos de avance de actividad, vale decir medrado. El capataz colocara a un costado los valores reales en campo. Estos cambios son normalmente aceptados, debido a la gran variabilidad que siempre hay en actividades de construcción.

Nivel General de Actividad.- El nivel general de actividad mide el porcentaje de los tres tipos de trabajo en el total de la obra. Para realizar un nivel general de actividad se debe recorrer el total de la obra en forma aleatoria. Cada vez que se observe a un obrero, se deberá apuntar si está realizando un TP, TC o TNC y apuntar que actividad específica es la que se encuentra realizando. La muestra se debe obtener de todas las actividades que se encuentran en marcha en la obra y de todos los obreros. Los resultados de las mediciones del nivel general de actividad muestran el nivel que se maneja en la obra y sirven para comparar con los estándares nacionales e internacionales. También sirve para detectar cuáles son las principales pérdidas, cuantificarlas y eliminarlas.

Carta Balance.- La Carta Balance es una herramienta que a partir de datos estadísticos, describe de forma detallada el proceso de una actividad para así buscar su optimización. En una Carta Balance se toma un intervalo de tiempo corto (cada uno o dos minutos) la actividad que está realizando cada obrero. Estas actividades son divididas en los tres tipos de trabajo TP, TC y TNC. (Chávez y De la cruz, 2014, p. 50).

1.3.8. Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador

[...] El Last Planner o último planificador, normalmente el capataz, encargado o jefe de obra, se define como la última persona capaz de asegurar un flujo de trabajo predecible aguas abajo. LPS faculta al último planificador – la persona que asigna las tareas de trabajo directamente a los trabajadores – para conseguir compromisos de entrega en base a la situación real de un puesto de trabajo, en lugar de hacerlo en base a los planes teóricos. Se trata de un sistema Pull en lugar de un sistema Push porque es la actividad aguas abajo en la cadena o flujo de valor la que marca el ritmo y tira de la demanda y no a la inversa como ocurre en el sistema tradicional, en el que las actividades aguas arriba empujan la producción hacia las actividades aguas abajo, generando cuellos de botella, exceso de inventario y esperas, entre

otros desperdicios. El plan de trabajo normalmente se realiza y mantiene en una Obeya Room o habitación grande, que suele ser una habitación, espacio o caseta habilitada para ello, instalada lo más cerca posible de la obra o lugar de trabajo, donde se ubica el equipo de trabajo.

Cuando el flujo de trabajo se hace más previsible, las obras se organizan mejor, las reuniones son más cortas, las disputas son menores y los cuellos de botella y las interrupciones en el flujo de trabajo se hacen más evidentes. Las decisiones se toman por consenso y los miembros del equipo deben ponerse de acuerdo en la relación existente entre las actividades, su secuencia y el tiempo de ejecución. Además, los miembros del equipo han de asegurarse de que tienen los recursos y el tiempo suficiente para completar los trabajos. El primer documento técnico sobre Last Planner System fue publicado en 1994 y posteriormente desarrollado por su mismo autor, Glenn Ballard, en su tesis doctoral del año 2000. Según Ballard, en un sistema tradicional, el rendimiento del último planificador a veces es evaluado como si no pudiera haber ninguna diferencia posible entre “lo que debería hacerse” y “lo que se puede hacer”.

Ante la pregunta “¿qué vamos a hacer la semana próxima?”, la respuesta más probable es “lo que está en el programa”, o “lo que está generando más urgencia”. Los supervisores consideran que su trabajo es mantener la presión sobre los subordinados para seguir produciendo a pesar de los obstáculos. La entrega irregular de recursos y la terminación impredecible de los trabajos previamente necesarios, invalidan la presunta ecuación de “lo que se hará” con “lo que debería hacerse” y rápidamente da lugar al abandono de la planificación que dirige la producción real.



Figura 7. La formación de las tareas en el proceso de Last Planner System. Pons, 2014.

Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador añade un componente de control de la producción al sistema tradicional de gestión de proyectos. El LPS puede entenderse como un mecanismo para la

transformación de “lo que debería hacerse” en “lo que se puede hacer”, formando así un inventario de trabajo realizable, que puede ser incluido en los planes de trabajo semanal. La inclusión de asignaciones en los planes de trabajos semanal es un compromiso de los últimos planificadores (supervisores, jefes de obra, etc.) de “lo que en realidad se hará”. Así pues, LPS puede definirse como un método de control de producción diseñado para integrar “lo que debería hacerse” – “lo que se puede hacer” – “lo que se hará” – “lo que se hizo realmente” de la planificación y asignación de tareas de un proyecto. Su objetivo es entregar flujo de trabajo fiable y aprendizaje rápido. LPS es un sistema colaborativo y está basado en el compromiso. Al contar con un enfoque sobre el conjunto general de todo el proyecto, LPS crea un sistema que garantiza que cada semana la gente está cumpliendo sus compromisos del plan semanal; esta consistencia permite la eliminación del programa de relleno, planes de contingencia, exceso de inventarios y otras actividades que no añaden valor. Cuando los flujos de trabajo son más predecibles, los subcontratistas pueden tomar ventaja del montaje fuera de la obra, donde los subconjuntos se pueden producir y ensamblar en un entorno controlado. Esto, generalmente lleva a conjuntos de mayor calidad, menor coste y menor tiempo de instalación en el lugar de trabajo. Otro de los beneficios de la estabilidad es que los proyectos terminen a tiempo; al no extenderse, se pueden ahorrar miles de euros a la semana en el coste de equipos, maquinaria, alquileres, mano de obra y otros recursos para mantener el sitio de trabajo activo. (Pons, 2014, p. 54).

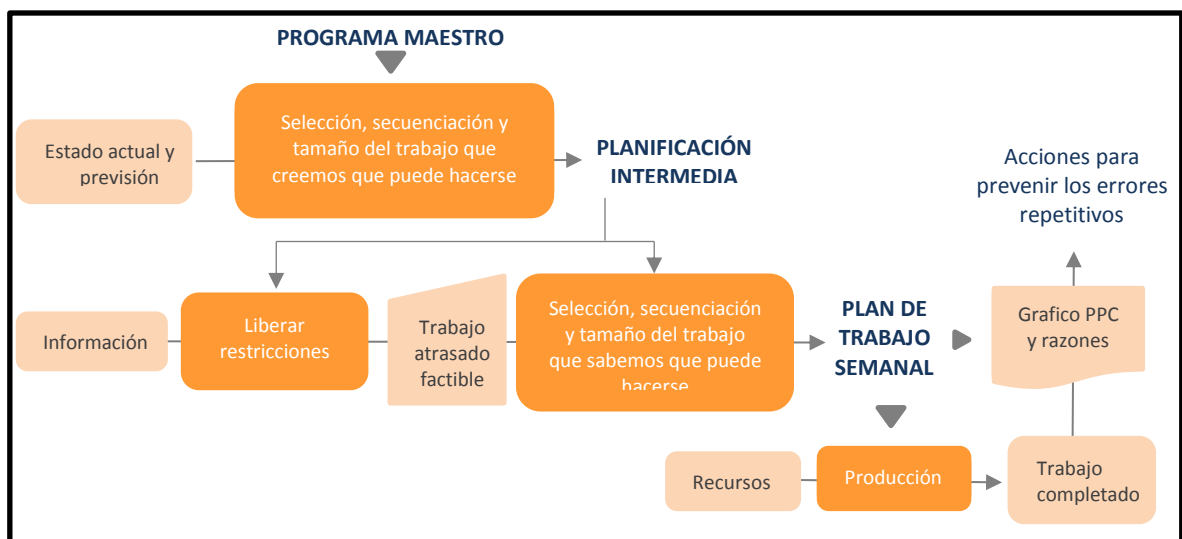


Figura 8. Modelo general de Planificación del Proyecto usando LPS. Pons, 2014.

[...] El sistema de control de producción del último planificador tiene tres componentes:

- Planificación anticipada.
- Compromiso con la planificación.
- Aprendizaje.

Planificación anticipada.- La norma que rige el análisis de las restricciones es que no se autorice ninguna actividad a la fecha prevista a menos que los planificadores estén seguros de que las restricciones se pueden eliminar a tiempo. Siguiendo esta regla se asegura el hecho de que los problemas saldrán a la superficie más pronto y aquellos que no puedan resolverse en la planificación no se impondrán en la ejecución del proyecto, ya sea a nivel de diseño, fabricación o construcción.

Compromiso con la planificación.- Los compromisos se miden con el Porcentaje del Plan Completado (PPC), un indicador clave que evalúa si el trabajo se completó según lo prometido o no. El PPC rinde cuentas sobre el rendimiento de la ejecución del proyecto así como la identificación de lecciones de mejora y oportunidades de aprendizaje. Esas lecciones se utilizan para mejorar las prácticas de trabajo, procesos y sistemas. Los proyectos con LPS han demostrado una fiabilidad de planificación del 85%, que se compara con los proyectos tradicionales, donde es de alrededor del 50%.

El último planificador considera los criterios de calidad antes de comprometer a los trabajadores a hacer el trabajo con el fin de protegerlos de la incertidumbre. En Toyota se aplica la regla de Taiichi Ohno: “En Toyota, todo trabajador tiene el deber de parar la línea de producción en lugar de lanzar una pieza defectuosa aguas abajo”. Decir “No” era (y sigue siendo) un acto radical en la construcción. Uno de los cambios de comportamiento que conlleva LPS es la capacidad de decir “no” si el pre-requisito de la tarea o asignación no está completo.

Aprendizaje.- Cada semana, el plan de trabajo de la semana anterior es revisado para determinar qué tareas (compromisos) se completaron. Si el compromiso no se ha mantenido, a continuación se proporciona una razón. Estas razones son analizadas periódicamente hasta la causa raíz y se llevan a cabo acciones para evitar que se repitan. Cualquiera que sea la causa, la

monitorización continua de las razones para el fracaso del plan, medirá la efectividad de las acciones correctivas. (Pons, 2014, p. 56).

[...] En el sistema del último planificador se introducen adicionalmente a la planificación tradicional general de la obra o Plan maestro planificaciones intermedias y semanales, el seguimiento de indicadores de productividad como el PPC o Porcentaje del Plan Completado y un plan de acción para eliminar la causa raíz que ha originado el incumplimiento de la programación. (Pons, 2014, p. 56).

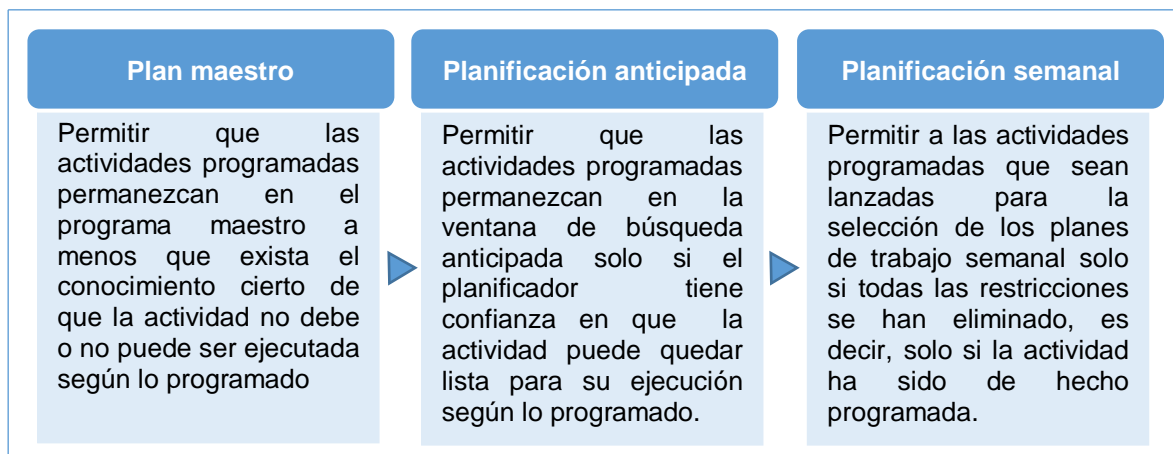


Figura 9. Reglas para permitir que las actividades programadas permanezcan o entren en cada uno de los tres niveles de jerárquica primaria del sistema de programación. Pons, 2014.

[...] El Plan maestro muestra la viabilidad de los plazos y los hitos del proyecto. Una vez que el plan está completo, se deja a un lado y se desarrolla la planificación por fases para cada hito. Las personas que realmente hacen el trabajo, crean un plan colaborativo para entregar cada fase del proyecto, lo que es esencialmente el sistema de producción para entregar el proyecto. El equipo crea la planificación por fases de todo el proyecto. Ese plan conduce a la generación de un Look Ahead Plan (LAP) o planificación intermedia, que idealmente tiene un alcance de seis semanas.

El LAP permite al equipo anticipar y obtener todo lo que necesita para completar y conseguir así el trabajo que está listo para empezar cuando lo requiera la planificación por fases. Además, el equipo genera un plan semanal para identificar lo que se puede hacer en relación con lo que se debe hacer y lo que se hará para la siguiente semana. (Pons, 2014, p. 57).



Figura 10. Cuadro resumen de Last Planner System. Pons, 2014.

[...] **Programación Maestra.-** Esta programación marca los hitos de la programación de la obra. Por lo cual no debe ser una programación muy detallada. En algunas empresas aún se usa el diagrama de Gantt que muestra un cronograma muy detallado de las actividades que se van a realizar día a día desde el día que se empieza las obras provisionales hasta la entrega final del último departamento del proyecto. Pero debido a la gran variabilidad que hay en obra, muchas veces este diagrama al final de la obra termina siendo un papel colgado en la oficina que nadie toma en cuenta para programar. Es por eso que la programación maestra no debe ser muy detallada, sino más bien marcar fechas tentativas como comienzo de excavación, fin del casco, etc. El Dr. Glenn Ballard (cofundador y director de la investigación del Lean Construction Institute) mencionó en la conferencia de IGLC número 19 llevada a cabo en lima, Perú lo siguiente: “todos los planeamientos son pronósticos, y todos los pronósticos están errados. Mientras más larga la predicción, más errada estará. Mientras más detallada la predicción, más errada estará”

Look Ahead.- Es un cronograma de ejecución a mediano plazo (suele estar entre 3 a 6 semanas). Se parte de la programación maestra, haciendo algunos cambios al cronograma debido a que el Look Ahead es mucho más detallado.

Programación Semanal.- Es un cronograma tentativo donde se muestra las actividades que se van a realizar en la semana. Se supone que todas las actividades mostradas no deben de tener restricciones para su realización.

Para realizar la programación semanal se debe tener en cuenta la programación de las siguientes cuatro semanas (Look Ahead).

Programación Diaria (Parte Diario).- Conocido como el tareo, es un documento que se entrega todos los días al responsable de cada cuadrilla. Dicho documento muestra en forma clara las actividades a realizar durante el día, la idea es formalizar el pedido del ingeniero de campo en cuanto a las actividades a realizar. En algunas empresas el documento entregado al capataz para realizar las labores diarias tiendan más a confundirlo, por lo tanto se debería tratar de que el documento sea lo más claro posible (con gráficos y colores) para ayudar a reforzar lo dicho por el ingeniero de producción, mas no contradecirlo o confundir más a la persona que recibe el tareo. La idea de presentar un documento claro y sencillo es basada en una recomendación del LCI (Lean Construction Institute) que sugiere la minimización de iteraciones negativa.

Para realizar la programación diaria se debe tener en cuenta la programación semanal. Es aquí donde pueden ser incluidas actividades de “último minuto” como por ejemplo:

- Apoyo a cuadrilla de excavación por retraso imprevisto (mayor profundidad de cimentación que la esperada).
- Reparación de cerco perimétrico que fue destruido por camión de cisterna de agua.
- Simulacro de sismo en el que participe el total de trabajadores de la obra.
- Limpieza y mantenimiento de encofrado.

A manera de resumen, hasta ahora se ha mencionado herramientas únicamente de programación de obra. Primero la programación maestra que muestra hitos en la programación. Después el Look Ahead, que es una programación detallada a mediano plazo y por ultimo programación semanal y diaria que son un fragmento del Look Ahead.

Análisis de Restricciones.- Teniendo como base el Look Ahead, se hace un análisis de todas las partidas que se deberían realizar en las siguientes cuatro semanas según la programación. Hay que pensar en todo lo que se necesita para que la actividad se pueda realizar sin ninguna restricción. En el formato de análisis de restricciones se escribe también la fecha límite en la cual se tiene que levantar la restricción y el responsable o responsables de levantarla. El plazo no es necesariamente cuatro semanas, la idea es tener

un tiempo de anticipación al cronograma para levantar las restricciones. El tiempo suele variar entre 3 y 6 semanas.

Porcentaje de Plan Cumplido (PPC).- Es el número total de tareas programadas completadas entre el número total de tareas programadas expresado en porcentaje. Las tareas programadas se toman del Look Ahead.

$$PPC = \frac{\text{Número de tareas programadas completadas}}{\text{Número de tareas programadas}} \% \dots \dots \text{fórmula 2}$$

El PPC es un análisis de confiabilidad, no busca medir el avance sino la efectividad el sistema de programación. (Chávez y De la Cruz, 2014, p. 56).

1.4. FORMULACIÓN DE PROBLEMA

1.4.1. PROBLEMA GENERAL

¿Aplicar la filosofía Lean Construction, mejorará la productividad de las partidas de estructuras del proyecto Caminos del Inca 390?

1.4.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Aplicar la filosofía Lean Construction, optimizará los costos de mano de obra, algunos equipos livianos y herramientas manuales de las partidas de estructuras del proyecto Caminos del Inca 390?
- ¿Aplicar la filosofía Lean Construction, optimizará los plazos de ejecución de las partidas de estructuras del proyecto Caminos del Inca 390?
- ¿Aplicar la filosofía Lean Construction, desarrollará herramientas que permitan mejorar la productividad, mostrando su fácil entendimiento y correcto uso?

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Aun en la actualidad, el sector construcción se sigue desarrollando de manera informal sin aplicarse algún tipo de sistema que haga posible que

los proyectos muestren resultados considerables en plazos y costos durante la etapa de ejecución. El no implementar las nuevas metodologías genera atrasos y pérdidas. Por tal motivo, el fin de esta investigación, es dar a conocer lineamientos que conduzcan a la mejora de la productividad aplicando la filosofía *Lean Construction*, tomando como base el proyecto Caminos del Inca 390.

La presente investigación insertará la filosofía *Lean Construction* como sistema para mejorar la productividad, mostrándose de manera práctica para su entendimiento y correcta aplicación. Buscando obtener resultados óptimos, este sistema deberá contar con la participación de todos los que integren el proyecto, ya que trabajando en equipo coordinadamente, su aporte será significativo en los plazos, costos y estándares de calidad.

La implementación de la nueva tecnología conlleva a beneficios sociales, es decir, proporciona nuevas herramientas filosóficas en el proyecto, aparte de traer ventajas económicas, reduce el tiempo improductivo del personal y por lo tanto incrementa el rendimiento y la productividad de la empresa sin tener que hacer tiempo extra. Es así, que el desarrollo del proyecto, se lleva de una manera ordenada, organizada y planificada.

La implementación de esta gestión mostrará resultados beneficiosos en la empresa, puesto que proporciona ventajas económicas, reduciendo costos y en sus trabajadores mejorando su productividad. Por lo que la realización del proyecto evidenciará trabajos ordenados y organizados.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

La aplicación de la filosofía *Lean Construction* mejora la productividad de las partidas de estructuras del proyecto Caminos del Inca 390, aplicando.

1.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La aplicación de la filosofía *Lean Construction* optimiza los costos de mano de obra, algunos equipos livianos y herramientas manuales de las partidas de estructuras del proyecto Caminos del Inca 390.
- La aplicación de la filosofía *Lean Construction* optimiza los plazos de ejecución de las partidas de estructuras del proyecto Caminos del Inca 390.
- La aplicación de la filosofía *Lean Construction* desarrolla herramientas que permitan mejorar la productividad, mostrando su fácil entendimiento y correcto uso.

1.7. OBJETIVO GENERAL

1.7.1. OBJETIVO GENERAL

Mejorar la productividad de las partidas de estructuras del proyecto Caminos del Inca 390, aplicando la filosofía *Lean Construction*.

1.7.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS

- Optimizar los costos de mano de obra, algunos equipos livianos y herramientas manuales de las partidas de estructuras del proyecto Caminos del Inca 390, aplicando la filosofía *Lean Construction*.
- Optimizar los plazos de ejecución de las partidas de estructuras del proyecto Caminos del Inca 390, aplicando la filosofía *Lean Construction*.
- Desarrollar herramientas que permitan mejorar la productividad, mostrando su fácil entendimiento y correcto uso, aplicando la filosofía *Lean Construction*.

II. MÉTODO

2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. Enfoque de la investigación

La presente investigación tendrá un enfoque del tipo mixto, ya que esta es la combinación de dos enfoques y dentro de ellas se planteará lo siguiente: Describir la metodología de *Lean Construction* (Cualitativo), además de analizar el impacto de la mejora de productividad, costos y tiempo de ejecución con la metodología de *Lean Construction* (cuantitativo).

Grinnell (1997), citado por Hernández et al (2003, p. 5) indica que dentro del enfoque mixto se relacionan y utilizan cinco fases:

- Llevan a cabo observación y evaluación de fenómenos.
- Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas.
- Prueban y demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento.
- Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o del análisis.
- Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar, cimentar y/o fundamentar las suposiciones o ideas; o incluso para generar otras.

2.1.2. Método de la investigación

Según (Salkind, 1999, p. 5), conceptualiza al método científico como una secuencia de pasos durante su desarrollo para plantear una pregunta y resolverla.

La información presentada en esta investigación aplica el método **científico**, ya que busca desarrollar las definiciones presentadas bajo un orden, el cual es característico de este método por lo que se su fin es resolver la pregunta formulada.

2.1.3. Tipo de investigación

Para Lozada (2014, p. 35), la investigación aplicada “tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo en la sociedad o en el sector productivo”.

El desarrollo de la información expuesta, se encuentra enmarcada en una investigación **aplicada**, por lo que se basa en aprendizajes obtenidos en trabajos previos, desarrollados en la práctica para mejorar la productividad de la obras Caminos del Inca 390.

2.1.4. Nivel de investigación

El presente estudio es de nivel descriptiva ya que pretende investigar y determinar las características más importantes de los objetos de estudio a través de la presentación de la metodología *Lean Contruction*, que indica la mejora de productividad a nivel de producción, costos y tiempo de ejecución en las tres partidas planteadas en la investigación (encofrado, acero, concreto). Y a su vez esta es de nivel explicativo ya que pretende investigar las causas del fenómeno y descubrir los mecanismos de su funcionamiento.

2.1.5. Diseño de investigación

Para (Behar, 2008, p. 47) el diseño Experimental “es un método en el que el investigador se apoya para modificar directa o indirectamente el objeto en estudio, buscando condiciones satisfactorias que revelen sus características y relaciones”.

El proyecto de investigación adapta un diseño **experimental** dado que se alterará la variable independiente en diferentes porcentajes con el fin de obtener los resultados esperados con respecto a la variable dependiente.

2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN

2.2.1. Variables Independientes

Variable 1: Lean Construction.

2.2.2. Variables Dependientes

Variable 2: Mejora de la productividad.

2.2.3. Operacionalización de variables

Ver Tabla 3.

Tabla 3. Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable Independiente Lean Construction	La aplicación de los principios y herramientas del sistema Lean a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción se conoce como Lean Construction o construcción sin pérdidas. Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio. Entendemos Lean como una filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden aplicarse en todas las fases de un proyecto: diseño, ingeniería, pre-comercialización, marketing y ventas, ejecución, servicio de postventa, atención al cliente, puesta en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro. (Pons, 2014, p. 26).	Consiste en la aplicación de las herramientas del sistema Lean (Lean Project Delivery System - LPDS / Last Planner System - LPS) en la fase de montaje o ejecución Lean del proyecto Caminos del Inca 390	Lean Project Delivery System (LPDS)	Curvas de productividad
				Presupuesto de obra
				Sectorización
				Nivel general de actividad
				Carta balance
				Informe semanal de producción
			Last Planner System (LPS) o sistema del último planificador	Programación maestra
				Look Ahead
				Programación semanal
				Programación diaria
Análisis de restricciones				
	Porcentaje de plan cumplido			
Variable Dependiente Mejora de la Productividad	La productividad es una relación entre la cantidad producida y los recursos empleados. Sin embargo, la productividad no se puede concebir sin que exista un alto estándar de calidad, es decir la productividad involucra eficiencia y efectividad [...]. La productividad tiende a aumentar cuando los procesos son repetitivos y el tiempo empleado para la realización de los mismos disminuye, lo anterior se debe al fenómeno del aprendizaje y generación de conocimiento. (Chávez y De la Cruz, 2014, p. 24)	Se define como la relación de la cantidad producida entre los recursos empleados. Está asociada a un proceso de transformación en donde ingresa un recurso para producir un bien, en nuestro caso Mano de Obra.	Productividad	Indicador de Productividad
				$\text{Productividad} = \frac{(A)}{(T) * (MO)}$ A= Avance diario (m2) T=Horas (H) MO= mano de obra (hombres)
			Rendimiento	Indicador de Rendimiento
				$\text{Rendimiento} = \frac{(T) * (MO)}{(A)}$ A= Avance diario (m2) T=Horas (H) MO= mano de obra (hombres)

Fuente: Elaboración propia.

2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.3.1. POBLACIÓN

Proyecto Caminos del Inca 390, Urbanización Chacarilla del Estanque Santiago de Surco - Lima, donde se edificarán locales administrativos-corporativos repartidos en trece pisos y siete sótanos para estacionamientos.

2.3.2. MUESTRA

Se escogerá y analizará las partidas de estructuras (acero de refuerzo, encofrado / desencofrado y concreto), que involucren generalmente los recursos de mano de obra, algunos equipos livianos y herramientas manuales a usar desde el 1° piso al 5° piso, y que estén dentro de la fase de montaje o ejecución (según LPDS) del proyecto Caminos del Inca 390.

2.3.3. MUESTREO

Este puede ser probabilísticas y no probabilísticas, dependerá de los objetivos que comprende una investigación y la contribución que se quiera direccionar con ella (Borja, 2012). Para este estudio será de tipo no probabilístico porque no se realizará un análisis estadístico y además es de tipo intencional ya que la muestra ha sido elegida de acuerdo por su grado de importancia (Valderrama, 2002).

2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS, VALIDEZ Y CONFIABILIDAD

La recolección de información comenzará con la documentación referente al proyecto Caminos del Inca 390, es decir, planos, memoria descriptiva, etc. Además se obtendrán los datos de las fichas de registro (partes diarios, informes semanales de producción), que han sido diseñadas para realizar los apuntes necesarios para la obtención de la información que se

requiere para este estudio, que ha sido delimitado por variables y dimensiones. Por lo tanto, para realizar la medición de los tiempos de producción el instrumento a utilizar será el cronómetro, ya que con este se tendrá tiempos exactos y así tener un trabajo de investigación preciso. Se consultarán sitios web relacionados al tema de investigación, la consulta será tanto nacionales como extranjeras, esto con la finalidad de tener criterios más amplios.

2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS

Se tomará como base la necesidad de identificar y definir los alcances, gracias al aporte de la información documental. Antes de comenzar a redactar el informe de la investigación, se realizará un bosquejo del esquema general del mismo. Este indicará el camino que se transitará desde la introducción hasta la conclusión, señalando los temas que serán abordados y el orden en que se les tratará. El esquema se verá sometido a posibles reestructuraciones, dependiendo de las circunstancias y necesidades que se presenten, hasta que se concluya la redacción del informe final. La muestra seleccionada de las partidas contractuales del proyecto Caminos del Inca 390, materia del presente estudio, se analizarán dentro de las gestiones de tiempo y costos del proyecto siguiendo las recomendaciones de la Guía del PMBOK, con la finalidad de desarrollar el cronograma que en este caso corresponderá a la *Programación Maestra*, y determinar el *Presupuesto de Mano de Obra, Equipos y Herramientas* como punto de partida. Conforme avanza la ejecución del proyecto (fase de montaje o ejecución Lean), se aplicarán las herramientas de la filosofía *Lean Construction*, para el control de la producción (LPDS y LPS). Finalmente se compararán progresivamente los resultados obtenidos desde el 1° piso al 5° piso de la edificación, con lo cual se desarrollará un análisis de productividad de las partidas de acero de refuerzo, encofrado/desencofrado y vaciado de concreto (muestra), y se propondrán soluciones claras y directas para mejorar la productividad de dicha edificación, que serán aprovechadas para los siguientes niveles que actualmente de vienen ejecutando.

III. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS

3.1. RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

3.1.1. RECURSOS HUMANOS

Se refiere a la identidad y responsabilidad de las personas que han sido partícipes en algún momento en la elaboración de esta investigación (Valderrama, 2002).

- ASENCIOS PICON, Jaisen Alejandro: Tesista.
- Mg. MINAYA ROSARIO, Carlos: Asesor.

3.1.2. RECURSOS MATERIALES

En esta parte se anotará todo el material posible que se ha utilizado durante el proceso de investigación.

- 1 laptop marca TOSHIBA y 1 impresora marca HP.
- 1 millar de hojas papel bond A4, 1 corrector, 5 lapiceros, 5 resaltadores, 8 fólderes y 500 fotocopias.

3.2. PRESUPUESTO

Tabla 4. Presupuesto de tesis

ITEM	DESCRIPCION	UND.	CANT.	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
1.0	Proyecto de tesis					6,780.00
1.1	Recopilación de información proyecto de tesis	día	30.00	60.00	1,800.00	
1.2	Búsqueda de información bibliográfica	día	30.00	60.00	1,800.00	
1.3	Redacción y revisión gramática del proyecto de tesis	glb	1.00	150.00	150.00	
1.4	Viáticos	día	90.00	10.00	900.00	
1.5	Uso de computador, internet, teléfono, oficina	día	90.00	10.00	900.00	
1.6	Libros, fotocopias, impresiones, etc.	glb	1.00	100.00	100.00	
1.7	Imprevistos y otros (20%)	glb	0.20	5,650.00	1,130.00	
2.0	Informe de tesis					4,020.00
2.1	Redacción y revisión gramática del informe de tesis	glb	1.00	250.00	250.00	
2.2	Viáticos	día	150.00	10.00	1,500.00	
2.3	Uso de computador, internet, teléfono, oficina	día	150.00	10.00	1,500.00	
2.4	Libros, fotocopias, impresiones, etc.	glb	1.00	100.00	100.00	
2.5	Imprevistos y otros (20%)	glb	0.20	3,350.00	670.00	
					TOTAL (S/.)	10,800.00

Fuente: Elaboración propia.

IV. RESULTADOS

4.1. ALCANCE

4.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto materia del presente estudio, es el edificio de local comercial-corporativo -"Caminos del Inca 390", consta de 7 sótanos destinados a estacionamientos, y 13 pisos o niveles destinados a oficinas.

Las partidas analizadas desde el 1° piso hasta el 5° (acero de refuerzo, encofrado / desencofrado y vaciado de concreto) correspondientes a la actividad Casco - Torre, según el cronograma de hitos que se adjunta en el *Anexo 1*, han sido estudiadas en el periodo entre los meses de marzo 2017 hasta mayo 2017.

4.1.2. Descripción ingenieril del proyecto

La estructura de la torre de 13 pisos o niveles destinada a oficinas, está conformada por muros, placas, columnas, vigas, losas postensadas de C°A° de 210 Kg/cm², están dentro de la categoría de estructural Dual. La estructura de los sótanos, está conformada por pórticos y muros colindantes con el terreno natural de C°A° de 210 Kg/cm², están dentro de la categoría Aporticada.



Figura 11. Vista 3D del proyecto Caminos del Inca 390. Propia, 2017.

4.1.3. Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la Av. Caminos del Inca N° 390, urbanización Chacarilla del Estanque, distrito de Santiago de Surco, provincia y departamento de Lima.

4.1.4. Área del terreno

El terreno tiene un área superficial de 624.80 m², siendo los linderos frontal y fondo 22.00 m, y los linderos izquierdo y derecho de 22.00 m.

4.1.5. Costo directo y Tiempo de ejecución del proyecto

El costo directo corresponde a un contrato de suma alzada de trabajos de estructuras (generalmente mano de obra) del proyecto Caminos del Inca 390, asciende a S/. 1'225,589.01 (un millón doscientos veinticinco mil quinientos ochenta y nueve con 01/100 soles). Se adjunta el Presupuesto Contractual del proyecto Caminos del Inca 390 en el *Anexo 1*.

El plazo de ejecución de este contrato a suma alzada es de 428 días calendarios, siendo el inicio previsto el día 13.06.2016 y el final previsto el día 23.07.2017.

4.1.6. Cliente

Constructora Inmobiliaria Britania SAC.

4.1.7. Empresa contratista

Edificaciones Ventura SAC.

4.2. HERRAMIENTAS LPDS

4.2.1. Sectorización

Para todas las partidas que se analizan del 1° piso hasta el 5° piso, la siguiente figura muestra la sectorización típica analizada.

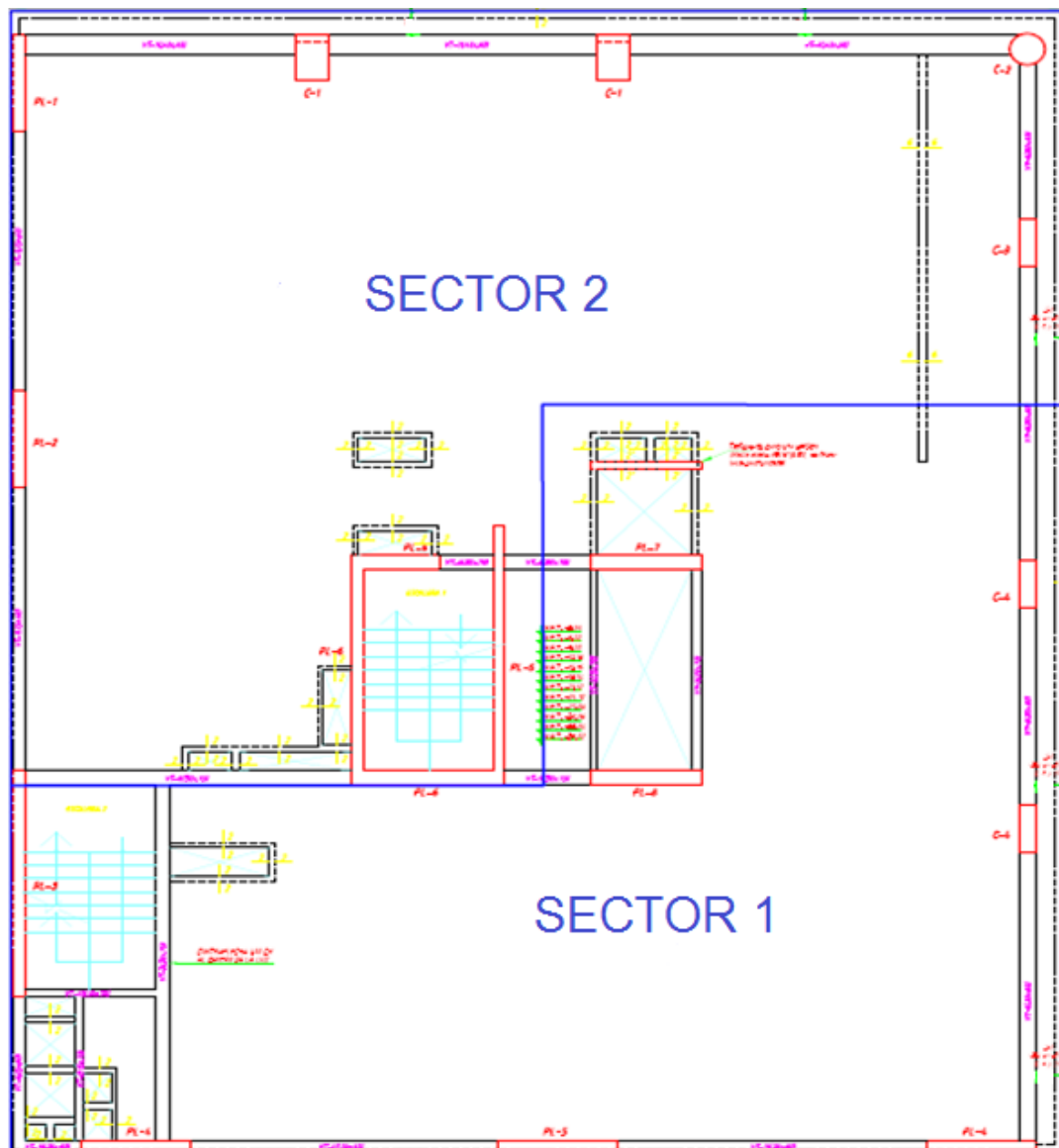


Figura 12. Sectorización típica del 1° piso hasta el 5° piso. Propia, 2017.

La estructura típica de la parte del casco torre se dividió en 2 sectores (Sector 1 y Sector 2) para homogenizar los rendimientos,

acostumbrando al trabajador a realizar trabajos cíclicos casi todos los días.

4.2.2. Presupuesto de obra

Este presupuesto es el que se obtiene del presupuesto contractual, haciendo las siguientes consideraciones:

- Solo considera el metrado correspondiente a las partidas de acero de refuerzo, encofrado / desencofrado y vaciado de concreto, para COLUMNAS, PLACAS, VIGAS, LOSAS POSTENSADAS Y ESCALERAS desde el 1° piso hasta el 5° piso.
- De acuerdo al cronograma de hitos que se adjunta en el *Anexo 1*, se puede obtener la cantidad de meses que duran las partidas, durante la ejecución del 1° piso hasta el 5° piso: TOPOGRAFÍA PERMANENTE DE OBRA y SEGURIDAD Y SALUD, que son 2 meses.

Con estas dos consideraciones, adaptamos el Presupuesto Contractual del proyecto Caminos del Inca 390 que se adjunta en el *Anexo 1* y obtenemos el “Presupuesto del 1° piso hasta el 5° piso del proyecto Caminos del Inca 390”. Ver *Tabla 6*.

4.2.3. Informe semanal de producción (ISP)

Partiendo del *Presupuesto del 1° piso hasta el 5° piso del Proyecto “Caminos del Inca 390”*, que se muestra en la *Figura 13*, reagrupamos las partidas del presupuesto convenientemente para obtener las siguientes ***partidas resúmenes***, que son materia de análisis del presente estudio:

- CONCRETO.
- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.
- ACERO.

Todo esto con la finalidad que se pueda interpretar de forma práctica los I.S.P. Ver *Tabla 7*.

Tabla 6. Presupuesto del 1° piso hasta el 5° piso

PRESUPUESTO

ESPECIALIDAD ESTRUCTURAS

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)

Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima

Periodo reporte: -

Moneda: Soles S/.

Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.

Supervisión: -

Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.

Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

Hoja N°: 1

Fecha: 30/11/2016

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	TOTAL (S/.)
01.00.00	TOPOGRAFIA PERMANENTE EN OBRA					14,800.00
01.01.00	TRAZO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA	mes	2.00	7,400.00	14,800.00	
02.00.00	SEGURIDAD Y SALUD					19,000.00
02.01.00	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	mes	2.00	5,100.00	10,200.00	
02.02.00	LIMPIEZA PERMANENTE EN OBRA (2 PEONES PERMANENTES)	mes	2.00	4,400.00	8,800.00	
03.00.00	CONCRETO ARMADO					251,213.85
03.01.00	COLUMNAS					
03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	39.78	31.00	1,233.19	
03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	281.22	40.00	11,248.90	
03.01.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS	kg	13,490.17	0.83	11,196.84	
03.02.00	PLACAS					
03.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN PLACAS	m3	130.38	31.00	4,041.79	
03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PLACAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1,060.31	40.00	42,412.50	
03.02.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS	kg	12,812.50	0.83	10,634.38	
03.03.00	VIGAS					
03.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	121.47	31.00	3,765.54	
03.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS	m2	960.88	40.00	38,435.02	
03.03.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS	kg	21,210.67	0.83	17,604.85	
03.04.00	LOSAS POSTENSADAS					
03.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN LOSAS POSTENSADAS	m3	343.11	31.00	10,636.33	
03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS POSTENSADAS TRIPLAY DE 18MM.	m2	1,906.15	42.00	80,058.41	
03.04.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS POSTENSADAS	kg	16,619.40	0.83	13,794.10	
03.05.00	ESCALERAS					
03.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN ESCALERAS	m3	14.46	31.00	448.34	
03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	121.49	37.00	4,495.13	
03.05.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg	1,456.07	0.83	1,208.53	

COSTO DIRECTO		S/. 285,013.85
GASTOS GENERALES	1.80%	S/. 5,129.39
UTILIDAD	1.82%	S/. 5,198.65
SUB - TOTAL		S/. 295,341.89
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (IGV)	18.00%	S/. 53,161.54
TOTAL PRESUPUESTO		S/. 348,503.43

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Presupuesto para el ISP

PRESUPUESTO PARA EL INFORME SEMANAL DE PRODUCCIÓN

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)

Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de

Ubicación: Surco, prov. y dpto. Lima

Periodo reporte: Del 15/03/2017 al 03/05/2017

Moneda: Soles S/.

Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.

Supervisión: -

Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.

Cotización N°: JEJ/2017 - 001

Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

Fecha: 30/11/2016

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	PRESUPUESTO META (CONTRACTUAL)		
			METRADO	PARCIAL (HH)	RENDIMIENTO
01.00.00	CONCRETO	m3	649.20	1,779.12	2.74
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	39.78	109.02	2.74
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN PLACAS	m3	130.38	357.30	2.74
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	121.47	332.88	2.74
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN LOSAS POSTENSAD	m3	343.11	940.28	2.74
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN ESCALERAS	m3	14.46	39.63	2.74
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	4,330.05	7,541.11	1.74
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	281.22	474.14	1.69
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PLACAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1,060.31	1,778.36	1.68
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS	m2	960.88	1,654.24	1.72
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS POSTENSADAS TRIPLAY DE 18MM.	m2	1,906.15	3,418.11	1.79
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	121.49	216.25	1.78
03.00.00	ACERO	kg	65,588.80	4,414.91	0.07
03.01.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS	kg	13,490.17	908.05	0.07
03.02.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS	kg	12,812.50	862.44	0.07
03.03.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS	kg	21,210.67	1,427.73	0.07
03.04.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS POSTENSADAS	kg	16,619.40	1,118.69	0.07
03.05.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg	1,456.07	98.01	0.07

Fuente: Elaboración propia.

A manera de ejemplo vamos a explicar cómo se ha obtenido el PARCIAL (HH) Y RENDIMIENTO, de la partida “CONCRETO PREMEZCLADO F´C=210 kg/cm2 EN PLACAS”.

Partiendo del Análisis de Precios Unitarios de la partida “CONCRETO PREMEZCLADO F´C=210 kg/cm2 EN PLACAS” (Ver *Tabla 8*).

Según Grupo S10 (2011), la velocidad de la partida es 25 m3/día.

Sumando las cantidades de horas hombre obtenemos el RENDIMIENTO (2.74 HH/m3) del presupuesto contractual, que para fines prácticos, será nuestro presupuesto META.

Multiplicando este RENDIMIENTO por el METRADO, obtenemos el PARCIAL (HH).

Tabla 8. Análisis de Precios Unitarios de la partida CONCRETO PREMEZCLADO F´C=210 kg/cm2 EN PLACAS.

PARTIDA N°:	03.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO F´C= 210 kg/cm2 EN PLACAS	Unidad:	m3
Duración:	25.00	día	Metrado:	130.38
Rendimiento:	25.00	m3/día	C.D.	\$/ 31.00

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UND.	CUADRILLA	CANT.	P.U. (\$/.)	PARCIAL (\$/.)	TOTAL (\$/.)
MO	MANO DE OBRA						29.52
mo1	Capataz	hh	0.56	0.1805	14.05	2.54	
mo2	Operario	hh	2.00	0.6400	12.77	8.17	
mo3	Oficial	hh	2.00	0.6400	10.48	6.71	
mo4	Peón	hh	4.00	1.2800	9.46	12.11	
MAT	MATERIALES						-
-		-	-	-	-	-	
EQ/HER	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS						1.48
eq3	Herramientas manuales (5%)	%MO	-	29.5240	0.05	1.48	
SC	SUBCONTRATOS						-
-		-	-	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia.

Se adjunta en el *Anexo 2*, la memoria de cálculo del costo de la Mano de obra y el Análisis de Precios Unitarios de todas las partidas del *Presupuesto del 1° piso hasta el 5° piso del Proyecto “Caminos del Inca 390”*.

En la *Tabla 9, Tabla 10, Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13 y Tabla 14*, se detallan los Informes de Producción de cada Semana.

Tabla 9. Informe Semanal de Producción – Semana 1

ISP - SEMANA 1

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)

Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima

Periodo reporte: Del 15/03/2017 al 21/03/2017

Moneda: Soles S/.

Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.

Supervisión: -

Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.

Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

PRESUPUESTO CONTRACTUAL (META)				ANTERIOR ACUMULADO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO	m3	2.74	-	-	-	-	-	-
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	2.74	-	-	-	-	-	-
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN PLACAS	m3	2.74	-	-	-	-	-	-
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	2.74	-	-	-	-	-	-
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN LOSAS POSTENSADAS	m3	2.74	-	-	-	-	-	-
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN ESCALERAS	m3	2.74	-	-	-	-	-	-
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	-	-	-	-	-	-
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.69	-	-	-	-	-	-
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PLACAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.68	-	-	-	-	-	-
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS	m2	1.72	-	-	-	-	-	-
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS POSTENSADAS TRIPLAY DE 18MM.	m2	1.79	-	-	-	-	-	-
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	1.78	-	-	-	-	-	-
03.00.00	ACERO	kg	0.07	-	-	-	-	-	-
03.01.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS	kg	0.07	-	-	-	-	-	-
03.02.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS	kg	0.07	-	-	-	-	-	-
03.03.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS	kg	0.07	-	-	-	-	-	-
03.04.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS POSTENSADAS	kg	0.07	-	-	-	-	-	-
03.05.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg	0.07	-	-	-	-	-	-

ISP - SEMANA 1						ACUMULADO ACTUAL					
METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
75.07	283.00	3.77	205.74	(77.26)	0.73	75.07	283.00	3.77	205.74	(77.26)	0.73
7.96	29.99	3.77	21.80	(8.19)	0.73	7.96	29.99	3.77	21.80	(8.19)	0.73
26.08	98.30	3.77	71.46	(26.84)	0.73	26.08	98.30	3.77	71.46	(26.84)	0.73
12.15	45.79	3.77	33.29	(12.50)	0.73	12.15	45.79	3.77	33.29	(12.50)	0.73
27.45	103.47	3.77	75.22	(28.25)	0.73	27.45	103.47	3.77	75.22	(28.25)	0.73
1.45	5.45	3.77	3.96	(1.49)	0.73	1.45	5.45	3.77	3.96	(1.49)	0.73
1,166.82	1,262.00	1.08	2,032.10	770.10	1.61	1,166.82	1,262.00	1.08	2,032.10	770.10	1.61
70.31	76.04	1.08	118.53	42.49	1.56	70.31	76.04	1.08	118.53	42.49	1.56
265.08	286.70	1.08	444.59	157.89	1.55	265.08	286.70	1.08	444.59	157.89	1.55
278.66	301.39	1.08	479.73	178.35	1.59	278.66	301.39	1.08	479.73	178.35	1.59
552.78	597.87	1.08	991.25	393.38	1.66	552.78	597.87	1.08	991.25	393.38	1.66
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5,260.53	578.00	0.11	354.10	(223.90)	0.61	5,260.53	578.00	0.11	354.10	(223.90)	0.61
2,698.03	296.45	0.11	181.61	(114.84)	0.61	2,698.03	296.45	0.11	181.61	(114.84)	0.61
2,562.50	281.55	0.11	172.49	(109.07)	0.61	2,562.50	281.55	0.11	172.49	(109.07)	0.61
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10. Informe Semanal de Producción – Semana 2

ISP - SEMANA 2

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)
 Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima
 Periodo reporte: Del 22/03/2017 al 28/03/2017
 Moneda: Soles S/.
 Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.
 Supervisión: -
 Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.
 Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

PRESUPUESTO CONTRACTUAL (META)				ANTERIOR ACUMULADO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO	m3	2.74	75.07	283.00	3.77	205.74	(77.26)	0.73
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	2.74	7.96	29.99	3.77	21.80	(8.19)	0.73
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN PLACAS	m3	2.74	26.08	98.30	3.77	71.46	(26.84)	0.73
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	2.74	12.15	45.79	3.77	33.29	(12.50)	0.73
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN LOSAS POSTENSADAS	m3	2.74	27.45	103.47	3.77	75.22	(28.25)	0.73
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN ESCALERAS	m3	2.74	1.45	5.45	3.77	3.96	(1.49)	0.73
02.00.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	1.74	1,166.82	1,262.00	1.08	2,032.10	770.10	1.61
02.01.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA COLUMNAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.69	70.31	76.04	1.08	118.53	42.49	1.56
02.02.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA PLACAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.68	265.08	286.70	1.08	444.59	157.89	1.55
02.03.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA VIGAS	m2	1.72	278.66	301.39	1.08	479.73	178.35	1.59
02.04.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN LOSAS POSTENSADAS TRIPLAY DE 18MM.	m2	1.79	552.78	597.87	1.08	991.25	393.38	1.66
02.05.00	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	1.78	-	-	-	-	-	-
03.00.00	ACERO	kg	0.07	5,260.53	578.00	0.11	354.10	(223.90)	0.61
03.01.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS	kg	0.07	2,698.03	296.45	0.11	181.61	(114.84)	0.61
03.02.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS	kg	0.07	2,562.50	281.55	0.11	172.49	(109.07)	0.61
03.03.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS	kg	0.07	-	-	-	-	-	-
03.04.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS POSTENSADAS	kg	0.07	-	-	-	-	-	-
03.05.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg	0.07	-	-	-	-	-	-

ISP - SEMANA 2						ACUMULADO ACTUAL					
METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
88.80	244.00	2.75	243.35	(0.65)	1.00	163.87	527.00	3.22	449.09	(77.91)	0.85
7.96	21.86	2.75	21.80	(0.06)	1.00	15.91	51.85	3.26	43.61	(8.25)	0.84
26.08	71.65	2.75	71.46	(0.19)	1.00	52.15	169.95	3.26	142.92	(27.03)	0.84
12.15	33.38	2.75	33.29	(0.09)	1.00	24.29	79.17	3.26	66.58	(12.59)	0.84
41.17	113.14	2.75	112.83	(0.30)	1.00	68.62	216.61	3.16	188.06	(28.55)	0.87
1.45	3.97	2.75	3.96	(0.01)	1.00	2.89	9.42	3.26	7.93	(1.50)	0.84
384.82	1,136.00	2.95	670.19	(465.81)	0.59	1,551.64	2,398.00	1.55	2,702.29	304.29	1.13
70.31	207.54	2.95	118.53	(89.01)	0.57	140.61	283.58	2.02	237.07	(46.52)	0.84
265.08	782.52	2.95	444.59	(337.94)	0.57	530.16	1,069.22	2.02	889.18	(180.05)	0.83
-	-	-	-	-	-	278.66	301.39	1.08	479.73	178.35	1.59
19.06	56.27	2.95	34.18	(22.09)	0.61	571.85	654.15	1.14	1,025.43	371.29	1.57
30.37	89.66	2.95	54.06	(35.60)	0.60	30.37	89.66	2.95	54.06	(35.60)	0.60
27,406.10	568.00	0.02	1,844.76	1,276.76	3.25	32,666.64	1,146.00	0.04	2,198.86	1,052.86	1.92
2,698.03	55.92	0.02	181.61	125.69	3.25	5,396.07	352.36	0.07	363.22	10.86	1.03
2,562.50	53.11	0.02	172.49	119.38	3.25	5,125.00	334.66	0.07	344.97	10.31	1.03
12,090.08	250.57	0.02	813.81	563.24	3.25	12,090.08	250.57	0.02	813.81	563.24	3.25
9,473.06	196.33	0.02	637.65	441.32	3.25	9,473.06	196.33	0.02	637.65	441.32	3.25
582.43	12.07	0.02	39.20	27.13	3.25	582.43	12.07	0.02	39.20	27.13	3.25

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Informe Semanal de Producción – Semana 3

ISP - SEMANA 3

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)

Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima

Periodo reporte: Del 29/03/2017 al 04/04/2017

Moneda: Soles S/.

Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.

Supervisión: -

Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.

Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

PRESUPUESTO CONTRACTUAL (META)				ANTERIOR ACUMULADO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO	m3	2.74	163.87	527.00	3.22	449.09	(77.91)	0.85
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	2.74	15.91	51.85	3.26	43.61	(8.25)	0.84
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN PLACAS	m3	2.74	52.15	169.95	3.26	142.92	(27.03)	0.84
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	2.74	24.29	79.17	3.26	66.58	(12.59)	0.84
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN LOSAS POSTENSADAS	m3	2.74	68.62	216.61	3.16	188.06	(28.55)	0.87
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN ESCALERAS	m3	2.74	2.89	9.42	3.26	7.93	(1.50)	0.84
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	1,551.64	2,398.00	1.55	2,702.29	304.29	1.13
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.69	140.61	283.58	2.02	237.07	(46.52)	0.84
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PLACAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.68	530.16	1,069.22	2.02	889.18	(180.05)	0.83
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS	m2	1.72	278.66	301.39	1.08	479.73	178.35	1.59
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS POSTENSADAS TRIPLAY DE 18MM.	m2	1.79	571.85	654.15	1.14	1,025.43	371.29	1.57
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	1.78	30.37	89.66	2.95	54.06	(35.60)	0.60
03.00.00	ACERO	kg	0.07	32,666.64	1,146.00	0.04	2,198.86	1,052.86	1.92
03.01.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS	kg	0.07	5,396.07	352.36	0.07	363.22	10.86	1.03
03.02.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS	kg	0.07	5,125.00	334.66	0.07	344.97	10.31	1.03
03.03.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS	kg	0.07	12,090.08	250.57	0.02	813.81	563.24	3.25
03.04.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS POSTENSADAS	kg	0.07	9,473.06	196.33	0.02	637.65	441.32	3.25
03.05.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg	0.07	582.43	12.07	0.02	39.20	27.13	3.25

ISP - SEMANA 3						ACUMULADO ACTUAL					
METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
225.65	372.00	1.65	618.38	246.38	1.66	389.52	899.00	2.31	1,067.47	168.47	1.19
7.96	13.12	1.65	21.80	8.69	1.66	23.87	64.97	2.72	65.41	0.44	1.01
26.08	42.99	1.65	71.46	28.47	1.66	78.23	212.94	2.72	214.38	1.45	1.01
48.59	80.10	1.65	133.15	53.05	1.66	72.88	159.27	2.19	199.73	40.46	1.25
137.24	226.26	1.65	376.11	149.86	1.66	205.87	442.87	2.15	564.17	121.31	1.27
5.78	9.54	1.65	15.85	6.32	1.66	8.68	18.96	2.19	23.78	4.82	1.25
879.57	1,080.00	1.23	1,531.84	451.84	1.42	2,431.21	3,478.00	1.43	4,234.13	756.13	1.22
47.81	58.70	1.23	80.60	21.90	1.37	188.42	342.29	1.82	317.67	(24.61)	0.93
180.25	221.33	1.23	302.32	80.99	1.37	710.41	1,290.55	1.82	1,191.50	(99.06)	0.92
201.78	247.77	1.23	347.39	99.63	1.40	480.44	549.15	1.14	827.13	277.97	1.51
419.35	514.91	1.23	751.98	237.07	1.46	991.20	1,169.06	1.18	1,777.42	608.36	1.52
30.37	37.29	1.23	54.06	16.77	1.45	60.75	126.95	2.09	108.13	(18.83)	0.85
10,847.96	513.00	0.05	730.20	217.20	1.42	43,514.59	1,659.00	0.04	2,929.05	1,270.05	1.77
2,698.03	127.59	0.05	181.61	54.02	1.42	8,094.10	479.95	0.06	544.83	64.88	1.14
2,562.50	121.18	0.05	172.49	51.31	1.42	7,687.50	455.84	0.06	517.46	61.62	1.14
2,969.49	140.43	0.05	199.88	59.46	1.42	15,059.58	391.00	0.03	1,013.69	622.69	2.59
2,326.72	110.03	0.05	156.62	46.59	1.42	11,799.77	306.36	0.03	794.27	487.90	2.59
291.21	13.77	0.05	19.60	5.83	1.42	873.64	25.84	0.03	58.81	32.96	2.28

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12. Informe Semanal de Producción – Semana 4

ISP - SEMANA 4

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)
 Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima
 Periodo reporte: Del 05/04/2017 al 11/04/2017
 Moneda: Soles S/
 Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.
 Supervisión: -
 Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.
 Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

PRESUPUESTO CONTRACTUAL (META)				ANTERIOR ACUMULADO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO	m3	2.74	389.52	899.00	2.31	1,067.47	168.47	1.19
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	2.74	23.87	64.97	2.72	65.41	0.44	1.01
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN PLACAS	m3	2.74	78.23	212.94	2.72	214.38	1.45	1.01
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	2.74	72.88	159.27	2.19	199.73	40.46	1.25
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN LOSAS POSTENSADAS	m3	2.74	205.87	442.87	2.15	564.17	121.31	1.27
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN ESCALERAS	m3	2.74	8.68	18.96	2.19	23.78	4.82	1.25
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	2,431.21	3,478.00	1.43	4,234.13	756.13	1.22
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.69	188.42	342.29	1.82	317.67	(24.61)	0.93
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PLACAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.68	710.41	1,290.55	1.82	1,191.50	(99.06)	0.92
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS	m2	1.72	480.44	549.15	1.14	827.13	277.97	1.51
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS POSTENSADAS TRIPLAY DE 18MM.	m2	1.79	991.20	1,169.06	1.18	1,777.42	608.36	1.52
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	1.78	60.75	126.95	2.09	108.13	(18.83)	0.85
03.00.00	ACERO	kg	0.07	43,514.59	1,659.00	0.04	2,929.05	1,270.05	1.77
03.01.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS	kg	0.07	8,094.10	479.95	0.06	544.83	64.88	1.14
03.02.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS	kg	0.07	7,687.50	455.84	0.06	517.46	61.62	1.14
03.03.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS	kg	0.07	15,059.58	391.00	0.03	1,013.69	622.69	2.59
03.04.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS POSTENSADAS	kg	0.07	11,799.77	306.36	0.03	794.27	487.90	2.59
03.05.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg	0.07	873.64	25.84	0.03	58.81	32.96	2.28

ISP - SEMANA 4						ACUMULADO ACTUAL					
METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
163.87	301.00	1.84	449.09	148.09	1.49	553.39	1,200.00	2.17	1,516.56	316.56	1.26
15.91	29.23	1.84	43.61	14.38	1.49	39.78	94.20	2.37	109.02	14.82	1.16
52.15	95.79	1.84	142.92	47.13	1.49	130.38	308.73	2.37	357.30	48.57	1.16
24.29	44.62	1.84	66.58	21.95	1.49	97.18	203.89	2.10	266.31	62.42	1.31
68.62	126.04	1.84	188.06	62.01	1.49	274.49	568.91	2.07	752.23	183.32	1.32
2.89	5.31	1.84	7.93	2.61	1.49	11.57	24.27	2.10	31.71	7.43	1.31
933.09	984.00	1.05	1,625.04	641.04	1.65	3,364.29	4,462.00	1.33	5,859.17	1,397.17	1.31
70.31	74.14	1.05	118.53	44.39	1.60	258.72	416.43	1.61	436.21	19.78	1.05
265.08	279.54	1.05	444.59	165.05	1.59	975.49	1,570.09	1.61	1,636.08	65.99	1.04
192.18	202.66	1.05	330.85	128.19	1.63	672.62	751.81	1.12	1,157.98	406.16	1.54
381.23	402.03	1.05	683.62	281.59	1.70	1,372.43	1,571.09	1.14	2,461.04	889.95	1.57
24.30	25.62	1.05	43.25	17.63	1.69	85.04	152.58	1.79	151.38	(1.20)	0.99
16,486.79	582.00	0.04	1,109.76	527.76	1.91	60,001.39	2,241.00	0.04	4,038.81	1,797.81	1.80
5,396.07	190.49	0.04	363.22	172.73	1.91	13,490.17	670.44	0.05	908.05	237.61	1.35
5,125.00	180.92	0.04	344.97	164.06	1.91	12,812.50	636.76	0.05	862.44	225.67	1.35
3,181.60	112.31	0.04	214.16	101.85	1.91	18,241.18	503.31	0.03	1,227.85	724.54	2.44
2,492.91	88.00	0.04	167.80	79.80	1.91	14,292.68	394.36	0.03	962.07	567.70	2.44
291.21	10.28	0.04	19.60	9.32	1.91	1,164.86	36.12	0.03	78.41	42.29	2.17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13. Informe Semanal de Producción – Semana 5

ISP - SEMANA 5										
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS										
Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)										
Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima										
Periodo reporte: Del 12/04/2017 al 18/04/2017										
Moneda: Soles S/.										
Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.										
Supervisión: -										
Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.										
Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón										
PRESUPUESTO CONTRACTUAL (META)				ANTERIOR ACUMULADO						
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	
01.00.00	CONCRETO	m3	2.74	553.39	1,200.00	2.17	1,516.56	316.56	1.26	
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	2.74	39.78	94.20	2.37	109.02	14.82	1.16	
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN PLACAS	m3	2.74	130.38	308.73	2.37	357.30	48.57	1.16	
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	2.74	97.18	203.89	2.10	266.31	62.42	1.31	
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN LOSAS POSTENSADAS	m3	2.74	274.49	568.91	2.07	752.23	183.32	1.32	
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN ESCALERAS	m3	2.74	11.57	24.27	2.10	31.71	7.43	1.31	
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	3,364.29	4,462.00	1.33	5,859.17	1,397.17	1.31	
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.69	258.72	416.43	1.61	436.21	19.78	1.05	
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PLACAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.68	975.49	1,570.09	1.61	1,636.08	65.99	1.04	
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS	m2	1.72	672.62	751.81	1.12	1,157.98	406.16	1.54	
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS POSTENSADAS TRIPLAY DE 18MM.	m2	1.79	1,372.43	1,571.09	1.14	2,461.04	889.95	1.57	
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	1.78	85.04	152.58	1.79	151.38	(1.20)	0.99	
03.00.00	ACERO	kg	0.07	60,001.39	2,241.00	0.04	4,038.81	1,797.81	1.80	
03.01.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS	kg	0.07	13,490.17	670.44	0.05	908.05	237.61	1.35	
03.02.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS	kg	0.07	12,812.50	636.76	0.05	862.44	225.67	1.35	
03.03.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS	kg	0.07	18,241.18	503.31	0.03	1,227.85	724.54	2.44	
03.04.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS POSTENSADAS	kg	0.07	14,292.68	394.36	0.03	962.07	567.70	2.44	
03.05.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg	0.07	1,164.86	36.12	0.03	78.41	42.29	2.17	

ISP - SEMANA 5						ACUMULADO ACTUAL					
METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
95.81	266.00	2.78	262.56	(3.44)	0.99	649.20	1,466.00	2.26	1,779.12	313.12	1.21
-	-	-	-	-	-	39.78	94.20	2.37	109.02	14.82	1.16
-	-	-	-	-	-	130.38	308.73	2.37	357.30	48.57	1.16
24.29	67.45	2.78	66.58	(0.87)	0.99	121.47	271.34	2.23	332.89	61.55	1.23
68.62	190.52	2.78	188.06	(2.46)	0.99	343.11	759.43	2.21	940.29	180.86	1.24
2.89	8.03	2.78	7.93	(0.10)	0.99	14.46	32.30	2.23	39.63	7.33	1.23
705.03	865.00	1.23	1,227.86	362.86	1.42	4,069.32	5,327.00	1.31	7,087.02	1,760.02	1.33
22.50	27.60	1.23	37.93	10.33	1.37	281.22	444.03	1.58	474.14	30.11	1.07
84.82	104.07	1.23	142.27	38.20	1.37	1,060.31	1,674.16	1.58	1,778.35	104.19	1.06
192.18	235.78	1.23	330.85	95.07	1.40	864.79	987.59	1.14	1,488.83	501.23	1.51
381.23	467.73	1.23	683.62	215.89	1.46	1,753.66	2,038.82	1.16	3,144.66	1,105.84	1.54
24.30	29.81	1.23	43.25	13.44	1.45	109.34	182.39	1.67	194.63	12.24	1.07
5,587.42	548.00	0.10	376.10	(171.90)	0.69	65,588.81	2,789.00	0.04	4,414.91	1,625.91	1.58
-	-	-	-	-	-	13,490.17	670.44	0.05	908.05	237.61	1.35
-	-	-	-	-	-	12,812.50	636.76	0.05	862.44	225.67	1.35
2,969.49	291.24	0.10	199.88	(91.36)	0.69	21,210.67	794.55	0.04	1,427.73	633.18	1.80
2,326.72	228.20	0.10	156.62	(71.58)	0.69	16,619.40	622.56	0.04	1,118.69	496.12	1.80
291.21	28.56	0.10	19.60	(8.96)	0.69	1,456.07	64.68	0.04	98.01	33.33	1.52

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14. Informe Semanal de Producción – Semana 6

ISP - SEMANA 6

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)
 Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima
 Periodo reporte: Del 19/04/2017 al 21/04/2017
 Moneda: Soles S/
 Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.
 Supervisión: -
 Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.
 Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

PRESUPUESTO CONTRACTUAL (META)				ANTERIOR ACUMULADO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	REND. META	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
01.00.00	CONCRETO	m3	2.74	649.20	1,466.00	2.26	1,779.12	313.12	1.21
01.01.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	2.74	39.78	94.20	2.37	109.02	14.82	1.16
01.02.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN PLACAS	m3	2.74	130.38	308.73	2.37	357.30	48.57	1.16
01.03.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	2.74	121.47	271.34	2.23	332.89	61.55	1.23
01.04.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN LOSAS POSTENSADAS	m3	2.74	343.11	759.43	2.21	940.29	180.86	1.24
01.05.00	CONCRETO PREMEZCLADO F'C= 210 kg/cm2 EN ESCALERAS	m3	2.74	14.46	32.30	2.23	39.63	7.33	1.23
02.00.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	1.74	4,069.32	5,327.00	1.31	7,087.02	1,760.02	1.33
02.01.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.69	281.22	444.03	1.58	474.14	30.11	1.07
02.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PLACAS (INCLUYE EQUIPO METÁLICO)	m2	1.68	1,060.31	1,674.16	1.58	1,778.35	104.19	1.06
02.03.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS	m2	1.72	864.79	987.59	1.14	1,488.83	501.23	1.51
02.04.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS POSTENSADAS TRIPLAY DE 18MM.	m2	1.79	1,753.66	2,038.82	1.16	3,144.66	1,105.84	1.54
02.05.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	1.78	109.34	182.39	1.67	194.63	12.24	1.07
03.00.00	ACERO	kg	0.07	65,588.81	2,789.00	0.04	4,414.91	1,625.91	1.58
03.01.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS	kg	0.07	13,490.17	670.44	0.05	908.05	237.61	1.35
03.02.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS	kg	0.07	12,812.50	636.76	0.05	862.44	225.67	1.35
03.03.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS	kg	0.07	21,210.67	794.55	0.04	1,427.73	633.18	1.80
03.04.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS POSTENSADAS	kg	0.07	16,619.40	622.56	0.04	1,118.69	496.12	1.80
03.05.00	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg	0.07	1,456.07	64.68	0.04	98.01	33.33	1.52

ISP - SEMANA 6						ACUMULADO ACTUAL					
METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)	METRADO	REAL (HH)	REND. REAL	META (HH)	VAR. (HH)	CPI (%)
0.00	160.00	110,650.07	0.00	(160.00)	0.00	649.20	1,626.00	2.50	1,779.13	153.13	1.09
-	-	-	-	-	-	39.78	94.20	2.37	109.02	14.82	1.16
-	-	-	-	-	-	130.38	308.73	2.37	357.30	48.57	1.16
-	-	-	-	-	-	121.47	271.34	2.23	332.89	61.55	1.23
-	-	-	-	-	-	343.11	759.43	2.21	940.29	180.86	1.24
0.00	160.00	110,650.07	0.00	(160.00)	0.00	14.46	192.30	13.30	39.64	(152.67)	0.21
260.73	528.00	2.03	454.08	(73.92)	0.86	4,330.05	5,855.00	1.35	7,541.10	1,686.10	1.29
-	-	-	-	-	-	281.22	444.03	1.58	474.14	30.11	1.07
-	-	-	-	-	-	1,060.31	1,674.16	1.58	1,778.35	104.19	1.06
96.09	194.59	2.03	165.43	(29.16)	0.85	960.88	1,182.18	1.23	1,654.25	472.07	1.40
152.49	308.81	2.03	273.45	(35.36)	0.89	1,906.15	2,347.63	1.23	3,418.11	1,070.48	1.46
12.15	24.60	2.03	21.63	(2.98)	0.88	121.49	206.99	1.70	216.25	9.26	1.04
-	344.00	-	-	(344.00)	-	65,588.81	3,133.00	0.05	4,414.91	1,281.91	1.41
-	-	-	-	-	-	13,490.17	670.44	0.05	908.05	237.61	1.35
-	-	-	-	-	-	12,812.50	636.76	0.05	862.44	225.67	1.35
-	-	-	-	-	-	21,210.67	794.55	0.04	1,427.73	633.18	1.80
-	-	-	-	-	-	16,619.40	622.56	0.04	1,118.69	496.12	1.80
-	-	-	-	-	-	1,456.07	64.68	0.04	98.01	33.33	1.52

Fuente: Elaboración propia.

4.2.4. Curvas de productividad

Las curvas de productividad que se presentan a continuación, se han obtenido de los Informes Semanales de Producción, en estas se grafican los rendimientos del presupuesto, los rendimientos semanales y los rendimientos semanales acumulados, de las **partidas resúmenes** mencionadas anteriormente.

La *Tabla 15*, *Tabla 16* y *Tabla 17*, muestran las curvas de productividad de las partidas resúmenes concreto, encofrado y desencofrado y acero, respectivamente.

4.2.5. Análisis de tres partidas de Estructuras

Se desarrollará el análisis de tres partidas de estructuras; las cuales, son las más influyentes para ejecutar el proyecto “Caminos del Inca 390”. Estas partidas generalmente presentan problemas de producción y por consiguiente demandan mayor tiempo de ejecución. Estas tres partidas son: CONCRETO, ENCOFRADO y DESENCOFRADO, Y ACERO.

El procedimiento de análisis que se va a presentar se divide en dos partes: **Ingreso de Datos y Resultados**.

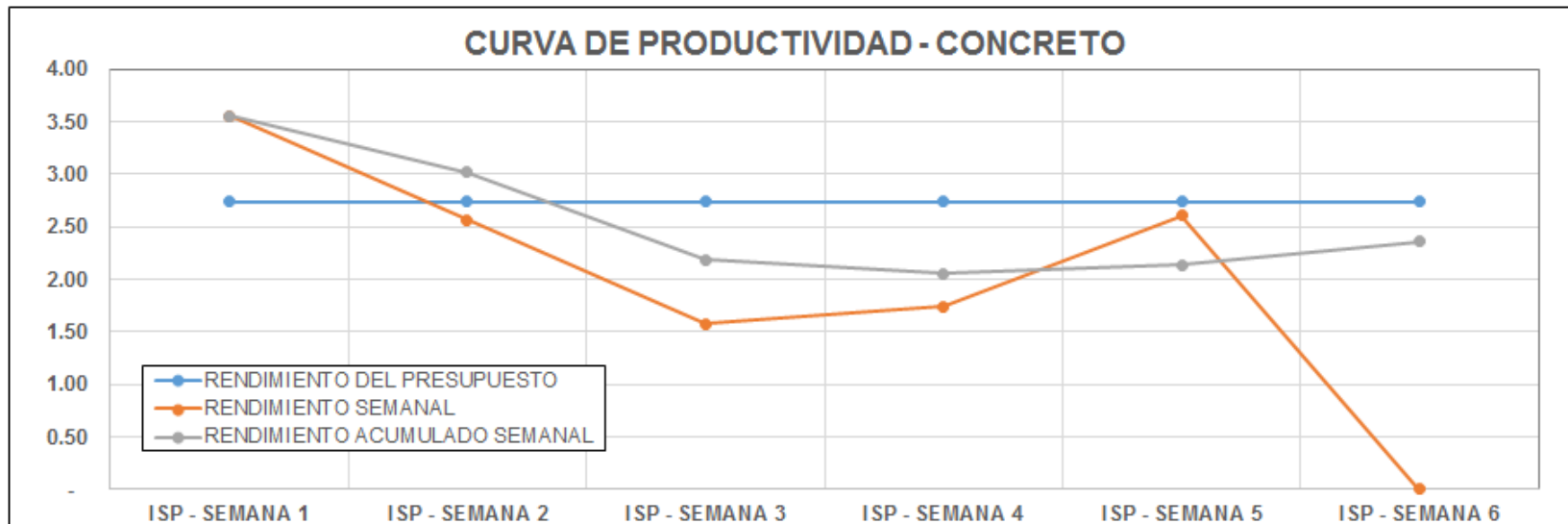
Para el análisis de la partida ACERO, el **Ingreso de Datos** involucra la siguiente información: *Nombre de la actividad, Periodo de medición, Recurso mano de obra, Descripción, Rendimiento, e Implementos de seguridad. Ver Tabla 18.*

Para el análisis de la partida ACERO, los **Resultados** involucran la siguiente información: *Carta balance (Ver Tabla 19), Nivel general de actividad (Ver Tabla 20), Evaluación de resultados y Propuesta de mejora (Ver Tabla 21 y Tabla 22).*

Tabla 15. Curva de productividad – Concreto

Partida: CONCRETO
 Periodo reporte: Del 15/03/2017 al 21/04/2017

CONCRETO				
FECHA	DESCRIPCION	REND. PRESUP	REND. SEMANAL	REND. ACUM. SEMANAL
21/03/2017	ISP - SEMANA 1	2.74	3.56	3.56
28/03/2017	ISP - SEMANA 2	2.74	2.57	3.02
04/04/2017	ISP - SEMANA 3	2.74	1.58	2.18
11/04/2017	ISP - SEMANA 4	2.74	1.74	2.05
18/04/2017	ISP - SEMANA 5	2.74	2.61	2.13
21/04/2017	ISP - SEMANA 6	2.74	-	2.36

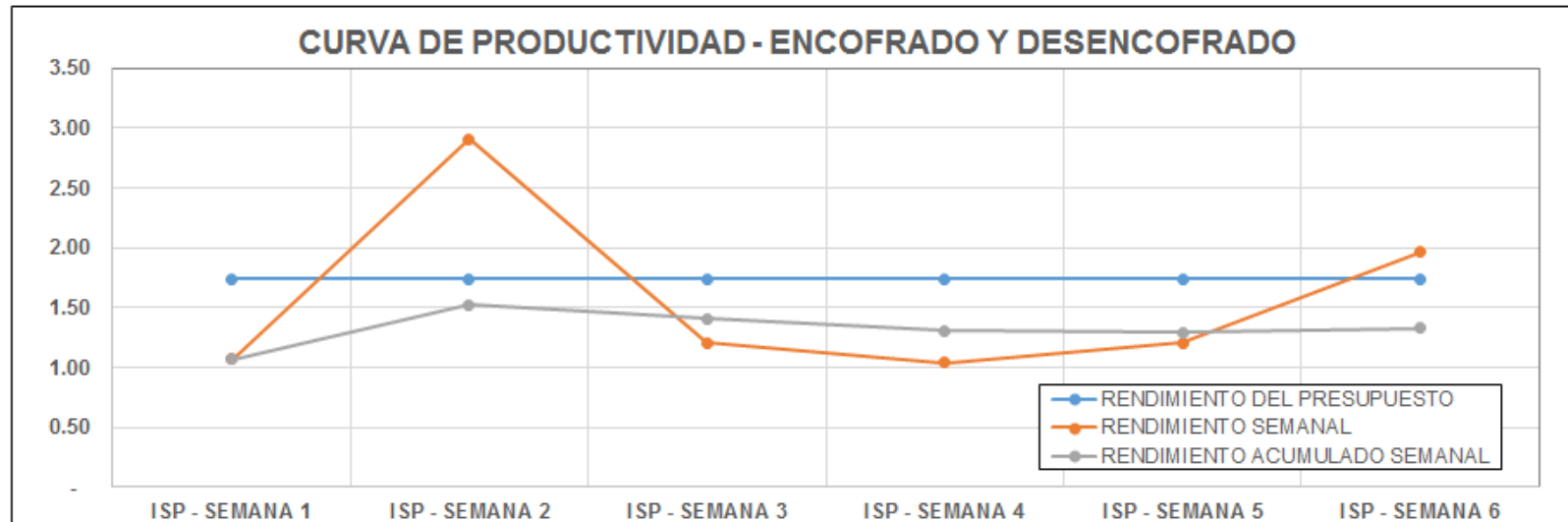


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Curva de productividad – Encofrado y desencofrado

Partida: ENCOFRADO Y DESENCOFRADO
 Periodo reporte: Del 15/03/2017 al 21/04/2017

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
FECHA	DESCRIPCION	REND. PRESUP	REND. SEMANAL	REND. ACUM. SEMANAL
21/03/2017	ISP - SEMANA 1	1.74	1.07	1.07
28/03/2017	ISP - SEMANA 2	1.74	2.91	1.52
04/04/2017	ISP - SEMANA 3	1.74	1.21	1.41
11/04/2017	ISP - SEMANA 4	1.74	1.04	1.31
18/04/2017	ISP - SEMANA 5	1.74	1.20	1.29
21/04/2017	ISP - SEMANA 6	1.74	1.96	1.33

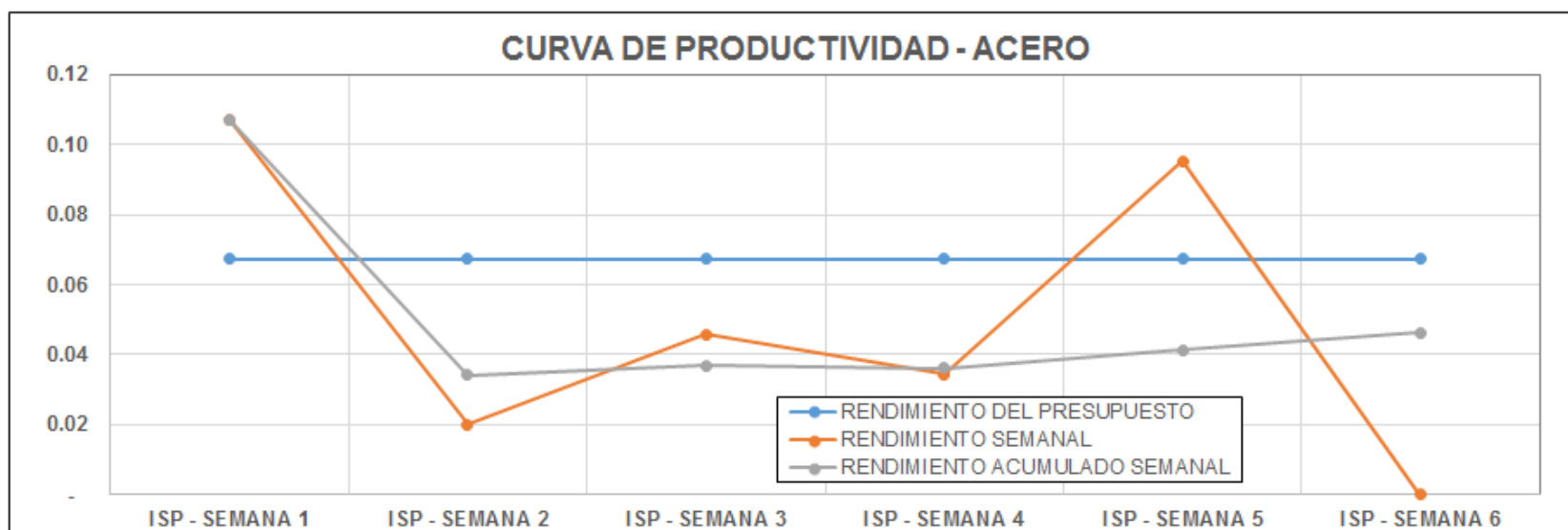


Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Curva de productividad – Acero

Partida: ACERO
 Periodo reporte: Del 15/03/2017 al 21/04/2017

ACERO				
FECHA	DESCRIPCION	REND. PRESUP	REND. SEMANAL	REND. ACUM. SEMANAL
21/03/2017	ISP - SEMANA 1	0.07	0.11	0.11
28/03/2017	ISP - SEMANA 2	0.07	0.02	0.03
04/04/2017	ISP - SEMANA 3	0.07	0.05	0.04
11/04/2017	ISP - SEMANA 4	0.07	0.03	0.04
18/04/2017	ISP - SEMANA 5	0.07	0.10	0.04
21/04/2017	ISP - SEMANA 6	0.07	-	0.05



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Ingreso de datos de la cuadrilla de acero. Antes de aplicar Lean Construction

INGRESO DE DATOS DE LA CUADRILLA DE ACERO - ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION	
<p>NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:</p>	<p>ACERO Fy=4200 kg/cm - COLUMNA / PLACA</p> 
<p>PERIODO DE MEDICIÓN:</p>	<p>La actividad empieza al día siguiente del vaciado de losa del piso anterior (techo del último sótano), donde se dejan las mechas provenientes del último sótano y se comienza a empalmar las varillas verticales en las columnas y placas. La actividad termina cuando los separadores de concreto se han terminado de colocar (1 cada 1.50 m²) en las columnas y/o placas del 1° Piso, durante el primer día de la primera semana.</p>
<p>RECURSO MANO DE OBRA:</p>	<p>Del parte diario que se adjunta en el <i>Anexo 4</i>, ACERO Fy=4200 kg/cm² - COLUMNA / PLACA, obtenemos los recursos mano de obra, dispuesto en la cuadrilla real: 0.30 ma + 1 cap + 9 op + 8pe; donde "ma" es maestro de obra, "cap" es capataz, "op" es operario y "pe" es peón o ayudante.</p>
<p>DESCRIPCIÓN:</p>	<p>La actividad se ha dividido en tres procesos: habilitación de acero, acarreo vertical de materiales (con grúa) y colocación de acero en columnas y placas.</p>
<p>RENDIMIENTO:</p>	<p>Del parte diario que se adjunta en el <i>Anexo 4</i>, ACERO Fy=4200 kg/cm² - COLUMNA / PLACA, obtenemos la producción y los recursos de mano de obra reales de la cuadrilla. Estos son: Producción = 2,500 kg, Recurso M.O. = 148.00 HH, Rendimiento = 0.06 HH/kg.</p>
<p>IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD:</p>	<p>a) Equipo de protección personal: Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero, uniforme completo con logo de la empresa, guantes flexibles, lentes de seguridad y casco con barbiqueo. b) Equipos de seguridad: Andamios normados, arneses de seguridad con línea de vida, línea de seguridad. c) Responsabilidades: Verificar que la cuadrilla de andamios coloquen los capuchones en todas las mechas provenientes del piso anterior. Terminar de atortolar o amarrar correctamente los alambres;</p>

Fuente: Elaboración propia.

