

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN  
CONSTRUCTION EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DE  
EJECUCIÓN DEL PROYECTO: INNOVA SCHOOL –  
SEDE CUSCO, 2019**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER: FELICIANO GABONAL CHACON**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:  
NUEVAS TECNOLOGÍA Y PROCESOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERU  
2020**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA  
**PRESIDENTE**

---

Ing. VLADIMIR ORDOÑEZ CAMPOSANO  
**JURADO**

---

Ing. CARLOS GERARDO FLORES EPINOZA  
**JURADO**

---

Ing. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS  
**JURADO**

---

Mg. MIGUEL ANGEL, CARLOS CANALES  
**SECRETARIO DOCENTE**

**ASESOR:**

**ING. JUSTO CLAUDIO RODAS ROMERO**

**DEDICATORIA:**

A mi madre Florentina y a mi esposa Rosa A.C., que siempre me apoya incondicionalmente, en la adversidad y el éxito. Gracias por tanto apoyo y generosidad

## **AGRADECIMIENTO**

Deseo agradecer en primer lugar al Ing. Justo Claudio Rodas Romero que me ha ayudado a elaborar la presente investigación, ya que a través de sus consejos académicos se ha podido elaborar esta tesis, quien con su paciencia y conocimientos me ayudo significativamente.

Asimismo, deseo agradecer al Ing. Residente Renzo Tenorio de la Obra Colegio INNOVA SCHOOL-SEDE CUSCO, que nos permitió y otorgó las facilidades para poder recabar los datos para la presente investigación.

Y por último, agradezco a todas aquellas personas que siempre nos apoyan y motivan a seguir adelante, como nuestros amigos y amigas que se preocupan por nuestro desarrollo académico.

## ÍNDICE

<b>HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS</b> .....	ii
<b>PRESIDENTE</b> .....	ii
<b>JURADO</b> .....	ii
<b>JURADO</b> .....	ii
<b>JURADO</b> .....	ii
<b>SECRETARIO DOCENTE</b> .....	ii
DEDICATORIA: .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
RESUMEN .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
INTRODUCCIÓN .....	xvi
1. CAPÍTULO I .....	43
<b>PLANTEAMIENTO, SISTEMATIZACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	43
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	43
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	45
1.2.1. Problema General .....	45
1.2.2. Problemas Específicos .....	45
1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	46
1.3.1. Justificación social .....	46
1.3.2. Justificación Científica .....	46
1.3.3. Justificación Metodológica .....	47
1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	47
1.4.1. Delimitación Espacial .....	47
1.4.2. Delimitación Temporal .....	48
1.4.3. Delimitación Temática .....	48
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	48
1.5.1. Objetivo General .....	48
1.5.2. Objetivos Específicos .....	48
2. CAPÍTULO II .....	49
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	49
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO .....	49
2.2. BASES TEÓRICAS .....	57
2.2.1. Generalidades sobre el sistema o metodología Lean .....	57

2.2.1.1.	<b>Su aplicación a la construcción.</b>	67
2.2.1.2.	<b>La planificación en la ingeniería civil.</b>	76
2.3.	<b>DEFINICIÓN DE CONCEPTOS</b>	79
2.3.1.	Proyecto	79
2.3.2.	Lean productions (Producción sin pérdidas)	79
2.3.3.	Lean construccion (Construcción sin pérdidas)	79
2.3.4.	Trabajo productivo.	80
2.3.5.	Trabajos contributivos.	80
2.3.6.	Pérdidas (No contributorio)	80
2.3.7.	Buffers	80
2.3.8.	Desperdicios.	81
2.4.	hipótesis de la investigación	81
2.4.1.	Hipótesis General	81
2.4.2.	Hipótesis Específicas	81
2.5.	OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN	81
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	82
3.	<b>CAPÍTULO III</b>	83
	<b>METODOLOGÍA</b>	83
3.1.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	83
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	83
3.3.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	84
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	84
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	84
3.4.1.	POBLACIÓN	84
3.4.2.	MUESTRA	84
3.5.	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN	85
3.5.1.	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	85
3.5.2.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	86
3.6.	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	86
3.7.	PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	86
4.	<b>CAPÍTULO IV</b>	87
	<b>RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	87
4.1.	Presentación de resultados	87
4.2.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	173

CONCLUSIONES .....	180
RECOMENDACIONES.....	181
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	182



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	82
Tabla 2. Datos generales del proyecto.....	88
Tabla 3. Cronograma de obra por hitos.....	96
Tabla 4. Presupuesto de la obra.....	97
Tabla 5. Presupuesto bloque 4 y 5.....	97
Tabla 6. Cronograma del proyecto.....	101
Tabla 7. Metrado por sector.....	107
Tabla 8. Velocidad de avance por cada actividad.....	109
Tabla 9. Balance de carga de trabajo.....	111
Tabla 10. Tren de actividades.....	113
Tabla 11. Tipo de restricciones.....	115
Tabla 12. Plantilla análisis de restricciones.....	116
Tabla 13. Lookahead primer piso.....	118
Tabla 14. Plan semanal - tercera semana.....	120
Tabla 15. Porcentaje de plan cumplid.....	121
Tabla 16. PPC de todas las semanas.....	124
Tabla 17. Presupuesto de obra.....	125
Tabla 18. Análisis de carga de trabajo.....	127
Tabla 19. Tren de actividades semana tres.....	128
Tabla 20. Horas hombre por sector.....	128
Tabla 21. Personal efectivo por sector.....	128
Tabla 22. Horas Hombre con el ratio de producción del contractual.....	129
Tabla 23. Personal efectivo con ratio de producción contractual- jornada de 16 horas.....	130
Tabla 24. Personal efectivo mejorando el ratio de producción - jornada 16 horas..	130
Tabla 25. Horas - hombre actualmente.....	133
Tabla 26. Personal efectivo con 8 horas diarias.....	134
Tabla 27. Personal efectivo con 16 horas diarias.....	134
Tabla 28. Productividad en la construcción.....	135
Tabla 29. Datos para la medición con la Carta Balance - Encofrado.....	138
Tabla 30. Datos para la medición con la Carta Balance - Acero.....	138
Tabla 32. Datos para medición con la Carta Balance - Acero.....	142
Tabla 33. Medición con la Carta Balance.....	147
Tabla 34. La aplicación de la Filosofía del Lean Construction facilita la planificación maestra.....	153
Tabla 35. Esta filosofía ayuda a tener una planificación semanal de las actividades concernientes a la obra.....	154
Tabla 36. Se apoya en esta filosofía para realizar una planificación operativa semanal.....	155
Tabla 37. La aplicación de la filosofía del Lean Construction le orienta para diseñar una lista de verificación.....	156
Tabla 38. La aplicación de la Filosofía Lean Construction le facilita contar con los requerimientos en esta fase de la obra.....	157

Tabla 39. Es importante realizar capacitaciones de sensibilización sobre la Filosofía del Lean Construction .....	158
Tabla 40. Es fundamental trabajar en equipo y tener plena comunicación con los integrantes del proyecto.....	159
Tabla 41. La proactividad de los profesionales es vital para la aplicación de la filosofía del Lean Construction .....	160
Tabla 42. Es necesario realizar un control de mano de obra de todas las partidas	161
Tabla 43. La aplicación de la filosofía Lean Construction identifica las restricciones .....	162
Tabla 44. PPC Acumulado.....	176
Tabla 45. Ahorro horas - hombre .....	177

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Planta y cortes del proyecto por conjuntos .....	89
Gráfico 2. Zonas del proyecto .....	92
Gráfico 3. Proyecto de la obra .....	94
Gráfico 4. Sectorización de la obra .....	106
Gráfico 5. Partida de colocación de acero en verticales .....	142
Gráfico 6. Tiempo no contributorio .....	143
Gráfico 7. Tiempo contributorio .....	144
Gráfico 8. Ocupación del tiempo de cada trabajador .....	145
Gráfico 9. Resultado de Carta Balance de Encofrado .....	147
Gráfico 10. Incidencia de cada sub - tarea en la partida Encofrado de Losa Aligerada – No contributorio .....	148
Gráfico 11. Tiempo contributorio .....	149
Gráfico 12. Ocupación del tiempo de cada trabajador.....	150
Gráfico 13. Resultados disgregados de la evaluación acero .....	151
Gráfico 14. La aplicación de la filosofía del Lean Cosntruction facilita una planificación maestra .....	153
Gráfico 15. Esta filosofía le ayuda a tener una planificación semanal de las actividades concernientes a la obra .....	154
Gráfico 16. Se apoya en esta filosofía para realizar una planificación operativa semanal .....	155
Gráfico 17. La aplicación de la filosofía del Lean Construction le orienta para diseñar una lista de verificación.....	156
Gráfico 18. La aplicación de la Filosofía Lean Construction le facilita contar con los requerimientos en esta fase de la obra .....	157
Gráfico 19. Es importante realizar capacitaciones de sensibilización sobre la filosofía del Lean Construction .....	158
Gráfico 20. Es fundamental trabajar en equipo y tener plena comunicación con los integrantes del proyecto.....	159
Gráfico 21. La proactividad de los profesionales en la aplicación de la filosofía del Lean Construction.....	160
Gráfico 22. Es necesario realizar un control de mano de obra de todas las partidas .....	161
Gráfico 23. La aplicación de la Filosofía L.C. identifica las restricciones .....	162
Gráfico 24. Resultados generales acero .....	176
Gráfico 25. Resultados generales encofrado .....	176

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Encofrado de vigas .....	103
Fotografía 2. Corte encofrado - viguetas.....	103
Fotografía 3. Vaciado de losa .....	104
Diagrama 1. Análisis del proyecto.....	92
Diagrama 2. Organización del proyecto .....	101

## RESUMEN

Esta investigación respondió al siguiente problema de investigación: ¿Qué efectos se obtendrán tras la aplicación de la filosofía del Lean Construcción en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019?, el Objetivo General fue: Determinar qué efectos se obtendrán tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019, la Hipótesis General que se verificó fue: Tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, se logra eficiencia en el proceso constructivo.

El método de la investigación fue el Científico, el tipo de investigación es aplicada, el nivel es el descriptivo y de diseño experimental. La población para esta investigación fue las partidas del proyecto Colegio Innova Schools - Sede Cusco, ubicado en Av. 2B-6 Urb. La muestra está constituida por las partidas del acero, encofrado y concreto, debido a que estas partidas son las de mayor incidencia, y presupuesto dentro del área de estructuras.

La conclusión principal de la investigación fue que la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, logra la eficiencia en el proceso constructivo.

Palabras Claves: Lean Construction, planificación.

## **ABSTRACT**

This research responded to the following research problem: What effects will be obtained after the application of the Lean Construction philosophy in the project execution planning stage: Innova School - Cusco Headquarters, 2019? The General Objective was: Determine what Effects will be obtained after the application of the Lean Construction philosophy in the project execution planning stage: Innova School - Cusco Headquarters, 2019, the General Hypothesis that was verified was: After the application of the Lean Construction philosophy in the project execution planning stage: Innova School - Cusco Headquarters, efficiency is achieved in the construction process.

The research method was Scientific, the type of research is applied, the level is descriptive and experimental design. The population for this research was the items from the Colegio Innova Schools - Cusco Headquarters project, located at Av. 2B-6 Urb. The sample is made up of items from steel, formwork and concrete, because these items are the ones with the highest incidence , and budget within the area of structures.

The main conclusion of the research was that the application of the Lean Construction philosophy in the planning stage of the project execution: Innova School - Cusco Headquarters, achieves efficiency in the construction process.

Keywords: Lean Construction, planning

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación respondió al siguiente problema de investigación: ¿Qué efectos se obtendrán tras la aplicación de la filosofía del Lean Construcción en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019?, el Objetivo General fue: Determinar qué efectos se obtendrán tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019, la Hipótesis General que se verificó fue: Tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, se logra eficiencia en el proceso constructivo. A partir de ello se desarrolla el presente trabajo de investigación realizado de acuerdo a los siguientes capítulos.

En el Capítulo I: Problema de investigación, teniendo en cuenta el crecimiento en el sector de la construcción, en donde se puede identificar los defectos comunes, como son los desperdicios o pérdidas que se generan en la etapa de la construcción, por lo cual debido a la problemática se plantea el problema y los objetivos que se seguirá durante el desarrollo de la investigación.

En el Capítulo II, Marco Teórico, se describe los antecedentes de la investigación, en donde hace referencia las tesis tomadas como antecedentes dentro del estudio, que aplican el sistema Last Planner System para mejorar la productividad en la ejecución de proyectos, para lo cual se plantean las hipótesis y se describe la operacionalización de las variables.

En el Capítulo III, Metodología, donde se emplea los procedimientos para realizar una correcta investigación, de acuerdo al método, nivel y diseño de investigación. Se analiza la población y la muestra, se describe las técnicas y el procedimiento que se va seguir en el desarrollo de la investigación.

En el capítulo IV, Resultados, se muestran todos los resultados y sus análisis respectivos, programaciones de obra, toma de datos de la ejecución de las partidas en estudio, resultados con el uso del sistema planteado.

También se realiza la discusión de Resultados, se analiza los resultados obtenidos mediante la aplicación de la Filosofía del Lean Construction en la etapa de planificación.

Por último, se tiene las conclusiones y las recomendaciones que se obtuvieron. Asimismo, se presenta las referencias, anexos y panel fotográfico de esta investigación.

Féliciano Gabonal Chacón



# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO, SISTEMATIZACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

El “boom de la construcción” se seguirá manteniendo en los años subsiguientes al año 2017, según informó la empresa Maximixe. Ello generados por el gobierno en el sentido de motivar la inversión pública en el marco del plan anticrisis que plantea; además de los proyectos en marcha que a la fecha vienen desarrollando las empresas del sector privado.

A nivel de la intervención del Estado en el sector construcción debe manifestarse la existencia de un déficit de infraestructura, así como la deficiencia que muestran algunas obras ejecutadas por el gobierno, producto de pésimos expedientes técnicos, falta de especialistas en el área o altos niveles de corrupción dentro de la ejecución de las obras.

Faltan más puentes, carreteras, postas médicas entre otras infraestructuras que mejorarían la calidad de vida de los ciudadanos; tanto en lo económico como en lo social, ya que el sector construcción tiene un impacto importante en la economía por la cantidad de puestos laborales que se podrían generar, por ejemplo, al desarrollar vías de interconectividad vial los productores tendrían mayores facilidades de sacar sus productos. Según el Plan Nacional de Infraestructura 2016 – 2025 existe una brecha de infraestructura de 159, 549 millones de dólares.

Aparte de la minería, el impacto del sector construcción en la economía es indudable. Más aún cuando se conoce que la economía del Perú está

sustentada en la exportación de materias primas, algunos productos agrarios y también textiles.

En tanto en el sector privado se viene desarrollando proyectos importantes para el país. Hoy se habla del “boom inmobiliario”, donde se construyen complejos habitacionales –edificados incluso en zonas geográficas olvidadas- que luego son ofertadas a la población. A ello se añade la construcción de centros comerciales en diferentes provincias, lo cual contribuye a la economía del Perú.

La industria de la construcción está en marcha. Por lo mismo, las empresas ejecutantes de proyectos constructivos, tanto en el sector público como privado, tienen que incidir en desarrollar labores con altos niveles de productividad a fin de responder las necesidades de una población que cuya tasa de crecimiento -según el Instituto Nacional de Estadística e Informática- se proyecta a los 32 millones en el 2017. Por lo mismo, las necesidades, los anhelos y demás motivaciones de la población tienen que ser satisfechas a fin de no generar frustraciones que devendrían en la gestación y explosión de conflictos sociales.

Frente al panorama visionado, a nivel de la Ingeniería Civil, el presente trabajo de investigación analizó la aplicación de la filosofía del *Lean Construction* en la fase de planificación de una obra promovida por el sector privado. Esta herramienta, gestada inicialmente en el mundo de la industria en Japón en el año 1950 y posteriormente trasladado al mundo de la construcción enfatiza en una mejora directa en la productividad, incidiendo en el cumplimiento de los plazos, en la asignación correcta de los recursos,

la eliminación de las pérdidas en la construcción, además de resguardar la seguridad de los trabajadores que laboran en la construcción.

En tanto la etapa de la planificación de una obra de construcción debe entenderse como una guía que nos lleve a cumplir los objetivos planteados en un tiempo determinado. Como menciona Domingo Ajenjo, un proyecto debe estar acotado en términos del principio y del fin de éste.

Por lo mismo, es indispensable conocer la aplicabilidad de este método en un entorno como el nuestro, considerando que el avance tecnológico facilita la eficiencia en la planificación y ejecución de los procesos de construcción, dejando de lado los sistemas de construcción tradicionales o artesanales. Debe referirse que la unidad de análisis del presente estudio corresponde a una obra denominada Proyecto: Innova School – Sede Cusco.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

¿Qué efectos se obtendrán tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Qué resultados se obtiene en la productividad tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019?
- b) ¿Qué resultado se obtiene en los plazos de ejecución tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la

planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019?

### **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.3.1. Justificación social**

La investigación sostiene su relevancia social o práctica en el sentido de representar un precedente para su posterior aplicación en diversas obras y diferentes etapas de los procesos constructivos de las obras.

Los beneficiarios directos de la investigación son tanto la empresa como el cliente, ya que al otorgarle un valor agregado al producto y mejorar en cuanto a la productividad, plazos y presupuestos la empresa genera ahorros y por tanto incrementa ganancias. Redundando sus beneficios a una sociedad que tiene déficits de construcción en diferentes campos.

Debe también manifestarse que otro de los sustentos de relevancia de la investigación es considerar como fase inicial de un proyecto constructivo a la etapa del planeamiento, ésta tiene que enfatizar todos los factores conformantes de la etapa en referencia, a fin que cuenten con los criterios técnicos requeridos para que la obra no tenga inconvenientes en la ejecución de las etapas subsiguientes.

#### **1.3.2. Justificación Científica**

La relevancia de la investigación está en considerar la evaluación de la aplicabilidad del referido método a un entorno como el nuestro, donde aún persiste la idea de trabajar con métodos tradicionales,

además de referir los altos índices informalidad existentes tanto en el sector privado como público.

En cuanto al material bibliográfico, debe referirse que existe una gran cantidad de literatura que versa sobre el tema en mención, el cual ha sido seleccionado debidamente para diseñar las perspectivas teóricas que esgrimimos a lo largo del tratamiento de la investigación.

Desde el enfoque teórico, sería importante difundir los beneficios de las herramientas de gestión como el Lean Construction, con el fin que sea aplicado en los proyectos de construcción; ya que, al incidir en la productividad en los procesos de la edificación de determinada obra, desarrollaríamos empresas eficientes y eficaces en su accionar en beneficio directo de la población y los trabajadores.

### **1.3.3. Justificación Metodológica**

La justificación metodológica de la investigación se basó en el empleo de un instrumento de medición propiamente diseñado para el análisis de las variables de estudio. Lo cual, permitió medir a profundidad las variables, garantizando así hallazgos científicos ligados a la realidad circundante a la unidad de análisis.

## **1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. Delimitación Espacial**

La investigación se realizó en el proyecto constructivo: Innova School – Sede Cusco, ubicado en Av. 2B-6 Ur. Los Ingenieros Larapa Grande- Distrito Larapa Grande, Provincia y departamento de Cusco.

#### **1.4.2. Delimitación Temporal**

El análisis de los datos a tomar en cuenta para la investigación correspondió al año 2018.

#### **1.4.3. Delimitación Temática**

La filosofía del Lean Construction se analizará con las dimensiones productividad, plazos y costos; y la etapa de la planificación del ejecución del proyecto mediante las dimensiones: viabilidad del proyecto etapas de planificación , métodos de planificación técnicas de planificación.

### **1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.5.1. Objetivo General**

Determinar qué efectos se obtendrán tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019.

#### **1.5.2. Objetivos Específicos**

a) Identificar qué efectos se obtiene en la productividad tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019.

b) Determinar qué efectos se obtiene en los plazos de ejecución tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO**

A nivel nacional, se han encontrado las siguientes fuentes:

El trabajo de investigación titulado “Aplicación de la filosofía *lean construction* en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos” (Guzmán Tejada, 2014), desarrollado en la Pontificia Universidad Católica del Perú, para optar el título de Ingeniero Civil, se han llegado a ciertas conclusiones, de las cuales tomamos las que se relacionan con nuestro trabajo de investigación, así citamos:

- 1) El LPDS (sistema de entrega de proyectos lean) nos propone un total de 42 herramientas en sus 5 fases. Sin embargo, las filosofías lean en el Perú se está desarrollando principalmente en 3 fases (Construcción Lean, Control de producción y trabajo estructurado), ya que son las empresas constructoras las que la están aplicando dentro de su campo de acción que es precisamente la ejecución de obras.
- 2) De los beneficios observados de cada herramienta Lean se puede concluir que la sectorización y los trenes de trabajo son 2 de las herramientas más sencillas de aplicar y que a su vez son las que más aportan en cuanto a mejoras del proyecto con respecto a la visión

tradicional. Estas herramientas replantean totalmente la manera de trabajar pasando de un sistema push a un sistema pull, acortan tiempos de ejecución de los proyectos gracias a la superposición de actividades y brindan mejoras en la productividad debido a que se designa cuadrillas específicas para cada tipo de trabajo .

- 3) Se puede concluir que la aplicación de las herramientas Lean en un proyecto de construcción, en especial de edificaciones , tiene muy buenos resultados en el desarrollo del proyecto, tanto en la productividad como en el plazo y costo. Sin embargo, se deben utilizar las herramientas de manera constante para que las mejoras que estas representan se vean reflejadas en nuestro proyecto .
- 4) El uso del Last Planner System nos permite reducir considerablemente los efectos de la variabilidad sobre nuestros proyectos, en nuestro caso aplicando todos los niveles de planificación y programación que contiene el last planner se logró cumplir con el plazo establecido para terminar la etapa de casco de la obra (09-07- 12), esto debido a que se cumplían en gran medida las programaciones semanales que eran desprendidas del lookahead de obra llegando a obtener un nivel de cumplimiento de la programación del 75% lo cual está por encima de lo estándar en los proyectos de edificaciones de la capital .
- 5) Como conclusión general se puede decir que la aplicación de las 9 herramientas Lean en el proyecto Barranco 360° ha generado ahorros debido al incremento de la productividad, al cumplimiento de los plazos establecidos y a la reducción de los principales tipos de desperdicios mencionados en la parte teórica .



La tesis intitulada: Aplicación de la filosofía *lean construction* en una obra de edificación (Caso: Condominio Casa Club Recrea – El Agustino) (Chavez Espinoza, 2014) desarrollada para la obtención del título de Ingeniero Civil en la Universidad San Martín de Porres, llega a las siguientes conclusiones que señalamos:

- 1) Con las herramientas aplicadas de la Filosofía Lean Construction se mejoró la productividad en las partidas más relevantes de la obra la cual se demostró con la optimización del rendimiento del personal obrero. Se realizó cuadros que muestran las tendencias del rendimiento promedio de las partidas analizadas las cuales evolucionaron positivamente generando ganancia al término de las actividades.
- 2) “Al optimizar los rendimientos de mano de obra, cada vez se fue usando menos recursos para producir la misma cantidad de metrado”, “esto representa un ahorro debido a que personal obrero se especializa en las actividades repetitivas que realiza diariamente”.
- 3) Con el uso de la metodología del Last Planner System se mejoró el cumplimiento en la ejecución de las partidas analizadas. Esto se debe a que se minimiza la variabilidad anticipándonos al levantamiento de las restricciones de las partidas que se ejecutarán a futuro. El porcentaje del cumplimiento de las partidas se mejoró de 64% a 85% evitándonos retrasos dentro del proceso constructivo y trenes de trabajo.

La investigación titulada: “Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del

Estadio de la Una – Puno”, (Cervantes Dianet, 2016), arriba a las siguientes conclusiones:

- 1) Las técnicas empleadas nos han permitido realizar una medición de la situación actual de la obra en estudio, lo cual nos ha conllevado a realizar la propuesta de un Nuevo sistema de Gestión, basado en la Construcción Sin Perdidas. Este nuevo sistema de gestión permitirá, optimizar los procesos constructivos, mediante el uso de las cartas de balance ayudando a reducir o aumentar las cuadrillas, estos ajustes de cuadrillas representan un ahorro económico en el costo de la mano de obra y se deben realizar a todas las cuadrillas que laboran en obra.
- 2) La presente tesis de investigación ha desarrollado las principales herramientas para mejorar la productividad y lograr una construcción sin perdidas. También permite al lector y a los principales actores de la ejecución de una obra, informarse sobre el uso de las herramientas de la Filosofía Lean y su aplicación, su implementación es una decisión que debe tomar los profesionales que dirigen una obra, tomando el enfoque de la eliminación despiadada de pérdidas en la construcción, grasa superficial y grasa interna. De los beneficios que tiene cada herramienta Lean se puede asegurar que la sectorización y los trenes de trabajo son herramientas muy sencillas de aplicar y que a su vez son las que más aportan en cuanto a mejoras del proyecto con respecto a la visión general, dichas herramientas permiten pasar de un sistema Push a un sistema Pull, acortan tiempo de ejecución gracias a la superposición de actividades y brindan mejoras en la productividad debido a que se designa cuadrillas específicas para cada tipo de trabajo.

- 3) La propuesta del nuevo sistema de gestión y el uso del sistema Last Planner permiten reducir considerablemente los efectos de la variabilidad sobre nuestros proyectos, en nuestro caso aplicando todos los niveles de planificación y programación se puede cumplir con los plazos establecidos para la culminación de la obra, para lograr dicho objetivo es necesario mejorar los problemas de la obra y es ahí donde radica la importancia de las causas de incumplimiento, para esto es necesario tomar las acciones correctivas y darle mayor énfasis en solucionarlos.

**En el ámbito internacional**, se citan las siguientes investigaciones:

El trabajo de investigación titulado: “Planeación e implementación de la filosofía *lean construction* en Base al estudio de pérdidas y aplicación del sistema *last planner*”. (Araque Gonzales, 2010), se arriban a un conjunto de conclusiones, de las cuales hemos tomado la que más importan a nuestra investigación, como son las que siguen:

- 1) Las implementaciones de un nuevo sistema de gestión de calidad en el sector constructivo a partir de la filosofía *lean construction* requiere un cambio de pensamiento por parte de los integrantes de las organizaciones implicadas en el proceso. Realizar capacitaciones y reuniones de inducción como proceso de formación para la ejecución del nuevo sistema son el inicio de los cambios que se pueden gestionar para implementar con éxito el desarrollo de la metodología.
- 2) El enfoque de la metodología *Lean Construction* sigue unos parámetros o metodología a implementar para lograr cambios positivos en el sector de la construcción; sin embargo, es importante destacar que el objetivo

final de la ejecución de la investigación a partir de la nueva filosofía debe centrarse en lograr satisfacer los requerimientos del cliente y superar las expectativas acerca del producto que se está ofreciendo (apartamentos) con el aumento de la productividad de las actividades del sector

- 3) El sistema de planificación de actividades semanales, conocido como el último planificador (last planner) permite controlar las actividades realizadas por los contratistas, de la obra callejuelas y gestiona el avance de los diferentes procesos constructivos a partir de la calificación semanal mediante el porcentaje de asignaciones completadas (P.A.C.).
- 4) La filosofía Lean Construction tiene como característica reflejar una transparencia en el proceso aplicado. Es importante que cada uno de los integrantes involucrados dentro del proceso conozcan y entiendan la nueva metodología con el fin de facilitar el control y mejoramiento de la producción mediante una motivación a los empleados.
- 5) “La diferenciación y análisis de los resultados obtenidos con respecto a la competencia es de vital importancia en la filosofía Lean. El sistema de referenciación conocido”, “como benchmarking es una pieza primordial dentro de los procesos constructivos a la hora de retroalimentar los resultados obtenidos y compararlos con el sector en el cual se compete”.
- 6) El sistema de referenciación de las actividades estudiadas a partir de los indicadores de desempeño utilizados en la metodología Lean construction (Tiempos productivos, tiempos contributivos, tiempos no contributivos, evolución semanal y acumulada del porcentaje de asignaciones completadas, índice de gravedad, entre otras) permiten al ingeniero practicante llevar a cabo un control mensual del

comportamiento de las actividades y poder de esta manera realizar las respectivas correcciones y mejoramiento de manera anticipada controlando las fallas pertinentes encontradas.

Ribon (2011) con su tesis titulada: "Propuesta de metodología para la implementación de la filosofía lean en proyectos de construcción", concluye que:

- 1) La implementación y aplicación de la Filosofía Lean al Proyecto de construcción arrojó resultados favorables en cuanto a la gestión administrativa, proceso de planeación y ejecución del proyecto, se evidenció una reducción considerable en las pérdidas generales durante el proceso constructivo y por consiguiente una mejora en la productividad. Lo anterior se dio gracias al compromiso de la gerencia y de las partes interesadas en el proyecto, a la aplicación de la metodología y al avance del mejoramiento continuo en los procesos: resultado de la planeación realizada en las reuniones programadas semanalmente.
- 2) Las empresas constructoras que busquen el mejoramiento en la productividad de los proyectos que se llevan a cabo, deben empezar por capacitar y comprometer al personal asignado en la planeación y ejecución de los proyectos en temas de gestión administrativa.
- 3) De esta forma se facilitará la aplicación de estos principios adecuadamente, en el proyecto objeto de la implementación de la metodología Lean se evidenció que las personas capacitadas y con un alto grado de compromiso en el mejoramiento continuo aportaron

sugerencias para encontrar soluciones en sus procesos enfocándose en la productividad y reducción de pérdidas en el proceso constructivo .

Díaz Montecino (2007), con su tesis de investigación: “Aplicación del sistema de planificación *'last planner'* y lean construction a la construcción de un edificio habitacional de mediana altura”, concluye lo siguiente:

- 1) El sistema “Último Planificador” es una herramienta destinada a estabilizar el flujo de trabajo y para ello se basa en los principios del Lean Production aplicados a la construcción. Podríamos decir que en general los cumple”, “aunque en forma indirecta. La revisión de las causas de no cumplimiento genera una mejora al sistema, ya que detectan las partes de él que están fallando. Con esto, yo puedo llegar al origen del problema que genera el no desarrollo según lo planificado de una actividad. Así, puedo mejorar el tiempo de ciclo de la cadena productiva y al mismo tiempo, hacer que los trabajadores no pierdan tanto tiempo en actividades que no agregan valor, como, por ejemplo, esperas de material o falta de herramientas.
- 2) Otro principio que se resguarda explícitamente es la reducción de la variabilidad en los procesos. Esto se hace en forma directa al generar una programación semanal confiable. Así logro disminuir las diferencias entre lo que programo y lo que ejecuto realmente en la obra, lo que significa reducir la variabilidad del proceso.

En cuanto a la estructura del sistema, según mi criterio, no se deberían filtrar actividades para ingresar a la planificación intermedia. No significa que forcemos al sistema a hacer todas estas actividades, como lo indicaba el método PUSH, sino que se realizará un seguimiento a todas

las actividades. Al momento de llegar a las asignaciones semanales, se puede realizar este filtro. La diferencia es que aplico el filtro en actividades que se ejecutarán más a corto plazo y luego de haber realizado un adecuado seguimiento a ellas.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Generalidades sobre el sistema o metodología Lean.**

#### *a) Breve contexto histórico de la metodología Lean.*

La filosofía Lean, como puede encontrarse en la mayoría de la literatura del tema, tiene su origen en los inicios del grupo Toyota, y a través de los años ha ido evolucionando en la forma de una serie de preceptos y principios en torno a dos ideas fundamentales: Dar una gran relevancia al papel que ocupa el componente humano de la producción Un manifiesto espíritu de mejora continua. Teniendo como precedente lo anterior, podemos pues referir algunos de los hitos que han marcado la historia de esta filosofía, a referencia de lo indicado por (Balagués, 2005):

#### *- Comienzos en 1935.*

Los preceptos de la filosofía Toyota (Toyota precepts) fueron establecidos en 1935 en el 5º aniversario de la muerte del fundador del grupo Toyota, Sakichi Toyoda, como compendio de sus enseñanzas y reflejan el espíritu de la compañía.

#### *- La década de 1950.*

Durante los años 50, en los años de la reconstrucción tras la segunda guerra mundial, la industria japonesa en general y Toyota

en particular tuvieron que enfrentarse a poner en pie la industria de manufactura, tal y como refiere el citado (Balagués, 2005):

- Con una demanda limitada, sin posibilidad de recurrir a las economías de escala.
- En un escenario donde es complicado obtener financiación, y cuestiones como el inventario complican más aún obtenerla.

El escaso mercado y la limitación de los recursos disponibles fueron el caldo de cultivo para un planteamiento más eficiente de producción capaz de dar respuesta a una situación extremadamente adversa. En lo que a los procesos se refiere, se redefine la producción en base a una serie de ideas fundamentales para dar solución a los problemas expuestos por (Balagués, 2005):

- ***Fabricar únicamente lo que se necesita:*** aquello para lo que hay un cliente. El inventario es dinero inmovilizado ocupando espacio, hay que evitarlo. Fundamento extensible a todas las etapas del proceso: cada paso debe producir exclusivamente lo que necesita el siguiente.
- ***Eliminar aquello que no añade valor al producto:*** valor entendido en términos del cliente.
- ***Detener la producción*** si algo va mal: para localizar la fuente del error inmediatamente y corregirlo para evitar su propagación, pasar del método de inspección a la producción cero-defectos.

Así, explica (Balagués, 2005), los pilares de este sistema serán la producción Just in Time (producción de lo que se necesita, cuando se



necesita...) y Jidoka (calidad inherente al propio sistema de producción), dentro de un clima de mejora continua y declarado respeto a las personas involucradas en el sistema.

- *La década de 1970.*

El éxito de las ideas aplicadas en base a este sistema revitaliza Toyota y se extienden por Japón a partir de los años 50". "Su eficacia se da a conocer en occidente durante la década de los 70 durante la crisis del petróleo, el sistema permite la adaptación de la producción para dar respuesta a un nuevo tipo de demanda más rápido y de manera menos traumática que sus competidores, acabando con el dominio que Ford y General Motors habían tenido hasta ese momento en la industria automóvil.

- *La década de 1980.*

En la década de los 80, Toyota y otras empresas japonesas exportan este sistema de producción a fábricas de Europa y América, comienza a extenderse fuera de Japón y su filosofía comienza a adaptarse más allá de la manufactura .

- *La década de 1990.*

En 1990 J.P. Womack y D.T. Jones documentan la experiencia Lean en Estados Unidos en su libro "The Machine That Changed the World", exponiendo el impacto de esta filosofía en la industria del automóvil en el contexto económico mundial, en un estudio previo a esta publicación, acuñan el término Lean para referirse al sistema utilizado por Toyota .

Para 1992, se publican los 7 principios directores (Toyota Guiding Principles), como reflejo del tipo de empresa que Toyota pretende ser: su filosofía de gestión, valores y métodos que ha adoptado desde su fundación.

Para 1996, Womack y Jones publican Lean Thinking que generaliza las lecciones aprendidas en su publicación anterior describiendo experiencias de implantación de Lean en otros sectores.

Hacia 1997, Womack funda el Lean Enterprise Institute, organización sin ánimo de lucro cuyo objetivo es la promoción de la filosofía Lean a todos los niveles.

- *Los años 2000 y contemporaneidad.*

Se crea el Manual de Estilo Toyota “Toyota Way”, un documento interno de la compañía donde se resume su filosofía e ideales, y en el que se identifican los dos pilares principales de esta filosofía “Respetar a las personas” y “Mejora continua”.

Finalmente, hacia 2004, Liker resume el Estilo Toyota en 14 principios que constituyen una hoja de ruta para la aplicación de los valores de la empresa por las todas las personas que forman parte de ella, en su trabajo cotidiano y en sus relaciones con los demás.

Así pues, explica (Balagués, 2005), que es notorio, que el éxito de esta filosofía durante las últimas dos décadas ha creado una gran demanda de conocimiento acerca de la misma y en consecuencia, se ha dado una pródiga investigación y la publicación de multitud de libros, artículos y todo

tipo de recursos relacionados con esta materia. Así mismo, día a día crece su aplicación a nuevos escenarios más allá de la manufactura.

b) *Acercamiento conceptual.*

El sistema *Lean* o también denominado, *Sistema de Ajuste* o Sistema sin pérdidas, siendo fieles a su traducción, se define como un sistema de negocio, desarrollado para organizar y gestionar el desarrollo de un producto, las operaciones y las relaciones con clientes y proveedores, que requiere menos esfuerzo humano, menos espacio, menos capital y menos tiempo para fabricar productos con menos defectos según los deseos precisos del cliente, comparado con el sistema previo de producción en masa (Lean Enterprise Institute, Inc, 2014). Además, ya que su aplicación se dio de forma primigenia en la industria automovilística, como hemos visto, requiere mantener mucho menos de la mitad del inventario necesario en el sitio, dando lugar a muchos menos defectos y produce una mayor e incluso creciente variedad de productos (Womack & Jones, 1991).

c) *Principios del sistema.*

El *System Lean*, para el alcance a plenitud de sus objetivos, necesita de pilares o principios que deben ser observados a rigurosidad en su aplicación. Así pues, en la literatura observada, autores como los señalados antes (Womack & Jones, 1991) definieron un conjunto de principios para esta metodología, los cuales mencionamos a continuación:

- *Creación de valor.*

Como hemos visto previamente, el sistema *Lean*, implica una interrelación estrecha con la satisfacción de la experiencia del cliente, en tal sentido el crear valor para él se convierte en una tarea pilar, ya que de lo que se trata es entender qué es lo que quiere el cliente. El beneficio directo de atender y comprender las necesidades del cliente en términos de valor, es la creación de bases para un diseño del producto y el proceso para fabricarlo, más efectivos. En este sentido, el concepto de *valor* se convierte en el punto capital o inicial de la Filosofía *Lean*. El *valor*, como indicador en el *System Lean* se traduce como el aprecio que un cliente o consumidor le da a un producto o servicio para satisfacer sus necesidades a un precio determinado y en un momento determinado.

Por ello, la Filosofía *Lean* distingue entre dos tipos de cliente.

- Un cliente externo, al que generalmente se identifica como el usuario o consumidor y un cliente interno, que en un sistema *Lean* es todo aquel que dentro del flujo de valor recibe una entrada de material o información por parte de un proceso ubicado aguas arriba en el flujo de valor.

- *La cadena de valor.*

La creación e implementación de las actividades necesarias para la transformación de materiales e información en un producto o servicio terminado y entregado al cliente, se denomina *cadena de valor*. Este se constituye como otro de los pilares; y como un paso, además, para que las filosofías lean alcance sus objetivos. De este modo será importante la determinación del producto desde su concepción de diseño, hasta su lanzamiento y el pedido hasta la entrega al consumidor final. De este modo,

el Sistema *Lean*, prioriza aquellos procesos dentro de la cadena de valor que son imprescindibles, quitando o eliminando aquellos que le restan eficiencia.

- *La capacidad de flujo.*

En el *System Lean*, una vez identificadas las tareas que producen valor para el cliente, y se han eliminado las operaciones que son un despropósito o desperdicio, será imperioso hacer que fluyan las operaciones creadoras de valor que quedan. El sistema *Lean*, en esta etapa, se centra en la identificación y eliminación del mayor número posible de actividades que no añaden valor para mejorar la productividad y entregar más valor al cliente. Eliminar desperdicio es también una forma de crear flujo continuo en toda la cadena de valor (Pons Achell, 2014).

- *El sistema pull.*

Dentro del sistema *Lean*, pueden desarrollarse sub sistemas, Este es el caso del *Pull*. Es definido como un sistema de control de la producción e información al mismo tiempo, en el que las unidades de producción comunican sus necesidades a los elementos de la cadena de valor, esto puede darse mediante el uso de tarjetas *Kanban*. Las necesidades pueden versar sobre qué elemento o material se necesitan en los distintos niveles de producción, en qué cantidad, cuándo y dónde lo necesitan. El sistema *Pull*, que es reconocido un componente fundamental del *Just in Time*, se esfuerza por eliminar el exceso de inventario y la sobreproducción, por lo que es el opuesto al sistema de producción tradicional o denominado *Push*, que está basado en el sistema de grandes lotes de artículos producidos a gran escala y a la máxima velocidad .

- *La perfección Lean.*

La perfección en términos de *Lean* simboliza el proceso que proporciona puro valor, tal y como ha sido definido por el cliente, sin ninguna muda o desperdicio de ninguna clase (Lean Enterprise Institute, Inc, 2014). Para lograr esto son fundamentales herramientas de la cultura Lean, que son directamente reconocidos como costumbres en la filosofía de trabajo japonesa:

- El *Kaizen* que simboliza la mejora continua,
- La estandarización de procesos y procedimientos y;
- La generación de un plan de acción.

De este modo, a medida que las organizaciones empiezan a especificar el valor de modo preciso, pueden identificar toda la cadena de valor y hacen que las etapas creadoras de valor para los productos específicos fluyan constantemente y dejan que sean los clientes quienes atraigan hacia sí el valor desde la empresa, las personas involucradas caen en la cuenta de que no hay límite para la mejora continua, mientras ofrecen un producto o servicio cada vez más cerca de lo que el cliente verdaderamente desea. (Pons Achell, 2014).

- *Transparencia.*

En el *System Lean*, el flujo de información es un pilar importante, tener acceso a más información reporta como beneficio el descubrir mejores metodologías para la creación de valor. El valor agregado es la producción de *feedback* casi instantáneo y altamente positivo para los empleados, los que estarán capacitados para la formulación de mejoras, un rasgo clave del

trabajo Lean y un estímulo poderoso para seguir haciendo esfuerzos por mejorar.

- *La capacitación.*

La filosofía de trabajo *Lean* persigue la excelencia y la capacitación del personal de la cadena o flujo de valor, de este modo se propicia una atención continua para mantener el flujo de capacidades y eliminar el desperdicio en términos de aprendizaje técnico.

d) *Herramientas aplicadas en el sistema Lean.*

El sistema Lean, al ser una metodología flexible, acepta la utilización de un conjunto amplio de herramientas. En ese sentido, como informan (Rojas & Gisbert, 2017), estas herramientas pueden ser:

- *Las 5S's.*

Esta metodología se desarrolla en 5 pasos y sirve para generar una cultura organizacional de disciplina en cuanto a orden y limpieza de cualquier área dentro de la empresa. Es la base para la implementación de otras herramientas de mejora. Estos 5 pasos son: Eliminar, orden, limpiar, estandarizar, disciplina. Se recomienda se sigan los pasos en orden durante su implementación.

Así pues, los beneficios de la estrategia de las 5s, que detallan los citados (Rojas & Gisbert, 2017) son:

- Facilita el acceso y devolución de piezas, herramientas durante la ejecución del trabajo.

- Evita búsqueda innecesaria de objetos en la realización del trabajo.
- Mantiene las condiciones necesarias para el cuidado de las herramientas, equipo, maquinaria, mobiliario, instalaciones y otros materiales.
- Mejora visualmente el ambiente de trabajo.
- Creación y mantenimiento de condiciones seguras para realizar el trabajo  
Reduce las pérdidas de herramientas u objetos necesarios para hacer el trabajo.
- Crea las bases para incorporar nuevas metodologías de mejoramiento continuo.
- Es aplicable en cualquier tipo de trabajo: manufactura o de servicio.
- Participaciones en los equipos.

- *S.M.E.D.*

Se trata, según explican (Rojas & Gisbert, 2017), de una metodología o conjunto de técnicas que tiene como objetivo la reducción de los tiempos de preparación de máquina:

Entre los beneficios que esta metodología reportas, se encuentran:

- Reduce el tiempo de preparación del equipo, con el cual se puede llevar a tiempo productivo.
- “Generar más tiempo productivo lleva consigo la reducción del tamaño del inventario”.
- Reducir el tamaño de los lotes de producción.
- Producir en el mismo día varios modelos en la misma máquina o línea de producción.



- *La T.P.M.*

Sus siglas hacen referencia al mantenimiento productivo total. Es, según (Rojas & Gisbert, 2017), un conjunto de múltiples acciones de mantenimiento que permite eliminar las pérdidas por tiempos de paradas no programadas de las máquinas.

Los beneficios que esta metodología reporta son:

- Mejor control de las operaciones.
- Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.
- Reducción de los costes de mantenimiento
- Mejora de la calidad del producto final.
- Menor coste financiero por recambios.

- *El sistema K.A.N.B.A.N.*

Es una palabra japonesa que significa tarjetas visuales, esta técnica ha sido creada en Toyota y es utilizada para controlar el avance del trabajo, dentro de la producción. Entre sus beneficios se pueden señalar:

- Disminuir o eliminar el stock que existe entre procesos intermedios.
- Cumplir con los tiempos de entrega solicitados por el cliente.
- Mejorar la calidad del producto por una mejor detección de los defectos del mismo.
- Evita acumular inventarios.
- Facilita que la producción este controlada.
- Se puede lograr tener una producción flexible según la demanda.

**2.2.1.1. Su aplicación a la construcción.**

a) *Conceptualización.*

El *Lean Construction*, como método de trabajo y como filosofía del mismo, tiene sus orígenes hacia 1950 en Japón; aunque primigeniamente no fue conocido con tal denominación, sino como T.P.S.-*Toyota production system*, o también llamado Sistema de producción Toyota. Este modelo de producción fue diseñado, elaborado e implementado Shigeo Shingo y Taiichi Ohno (Bodek, 1996), ambos ingenieros residentes de la automotriz nipona. De este modo, la idea fundamental en el sistema de producción Toyota se basaba en la producción en cantidades relativamente pequeñas a un coste muy bajo; para lo cual se emplearon los conceptos de eliminación del desperdicio y mejora continua.

Por el éxito que trajo la aplicación del sistema de producción en Toyota, se produjo un interés internacional en el método. Así pues, a finales de la década de los 80 investigadores del *Massachusetts Institute of Technology* estudiaron al detalle la aplicación de este nuevo sistema, denominándolo luego "*Lean manufacturing*" o "*Lean production*", con el encargo de su difusión alrededor de del globo.

La atención que atrajo el método, sumado a sus éxitos aplicables al sistema de producción a una gran variedad de industrias, hizo que se vaya perfilando más allá de las estructuras metodistas de la administración teórica y se constituyera como una filosofía de trabajo. De este modo se buscó su aplicación al sector industrializado, ya que su enfoque basado en la reducción de los principales tipos de desperdicios, como son la sobreproducción, el inventario, el tiempo de espera, entre otros indicadores, hizo que esto fuera una necesidad. A lo anterior, tendríamos que sumarle que además utiliza metodologías novísimas que brindan

resultados de productividad mucho mayores a los que se tenían en esa época.

En el campo de la Ingeniería civil, la Arquitectura y en general en el campo de la construcción por los típicos problemas a los que esta se halla sujeta; como, por ejemplo, programaciones poco confiables o erradas, exceso de desperdicios y una inadecuada administración de los recursos, ha hecho viable pensar en implementar su utilización en esta industria. Desde que se viene aplicando a este sector, se han hecho considerables esfuerzos por mejorar los problemas en la administración general de proyectos de construcción. Un primer antecedente se da hacia 1992, con la publicación de "*Application of the New Production Philosophy to Construction*" (Koskela, 1992); donde se muestran los primeros acercamientos en la implantación de la filosofía del *Lean Production* al sector de la construcción, ya que buscan sistematizar los conceptos más avanzados que brinda la administración moderna, como el mejoramiento continuo, el *Just in Time*, entre otros; que junto con la denominada *ingeniería de métodos*, logra que se reformule los conceptos tradicionales de *planificar* y *controlar* obras proponiendo en su tesis una nueva filosofía de Control de Producción aplicable y redituable al sector de la construcción. El *Lean Construction* implica la utilización de los principios y herramientas que el *System Lean* provee, como hemos ya revisado. De este modo, se involucra en el proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio. Sus principios, como hemos señalados pueden aplicarse en todas las fases de un proyecto.

Así, se aplica al diseño, la ingeniería, el proceso de pre-comercialización, a los departamentos de marketing y ventas, la ejecución, el servicio de postventa, la atención al cliente, la puesta en marcha y mantenimiento del proyecto de construcción, así también a la administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro.

Este es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto, una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción Lean ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado a la gestión integral de proyectos, desde su diseño hasta su entrega. (Lean Construction Institute, Inc., 2017).

b) *Principios específicos aplicados al Lean Construction.*

En la literatura especializada, se han definido un conjunto de principios de carácter específico aplicados al Lean Construction, de modo que se puedan identificar líneas o directrices claras y precisa en su implementación a los proyectos constructivos. En ese sentido, autores como (Banna, 2017), delinear los siguientes principios que consideramos pertinente señalar.

- *Identificar el valor desde el punto de vista del cliente.*

El enfoque tradicional de la construcción se centra en lo que el cliente quiere que usted construya: lo que se incluye en los planos y especificaciones. La construcción Lean, por otro lado, reconoce que lo que el cliente valora es más profundo que eso. No se trata

sólo de qué construir, sino de por qué. Comprender realmente el valor desde el punto de vista del cliente requiere un nivel de confianza diferente, establecido desde las primeras fases de planificación de un proyecto.

La construcción Lean reúne a todas las partes interesadas, incluyendo al propietario, arquitecto, ingenieros, contratista general, subcontratistas y proveedores. El equipo del proyecto no sólo entrega lo que el cliente quiere, sino que también proporciona asesoramiento y ayuda a moldear las expectativas a lo largo del proyecto.

- *Definir la cadena de valor.*

Una vez que se tiene una clara comprensión del valor desde el punto de vista del cliente, se pueden diseñar todos los procesos necesarios para entregar ese valor. Esto se denomina flujo de valores. Para cada actividad, se definen la mano de obra, la información, el equipo y los materiales necesarios. Se eliminan todos los pasos o recursos que no añaden valor.

- *Eliminar el desperdicio.*

Una meta principal de la construcción Lean es eliminar o minimizar el desperdicio en cada oportunidad. La construcción esbelta se centra en ocho tipos principales de residuos: Defectos: Los defectos son cualquier cosa que no se hace correctamente la

primera vez, lo que resulta en un retrabajo que desperdicia tiempo y materiales.

- **Sobreproducciones:** En la construcción, la sobreproducción se produce cuando una tarea se termina antes de lo programado o antes de que se pueda iniciar la siguiente tarea del proceso.
- **El tiempo de espera:** El escenario más común que lleva a la espera en la construcción es cuando los trabajadores están listos, pero no se han entregado los materiales necesarios para completar el trabajo o no se ha completado el requisito previo de la tarea previa.
- **No utilizar el talento:** Los trabajadores en un proyecto de construcción tienen una variedad de habilidades y experiencia. Cuando la persona adecuada no se ajusta al trabajo adecuado, su talento, habilidades y conocimientos se desperdician.
- **Transporte:** El desperdicio de transporte ocurre cuando los materiales, equipos o trabajadores son trasladados a un lugar de trabajo antes de que sean necesarios. También puede referirse a la transmisión innecesaria de información.
- **Inventario:** Los materiales que no se necesitan inmediatamente se consideran exceso de inventario. Atascan el presupuesto, requieren almacenamiento y a menudo se degradan cuando no se utilizan.
- **Moción:** El movimiento que no es necesario, como la distancia entre los trabajadores y las herramientas o materiales, crea el desperdicio de movimiento.

- **Sobreprocesamiento:** El sobreprocesamiento ocurre cuando se añaden características o actividades que no tienen ningún valor para el cliente. Irónicamente, esto ocurre a menudo cuando se toman medidas para eliminar los otros tipos de residuos.

- *Flujo de procesos de trabajo.*

El estado ideal de un proyecto de construcción Lean es un flujo de trabajo continuo, ininterrumpido, fiable y predecible. La secuencia es clave en la construcción, no se puede empezar a construir el marco hasta que las bases estén colocadas, por ejemplo. Una comunicación clara entre todas las partes es esencial para lograr el flujo. Cuando una parte del proyecto llega tarde o antes de lo previsto, es esencial que todos lo sepan para que se puedan hacer los ajustes necesarios para evitar el desperdicio de tiempo, movimiento y exceso de inventario.

- *Planificación y programación de la puesta a disposición de material.*

La creación de flujos de trabajo fiables depende de que el trabajo se libere en función de la demanda posterior. La construcción esbelta reconoce que esto lo hacen mejor quienes realizan el trabajo, a menudo los subcontratistas. Los participantes se comunican y colaboran estrechamente entre sí para determinar el programa de tareas.

- *Mejoras Continuas.*

“La creencia de que es posible y necesario mejorar continuamente los procesos y eliminar los residuos es el corazón de la filosofía Lean. Las oportunidades de mejora son identificadas y actualizadas durante el

proyecto y aplicadas a proyectos futuros. La industria de la construcción no es inmune a la tendencia a apegarse a las viejas costumbres y resistir el cambio, pero los muchos beneficios del enfoque Lean están obligando a más y más empresas a aceptar el desafío. Cuando los proyectos llegan a tiempo, dentro del presupuesto y con exactamente el valor que el cliente esperaba, todos los involucrados son mejores para ello.

c) *Fases de aplicación de Lean Construction.*

Como el *Lean construction*, persiguen la mejora continua de los procesos y procedimientos, estos se pueden identificar en tres fases (Pons Achell, 2014):

- Existe conocimiento pleno de que una parte de nuestras actividades van a ser improductivas y no van a aportar valor desde la perspectiva del cliente. A partir de ahí, llevamos a cabo un control de costes Lean puesto que ahora disponemos de conocimiento y herramientas de gestión para empezar a identificar, calcular y controlar el desperdicio. Mejoramos el beneficio real y disminuimos el desperdicio actual mediante la mejora de diseño y de procesos de ejecución, de manera que nos permita reducir el coste de producción sin disminuir la calidad y las prestaciones de la edificación.
- Continuamos con la mejora continua y el control de costes mejorando el diseño y los procesos. Reducimos aún más el desperdicio y alcanzamos el beneficio esperado. Estabilizamos el margen de beneficio. Transformamos desperdicio y costes de producción en mejora real sobre el coste inicial previsto. Seguimos realizando ciclos



de mejora continua, diseñando nuevos estándares a medida que superamos los anteriores.

d) *Ventajas en la aplicación de Lean Construction.*

Como resultado de la implantación de la filosofía *Lean Construction* en un proyecto (Lean Construction Institute, Inc., 2017), se pueden esperar los siguientes resultados:

- La edificación o infraestructura y su entrega son diseñados 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 porqué implicar mayor coste).

### **2.2.1.2. *La planificación en la ingeniería civil.***

En el estudio de viabilidad de un proyecto de construcción, ha de realizarse una descomposición del mismo en actividades y sub-actividades, esto es útil para estimar el alcance y los costes asociados a la realización del proyecto de ingeniería. Sin embargo, cualquier intento de organización será inútil si no se tiene en cuenta la variable de planificación. Entonces, una vez definidas y descritas las actividades, la planificación de la obra resulta un ítem de capital importancia por cuanto es conveniente analizar la duración de cada actividad programada y el orden en que deben efectuarse.

La planificación de una obra o proyecto de ingeniería, comprende varios tipos de planificación. Uno de ellos es la planificación de la producción que abarca la planificación de los subcontratos, suministros, recursos, personal, maquinaria e instalaciones provisionales.

Otro tipo de planificación es la del control de calidad que abarca la elaboración de un cronograma de medición y control, la ubicación de zonas críticas a controlar y los agentes que se encargarán de dicho control y, por último, establecer ensayos y pruebas a realizarse para llevar a cabo el control global de la obra, la duración de cada actividad del proyecto depende de numerosos factores, siendo lo más relevante la complejidad, el esfuerzo requerido y los recursos que se utilicen para su realización (García, 2004).

#### **a) *Objeto de la planificación de una obra.***

El objeto de considerar llevar a cabo la planificación de una obra es tener una guía que nos lleve a cumplir los objetivos planteados en un tiempo determinado. Como menciona Domingo Ajenjo, un proyecto debe estar acotado en términos del principio y del fin de éste.

De este modo, cuando un proyecto llega a su fin es porque se han alcanzado los objetivos y plazos prefijados o también cuando se hace evidente que dichos objetivos no pueden alcanzarse. Cuando carece de fin, es porque no existe objetivo alcanzable y, por ende, no constituye un proyecto (Domingo Ajenjo, 2000).

*b) Etapas en la planificación de una obra.*

En la planificación de una obra civil, se llevan a cabo diferentes etapas, sin embargo, revisada la literatura de la materia, estableceremos la siguiente, según lo atendido por (Serpell, 2007) , quien lo hace del siguiente modo:

- *La planificación preliminar o estratégica.*

Que consiste en la estructuración del proyecto. La estructuración del proyecto abarca una coordinación preliminar entre la Inmobiliaria y la Constructora donde se concretan los requerimientos de la Inmobiliaria. Esta estructuración es el punto de partida para elaborar la planificación del proyecto.

- *La planificación del proyecto.*

Esta etapa consiste en calcular la duración del proyecto a partir de los metrados y análisis de precios unitarios de cada proceso que se va a

ejecutar. Cabe resaltar que se toman en cuenta los análisis de costos unitarios porque es ahí donde se establecen los rendimientos que permiten calcular cuánto va a durar cada proceso. Con los metrados y los rendimientos históricos se puede prever la duración en días de cada proceso a ejecutar en toda la obra.

- *La planificación de operaciones.*

La misma que tiene “como objetivo usar la secuencia y el método más efectivo y económico posible en cada operación de acuerdo a la naturaleza y entorno del proyecto. El orden de ejecución de las diferentes actividades (relaciones de dependencia), deben tener en cuenta factores muy variados, desde que algunas actividades necesiten para su inicio que otras hayan concluido hasta que para realizar ciertas actividades se precisen recursos que deben ser compartidos con otras actividades (incluso, de otros proyectos).

c) *Métodos de Planificación.*

Las técnicas de planificación se utilizan para estructurar las tareas del proyecto, dependiendo de su duración y el orden de ejecución de las mismas, teniendo en cuenta los recursos disponibles y las relaciones de dependencia de las actividades. Mediante las técnicas de programación se fijan en el calendario las fechas de inicio y final de cada actividad, en función de los recursos, costes, carga de trabajo, entre otros. La planificación y programación de las operaciones constituye una herramienta esencial de la Dirección del Proyecto para la coordinación y

control del proyecto, elementos básicos para lograr los objetivos económicos y de plazo estipulados.

Pero en la ejecución de cualquier proyecto siempre surgen imprevistos, anomalías o cualquier otra circunstancia que afecta a la programación efectuada. Por ello, es preciso que la Dirección ejerza la imprescindible labor de control del proyecto, tomando las medidas oportunas para efectuar una reprogramación que permite retornar a los objetivos previstos.

## **2.3. DEFINICIÓN DE CONCEPTOS**

### **2.3.1. Proyecto**

Puede definirse como proyecto a un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (Pons, 2014).

### **2.3.2. Lean productions (Producción sin pérdidas).**

Es una filosofía de producción desarrollada en Japón desde los años 50; significa producción sin pérdidas y según Botero Botero & Álvarez, (2015, p.66) *“el sistema de producción basado en esta filosofía, está orientado fundamentalmente a eliminar las pérdidas en los procesos productivos”*.

### **2.3.3. Lean construccion (Construcción sin pérdidas).**

Es la filosofía Lean Production aplicado al sector de la construcción. *“Según el Lean Construction Institute en una nueva manera de aplicar la gestión de producción en la industria de la construcción”* (Ghio, 2001, p.30).

#### **2.3.4. Trabajo productivo.**

De acuerdo a las definiciones de flujos y conversiones y a las categorizaciones hechas en otras investigaciones. Los trabajos productivos están definidos como el tiempo empleado por el obrero en realizar actividades de conversión durante el proceso constructivo de alguna unidad de construcción. Ejemplo: en el vaciado de concreto, en la colocación de aceros de refuerzos, en el asentado de ladrillos, y otros.

#### **2.3.5. Trabajos contributivos.**

Los trabajos contributivos son los tiempos empleados por los obreros en realizar trabajos de flujo, específicamente estos trabajos son de apoyo a los trabajos productivos en los procesos constructivos de alguna unidad de construcción. Ejemplo: el transporte o traslado de materiales, herramientas y equipos; las mediciones, las limpiezas, instrucciones, etc.

#### **2.3.6. Pérdidas (No contributorio).**

Según Ghio (2001), es toda aquella actividad que tiene un costo, pero que no le agrega valor al producto terminado. Ejemplo: esperas, demoras, transportes, etc.

#### **2.3.7. Buffers.**

En todo proyecto existe gran variabilidad presente en la construcción, los buffers son plazos o colchones que se usaran ante cualquier eventualidad y no generar pérdidas en la producción.

### 2.3.8. Desperdicios.

Se define como cualquier pérdida producida por actividades que se genera durante la ejecución del proyecto directa o indirectamente, generando un sobre costo que no adicionan valor alguno al producto desde el punto de vista del cliente.

## 2.4. hipótesis de la investigación

### 2.4.1. Hipótesis General

Tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, se logra la eficiencia en el proceso constructivo en mención.

### 2.4.2. Hipótesis Específicas

- La aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, mejora significativamente la productividad en el proceso constructivo.
- La aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, acorta los plazos de ejecución.

## 2.5. OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

- **Variable independiente**

X= Filosofía del Lean Construction

- **Variable dependiente**

Y= Planificación de ejecución del proyecto

$Y=f(x)$
----------

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 1.** *Operacionalización de variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSIONES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
Filosofía Lean Construction	La filosofía Lean Construction busca dar una solución a los problemas que se tiene en la metodología actual de construcción en lo que respecta al costo, plazo y productividad en las obras	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Productividad</li> <li>- Plazos</li> </ul>	Ficha técnica de recolección de datos
Planificación de ejecución	La planificación de una obra es tener una guía que nos lleve a cumplir los objetivos planteados en un tiempo determinado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viabilidad del proyecto</li> <li>- Etapas de planificación</li> <li>- Métodos de planificación</li> <li>- Técnicas de planificación</li> </ul>	Cuestionario



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

Como método general se ha utilizado el Método Científico, definido por (Sánchez, 2001) como el conjunto de presupuestos y pasos para la obtención del conocimiento científico, haciendo uso de instrumentos fiables; permitiendo minimizar la influencia subjetiva del investigador.

Como métodos específicos de la investigación se han utilizado: la inducción y deducción: Para (Mendiola, 2011, pág. 111) *“en la inducción se procede desde enunciados particulares a los generales”*, en tanto que en la inducción de acuerdo a (Mendiola, 2011, pág. 33) *“se trata de utilizar las generalizaciones que ha proporcionado la inducción como premisas para la deducción de enunciados sobre las observaciones iniciales”*.

#### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

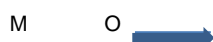
La presente investigación es una de carácter aplicada porque no sólo se plantea alcances de forma teórica, sino que propone también alcances prácticos, es decir, considera a la realidad para el desarrollo de sus propósitos. Según (Santos, 2009, pág. 22) la investigación aplicada se encuentra en dependencia de lo realizado en la investigación básica, *caracterizándose por “[...] su interés en la aplicación, utilización y consecuencias prácticas de los conocimientos.”*

### 3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es de carácter descriptivo. Descriptivo, que de acuerdo a (Santos, 2009, pág. 244) es un método que “[...] describe fenómenos sociales o clínicos en una circunstancia temporal y geográfica determinada, [...]”.

### 3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene un diseño no experimental, de tipo transversal. Siendo su representación:



Donde:

M = Muestra.

O = Observación de la muestra

### 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.4.1. POBLACIÓN

Al ser un estudio del caso, la población está conformada por las partidas del proyecto Colegio Innova Schools - Sede Cusco, ubicado en Av. 2B-6 Urb.

#### 3.4.2. MUESTRA

Está constituido por las partidas de acero, encofrado y concreto, debido a que estas partidas son las de mayor incidencia, y presupuesto dentro del área de estructuras.

##### 1. Zapatas

1.1 concreto en zapatas  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

1.2 acero para zapatas grado 60.

##### 2. Vigas de cimentación

2.1 concreto en cimentación armada  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$

2.2 encofrado en cimientos armados.

2.3 acero para cimentación grado 60.

### **3. Columnas**

3.1 concreto en columnas  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>

3.2 encofrado en columnas.

3.3 acero grado 60 en columnas.

### **4. Vigas**

4.1 concreto en vigas  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

4.2 encofrado en vigas.

4.3 acero grado 60 en vigas.

### **5. Losa aligerada espesor 0.20 m.**

5.1 concreto en losas aligeradas  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>.

5.2 encofrado en losas aligeradas.

5.3 acero grado 60 en losas aligeradas.

## **3.5. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

### **3.5.1. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se utilizaron el análisis documental y la encuesta. El análisis documental definido por (Martínez, 2001, pág. 155) como el conjunto de operaciones dirigidas a extraer y descomponer analíticamente un documento con la finalidad posibilitar la identificación de su contenido. La encuesta, la cual se aplicó a cada uno de los elementos conformantes de la población.

### **3.5.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

El instrumento de recolección de datos que se ha utilizado es el cuestionario, que para (Mendiola, 2011, pág. 21) “*es un conjunto de preguntas sobre los hechos o aspectos que interesan en una evaluación, en una investigación o en cualquier actividad que requiera la búsqueda de información. [...]*”.

### **3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS**

Como técnica de procesamiento y análisis de datos se ha utilizado el programa SPSS (StatisticalPackagefor Social Sciences), Versión 20, a un nivel de confianza del 95%, con la finalidad de que los datos recabados por el instrumento aplicado fueron procesados para su posterior estudio de análisis, interpretación y presentación de los datos.

### **3.7. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Según Hernández (1998), la recolección de los datos implica seguir un procedimiento sistemático que permita recoger los datos de la muestra.

Para la recolección de datos se aplicó el siguiente procedimiento:

- Identificar a la población y a la muestra
- Aplicar una técnica de muestreo
- Diseñar el instrumento
- Validar el instrumento
- Determinar la confiabilidad y objetividad del instrumento
- Aplicar el instrumento en la muestra seleccionada
- Analizar e interpretar los datos recabados

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 4.1. Presentación de resultados

El proyecto consiste en la construcción del colegio privado **INNOVA SCHOOLS -SEDE CUSCO**.

En la mayoría de proyectos privados se adjudica la licitación, al cliente que presenta una programación general; como es en este caso.

Cuando uno inicia la ejecución del proyecto, nos basamos un sistema de gestión tradicional presentado al cliente.

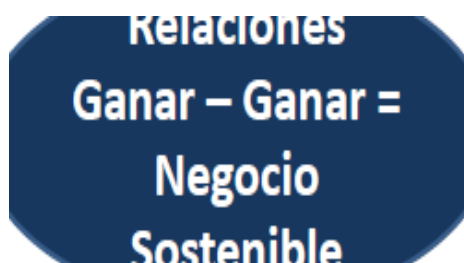
Para ello se desarrolla grandes planes o cronogramas con gran nivel de detalle, con la esperanza que se cumpla, sin embargo se desgastan realizando planes que se desactualizan rápidamente, es decir con escasa probabilidad de cumplir, porque muchas veces no consideran la ubicación de los lugares remotos, riesgos climáticos, factores sociales, dependencia del cliente por ingeniería o materiales, transporte, inspecciones etc. que tiene una duración, costo y consumen recursos pero no se planifican. Sin embargo, constituyen la mayor parte del tiempo dedicado a la producción.