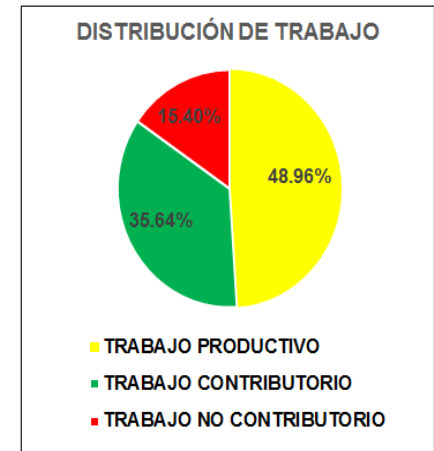
Tabla 19. Carta balance de la cuadrilla de acero. Resultados antes de aplicar Lean Construction

CARTA BALANCE DE LA CUADRILLA ACERO - RESULTADOS ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION																		
ACERO Fy=4200 kg/cm - COLUMNA / PLACA																		
TIEMPO (min)	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7	Op8	Op9	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8	
08:00	IO	IO	IO	IO	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
08:15	AH	AH	AH	AH	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV
08:30	AH	AH	AH	AH	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
08:45	HC	HC	HD	HD	IO	IO	IO	IO	IO	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
09:00	S	HC	HD	HD	CV	CV	CV	CV	CV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV
09:15	HC	S	AH	AH	CV	CV	CV	CV	CV	E	E	E	E	E	E	E	E	E
09:30	HC	HC	S	AH	CV	CV	CV	CV	CV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
09:45	HC	HC	AH	S	S	S	S	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
10:00	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
10:15	AH	AH	HD	HD	CV	CV	CV	CV	CV	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
10:30	AH	AH	HD	HD	CV	CV	CV	CV	CV	AH	AH	S	S	AH	AH	AH	AH	AH
10:45	HC	C	HD	HD	CV	CV	CV	CV	CV	AH	AH	AH	AH	S	S	AA	AA	AA
11:00	HC	HC	AH	AH	CV	CV	CV	CV	CV	AA	AA	AA	AA	AA	AA	S	S	S
11:15	HC	HC	AH	AH	CV	CV	CV	CV	CV	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
11:30	HC	HC	HD	C	CV	CV	CV	CV	CV	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
11:45	HC	HC	HD	HD	CV	CV	CV	CV	CV	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA
12:00	C	HC	HD	HD	CV	CV	CV	CV	CV	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA
ALMUERZO																		
13:00	AH	AH	C	HD	MC	MC	MC	MC	MC	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA
13:15	AH	AH	HD	HD	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	C	CH	CH
13:30	HC	HC	HD	HD	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
13:45	HC	HC	HD	HD	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
14:00	S	HC	HD	HD	CH	CH	CH	CH	CH	C	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
14:15	HC	S	AH	AH	S	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	C	CH	CH	CH	CH
14:30	HC	C	S	AH	CH	S	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
14:45	HC	HC	AH	S	CH	CH	S	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	C
15:00	HC	HC	HD	HD	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	CH	CH
15:15	AH	AH	HD	HD	CH	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	CH
15:30	AH	AH	HD	C	CH	CH	CH	CH	CH	C	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH
15:45	C	HC	HD	HD	CH	CH	CH	CH	CH	CH	C	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH
16:00	HC	HC	AH	AH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	C	CH	CH	S	CH	CH	CH
16:15	HC	HC	AH	AH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	C	CH	CH	CH	CH	CH	CH	S
16:30	HC	HC	C	HD	CH	CH	CH	CH	CH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
16:45	HC	HC	HD	HD	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC
17:00	HC	HC	HD	HD	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
CV	Colocación de acero vertical
CH	Colocación de acero horizontal
HC	Corte de acero (habilitación)
HD	Doble de acero (habilitación)

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
AA	Acarreo horizontal de andamios
HA	Habilitación de andamios
AH	Acarreo horizontal de materiales
AV	Acarreo vertical de materiales
IO	Instrucciones de obra (Recibir / Dar)
MC	Mediciones de campo
EC	Colocación espaciadores concreto

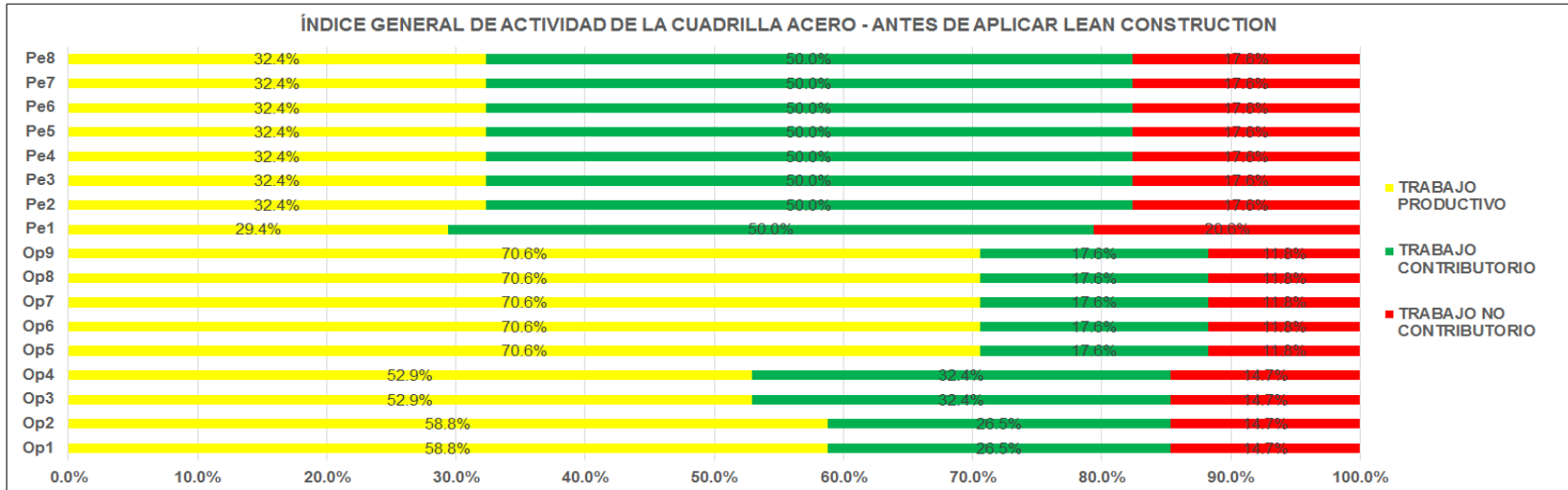
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas
N	Tiempo ocioso (refrigerio)
C	Caminatas o viajes improductivos



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20. Nivel general de actividad de la cuadrilla de acero. Resultados antes de aplicar Lean Construction

ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA ACERO - RESULTADOS ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION																						
ACERO Fy=4200 kg/cm - COLUMNA / PLACA																						
TIPO	LEYENDA	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7	Op8	Op9	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8	CANT.	% Total	% Trabajo	%
TP	CV	0	0	0	0	11	11	11	11	11	0	0	0	0	0	0	0	0	55	9.52%	19.43%	48.96%
	CH	0	0	0	0	13	13	13	13	13	10	11	11	11	11	11	11	11	152	26.30%	53.71%	
	HC	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	6.92%	14.13%	
	HD	0	0	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	6.23%	12.72%	
	Subtotal (%)	58.8%	58.8%	52.9%	52.9%	70.6%	70.6%	70.6%	70.6%	70.6%	70.6%	29.4%	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%	32.4%				
TC	AA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	24	4.15%	11.65%	35.64%
	HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	24	4.15%	11.65%	
	AH	8	8	10	10	1	1	1	1	1	8	8	8	8	8	8	8	8	105	18.17%	50.97%	
	AV	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	21	3.63%	10.19%	
	IO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9	1.56%	4.37%	
	MC	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	5	0.87%	2.43%	
	EC	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	18	3.11%	8.74%	
Subtotal (%)	26.5%	26.5%	32.4%	32.4%	17.6%	17.6%	17.6%	17.6%	17.6%	17.6%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%					
TNC	S	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34	5.88%	38.20%	15.40%
	E	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	21	3.63%	23.60%	
	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	2.94%	19.10%	
	C	2	2	2	2	0	0	0	0	0	2	1	1	1	1	1	1	1	17	2.94%	19.10%	
	Subtotal (%)	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	20.6%	17.6%	17.6%	17.6%	17.6%	17.6%	17.6%				
TOTAL		34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	578	100.00%		100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de Resultados de la Cuadrilla de Acero

- Se observa en la *Tabla 19*, que existe un desorden de los obreros cuando van a los servicios higiénicos.
- Se observa en la *Tabla 19*, que a las 10.00 am todos los obreros de la cuadrilla dedican un tiempo no contributivo de 15 minutos para tomarse un refrigerio.
- Se observa en la *Tabla 20*, que el trabajo productivo de los operarios Op1, Op2, Op3 y Op4; quienes se dedican al proceso de “*habilitación de acero*”, es regularmente bajo.

Propuesta de Mejora de Resultados de la Cuadrilla de Acero

- Se ha dispuesto mejorar las salidas a los servicios higiénicos de los obreros, en grupos mínimo de 2 en 2 y máximo de 3 en 3, teniendo cada obrero dos oportunidades de ir al baño: una antes de mediodía y otra pasando mediodía.
- Debido a la necesidad de los obreros a tener un tiempo para refrescarse antes de mediodía, se ha dispuesto conceder ese tiempo a cambio de que compensen con 15 minutos adicionales después de la hora de salida (es decir saldrían a las 5.15 pm). Con esto estamos logrando eliminar este tiempo no contributivo.
- De acuerdo a la *Tabla 20*, se ha visto conveniente implementar el “*servicio de acero dimensionado*” y que todos los operarios se dediquen a las actividades “colocación de acero vertical” y “colocación de acero horizontal”, pues allí los operarios Op1, Op2, Op3 y Op4 desarrollarán un mejor rendimiento, y por consiguiente al aumentar el número de operarios se eliminarán los tiempos no contributivos de los peones al máximo.

Teniendo en cuenta estas propuestas de mejoras, se ha recalculado la carta balance y el nivel general de actividad, de la cuadrilla de acero, correspondiente al primer día de la segunda semana. Ver *Tabla 21 y Tabla 22*. Ver Carta N°001-OCI-BV02017 en el *Anexo 2*.

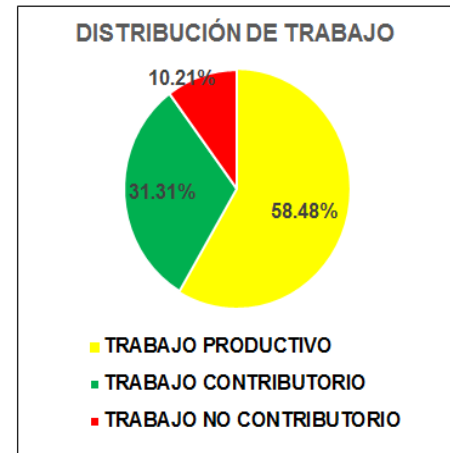
Tabla 21. Carta balance de la cuadrilla de acero. Resultados después de aplicar Lean Construction

CARTA BALANCE DE LA CUADRILLA ACERO - RESULTADOS DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION																	
ACERO Fy=4200 kg/cm - COLUMNA / PLACA																	
TIEMPO (min)	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7	Op8	Op9	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8
08:00	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
08:15	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV
08:30	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
08:45	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
09:00	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV
09:15	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	E	E	E	E	E	E	E	E
09:30	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
09:45	S	S	S	CV	CV	CV	CV	CV	CV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
10:00	CV	CV	CV	S	S	S	CV	CV	CV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
10:15	CV	CV	CV	CV	CV	CV	S	CV	CV	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH
10:30	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	S	CV	AH	AH	S	S	AH	AH	AH	AH
10:45	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	S	AA	AA	AA	AA	S	S	AA
11:00	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	AA	AA	AA	AA	AA	AA	S	S
11:15	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
11:30	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA
11:45	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA
12:00	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	CV	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA	HA
ALMUERZO																	
13:00	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
13:15	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
13:30	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
13:45	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
14:00	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
14:15	S	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
14:30	CH	S	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	CH	CH
14:45	CH	CH	S	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	CH	CH
15:00	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	CH
15:15	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	S	CH	CH	CH	CH	S	S	CH
15:30	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	S	S
15:45	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
16:00	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
16:15	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH
16:30	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
16:45	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	CH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
17:00	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
CV	Colocación de acero vertical
CH	Colocación de acero horizontal
HC	Corte de acero (habilitación)
HD	Doble de acero (habilitación)

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
AA	Acarreo horizontal de andamios
HA	Habilitación de andamios
AH	Acarreo horizontal de materiales
AV	Acarreo vertical de materiales
IO	Instrucciones de obra (Recibir / Dar)
MC	Mediciones de campo
EC	Colocación espaciadores concreto

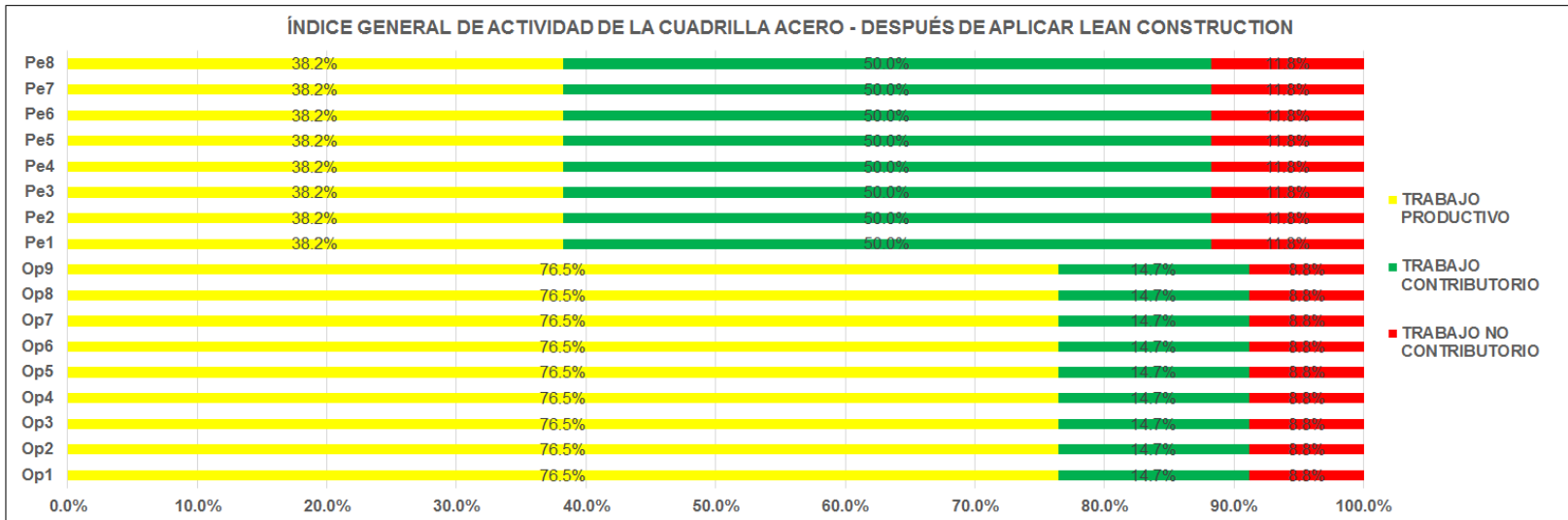
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas
N	Tiempo ocioso (refrigerio)
C	Caminatas o viajes improductivos



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22. Nivel general de actividad de la cuadrilla de acero. Resultados después de aplicar Lean Construction

ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA ACERO - RESULTADOS DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION																						
ACERO Fy=4200 kg/cm - COLUMNA / PLACA																						
TIPO	LEYENDA	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7	Op8	Op9	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8	CANT.	% Total	% Trabajo	%
TP	CV	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	108	18.69%	31.95%	58.48%
	CH	14	14	14	14	14	14	14	14	14	13	13	13	13	13	13	13	13	230	39.79%	68.05%	
	HC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	HD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	Subtotal (%)	76.5%	76.5%	76.5%	76.5%	76.5%	76.5%	76.5%	76.5%	76.5%	76.5%	38.2%	38.2%	38.2%	38.2%	38.2%	38.2%	38.2%				
TC	AA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	4	4	3	3	3	3	28	4.84%	15.47%	31.31%
	HA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	16	2.77%	8.84%	
	AH	1	1	1	1	1	1	1	1	1	8	8	8	8	9	9	9	9	77	13.32%	42.54%	
	AV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	25	4.33%	13.81%	
	IO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9	1.56%	4.97%	
	MC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	9	1.56%	4.97%	
	EC	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17	2.94%	9.39%	
Subtotal (%)	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	14.7%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%	50.0%					
TNC	S	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	34	5.88%	57.63%	10.21%
	E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	25	4.33%	42.37%	
	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	Subtotal (%)	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%				
TOTAL		34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	578	100.00%		100.00%



Fuente:

Elaboración

propia.

Para el análisis de la partida CONCRETO, el **Ingreso de Datos** involucra la siguiente información: *Nombre de la actividad, Periodo de medición, Recurso mano de obra, Descripción, Rendimiento, e Implementos de seguridad.* Ver *Tabla 23*. Para el análisis de la partida CONCRETO, los **Resultados** involucran la siguiente información: *Carta balance (Ver Tabla 24), Nivel general de actividad (Ver Tabla 24), Evaluación de resultados y Propuesta de mejora (Ver Tabla 25).*

Tabla 23. Ingreso de datos de la cuadrilla de concreto. Antes de aplicar Lean Construction

INGRESO DE DATOS DE LA CUADRILLA DE CONCRETO - ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm ² - COLUMNAS / PLACAS
PERIODO DE MEDICIÓN:	La actividad empieza al día siguiente del encofrado de columnas y placas del sector 1. La actividad termina cuando se han terminado de vaciar todas las columnas y/o placas del 1° Piso del sector 1, durante el segundo día de la primera semana.
RECURSO MANO DE OBRA:	Del parte diario que se adjunta en el <i>Anexo 4</i> , CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm ² - COLUMNA / PLACA, obtenemos los recursos mano de obra, dispuesto en la cuadrilla real: 0.25 ma + 2 op + 2 of + 1 pe , donde "ma" es maestro de obra, "op" es operario, "of" es oficial y "pe" es peón
DESCRIPCIÓN:	La actividad corresponde al vaciado de concreto premezclado con bomba en columnas y placas.
RENDIMIENTO:	Del parte diario que se adjunta en el <i>Anexo 4</i> , CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210$ kg/cm ² - COLUMNA / PLACA, obtenemos la producción y los recursos de mano de obra reales de la cuadrilla. Estos son: Producción = 21 m³, Recurso M.O. = 42.00 HH, Rendimiento = 2.00 HH/m³.
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD:	a) Equipo de protección personal: Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero, uniforme completo con logo de la empresa, guantes flexibles, lentes de seguridad y casco con barbiqjejo. b) Equipos de seguridad: Andamios normados, arneses de seguridad con línea de vida, línea de seguridad. c) Responsabilidades: Mantener el lugar de vaciado limpio y ordenado, no dejar ningún material o accesorios dentro de las columnas y/o placas previo al vaciado.

Fuente: Elaboración propia.

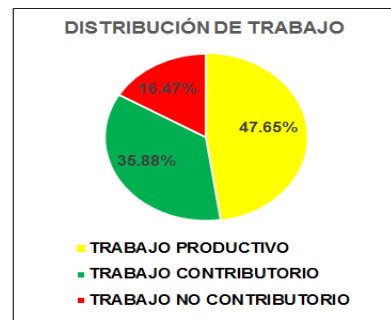
Tabla 24. Carta balance y Nivel general de actividad de la cuadrilla de concreto. Resultados antes de aplicar Lean Construction

CARTA BALANCE DE LA CUADRILLA CONCRETO - RESULTADOS ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION					
CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - COLUMNAS / PLACAS					
TIEMPO (min)	Op1	Op2	Of1	Of2	Pe1
08:00	E	E	HA	HA	HA
08:15	E	E	HA	HA	HA
08:30	E	E	IO	IO	IO
08:45	CV	E	VB	E	LV
09:00	CV	E	DC	E	LV
09:15	DC	CV	VB	DC	VB
09:30	DC	CV	DC	VB	DC
09:45	CV	DC	VB	DC	MG
10:00	N	N	N	N	N
10:15	CV	DC	DC	VB	S
10:30	S	CV	VB	DC	VB
10:45	DC	S	DC	VB	DC
11:00	DC	CV	S	DC	MG
11:15	CV	DC	VB	S	VB
11:30	CV	DC	DC	VB	S
11:45	DC	CV	VB	DC	MG
12:00	DC	CV	DC	VB	VB
ALMUERZO					
13:00	CV	DC	VB	DC	DC
13:15	CV	DC	DC	VB	MG
13:30	DC	CV	VB	DC	VB
13:45	DC	CV	DC	VB	DC
14:00	CV	DC	VB	DC	C
14:15	S	S	DC	VB	MG
14:30	CV	DC	S	DC	S
14:45	DC	CV	VB	S	VB
15:00	DC	CV	DC	VB	DC
15:15	CV	DC	VB	DC	MG
15:30	CV	DC	DC	VB	C
15:45	DC	CV	VB	DC	VB
16:00	DC	CV	DC	VB	DC
16:15	CV	DC	VB	DC	MG
16:30	CV	DC	DC	VB	VB
16:45	EC	EC	EC	EC	EC
17:00	EC	EC	EC	EC	EC

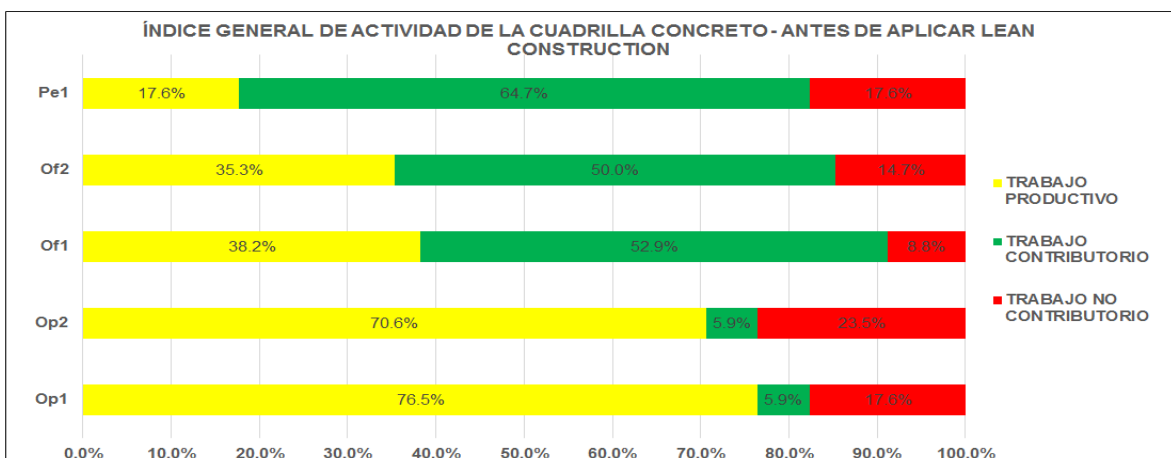
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
CV	Vaciado de concreto
DC	Distribuir concreto

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
MG	Martillo de goma
HA	Habilitación de andamios
VB	Vibrar concreto
IO	Instrucciones de obra (Recibir / Dar)
LV	Limpieza en zona de vaciado
EC	Limpieza de herramientas

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas
N	Tiempo ocioso (refrigerio)
C	Caminatas o viajes improductivos



ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA CONCRETO - RESULTADOS ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION										
CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - COLUMNAS / PLACAS										
TIPO	LEYENDA	Op1	Op2	Of1	Of2	Pe1	CANT	% Total	% Trabajo	%
TP	CV	14	12	0	0	0	26	15.29%	32.10%	47.65%
	DC	12	12	13	12	6	55	32.35%	67.90%	
	Subtotal (%)	76.5%	70.6%	38.2%	35.3%	17.6%				
TC	MG	0	0	0	0	7	7	4.12%	11.48%	35.88%
	HA	0	0	2	2	2	6	3.53%	9.84%	
	VB	0	0	13	12	8	33	19.41%	54.10%	
	IO	0	0	1	1	1	3	1.76%	4.92%	
	LV	0	0	0	0	2	2	1.18%	3.28%	
	EC	2	2	2	2	2	10	5.88%	16.39%	
Subtotal (%)	5.9%	5.9%	52.9%	50.0%	64.7%					
TNC	S	2	2	2	2	3	11	6.47%	39.29%	16.47%
	E	3	5	0	2	0	10	5.88%	35.71%	
	N	1	1	1	1	1	5	2.94%	17.86%	
	C	0	0	0	0	2	2	1.18%	7.14%	
Subtotal (%)	17.6%	23.5%	8.8%	14.7%	17.6%					
TOTAL		34	34	34	34	34	170	100.00%	100.00%	



Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de Resultados de la Cuadrilla de Concreto

- Se observa en la *Tabla 24*, que existe un desorden de los obreros cuando van a los servicios higiénicos.
- Se observa en la *Tabla 24*, que a las 10.00 am todos los obreros de la cuadrilla dedican un tiempo no contributivo de 15 minutos para tomarse un refrigerio.
- Se observa en la *Tabla 24*, que el trabajo productivo de los oficiales Of1 y Of2; quienes se dedican al proceso de “operar la vibradora”, es bajo.

Propuesta de Mejora de Resultados de la Cuadrilla de Concreto

- Se ha dispuesto mejorar las salidas a los servicios higiénicos de los obreros, en estos grupos: Op1 con Of1, Op2 con Of2, y finalmente el peón, teniendo cada obrero dos oportunidades de ir al baño: una antes de mediodía y otra pasando mediodía.
- Debido a la necesidad de los obreros a tener un tiempo para refrescarse antes de mediodía, se ha dispuesto conceder ese tiempo a cambio de que compensen con 15 minutos adicionales después de la hora de salida (es decir saldrían a las 5.15 pm). Con esto estamos logrando eliminar este tiempo no contributivo.
- De acuerdo a la *Tabla 24*, se ha visto conveniente implementar a la obra de dos vibradoras, para que los oficiales solo se dediquen a distribuir y vibrar el concreto de manera más eficiente; y a la vez, el ayudante se dedique más tiempo a usar el martillo de goma.