Como vemos, para programar las actividades a corto plazo, “no basta con ver el programa macro, hay que ver también los factores externos que influyen en una obra y el estado real de ella. Hay gente que considera que se debe presionar las unidades de producción para que realicen las tareas programadas sin importar los obstáculos que tengan para realizarlas, lo que finalmente genera un derroche de recursos en tratar de finalizar una actividad que no puede ser realizada, o si lo es no será hecha de la forma como corresponde. Una errada forma de control a la unidad de producción incrementa la incertidumbre y priva a los trabajadores de comprender que

la planificación es una poderosa herramienta para enfrentar el futuro de una mejor manera. Actualmente se cuenta con una planificación general, de la cual partiremos para realizar la aplicación de la filosofía Lean Construction en la etapa de planificación de ejecución del colegio INNOVA SCHOOLS.

La representación de resultados será mediante gráficos y tablas donde se evidenciará los efectos que se obtuvieron en la productividad y plazos tras la aplicación de la filosofía Lean Construction.

La idea de este estudio es abrir pautas a seguirse para que varias empresas que estén en el rubro de la construcción implementen esta filosofía para que puedan mejorar su productividad y mejorar sus plazos de ejecución y tener un negocio exitoso.



## DATOS GENERALES DEL PROYECTO

**Tabla 2.** *Datos generales del proyecto*

<b>Nombre de la obra</b>	:Centro de educación básica regular inicial , primaria y secundaria "INNOVA SCHOOLS SEDE CUSCO"
<b>Duración del proyecto</b>	:120 calendario
<b>Costo del proyecto</b>	S/7 884 638.23
<b>Área en construcción</b>	5093 m <sup>2</sup>
<b>Ubicación</b>	Avenida 02, Lote B-6, A.P.V. Ingenieros de Larapa Grande, Distrito de San Jerónimo, Provincia de Cusco, Departamento de Cusco.

Fuente: Elaboración propia

### *Descripción del proyecto.*

Se desarrolla un colegio que comprende aulas para inicial, primaria y secundaria, aulas multimodales (aulas que funcionarían como aulas de clases, aulas de lectura o aulas de cómputo), administración, sala de profesores, laboratorio de ciencias, baños, distribuido en 5 bloques.

El proyecto está conformado por 2 conjuntos: El primero es el Conjunto "A", que consta de tres bloques, el Bloque 1, 2 y 3; mientras que el segundo es el Conjunto "B", que cuenta de los Bloques 4 y 5

### **Gráfico 1. Planta y cortes del proyecto por conjuntos**



Fuente: Elaboración propia

En el Conjunto «A», se encuentra:

- El **BLOQUE 01**, de 03 niveles, está conformado por el área administrativa con baños de administración, 01 cuarto técnico

general y 01 cuarto de basura en el primer nivel; 02 media lab, 01 SS.HH. para profesores y 01 lactario en el segundo nivel; 02 aulas de nivel secundaria, 01 SS.HH. de servicio y 01 depósito en el tercer nivel.

- El **BLOQUE 02**, de 03 niveles, conformado por 03 aulas de nivel inicial, 02 baterías de baños, 01 lavamopas, 01 cuarto técnico, 01 lavamopas/depósito y 02 escaleras de concreto integradas en el primer nivel; 03 aulas de nivel primaria, 02 baterías de baños, 01 lavamopas, 01 cuarto técnico, 01 lavamopas/depósito y 02 escaleras de concreto integradas en el segundo nivel; 02 media lab, 01 aulas de nivel secundaria, 02 baterías de baños, 01 lavamopas, 01 cuarto técnico, 01 lavamopas/depósito en el tercer nivel.
- El **BLOQUE 03**, de 03 niveles, conformado por 03 aulas de nivel inicial, 01 depósito y 01 depósito de inicial, 01 escalera de concreto integrada en el primer piso; 03 aulas de nivel primaria, 01 depósito y 01 escalera de concreto integrada en el segundo nivel; 04 aulas de nivel secundaria en el tercer nivel.

En el Conjunto «B», se encuentra:

- **EL BLOQUE 04**, de 01 piso desde el nivel +2.50m y 03 pisos desde el nivel +5.65m. Este bloque, cuenta finalmente con 4 pisos, sin embargo, tiene accesos opuestos. El primer piso, del nivel +2.50 m., está conformado por 01 comedor, 01 librería, 01 barra de atención, 01 cocina, 01 depósito de cocina, 01 SS.HH. de mujeres y 01 SS.HH. de hombres, 01 depósito y 01 lavamopas.



El primer piso desde el patio en el nivel +5.65m, está, conformado por 04 aulas de nivel primaria.

El segundo piso a nivel +8.80m, está conformado por 02 aulas de nivel primaria, 01 sala de profesores, 02 SS.HH para profesores, 01 batería de baños, 01 SS.HH. de discapacitados, 01 lavamopas, 01 cuarto técnico y 01 depósito.

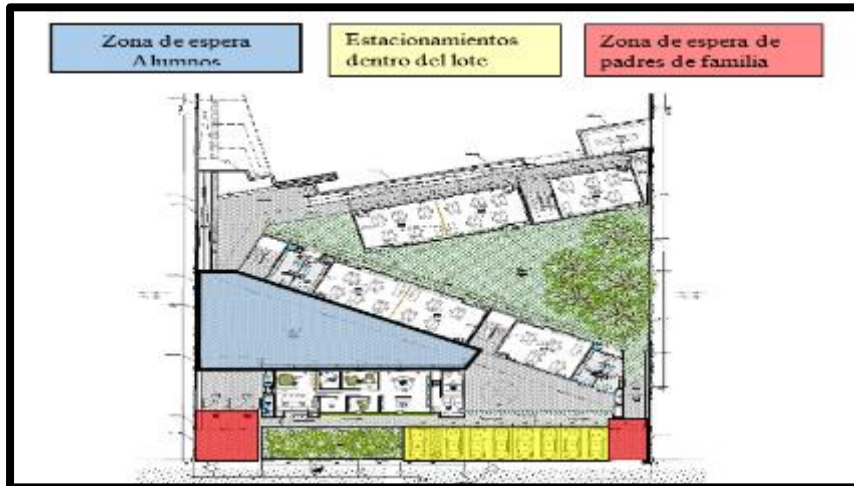
El tercer piso a nivel +11.95m, está conformado por 02 aulas de nivel secundaria, 01 sala de ciencias, 01 batería de baños, 01 SS.HH. de discapacitados, 01 lavamopas, 01 cuarto técnico y 01 depósito.

- **EI BLOQUE 05**, de 03 niveles; conformado por 03 aulas de nivel primaria, 01 batería de baños, 01 SS.HH. de discapacitados, 01 lavamopas, 01 ascensor para discapacitados, 01 depósito de la cancha y 02 escaleras de concreto integrada al primer nivel; 03 aulas de nivel primaria, 01 batería de baños, 01 SS.HH. de discapacitados, 01 lavamopas, 01 ascensor para discapacitados y 02 escaleras de concreto integrada al segundo nivel; 03 aulas de nivel secundaria, 01 batería de baños, 01 SS.HH. de discapacitados, 01 lavamopas, 01 ascensor para discapacitados en el tercer nivel.

### ***Obras exteriores***

Está conformado por la cancha multiusos y área de recreo para inicial, primaria y secundaria, estacionamiento vehicular, zona de espera para padres y zona de espera alumnos.

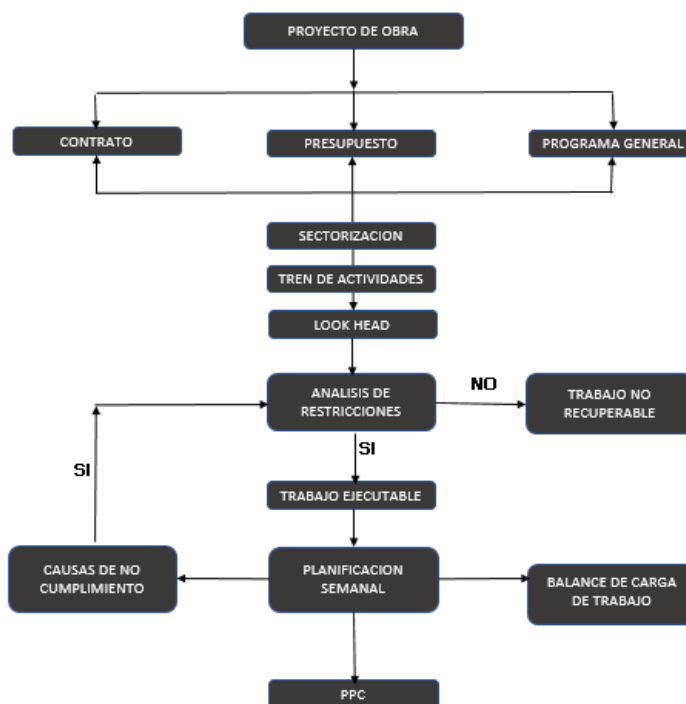
**Gráfico 2. Zonas del proyecto**



Fuente: Elaboración propia

*Implementación de la Filosofía Lean Construction.* Para comprender mejor el procedimiento empleado en el proyecto exponemos el siguiente diagrama de flujo con el cual se desarrolló todo el análisis.

**Diagrama 1. Análisis del proyecto**



Fuente: Elaboración propia

El diagrama de flujo expuesto indica cómo se debe elaborar la aplicación de Lean Construction en la etapa de planificación de ejecución, la cual expondremos a continuación los pasos.

Este punto es uno de los más importantes, ya que describiremos el proceso de implementación de esta filosofía en la construcción de un colegio constituido por 5 bloques.

La idea es difundir la aplicación de la filosofía lean en la industria de la construcción en nuestro país teniendo como objetivo principal elevar el nivel de profesionalismo y eficiencia de nuestro sector.

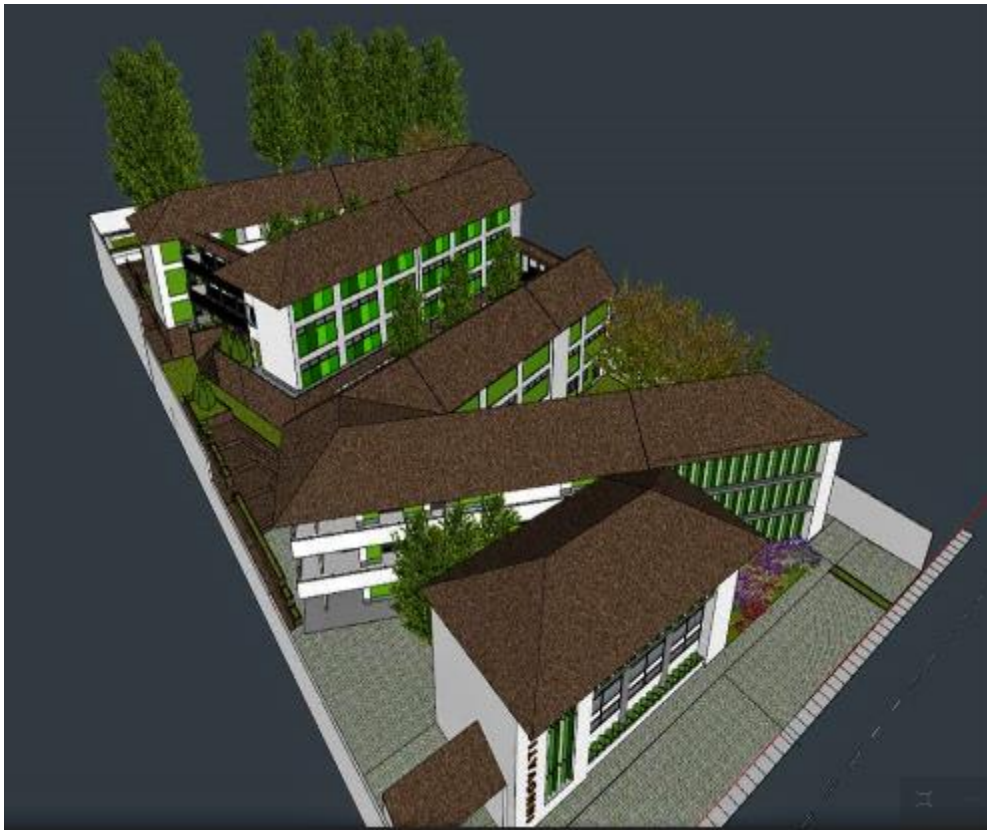
*Estudio del contrato.*

Estudiar el concepto y elementos del contrato, lo cual es el documento legal que se firma en la adjudicación de una obra privada, nos implantan objetivos los cuales hay que cumplir, como son las fechas de entrega representado por hitos, lo cual, de no cumplir con lo establecido, la empresa ejecutora será penalizado por incumplimiento al contrato.

El contrato de obra establecía lo siguiente:

Costo Directo:	S/. 6681896.81
Inicio Contractual:	31-07-17
Termino Contractual:	27-11-17
Tipo de contrato:	Suma Alzada

### Gráfico 3. Proyecto de la obra



Fuente: Elaboración propia

Se presentó al cliente una programación de obra y se le entregó una carta de cumplimiento de plazo.

## CARTA DE COMPROMISO DE CUMPLIMIENTO DEL CRONOGRAMA

Señores  
COLEGIOS PERUANOS S.A.C.

Proyecto: Colegio INNOVA SCHOOLS Sede Cusco

Presente:

Mediante la presente carta, la empresa constructora GRUPO JOHESA CONSTRUCTORES S.A.C. con R.U.C N°: 20601229049, con dirección en Av. San Luis N°2287 Dpto. 303 – San Borja – Lima, se compromete en cumplir el cronograma de obra de 120 días calendario para el proyecto: Colegio Innova Schools Sede Larapa – Cusco que comprende desde 31/07 al 27/11 del presente.



Ing. José Renzo Tenorio Martínez  
RESIDENTE DE OBRA  
CIP. 346036  
GRUPO JOHESA CONSTRUCTORES S.A.C.

Ing. José Renzo Tenorio Martínez  
Residente de Obra  
Grupo Johesa Constructores S.A.C.

Los hitos acordados con la supervisión y el cliente fueron:

**Tabla 3. Cronograma de obra por hitos**

PROYECTO: COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO TÍTULO: HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN SUB-TÍTULO: CRONOGRAMA DE OBRA POR HITOS FECHA: jueves, 10 de Agosto de 2017 UBICACIÓN: SAN SEBASTIAN - CUSCO				<b>CRONOGRAMA DE OBRA POR HITOS</b>																				
DESCRIPCIÓN	FECHA	FECHA	DURACION	JULIO				AGOSTO				SEPTIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBRE			
	INICIO	FIN		S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17				
COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO																								
Hito N°1: Fin de Demolición, Corte y Plataformado	31/07/2017	10/08/2017	11.00																					
Hito N°2: Fin de Obra Gruesa Bloques	14/08/2017	29/09/2017	47.00																					
Hito N°3: Fin de Acabados Bloques	11/09/2017	27/11/2017	78.00																					
Hito N°4: Fin de Acabados Cerco Perimétrico	11/09/2017	11/10/2017	31.00																					
Hito N°5: Fin de Obras Exteriores y Jardines	23/10/2017	21/11/2017	30.00																					
ELABORADO POR:	REVISADO POR:			APROBADO POR:																				
Ing. José Renzo Tenorio Martínez Gerente de Obra	Ing. Dennis Abad Jefe de Proyectos			Ing. Saúl Yangari Gerente General																				

Fuente: Elaboración propia

Para la presente tesis sólo analizaremos el bloque 4 y 5 de la fase de estructura, según los hitos de entrega N°2.

Es muy importante cumplir con el cronograma de hitos de entrega, a fin de no correr el riesgo que nos intervengan o penalicen según el contrato. Es allí, importante de tener una herramienta como es el Lean Construction, que permita cumplir con el alcance de obra y que cubra la necesidad del cliente que son:


- Terminar en el plazo.
- Cumplir con el Costo.
- Cumplir con la calidad.

*Estudio del presupuesto.*

La siguiente etapa es la revisión del presupuesto de obra, en el cual identificamos la cantidad de recurso que debemos de procesar para cumplir con nuestros hitos de entrega.

En este estudio se revisó el presupuesto en forma macro, ya que no se tenía las plantillas de metrado por bloque ni los análisis de precio unitario que era necesario para realizar el balance de carga de trabajo.

**Tabla 4. Presupuesto de la obra**

PRESUPUESTO EDIFICACION CIS SEDE CUSCO ETAPA I			
PROYECTO	: COLEGIO INNOVA SCHOOLS SEDE CUSCO ETAPA I		
CLIENTE	: COLEGIOS PERUANOS S.A		
CONTRATISTA	: GRUPO JOHESA CONSTRUCTORES S.A.C		
FECHA	: Lunes, 31 de Julio de 2017		
			
<b>1.00</b>	<b>EDIFICACION</b>		<b>4,719,378.39</b>
<b>2.00</b>	<b>PATIOS &amp; JARDINES</b>		<b>725,957.85</b>
<b>3.00</b>	<b>CERCO PERIMETRICO</b>		<b>265,686.67</b>
	<b>TOTAL</b>		<b>5,711,022.91</b>
	<b>GASTOS GENERALES</b>	<b>10.00%</b>	<b>571,102.29</b>
	<b>UTILIDAD</b>	<b>7.00%</b>	<b>399,771.60</b>
	<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>6,681,896.81</b>
	<b>IGV</b>	<b>18.00%</b>	<b>1,202,741.43</b>
	<b>COSTO TOTAL</b>		<b>7,884,638.23</b>
	<b>AREA TOTAL TECHADA</b>		<b>4,590.63</b>
	<b>RATIO TOTAL DEL PROYECTO</b>	soles/m2	<b>1,717.55</b>

Fuente: Elaboración propia

En este caso nos concentraremos en la parte de edificación, que es el presupuesto que abarca los bloques 4 y 5 y las partidas de acero, encofrado y acero.

**Tabla 5. Presupuesto bloque 4 y 5**

PROYECTO : COLEGIO INNOVA SCHOOLS SEDE REYCH  
 PROPIETARIO : COLEGIOS PERUANOS S.A.C  
 CONTRATISTA : JOHESA CONSTRUCTORES SRL  
 FECHA : 1/08/2017

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO
<b>4.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		<b>TOTAL</b>
			<b>TOTAL</b>
<b>4.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
4.01.01	EXCAVACION MASIVA	M3	1074.17
4.01.03	SOBRE EXCAVACION	M3	255.67
4.01.02	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO, MATERIAL DE AFIRMADO EN DESNIVELES	M3	1066.79
4.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE LA EXCAVACION PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES	M3	1396.42
<b>4.02</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>		
4.02.02.01	CONCRETO PARA SOLADO	M2	162.81
	CIMIENTO CORRIDO	M3	11.13
	CONCRETO SOBRECIMIENTO	M3	5.22
	ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	M2	67.67
<b>4.03</b>	<b>OBRA DE CONCRETO ARMADO</b>		
<b>4.03.01</b>	<b>ZAPATAS</b>		
4.03.01.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	141.62
4.03.01.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	7362.26
<b>4.03.02</b>	<b>VIGAS DE CIMENTACION</b>		
4.03.02.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	34.12
4.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	170.51
4.03.02.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	6144.70
<b>4.03.01</b>	<b>PLATEA DE CIMENTACION</b>		
4.03.01.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	80.25
4.03.01.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	17701.04
	<b>PLACA</b>		
<b>4.03.03</b>	<b>PLACA 1ER PISO</b>		
4.03.03.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	75.08
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	869.74
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	11521.39
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	869.74
<b>4.03.03</b>	<b>PLACA 2DO PISO</b>		
4.03.03.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	75.08
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	826.78
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	9149.66
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	826.78
<b>4.03.03</b>	<b>PLACAS 3ER PISO</b>		
4.03.03.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	87.96
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	947.81
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	9030.89
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	947.81
<b>4.03.03</b>	<b>PLACAS 4TO PISO</b>		
4.03.03.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	46.01
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	463.07
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	3511.86
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	463.07
	<b>COLUMNAS</b>		
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 1ER PISO</b>		
4.03.04.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	11.03
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	110.25
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	3511.68
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	110.25
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 2DO PISO</b>		
4.03.04.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	11.03
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	110.25
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	3023.32
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	110.25
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 3ER PISO</b>		
4.03.04.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	13.11
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	126.10
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	2973.49
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	126.10
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 4TO PISO</b>		
4.03.04.01	CONCRETO Fc= 210 kg/m2	M3	8.60
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	86.00



4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	1661.17
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	8.60
	<b>VIGAS</b>		
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 1ER PISO</b>		
4.03.05.01	CONCRETO Pc=210 kg/m2	M3	28.89
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	172.42
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	4642.27
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	172.42
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 2DO PISO</b>		
4.03.05.01	CONCRETO Pc=210 kg/m2	M3	35.21
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	204.51
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	5590.77
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	204.51
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 3ER PISO</b>		
4.03.05.01	CONCRETO Pc=210 kg/m2	M3	63.11
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	392.66
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	8474.04
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	392.66
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 4TO PISO</b>		
4.03.05.01	CONCRETO Pc=210 kg/m2	M3	44.40
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	245.78
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	5611.67
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	245.78
	<b>LOSA</b>		
<b>4.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 1ER PISO</b>		
4.03.06.01	CONCRETO Pc=210 kg/m2	M3	71.61
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	538.15
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200kg/cm2	KG	3062.33
4.03.06.04	LADRILLO DE ARCILLA 30x30x20cm	UND	4574.28
4.03.06.05	CURADO DE CONCRETO	M2	538.15
<b>4.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 2DO PISO</b>		
4.03.06.01	CONCRETO Pc=210 kg/m2	M3	68.92
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	518.12
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200kg/cm2	KG	3062.33
4.03.06.04	LADRILLO DE ARCILLA 30x30x20cm	UND	4404.02

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4, se aprecia la cantidad de materiales en cuanto a concreto, encofrado y acero ya que estas partidas son de mayor incidencia en tema de costo que se debe ejecutar para la construcción del bloque 4 y 5, estos

metrados nos permite analizar y generar un mejor enfoque para la conexión del programa con la planificación del proyecto.

*Estudio del programa general.*

Para el proyecto: “Construcción de Colegio Innova Schools”, se cuenta con la programación general, donde se detalla los hitos de medición y la duración de cada actividad.

En esta programación se define todas las etapas que permiten culminar el proyecto, así mismo se estableció la secuencia de cada actividad en la que serán ejecutadas cada una de ellas.

Las fechas de cada actividad indicado en la programación pueden sufrir variaciones a la hora de ejecutar, debido a que la obra puede presentarse situaciones que no se consideraron en la programación (personales enfermos, eventos climáticos, etc.). Debido esto se tiene que tomar medidas que permitan disminuir posibles alteraciones en la programación.

Según la programación del proyecto iniciará el 31/07/17, y culminará el 27/11/17. De lo cual el tiempo de ejecución para el proyecto será de casi 4 meses. Para el caso de la construcción se estima que inicie el 14/08/17 y culmine el 29/09/2017. A continuación, se muestra el cronograma general para el proyecto “COLEGIO INNOVA SCHOOLS SEDE CUSCO”.

**Tabla 6. Cronograma del proyecto**



Fuente: Elaboración propia

*Programación general del proyecto.*

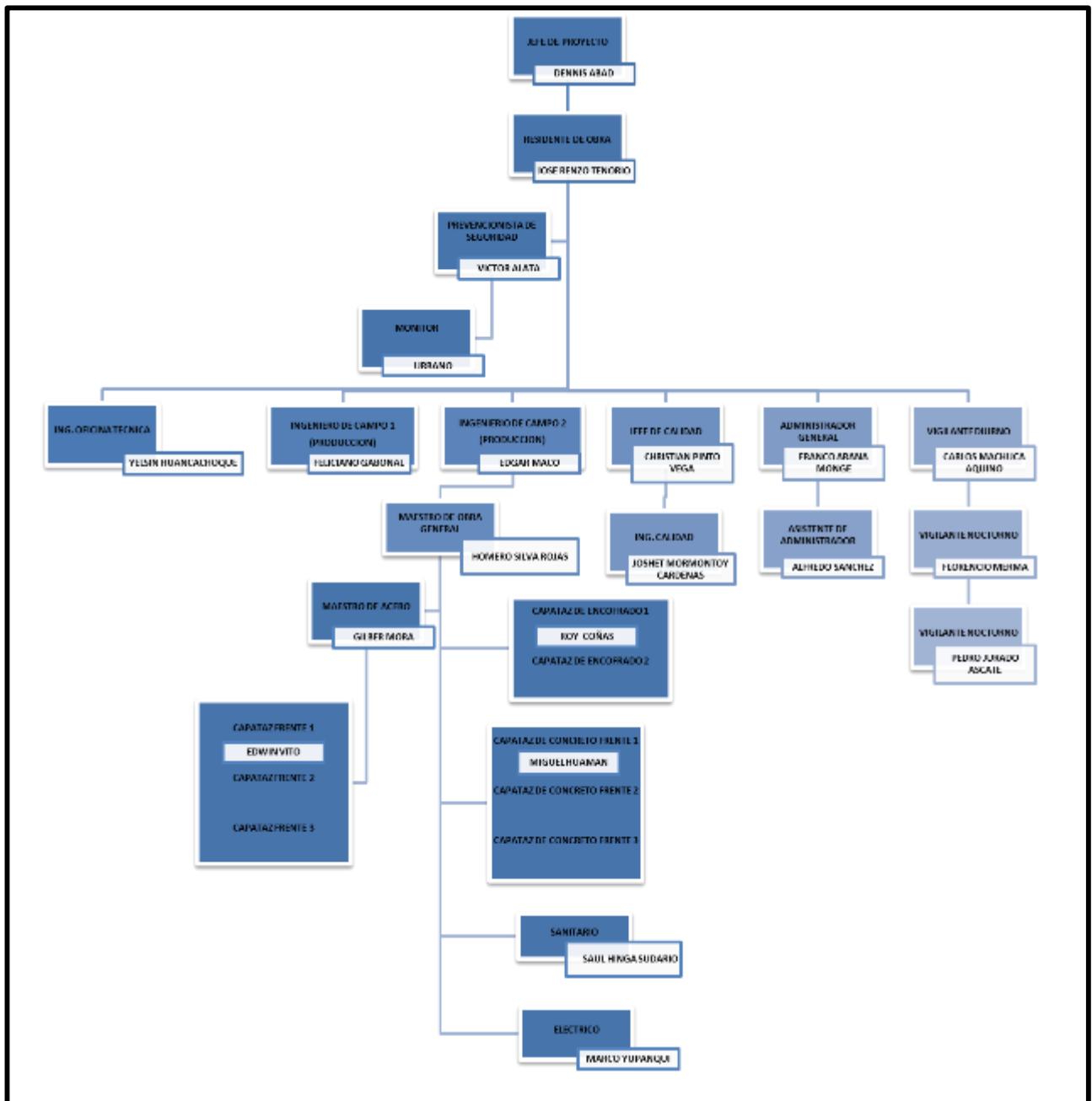
Como se ve en la tabla 6, dentro del programa se detalla las fechas de culminación de cada actividad incluyendo los hitos.

*Plan de recursos humanos.*

Al inicio del proyecto, como parte de la planificación es tener en claro cuáles son las funciones y responsabilidades de todo el personal que está involucrado al proyecto.

**Diagrama 2. Organización del proyecto**

Fuente: Elaboración propia



Como se aprecia en el organigrama del proyecto, se le hace a conocer a todos los involucrados ya sea por medio de una reunión o por correo, con el fin de que la comunicación y las coordinaciones fluya normalmente.

### *Sectorización.*

La sectorización consiste en dividir el proyecto en áreas o sectores similares, es un proceso que antecede al tren de trabajo. Para iniciar con la

sectorización es necesario contar con los metrados de todas las partidas del proyecto a ejecutar, después de tener los metrados se propone el número tentativo de sectores. Una vez aprobado la cantidad de sectores, se procede a calcular el metrado promedio que tendrá cada sector. Para sectorizar se tiene que tener algunas consideraciones estructurales durante el proceso constructivo que son los siguientes:

Las vigas se encofran en su totalidad.

**Fotografía 1. Encofrado de vigas**



Fuente: Elaboración propia

Las losas aligeradas se pueden encofrar por partes, solo si se respeta el corte en sentido a las viguetas.

**Fotografía 2. Corte encofrado - viguetas**



Fuente: Elaboración propia

El vertido de concreto en vigas y losas aligeradas se puede realizar parcialmente a partir de los tercios aprobado por los ingenieros estructurales, no se descarta pegar el concreto en la junta fría ni colocar refuerzos adicionales. (Si tu sectorización corta parcialmente tu losa o viga, tiene que ser aprobado por un estructural).

### Fotografía 3. Vaciado de losa



Fuente: Elaboración propia

Luego de describir las consideraciones y pasos para realizar la sectorización, a continuación, presentamos como se realizó este proceso en la construcción proyecto Innova Schools sede Cusco.

*Metrado de partidas y asignación de recursos.* Como se describió en el procedimiento de sectorización líneas arriba, se debe contar con el metrado de todas las partidas del proyecto, para poder partir las áreas de forma proporcional teniendo algunas consideraciones estructurales para la sectorización.

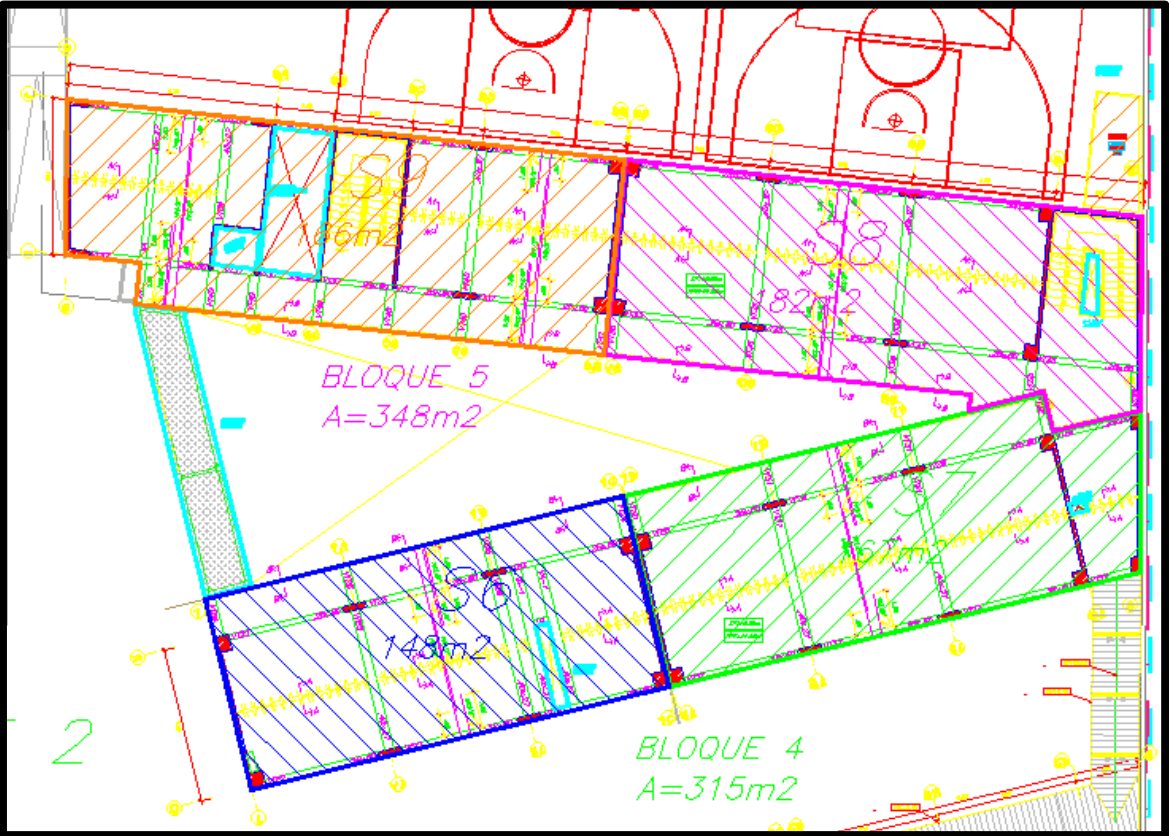
Para este proyecto no se contó con el metrado detallado, ya que solo se tenía el presupuesto general, lo cual analizando los planos se vio que los módulos eran similares y se optó hacer la sectorización por áreas.

El proyecto general cuenta con 5 bloques que se distribuyó en 9 sectores, en esta tesis se analizó solo los bloques 4 y 5 ,a partir de este punto se realiza los metrados de cada sectores, considerandos las partidas inmersas de a construcción.

En este estudio se realizó el metrado de mayor incidencia en el presupuesto que es el acero, encofrado y concreto del bloque 4 y 5 que están dividido en cuatro sectores que son los siguientes:

- Sector 6 cuenta con un área de 148 m<sup>2</sup>
- Sector 7 cuenta con un área de 167 m<sup>2</sup>
- Sector 8 cuenta con un área de 182 m<sup>2</sup>
- Sector 9 cuenta con área de 166 m<sup>2</sup>

Gráfico 4. Sectorización de la obra



DESCRIPCION	AREA	UND
SECTOR 6	148 m2	
SECTOR 7	167 m2	
SECTOR 8	182 m2	
SECTOR 9	166 m2	



A continuación, procedió a realizar el metrado de cada sector (ver tabla n°7) y calcular los recursos asignados a cada partida.

**Tabla 7. Metrado por sector**

PROYECTO : COLEGIO INNOVA SCHOOLS SEDE REYCH PROPIETARIO : COLEGIOS PERUANOS S.A.C CONTRATISTA : JOHESA CONSTRUCTORES SRL FECHA : 1/08/2017							
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	METRADO POR SECTORES			
			TOTAL	SECTOR 6	SECTOR 7	SECTOR 8	SECTOR 9
4.00 ESTRUCTURAS			TOTAL				
<b>4.01 MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>							
4.01.01	EXCAVACION MASIVA	M3	1074.17	268.54	268.54	268.54	268.54
4.01.03	SOBRE EXCAVACION	M3	255.67	63.92	63.92	63.92	63.92
4.01.02	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO, MATERIAL DE AFIRMADO EN DESNIVELES	M3	1066.79	266.70	266.70	266.70	266.70
4.01.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DE LA EXCAVACION PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES	M3	1396.42	349.11	349.11	349.11	349.11
<b>4.02 CONCRETO SIMPLE</b>							
4.02.02.01	CONCRETO PARA SOLADO	M2	162.81	36.80	29.50	49.96	46.55
	CIMIENTO CORRIDO	M3	11.13	0.852	0.7348	4.1228	5.4252
	CONCRETO SOBRECIMIENTO	M3	5.22	0.234	0.371	2.142	2.475
	ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	M2	67.67	3.579	5.64	22.188	36.258
<b>4.03 OBRA DE CONCRETO ARMADO</b>							
<b>4.03.01 ZAPATAS</b>							
4.03.01.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	141.62	37.05	27.33	40.02	37.22
4.03.01.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	7362.26	2217.46	1935.63	1565.25	1643.92
<b>4.03.02 VIGAS DE CIMENTACION</b>							
4.03.02.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	34.12	5.94	5.12	11.72	11.35
4.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	170.51	29.73	25.68	58.62	56.48
4.03.02.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	6144.70	1188.58	1263.30	1922.93	1789.90
<b>4.03.01 PLATEA DE CIMENTACION</b>							
4.03.01.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	80.25	20.27	19.62	20.63	19.73
4.03.01.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	17701.04	4824.64	5176.83	4060.97	3638.59
<b>PLACA</b>							
<b>4.03.03 PLACA 1ER PISO</b>							
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	75.08	21.88	15.56	15.37	22.27
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	869.74	273.90	154.90	168.53	272.41
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	11521.39	2804.58	2481.52	1551.59	4683.69
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	869.74	273.90	154.90	168.53	272.41
<b>4.03.03 PLACA 2DO PISO</b>							
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	75.08	21.88	15.56	15.37	22.27
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	826.78	244.53	141.31	168.53	272.41
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	9149.66	1994.40	1617.46	1403.20	4134.60
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	826.78	244.53	141.31	168.53	272.41
<b>4.03.03 PLACAS 3ER PISO</b>							
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	87.96	19.59	14.11	22.16	32.10
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	947.81	182.21	130.09	242.89	392.62
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	9030.89	1994.40	1617.46	1385.50	4033.53
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	947.81	182.21	130.09	242.89	392.62
<b>4.03.03 PLACAS 4TO PISO</b>							
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	46.01	26.75	19.26		
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	463.07	270.17	192.90		
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	3511.86	1940.20	1571.66		
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	463.07	270.17	192.90		
<b>COLUMNAS</b>							
<b>4.03.04 COLUMNAS 1ER PISO</b>							
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	11.03	3.15	3.15	3.15	1.58
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	110.25	31.50	31.50	31.50	15.75
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	3511.68	1003.34	1003.34	1003.34	501.67
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	110.25	31.50	31.50	31.50	15.75
<b>4.03.04 COLUMNAS 2DO PISO</b>							
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	11.03	3.15	3.15	3.15	1.58
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	110.25	31.50	31.50	31.50	15.75
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	3023.32	863.81	863.81	863.81	431.90
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	110.25	31.50	31.50	31.50	15.75
<b>4.03.04 COLUMNAS 3ER PISO</b>							
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	13.11	3.15	3.15	4.54	2.27
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	126.10	29.00	29.00	45.40	22.70
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	2973.49	863.81	863.81	830.58	415.29
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	126.10	29.00	29.00	45.40	22.70
<b>4.03.04 COLUMNAS 4TO PISO</b>							
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	8.60	4.30	4.30		
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	86.00	43.00	43.00		
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	1661.17	830.58	830.58		
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	8.60	4.30	4.30		

PROYECTO : COLEGIO INNOVA SCHOOLS SEDE REYCH PROPIETARIO : COLEGIOS PERUANOS S.A.C CONTRATISTA : JOHESA CONSTRUCTORES SRL FECHA : 1/08/2017							
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	METRADO POR SECTORES			
4.00 ESTRUCTURAS			TOTAL	SECTOR 6	SECTOR 7	SECTOR 8	SECTOR 9
			TOTAL				
<b>VIGAS</b>							
<b>4.03.05 VIGAS 1ER PISO</b>							
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	28.89	5.57	6.93	8.39	8.00
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	172.42	31.06	37.53	50.87	52.96
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	4642.27	856.63	1131.01	1136.78	1517.85
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	172.42	31.06	37.53	50.87	52.96
<b>4.03.05 VIGAS 2DO PISO</b>							
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	35.21	8.61	9.19	8.39	9.02
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	204.51	47.29	54.05	50.56	52.60
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	5590.77	1368.14	1568.01	1135.36	1519.27
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	204.51	47.29	54.05	50.56	52.60
<b>4.03.05 VIGAS 3ER PISO</b>							
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	63.11	8.61	9.19	20.93	24.37
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	392.66	47.29	54.05	138.31	153.01
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	8474.04	1368.14	1568.01	2900.60	2637.30
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	392.66	47.29	54.05	138.31	153.01
<b>4.03.05 VIGAS 4TO PISO</b>							
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	44.40	21.41	22.99		
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	245.78	115.86	129.92		
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	5611.67	2004.66	3607.01		
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	245.78	115.86	129.92		
<b>LOSA</b>							
<b>4.03.06 LOSA ALIGERADA h=0.27 1ER PISO</b>							
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	71.61	18.51	18.93	18.15	16.01
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	538.15	138.16	145.03	135.47	119.49
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200kg/cm2	KG	3062.33	852.80	759.38	814.40	635.75
4.03.06.04	LADRILLO DE ARCILLA 30x30x20cm	UND	4574.28	1174.36	1232.76	1151.50	1015.67
4.03.06.05	CURADO DE CONCRETO	M2	538.15	138.16	145.03	135.47	119.49
<b>4.03.06 LOSA ALIGERADA h=0.27 2DO PISO</b>							
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	68.92	16.04	18.71	18.15	16.01
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	518.12	119.73	143.43	135.47	119.49
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200kg/cm2	KG	3062.33	852.80	759.38	814.40	635.75
4.03.06.04	LADRILLO DE ARCILLA 30x30x20cm	UND	4404.02	1017.71	1219.16	1151.50	1015.67
4.03.06.05	CURADO DE CONCRETO	M2	518.12	119.73	143.43	135.47	119.49
<b>4.03.06 LOSA ALIGERADA h=0.27 3ER PISO</b>							
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	98.75	16.04	18.71	37.36	26.62
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	640.77	119.73	143.43	178.92	198.69
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200kg/cm2	KG	4635.35	852.80	759.38	1584.51	1638.67
4.03.06.04	LADRILLO DE ARCILLA 30x30x20cm	UND	5382.35	1017.71	1219.16	1490.40	1655.09
4.03.06.05	CURADO EDE CONCRETO	M2	640.77	119.73	143.43	178.92	198.69
<b>4.03.06 LOSA ALIGERADA h=0.27 4TO PISO</b>							
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	51.32	26.47	24.85		
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	387.75	197.55	190.20		
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200kg/cm2	KG	3151.55	1255.15	1896.40		
4.03.06.04	LADRILLO DE ARCILLA 30x30x20cm	UND	3229.96	1645.59	1584.37		
4.03.06.05	CURADO EDE CONCRETO	M2	387.75	197.55	190.20		

Fuente: Elaboración propia

### *Ratios de productividad y velocidad de avance.*

Una vez que se obtiene los sectores y los metrados del proyecto, a partir de este punto se analizaran como obtener las velocidades de los avances requerido de cada actividad, con el objetivo de cumplir con el plazo requerido según la programación generales. Se comprenderá como es que el nivel de productividad puede alterar los resultados de nuestro cronograma.

Para nuestro estudio de detalló cada actividad que comprende el bloque 4 y 5, calculando la cantidad de horas hombre a utilizar para cada sector, lo que

no se tenía como dato era el análisis de costo unitario de las partidas, que es necesario para poder calcular la ratio de productividad.

Así que tomó los APU de un proyecto similar. Como primer análisis para hallar la velocidad de avance y ratio de productividad, se realizó a base de la programación general, considerandos 8 horas diarias de trabajo y 40 días hábiles para la fase de estructura.

**Tabla 8. Velocidad de avance por cada actividad**

	Und	Metrado	Ratio HH	HH totales	Plazo (días)	Rendimiento o diario promedio	Cantidad de personal	Cantidad de personal escogido
<b>ESTRUCTURAS</b>								
<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>								
<b>PLACAS</b>								
PLACAS CONCRETO f'c=210 KG/CM2	m3	284	1.70	483.72	40.00	7.1	1.51	2.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	3,107	1.60	4,971.84	40.00	77.7	15.54	16.00
ACERO DE REFUERZO	kg	33,214	0.03	1,139.23	40.00	830.3	3.56	4.00
<b>COLUMNAS</b>								
COLUMNAS - CONCRETO f'c 210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	44	1.70	74.51	40.00	1.1	0.23	1.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS H > 3.50 M	m2	433	1.60	692.16	40.00	10.8	2.16	3.00
ACERO DE REFUERZO	kg	11,170	0.03	383.12	40.00	279.2	1.20	2.00
<b>VIGAS</b>								
VIGAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	171.61	1.70	292.14	40.00	4.3	0.91	1.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS H < 3.00 M	m2	1015.36	2.40	2,436.86	40.00	25.4	7.62	8.00
ACERO DE REFUERZO	kg	24318.77	0.03	834.13	40.00	608.0	2.61	3.00
<b>LOSA</b>								
CONCRETO f'c=210 kg/cm2 - LOSA MACIZA INC. PLASTIFICANTE	m3	290.16	1.70	493.97	40.00	7.3	1.54	2.00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA <3.50m	m2	2084.79	1.50	3,127.19	40.00	52.1	9.77	10.00
ACERO DE REFUERZO	kg	14111.56	0.03	484.03	40.00	352.8	1.51	2.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 7, se visualiza los ratios de hora hombre de cada actividad, las horas hombre total que se va a necesitar para realizar cada actividad y el rendimiento diario promedio basándose en los tiempos de duración que nos da la programación general respetando los hitos de entrega.

Partida	01.03.09.04	(010107010144-1301096-01)	ACERO fy=4200 kg/cm2 EN LOSA ALIGERADA				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : kg		3.48	
H.H.	0.0343	H.M.					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0229	18.24	0.42	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.0114	13.74	0.16	
Materiales							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0.0300	3.58	0.11	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0800	2.56	2.76	
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.58	0.03	
						0.03	
						3.48	

Ratio  
HH = 0.0343

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Rendimiento diario promedio} = \frac{\text{Metrado}}{\text{Dias (Plazo)}}$$

Fuente: Elaboración propia

$$\text{HH Totales} = \text{Metrado} \times \text{Ratio}$$

HH= Horas Hombre

### ***Balance de carga de trabajo.***

Ya una vez obtenido la velocidad de avance y los ratios de cada actividad, se procedió a calcular la carga de trabajo de cada sector, esto nos ayudó a analizar para realizar nuestra Lookahead, ya que nos da como información las horas hombre a utilizar de cada actividad de cada sector.

**Tabla 9. Balance de carga de trabajo**

	TOTAL	SECTOR 6 (HH)			SECTOR 7 (HH)			SECTOR 8 (HH)			SECTOR 4 (HH)		
		ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO	ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO	ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO	ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO
LOSAS	4,105.18	130.80	862.76	131.19	143.19	933.14	138.23	110.22	674.79	125.40	99.82	656.51	99.15
VIGAS	3,563.13	192.00	579.58	75.25	270.08	661.33	82.23	177.42	575.38	64.20	194.63	620.57	70.46
COLUMNAS	7,744.59	421.72	1,769.30	176.81	372.14	1,206.72	133.20	241.40	1,101.36	108.51	487.08	1,586.62	139.72
SUBTOTAL HH	15,412.90	744.52	3,211.63	383.25	785.41	2,801.18	353.66	529.05	2,351.53	298.11	781.53	2,863.70	309.33
TOTAL HH POR SECTOR		4,339.41			3,940.25			3,178.68			3,954.56		

Fuente: Elaboración propia

#### *Tren de actividades.*

Cuando hablamos del tren de actividades, lo primero que se nos viene a la mente son los vagones que viene una detrás de otra.

Con la aplicación de esta herramienta se busca que las actividades estén conectadas como son los vagones del tren y generar una relación de dependencia entre las partidas a ejecutar. Lo cual permitirá reducir los tiempos de holgura visto en la programación general, convirtiendo todas las actividades en críticos.

Las ventajas de esta herramienta en el proyecto serán los siguientes:

- Especialización del personal obrero.
- Avanzar la obra con un mínimo de trabajos rehechos.
- Facilidad de control.
- Mejor productividad.

También se tiene como desventaja lo siguiente: Al convertir todas las actividades en crítico, el no cumplimiento de una, generara improductividad en todo el sistema y un posible incumplimiento de plazo. Por eso es

necesario diseñar el bufer de acuerdo a la variabilidad del proyecto lo cual es una estrategia que nos permitirá de alguna manera cumplir las metas.

Para la aplicación de esta herramienta una vez que se definió la sectorización, se procederá con la elaboración del Tren de Actividades de la obra, en base a la carga de trabajo determinada para cada sector descrito líneas arriba, y como ya se cuenta con las HH requeridas. Posteriormente se deberá obtener la cantidad de personal, teniendo en cuenta no solamente la eficiencia de los procesos de forma independiente, sino más bien buscando la eficiencia de todo el sistema.

A continuación, se describe las partidas involucradas en la construcción del casco, las cuales son:

- Acero vertical.
- Encofrado vertical.
- Concreto vertical.
- Encofrado de fondo de viga
- Acero en vigas.
- Encofrado costado de viga +encofrado de fondo de losa.
- Colocación de ladrillo.
- Acero en losa aligerada + temperatura.
- IIEE y IISS
- Concreto en losa aligerada.

**Tabla 10. Tren de actividades.**

ITEM	DESCRIPCIÓN	AGOSTO						
		SEMANA 3						
		L	M	MI	J	V	S	D
		14	15	16	17	18	19	20
	COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO							
	ESTRUCTURAS							
	FRENTE 2							
	BLOQUE 5							
	1° PISO							
01.01.16	Acero verticales			S8-1	S9-1			
01.01.17	Encofrado verticales			S8-1	S9-1			
01.01.18	Concreto verticales			S8-1	S9-1			
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga				S8-1	S9-1		
01.01.20	Acero en vigas				S8-1	S9-1		
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa				S8-1	S9-1		
01.01.22	Colocación de la ladrillo				S8-1	S9-1		
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura				S8-1	S9-1		
01.01.24	II.EE. + II.SS.				S8-1	S9-1		
01.01.25	Concreto en losa aligerada				S8-1	S9-1		
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días							

Fuente: Elaboración propia

*Planificación Lookahead.*

A diferencia de la planificación maestra, que es una programación para todo el proyecto, la planificación lookahead es una programación con un alcance limitado (cuatro semanas para el proyecto), es una programación que identifica todas las actividades que se espera ejecutarse en las próximas semanas.

Con la aplicación de esta herramienta se pretende dar un respaldo a la planificación para que el flujo de trabajo no se trunque por algo que no se

proveyó en su momento, y así lograr disminuir las horas muertas (tiempo no contributivo), durante la ejecución de las partidas. En esta programación podremos ver como se forman los trenes de actividades y como el trabajo va avanzando a través de los sectores para luego avanzar piso por piso.

La aplicación de esta herramienta no solo se busca conocer las tareas que se ejecutarán en un futuro cercano, sino también lograr identificar los materiales, mano de obra, trabajos previos por cumplir, etc., que serán necesarios para ejecutar cada una de las partidas, lo que permite que cuando llegue el momento de hacer una determinada tarea, no exista algo que nos impida cumplir con este propósito.

Estos requerimientos son presentados en un cuadro de análisis de restricciones, el cual forma parte del Lookahead y además es quien le permite crear una especie de escudo que ayuda a aislar y controlar los efectos de la variabilidad del entorno.

En la construcción suele existir variabilidad entre lo que se programa y lo que se ejecuta, a menudo se piensa que la variabilidad surge por factores externos que no podemos controlar, sin embargo, la mayoría de los factores que permiten que exista la variabilidad ocurren por la mala planificación que se tiene y esto puede ser controlado por nosotros.

En la construcción generalmente se piensa que la variabilidad que surge entre lo que se programa y lo que realmente se llega a ejecutar se debe a factores externos que no podemos controlar, no obstante, la mayoría de esa variabilidad sucede por la mala planificación que se tiene, en ese sentido esta herramienta, mediante el análisis de restricciones, nos ayudará a aumentar la confiabilidad en los procesos de planificación y programación.



Según la Pontificia Universidad Católica de Chile (GEPUC), las restricciones se clasifican en 11 categorías diferentes según lo muestra la siguiente tabla 11:

**Tabla 11.** *Tipo de restricciones*

TIPOS DE RESTRICCIONES		
Nº	Codigo	Descripcion
1	MAT	Materiales
2	DIS	Diseño
3	MO	Mano de obra
4	INS	Inspeccion
5	DOC	Documentacion
6	EQ	Equipos
7	HZT	Habilitacion frente de trabajo
8	SEG	Seguridad
9	AMB	Ambiental
10	SC	Subcontratos
11	OTRO	Otros

Fuentes: Pontificia Universidad Católica de Chile (GEPUC)

TIPOS DE RESTRICCIONES		
Nº	Codigo	Descripcion
1	MAT	Materiales
2	DIS	Diseño
3	MO	Mano de obra
4	INS	Inspeccion
5	DOC	Documentacion
6	EQ	Equipos
7	HZT	Habilitacion frente de trabajo
8	SEG	Seguridad
9	AMB	Ambiental
10	SC	Subcontratos
11	OTRO	Otros

A continuación, se presenta la planificación lookahead de la semana 03 a la semana 6, en donde se muestra las actividades a desarrollarse en cada uno de los sectores (S6,S7,S8 y S9), y por cada uno de los niveles (del primero



En el análisis de restricciones mostrado existen de varios tipos como, tener permiso de vía, tener la cuadrilla necesaria para el acero, llegada de material como es el acero, comprar o reparar las herramientas faltantes, etc.

Estas restricciones tienen una fecha de levantamiento y un responsable encargado de levantar la restricción, con este documento se puede tener la certeza de optimizar los trabajos diarios y poder cumplir al máximo el cronograma de obra.

**Tabla 13. Lookahead primer piso**

ITEM	DESCRIPCIÓN	AGOSTO							AGOSTO							AGOSTO							SEPTIEMBRE						
		SEMANA 3							SEMANA 4							SEMANA 5							SEMANA 6						
		L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D	L	M	MI	J	V	S	D
	<b>COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO</b>																												
	<b>ESTRUCTURAS</b>																												
	<b>FRENTE 2</b>																												
	<b>BLOQUE 5</b>																												
	<b>CIMENTACIONES</b>																												
01.01.09	Trazo de cimentación	S8-1	S9-1																										
01.01.10	Excavación de zapatas	S8-1	S9-1																										
01.01.11	Solados	S8-1	S9-1																										
01.01.11	Trazo y replanteo	S8-1	S9-1																										
01.01.12	Acero zapatas y vigas de cimentación	S8-1	S9-1																										
01.01.13	Acero en platea de cimentación	S8-1	S9-1																										
01.01.13	II.EE. + II.SS.	S8-1	S9-1																										
01.01.14	Encofrado en frisos	S8-1	S9-1																										
01.01.15	Concreto zapatas y platea	S8-1	S9-1																										
01.01.15	Curado de concreto zapata y platea		S8-1	S9-1																									
	<b>1° PISO</b>																												
01.01.16	Trazo y replanteo		S8-1	S9-1																									
01.01.16	Acero verticales		S8-1	S9-1																									
01.01.17	Encofrado verticales		S8-1	S9-1																									
01.01.18	Concreto verticales		S8-1	S9-1																									
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga		S8-1	S9-1	S9-1																								
01.01.20	Acero en vigas		S8-1	S9-1	S9-1																								
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa		S8-1	S9-1	S9-1																								
01.01.22	Colocación de la ladrillo		S8-1	S9-1	S9-1																								
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura		S8-1	S9-1	S9-1																								
01.01.24	II.EE. + II.SS.		S8-1	S9-1	S9-1																								
01.01.25	Concreto en losa aligerada		S8-1	S9-1	S9-1																								
01.01.26	Desenfofrado fondos de vigas y losa a 7 días										S8-1	S9-1																	
	<b>2° PISO</b>																												
01.01.16	Acero verticales +II.EE. + II.SS.				S8-2	S9-2																							
01.01.17	Encofrado verticales				S8-2	S9-2																							
01.01.18	Concreto verticales				S8-2	S9-2																							
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga				S8-2	S9-2	S9-2																						
01.01.20	Acero en vigas				S8-2	S9-2	S9-2																						
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa				S8-2	S9-2	S9-2																						
01.01.22	Colocación de la ladrillo				S8-2	S9-2	S9-2																						
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura				S8-2	S9-2	S9-2																						
01.01.24	II.EE. + II.SS.				S8-2	S9-2	S9-2																						
01.01.25	Concreto en losa aligerada				S8-2	S9-2	S9-2																						
01.01.26	Desenfofrado fondos de vigas y losa a 7 días										S8-2	S9-2																	
	<b>3° PISO</b>																												
01.01.16	Acero verticales +II.EE. + II.SS.							S8-3	S9-3																				
01.01.17	Encofrado verticales							S8-3	S9-3																				
01.01.18	Concreto verticales							S8-3	S9-3																				
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga							S8-3	S9-3	S9-3																			
01.01.20	Acero en vigas							S8-3	S9-3	S9-3																			
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa							S8-3	S9-3	S9-3	S9-3																		
01.01.22	Colocación de la ladrillo							S8-3	S9-3	S9-3	S9-3																		
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura							S8-3	S9-3	S9-3	S9-3																		
01.01.24	II.EE. + II.SS.							S8-3	S9-3	S9-3	S9-3																		
01.01.25	Concreto en losa aligerada							S8-3	S9-3	S9-3	S9-3																		
01.01.26	Desenfofrado y curado fondos de vigas y losa a 7 días																	S8-3	S9-3										

Fuente: Elaboración propia

*Plan de trabajo semanal (Weekly Work Plan).*

Es un cronograma que considera únicamente las actividades sin restricciones de la programación lookahead, nos referimos a aquellas actividades que cuentan con todos los requerimientos (materiales, mano de obra, trabajos precedentes concluidos, etc.) para ser ejecutados durante la semana.

El plan semanal es elaborado con anticipación por el ingeniero de Campo y presentado el último día de trabajo de cada semana (sábado) al ingeniero residente, con el cual primero verifican si todos los trabajos que habían sido programados para esa semana fueron concluidos al 100%, de existir alguna tarea que no se pueda concluir, es considerada para terminarlo durante los primeros días de la semana siguiente.

De esta forma y habiendo hecho las correcciones necesarias se tiene listo el plan que será desarrollado y que el personal se compromete a ejecutar durante la semana.

A continuación, se presenta, a manera de ejemplo, el plan de trabajo para la semana 3, en el cual se puede observar las metas que se tuvo para esa semana.

Tabla 14. Plan semanal - tercera semana

PROYECTO: COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO TÍTULO: HERRAMIENTAS DE PROGRAMACIÓN SUB-TÍTULO: WEEKLY WORK PLAN FECHA: lunes, 14 de Agosto de 2017 UBICACIÓN: SAN SEBASTIAN - CUSCO		WEEKLY WORK PLAN						
ITEM	DESCRIPCIÓN	AGOSTO						
		SEMANA 3						
		L 14	M 15	MI 16	J 17	V 18	S 19	D 20
<b>COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO</b>								
<b>ESTRUCTURAS</b>								
<b>FRENTE 2</b>								
<b>BLOQUE 5</b>								
<b>CIMENTACIONES</b>								
01.01.09	Trazo de cimentación	S8-1	S9-1					
01.01.10	Excavación de zapatas	S8-1	S9-1					
01.01.11	Solados	S8-1	S9-1					
01.01.11	Trazo y replanteo		S8-1	S9-1				
01.01.12	Acero zapatas y vigas de cimentación		S8-1	S9-1				
01.01.13	Acero en platea de cimentación		S8-1	S9-1				
01.01.13	II.EE. + II.SS.		S8-1	S9-1				
01.01.14	Encofrado en frisos		S8-1	S9-1				
01.01.15	Concreto zapatas y platea		S8-1	S9-1				
01.01.15	Curado de concreto zapata y platea			S8-1	S9-1			
<b>1° PISO</b>								
01.01.16	Trazo y replanteo			S8-1	S9-1			
01.01.16	Acero verticales			S8-1	S9-1			
01.01.17	Encofrado verticales			S8-1	S9-1			
01.01.18	Concreto verticales			S8-1	S9-1			
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga				S8-1	S9-1		
01.01.20	Acero en vigas				S8-1	S9-1		
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa				S8-1	S9-1		
01.01.22	Colocación de la ladrillo				S8-1	S9-1		
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura				S8-1	S9-1		
01.01.24	II.EE. + II.SS.				S8-1	S9-1		
01.01.25	Concreto en losa aligerada				S8-1	S9-1		
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días							
<b>2° PISO</b>								
01.01.16	Acero verticales +II.EE. + II.SS.				S8-2	S9-2		
01.01.17	Encofrado verticales				S8-2	S9-2		
01.01.18	Concreto verticales				S8-2	S9-2		
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga					S8-2		
01.01.20	Acero en vigas					S8-2		
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa					S8-2		
01.01.22	Colocación de la ladrillo					S8-2		
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura					S8-2		
01.01.24	II.EE. + II.SS.					S8-2		
01.01.25	Concreto en losa aligerada					S8-2		
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días							
<b>3° PISO</b>								
01.01.16	Acero verticales +II.EE. + II.SS.							
01.01.17	Encofrado verticales							
01.01.18	Concreto verticales							
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga							
01.01.20	Acero en vigas							
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa							
01.01.22	Colocación de la ladrillo							
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura							
01.01.24	II.EE. + II.SS.							
01.01.25	Concreto en losa aligerada							
01.01.26	Desencofrado y curado fondos de vigas y losa a 7 días							
<b>BLOQUE 4</b>								
<b>CORTE YMEJORAMIENTO DE TERRENO</b>								
01.01.16	Corte de terreno hasta nivel de fondo de mejoramiento	S6-1	S7-1					
01.01.16	Colocación de over	S6-1	S7-1					
01.01.16	Vaciado de concreto $f_c=70\text{kg/cm}^2 + 30\%P.G.$	S6-1	S7-1					
01.01.09	Perfilado de cimentación de muro contención 12-12		S6-1	S7-1				
01.01.11	Vaciado de Solados		S6-1	S7-1				
01.01.09	Trazo de cimentación			S6-1	S7-1			
01.01.12	Acero zapatas muro contención 12-12			S6-1	S7-1			
01.01.15	Concreto zapatas muro contención 12-12			S6-1	S7-1			
01.01.15	Curado de concreto zapata muro contención 12-12				S6-1	S7-1		
01.01.16	Relleno y compactación 1° capa de afirmado incl. Prueba					S6-1	S7-1	
01.01.16	Relleno y compactación 2° capa de afirmado incl. Prueba					S6-1	S7-1	
01.01.16	Relleno y compactación 3° capa de afirmado incl. Prueba					S6-1	S7-1	
01.01.16	Relleno y compactación 4° capa de afirmado incl. Prueba					S6-1	S7-1	
01.01.16	Trazo y replanteo						S6-1	
01.01.16	Excavación de zapatas						S6-1	
01.01.16	Solados						S6-1	
01.01.16	Acero zapata, vigas cimentación y platea							
01.01.17	Encofrado de frisos							
01.01.17	Concreto zapata, viga cimentación y platea							

Fuente: Elaboración propia

### **Porcentaje de plan cumplido**


El porcentaje de plan cumplido es una manera de cuantificar la efectividad de la programación, y a su vez, encontrar las razones por las cuales no se ha podido cumplir la programación al 100%. El PPC se realiza todas las semanas, partiendo del Look Ahead se cuantifica cada actividad como una unidad.

Si esta actividad fue hecha en el día programado, se coloca a su costado en la columna "SI" una "X", si esta actividad no fue realizada se coloca una "X" en la columna "NO", y en los comentarios se coloca la razón por la cual no se cumplió la actividad. Al final se puede sumar todas las tareas programadas y las realizadas, teniendo el PPC general de la semana. En el ejemplo puntual mostrado a continuación, el PPC es 90% porque no se pudo cumplir con algunas actividades por demora de repuesta por la supervisan en el mejoramiento de suelo, que fue solicitado anticipado y por mala asignación de recursos por parte del ingeniero, viendo esto se tiene que dar solución trabajando el día domingo para no afectar las actividades programas de la semana siguiente.