Teniendo en cuenta estas propuestas de mejoras, se ha recalculado la carta balance y el nivel general de actividad, de la cuadrilla de concreto, correspondiente al tercer día de la segunda semana. Ver *Tabla 25*. Ver Carta N°002-OCI-BV02017 en el *Anexo 2*

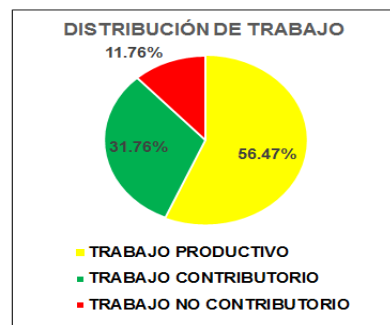
Tabla 25. Carta balance y Nivel general de actividad de la cuadrilla de concreto. Resultados después de aplicar Lean Construction

CARTA BALANCE DE LA CUADRILLA CONCRETO - RESULTADOS DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION						
CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - COLUMNAS / PLACAS						
TIEMPO (min)	Op1	Op2	Of1	Of2	Pe1	
08:00	E	E	HA	HA	HA	
08:15	E	E	HA	HA	HA	
08:30	E	E	IO	IO	IO	
08:45	CV	E	VB	E	LV	
09:00	CV	E	DC	E	LV	
09:15	DC	CV	DC	DC	DC	
09:30	DC	CV	VB	VB	DC	
09:45	CV	DC	DC	DC	MG	
10:00	CV	DC	DC	VB	MG	
10:15	S	CV	S	DC	DC	
10:30	DC	CV	VB	VB	MG	
10:45	DC	S	DC	S	DC	
11:00	CV	DC	DC	DC	DC	
11:15	CV	DC	VB	VB	S	
11:30	DC	CV	DC	DC	MG	
11:45	DC	CV	DC	VB	MG	
12:00	CV	DC	VB	DC	DC	
ALMUERZO						
13:00	CV	DC	DC	VB	MG	
13:15	DC	CV	DC	DC	DC	
13:30	DC	CV	VB	VB	DC	
13:45	CV	DC	DC	DC	MG	
14:00	CV	DC	DC	VB	MG	
14:15	S	CV	S	DC	DC	
14:30	DC	CV	VB	VB	MG	
14:45	DC	S	DC	S	DC	
15:00	CV	DC	DC	DC	DC	
15:15	CV	DC	VB	VB	S	
15:30	DC	CV	DC	DC	MG	
15:45	DC	CV	DC	VB	MG	
16:00	CV	DC	VB	DC	DC	
16:15	CV	DC	DC	VB	MG	
16:30	DC	CV	DC	EC	MG	
16:45	DC	CV	EC	EC	EC	
17:00	EC	EC	EC	EC	EC	

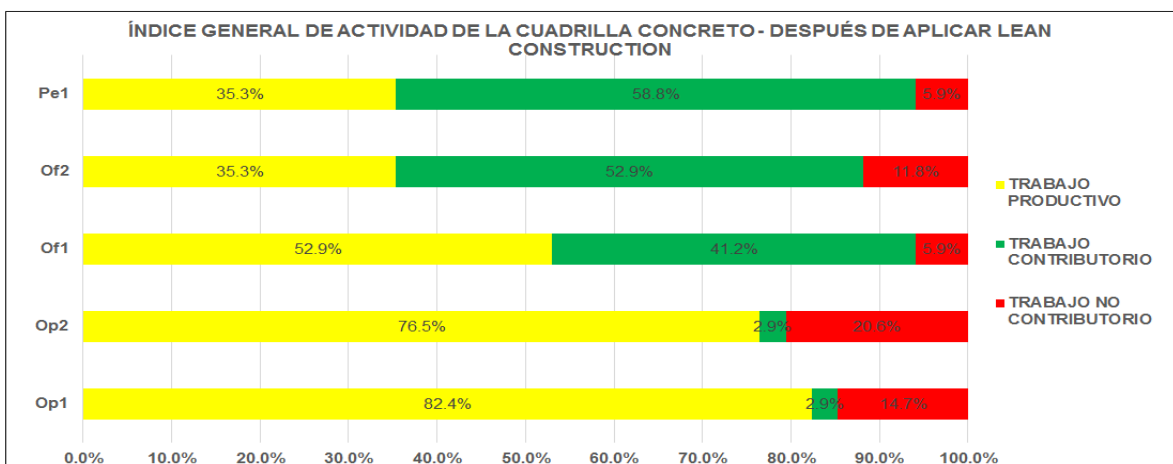
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
CV	Vaciado de concreto
DC	Distribuir concreto

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
MG	Martillo de goma
HA	Habilitación de andamios
VB	Vibrar concreto
IO	Instrucciones de obra (Recibir / Dar)
LV	Limpieza en zona de vaciado
EC	Limpieza de herramientas

TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas
N	Tiempo ocioso (refrigerio)
C	Caminatas o viajes improductivos




ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA CONCRETO - RESULTADOS DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION										
CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ - COLUMNAS / PLACAS										
TIPO	LEYENDA	Op1	Op2	Of1	Of2	Pe1	CANT.	% Total	% Trabajo	%
TP	CV	14	14	0	0	0	28	16.47%		29.17%
	DC	14	12	18	12	12	68	40.00%		70.83%
	Subtotal (%)	82.4%	76.5%	52.9%	35.3%	35.3%				56.47%
TC	MG	0	0	0	0	13	13	7.65%		24.07%
	HA	0	0	2	2	2	6	3.53%		11.11%
	VB	0	0	9	12	0	21	12.35%		38.89%
	IO	0	0	1	1	1	3	1.76%		5.56%
	LV	0	0	0	0	2	2	1.18%		3.70%
	EC	1	1	2	3	2	9	5.29%		16.67%
	Subtotal (%)	2.9%	2.9%	41.2%	52.9%	58.8%				31.76%
TNC	S	2	2	2	2	2	10	5.88%		50.00%
	E	3	5	0	2	0	10	5.88%		50.00%
	N	0	0	0	0	0	0	0.00%		0.00%
	C	0	0	0	0	0	0	0.00%		0.00%
	Subtotal (%)	14.7%	20.6%	5.9%	11.8%	5.9%				11.76%
TOTAL		34	34	34	34	34	170	100.00%		100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de la partida ENCOFRADO, el **Ingreso de Datos** involucra la siguiente información: *Nombre de la actividad, Periodo de medición, Recurso mano de obra, Descripción, Rendimiento, e Implementos de seguridad.* Ver Tabla 26. Para el análisis de la partida ENCOFRADO, los **Resultados** involucran la siguiente información: *Carta balance (Ver Tabla 27), Nivel general de actividad (Ver Tabla 28), Evaluación de resultados y Propuesta de mejora (Ver Tabla 29 y Tabla 30).*

Tabla 26. Ingreso de datos de la cuadrilla de encofrado. Antes de aplicar Lean Construction

INGRESO DE DATOS DE LA CUADRILLA DE ENCOFRADO - ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION	
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD:	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - LOSAS POSTENSADAS / VIGAS
	
PERIODO DE MEDICIÓN:	La actividad empieza al día siguiente del encofrado de columnas y placas del sector 2. La actividad termina cuando se empieza a desencofrar las losas postensadas / vigas del 1° Piso, durante el quinto día útil de la segunda semana.
RECURSO MANO DE OBRA:	Del parte diario que se adjunta en el <i>Anexo 4</i> , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - LOSAS POSTENSADAS / VIGAS , obtenemos los recursos mano de obra, dispuesto en la cuadrilla real: 0.50 ma + 1 cap + 10 op + 10 pe ; donde "ma" es maestro de obra, "cap" es capataz, "op" es
DESCRIPCIÓN:	La actividad corresponde al encofrado de vigas y losas postensadas.
RENDIMIENTO:	Del parte diario que se adjunta en el <i>Anexo 4</i> , ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - LOSAS POSTENSADAS / VIGAS, obtenemos la producción y los recursos de mano de obra reales de la cuadrilla. Estos son: Producción = 121.71 m², Recurso M.O. = 214.00 HH, Rendimiento = 1.76 HH/m².
IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD:	a) Equipo de protección personal: Botas de seguridad de nitrilo con punta de acero, uniforme completo con logo de la empresa, guantes flexibles, lentes de seguridad y casco con barbiqueo. b) Equipos de seguridad: Andamios normados, arneses de seguridad con línea de vida, línea de seguridad. c) Responsabilidades: Mantener el lugar de vaciado limpio y ordenado, movilizar las planchas con cuidado y no tener contacto directo con el desmoldante.

Fuente: Elaboración propia.

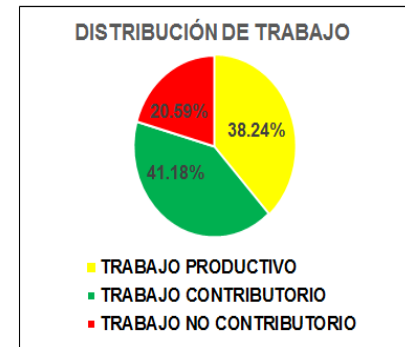
Tabla 27. Carta balance de la cuadrilla de encofrado. Resultados antes de aplicar Lean Construction

CARTA BALANCE DE LA CUADRILLA ENCOFRADO - RESULTADOS ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION																				
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO - LOSAS POSTENSADAS / VIGAS																				
TIEMPO (min)	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7	Op8	Op9	Op10	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8	Pe9	Pe10
08:00	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
08:15	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
08:30	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
08:45	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
09:00	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
09:15	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
09:30	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV
09:45	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV
10:00	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
10:15	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
10:30	S	S	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
10:45	CSV	CSV	S	S	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	AH	AH	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH
11:00	CSV	CSV	CSV	CSV	S	S	CSV	CSV	CSV	CSV	AH	AH	AH	AH	S	S	AH	AH	AH	AH
11:15	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	S	S	CSV	CSV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	S	S	AH	AH
11:30	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	S	S
11:45	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
12:00	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
ALMUERZO																				
13:00	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
13:15	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
13:30	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO
13:45	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV
14:00	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV
14:15	S	S	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
14:30	CSL	CSL	S	S	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
14:45	CSL	CSL	CSL	CSL	S	S	CSL	CSL	CSL	CSL	AH	AH	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH
15:00	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	S	S	CSL	CSL	AH	AH	AH	AH	S	S	AH	AH	AH	AH
15:15	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH	S	S	AH	AH
15:30	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	S	S
15:45	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC
16:00	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC
16:15	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD
16:30	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD
16:45	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL
17:00	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	LE	LE	LE	LE	LE	LE	LE	LE	LE	LE

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
CSV	Colocación soportes para vigas
CFV	Colocación fondos de vigas
CCV	Colocación costados de vigas
CSL	Colocación soportes para losas
CFL	Colocación fondos de losas
CCL	Colocación costados de losas

TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
AH	Acarreo horizontal
AV	Acarreo vertical
CD	Colocación de laca desmoldante
CC	Colocación de cinta maskingtape
IO	Instrucciones de obra (Recibir / Dar)
LE	Limpieza de encofrado

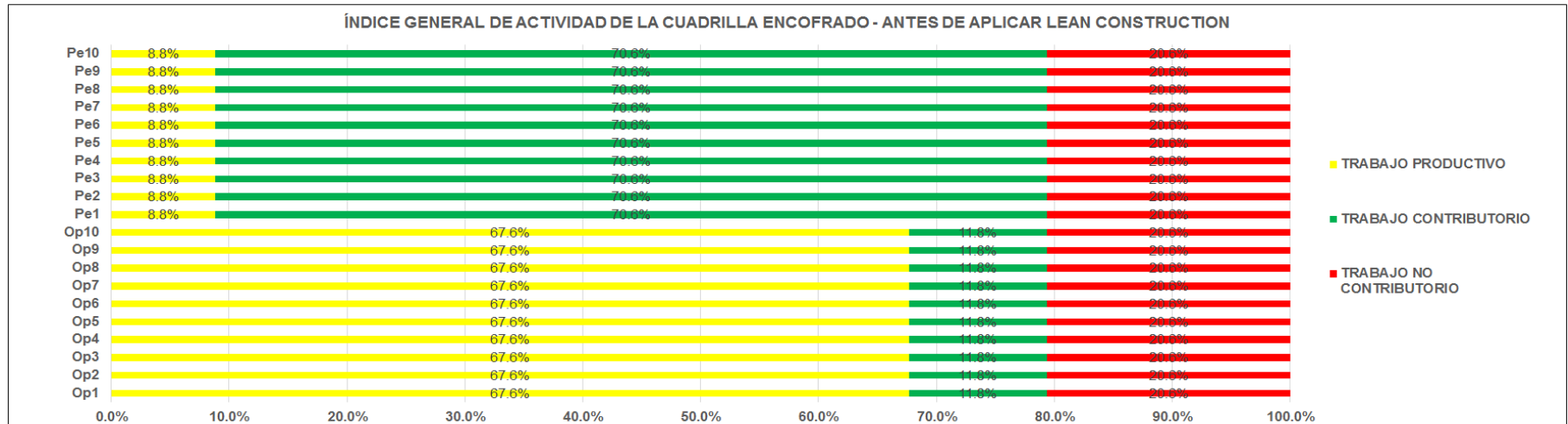
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas
N	Tiempo ocioso (refrigerio)
C	Caminatas o viajes improductivos



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28. Nivel general de actividad de la cuadrilla de encofrado. Resultados antes de aplicar Lean Construction

ÍNDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA ENCOFRADO - RESULTADOS ANTES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION																									
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - LOSAS POSTENSADAS / VIGAS																									
TIPO	LEYENDA	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7	Op8	Op9	Op10	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8	Pe9	Pe10	CANT.	% Total	% Trabajo	%
TP	CSV	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	8.82%	23.08%	38.24%
	CFV	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	5.88%	15.38%	
	CCV	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40	5.88%	15.38%	
	CSL	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	7.35%	19.23%	
	CFL	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	5.88%	15.38%	
	CCL	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	4.41%	11.54%	
Subtotal (%)		67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%	8.8%				
TC	AH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	180	26.47%	64.29%	41.18%
	AV	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40	5.88%	14.29%	
	CD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	2.94%	7.14%	
	CC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	2.94%	7.14%	
	IO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.47%	3.57%	
	LE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.47%	3.57%	
Subtotal (%)		11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	70.6%	70.6%	70.6%	70.6%	70.6%	70.6%	70.6%	70.6%	70.6%	70.6%				
TNC	S	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40	5.88%	28.57%	20.59%
	E	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	80	11.76%	57.14%	
	N	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20	2.94%	14.29%	
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
Subtotal (%)		20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%	20.6%				
TOTAL		34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	680	100.00%		100.00%



Fuente: Elaboración propia.

Evaluación de Resultados de la Cuadrilla de Encofrado

- Se observa en la *Tabla 27*, que existe una hora de tiempo de espera debido a la llegada de equipos de encofrado, solicitado sin antelación. Además existe desorden de los obreros cuando van a los servicios higiénicos después de mediodía.
- Se observa en la *Tabla 27*, que a las 10.00 am todos los obreros de la cuadrilla dedican un tiempo no contributorio de 15 minutos para tomarse un refrigerio.
- Se observa en la *Tabla 28*, que el trabajo productivo de los peones; es muy bajo, y su trabajo contributorio muy alto.

Propuesta de Mejora de Resultados de la Cuadrilla de Concreto

- Se ha dispuesto tener en obra un segundo equipo completo de encofrado para vigas, losas y escaleras, de esta manera se cumpliría con el tiempo normado de desencofrado; además, mejorar las salidas a los servicios higiénicos de los obreros, en cuadrillas: Op con Pe, teniendo cada obrero dos oportunidades de ir al baño: una antes de mediodía y otra pasando mediodía.
- Debido a la necesidad de los obreros a tener un tiempo para refrescarse antes de mediodía, se ha dispuesto conceder ese tiempo a cambio de que compensen con 15 minutos adicionales después de la hora de salida (es decir saldrían a las 5.15 pm). Con esto estamos logrando eliminar este tiempo no contributorio.
- Al tener un segundo juego de equipo para encofrado horizontal, el tiempo de espera "E" se ha eliminado y los peones utilizarán ese tiempo en trabajos productivos apoyando a los operarios.

Teniendo en cuenta estas propuestas de mejoras, se ha recalculado la carta balance y el nivel general de actividad, de la cuadrilla de concreto, correspondiente al tercer día de la segunda semana. Ver *Tabla 29* y *Tabla 30*. Ver Carta N°003-OCI-BV02017 en el *Anexo 2*

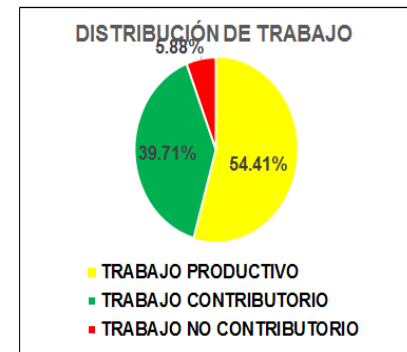
Tabla 29. Carta balance de la cuadrilla de encofrado. Resultados después de aplicar Lean Construction

CARTA BALANCE DE LA CUADRILLA ENCOFRADO - RESULTADOS DESPUÉS DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION																				
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO - LOSAS POSTENSADAS / VIGAS																				
TIEMPO (min)	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7	Op8	Op9	Op10	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8	Pe9	Pe10
08:00	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
08:15	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
08:30	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV
08:45	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV	AV
09:00	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
09:15	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
09:30	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
09:45	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV
10:00	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV
10:15	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV	CSV
10:30	S	S	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
10:45	CFV	CFV	S	S	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	AH	AH	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH
11:00	CFV	CFV	CFV	CFV	S	S	CFV	CFV	CFV	CFV	AH	AH	AH	AH	S	S	CFV	CFV	CFV	CFV
11:15	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	S	S	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	S	S	CFV	CFV	CFV
11:30	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	S	S	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	CFV	S	S
11:45	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
12:00	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV	CCV
ALMUERZO																				
13:00	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
13:15	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
13:30	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
13:45	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO	IO
14:00	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL
14:15	S	S	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	CSL	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH
14:30	CSL	CSL	S	S	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	AH	AH	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH
14:45	CFL	CFL	CFL	CFL	S	S	CFL	CFL	CFL	CFL	AH	AH	AH	AH	S	S	AH	AH	AH	AH
15:00	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	S	S	CFL	CFL	AH	AH	AH	AH	AH	AH	S	S	AH	AH
15:15	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	S	S	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	AH	S	S
15:30	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL
15:45	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC
16:00	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CFL	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC	CC
16:15	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD
16:30	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD	CD
16:45	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL
17:00	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	CCL	LE	LE	LE	LE	LE	LE	LE	LE	LE	LE

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
CSV	Colocación soportes para vigas
CFV	Colocación fondos de vigas
CCV	Colocación costados de vigas
CSL	Colocación soportes para losas
CFL	Colocación fondos de losas
CCL	Colocación costados de losas

TRABAJO CONTRIBUTIVO (TC)	
AH	Acarreo horizontal
AV	Acarreo vertical
CD	Colocación de laca desmoldante
CC	Colocación de cinta maskingtape
IO	Instrucciones de obra (Recibir / Dar)
LE	Limpieza de encofrado

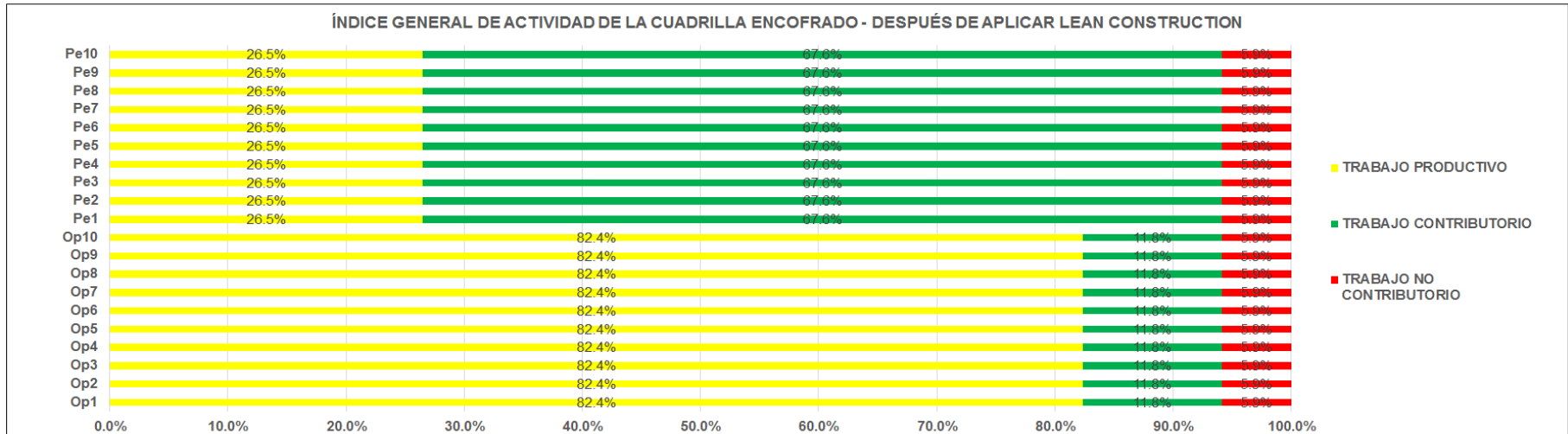
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO (TNC)	
S	Ir a servicios higiénicos
E	Esperas
N	Tiempo ocioso (refrigerio)
C	Caminatas o viajes improductivos



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30. Nivel general de actividad de la cuadrilla de encofrado. Resultados después de aplicar Lean Construction

INDICE GENERAL DE ACTIVIDAD DE LA CUADRILLA ENCOFRADO - RESULTADOS DESPUES DE APLICAR LEAN CONSTRUCTION																									
ENCOFRADO Y DEENCOFRADO - LOSAS POSTENSADAS / VIGAS																									
TIPO	LEYENDA	Op1	Op2	Op3	Op4	Op5	Op6	Op7	Op8	Op9	Op10	Pe1	Pe2	Pe3	Pe4	Pe5	Pe6	Pe7	Pe8	Pe9	Pe10	CANT	% Total	% Trabajo	%
TP	CSV	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	90	13.24%	24.32%	54.41%
	CFV	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	60	8.82%	16.22%	
	CCV	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	30	4.41%	8.11%	
	CSL	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	70	10.29%	18.92%	
	CFL	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	70	10.29%	18.92%	
	CCL	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	50	7.35%	13.51%	
Subtotal (%)		82.4%	82.4%	82.4%	82.4%	82.4%	82.4%	82.4%	82.4%	82.4%	82.4%	26.5%	26.5%	26.5%	26.5%	26.5%	26.5%	26.5%	26.5%	26.5%	26.5%				
TC	AH	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	170	25.00%	62.96%	39.71%
	AV	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40	5.88%	14.81%	
	CD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	2.94%	7.41%	
	CC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20	2.94%	7.41%	
	IO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.47%	3.70%	
	LE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	1.47%	3.70%	
Subtotal (%)		11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	11.8%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%	67.6%				
TNC	S	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	40	5.88%	100.00%	5.88%
	E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
	C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00%	0.00%	
Subtotal (%)		5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%	5.9%				
TOTAL		34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	680	100.00%		100.00%



Fuente: Elaboración propia.

4.3. HERRAMIENTAS LPS

4.3.1. Programación maestra

Del cronograma de hitos adjuntado en el *Anexo 1*, se desprende lo siguiente:

- Inicio de Obra: miércoles 15/03/2017.
- En 130 días calendarios se ha programado ejecutar 13 pisos, por lo tanto, cada piso se ha programado cada 10 días.
- Nuestro estudio se enfoca en los 5 primeros pisos, con lo que se deduce que el tiempo de ejecución es de 50 días calendarios. Fin de Obra: Se ha estimado el fin de obra para nuestro estudio, el miércoles 03/05/2017.

La *Figura 13*, muestra la Programación Maestra del 1° al 5° del proyecto “Caminos del Inca 390”, con lo anteriormente definido.

4.3.2. Look Ahead

La *Figura 14*, muestra el Look Ahead de las 4 primeras semanas.

4.3.3. Programación semanal

La *Figura 15*, muestra la programación semanal detallada, correspondiente a la primera semana, del 15/03/2017 al 21/03/2017.

4.3.4. Programación diaria (Parte diario)

La *Figura 16*, *Figura 17* *Figura 18*, muestran el parte diario de producción del acero, concreto y encofrado respectivamente, antes de aplicar la filosofía *Lean Construction*; en las cuales, se controla las horas hombre reales para dichas actividades y se cuantifica el avance diario. Al final del día, los encargados de cada grupo, responsables de llenar este formato, deben entregarlo con las mediciones reales obtenidos en campo para luego ser analizadas

por el ingeniero de producción. Este parte diario debe entregarse un día antes alrededor de las 5:00 pm.

ACTIVIDAD	LOOK AHEAD PLANNING (4 SEMANAS)																											
	SEM 01							SEM 02							SEM 03							SEM 04						
	Mx	J	V	S	D	L	M	Mx	J	V	S	D	L	M	Mx	J	V	S	D	L	M	Mx	J	V	S	D	L	M
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ESTRUCTURA 1° PISO AL 5° PISO																												
Columnas - Acero	P1-S1	P1-S2								P2-S1	P2-S2										P3-S2	P3-S2						P4-S1
Columnas - Encofrado	P1-S1	P1-S2								P2-S1	P2-S2										P3-S1	P3-S2						P4-S1
Columnas - Concreto		P1-S1	P1-S2								P2-S1		P2-S2								P3-S1	P3-S2						
Columnas - Desencofrado			P1-S1	P1-S2									P2-S1	P2-S2									P3-S1	P3-S2				
Placas - Acero	P1-S1	P1-S2								P2-S1	P2-S2										P3-S2	P3-S2						P4-S1
Placas - Encofrado	P1-S1	P1-S2								P2-S1	P2-S2										P3-S1	P3-S2						P4-S1
Placas - Concreto		P1-S1	P1-S2								P2-S1		P2-S2								P3-S1	P3-S2						
Placas - Desencofrado			P1-S1	P1-S2									P2-S1	P2-S2									P3-S1	P3-S2				
Vigas - Encofrado				P1-S1		P1-S2								P2-S1	P2-S2								P3-S1	P3-S2				
Vigas - Acero					P1-S1	P1-S2									P2-S1	P2-S2								P3-S1	P3-S2			
Escaleras - Encofrado						P1-S1	P1-S2									P2-S1	P2-S2								P3-S1	P3-S2		
Escaleras - Acero							P1-S1	P1-S2									P2-S1	P2-S2								P3-S1	P3-S2	
Losas - Encofrado				P1-S1		P1-S2								P2-S1	P2-S2								P3-S1	P3-S2				
Losas - Acero					P1-S1	P1-S2									P2-S1	P2-S2								P3-S1	P3-S2			
Losas - Tensores						P1-S1	P1-S2									P2-S1	P2-S2								P3-S1	P3-S2		
Losas - Armadura activa							P1-S1	P1-S2									P2-S1	P2-S2								P3-S1	P3-S2	
Instalaciones Sanitarias / Instalaciones Eléctricas							P1-S1	P1-S2										P2-S1	P2-S2								P3-S1	P3-S2
Vigas, Escaleras y Losas - Concreto								P1-S1	P1-S2										P2-S1	P2-S2								P3-S1
Vigas, Escaleras y Losas - Tensado									P1-S1	P1-S2																	P2-S1	P2-S2
Vigas, Escaleras y Losas - Desencofrado										P1-S1	P1-S2																	P2-S1
																												P2-S2

Figura 14. Look Ahead de las primeras 4 semanas del 1° piso hasta el 5° piso. Propia, 2017.

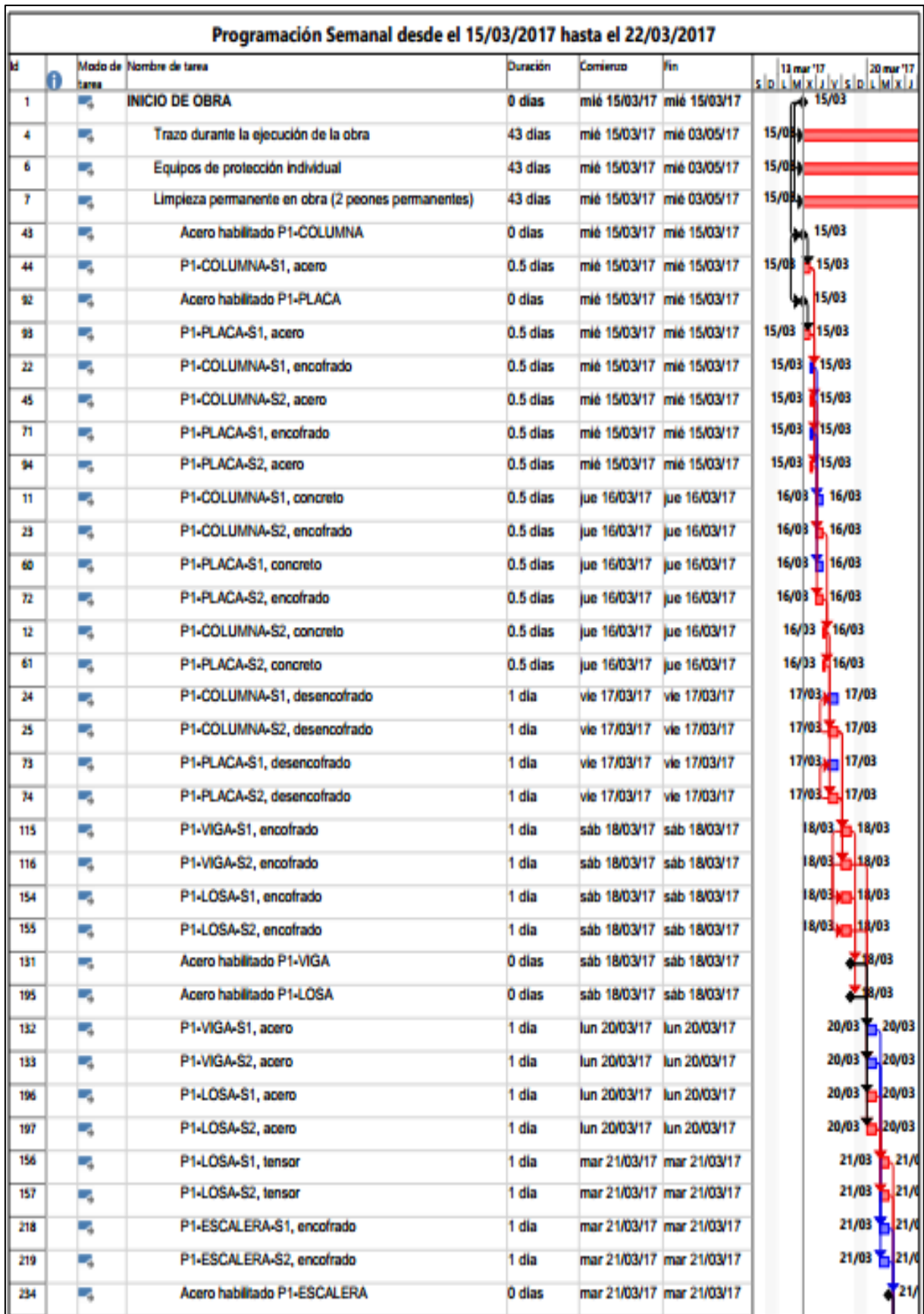


Figura 15. Programación semanal (1ra Semana detallada). Propia, 2017.