Para obtener el PPC se usará la siguiente fórmula:


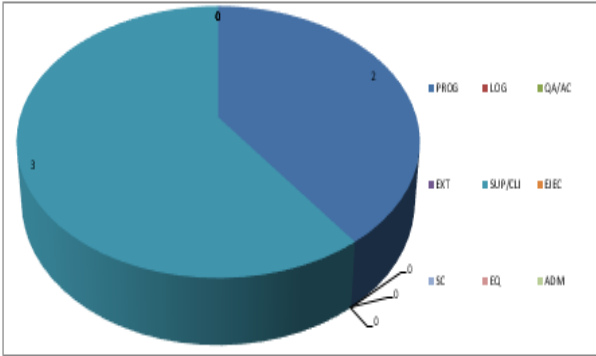
$$PPC = \frac{\text{Numero de tareas programadas completas}}{\text{Numero de tareas programadas}} \%$$

**Tabla 15. Porcentaje de plan cumplido**

PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO													
NOMBRE DE PROYECTO		ÁREA / DPTO EDIFICACIONES					FECHA						
AMPLIACION INNOVA SCHOOLS IV ETAPA		COLEGIOS PERUANOS					sábado, 19 de Agosto de 2017						
CODIGO DE PROYECTO		PROPIETARIO					UBICACION						
		COLEGIOS PERUANOS					COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO						
Item	Descripción de la Actividad	SEMANA 3						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO					
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA	
		14/08/2017	15/08/2017	16/08/2017	17/08/2017	18/08/2017	19/08/2017						
<b>COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO</b>													
<b>ESTRUCTURAS</b>													
<b>FRENTE 2</b>													
<b>BLOQUE 5</b>													
<b>CIMENTACIONES</b>													
01.01.09	Trazo de cimentación	S8-1	S9-1					X					
01.01.10	Excavación de zapatas	S8-1	S9-1					X					
01.01.11	Solados	S8-1						X					
01.01.11	Trazo y replanteo	S8-1	S9-1					X					
01.01.12	Acero zapatas y vigas de cimentación	S8-1	S9-1					X					
01.01.13	Acero en platea de cimentación	S8-1	S9-1					X					
01.01.13	II.EE. + II.SS.	S8-1	S9-1					X					
01.01.14	Encofrado en frisos	S8-1	S9-1					X					
01.01.15	Concreto zapatas y platea	S8-1	S9-1					X					
01.01.15	Curado de concreto zapata y platea	S8-1	S9-1					X					
<b>1º PISO</b>													
01.01.16	Trazo y replanteo		S8-1	S9-1				X					
01.01.16	Acero verticales		S8-1	S9-1				X					
01.01.17	Encofrado verticales		S8-1	S9-1				X					
01.01.18	Concreto verticales		S8-1	S9-1				X					
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga			S8-1	S9-1			X					
01.01.20	Acero en vigas			S8-1	S9-1			X					
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa			S8-1	S9-1			X					
01.01.22	Colocación de la ladrillo			S8-1	S9-1			X					
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura			S8-1	S9-1			X					
01.01.24	II.EE. + II.SS.			S8-1	S9-1			X					
01.01.25	Concreto en losa aligerada			S8-1	S9-1			X	X	PRDG	Error en la programación, mala asignación de recursos.	Mejorar la programación, la asignación de recursos y la detección de interferencias e incompatibilidades.	
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días												
<b>2º PISO</b>													
01.01.16	Acero verticales +II.EE. + II.SS.				S8-2	S9-2		X					
01.01.17	Encofrado verticales				S8-2	S9-2		X					
01.01.18	Concreto verticales				S8-2	S9-2		X					
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga				S8-2			X					
01.01.20	Acero en vigas				S8-2			X					
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa				S8-2			X					
01.01.22	Colocación de la ladrillo				S8-2			X					
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura				S8-2			X					
01.01.24	II.EE. + II.SS.				S8-2			X					
01.01.25	Concreto en losa aligerada				S8-2			X	X	PRDG	Error en la programación, mala asignación de recursos; incumplimiento de la subcontrata.	Mejorar la programación, la asignación de recursos y la detección de interferencias e incompatibilidades.	
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días												
<b>BLOQUE 4</b>													
<b>CORTE MEJORAMIENTO DE TERRENO</b>													
01.01.16	Corte de terreno hasta nivel de fondo de mejoramiento	S6-1	S7-1					X					
01.01.16	Colocación de over	S6-1	S7-1					X					
01.01.16	Vaciado de concreto f <sub>c</sub> =70kg/cm <sup>2</sup> + 30%P.G.	S6-1	S7-1					X					
01.01.09	Perfilado de cimentación de muro contención 12-12	S6-1	S7-1					X					
01.01.11	Vaciado de Solados		S6-1	S7-1				X					
01.01.09	Trazo de cimentación		S6-1	S7-1				X					
01.01.12	Acero zapatas muro contención 12-12		S6-1	S7-1				X					
01.01.15	Concreto zapatas muro contención 12-12		S6-1	S7-1				X					
01.01.15	Curado de concreto zapata muro contención 12-12		S6-1	S7-1				X					
01.01.16	Relleño y compactación 1ª capa de afirmado incl. Prueba				S6-1	S7-1		X					
01.01.16	Relleño y compactación 2ª capa de afirmado incl. Prueba				S6-1	S7-1		X					
01.01.16	Relleño y compactación 3ª capa de afirmado incl. Prueba				S6-1	S7-1		X					
01.01.16	Relleño y compactación 4ª capa de afirmado incl. Prueba				S6-1	S7-1		X					
01.01.16	Trazo y replanteo					S6-1		X	SUP/CLU		Demora en la respuesta de supervisión en cuanto al mejoramiento del suelo en el bloque B.		
01.01.16	Excavación de zapatas					S6-1		X	SUP/CLU		Demora en la respuesta de supervisión en cuanto al mejoramiento del suelo en el bloque B.		
01.01.16	Solados					S6-1		X	SUP/CLU		Demora en la respuesta de supervisión en cuanto al mejoramiento del suelo en el bloque B.		
01.01.16	Acero zapata, vigas cimnetación y platea												
01.01.17	Encofrado de frisos												
01.01.17	Concreto zapata, viga cimentación y platea												
ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)										43	5		
										90%	10%	% AVANCE	

Fuente: Elaboración propia



PORCENTAJE DEL PLAN COMPLETADO																																				
AREA / DPTO EDIFICACIONES						FECHA sábado, 19 de Agosto de 2017																														
PROPIETARIO COLEGIOS PERUANOS						UBICACION COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO																														
SEMANA 3						ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO																														
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA																									
	14/08/2017	15/08/2017	16/08/2017	17/08/2017	18/08/2017	19/08/2017																														
ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)							43	5		% AVANCE																										
							90%	10%																												
<table border="1"> <tr><td>PROG</td><td>PROGRAMACION</td><td>2</td></tr> <tr><td>LOG</td><td>LOGISTICA</td><td></td></tr> <tr><td>QA/QC</td><td>CONTROL DE CALIDAD</td><td></td></tr> <tr><td>EXT</td><td>EXTERNOS</td><td></td></tr> <tr><td>SUP/CLI</td><td>SUPERVISION / CLIENTES</td><td>3</td></tr> <tr><td>EJEC</td><td>ERRORES DE EJECUCION</td><td></td></tr> <tr><td>SC</td><td>SUBCONTRATOS</td><td></td></tr> <tr><td>EQ</td><td>EQUIPOS</td><td></td></tr> <tr><td>ADM</td><td>ADMINISTRATIVOS</td><td></td></tr> </table>	PROG	PROGRAMACION	2	LOG	LOGISTICA		QA/QC	CONTROL DE CALIDAD		EXT	EXTERNOS		SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	3	EJEC	ERRORES DE EJECUCION		SC	SUBCONTRATOS		EQ	EQUIPOS		ADM	ADMINISTRATIVOS										
PROG	PROGRAMACION	2																																		
LOG	LOGISTICA																																			
QA/QC	CONTROL DE CALIDAD																																			
EXT	EXTERNOS																																			
SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	3																																		
EJEC	ERRORES DE EJECUCION																																			
SC	SUBCONTRATOS																																			
EQ	EQUIPOS																																			
ADM	ADMINISTRATIVOS																																			
APROBADO POR:						FIRMA:																														
ING. DENNIS ABAD																																				

Finalmente se obtuvo el PPC de todas las semanas (Sem.3 a la sem. 6) en estudio, tanto semanal como acumulado, las cuales se muestran:

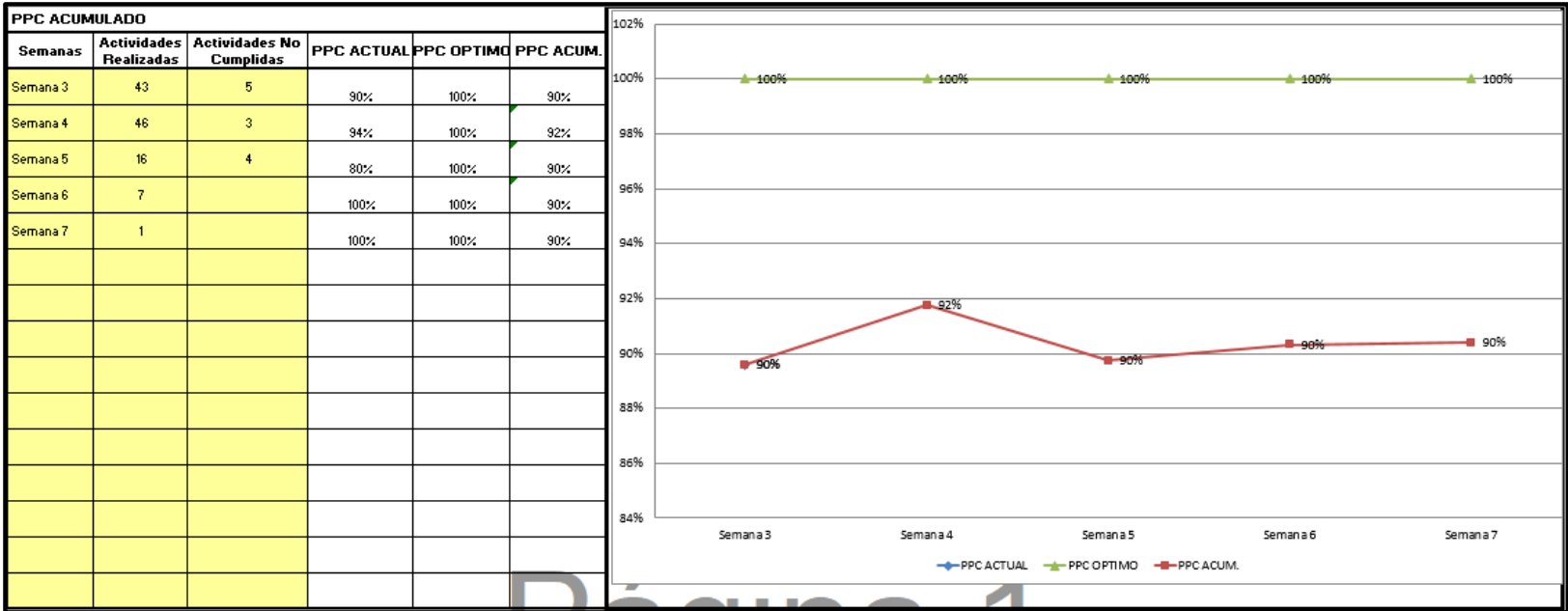


Tabla 16. PPC de todas las semanas

## Presupuesto de obra

A continuación, se muestra el presupuesto de obra que incluye las partidas analizadas en nuestra investigación.

**Tabla 17. Presupuesto de obra**

PROYECTO : COLEGIO INNOVA SCHOOLS SEDE REYCH PROPIETARIO : COLEGIOS PERUANOS S.A.C CONTRATISTA: JOHESA CONSTRUCTORES SRL FECHA 1/09/2017							
ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO	PARCIAL		
4.00	ESTRUCTURAS		TOTAL				
			TOTAL	S/.	S/.	RATIO HH	HH TOTALES
<b>4.01</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
4.01.01	EXCAVACION MASIVA	M3	1074.17	15.00	16112.59	0.032	34.37
4.01.03	SOBRE EXCAVACION	M3	255.67	15.00	3834.99	2.1918	560.37
4.01.02	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO, MATERIAL DE AFIRMADO EN DESNIVELES	M3	1066.79	60.00	64007.68	0.64	682.75
4.01.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE DE LA EXCAVACIÓN PRODUCTO DE LAS EXCAVACIONES	M3	1396.42	15.00	20946.36	0.4644	648.50
<b>4.02</b>	<b>CONCRETO SIMPLE</b>						
4.02.02.01	CONCRETO PARA SOLADO	M2	162.81	30.00	4884.30	0.88	143.27
	CIMIENTO CORRIDO	M3	11.13	385.00	4286.90	0.88	9.80
	CONCRETO SOBRECIMIENTO	M3	5.22	380.00	1984.36	0.88	4.60
	ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO	M2	67.67	30.00	2029.95	1.25	84.58
<b>4.03</b>	<b>OBRA DE CONCRETO ARMADO</b>						
<b>4.03.01</b>	<b>ZAPATAS</b>						
4.03.01.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	141.62	485.00	68684.73	2.16	305.89
4.03.01.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	7362.26	4.00	29449.04	0.0343	252.53
<b>4.03.02</b>	<b>VIGAS DE CIMENTACION</b>						
4.03.02.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	34.12	485.00	16546.26	2.16	73.69
4.03.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	170.51	35.00	5967.78	1.5238	259.82
4.03.02.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	6144.70	4.00	24578.79	0.0343	210.76
<b>4.03.01</b>	<b>PLATEA DE CIMENTACION</b>						
4.03.01.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	80.25	495.00	39725.88	2.16	173.35
4.03.01.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	17701.04	4.00	70804.15	0.0343	607.15
	<b>PLACA</b>						
<b>4.03.03</b>	<b>PLACA 1ER PISO</b>						
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	75.08	498.00	37391.09	1.7024	127.82
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	869.74	45.00	39138.19	1.6	1391.58
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	11521.39	4.00	46085.56	0.0343	395.18
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	869.74	1.51	1313.30	0.0267	23.22
<b>4.03.03</b>	<b>PLACA 2DO PISO</b>						
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	75.08	498.00	37391.09	1.7024	127.82
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	826.78	45.00	37205.12	1.6	1322.85
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	9149.66	4.00	36598.63	0.0343	313.83
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	826.78	1.51	1248.44	0.0267	22.08
<b>4.03.03</b>	<b>PLACAS 3ER PISO</b>						
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	87.96	498.00	43803.08	1.7024	149.74
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	947.81	45.00	42651.46	1.6	1516.50
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	9030.89	4.00	36123.56	0.0343	309.76
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	947.81	1.51	1431.19	0.0267	25.31
<b>4.03.03</b>	<b>PLACAS 4TO PISO</b>						
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	46.01	498.00	22912.98	1.7024	78.33
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	463.07	45.00	20838.02	1.6	740.91
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	3511.86	4.00	14047.45	0.0343	120.46
4.03.03.04	CURADO DE CONCRETO	M2	463.07	1.51	699.23	0.0267	12.36

Fuente: Elaboración propia

PROYECTO : COLEGIO INNOVA SCHOOLS SEDE REYCH  
 PROPIETARIO : COLEGIOS PERUANOS S.A.C  
 CONTRATISTA : JOHESA CONSTRUCTORES SRL  
 FECHA : 1/08/2017

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO	PARCIAL		
<b>4.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		<b>TOTAL</b>				
			<b>TOTAL</b>	<b>S/.</b>	<b>S/.</b>	<b>RATIO HH</b>	<b>HH TOTALES</b>
	<b>COLUMNAS</b>						
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 1ER PISO</b>						
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	11.03	498.00	5490.45	1.7024	18.77
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	110.25	50.00	5512.50	1.6	176.40
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	3511.68	4.00	14046.73	0.0343	120.45
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	110.25	1.51	166.48	0.0267	2.94
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 2DO PISO</b>						
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	11.03	498.00	5490.45	1.7024	18.77
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	110.25	50.00	5512.50	1.6	176.40
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	3023.32	4.00	12093.28	0.0343	103.70
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	110.25	1.51	166.48	0.0267	2.94
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 3ER PISO</b>						
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	13.11	498.00	6528.78	1.7024	22.32
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	126.10	50.00	6305.00	1.6	201.76
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	2973.49	4.00	11893.95	0.0343	101.99
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	126.10	1.51	190.41	0.0267	3.37
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 4TO PISO</b>						
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	8.60	498.00	4282.80	1.7024	14.64
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	86.00	50.00	4300.00	1.6	137.60
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	1661.17	4.00	6644.67	0.0343	56.98
4.03.04.04	CURADO DE CONCRETO	M2	8.60	1.51	12.99	0.0267	0.23
	<b>VIGAS</b>						
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 1ER PISO</b>				0.00		
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	28.89	498.00	14386.73	1.7024	49.18
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	172.42	50.00	8621.25	2.4	413.82
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	4642.27	4.00	18569.09	0.0343	159.23
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	172.42	1.51	260.36	0.0267	4.60
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 2DO PISO</b>						
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	35.21	498.00	17534.21	1.7024	59.94
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	204.51	50.00	10225.30	2.4	490.81
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	5590.77	4.00	22363.09	0.0343	191.76
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	204.51	1.51	308.80	0.0267	5.46
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 3ER PISO</b>						
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	63.11	498.00	31427.03	1.7024	107.43
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	392.66	50.00	19633.12	2.4	942.39
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	8474.04	4.00	33896.15	0.0343	290.66
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	392.66	1.51	592.92	0.0267	10.48
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 4TO PISO</b>						
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	44.40	498.00	22111.98	1.7024	75.59
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	245.78	50.00	12289.00	2.4	589.87
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200 kg/cm2	KG	5611.67	4.00	22446.67	0.0343	192.48
4.03.05.04	CURADO EDE CONCRETO	M2	245.78	1.51	371.13	0.0267	6.56
	<b>LOSA</b>						
<b>4.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 1ER PISO</b>						
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	71.61	498.00	35661.05	1.7024	121.91
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	538.15	42.00	22602.30	1.5	807.23
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200kg/cm2	KG	3062.33	4.00	12249.31	0.0343	105.04
4.03.06.04	LADRILLO DE ARCILLA 30x30x20cm	UND	4574.28	4.50	20584.24	0.0208	95.14
4.03.06.05	CURADO DE CONCRETO	M2	538.15	1.51	812.61	0.0208	11.19
<b>4.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 2DO PISO</b>						
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	68.92	498.00	34322.50	1.7024	117.33
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	518.12	42.00	21761.04	1.5	777.18
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200kg/cm2	KG	3062.33	4.00	12249.31	0.0343	105.04
4.03.06.04	LADRILLO DE ARCILLA 30x30x20cm	UND	4404.02	4.50	19818.09	0.0208	91.60
4.03.06.05	CURADO DE CONCRETO	M2	518.12	1.51	782.36	0.0208	10.78
<b>4.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 3ER PISO</b>						
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	98.75	498.00	49175.04	1.7024	168.10
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	640.77	42.00	26912.34	1.5	961.16
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200kg/cm2	KG	4835.35	4.00	19341.41	0.0343	165.85
4.03.06.04	LADRILLO DE ARCILLA 30x30x20cm	UND	5382.35	4.50	24220.58	0.0208	111.95
4.03.06.05	CURADO EDE CONCRETO	M2	640.77	1.51	967.56	0.0208	13.33
<b>4.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 4TO PISO</b>						
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	51.32	498.00	25557.85	1.7024	87.37
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	387.75	42.00	16285.50	1.5	581.63
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4,200kg/cm2	KG	3151.55	4.00	12606.19	0.0343	108.10
4.03.06.04	LADRILLO DE ARCILLA 30x30x20cm	UND	3229.96	4.50	14534.81	0.0208	67.18
4.03.06.05	CURADO EDE CONCRETO	M2	387.75	1.51	585.50	0.0208	8.07

Fuente: Elaboración propia

Se ha tomado el presupuesto de obra para poder indicar cuantas horas - hombre tenemos para gastar, esto se obtiene multiplicando el metrado por las HH del análisis de precio unitario de cada partida, una vez obtenida esta cantidad total de horas hombre se juntan partidas comunes para controlarlos en un formato nuevo llamado ISP (informe de semanal de producción).

Para realiza este análisis tenemos recordar que cuando se realizó el análisis de carga de trabajo, se obtuvo la cantidad de HH que se tenía gastar en cada sector en una jornada de 8 horas.

**Tabla 18. Análisis de carga de trabajo**

	TOTAL	SECTOR 6 (HH)			SECTOR 7 (HH)			SECTOR 8 (HH)			SECTOR 4 (HH)		
		ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO	ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO	ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO	ACERO	ENCOFRADO	CONCRETO
LOSAS	4,105.18	130.80	862.76	131.19	143.19	933.14	138.23	110.22	674.79	125.40	99.82	656.51	99.15
VIGAS	3,563.13	192.00	579.58	75.25	270.08	661.33	82.23	177.42	575.38	64.20	194.63	620.57	70.46
COLUMNAS	7,744.59	421.72	1,769.30	176.81	372.14	1,206.72	133.20	241.40	1,101.36	108.51	487.08	1,586.62	139.72
SUBTOTAL HH	15,412.90	744.52	3,211.63	383.25	785.41	2,801.18	353.66	529.05	2,351.53	298.11	781.53	2,863.70	309.33
TOTAL HH POR SECTOR		4,339.41			3,940.25			3,178.68			3,954.56		

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro se puede observar que el total hh previstas es de 15412.90, lo cual será distribuido en nuestro look ahead de actividades considerando la jornada de 8 horas diarias. A continuación, se muestra como forma de ejemplo la programación de la semana 3.

**Tabla 19. Tren de actividades semana tres**

ITEM	DESCRIPCIÓN	AGOSTO						
		SEMANA 3						
		L 14	M 15	MI 16	J 17	V 18	S 19	D 20
<b>COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO</b>								
<b>ESTRUCTURAS</b>								
<b>FRENTE 2</b>								
<b>BLOQUE 5</b>								
<b>1° PISO</b>								
01.01.16	Acero verticales			S8-1	S9-1			
01.01.17	Encofrado verticales			S8-1	S9-1			
01.01.18	Concreto verticales			S8-1	S9-1			
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga				S8-1	S9-1		
01.01.20	Acero en vigas				S8-1	S9-1		
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa				S8-1	S9-1		
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura				S8-1	S9-1		
01.01.25	Concreto en losa aligerada				S8-1	S9-1		
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días							

**Tabla 20. Horas hombre por sector**

<b>METRADO POR SECTOR</b>		AGOSTO						
ITEM	DESCRIPCIÓN	SEMANA 3						
		L 14	M 15	MI 16	J 17	V 18	S 19	D 20
		<b>COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO</b>						
<b>ESTRUCTURAS</b>								
<b>FRENTE 2</b>								
<b>BLOQUE 5</b>								
<b>1° PISO</b>								
01.01.16	Acero verticales			87.63	177.86			
01.01.17	Encofrado verticales			320.05	461.06			
01.01.18	Concreto verticales			31.53	40.60			
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga				122.09	127.10		
01.01.20	Acero en vigas				38.99	52.06		
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa				203.21	179.24		
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura				27.93	21.81		
01.01.25	Concreto en losa aligerada				45.18	40.87		
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días							
<b>2° PISO</b>								

**Tabla 21. Personal efectivo por sector**

<b>PERSONAL EFECTIVO POR SECTOR</b>		AGOSTO						
ITEM	DESCRIPCIÓN	SEMANA 3						
		L 14	M 15	MI 16	J 17	V 18	S 19	D 20
		<b>COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO</b>						
<b>ESTRUCTURAS</b>								
<b>FRENTE 2</b>								
<b>BLOQUE 5</b>								
<b>1° PISO</b>								
01.01.16	Acero verticales			10.95	22.23			
01.01.17	Encofrado verticales			40.01	57.63			
01.01.18	Concreto verticales			3.94	5.08			
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga				15.26	15.89		
01.01.20	Acero en vigas				4.87	6.51		
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa				25.40	22.40		
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura				3.49	2.73		
01.01.25	Concreto en losa aligerada				5.65	5.11		
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días							
<b>2° PISO</b>								

Fuente: Elaboración propia

En este cuadro se observa de cómo se distribuyó las HH por sector, adaptándose a nuestro tren de trabajo en una jornada de 8 horas diarias, sabiendo que en la programación general de la fase de estructura estaba programado para 40 días hábiles y aplicando la filosofía lean se programó para 26 días hábiles.

Pero analizando nuestro tren de trabajo y sabiendo las metas alcanzar, cumpliendo con los procedimientos constructivos y sabiendo la secuencia de trabajo, la jornada de 8 horas diarias no va ser suficiente para cumplir con lo programado. A partir de esta observación se optó por trabajar 16 horas diarias obteniendo menor cantidad de personal y mayor eficiencia (ver figura 15 y 16).

Para saber cómo se mejoró la eficiencia del personal tomamos la programación de la semana 3 como modo de ejemplo.

**Tabla 22.** Horas Hombre con el ratio de producción del contractual.

ITEM	DESCRIPCIÓN	AGOSTO					
		SEMANA 3					
		L 14	M 15	MI 16	J 17	V 18	S 19
<b>COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO</b>							
<b>ESTRUCTURAS</b>							
<b>FRENTE 2</b>							
<b>BLOQUE 5</b>							
<b>1° PISO</b>							
01.01.16	Acero verticales			87.63	177.86		
01.01.17	Encofrado verticales			320.05	461.06		
01.01.18	Concreto verticales			31.53	40.60		
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga				122.09	127.10	
01.01.20	Acero en vigas				38.99	52.06	
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa				203.21	179.24	
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura				27.93	21.81	
01.01.25	Concreto en losa aligerada				45.18	40.87	
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días						
<b>2° PISO</b>							

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 23. Personal efectivo con ratio de producción contractual- jornada de 16 horas**

PERSONAL EFECTIVO POR SECTOR			AGOSTO							JORNADA 16 HORAS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	SEMANA 3							AGOSTO SEMANA 4			
		L 14	M 15	MI 16	J 17	V 18	S 19	D 20	L 21	M 22	MI 23	
<b>COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO</b>												
<b>ESTRUCTURAS</b>												
<b>FRENTE 2</b>												
<b>BLOQUE 5</b>												
<b>1° PISO</b>												
01.01.16	Acero verticales			5.48	11.12							
01.01.17	Encofrado verticales			20.00	28.82							
01.01.18	Concreto verticales			1.97	2.54							
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga				7.63	7.94						
01.01.20	Acero en vigas				2.44	3.25						
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa				12.70	11.20						
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura				1.75	1.36						
01.01.25	Concreto en losa aligerada				2.82	2.55						
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días											
<b>2° PISO</b>												

**Tabla 24. Personal efectivo mejorando el ratio de producción - jornada 16 horas**

PERSONAL EFECTIVO POR SECTOR			AGOSTO							JORNADA 16 HORAS		
ITEM	DESCRIPCIÓN	SEMANA 3							AGOSTO SEMANA 4			
		MI 16	J 17	V 18	S 19	D 20	L 21	M 22	MI 23			
<b>COLEGIO INNOVA SCHOOLS CUSCO</b>												
<b>ESTRUCTURAS</b>												
<b>FRENTE 2</b>												
<b>BLOQUE 5</b>												
<b>1° PISO</b>												
01.01.16	Acero verticales	3.56014	7.22548									
01.01.17	Encofrado verticales	13.002	18.7304									
01.01.18	Concreto verticales	1.28084	1.64947									
01.01.19	Encofrado fondo viga + 1 costado viga		4.95983	5.1636								
01.01.20	Acero en vigas		1.58403	2.11503								
01.01.21	Encofrado costado viga + Encofrado fondo de losa		8.2552	7.28142								
01.01.23	Acero losa aligerada + temperatura		1.13482	0.88588								
01.01.25	Concreto en losa aligerada		1.83551	1.66053								
01.01.26	Desencofrado fondos de vigas y losa a 7 días											

Fuente: Elaboración propia

Se observa que aumentando las horas de jornada de trabajo se disminuye el personal a utilizar, a partir de estos cuadros se puede obtener los siguientes rendimientos de las partidas más relevantes.

**Partida: Acero verticales**

- Metrado: 2554.93 kg
- Parcial HH inicial: 87.63 HH
- Rendimiento inicial: 0.0342HH/kg
- Parcial HH actual: 51.10 HH
- Rendimiento actual: 0.02HH/kg



**Partida: Encofrado verticales**

- Metrado: 200.03 m<sup>2</sup>
- Parcial HH inicial: 320.05 HH
- Rendimiento inicial: 1.6 HH/m<sup>2</sup>
- Parcial HH actual: 208.03 HH
- Rendimiento actual: 1.03 HH/m<sup>2</sup>

**Partida: Concreto en verticales**

- Metrado: 18.52 m<sup>3</sup>
- Parcial HH inicial: 31.53 HH
- Rendimiento inicial: 1.7HH/m<sup>3</sup>
- Parcial HH actual: 20.56 HH
- Rendimiento actual: 1.11 HH/m<sup>3</sup>

**Partida: Encofrado de viga**

- Metrado: 50.87 m<sup>2</sup>
- Parcial HH inicial: 122.09 HH
- Rendimiento inicial: 2.4 HH/m<sup>2</sup>
- Parcial HH actual: 79.36 HH
- Rendimiento actual: 1.56 HH/m<sup>2</sup>

**Partida: Acero en viga**

- Metrado: 1136.78 kg
- Parcial HH inicial: 38.99 HH
- Rendimiento inicial: 0.034 HH/kg

- Parcial HH actual: 22.74 HH
- Rendimiento actual: 0.02 HH/kg

**Partida: Encofrado en losa**

- Metrado: 135.47 m<sup>2</sup>
- Parcial HH inicial: 203.21 HH
- Rendimiento inicial: 1.5 HH/m<sup>2</sup>
- Parcial HH actual: 132.76 HH
- Rendimiento actual: 0.98 HH/m<sup>2</sup>

**Partida: Acero en losa**

- Metrado: 814.40 kg
- Parcial HH inicial: 27.93 HH
- Rendimiento inicial: 0.034 HH/kg
- Parcial HH actual: 16.29 HH
- Rendimiento actual: 0.02 HH/kg

**Partida: Concreto en verticales**

- Metrado: 26.54 m<sup>3</sup>
- Parcial HH inicial: 45.18 HH
- Rendimiento inicial: 1.702HH/m<sup>3</sup>
- Parcial HH actual: 29.46 HH
- Rendimiento actual: 1.11 HH/m<sup>3</sup>

Como se puede ver en este análisis, para cumplir nuestra programación, se tuvo que trabajar con una jornada de 16 horas, disminuyendo el personal previsto inicialmente y se mejoró el rendimiento inicial (dato sacado del análisis del precio unitario).

A continuación, se muestra el resultado de las horas hombre que se consumió actualmente.

**Tabla 25. Horas - hombre actualmente**

	Und	Metrado	Ratio HH (Contractual )	HH totales Inicial	Ratio HH Actual	HH totales actual
<b>ESTRUCTURAS</b>						
<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>						
<b>PLACAS</b>						
PLACAS CONCRETO f'c=210 KG/CM2	m3	284	1.7024	483.72	1.11	315.4
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	3,107	1.6	4,971.84	1.04	3231.7
ACERO DE REFUERZO	kg	33,214	0.0343	1,139.23	0.02	664.3
						0.0
<b>COLUMNAS</b>						0.0
COLUMNAS - CONCRETO f'c 210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	44	1.7024	74.51	1.11	48.6
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS H > 3.50 M	m2	433	1.6	692.16	1.04	449.9
ACERO DE REFUERZO	kg	11,170	0.0343	383.12	0.02	223.4
						0.0
<b>VIGAS</b>						0.0
VIGAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	171.61	1.7024	292.14	1.11	190.5
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS H < 3.00 M	m2	1015.36	2.4	2,436.86	1.56	1584.0
ACERO DE REFUERZO	kg	24318.77	0.0343	834.13	0.02	486.4
						0.0
<b>LOSA</b>						0.0
CONCRETO f'c=210 kg/cm2 - LOSA MACIZA INC. PLASTIFICANTE	m3	290.16	1.7024	493.97	1.11	322.1
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA <3.50m	m2	2084.79	1.5	3,127.19	0.98	2043.1
ACERO DE REFUERZO	kg	14111.56	0.0343	484.03	0.02	282.2
<b>TOTAL DE HH</b>				<b>15412.90</b>		<b>9841.47</b>

Fuente: Elaboración propia

	HH	C.P	TOTAL (S/.)
HH PREVISTO	15412.90	12.5	S/192,661.23
HH PROGRAMADO	9841.47	12.5	S/123,018.33
<b>DIFERENCIA EN SOLES</b>			<b>S/69,642.90</b>
CP: Es el costo promedio por hora de HH			
HH: Hora hombre			

Fuente: Elaboración propia

Aquí se observa un resumen de todas las HHs previsto inicialmente versus la HH programado actualmente con la aplicación de Lean Construcción. Como se puede ver en la tabla 24, se ha optimizado los tiempos de ejecución, mejorando el rendimiento y obteniendo un ahorro en horas hombre. A continuación, se muestra la cantidad de personas que se programó para cumplir con la programación propuesta.

**Tabla 26. Personal efectivo con 8 horas diarias**

PERSONAL EFECTIVO	ACERO	10.95	30.60	18.95	27.94		18.74	35.40	34.71	31.67	26.95	29.66		20.16	21.86	10.30	8.59	15.47	5.38	8.13	0.00
	ENCOFRADO	40.01	98.29	78.30	98.20		95.84	185.64	118.41	127.21	108.45	85.35		68.45	105.74	81.94	38.98	37.04	35.66	0.00	0.00
	CONCRETO	3.94	10.72	9.05	10.72		11.01	12.64	9.11	10.83	21.63	21.54		8.92	12.55	5.01	0.00	0.00	10.19	10.18	0.00
	<b>TOTAL PERSONAS EFECTIVAS</b>	<b>54.90</b>	<b>139.61</b>	<b>106.30</b>	<b>136.86</b>		<b>125.59</b>	<b>233.68</b>	<b>162.22</b>	<b>169.70</b>	<b>157.04</b>	<b>136.55</b>		<b>97.53</b>	<b>140.15</b>	<b>97.25</b>	<b>47.57</b>	<b>52.51</b>	<b>51.23</b>	<b>18.31</b>	<b>0.00</b>
PERSONAL REAL	ACERO	11.00	31.00	19.00	28.00		19.00	36.00	35.00	32.00	27.00	30.00		21.00	22.00	11.00	9.00	16.00	6.00	9.00	0.00
	ENCOFRADO	41.00	99.00	79.00	99.00		96.00	186.00	119.00	128.00	109.00	86.00		69.00	106.00	82.00	39.00	38.00	36.00	0.00	0.00
	CONCRETO	4.00	11.00	10.00	11.00		12.00	13.00	10.00	11.00	22.00	22.00		9.00	13.00	6.00	0.00	0.00	11.00	11.00	0.00
	<b>TOTAL PERSONAS REALES</b>	<b>56.00</b>	<b>141.00</b>	<b>108.00</b>	<b>138.00</b>		<b>127.00</b>	<b>235.00</b>	<b>164.00</b>	<b>171.00</b>	<b>158.00</b>	<b>138.00</b>		<b>99.00</b>	<b>141.00</b>	<b>99.00</b>	<b>48.00</b>	<b>54.00</b>	<b>53.00</b>	<b>20.00</b>	<b>0.00</b>

**Tabla 27. Personal efectivo con 16 horas diarias**

PERSONAL EFECTIVO	ACERO	3.56	9.94	6.16	9.08	0.00	6.09	11.51	11.28	10.29	8.76	9.64	0.00	6.55	7.10	0.00	3.35	2.79	5.03	1.75	2.64	0.00
	ENCOFRADO	13.00	31.95	25.45	31.92	0.00	31.15	60.33	38.48	41.34	35.25	27.74	0.00	22.25	34.37	0.00	26.63	12.67	12.04	11.59	0.00	0.00
	CONCRETO	1.28	3.48	2.94	3.48	0.00	3.58	4.11	2.96	3.52	7.03	7.03	0.00	2.90	4.08	0.00	1.63	0.00	0.00	3.31	3.31	0.00
	<b>TOTAL PERSONAS EFECTIVAS</b>	<b>17.84</b>	<b>45.37</b>	<b>34.55</b>	<b>44.48</b>	<b>0.00</b>	<b>40.82</b>	<b>75.95</b>	<b>52.72</b>	<b>55.15</b>	<b>51.04</b>	<b>44.41</b>	<b>0.00</b>	<b>31.70</b>	<b>45.55</b>	<b>0.00</b>	<b>31.61</b>	<b>15.46</b>	<b>17.06</b>	<b>16.65</b>	<b>5.95</b>	<b>0.00</b>
PERSONAL REAL	ACERO	4.00	10.00	7.00	10.00	0.00	7.00	12.00	12.00	11.00	9.00	10.00	0.00	7.00	8.00	0.00	4.00	3.00	6.00	2.00	3.00	0.00
	ENCOFRADO	14.00	32.00	26.00	32.00	0.00	32.00	61.00	39.00	42.00	36.00	28.00	0.00	23.00	35.00	0.00	27.00	13.00	13.00	12.00	0.00	0.00
	CONCRETO	2.00	4.00	3.00	4.00	0.00	4.00	5.00	3.00	4.00	8.00	8.00	0.00	3.00	5.00	0.00	2.00	0.00	0.00	4.00	4.00	0.00
	<b>TOTAL PERSONAS REALES</b>	<b>20.00</b>	<b>46.00</b>	<b>36.00</b>	<b>46.00</b>	<b>0.00</b>	<b>43.00</b>	<b>78.00</b>	<b>54.00</b>	<b>57.00</b>	<b>53.00</b>	<b>46.00</b>	<b>0.00</b>	<b>33.00</b>	<b>48.00</b>	<b>0.00</b>	<b>33.00</b>	<b>16.00</b>	<b>19.00</b>	<b>18.00</b>	<b>7.00</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaboración propia

### **Carta Balance**

Esta herramienta nos permitirá evaluar el proceso constructivo utilizado en la ejecución de cada una de las partidas, de esta manera constataremos si realmente se tiene un sistema de producción eficiente y que permite alcanzar los rendimientos esperados. La aplicación de esta herramienta permitirá conocer la distribución y duración de cada uno de los trabajos (TP, TC, TNC) que se hicieron para ejecutar una determinada partida. Para poder evaluar y saber lo que representa los resultados obtenidos en la medición del nivel general de actividad, nos remitiremos a la publicación del Ing. Buleye Revilla Keny (Productividad en la Construcción aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction), en la cual se hace una clasificación de las actividades de acuerdo al porcentaje de trabajo productivo que cada actividad presenta. Clasificación de las Partidas según el porcentaje de Trabajo Productivo.

**Tabla 28.** *Productividad en la construcción*

CLASIFICACION	DESCRIPCION	PORCENTAJE DE TP
NIVEL A	Cero Grasa. Grasa interna y superficial eliminadas	TP > 50%
NIVEL B	Solo grasa interna, grasa superficial eliminada	40% < TP < 50%
NIVEL C	Grasa superficial alta. Grasa interna dentro del proceso evaluado	TP < 40%

Fuente: Buleye Revilla Keny

Para este proyecto, se muestra el formato de medición de la carta balance para la partida de acero en verticales y encofrado. En este formato se indica el nombre de los miembros de cada una de las cuadrillas.

Para el análisis se consideró a las dos cuadrillas que estaban desarrollando este trabajo, una de ellas estaba conformada por dos operarios, un oficial y un peón, y la otra cuadrilla solo tenía a dos operarios, dos oficiales y un ayudante. Al momento de las mediciones el personal se encontraba trabajando en el sector 8 de la edificación.

De igual manera se muestra la lista de los trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios, que fueron realizados durante la ejecución de la partida.

#### **Carta balance acero S8-1:**

Trabajo productivo:

- Colocación de acero vertical
- Colocación de acero Horizontal
- Corte y Colocación de alambre

#### **Trabajo contributorio:**

- Búsqueda de materiales (acero)
- Tomar medidas (incluye el marcar con tiza)
- Abrir los paquetes de fierro con cizalla
- Transporte vertical
- Transporte horizontal

#### **Trabajo no contributorio**

- Baño
- Viaje
- Tiempo de Espera
- Nada

### **Carta balance encofrado S8-3:**

Trabajo productivo:

- Encofrado
- Compuerta
- Colocar Puntal
- Colocar alineadores

### **Trabajo contributorio:**

- Transporte vertical
- Transporte horizontal
- Sacar Clavos de Solera
- Desmoldante
- Limpieza de encofrado

### **Trabajo no contributorio:**

- Baño
- Viaje
- Tiempo de Espera
- Nada

- Vigía

**Tabla 29. Datos para la medición con la Carta Balance - Encofrado**

Trabajadores involucrados:		Cod Trabajo Productivo			Cod Trabajo Contributorio			Cod Trabajo No Contributorio					
A:	ELBERTO	1	<b>E</b>	Encofrado	19	11	<b>TV</b>	Transporte vertical	6	21	<b>B</b>	Baño	11
B:	NICANOR	2	<b>C</b>	Compuerta	21	12	<b>TH</b>	Transporte horizontal	16	22	<b>V</b>	Viaje	4
C:	JOSE LUIS	3	<b>P</b>	Colocar Puntal	10	13	<b>S</b>	Sacar Clavos de Solera	7	23	<b>TE</b>	Tiempo de Espera	13
D:	EUGENIO	4	<b>ALIN</b>	colocar alineadores	12	14	<b>D</b>	Desmoldante	3	24	<b>N</b>	Nada	18
E:	AMERICO	5			0	15	<b>LP</b>	Limpieza de encofrado	5	25	<b>Vig</b>	Vigia	5
F:		6			0	16			0	26			0
G:		7			0	17			0	27			0
H:		8			0	18			0	28			0
I:		9			0	19			0	29			0
J:		10			0	20			0	30			0

Elaboración propia – Grupo Johesa constructores

**Tabla 30. Datos para la medición con la Carta Balance - Acero**

Trabajadores involucrados:		Cod Trabajo Productivo			Cod Trabajo Contributorio			Cod Trabajo No Contributorio					
A:	MASIAS T. R.	1	<b>CA</b>	Colocación de acero vertical	22	11	<b>X</b>	Búsqueda de materiales (acero)	3	21	<b>B</b>	Baño	16
B:	CORREA G. L.	2	<b>H</b>	Colocación de estribos	25	12	<b>M</b>	Tomar medidas (incluye el marcar con	7	22	<b>V</b>	Viaje	7
C:	MEZA C. B. K.	3	<b>AI</b>	Corte y Colocación de alambre	13	13	<b>C</b>	Abrir los paquetes de fierro con cizalla	1	23	<b>TE</b>	Tiempo de Espera	7
D:	RAMIREZ C. M.L F.	4			0	14	<b>TV</b>	sporte vertical	2	24	<b>N</b>	Nada	9
		5			0	15	<b>TH</b>	Transporte horizontal	8	25			0
F:		6			0	16				26			0
G:		7			0	17				27			0
H:		8			0	18			0	28			0
I:		9			0	19			0	29			0
J:		10			0	20			0	30			0

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 31. Carta Balance de Encofrado S8-3**

		CARTA BALANCE			
Obra:	<u>COLEGIO INNOVA SCHOOLS-CUSCO</u>	Hora de inicio:	<u>11:18</u>		
Fecha:	<u>18/08/2017</u>	Hora de término:	<u>11:48</u>		
Actividad:	<u>VERTICALES</u>	Ubicación:	<u>S8-2</u>		

Trabajadores involucrados:		Cod Trabajo Productivo		Cod Trabajo Contributorio		Cod Trabajo No Contributorio				
A:	MASIAS T. R.	1	CA Colocación de acero vertical	22	11	X Búsqueda de materiales (acero)	3	21	B Baño	16
B:	CORREA G. L.	2	H Colocación de estribos	25	12	M Tomar medidas (incluye el marcar con Abri los paquetes de fierro con cizalla)	7	22	V Viaje	7
C:	MEZA C. B. K.	3	AI Corte y Colocación de alambre	13	13	C	1	23	TE Tioempo de Espera	7
D:	RAMIREZ C. M.L F.	4		0	14	TV sporte vertical	2	24	N Nada	9
		5		0	15	TH Transporte horizontal	8	25		0
F:		6		0	16			26		0
G:		7		0	17			27		0
H:		8		0	18		0	28		0
I:		9		0	19		0	29		0
J:		10		0	20		0	30		0
K:				0			0			0
			Total	60		Total	21		Total	39

Medicion	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CA	H	TE	X				
2	CA	H	TE	X				
3	CA	H	TE	X				
4	CA	H	TE	V				
5	CA	M	TH	V				
6	TH	M	TH	V				
7	CA	M	TH	V				
8	TH	H	TV	H				
9	CA	H	TV	H				
10	N	H	AI	H				
11	B	H	AI	H				
12	B	H	AI	H				
13	B	H	AI	H				
14	B	H	AI	M				
15	B	H	AI	M				

Medicion	A	B	C	D	E	F	G	H
16	B	N	AI	M				
17	B	H	AI	CA				
18	B	N	AI	CA				
19	B	N	AI	CA				
20	TH	N	AI	CA				
21	TH	B	TE	CA				
22	TH	B	TE	N				
23	C	B	TE	N				
24	CA	B	M	N				
25	CA	H	N	V				
26	CA	H	B	V				
27	CA	H	B	V				
28	CA	H	B	CA				
29	CA	H	AI	CA				
30	CA	H	AI	CA				

Fuente: Elaboración propia

## CARTA BALANCE

Obra: Colegio Innova Schools - Cusco  
 Fecha: 19/08/2017  
 Actividad: Encofrado de vigas y losas

Hora de inicio: 16:18  
 Hora de término: 16:48  
 Ubicación: S8-1

Trabajadores involucrados:		Cod Trabajo Productivo			Cod Trabajo Contributorio			Cod Trabajo No Contributorio					
A:	ELBERTO	1	E	Encofrado	19	11	TV	Transporte vertical	6	21	B	Baño	11
B:	NICANOR	2	C	Compuerta	21	12	TH	Transporte horizontal	16	22	V	Viaje	4
C:	JOSE LUIS	3	P	Colocar Puntal	10	13	S	Sacar Clavos de Solera	7	23	TE	Tiempo de Espera	13
D:	EUGENIO	4	ALIN	colocar alineadores	12	14	D	Desmoldante	3	24	N	Nada	18
E:	AMERICO	5			0	15	LP	Limpieza de encofrado	5	25	Vig	Vigia	5
F:		6			0	16			0	26			0
G:		7			0	17			0	27			0
H:		8			0	18			0	28			0
I:		9			0	19			0	29			0
J:		10			0	20			0	30			0
K:													
		Total			62	Total			37	Total			51

Medicion	A	B	C	D	E	F	G	H
1	C	TH	TE	P	S			
2	C	TH	TE	P	S			
3	C	TH	TE	TE	S			
4	C	TH	TE	TE	S			
5	C	TH	E	TH	S			
6	TH	E	E	P	LP			
7	C	E	E	P	LP			
8	TH	E	E	P	LP			
9	C	E	E	P	LP			
10	N	E	E	E	LP			
11	B	E	C	E	N			
12	B	E	E	N	Vig			
13	B	TV	TV	E	Vig			
14	B	TV	TV	TE	TH			
15	B	TV	TV	TE	Vig			

Medicion	A	B	C	D	E	F	G	H
16	B	N	S	N	ALIN			
17	B	TE	S	TE	ALIN			
18	B	N	TH	TE	ALIN			
19	B	N	V	D	ALIN			
20	TH	N	V	D	ALIN			
21	TH	D	V	TE	ALIN			
22	TH	E	N	N	ALIN			
23	C	E	V	TH	ALIN			
24	C	N	ALIN	TH	N			
25	C	TH	ALIN	TE	Vig			
26	C	C	ALIN	N	N			
27	C	C	ALIN	N	Vig			
28	C	C	P	N	B			
29	C	C	P	N	B			
30	C	C	P	N	P			

Fuente: Elaboración propia

Seguidamente se presentan los resultados de la evaluación que se hizo a cada partida por medio de las cartas balance, y las medidas de mejora que se adoptaron.

### *Colocación de acero en verticales.*

En la obra se decidió que, para todos los trabajos de habilitación e instalación de acero en los diferentes elementos estructurales”, “se trabajasen en grupos: El de habilitación y el de colocación. En la presente evaluación se analizó a las cuadrillas que venían haciendo el trabajo de instalación de acero.

Cuando se realizaron las mediciones de esta partida, el personal se encontraba trabajando en el sector 8 segundo nivel de la edificación. Los trabajos de instalación de acero en las verticales de iniciaron al día siguiente del vaciado de la losa.

La tarea inicia con el traslape de los aceros longitudinales que forman parte de la armadura de la columna, luego de ello se marca con una tiza o corrector los espaciamientos entre estribos, la tarea culmina luego de amarrar cada uno de los estribos en las medidas marcadas anteriormente.

### *Información requerida para la evaluación.*

En el siguiente formato se presentan los datos del personal obrero que fue considerado en la evaluación, también se detalla trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios, que fueron realizados durante la ejecución de la partida . (Ver figura).

**Tabla 32. Datos para medición con la Carta Balance - Acero**

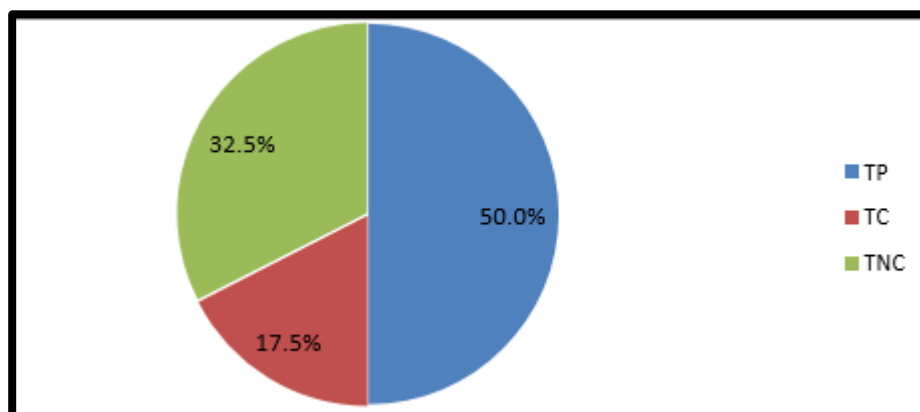
Trabajadores involucrados:		Cod Trabajo Productivo		Cod Trabajo Contributorio		Cod Trabajo No Contributorio				
A:	MASIAS T. R.	1	CA Colocación de acero vertical	22	11	X Búsqueda de materiales (acero)	3	21	B Baño	16
B:	CORREA G. L.	2	H Colocación de estribos	25	12	M Tomar medidas (incluye el marcar con	7	22	V Viaje	7
C:	MEZA C. B. K.	3	AI Corte y Colocación de alambre	13	13	C Abrir los paquetes de fierro con cizalla	1	23	TE Tioempo de Espera	7
D:	RAMIREZ C. M.L F.	4		0	14	TV sporte vertical	2	24	N Nada	9
		5		0	15	TH Transporte horizontal	8	25		
F:		6		0	16			26		0
G:		7		0	17			27		0
H:		8		0	18		0	28		0
I:		9		0	19		0	29		0
J:		10		0	20		0	30		0

Fuente: Elaboración propia

### Resultados generales de la evaluación

Resultados de la evaluación a la partida de Colocación de Acero en Verticales.

**Gráfico 5. Partida de colocación de acero en verticales**



Elaboración propia

De acuerdo a la clasificación que se tiene para las partidas según el porcentaje de trabajo productivo que éstas presentan, la partida de acero en verticales, se encuentra en el nivel "B" con un orden de trabajo productivo igual a 50%.

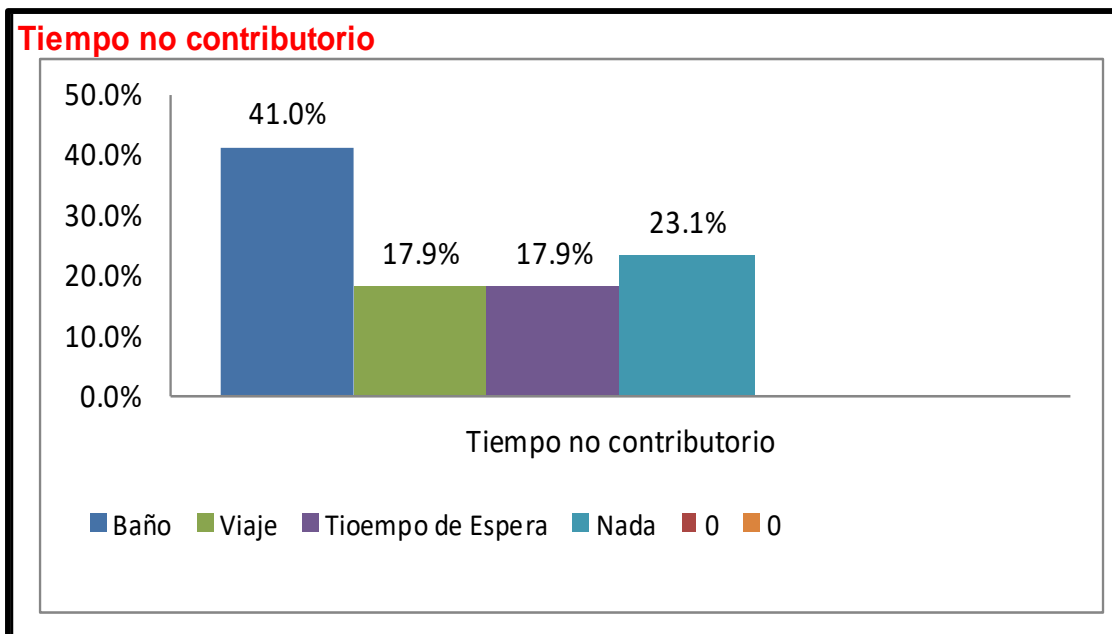
El encontrarnos en este nivel, demuestra que se optimizó los tiempos, pero aún existe grasa intermedia que eliminar como es el de ir al baño.

Cabe resaltar que el porcentaje de trabajo productivo obtenida para esta partida es muy alentador ya que se refleja el compromiso del personal a seguir mejorando, Por ello, es necesario hacer ajustes en el proceso para disminuir los porcentajes de trabajo contributivo y no contributivo, y así lograr incrementar el valor de trabajo productivo.

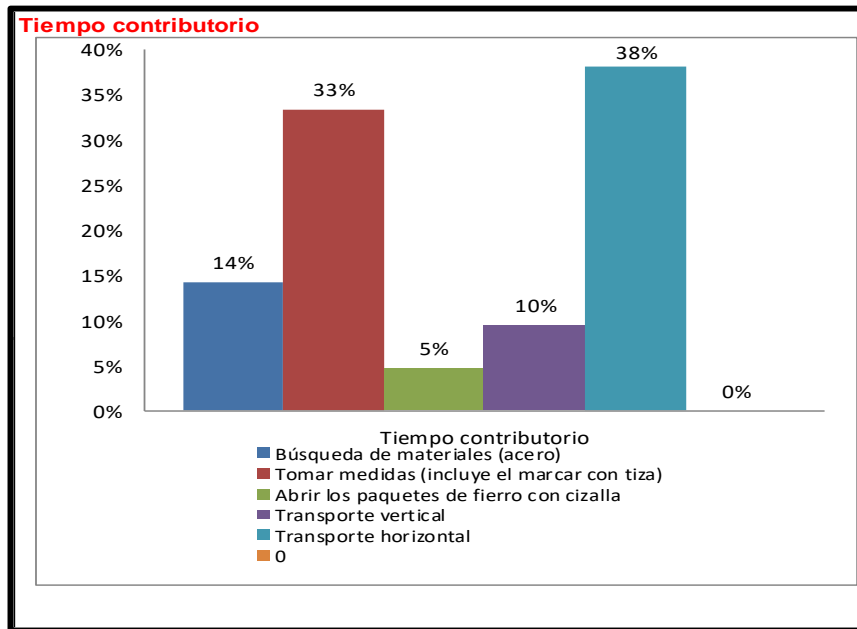
A continuación, se presenta los resultados desgregados, a partir de los cuales se planteó las mejoras en la ejecución de esta partida.

*Resultados Desgregados de la Evaluación.*

**Gráfico 6.** *Tiempo no contributivo*



**Gráfico 7. Tiempo contributorio**



Fuente: Elaboración propia

La distribución de los tiempos para la partida, nos muestra que la sub tarea con mayor incidencia dentro de los trabajos contributorios es el de “Trasporte horizontal”, con 38% de incidencia y el “Tomar medidas “, con 33%de incidencia. Este valor estaba dándose por introducir los estribos y hacer el amarre del mismo en cantidades pequeña, lo que hacía que luego de fijar estos estribos en la parte inferior de la columna, el personal tenía que trasladarse a realizar las medidas de corte de alambre y traer otra cantidad de estribo para seguir con la actividad. Esto producía un mayor tiempo de movilidad y finalmente terminaba por producir cansancio en el personal.

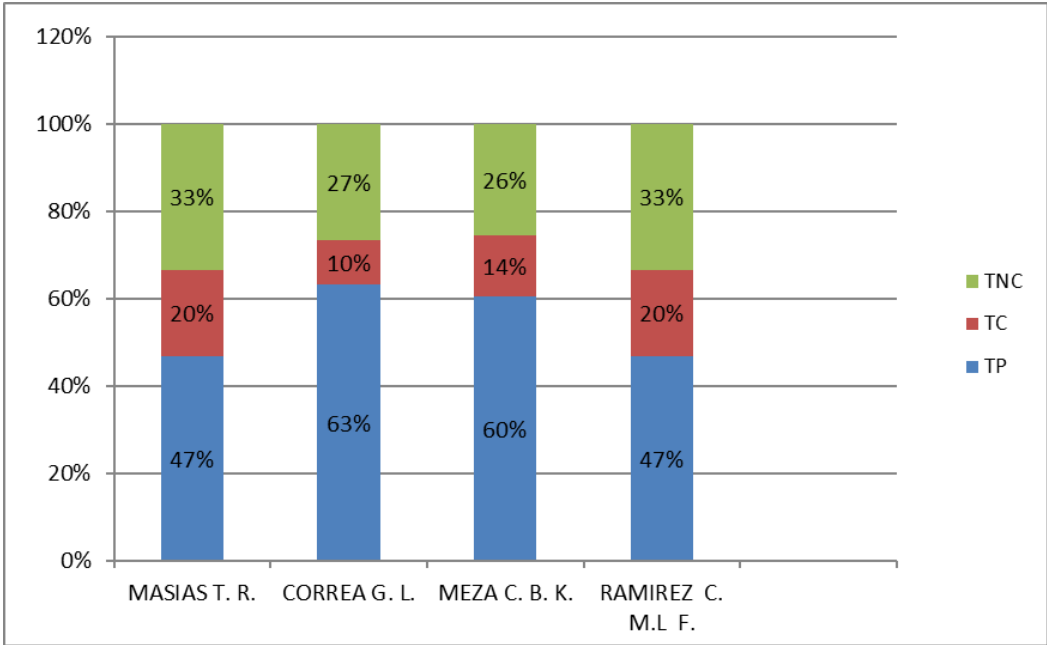
Por ello, se estableció que, al momento de introducir los estribos, se instale el total de las piezas y luego se proceda a fijar cada uno de ellos según la distribución establecida, de esta forma se pudo reducir los tiempos de movilidad que en muchos de los casos se estaban dando de manera inadecuada e innecesaria.

Dentro de los trabajos no contributivos, los trabajos con mayor porcentaje son los de: “Baño” y “Nada” con 41% y 23.1% Este valor se estaba dando debido a las esperas, el personal optaba por ir al baño.

Por ello si al plantear una mejora en los trabajos contributivos el porcentaje de espera va disminuir, también se planteó la reubicación del baño en un punto más estático donde se disminuya el tiempo de trasladarse (Ida y vuelta). De esta manera se logró tener un sistema de producción más efectivo. Para poder hacer los ajustes en el proceso de una manera más acertada, también se analizó el desempeño de cada trabajador a la hora de realizar sus labores, a continuación, se presentan estos resultados:

Ocupación del tiempo de cada trabajador en el ejercicio de sus labores :

**Gráfico 8.** *Ocupación del tiempo de cada trabajador*



Fuente: Elaboración propia

La primera cuadrilla la cual está conformada por cuatro trabajadores (Dos operarios, un oficial y un peón), presentan en promedio un porcentaje de

trabajo no contributorio de 29.75%, lo que indica que la primera cuadrilla no tenía una buena secuencia de trabajo a pesar de tener un trabajo productivo promedio de 39.25%. Observando de cerca a esta cuadrilla se pudo ver tiempos inactivos y de espera, Traslado e ir al Baño (debido a la espera o no hacer nada) Por ejemplo, el colocar y/o instalar los fierros longitudinales solo requirió de dos personas, el que sujetaba el fierro para que no se vuelque y el que fijaba el fierro con alambre de amarre, es por ello que el tercer obrero presentaba tiempos de inactividad esperando que se se sujete el fierro para proceder a instalar los estribos , mientras el cuarto integrantes se ponía a realizar otras actividades que no añadían valor al proceso, lo que hacía que al final se tenga trabajo no contributorios. Analizando los resultados obtenidos de la evaluación realizada a la partida, se dispuso reducir mejorar el tiempo de traslado haciendo que un personal tiene que tener previsto la cantidad de alambre y estribos a utilizar y ubicarlo en un punto más cercano al operario que está realizando la instalación, de esta manera se logró aumentar la productividad en la obra .

*Encofrado de Losa Aligerada:* Al momento de realizar las mediciones los personales se encontraban realizando los trabajos de la partida en el segundo nivel de la edificación, para iniciar con la partida se debe tener habilitado la madera que será empleada en el encofrado, y que previamente serán preparadas en la partida de habilitación de encofrado de losa.

El proceso de encofrado de losa inicia con el ensamblado de puntales y soleras de tal manera que formen entre ellos una especie de arcos, los cuales son distribuidos de manera equitativa en toda el área de encofrado. Luego de ello se procede a entablar toda el área que se está encofrando, considerando



el mismo sentido que se establecido para la losa. La partida termina con el nivelado de toda el área que fue encofrada.

*Información requerida para la Evaluación.*

En la medición se consideró a las dos parejas (operario y oficial) más un ayudante que venían ejecutando la partida, el nombre y cargo de cada trabajador se describe a continuación. Del mismo modo también se describe los trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios que permitieron ejecutar la partida. (Ver tabla 32).

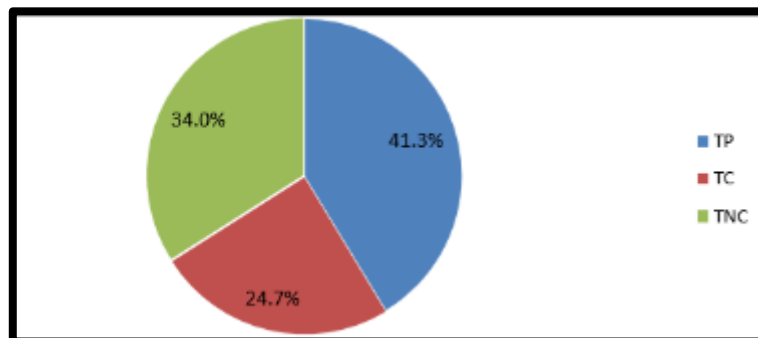
**Tabla 33. Medición con la Carta Balance**

Trabajadores involucrados:		Cod Trabajo Productivo		Cod Trabajo Contributorio		Cod Trabajo No Contributorio	
A:	ELBERTO	1	E Encofrado 19	11	TV Transporte vertical 6	21	B Baño 11
B:	NICANOR	2	C Compuerta 21	12	TH Transporte horizontal 16	22	V Viaje 4
C:	JOSE LUIS	3	P Colocar Puntal 10	13	S Sacar Clavos de Solera 7	23	TE Tioempo de Espera 13
D:	EUGENIO	4	ALIN colocar alineadores 12	14	D Desmoldante 3	24	N Nada 18
E:	AMERICO	5		15	LP Limpieza de encofrado 5	25	Vig Vigia 5
F:		6		16		26	
G:		7		17		27	
H:		8		18		28	
I:		9		19		29	
J:		10		20		30	

Fuente propia

*Resultados Generales de la Evaluación.*

**Gráfico 9. Resultado de Carta Balance de Encofrado**

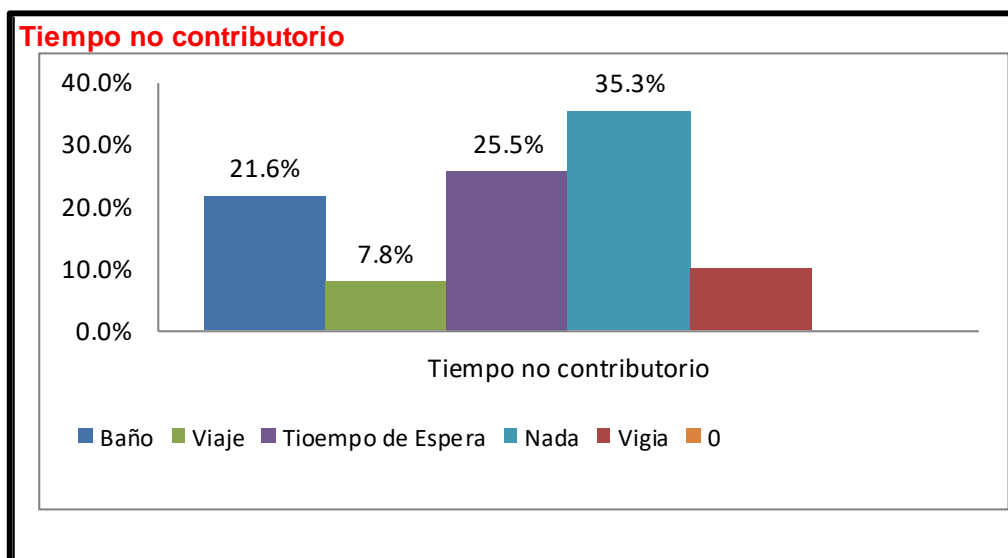


Fuente: Elaboración propia

Según la clasificación que se tiene para las partidas de acuerdo al porcentaje de trabajo productivo que éstas presentan, la partida de encofrado de vigas y losa aligerada, se encuentra en el nivel B con un orden de 41.3% de trabajo productivo. Los valores obtenidos de la distribución de los tiempos muestran claramente que hay mucho por optimizar en la partida. Por ello se tuvo que plantear medidas que nos ayuden a mejorar la distribución de los recursos lo que permite a su vez disminuir los desperdicios para así tener un sistema de producción más efectivo. A continuación, se presenta los resultados disgregados, a partir de los cuales se planteó las mejoras en la ejecución de esta partida.

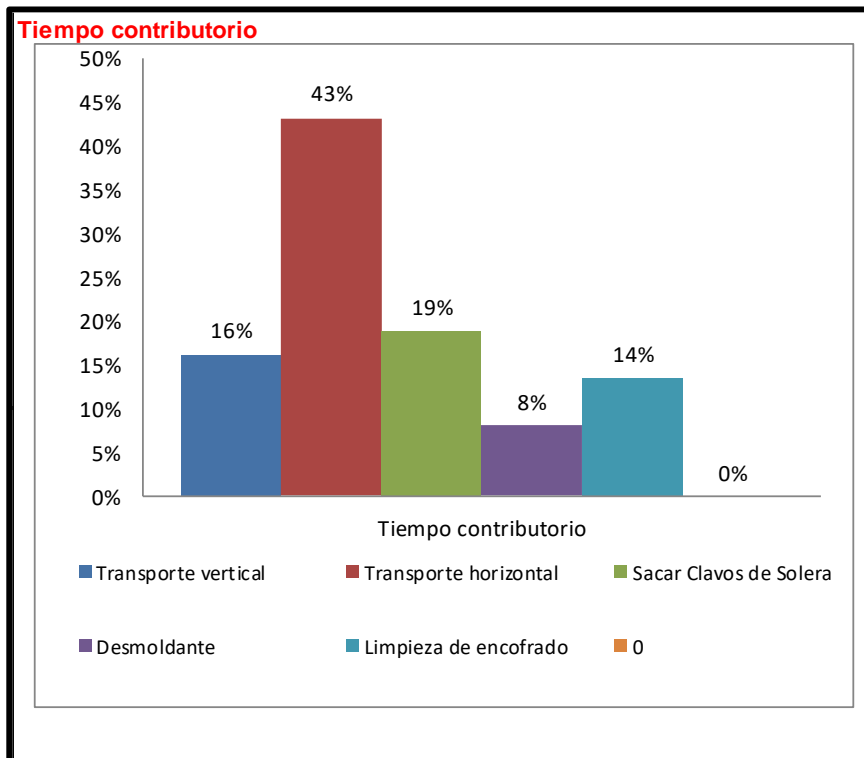
*Resultados Disgregados de la Evaluación.*

**Gráfico 10.** *Incidencia de cada sub - tarea en la partida Encofrado de Losa Aligerada – No contributorio*



Fuente: Elaboración propia

## Gráfico 11. Tiempo contributorio



Fuente: Elaboración propia

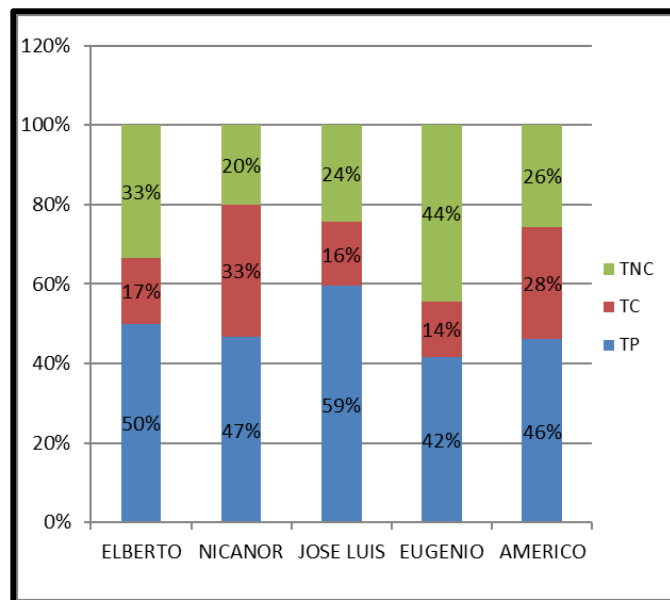
El gráfico anterior muestra que dentro de los trabajos contributorios la sub tarea con mayor incidencia es de transporte horizontal con un valor de 43%. En este sentido la medida que se tomó fue de sumar un peón para que puedan ayudar a trasladar la madera que se encontraba en los pisos laterales. Si bien es cierto que tanto los puntales, soleras y tablas ya se encontraban listos para ser utilizados (ya que fueron desencofrados y preparados por la cuadrilla de habilitación), estos no fueron trasladados en ese momento porque habrían interrumpido a los trabajos que se ejecutan previo al encofrado de losa.