PARTE DIARIO DE PRODUCCIÓN ANTES DE APLICAR LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION							
EMPRESA: EDIFICACIONES VENTURA SAC					FECHA: 15/03/2017		
PARTIDA : ACERO Fy=4200 kg/cm - COLUMNA / PLACA					DIA: 1		
CUADRILLA	0.50 ma + 01 cap + 9 op + 8 pe	HH PROGRAMADO			SEMANA: 1		
SECTOR	PISO 1 - SECTOR 1/2	8					
TESISTA	JAISEN ALEJANDRO ASENCIOS PICON	HH REAL					
		8					
ACT.	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	fase	HORARIOS			FIRMAS	
			ACT	INICIO	TERMINO		
1	habilitación de acero		1	08:00	17:00	RESIDENTE DE OBRA	
			2	08:00	09:00		
2	acarreo vertical de materiales		3	09:00	17:00		
3	colocación de acero en placas y columnas		REAL			ING. DE PRODUCCION	
			ACT	INICIO	TERMINO		
			1	08:00	17:00	MAESTRO DE OBRA	
			2	08:00	09:30		
			3	09:30	17:00		
NOMINA DE TRABAJADORES							
COD	CAT	APELLIDOS Y NOMABRES	ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 4	TOTAL
			HH	HH	HH		HH
1	maestro	GARCIA VASQUEZ SANTOS JESUS	2	1	1		4
2	capataz	PEREZ REQUENA FEDERICO	3	2	3		8
3	operario	ROJAS APACLA RODOLFO RUBEN		1.5	6.5		8
4	operario	VEGA GALINDO CLAUDIO		1.5	6.5		8
5	operario	ROMERO BRAVO KALIM YOSIP		1.5	6.5		8
6	operario	OLIVARES VILLANO JULIO CESAR		1.5	6.5		8
7	operario	PEREZ CHOQUEHUANCA HENRY MARTIN	8				8
8	operario	NAPAN REYNA DANIEL EMILIO	8				8
9	operario	ALTAMIRANO LOZANO VICTOR RAUL	8				8
10	operario	JOO TORERO LEONARDO	8				8
11	operario	QUIJAHUAMAN YANA SANTIAGO		1.5	6.5		8
12	ayudante	PEREZ AYALA ANCELMO		1.5	6.5		8
13	ayudante	LIMA PONCE TIMOTEO		1.5	6.5		8
14	ayudante	QUISPE CONDORI JAVIER		1.5	6.5		8
15	ayudante	LAVERIANO MORENO EPIFANIO		1.5	6.5		8
16	ayudante	MACHACCA LAGO JULIO		1.5	6.5		8
17	ayudante	VARGAS CURI ODILON		1.5	6.5		8
18	ayudante	GONZAGA BANCES IVAN		1.5	6.5		8
19	ayudante	POMALAZA ECHEVARRIA JOSE RODOLFO		1.5	6.5		8
TOTAL DE HORAS HOMBRE (HH)							148.00
OBSERVACIONES			RESUMEN DE METRADO DE PRODUCCION DIARIA				
			COD.	DESCRIPCION	UND	PROGR.	REAL
				ACERO Fy=4200 kg/cm - COLUMNA / PLACA	kg	2,198.72	2,500.00
				0.50 ma + 01 cap + 9 op + 8 pe			
				Velocidad de Producción sin Lean Construction	kg/día	250.00	219.87
				Rendimiento de Producción sin Lean Construction	hh/kg	0.07	0.06

Figura 16. Parte diario ACERO. Propia, 2017.

PARTE DIARIO DE PRODUCCIÓN ANTES DE APLICAR LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION

EMPRESA: EDIFICACIONES VENTURA SAC
PARTIDA : CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 - COLUMNAS / PLACAS

HH PROGRAMADO

8

FECHA: 23/03/2017

DIA: 2

HH REAL

8

SEMANA: 1

CUADRILLA	0.25 ma + 2 Op + 2 Of + 1 Pe
SECTOR	PISO 1 - SECTOR 1/2
TESISTA	JAISEN ALEJANDRO ASENCIOS PICON

ACT.	DESCRIPCION DE ACTIVIDADES	fase	HORARIOS			FIRMAS
			PROGRAMADO			
			ACT	INICIO	TERMINO	
1	vaciado de concreto premezclado en columnas y placas, en el sector 1		1	08:00	17:00	
						RESIDENTE DE OBRA
			REAL			
			ACT	INICIO	TERMINO	ING. DE PRODUCCION
			1	08:00	17:00	
						MAESTRO DE OBRA

NOMINA DE TRABAJADORES			ACT 1	ACT 2	ACT 3	ACT 4	TOTAL
COD	CAT	APELLIDOS Y NOMABRES	HH	HH	HH	HH	HH
1	maestro	GARCIA VASQUEZ SANTOS JESUS	2				2
2	operario	ANGULO CAVALLERO EDI	8				8
3	operario	POMA PEREZ SANTIAGO	8				8
4	oficial	RUIZ GUEVARA OSMAN FRANKL	8				8
5	oficial	GONZAGA BANCES IVAN	8				8
6	ayudante	POMALAZA ECHEVARRIA JOSE RODOLFO	8				8
TOTAL DE HORAS HOMBRE (HH)							42.00

OBSERVACIONES	RESUMEN DE METRADO DE PRODUCCION DIARIA				
	COD.	DESCRIPCION	UND	PROGR.	REAL
		CONCRETO PREMEZCLADO f'c=210 kg/cm2 - C	m3	15.33	21.00
		0.25 ma + 2 Op + 2 Of + 1 Pe			
		Velocidad de Producción sin Lean Construction	m3/día	25.00	18.25
		Rendimiento de Producción sin Lean Construction	hh/m3	2.74	2.00

Figura 17. Parte diario CONCRETO. Propia, 2017.

4.3.5. Análisis de restricciones

Se empezará analizando la primera semana que es antes de aplicar la filosofía *Lean Construction*, luego la segunda y luego la tercera semana que es típica y después de haber aplicado la filosofía *Lean Construction*. La *Figura 19*, *Figura 20* y *Figura 21*, muestran las restricciones por las cuales se dejaría de cumplir la programación.

ACTIVIDAD	LOOK AHEAD PLANNING							ANÁLISIS DE RESTRICCIONES SEMANA 1													
	SEM 01							M. DE O.	MATERIAL	EQUIPOS	INFORMIA	ESPACIO	PROGRAMA	PERMISOS	C. EXT.	LIBERADO?	DESCRIPCIÓN	RESP.	FECHA	FALTA	ESTADO
	Mx	J	V	S	D	L	M														
	15	16	17	18	19	20	21														
ESTRUCTURA 1° PISO AL 5° PISO																					
Columnas - Acero	P1-S1	P1-S2						X	X											T	
Columnas - Encofrado	P1-S1	P1-S2																			
Columnas - Concreto		P1-S1	P1-S2																		
Columnas - Desencofrado			P1-S1	P1-S2																	
Placas - Acero	P1-S1	P1-S2						X	X											T	
Placas - Encofrado	P1-S1	P1-S2																			
Placas - Concreto		P1-S1	P1-S2																		
Placas - Desencofrado			P1-S1	P1-S2																	
Vigas - Encofrado				P1-S1			P1-S2														
Vigas - Acero							P1-S1	X	X											P	
Escaleras - Encofrado							P1-S1														
Escaleras - Acero							P1-S2														
Losas - Encofrado				P1-S1			P1-S2														
Losas - Acero							P1-S1	X	X											P	
Losas - Tensores							P1-S1														
Losas - Armadura activa							P1-S2														
Instalaciones Sanitarias / Instalaciones Eléctricas							P1-S2														
Vigas, Escaleras y Losas - Concreto							P1-S2														
Vigas, Escaleras y Losas - Tensado							P1-S2														
Vigas, Escaleras y Losas - Desencofrado							P1-S2														

Figura 19. Análisis de restricciones 1ra semana. Propia, 2017.

ACTIVIDAD	LOOK AHEAD PLANNING							ANÁLISIS DE RESTRICCIONES SEMANA 2													
	SEM 02							M. DE O.	MATERIAL	EQUIPOS	INFORMIA	ESPACIO	PROGRAMA	PERMISOS	C. EXT.	LIBERADO?	DESCRIPCIÓN	RESP.	FECHA	FALTA	ESTADO
	Mx	J	V	S	D	L	M														
	22	23	24	25	26	27	28														
ESTRUCTURA 1° PISO AL 5° PISO																					
Columnas - Acero			P2-S1	P2-S2				X						X						T	
Columnas - Encofrado			P2-S1	P2-S2																	
Columnas - Concreto				P2-S1			P2-S2														
Columnas - Desencofrado					P2-S1	P2-S2															
Placas - Acero			P2-S1	P2-S2				X						X						T	
Placas - Encofrado			P2-S1	P2-S2																	
Placas - Concreto				P2-S1			P2-S2														
Placas - Desencofrado					P2-S1		P2-S2														
Vigas - Encofrado							P2-S1														
Vigas - Acero							P2-S2														
Escaleras - Encofrado							P2-S2														
Escaleras - Acero	P1-S1	P1-S2						X						X						T	
Losas - Encofrado							P2-S1														
Losas - Acero																					
Losas - Tensores																					
Losas - Armadura activa	P1-S1	P1-S2																			
Instalaciones Sanitarias / Instalaciones Eléctricas	P1-S1	P1-S2												X						T	
Vigas, Escaleras y Losas - Concreto																					
Vigas, Escaleras y Losas - Tensado																					
Vigas, Escaleras y Losas - Desencofrado																					

Figura 20. Análisis de restricciones 2da semana. Propia, 2017.

ACTIVIDAD	LOOK AHEAD PLANNING							ANÁLISIS DE RESTRICCIONES SEMANA 3													
	SEM 03							M DE O	MATERIAL	EQUIPOS	INFORMACIÓN	ESPACIO	PROCEDIMIENTOS	PERMISOS	EXT.	LIBERADO?	DESCRIPCIÓN	RESP.	FECHA	FALTA	ESTADO
	Mx	J	V	S	D	L	M														
	29	30	31	1	2	3	4														
ESTRUCTURA 1° PISO AL 5° PISO																					
Columnas - Acero								P3-S2	P3-S2	X											T
Columnas - Encofrado								P3-S1	P3-S2												
Columnas - Concreto								P3-S1													
Placas - Desencofrado																					
Placas - Acero								P3-S2	P3-S2	X											T
Placas - Encofrado								P3-S1	P3-S2												
Placas - Concreto								P3-S1													
Placas - Desencofrado																					
Vigas - Encofrado	P2-S2																				
Vigas - Acero	P2-S1									X											T
Vigas - Acero	P2-S2													X							T
Escaleras - Encofrado		P2-S1																			
Escaleras - Acero		P2-S2								X											T
Escaleras - Acero			P2-S1																		
Losas - Encofrado	P2-S3																				
Losas - Acero	P2-S1									X											T
Losas - Acero	P2-S2																				
Losas - Tensores		P2-S1																			
Losas - Tensores		P2-S2																			
Losas - Armadura activa			P2-S1																		
Losas - Armadura activa			P2-S2																		
Instalaciones Sanitarias / Instalaciones Eléctricas																					T
Instalaciones Sanitarias / Instalaciones Eléctricas														X							T
Fin de instalaciones sanitarias / instalaciones eléctricas																					
Vigas, Escaleras y Losas - Concreto																					
Vigas, Escaleras y Losas - Tensado	P1-S1																				
Vigas, Escaleras y Losas - Tensado	P1-S2																				
Vigas, Escaleras y Losas - Tensado		P1-S1																			
Vigas, Escaleras y Losas - Tensado			P1-S1																		
Vigas, Escaleras y Losas - Desencofrado																					

Figura 21. Análisis de restricciones 3ra semana (típica). Propia, 2017.

En nuestro caso clasificaremos las restricciones según como se indica a continuación:

Trabajo previo	Partidas antecesoras sin culminarse para la continuación de los trabajos
Mano de obra	Cuadrillas sin la cantidad de obreros necesario
Material	requerimiento de material pendiente
Equipos y Herramientas	requerimiento de equipos y herramientas pendientes
Información	no se cuentan con detalles, sea planos, especificaciones, etc
Programación	no se cuenta o falta revision de programaciones
Espacio	no se cuenta con espacio fisico disponible para realizar los trabajos
Externo	agentes o motivos ajenos a la obra

Figura 22. Clasificación de Restricciones. Chávez y De la Cruz, 2014

Haciendo seguimiento continuo a las restricciones podemos obtener el gráfico donde se detalla la variación de estas a través del tiempo:

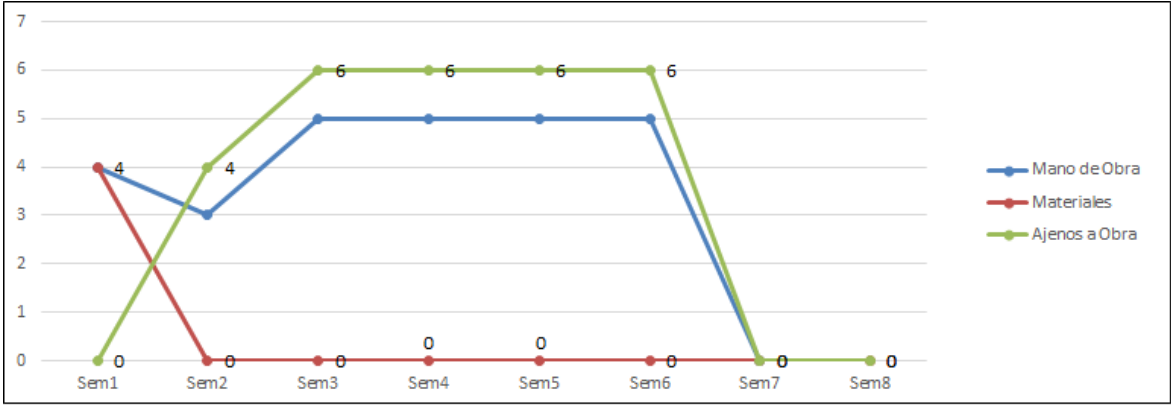


Figura 23. Variación de las restricciones de cada tipo con respecto al tiempo. Propia, 2017.

ACTIVIDAD	LOOK AHEAD PLANNING							CRONOGRAMA DE TAREAS COMPLETADAS							PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)						
	SEM 06							SEM 06							Programadas	Cumplidas	% PPC				
	Mx	J	V	S	D	L	M	Mx	J	V	S	D	L	M							
	19	20	21	22	23	24	25	19	20	21	22	23	24	25							
ESTRUCTURA 1° PISO AL 5° PISO																					
Columnas - Acero	P5-S1	P5-S2																2	0	0.00%	
Columnas - Encofrado	P5-S1	P5-S2																2	0	0.00%	
Columnas - Concreto		P5-S1	P5-S2															2	0	0.00%	
Columnas - Desencofrado			P5-S1	P5-S2														2	0	0.00%	
Placas - Acero	P5-S1	P5-S2																2	0	0.00%	
Placas - Encofrado	P5-S1	P5-S2																2	0	0.00%	
Placas - Concreto		P5-S1	P5-S2															2	0	0.00%	
Placas - Desencofrado			P5-S1	P5-S2														2	0	0.00%	
Vigas - Encofrado				P5-S1			P5-S2											2	0	0.00%	
Vigas - Acero							P5-S1	P5-S2										2	0	0.00%	
Escaleras - Encofrado								P5-S1	P5-S2									2	0	0.00%	
Escaleras - Acero								P5-S1	P5-S2									2	0	0.00%	
Losas - Encofrado				P5-S1			P5-S2											2	0	0.00%	
Losas - Acero							P5-S1	P5-S2										2	0	0.00%	
Losas - Tensores								P5-S1	P5-S2									2	0	0.00%	
Losas - Armadura activa								P5-S1	P5-S2									2	0	0.00%	
Instalaciones Sanitarias / Instalaciones Eléctricas								P5-S1	P5-S2									2	0	0.00%	
Vigas, Escaleras y Losas - Concreto									P5-S1	P5-S2								0	2		
Vigas, Escaleras y Losas - Tensado							P4-S1	P4-S2	P4-S1	P4-S2							P5-S1	P5-S2	4	4	100.00%
Vigas, Escaleras y Losas - Desencofrado							P4-S1	P4-S2	P4-S1	P4-S2							P5-S1	P5-S2	2	6	300.00%
																		40	12	30.00%	

Figura 30. PPC semana 6. Propia, 2017.

ACTIVIDAD	LOOK AHEAD PLANNING							CRONOGRAMA DE TAREAS COMPLETADAS							PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)						
	SEM 07							SEM 07							Programadas	Cumplidas	% PPC				
	Mx	J	V	S	D	L	M	Mx	J	V	S	D	L	M							
	26	27	28	29	30	1	2	26	27	28	29	30	1	2							
ESTRUCTURA 1° PISO AL 5° PISO																					
Columnas - Acero																			0	0	
Columnas - Encofrado																			0	0	
Columnas - Concreto																			0	0	
Columnas - Desencofrado																			0	0	
Placas - Acero																			0	0	
Placas - Encofrado																			0	0	
Placas - Concreto																			0	0	
Placas - Desencofrado																			0	0	
Vigas - Encofrado																			0	0	
Vigas - Acero																			0	0	
Escaleras - Encofrado																			0	0	
Escaleras - Acero																			0	0	
Losas - Encofrado																			0	0	
Losas - Acero																			0	0	
Losas - Tensores																			0	0	
Losas - Armadura activa																			0	0	
Instalaciones Sanitarias / Instalaciones Eléctricas																			0	0	
Vigas, Escaleras y Losas - Concreto	P5-S1	P5-S2																	2	0	0.00%
Vigas, Escaleras y Losas - Tensado								P5-S1	P5-S2	P5-S1	P5-S2								4	0	0.00%
Vigas, Escaleras y Losas - Desencofrado	P4-S1	P4-S2						P5-S1	P5-S2	P5-S1	P5-S2								4	0	0.00%
																			10	0	0.00%

Figura 31. PPC semana 7. Propia, 2017.

ACTIVIDAD	LOOK AHEAD PLANNING							CRONOGRAMA DE TAREAS COMPLETADAS							PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)		
	SEM 08							SEM 08							Programadas	Cumplidas	% PPC
	Mx	J	V	S	D	L	M	Mx	J	V	S	D	L	M			
3	4	5	6	7	8	9	3	4	5	6	7	8	9				
ESTRUCTURA 1° PISO AL 5° PISO																	
Columnas - Acero																0	0
Columnas - Encofrado																0	0
Columnas - Concreto																0	0
Columnas - Desencofrado																0	0
Placas - Acero																0	0
Placas - Encofrado																0	0
Placas - Concreto																0	0
Placas - Desencofrado																0	0
Vigas - Encofrado																0	0
Vigas - Acero																0	0
Escaleras - Encofrado																0	0
Escaleras - Acero																0	0
Losas - Encofrado																0	0
Losas - Acero																0	0
Losas - Tensores																0	0
Losas - Armadura activa																0	0
Instalaciones Sanitarias / Instalaciones Eléctricas																0	0
Vigas, Escaleras y Losas - Concreto																0	0
Vigas, Escaleras y Losas - Tensado																0	0
Vigas, Escaleras y Losas - Desencofrado																2	0
																2	0
																	0.00%
																	0.00%

Figura 32. PPC semana 8. Propia, 2017.

Finalmente se obtuvo el PPC de todas las semanas en estudio, las cuales se muestran:

Porcentaje de Plan Cumplido	Tareas Programadas	Tareas Cumplidas	PPC (%)	Tareas Programadas Acumuladas	Tareas Cumplidas Acumuladas	PPC (%) Acumulados
Semana 1	28	28	100.00%	28	28	100.00%
Semana 2	26	46	176.92%	54	74	137.04%
Semana 3	36	46	127.78%	90	120	133.33%
Semana 4	38	44	115.79%	128	164	128.13%
Semana 5	40	44	110.00%	168	208	123.81%
Semana 6	40	12	30.00%	208	220	105.77%
Semana 7	10	0	0.00%	218	220	100.92%
Semana 8	2	0	0.00%	220	220	100.00%

Figura 33. PPC del 1° piso al 5° piso. Propia, 2017.

El siguiente gráfico muestra el comportamiento a través del tiempo el cumplimiento de las partidas.

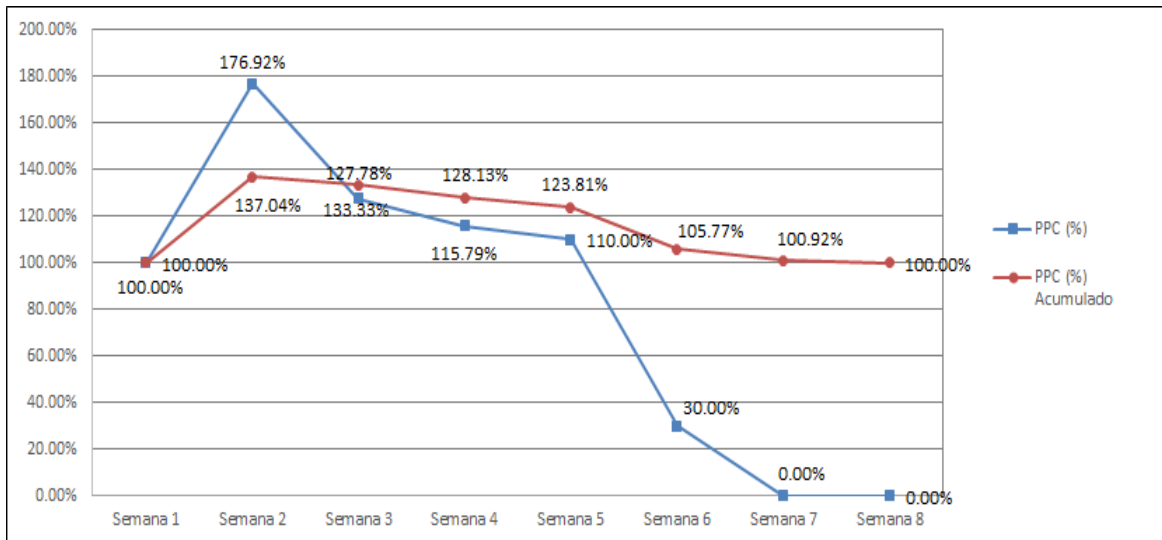


Figura 34. PPC del 1° piso al 5° piso, con respecto al tiempo. Propia, 2017.

4.4. RENDIMIENTO DE LAS CUENTAS DE CONTROL

4.4.1. Rendimiento de programación basado en costo

En caso de que el índice de rendimiento de programación basado en costos ($SPI_s = \text{valor ganado} / \text{valor planeado} = EV / VP$) presente una desviación de acuerdo con los niveles establecidos, el contratista EDIFICACIONES VENTURA SAC deberá informar al director del proyecto por parte de la Constructora Inmobiliaria Britania SAC, las causas de esta situación y presentar el plan de acción que seguirá para su corrección.

El valor ganado se obtiene de las valorizaciones semanales a nivel de costo directo. Estas valorizaciones se adjuntan en el Anexo 3. En la Figura 35, se detalla el resumen de las valorizaciones o valor ganado de obra (EV).

VALOR GANADO DE OBRA (EV) - COSTO DIRECTO

ESPECIALIDAD ESTRUCTURAS

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)
 Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima
 Periodo reporte: Del 15/03/2017 al 25/04/2017
 Moneda: Soles S/.
 Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.
 Supervisión: -
 Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.
 Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

Hoja N°: 1
 Fecha: 25/04/2017

CUADRO DE VALOR GANADO DE OBRA						
FECHA	DESCRIPCION	C.D. (S/.)	% RELATIVO	C.D. ACUM. (S/.)	% ACUM.	
21/03/2017	VALORIZACIÓN N°1	54,471.95	21.68%	54,471.95	21.68%	
28/03/2017	VALORIZACIÓN N°2	40,839.47	16.26%	95,311.42	37.94%	
04/04/2017	VALORIZACIÓN N°3	51,929.30	20.67%	147,240.72	58.61%	
11/04/2017	VALORIZACIÓN N°4	56,777.14	22.60%	204,017.86	81.21%	
18/04/2017	VALORIZACIÓN N°5	36,498.23	14.53%	240,516.09	95.74%	
25/04/2017	VALORIZACIÓN N°6	10,697.74	4.26%	251,213.83	100.00%	

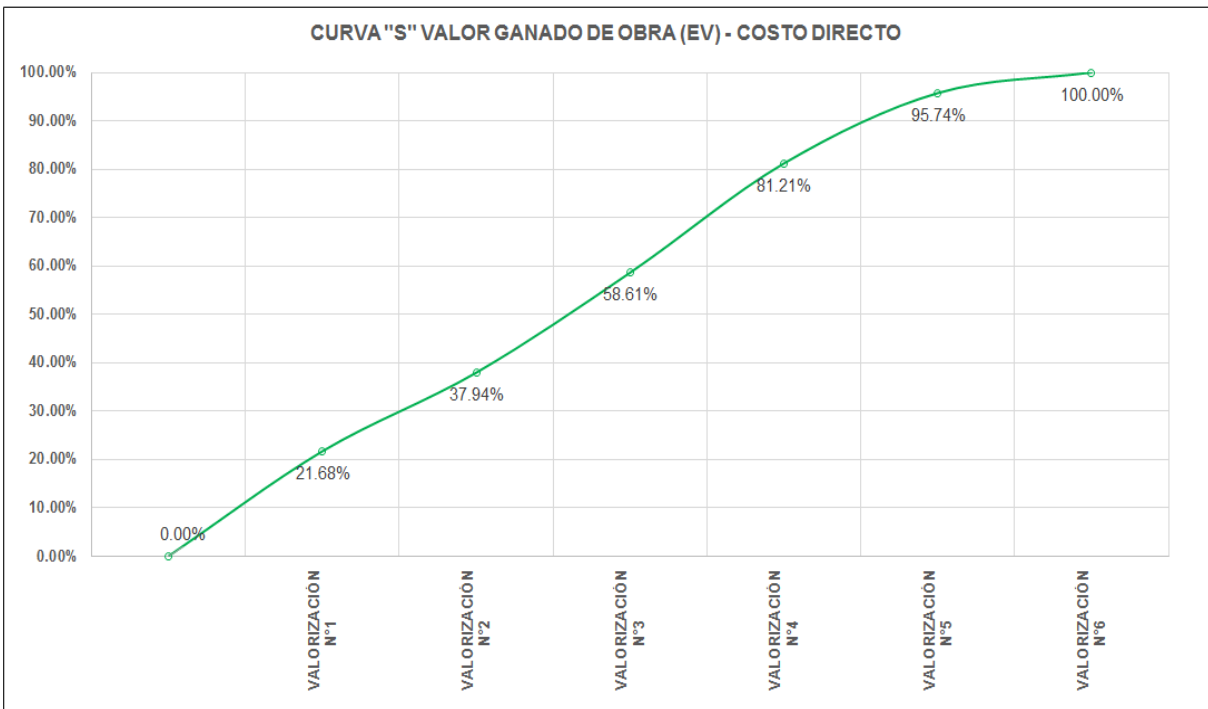


Figura 35. Resumen semanal Valor Ganado de Obra (EV). Propia, 2017.