La medida que se adoptó fue muy acertada y permitió no solo disminuir el tiempo que se dedicaba al transporte de madera, sino que también contribuyó a que los tiempos de espera y tiempos inactivos disminuyeran, y con ello se logró transformar un porcentaje de trabajo contributorio y no contributorio en trabajo

productivo lo cual indica que se pudo optimizar el proceso ya que este último trabajo es que aporta de forma directa a la producción. A fin de conocer el desempeño de cada trabajador a continuación se presenta un gráfico que nos ayudará a plantear una oportunidad más de mejora para la partida .

Ocupación del tiempo de cada trabajador en el ejercicio de sus labores

**Gráfico 12. Ocupación del tiempo de cada trabajador**



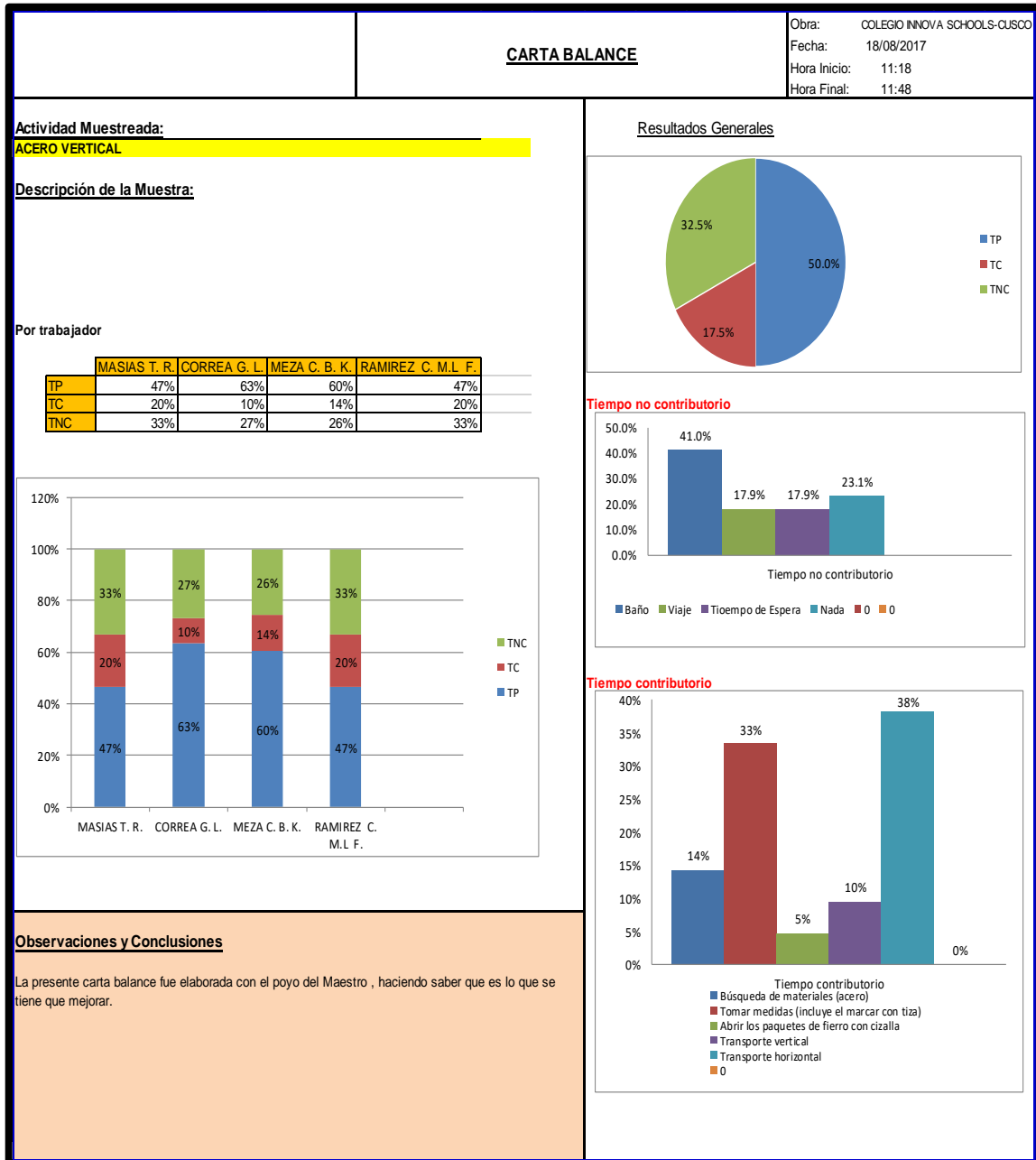
Fuente: Elaboración propia

En los resultados se puede observar que el uno de los oficiales tiene como TNC 44% y este afecta a su compañero operario bajando su TP de 47%. Al revisar los resultados de la carta balance que se hizo para la partida se vio que al colocar puntales había demasiado tiempo de espera a que el operario termine con la colocación y alineación, también se vio que se tomaba mucho tiempo en sacar clavos y limpieza de encofrado provocando un tiempo de espera en los operarios Cuando se realizó un seguimiento al desempeño de esta cuadrilla, se pudo observar que el personal que traslado el encofrado y los puntales, no estaban en puntos estratégico, lo cual obstaculizaba el traslado de puntales y la limpieza de

la madera. Por ello se decidió poner un peón más para que ayude al traslado de puntales y la limpieza de madera y de esta esta manera se logró mejorar el desempeño de esta cuadrilla.

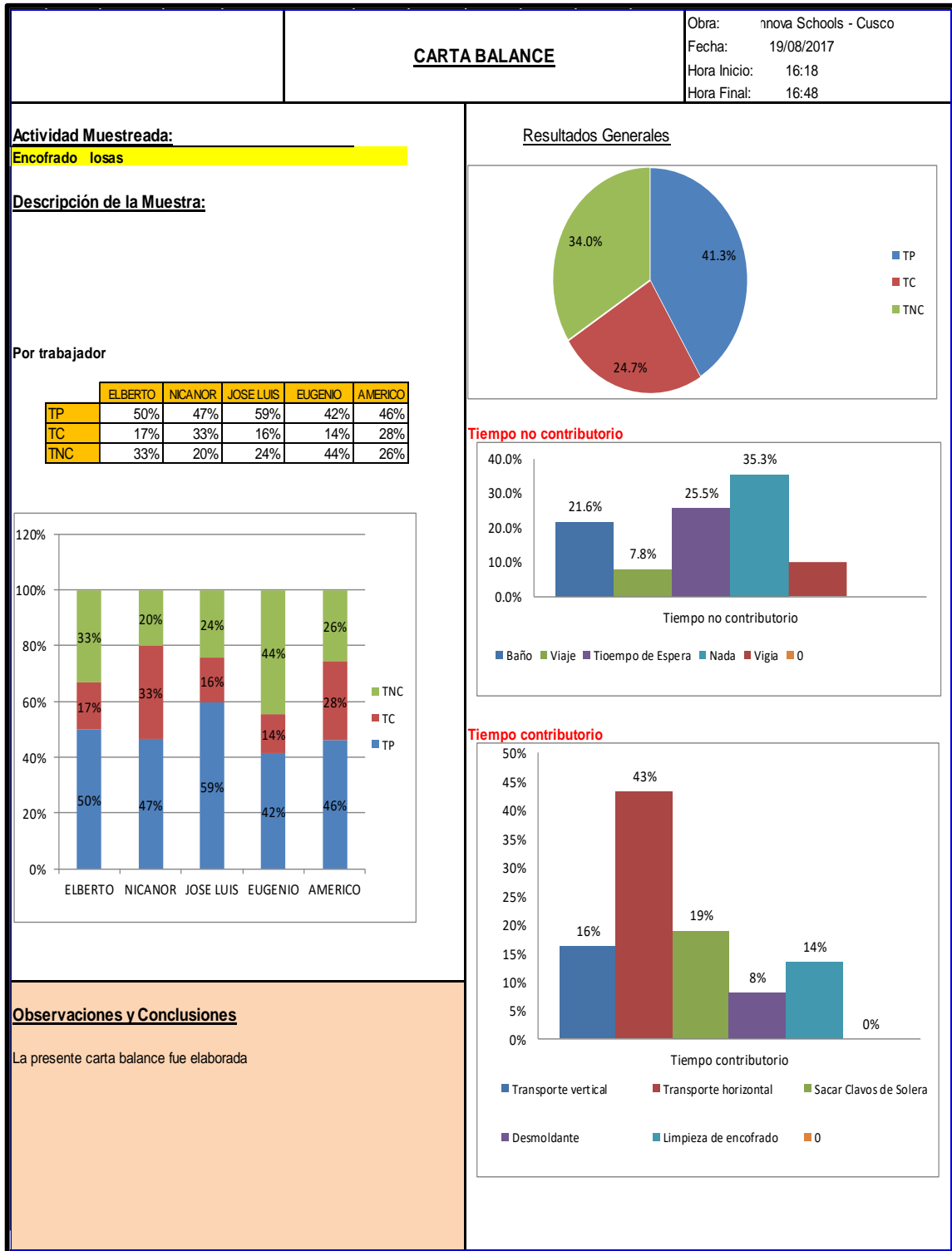
*Resultados Disgregados de la Evaluación de acero*

**Gráfico 13. Resultados disgregados de la evaluación acero**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 14. Resultados Disgregados de la Evaluación de encofrado.**



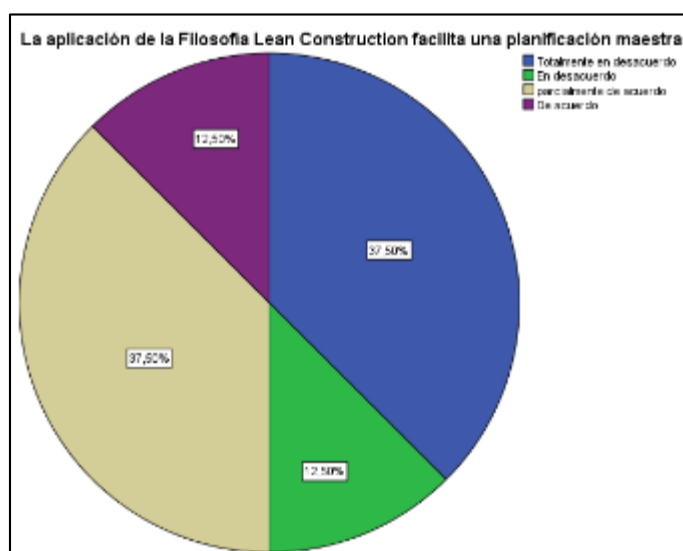
Fuente: Elaboración propia

De igual forma se aplicó el cuestionario a un grupo de ingenieros civiles quienes respondieron los ítems sobre la aplicación del Lean Construction:

**Ítem N° 1: La aplicación de la Filosofía Lean Construction facilita una planificación maestra**

**Tabla 34.** *La aplicación de la Filosofía del Lean Construction facilita la planificación maestra*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Totalmente en desacuerdo	3	37,5	37,5	37,5
En desacuerdo	1	12,5	12,5	50,0
parcialmente de acuerdo	3	37,5	37,5	87,5
De acuerdo	1	12,5	12,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	



**Gráfico 14.** *La aplicación de la filosofía del Lean Cosntruction facilita una planificación maestra*

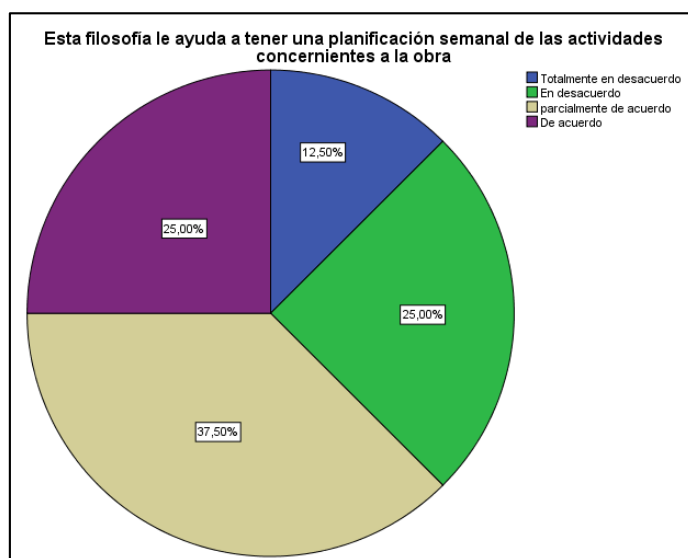
Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si la aplicación de la Filosofía Lean Construction facilita una planificación maestra, respondieron estar

totalmente en desacuerdo en un 37.50%, en desacuerdo en un 12.50%, parcialmente de acuerdo en un 37.50%, de acuerdo en un 12.50%.

**Ítem N° 2: Esta filosofía le ayuda a tener una planificación semanal de las actividades concernientes a la obra**

**Tabla 35.** Esta filosofía ayuda a tener una planificación semanal de las actividades concernientes a la obra

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Totalmente en desacuerdo	1	12,5	12,5	12,5
En desacuerdo	2	25,0	25,0	37,5
parcialmente de acuerdo	3	37,5	37,5	75,0
De acuerdo	2	25,0	25,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	



**Gráfico 15.** Esta filosofía le ayuda a tener una planificación semanal de las actividades concernientes a la obra

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si Esta filosofía le ayuda a tener una planificación semanal de las actividades concernientes a la obra,

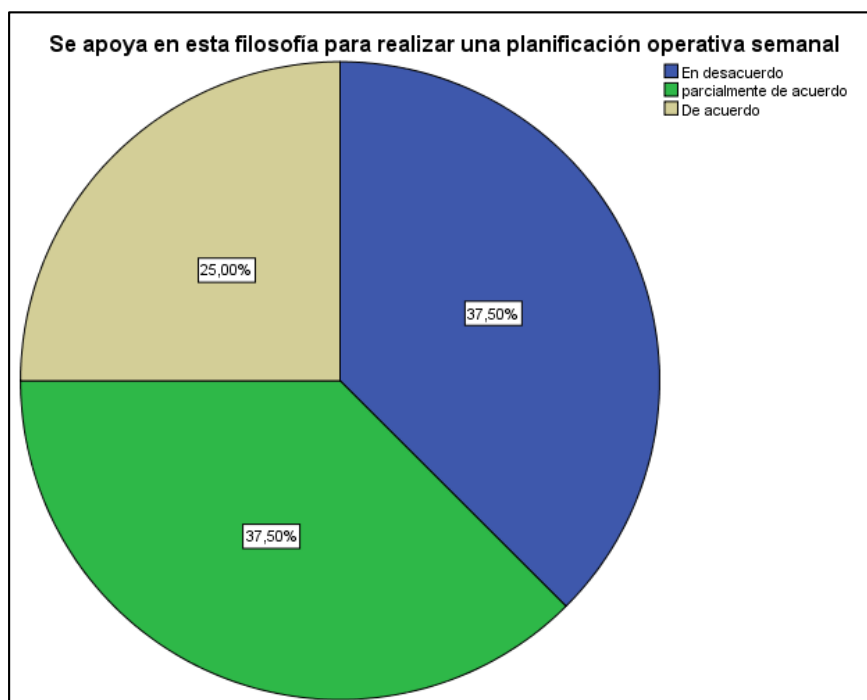


respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 12.50%, en desacuerdo en un 25%, parcialmente de acuerdo en un 37.50%, de acuerdo en un 25%

**Ítem N° 3: Se apoya en esta filosofía para realizar una planificación operativa semanal**

**Tabla 36.** *Se apoya en esta filosofía para realizar una planificación operativa semanal*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido En desacuerdo	3	37,5	37,5	37,5
parcialmente de acuerdo	3	37,5	37,5	75,0
De acuerdo	2	25,0	25,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	



**Gráfico 16.** *Se apoya en esta filosofía para realizar una planificación operativa semanal*

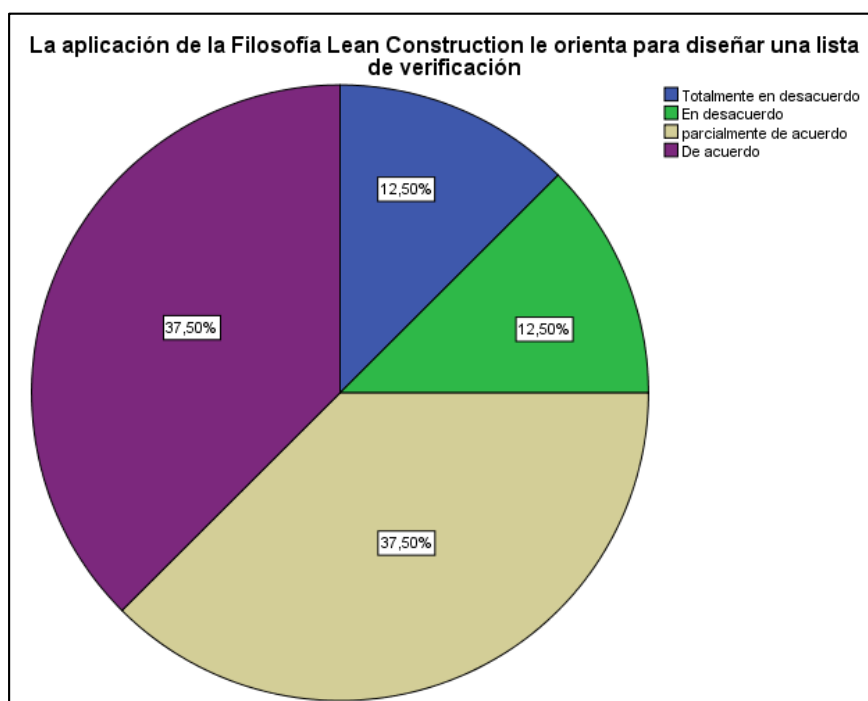
Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si Se apoya en esta filosofía para realizar una planificación operativa semanal, respondieron estar en

desacuerdo en un 37.50%, parcialmente de acuerdo en un 37.50%, de acuerdo en un 25%.

**Ítem N° 4: La aplicación de la Filosofía Lean Construction le orienta para diseñar una lista de verificación**

**Tabla 37.** La aplicación de la filosofía del Lean Construction le orienta para diseñar una lista de verificación

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Totalmente en desacuerdo	1	12,5	12,5	12,5
En desacuerdo parcialmente de acuerdo	1	12,5	12,5	25,0
De acuerdo	3	37,5	37,5	62,5
Total	3	37,5	37,5	100,0
	8	100,0	100,0	



**Gráfico 17.** La aplicación de la filosofía del Lean Construction le orienta para diseñar una lista de verificación

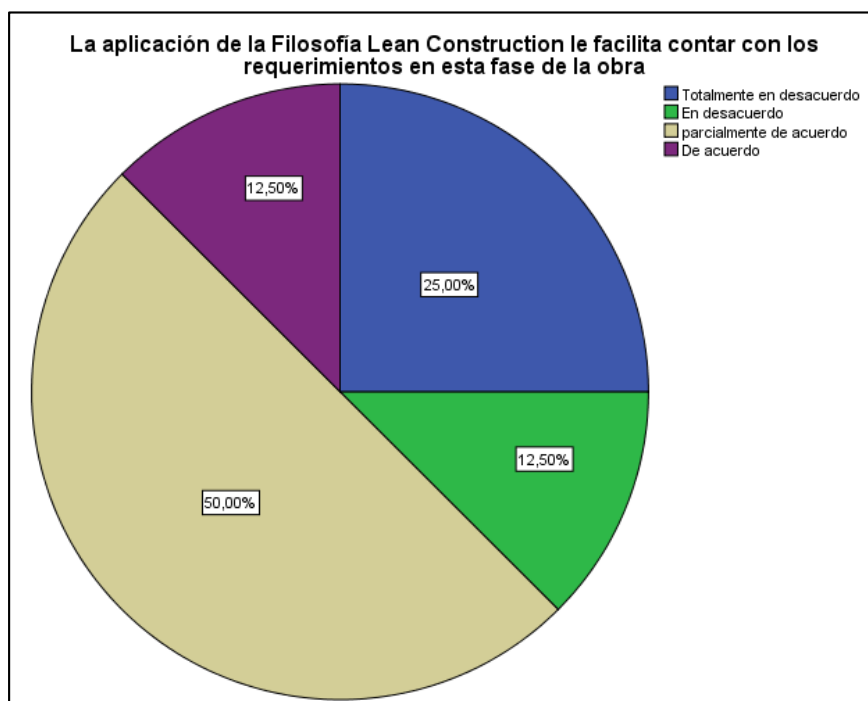
Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si La aplicación de la Filosofía Lean Construction le orienta para diseñar una lista de verificación, respondieron

estar totalmente en desacuerdo en un 12.50%, en desacuerdo en un 12.50%,  
parcialmente de acuerdo en un 37.50%, de acuerdo en un 37.50%

**Ítem N° 5: La aplicación de la Filosofía Lean Construction le facilita contar con los requerimientos en esta fase de la obra**

**Tabla 38.** La aplicación de la Filosofía Lean Construction le facilita contar con los requerimientos en esta fase de la obra

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Totalmente en desacuerdo	2	25,0	25,0	25,0
En desacuerdo	1	12,5	12,5	37,5
parcialmente de acuerdo	4	50,0	50,0	87,5
De acuerdo	1	12,5	12,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	



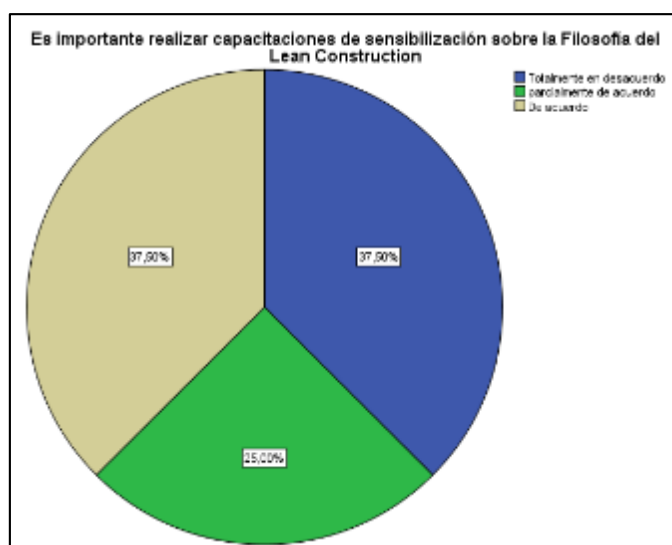
**Gráfico 18.** La aplicación de la Filosofía Lean Construction le facilita contar con los requerimientos en esta fase de la obra

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si La aplicación de la Filosofía Lean Construction le facilita contar con los requerimientos en esta fase de la obra, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 25%, en desacuerdo en un 12.50%, parcialmente de acuerdo en un 50%, de acuerdo en un 12.50%.

**Ítem N° 6: Es importante realizar capacitaciones de sensibilización sobre la Filosofía del Lean Construction**

**Tabla 39.** *Es importante realizar capacitaciones de sensibilización sobre la Filosofía del Lean Construction*

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido Totalmente en desacuerdo	3	37,5	37,5	37,5
parcialmente de acuerdo	2	25,0	25,0	62,5
De acuerdo	3	37,5	37,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	



**Gráfico 19.** *Es importante realizar capacitaciones de sensibilización sobre la filosofía del Lean Construction*

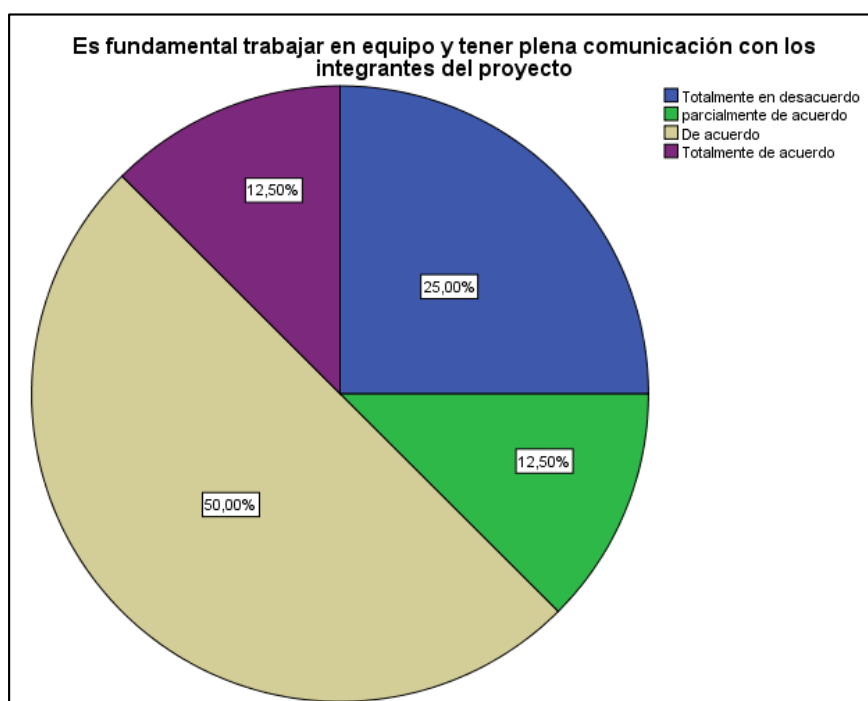
Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si es importante realizar capacitaciones de sensibilización sobre la Filosofía del Lean Construction,

respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 37.50%, parcialmente de acuerdo en un 25%, de acuerdo en un 37.50%.

**Ítem N° 7: Es fundamental trabajar en equipo y tener plena comunicación con los integrantes del proyecto**

**Tabla 40.** *Es fundamental trabajar en equipo y tener plena comunicación con los integrantes del proyecto*

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes válidos	Porcentajes acumulados
Válido Totalmente en desacuerdo	2	25,0	25,0	25,0
parcialmente de acuerdo	1	12,5	12,5	37,5
De acuerdos	4	50,0	50,0	87,5
Totalmente de acuerdos	1	12,5	12,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	



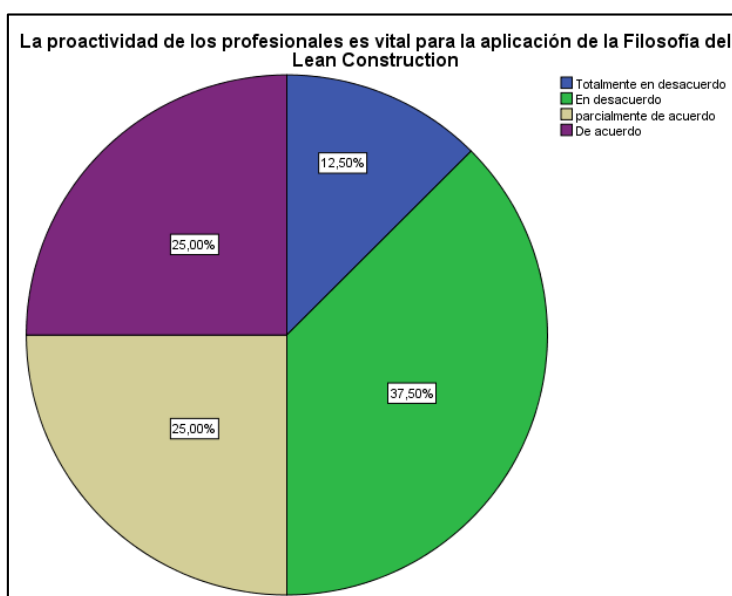
**Gráfico 20.** *Es fundamental trabajar en equipo y tener plena comunicación con los integrantes del proyecto*

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si Es fundamental trabajar en equipo y tener plena comunicación con los integrantes del proyecto, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 25%, en desacuerdo en un 12.50%, parcialmente de acuerdo en un 50%, de acuerdo en un 12.50%.

**Ítem N° 8: La proactividad de los profesionales es vital para la aplicación de la Filosofía del Lean Construction**

**Tabla 41.** La proactividad de los profesionales es vital para la aplicación de la filosofía del Lean Construction

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes válidos	Porcentajes acumulados
Válido Totalmente en desacuerdo	1	12,5	12,5	12,5
En desacuerdo	3	37,5	37,5	50,0
parcialmente de acuerdo	2	25,0	25,0	75,0
De acuerdo	2	25,0	25,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	



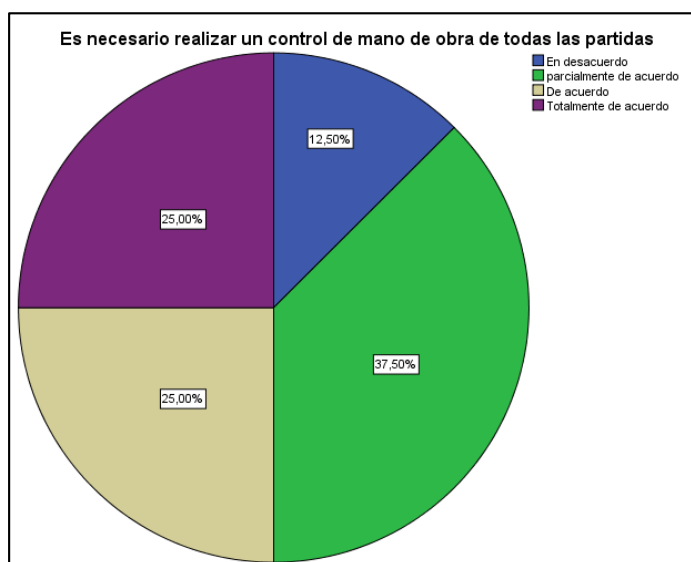
**Gráfico 21.** La proactividad de los profesionales en la aplicación de la filosofía del Lean Construction

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si La proactividad de los profesionales es vital para la aplicación de la Filosofía del Lean Construction, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 12.50%, en desacuerdo en un 37.50%, parcialmente de acuerdo en un 25%, de acuerdo en un 25%

**Ítem N° 9: Es necesario realizar un control de mano de obra de todas las partidas**

**Tabla 42.** *Es necesario realizar un control de mano de obra de todas las partidas*

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes válidos	Porcentajes acumulados
Válido En desacuerdo	1	12,5	12,5	12,5
parcialmente de acuerdo	3	37,5	37,5	50,0
De acuerdo	2	25,0	25,0	75,0
Totalmente de acuerdo	2	25,0	25,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	



**Gráfico 22.** *Es necesario realizar un control de mano de obra de todas las partidas*

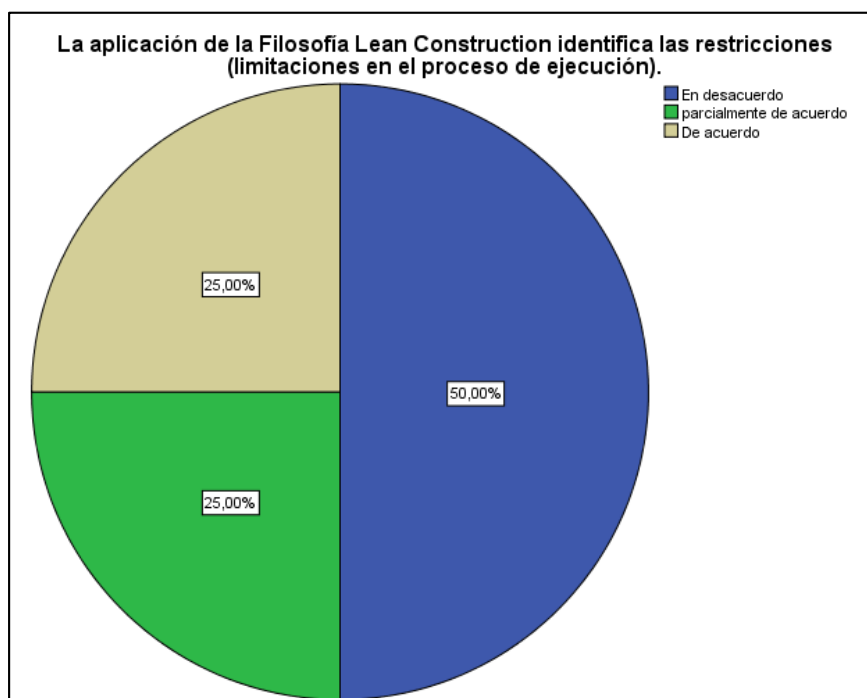
Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si Es necesario realizar un control de mano de obra de todas las partidas, respondieron estar totalmente en

desacuerdo en un 12.50%, en desacuerdo en un 37.50%, parcialmente de acuerdo en un 25%, y totalmente de acuerdo en un 25%

**Ítem N° 10: La aplicación de la Filosofía Lean Construction identifica las restricciones (limitaciones en el proceso de ejecución).**

**Tabla 43.** *La aplicación de la filosofía Lean Construction identifica las restricciones*

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes válidos	Porcentajes acumulados
Válido En desacuerdo	4	50,0	50,0	50,0
parcialmente de acuerdo	2	25,0	25,0	75,0
De acuerdo	2	25,0	25,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	



**Gráfico 23.** *La aplicación de la Filosofía L.C. identifica las restricciones*

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si La aplicación de la Filosofía Lean Construction identifica las restricciones (limitaciones en el proceso de