El valor planificado se obtiene del cronograma planificado de obra semanal, a nivel de costo directo. En la Figura 36, se detalla el resumen de los valores planificados de obra por semana (VP).

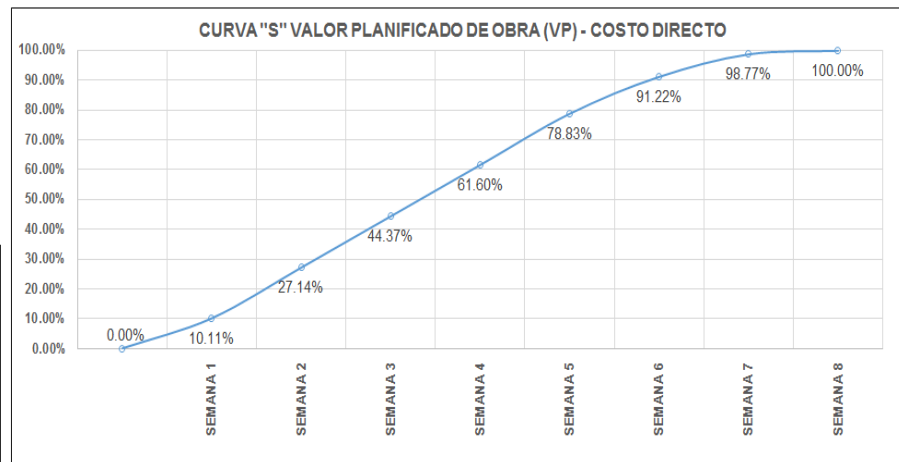
VALOR PLANIFICADO DE OBRA (VP) - COSTO DIRECTO

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)
 Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima
 Periodo reporte: Del 15/03/2017 al 03/05/2017
 Moneda: Soles S/
 Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.
 Supervisión: -
 Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.
 Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

Hoja N°: 1
 Fecha: 21/03/2017

VALOR PLANIFICADO DE OBRA (VP) - COSTO DIRECTO					
FECHA	DESCRIPCION	C.D. (S/.)	% RELATIVO	C.D. ACUM. (S/.)	% ACUM.
21/03/2017	SEMANA 1	25,397.81	10.11%	25,397.81	10.11%
28/03/2017	SEMANA 2	42,788.10	17.03%	68,185.91	27.14%
04/04/2017	SEMANA 3	43,283.10	17.23%	111,469.01	44.37%
11/04/2017	SEMANA 4	43,283.10	17.23%	154,752.11	61.60%
18/04/2017	SEMANA 5	43,283.10	17.23%	198,035.21	78.83%
25/04/2017	SEMANA 6	31,118.83	12.39%	229,154.04	91.22%
02/05/2017	SEMANA 7	18,978.78	7.55%	248,132.82	98.77%
09/05/2017	SEMANA 8	3,080.63	1.23%	251,213.45	100.00%



PRESUPUESTO CONTRACTUAL						CUADRO DE VALOR PLANIFICADO DE OBRA (VP) - COSTO DIRECTO									
ITEM	DESCRIPCION	UND.	METRADO	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)	MES 1			MES 2				PARCIAL (S/.)		
						SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7		SEMANA 8	
01.00.00	CONCRETO ARMADO														
01.01.00	COLUMNAS														
01.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'c= 210 kg/cm2 EN COLUMNAS	m3	39.78	31.00	1,233.19	198.90	238.68	238.68	238.68	238.68	79.56	-	-	1,233.18	
01.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA COLUMNAS (INCLUYE EQUIPO ME	m2	281.22	40.00	11,248.90	1,933.41	2,109.18	2,109.18	2,109.18	2,109.18	878.82	-	-	11,248.95	
01.01.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS	kg	13,490.17	0.83	11,196.84	2,167.14	2,167.14	2,167.14	2,167.14	2,167.14	361.19	-	-	11,196.89	
01.02.00	PLACAS														
01.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'c= 210 kg/cm2 EN PLACAS	m3	130.38	31.00	4,041.79	651.90	782.28	782.28	782.28	782.28	260.76	-	-	4,041.78	
01.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PLACAS (INCLUYE EQUIPO METÁ	m2	1,060.31	40.00	42,412.50	7,289.65	7,952.34	7,952.34	7,952.34	7,952.34	3,313.48	-	-	42,412.49	
01.02.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS	kg	12,812.50	0.83	10,634.38	2,058.24	2,058.24	2,058.24	2,058.24	2,058.24	343.04	-	-	10,634.24	
01.03.00	VIGAS														
01.03.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'c= 210 kg/cm2 EN VIGAS	m3	121.47	31.00	3,765.54	-	627.60	753.12	753.12	753.12	753.12	125.52	-	3,765.60	
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VIGAS	m2	960.88	40.00	38,435.02	2,882.64	5,765.28	5,765.28	5,765.28	5,765.28	5,765.28	5,765.28	960.88	38,435.20	
01.03.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS	kg	21,210.67	0.83	17,604.85	1,173.66	3,520.98	3,520.98	3,520.98	3,520.98	2,347.32	-	-	17,604.90	
01.04.00	LOSAS POSTENSADAS														
01.04.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'c= 210 kg/cm2 EN LOSAS POSTENSADAS	m3	343.11	31.00	10,636.33	-	1,772.70	2,127.24	2,127.24	2,127.24	2,127.24	354.54	-	10,636.20	
01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSAS POSTENSADAS TR	m2	1,906.15	42.00	80,058.41	6,004.38	12,008.76	12,008.76	12,008.76	12,008.76	12,008.76	12,008.76	2,001.46	80,058.40	
01.04.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS POSTENSADAS	kg	16,619.40	0.83	13,794.10	919.60	2,758.80	2,758.80	2,758.80	2,758.80	1,839.20	-	-	13,794.00	
01.05.00	ESCALERAS														
01.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO F'c= 210 kg/cm2 EN ESCALERAS	m3	14.46	31.00	448.34	-	74.70	89.64	89.64	89.64	89.64	14.94	-	448.20	
01.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS	m2	121.49	37.00	4,495.13	118.29	709.74	709.74	709.74	709.74	709.74	709.74	118.29	4,495.02	
01.05.03	ACERO fy=4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg	1,456.07	0.83	1,208.53	-	241.68	241.68	241.68	241.68	241.68	-	-	1,208.40	
COSTO DIRECTO						S/. 251,213.85	S/. 25,397.81	S/. 42,788.10	S/. 43,283.10	S/. 43,283.10	S/. 43,283.10	S/. 31,118.83	S/. 18,978.78	S/. 3,080.63	S/. 251,213.45
						10.11%	17.03%	17.23%	17.23%	17.23%	12.39%	7.55%	1.23%		

Figura 36. Resumen semanal Valor Planeado de Obra (VP). Propia, 2017.

4.4.2. Rendimiento de programación basado en tiempo

En caso de que el índice de rendimiento de programación basado en tiempo ($SPI_t = \text{programación ganada} / \text{tiempo real}$) presente una desviación de acuerdo con los niveles establecidos, el contratista EDIFICACIONES VENTURA SAC deberá informar al director del proyecto por parte de la Constructora Inmobiliaria Britania SAC, las causas de esta situación y presentar el plan de acción que seguirá para su corrección.

El costo real se obtiene de lo que se va gastando en los recursos de obra cada semana, a nivel de costo directo. En la *Figura 37*, se detalla el resumen de los costos reales de obra por semana (AC).

COSTO REAL DE OBRA (AC) - COSTO DIRECTO

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)
 Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima
 Periodo reporte: Del 15/03/2017 al 25/04/2017
 Moneda: Soles S/.
 Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.
 Supervisión: -
 Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.
 Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

Hoja N°: 1
 Fecha: 25/04/2017

COSTO REAL DE OBRA (AC) - COSTO DIRECTO						
FECHA	DESCRIPCION	C.D. (S/.)	% RELATIVO	C.D. ACUM. (S/.)	% ACUM.	
21/03/2017	SEMANA 1	32,657.80	13.00%	32,657.80	13.00%	
28/03/2017	SEMANA 2	55,267.05	22.00%	87,924.85	35.00%	
04/04/2017	SEMANA 3	55,267.05	22.00%	143,191.89	57.00%	
11/04/2017	SEMANA 4	57,779.19	23.00%	200,971.08	80.00%	
18/04/2017	SEMANA 5	37,682.08	15.00%	238,653.16	95.00%	
25/04/2017	SEMANA 6	12,560.69	5.00%	251,213.85	100.00%	

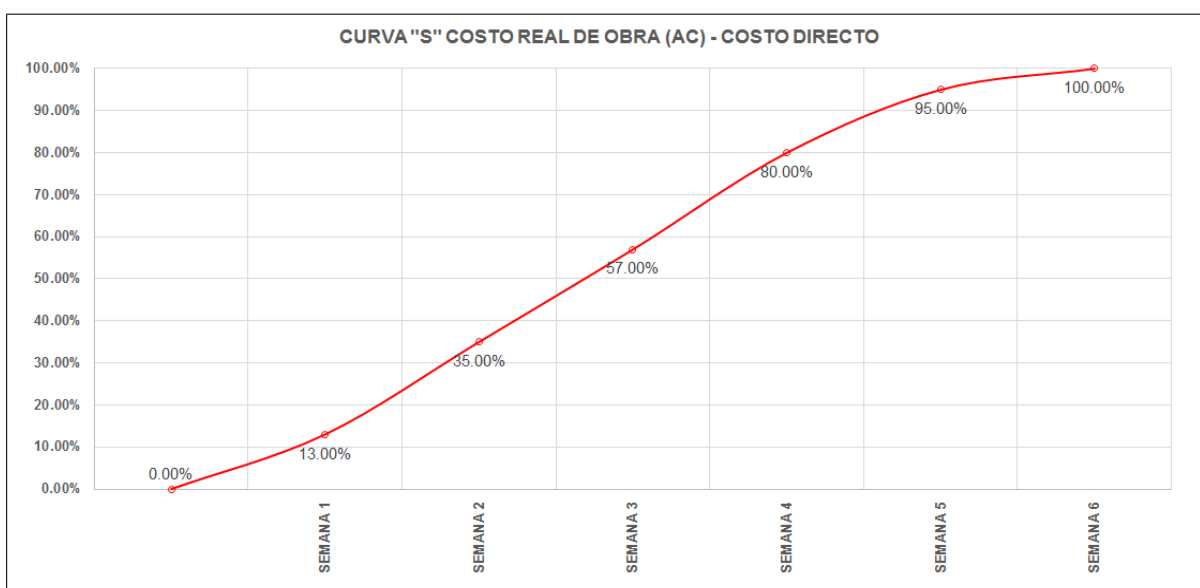


Figura 37. Resumen semanal Costo Real de Obra (AC). Propia, 2017.

Desagregando la curva de la *Figura 37*, considerando la partida CONCRETO, obtenemos las curvas "S" de mano de obra medidos en horas hombre (HH) y concreto premezclado $f'c=210\text{Kg/cm}^2$ medidos en m^3 ; tal y como, lo muestra la siguiente figura:

CONCRETO		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
Maestro (HH)		16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Capataz (HH)		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Operario (HH)		56.00	32.00	104.00	88.00	84.00	82.00
Oficial (HH)		100.00	102.00	32.00	101.00	84.00	84.00
Peón (HH)		102.00	94.00	64.00	96.00	82.00	82.00
TOTAL M.O. (HH)		274.00	244.00	216.00	301.00	266.00	264.00
TOTAL ACUMULADO M.O. (HH)	-	274.00	518.00	734.00	1,035.00	1,301.00	1,565.00
Concreto Columnas (m3)		7.96	7.96	7.96	15.91	-	-
Concreto Placas (m3)		26.08	26.08	26.08	52.15	-	-
Concreto Losas y Escaleras (m3)		28.90	42.62	143.02	71.51	71.51	-
Concreto Vigas (m3)		12.15	12.15	48.59	24.29	24.29	-
TOTAL E.M. (m3)		75.09	88.81	225.65	163.86	95.80	-
TOTAL ACUMULADO E.M. (m3)	-	75.09	163.90	389.55	553.41	649.21	649.21

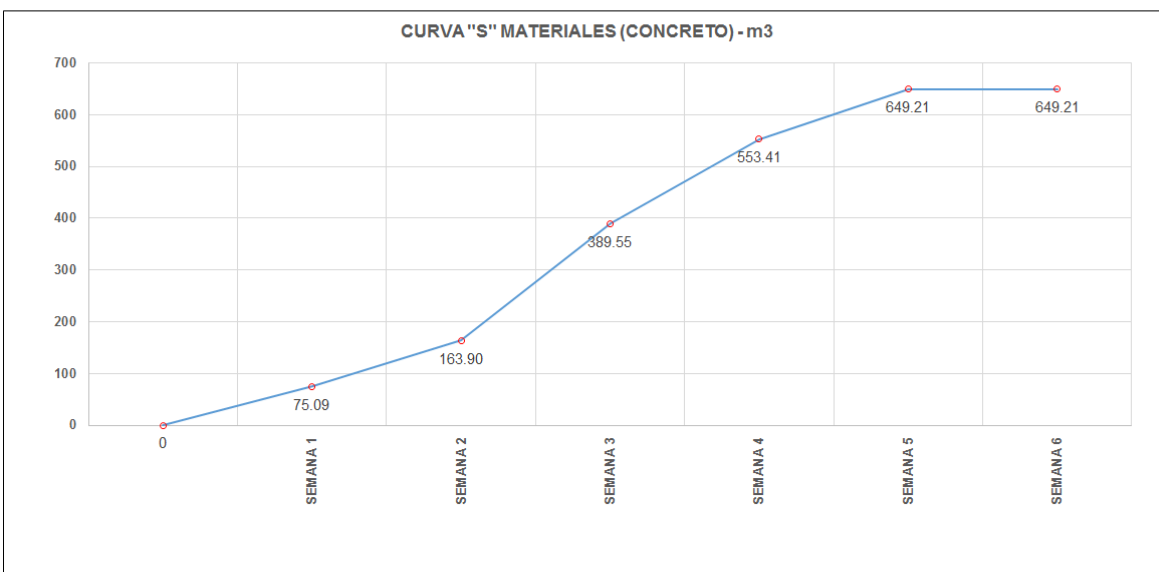
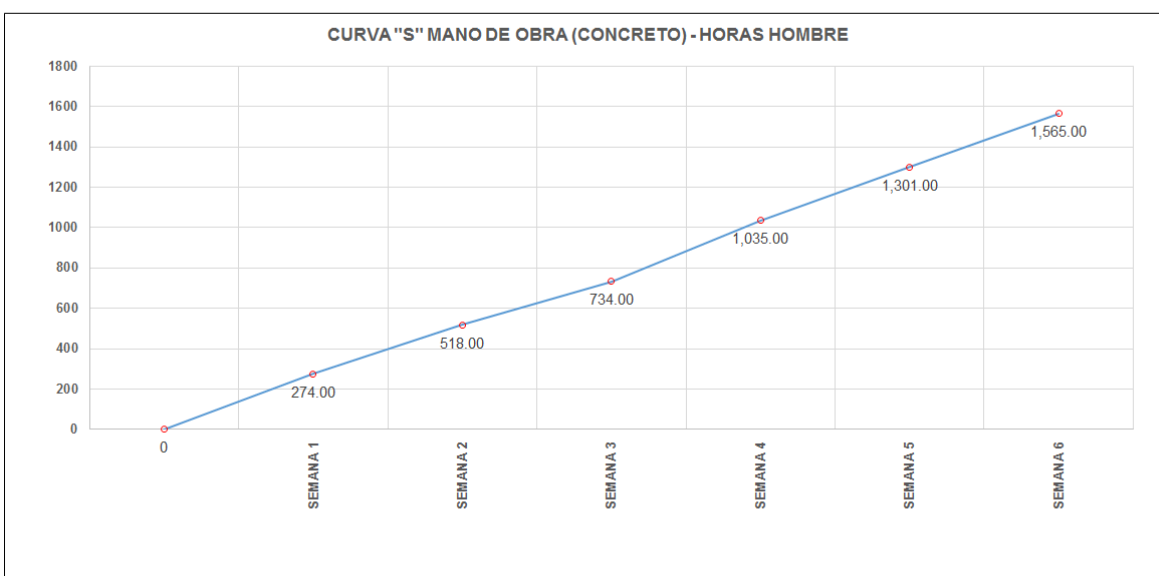


Figura 37a. Desagregado CONCRETO del resumen semanal AC. Propia, 2017.

Desagregando la curva de la *Figura 37*, considerando la partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, obtenemos las curvas "S" de mano de obra medidos en horas hombre (HH) y encofrado metálico medidos en toneladas; tal y como, lo muestra la siguiente figura:

ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
Maestro (HH)	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Capataz (HH)	54.00	54.00	52.00	53.00	52.00	52.00
Operario (HH)	516.00	509.00	482.00	467.50	411.00	500.00
Oficial (HH)	105.00	106.00	100.00	106.00	93.00	100.00
Peón (HH)	439.00	443.00	422.00	341.50	293.00	416.00
TOTAL M.O. (HH)	1,130.00	1,128.00	1,072.00	984.00	865.00	1,084.00
TOTAL ACUMULADO M.O. (HH)	-	1,130.00	2,258.00	3,330.00	4,314.00	5,179.00
Encofrado Columnas (Ton)	8.81	5.82	5.82	5.82	-	-
Encofrado Placas (Ton)	1.60	2.14	2.14	2.14	-	-
Encofrado Losas (Ton)	2.84	2.84	2.84	2.84	2.84	-
Encofrado Vigas (Ton)	2.69	2.69	2.69	2.69	2.69	-
TOTAL E.M. (Ton)	15.93	13.49	13.49	13.49	5.52	-
TOTAL ACUMULADO E.M. (Ton)	-	15.93	29.41	42.90	56.39	61.91

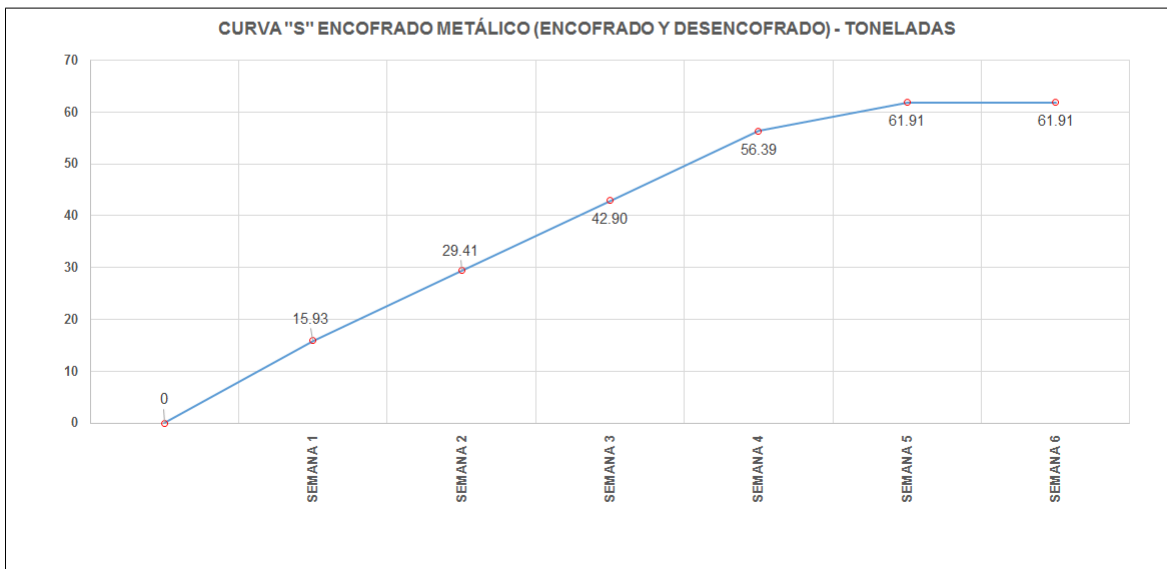
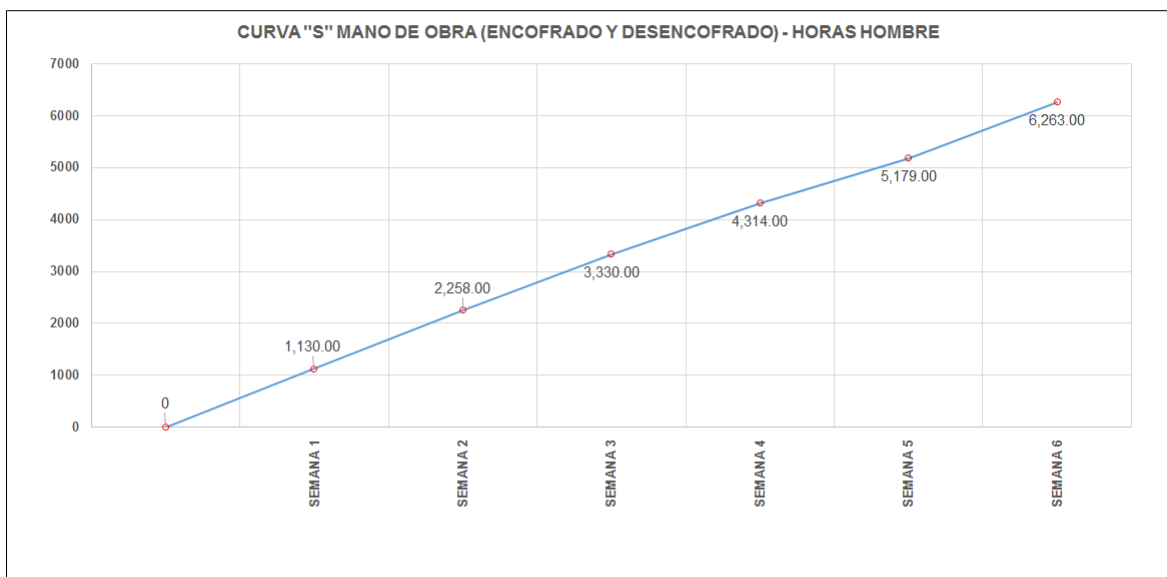


Figura 37b. Desagregado ENCOFRADO Y DESENCOFR. del resumen semanal AC. Propia, 2017.

Desagregando la curva de la *Figura 37*, considerando la partida ACERO, obtenemos las curvas "S" de mano de obra medidos en horas hombre (HH) y Acero $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$ grado 60; tal y como, lo muestra la siguiente figura:

ACERO	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	
Maestro (HH)	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	
Capataz (HH)	51.00	54.00	50.00	50.00	51.00	50.00	
Operario (HH)	295.00	306.00	248.00	332.00	303.00	342.00	
Oficial (HH)	51.00	42.00	49.00	42.00	50.00	50.00	
Peón (HH)	163.00	153.00	150.00	142.00	136.00	242.00	
TOTAL M.O. (HH)	576.00	571.00	513.00	582.00	556.00	700.00	
TOTAL ACUMULADO M.O. (HH)	-	576.00	1,147.00	1,660.00	2,242.00	2,798.00	3,498.00
Acero Columnas (Ton)	2.70	2.70	2.70	5.40	-	-	
Acero Placas (Ton)	2.56	2.56	2.56	5.13	-	-	
Acero Losas y Escaleras (Ton)	0.00	10.06	2.62	2.78	2.62	-	
Acero Vigas (Ton)	0.00	12.09	2.97	3.18	2.97	-	
TOTAL E.M. (Ton)	5.26	27.41	10.85	16.49	5.59	-	
TOTAL ACUMULADO E.M. (Ton)	-	5.26	32.67	43.51	60.00	65.59	65.59

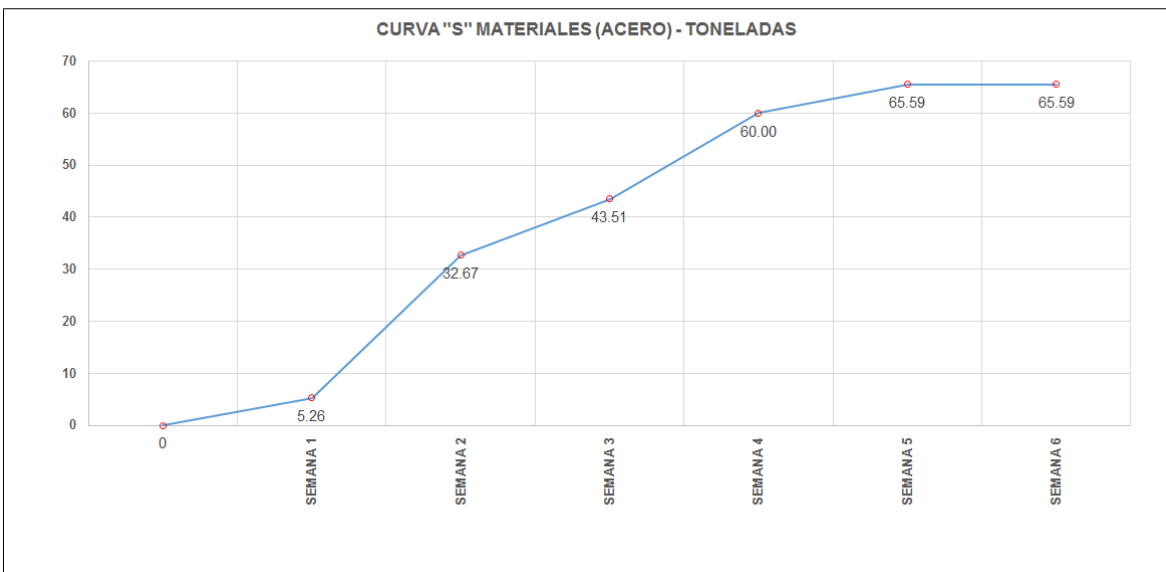
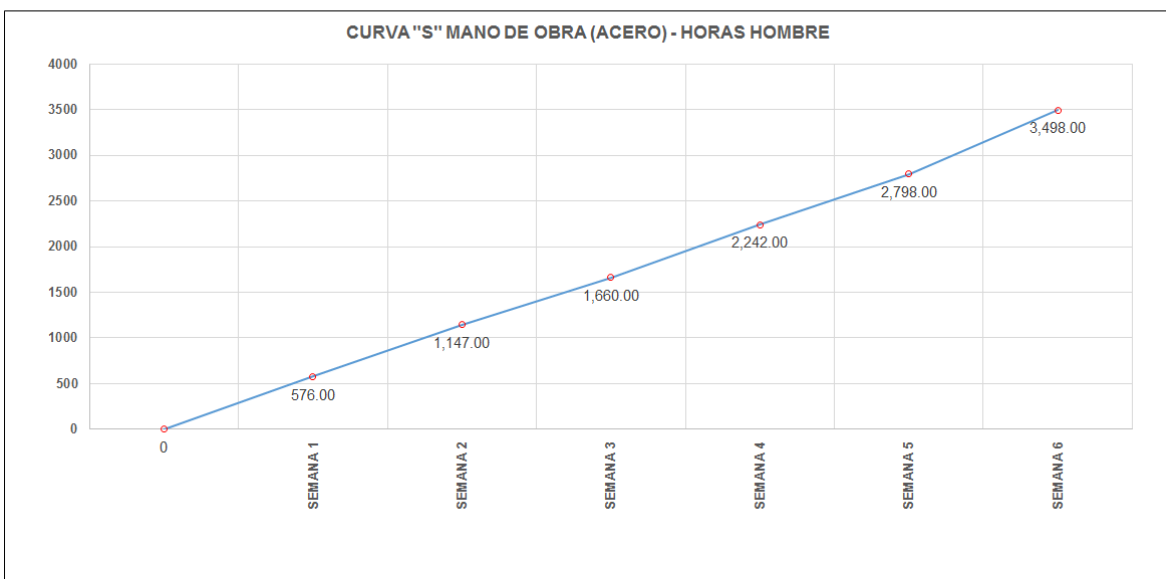


Figura 37c. Desagregado ACERO del resumen semanal AC. Propia, 2017.

4.4.3. Rendimiento de costos

En caso de que el índice de rendimiento de costos (CPI = valor ganado / costo real = EV/ AC) presente una desviación de acuerdo con los niveles establecidos, el contratista EDIFICACIONES VENTURA SAC deberá informar al director del proyecto por parte de la Constructora Inmobiliaria Britania SAC, las causas de esta situación y presentar el plan de acción que seguirá para su corrección.

La siguiente figura, muestra los niveles de desviación de los índices de rendimiento: $SPI_{\$}$, $SPI_{(t)}$, y CPI.

Nivel de Desviación del Rendimiento	$SPI_{(\$)}$	$SPI_{(t)}$	CPI
Sin Desviación	$0.95 < SPI_{(\$)} < 1.05$	$0.95 < SPI_{(t)} < 1.05$	$0.99 < CPI < 1.01$
Con Desviación Baja	$0.90 < SPI_{(\$)} \leq 0.95$ ó $1.05 \leq SPI_{(\$)} < 1.10$	$0.90 < SPI_{(t)} \leq 0.95$ ó $1.05 \leq SPI_{(t)} < 1.10$	$0.98 < CPI \leq 0.99$ ó $1.01 \leq CPI < 1.02$
Con Desviación Media	$0.85 < SPI_{(\$)} \leq 0.90$ ó $1.10 \leq SPI_{(\$)} < 1.15$	$0.85 < SPI_{(t)} \leq 0.90$ ó $1.10 \leq SPI_{(t)} < 1.15$	$0.97 < CPI \leq 0.98$ ó $1.02 \leq CPI < 1.03$
Con Desviación Alta	$SPI_{(\$)} \leq 0.85$ ó $SPI_{(\$)} \geq 1.15$	$SPI_{(t)} \leq 0.85$ ó $SPI_{(t)} \geq 1.15$	$CPI \leq 0.97$ ó $CPI \geq 1.03$

Figura 38. Niveles de Desviación de los Rendimientos. Propia, 2017.

La Figura 39, detalla el resumen de los índices de rendimiento obtenidos, a través de un formato de panel de control de la obra. Este panel muestra las curvas “S” del Valor Ganado (EV), Valor Planificado (VP), Costo Real (AC), por semana. Además muestra el gráfico de cómo van variando los índices de rendimiento a través de las semanas.

PANEL DE CONTROL - RESUMEN

DATOS GENERALES

Proyecto: Trabajos de Estructura del 1° al 5° piso (Solo mano de Obra)
 Ubicación: Av. Caminos del Inca 390 , urb. Chacarilla del Estanque - dist. Santiago de Surco, prov. y dpto. Lima
 Periodo reporte: Del 15/03/2017 al 09/05/2017
 Moneda: Soles S/.
 Cliente: Constructora Inmobiliaria Britania S.A.C.
 Supervisión: -
 Contratista: EDIFICACIONES VENTURA S.A.C.
 Elaborado por: Ing. Jaisen Ascencios Picón

Hoja N°: 1
 Fecha: 09/05/2017

PANEL DE CONTROL - RESUMEN							
FECHA	DESCRIPCION	E.V. (%)	V.P. (%)	A.C. (%)	CPI	SPI _s	SPI _t
21/03/2017	SEMANA 1	21.68%	10.11%	13.00%	1.67	2.14	1.55
28/03/2017	SEMANA 2	37.94%	27.14%	35.00%	1.08	1.40	1.36
04/04/2017	SEMANA 3	58.61%	44.37%	57.00%	1.03	1.32	1.40
11/04/2017	SEMANA 4	81.21%	61.60%	80.00%	1.02	1.32	1.46
18/04/2017	SEMANA 5	95.74%	78.83%	95.00%	1.01	1.21	1.37
25/04/2017	SEMANA 6	100.00%	91.22%	100.00%	1.00	1.10	1.30
02/05/2017	SEMANA 7	0.00%	98.77%	0.00%	0.00	0.00	0.00
09/05/2017	SEMANA 8	0.00%	100.00%	0.00%	0.00	0.00	0.00

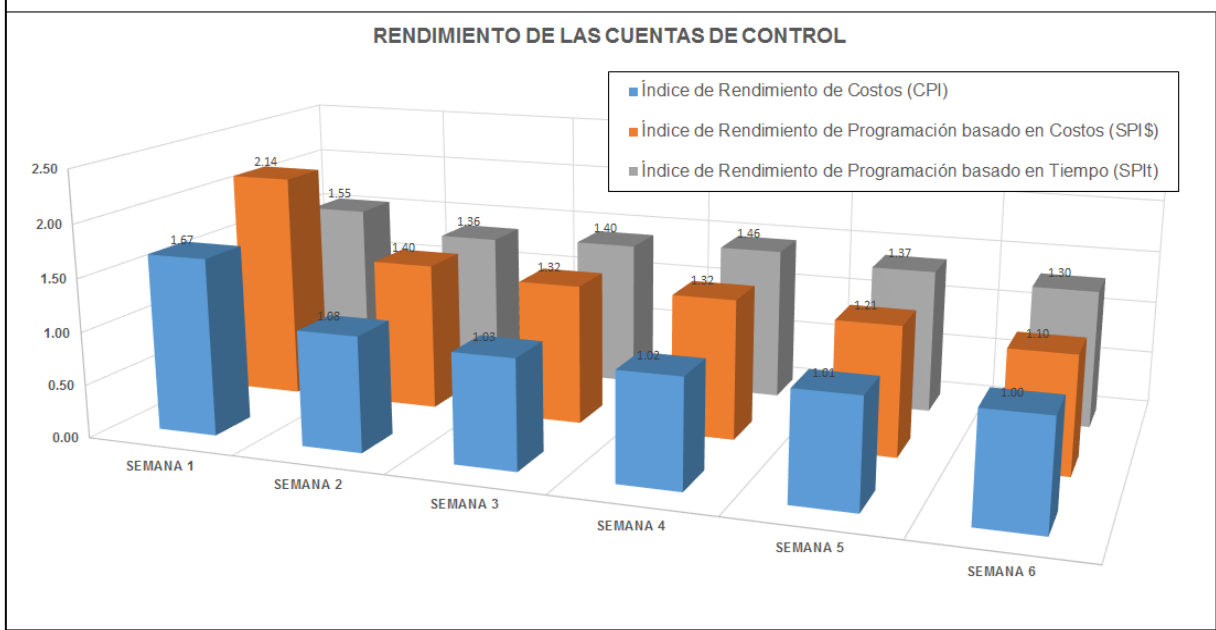
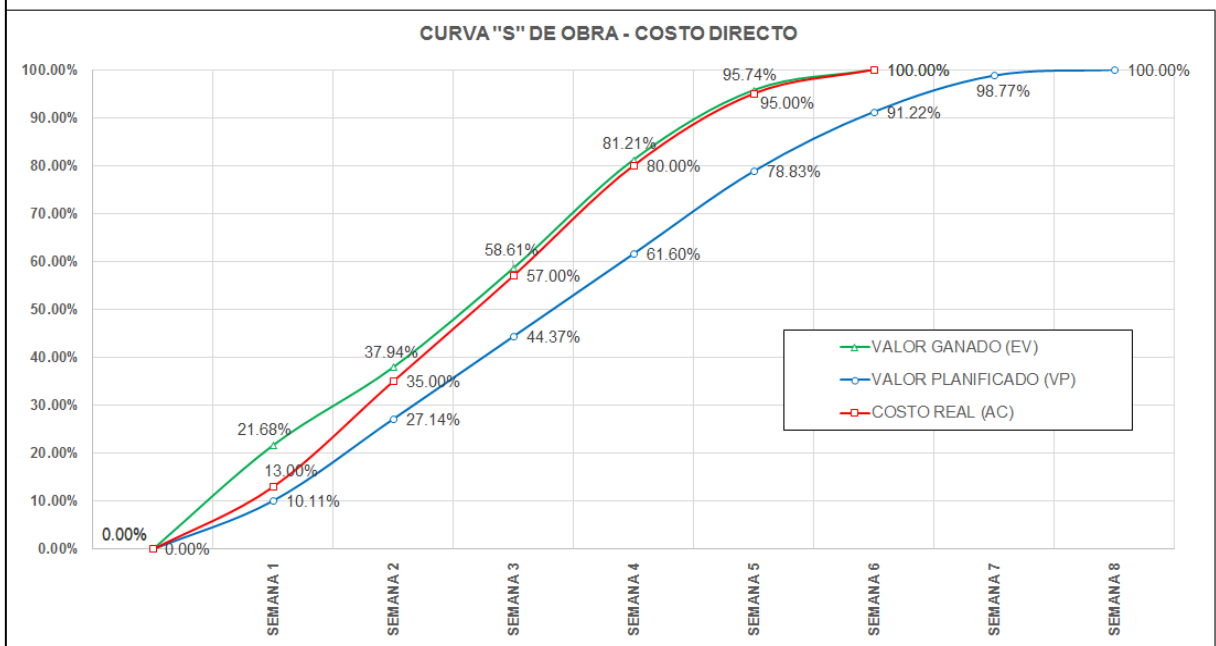


Figura 39. Resumen Panel de Control. Propia, 2017.

V. DISCUSIÓN

5.1. HERRAMIENTAS LPDS

Del presupuesto para el ISP que se muestra en la *Tabla 7*, tomamos las partidas resúmenes y los META (HH); y del informe de producción correspondiente al acumulado actual de la semana 6, que se muestra en la *Tabla 14*, tomamos los valores de REAL (HH). Resulta la siguiente tabla:

Tabla 31. Ahorro de HH de acuerdo a partidas resúmenes

DESCRIPCIÓN	META (HH)	REAL (HH)	VAR (HH)
CONCRETO	1,779.13	1,626.00	153.13
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	7,541.10	5,855.00	1,686.10
ACERO	4,414.91	3,133.00	1,281.91

Fuente: Elaboración propia.

La *Tabla 31*, en líneas generales nos muestra un ahorro total de horas hombre igual a 3,121.14 HH, correspondiente a los cinco primeros pisos.

De las curvas de productividad que se muestran en la *Tabla 15*, la *Tabla 16* y la *Tabla 17* de las partidas resúmenes de CONCRETO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO y ACERO respectivamente, se aprecia que los rendimientos semanales acumulados, al inicio de la obra en las partidas concreto y acero, están por encima del rendimiento de presupuesto (Rendimiento Meta para fines prácticos). Si tomamos los valores de VAR (HH) y CPI correspondiente al acumulado actual de la semana 1 de la *Tabla 9* para las partidas resúmenes mencionados, resulta la siguiente tabla:

Tabla 32. Desperdicio de mano de obra en la primera semana para el CONCRETO y ACERO

DESCRIPCIÓN	VAR (HH)	CPI
CONCRETO	(77.26)	0.73
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	770.10	1.61
ACERO	(223.90)	0.61

Fuente: Elaboración propia.

Con la información obtenida de la *Tabla 32*, nos damos cuenta que es necesario realizar un análisis del comportamiento de estas dos partidas (acero y concreto, porque encofrado empieza bien) en el inicio de la semana. Mediante cartas balance e índices generales de actividad, se ha logrado comparar resultados de la distribución del trabajo antes y después de aplicar la filosofía *Lean Construction*. Para esto se ha comparado cuantitativamente los resultados de la *Tabla 19* vs la *Tabla 21*; y los resultados de la *Tabla 24* vs la *Tabla 25*, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 33. Comparando antes y después de aplicar *Lean Construction* en la primera semana para el CONCRETO y ACERO

DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO						
DESCRIPCIÓN	ANTES DE LEAN CONSTRUCTION			DESPUÉS DE LEAN CONSTRUCTION		
	T.P.	T.C.	T.N.C.	T.P.	T.C.	T.N.C.
ACERO	48.96%	35.64%	15.40%	58.48%	31.31%	10.21%
CONCRETO	47.65%	35.88%	16.47%	56.47%	31.76%	11.76%

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como muestra la *Tabla 33*, hemos logrado mejorar la productividad de la partida ACERO en la segunda semana, aumentando el trabajo productivo en casi 10%. De igual manera hemos logrado mejorar la productividad de la partida CONCRETO en la segunda semana, aumentando el trabajo productivo en casi 11%.

Esta mejora se logra apreciar en las curvas de productividad que se muestran en la *Tabla 15* y *Tabla 17*. Si tomamos los valores de VAR (HH) y CPI correspondiente al acumulado actual de la semana 2 de la *Tabla 10* para las partidas mencionadas, resulta la siguiente tabla:

Tabla 34. Mejora del recurso mano de obra en la segunda semana para el CONCRETO y ACERO

DESCRIPCIÓN	VAR (HH)	CPI
CONCRETO	(77.91)	0.85
ACERO	1,052.86	1.92

Fuente: Elaboración propia.

La *Tabla 34*, nos muestra un incremento del CPI para las dos partidas resúmenes, con eso se constata que la productividad ha mejorado al aplicar la filosofía Lean Construction.

De la curva de productividad que se muestran en la *Tabla 16* de la partida resumen ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, se aprecia que el rendimiento semanal, en la segunda semana, está por encima del rendimiento de presupuesto (Rendimiento Meta para fines prácticos). Si tomamos los valores de VAR (HH) y CPI correspondiente al acumulado actual de la semana 2 de la *Tabla 10*, resulta la siguiente tabla:

Tabla 35. Mano de obra en la segunda semana para el ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

DESCRIPCIÓN	VAR (HH)	CPI
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	304.29	1.13

Fuente: Elaboración propia.

Con la información obtenida de la *Tabla 17* (rendimiento semanal) y la *Tabla 35*, nos damos cuenta que es necesario realizar un análisis del comportamiento de esta partida (encofrado y desencofrado) en la segunda semana para mejorar la productividad en las siguientes. Mediante carta balance e índice general de actividad, se ha logrado comparar resultados de la distribución del trabajo antes y después de aplicar la filosofía Lean Construction. Para esto se ha comparado cuantitativamente los resultados de la *Tabla 27* vs la *Tabla 29*, obteniendo la siguiente tabla:

Tabla 36. Comparando antes y después de aplicar Lean Construction en la primera semana para el ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

DESCRIPCIÓN	DISTRIBUCIÓN DEL TRABAJO					
	ANTES DE LEAN CONSTRUCTION			DESPUÉS DE LEAN CONSTRUCTION		
	T.P.	T.C.	T.N.C.	T.P.	T.C.	T.N.C.
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	38.24%	41.18%	20.58%	54.41%	39.71%	5.88%

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como muestra la *Tabla 36*, hemos logrado mejorar la productividad de la partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO en la tercera semana, aumentando el trabajo productivo en casi 16%.

Esta mejora se logra apreciar en la curva de productividad que se muestran en la *Tabla 16*. Si tomamos los valores de VAR (HH) y CPI correspondiente al acumulado actual de la semana 3 de la *Tabla 11* para las partidas mencionadas, resulta la siguiente tabla:

Tabla 37. Mejora del recurso mano de obra en la tercera semana para el ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

DESCRIPCIÓN	VAR (HH)	CPI
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	756.13	1.22

Fuente: Elaboración propia.

La *Tabla 37*, nos muestra un incremento del CPI para esta partida resumen, con eso se constata que la productividad ha mejorado al aplicar la filosofía Lean Construction.

5.2. HERRAMIENTAS LPS

Del Porcentaje del Plan Cumplido o PPC que se muestra en la *Figura 35*, se observa que en la primera semana las tareas cumplidas son iguales a las programadas. A partir de la segunda semana hasta la cuarta semana las tareas cumplidas son mayores a las tareas programadas; y que además las tareas cumplidas llegan a ser cero en la semana 7 (no hay tareas que ejecutar a partir de la semana 7). Esto nos da a entender que hemos logrado terminar dos semanas antes del plazo programado.

5.3. RENDIMIENTO DE LAS CUENTAS DE CONTROL

Comparando la *Figura 38* vs la *Figura 39*, se observa que el SPI_t presenta niveles de desviación alta a favor del contratista en todas las semanas. El SPI_{\$} presenta niveles de desviación alto a favor del contratista en las cinco

primeras semanas y en la sexta nivel de desviación medio a favor del contratista. El CPI presenta niveles de desviación alto a favor del contratista en las tres primeras semanas, en la cuarta semana nivel de desviación medio a favor del contratista, en la quinta semana nivel de desviación bajo a favor del contratista y en la sexta semana no presenta desviación.

[...] Partida: Concreto vertical

Metrado: 3,928.90 m³

Parcial HH: 4,463.23 HH

Rendimiento: 1.14 HH/m³

Se puede observar que para realizar el vaciado de 1m³ de concreto vertical se necesita 1.14 HH según rendimiento del análisis de costo unitario.

Partida: Concreto horizontal

Metrado: 6,118.10 m³

Parcial HH: 6,956.65 HH

Rendimiento: 1.14 HH/m³

Se puede observar que para realizar el vaciado de 1m³ de concreto horizontal se necesita 1.14 HH según rendimiento del análisis de costo unitario. (Chávez y De la Cruz, 2014, p. 83).

De lo antes mencionado podemos calcular un rendimiento global sumando el metrado de los concretos vertical y horizontal, y dividiéndolo entre la suma de las horas hombre de los vaciados vertical y horizontal; quedando de la siguiente manera: 1.14 HH/m³. Tomando como referencia este resultado con el rendimiento real acumulado en la semana 6 equivalente a 2.36 HH/m³ que se muestra en la *Tabla 15*, nos damos cuenta que existe una diferencia de 1.22 HH/m³ que podemos mejorar en el transcurso de la obra.

[...] Partida: Encofrado vertical

Metrado: 21,717.27 m²

Parcial HH: 28,961.40 HH

Rendimiento: 1.33 HH/m²

Se puede observar que para realizar el encofrado de 1m² vertical se necesita 1.33 HH según rendimiento del análisis de costo unitario.

Partida: Encofrado horizontal

Metrado: 53,907.72 m²

Parcial HH: 41,974.40 HH

Rendimiento: 0.78 HH/m²

Se puede observar que para realizar el encofrado de 1m² horizontal se necesita 0.78 HH según rendimiento del análisis de costo unitario. (Chávez y De la Cruz, 2014, p. 83).

De lo antes mencionado podemos calcular un rendimiento global sumando el metrado de las áreas de encofrado vertical y horizontal, y dividiéndolo entre la suma de las horas hombre de los encofrados vertical y horizontal; quedando de la siguiente manera: 0.94 HH/m². Tomando como referencia este resultado con el rendimiento real acumulado en la semana 6 equivalente a 1.33 HH/m² que se muestra en la *Tabla 16*, nos damos cuenta que existe una diferencia de 0.39 HH/m² que podemos mejorar en el transcurso de la obra.

[...] Partida: Acero

Metrado: 725,329.27 kg

Parcial HH: 34,670.74 HH

Rendimiento: 0.0478 HH/kg

Se puede observar que para realizar el encofrado de 1kg se necesita 0.0478 HH según rendimiento del análisis de costo unitario. (Chávez y De la Cruz, 2014, p. 83).

Tomando como referencia este valor (0.0478 HH/kg) con el rendimiento real acumulado en la semana 6 equivalente a 0.050 HH/kg que se muestra en la *Tabla 17*, nos damos cuenta que tenemos un buen rendimiento que debemos mantener en el transcurso de la obra.

VI. CONCLUSIONES

- Todos los índices de los rendimientos de control presentan niveles de desviación alta en las tres primeras semanas a favor del contratista; esto quiere decir que el contratista, está gastando menos de lo programado (CPI) y está ejecutando la obra en menor tiempo (SPI_t) sin generar costos adicionales (SPI_s). Con esto se demuestra que hemos logrado el objetivo general de la presente investigación mejorando la productividad de las partidas de concreto, encofrado y desencofrado, y acero; de acuerdo a lo señalado en la *Tabla 30* y *Tabla 36*.
- De la *Tabla 9* podemos concluir que en la primera semana existe un desperdicio del recurso mano de obra en las partidas resúmenes concreto y acero; siendo más desfavorable en la partida acero (223.90 HH). Se planteó de inmediato hacer un análisis a esta partida mediante Carta Balance e Índice General de actividades. Según los resultados de la Carta Balance para la partida resumen acero en la primera semana, se resolvió usar el servicio de *acero dimensionado*, a partir de la segunda semana. De la *Tabla 21* se concluye que al usar acero dimensionado, la cuadrilla de acero se concentra en todo momento en colocar acero, inclusive en los pisos superiores adyacentes sin siquiera haber vaciado la columna ya encofrada (ver *Figura 40*). De la memoria de cálculo del recurso mano de obra que se adjunta en el *Anexo 2*, se puede ver que el costo presupuestado de mano de obra es de S/. 182,642.75 a nivel de costo directo, y que las horas hombre presupuestadas son 15,829.00 HH; si dividimos estos dos valores obtenemos un ratio promedio de S/. 11.54 / HH. Como ya se vio en la *Tabla 31*, tenemos un ahorro total de 3,121.14 HH (153.13 HH de la partida concreto, 1,686.10 HH de la partida encofrado y desencofrado, y 1,281.91 HH de la partida acero). Multiplicando el ratio promedio por el ahorro total, obtenemos un costo de ahorro total equivalente a S/. 36,013.25 con lo cual se demuestra que hemos mejorado la productividad de la mano de obra haciendo seguimiento de las partidas de estructuras mediante la aplicación de las herramientas LPDS de la

filosofía *Lean Construction* que nos permitieron disminuir los trabajos no contributorios. Ver *Tabla 33* y *Tabla 36*.



Figura 40. Colocación de *acero dimensionado*, después de encofradas las columnas y las placas. Propia, 2017.

- El uso de *acero dimensionado* genera que se gane un día calendario por cada semana programada. Sabemos que la obra se ha programado para iniciar el miércoles 15 de marzo del 2017 y terminar el martes 25 de mayo del 2017. Pues la *Figura 30* muestra que las tareas programadas terminan el día miércoles 25 de abril del 2017; es decir, 8 días calendarios antes de lo programado con lo cual se demuestra que al mejorar la productividad disminuimos el plazo de ejecución de obra haciendo seguimiento de las partidas de estructuras mediante la aplicación de las herramientas LPS de la filosofía *Lean Construction*.
- El presente estudio ofrece lineamientos de manera didáctica de cómo aplicar las herramientas LPDS y LPS de la filosofía *Lean Construction* en la etapa de ensamblaje o ejecución, de fácil entender y correcto uso.

VII. RECOMENDACIONES

- Debido a que existe una diferencia de 1.22 HH/m³ en el rendimiento de la partida CONCRETO, se recomienda que en el transcurso de los 8 pisos que aún faltan por construir en la obra, mejorar la producción.
- Debido a que existe una diferencia de 0.39 HH/m² en el rendimiento de la partida ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, se recomienda que en el transcurso de los 8 pisos que aún faltan por construir en la obra, mejorar la producción.
- Debido a que existe un buen rendimiento de la partida ACERO, se recomienda mantener esta productividad.
- Se recomienda aplicar las herramientas de la filosofía *Lean Construction* desde el primer día de iniciada la obra y hacerle seguimiento al comportamiento del recurso mano de obra, pues el aprovechamiento de este recurso determina el éxito o fracaso en la productividad de un proyecto en ejecución.
- Ya que los pisos son típicos, se recomienda tener todo el acero habilitado por el servicio de acero dimensionado de todos los pisos. A mayor volumen de servicio se consigue un mejor precio.
- Se recomienda tener un segundo juego de encofrado de techo o elementos horizontales, para cumplir con los tiempos normados para su desencofrado; ya que, al mejorar la productividad del ACERO y CONCRETO, se reducirá el tiempo de ejecución y se tendría que desencofrar antes de lo programado teniendo que hacer uso de aditivos acelerante de fragua en el concreto (encarece y pone en aprietos a los clientes). Ver *Tabla 29*.
- Se recomienda que para los pisos superiores y futuras obras, se haga un análisis de curvas de productividad, teniendo como rendimiento meta un valor menor al rendimiento que se obtiene del presupuesto; es decir, aplicar un factor de reducción a este para obtener un rendimiento base que se convertirá en nuestro presupuesto meta. De esta manera alcanzaremos los objetivos del enfoque *Lean*; puesto que al estabilizar el beneficio estamos mejorando la producción y seremos más competitivos frente a otras empresas constructoras.

VIII. REFERENCIAS

1. ALARCÓN, Luis y PELLICER, Eugenio. Un nuevo enfoque en la gestión de la construcción sin pérdidas. Revista de Obras Públicas [en línea]. Febrero 2009, n.º 3.496. [Fecha de consulta: 16 enero 2017]. Disponible en: www.leanconstruction.es/app/download/.../Construccion%20sin%20pérdidas.pdf
2. BOTERO, Luis. Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT [en línea]. Octubre – diciembre 2002, n.º 128. [Fecha de consulta: 15 mayo 2016]. Disponible en: publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/.../843/751
3. BULEJE, Kenny. Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/1691>
4. CHAVEZ, J. y DE LA CRUZ, C. Aplicación de la filosofía Lean Construction en una obra de edificación (Caso: Condominio casa club Recrea – El Agustino). Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad San Martín de Porres, 2014. Disponible en: www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1203/1/delacruz_aca.pdf
5. GRUPO S10, COSTOS Construcción, Arquitectura e Ingeniería. Lima – Perú. Publicación mensual del grupo S10, 2011.
6. GRUPO S10, COSTOS Construcción, Arquitectura e Ingeniería. Lima – Perú. Publicación mensual del grupo S10, 2016.
7. GUZMAN, Abner. Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.

- Disponible en:
<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5778>
8. IBARRA, Luis. LEAN CONSTRUCTION. Tesis (Especialista). México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México, 2011. Disponible en:
http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4652/tesis%20completa_.pdf?sequence=1
 9. MALCA, Luis. Estudios para la construcción de un proyecto de edificación de viviendas. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2011. Disponible en:
<https://es.scribd.com/doc/.../Malca-Alcantara-Luis-Proyecto-Edificacion-Viviendas>
 10. MORAN, Leoncio y QUISPE, Hermann. Estudio de la productividad en la partida de estructuras 1° - 3° piso, de la construcción del edificio multifamiliar residencial Heredia en la ciudad de Trujillo. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, 2014. Disponible en:
http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/639/1/MORAN_LEONCIO_PRODUCTIVIDAD_ESTRUCTURAS_CONSTRUCCI%C3%93N.pdf
 11. PEREZ, Trinidad. Apuntes de clase. Lima: Universidad nacional de Ingeniería, 2014. Disponible en: http://docentes.uni.edu.ni/ftc/Trinidad.Perez/Ficha_Documento_Identificacion.pdf
 12. PONS, Juan. Introducción a Lean Construction [en línea]. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción, 2014. [Fecha de consulta: 16 enero 2017]. Disponible en: <http://www.fundacionlaboral.org/documento/introduccion-al-lean-construction>
 13. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, INC. Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos. Atlanta, EEUU: PMI, 2013.
 14. ISBN 9781628250091

15. RODRIGUEZ, Walter. Estado del arte de la gerencia de proyectos de construcción en Latinoamérica [en línea]. Lima: Congreso internacional de dirección de proyectos PMI – Tour Cono Sur, 2010. [Fecha de consulta: 16 enero 2017]. Disponible en: http://www.pmi.org.pe/congreso/es/.../2A_Walter_Rodriguez_18-Nov_Editado.pdf

ANEXOS

Anexo 1.

- Presupuesto Contractual del Proyecto “Caminos del Inca 390”.
- Cronograma de Hitos Planificado del Proyecto “Caminos del Inca 390”.
- Plano de Arquitectura del Proyecto “Caminos del Inca 390”.
- Plano de Estructuras del Proyecto “Caminos del Inca 390”.

Anexo 2.

- Análisis de Precios Unitarios.
- Memoria de Cálculo del recurso Mano de Obra.
- Carta N°001-OCI-BV2017.
- Carta N°002-OCI-BV2017.
- Carta N°003-OCI-BV2017.

Anexo 3.

- Valorización N°1, del 1° piso hasta el 5° piso del Proyecto “Caminos del Inca 390”.
- Valorización N°2, del 1° piso hasta el 5° piso del Proyecto “Caminos del Inca 390”.
- Valorización N°3, del 1° piso hasta el 5° piso del Proyecto “Caminos del Inca 390”.
- Valorización N°4, del 1° piso hasta el 5° piso del Proyecto “Caminos del Inca 390”.
- Valorización N°5, del 1° piso hasta el 5° piso del Proyecto “Caminos del Inca 390”.
- Valorización N°6, del 1° piso hasta el 5° piso del Proyecto “Caminos del Inca 390”.