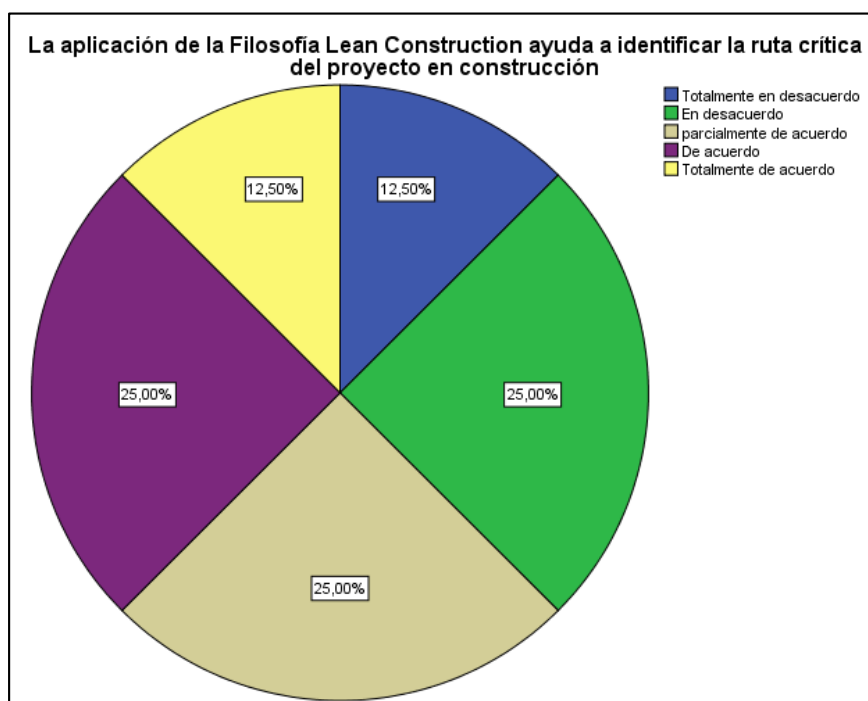


ejecución), respondieron estar en desacuerdo en un 50%, parcialmente de acuerdo en un 25%, de acuerdo en un 25%

**Ítem N° 11: La aplicación de la Filosofía Lean Construcción ayuda a identificar la ruta crítica del proyectos en construcciones**

**Tabla N° 44:** La aplicación de la Filosofía Lean Construcción ayuda a identificar la ruta crítica del proyecto en construcción

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes válidos	Porcentajes acumulados
Válido Totalmente en desacuerdo	1	12,5	12,5	12,5
En desacuerdo	2	25,0	25,0	37,5
parcialmente de acuerdo	2	25,0	25,0	62,5
De acuerdo	2	25,0	25,0	87,5
Totalmente de acuerdo	1	12,5	12,5	100,0
Total	8	100,0	100,0	



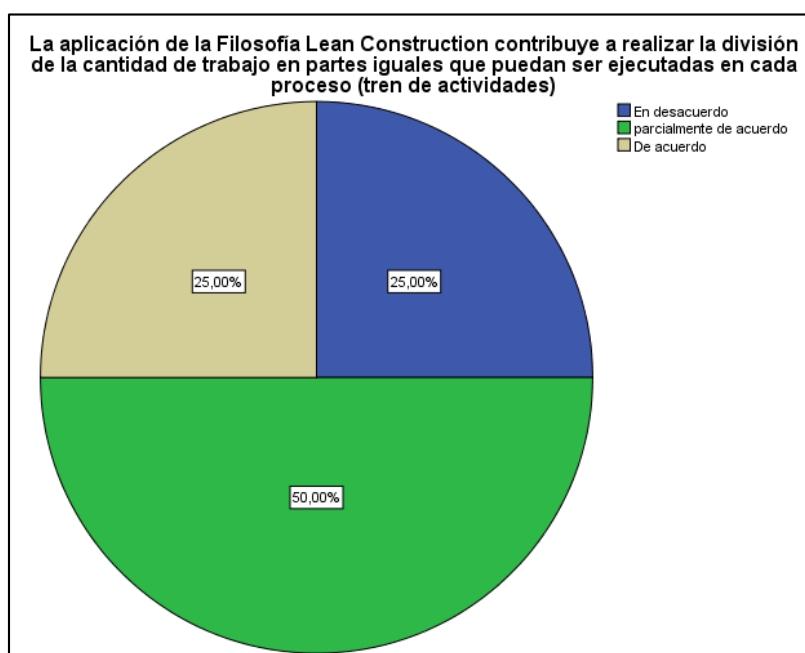
**Gráfico N° 1:** La aplicación de la Filosofía Lean Construction ayuda a identificar la ruta crítica del proyecto en construcción

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si La aplicación de la Filosofía Lean Construction ayuda a identificar la ruta crítica del proyecto en construcción, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 12.50%, en desacuerdo en un 25%, parcialmente de acuerdo en un 25%, de acuerdo en un 25% y totalmente de acuerdo en un 12.50%

**Ítem N° 12: La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a realizar la división de la cantidad de trabajo en partes iguales que puedan ser ejecutadas en cada proceso (tren de actividades)**

**Tabla N° 45:** La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a realizar la división de la cantidad de trabajo en partes iguales que puedan ser ejecutadas en cada proceso (tren de actividades)

	Frecuencias	Porcentajes	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido En desacuerdo	2	25,0	25,0	25,0
parcialmente de acuerdo	4	50,0	50,0	75,0
De acuerdo	2	25,0	25,0	100,0
Total	8	100,0	100,0	



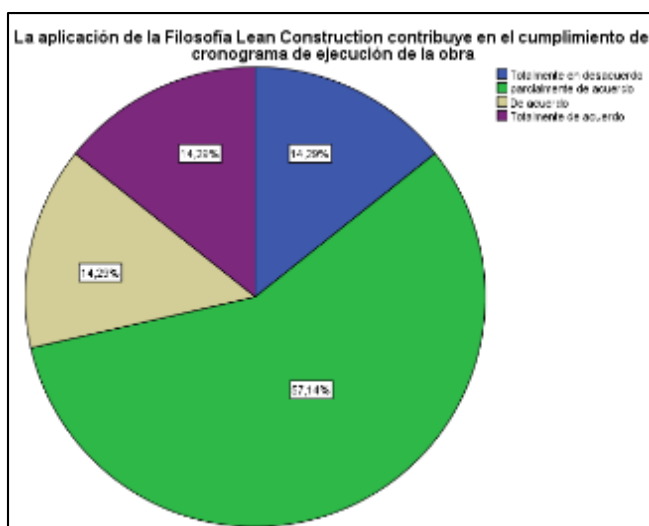
**Gráfico N° 24:** La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a realizar la división de la cantidad de trabajo en partes iguales que puedan ser ejecutadas en cada proceso (tren de actividades)

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si la aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a realizar la división de la cantidad de trabajo en partes iguales que puedan ser ejecutadas en cada proceso (tren de actividades), respondieron estar en desacuerdo en un 25%, parcialmente de acuerdo en un 50%, de acuerdo en un 25%.

**Ítem N° 13: La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye en el cumplimiento del cronograma de ejecución de la obra**

**Tabla N° 46:** La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye en el cumplimiento del cronograma de ejecución de la obra

		Frecuencias	Porcentajes	Porcentajes válidos	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	1	12,5	14,3	14,3
	parcialmente de acuerdo	4	50,0	57,1	71,4
	De acuerdo	1	12,5	14,3	85,7
	Totalmente de acuerdo	1	12,5	14,3	100,0
	Total	7	87,5	100,0	
Perdidos Sistema	1	12,5			
Total	8	100,0			



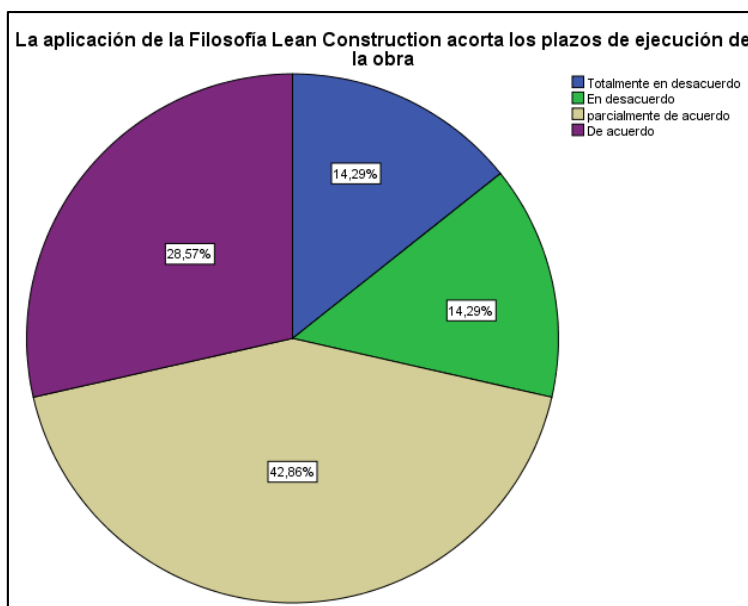
**Gráfico N° 25:** La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye en el cumplimiento del cronograma de ejecución de la obra

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye en el cumplimiento del cronograma de ejecución de la obra, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 14.29%, en desacuerdo en un 57.14%, parcialmente de acuerdo en un 14.29%, de acuerdo en un 14.29%.

**Ítem N° 14: La aplicación de la Filosofía Lean Construction acorta los plazos de ejecución de la obra**

**Tabla N° 47:** *La aplicación de la Filosofía Lean Construction acorta los plazos de ejecución de la obra*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	1	12,5	14,3	14,3
	En desacuerdo	1	12,5	14,3	28,6
	parcialmente de acuerdo	3	37,5	42,9	71,4
	De acuerdo	2	25,0	28,6	100,0
	Total	7	87,5	100,0	
Perdidos	Sistema	1	12,5		
Total		8	100,0		



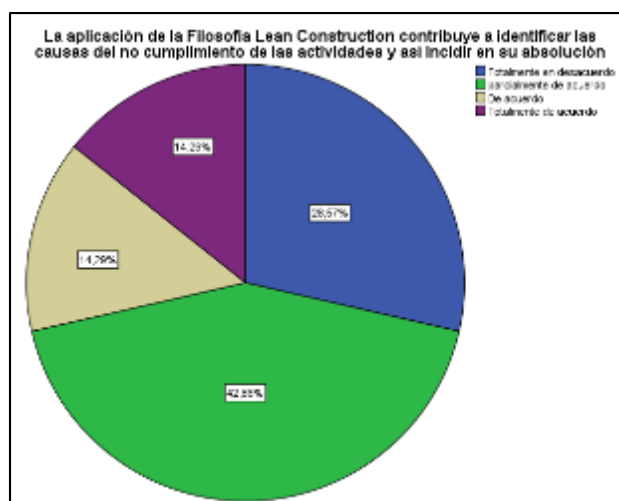
**Gráfico N°26:** *La aplicación de la Filosofía Lean Construction acorta los plazos de ejecución de la obra*

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si: La aplicación de la Filosofía Lean Construction acorta los plazos de ejecución de la obra, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 14.29%, en desacuerdo en un 14.29%, parcialmente de acuerdo en un 42.86%, de acuerdo en un 28.57%.

**Ítem N° 15: La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a identificar las causas del no cumplimiento de las actividades y así incidir en su absolución**

**Tabla N° 48:** La aplicación de la Filosofía Lean Construcción contribuye a identificar las causas del no cumplimiento de las actividades y así incidir en su absolución

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	2	25,0	28,6	28,6
	parcialmente de acuerdo	3	37,5	42,9	71,4
	De acuerdo	1	12,5	14,3	85,7
	Totalmente de acuerdo	1	12,5	14,3	100,0
	Total	7	87,5	100,0	
Perdidos	Sistema	1	12,5		
Total		8	100,0		



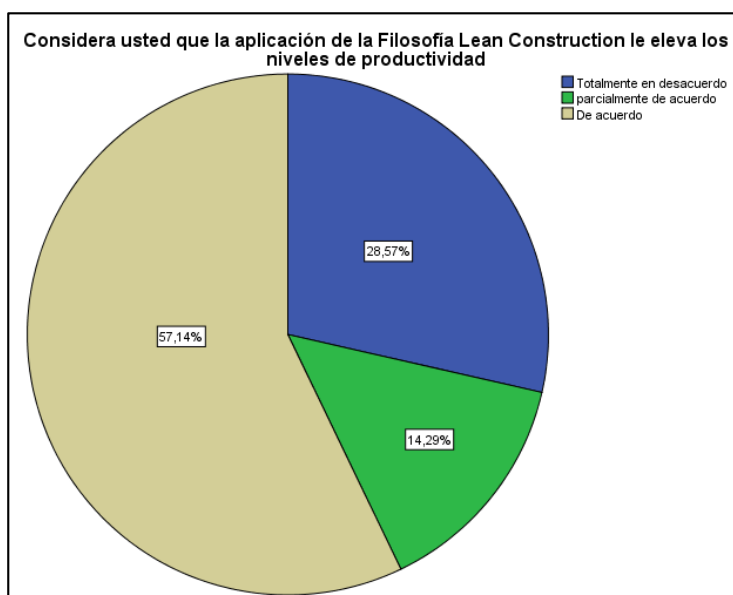
**Gráfico N°27:** La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a identificar las causas del no cumplimiento de las actividades y así incidir en su absolución

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a identificar las causas del no cumplimiento de las actividades y así incidir en su absolución, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 28.57%, en desacuerdo en un 42.86%, parcialmente de acuerdo en un 14.29%, de acuerdo en un 14.29%.

**Ítem N° 16: Considera usted que la aplicación de la Filosofía Lean Construction le eleva los niveles de productividad**

**Tabla N° 49: Considera usted que la aplicación de la Filosofía Lean Construction le eleva los niveles de productividad**

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	2	25,0	28,6	28,6
	parcialmente de acuerdo	1	12,5	14,3	42,9
	De acuerdo	4	50,0	57,1	100,0
	Total	7	87,5	100,0	
Perdidos	Sistema	1	12,5		
	Total	8	100,0		



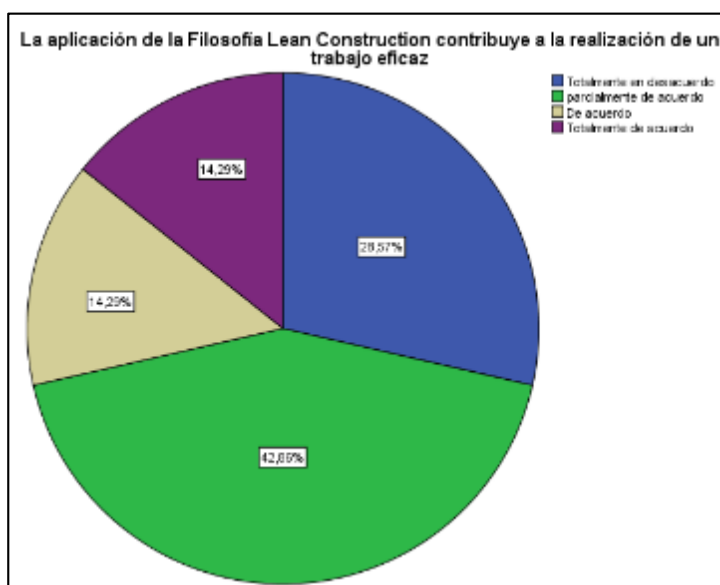
**Gráfico N°28: Considera usted que la aplicación de la Filosofía Lean Construction le eleva los niveles de productividad**

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si Considera usted que la aplicación de la Filosofía Lean Construction le eleva los niveles de productividad, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 28.57%, parcialmente de acuerdo en un 42.86%, de acuerdo en un 14.29%, de acuerdo en un 14.29%.

**Ítem N° 17: La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficaz**

**Tabla N° 50:** *La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficaz*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	2	25,0	28,6	28,6
	parcialmente de acuerdo	3	37,5	42,9	71,4
	De acuerdo	1	12,5	14,3	85,7
	Totalmente de acuerdo	1	12,5	14,3	100,0
	Total	7	87,5	100,0	
Perdidos	Sistema	1	12,5		
Total		8	100,0		



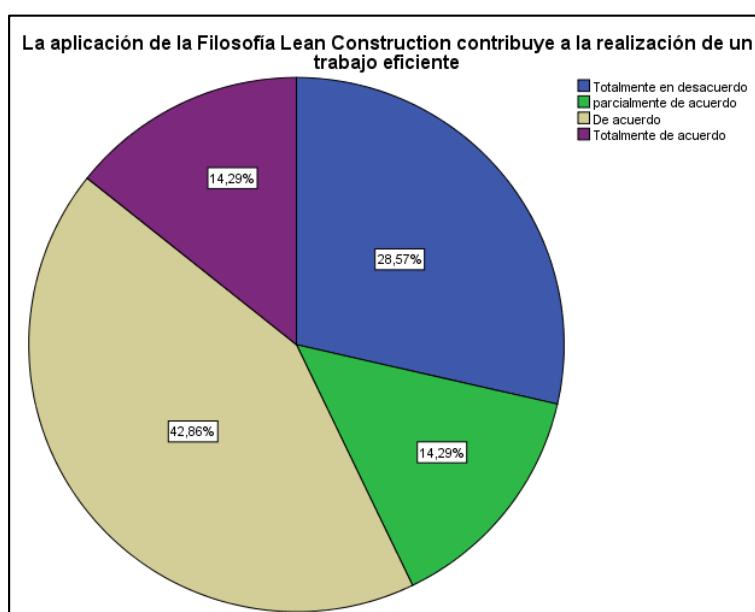
**Gráfico N°29:** *La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficaz*

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficaz, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 28.57%, parcialmente de acuerdo en un 42.86%, de acuerdo en un 14.29% y totalmente de acuerdo en un 14.29%

**Ítem N° 18: La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficiente**

**Tabla N° 51:** *La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficiente*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	2	25,0	28,6	28,6
	parcialmente de acuerdo	1	12,5	14,3	42,9
	De acuerdo	3	37,5	42,9	85,7
	Totalmente de acuerdo	1	12,5	14,3	100,0
	Total	7	87,5	100,0	
Perdidos	Sistema	1	12,5		
Total		8	100,0		



**Gráfico N°30:** *La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficiente*

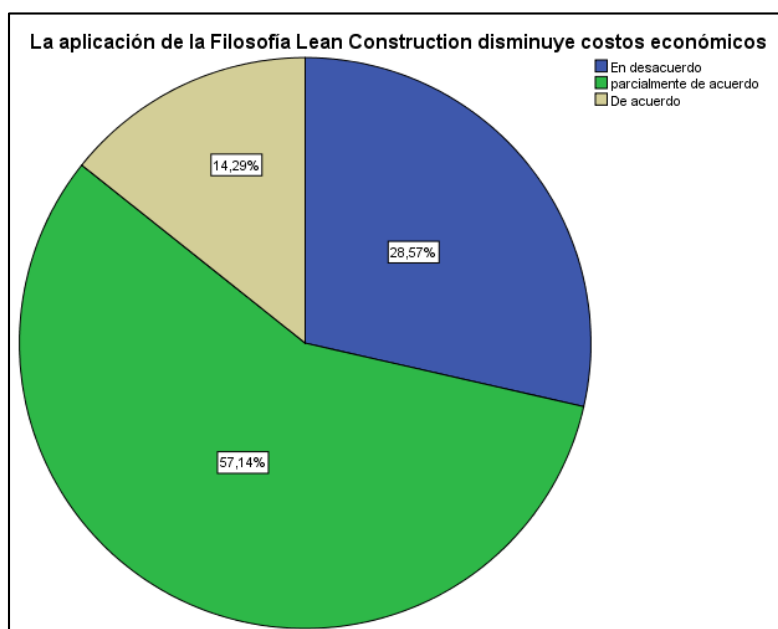


Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficiente, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 28.57%, parcialmente de acuerdo en un 14.29%, de acuerdo en un 42.86% y totalmente de acuerdo en un 14.29%

**Ítem N° 19: La aplicación de la Filosofía Lean Construction disminuye costos económicos**

**Tabla N° 52:** *La aplicación de la Filosofía Lean Construction disminuye costos económicos*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	En desacuerdo	2	25,0	28,6	28,6
	parcialmente de acuerdo	4	50,0	57,1	85,7
	De acuerdo	1	12,5	14,3	100,0
	Total	7	87,5	100,0	
Perdidos Sistema		1	12,5		
Total		8	100,0		



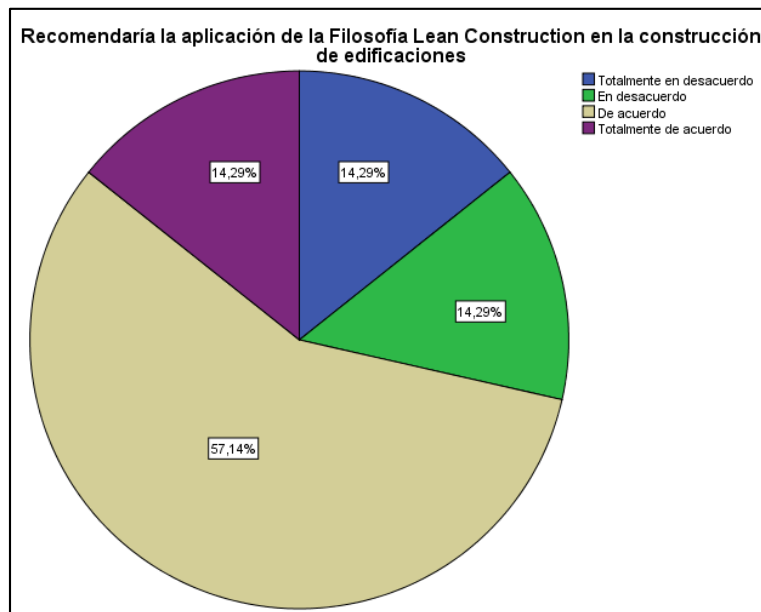
**Gráfico N°31:** *La aplicación de la Filosofía Lean Construction disminuye costos económicos*

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si La aplicación de la Filosofía Lean Construction disminuye costos económicos, respondieron estar en desacuerdo en un 28.57%, parcialmente de acuerdo en un 57.14%, de acuerdo en un 14.29% .

**Ítem N° 20: Recomendaría la aplicación de la Filosofía Lean Construction en la construcción de edificaciones**

**Tabla N° 53:** *Recomendaría la aplicación de la Filosofía Lean Construction en la construcción de edificaciones*

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Totalmente en desacuerdo	1	12,5	14,3	14,3
	En desacuerdo	1	12,5	14,3	28,6
	De acuerdo	4	50,0	57,1	85,7
	Totalmente de acuerdo	1	12,5	14,3	100,0
	Total	7	87,5	100,0	
Perdidos Sistema	1	12,5			
Total	8	100,0			



**Gráfico N°32:** *Recomendaría la aplicación de la Filosofía Lean Construction en la construcción de edificaciones*

Al encuestarse a un grupo de personas respecto de si Recomendaría la

aplicación de la Filosofía Lean Construction en la construcción de edificaciones, respondieron estar totalmente en desacuerdo en un 14.29%, en desacuerdo en un 14.29%, de acuerdo en un 57.14% y totalmente de acuerdo en un 14.29% .

## 4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

### Hipótesis general

Tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, se logra la eficiencia en el proceso constructivo en mención.

El empleo de la Filosofía lean Construction en la planificación de ejecución de proyecto Colegio Innova Schools aplicando las herramientas como son: Velocidad de avance y ratio de productividad, Balance de carga de trabajo ,Sectorización, Tren de Actividades , look ahead planning, weekly work plan y el PPC , sirvieron satisfactoriamente a la etapa de planificación y durante la ejecución de la construcción de la especialidad de estructuras del bloque 4 y 5 logrando así la eficiencia durante el proceso , por lo que se logro mejorar los ratios de productividad en la parte de acero , encofrado y concreto .

### Partida: Acero verticales

Metrado: 2554.93 kg

Parcial HH inicial: 87.63 HH

Ratio inicial: 0.0342HH/kg

Parcial HH actual: 51.10 HH

Ratio actual: 0.02HH/kg

### Partida: Encofrado verticales

Metrado: 200.03 m<sup>2</sup>

Parcial HH inicial: 320.05 HH

Ratio inicial: 1.6 HH/m<sup>2</sup>

Parcial HH actual: 208.03 HH

Ratio actual: 1.03 HH/m<sup>2</sup>

**Partida: Concreto en verticales**

Metrado: 18.52 m<sup>3</sup>

Parcial HH inicial: 31.53 HH

Ratio inicial: 1.7HH/m<sup>3</sup>

Parcial HH actual: 20.56 HH

Ratio actual: 1.11 HH/m<sup>3</sup>

**Partida: Encofrado de viga**

Metrado: 50.87 m<sup>2</sup>

Parcial HH inicial: 122.09 HH

Ratio inicial: 2.4 HH/m<sup>2</sup>

Parcial HH actual: 79.36 HH

Ratio actual: 1.56 HH/m<sup>2</sup>

**Partida: Acero en viga**

Metrado: 1136.78 kg

Parcial HH inicial: 38.99 HH

Ratio inicial: 0.034 HH/kg

Parcial HH actual: 22.74 HH

Ratio actual: 0.02 HH/kg

**Partida: Encofrado en losa**

Metrado: 135.47 m<sup>2</sup>

Parcial HH inicial: 203.21 HH

Ratio inicial: 1.5 HH/m<sup>2</sup>

Parcial HH actual: 132.76 HH

Ratio actual: 0.98 HH/m<sup>2</sup>

**Partida: Acero en losa**

Metrado: 814.40 kg

Parcial HH inicial: 27.93 HH

Ratio inicial: 0.034 HH/kg

Parcial HH actual: 16.29 HH

Ratio actual: 0.02 HH/kg

**Partida: Concreto en verticales**

Metrado: 26.54 m<sup>3</sup>

Parcial HH inicial: 45.18 HH

Ratio inicial: 1.702HH/m<sup>3</sup>

Parcial HH actual: 29.46 HH

Ratio actual: 1.11 HH/m<sup>3</sup>

Hipótesis específica n°1

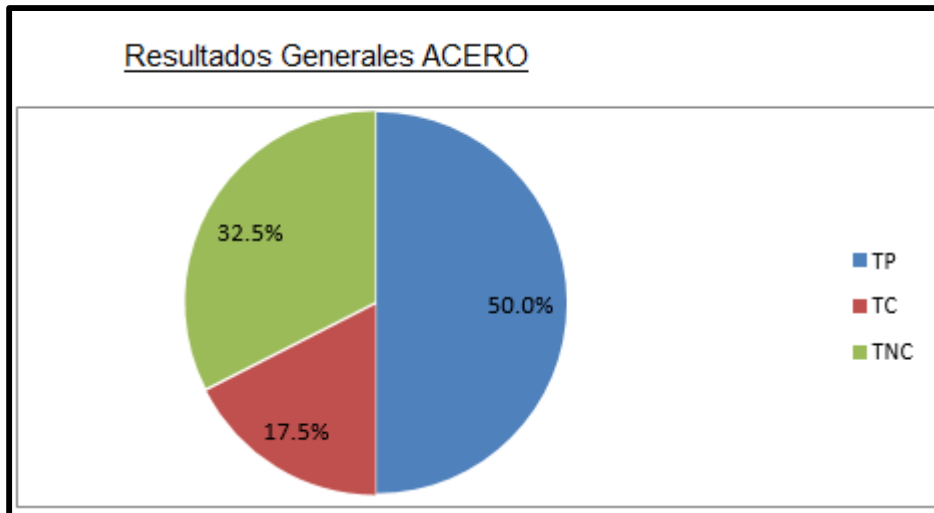
La aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, mejora significativamente la productividad en el proceso constructivo.

Una vez obtenido el look ahead planning, se procede con weekly work plan para un mejor control de las partidas a ejecutar y así analizar semana tras semana las causas de incumplimiento y tomar acciones correctivas para no afectar la programación.

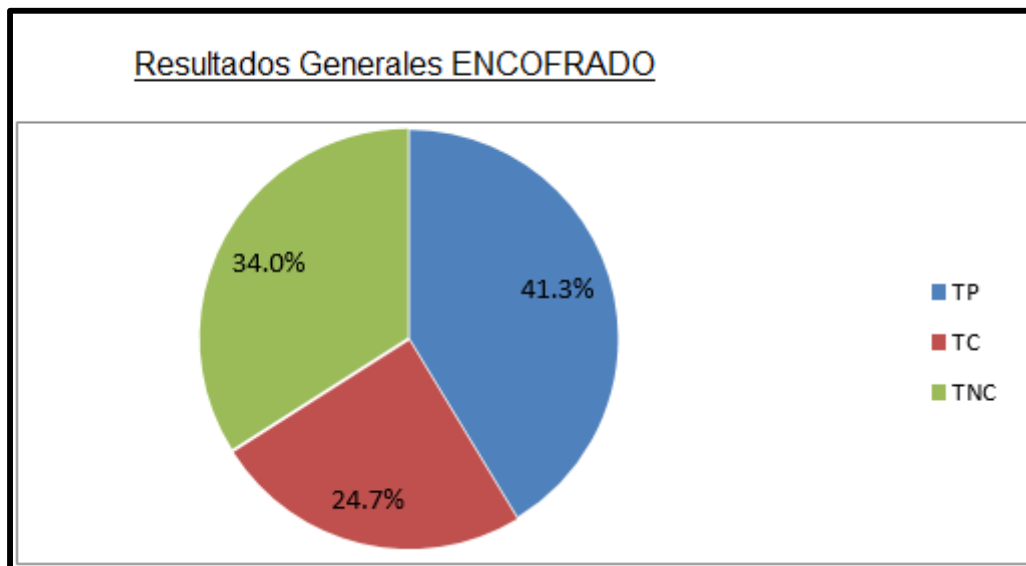
Durante la ejecución se realizó carta balance en la partida de acero y encofrado, debido a que eran las partidas de mayor incidencia afectando a la producción y cumplimiento de plazo.

En el cuadro de balance de trabajo de acero se tiene 50 % de trabajo productivo, 17.5% de trabajo contributorio y 32.5% de trabajo no contributorio y en el cuadro de balance de trabajo de encofrado se tiene 41.3% de trabajo productivo ,24.7% de trabajo contributorio y 34 % de trabajo no contributorio.

**Gráfico 24.** *Resultados generales acero*



Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 25.** *Resultados generales encofrado*

Fuente: Elaboración propia

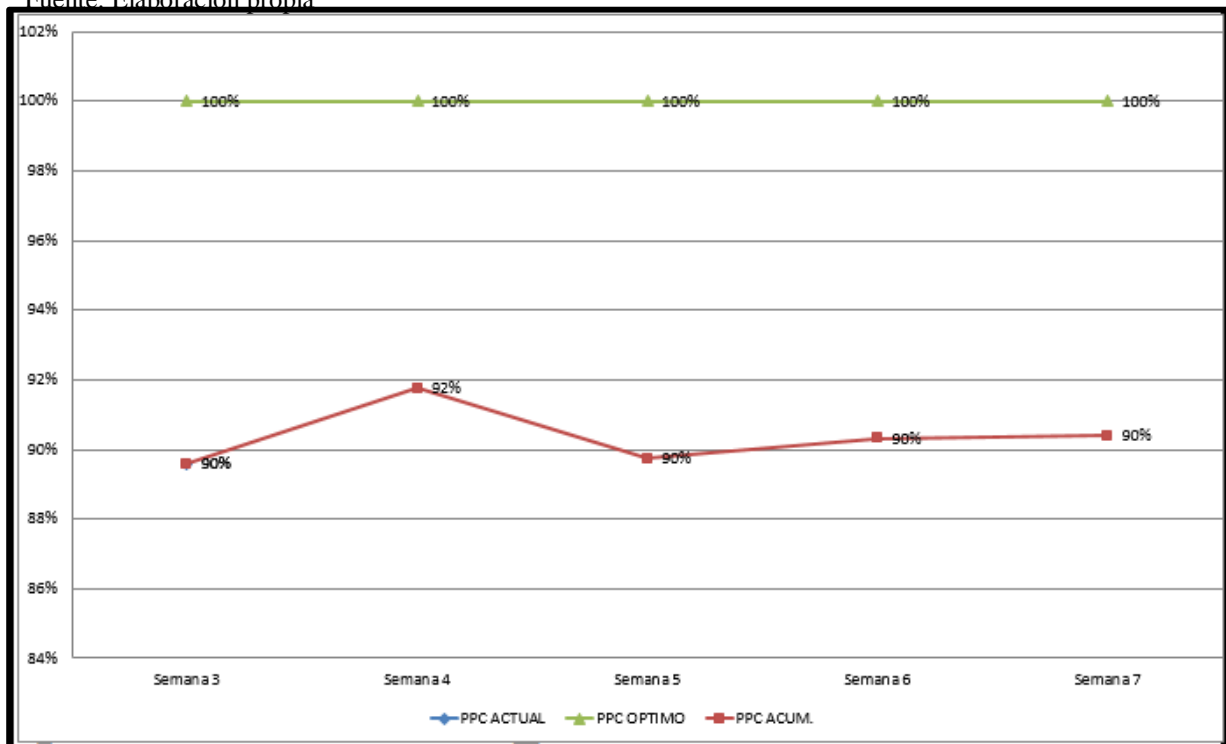
Esta herramienta nos ayudó a detectar y mejorar errores en distribución de personal, colocar los puntos de servicios higiénicos en puntos estratégico y alquilar más baños para minorar los tiempos de espera en los servicios.

Se realizó reuniones semanales con todos del staff, para exponer el porcentaje de plan cumplido semanal, y lograr mejorar cada semana disminuyendo la variabilidad y las posibles restricciones.

**Tabla 44.** *PPC Acumulado*

PPC ACUMULADO					
Semanas	Actividades Realizadas	Actividades No Cumplidas	PPC ACTUAL	PPC OPTIMO	PPC ACUM.
Semana 3	43	5	90%	100%	90%
Semana 4	46	3	94%	100%	92%
Semana 5	16	4	80%	100%	90%
Semana 6	7		100%	100%	90%
Semana 7	1		100%	100%	90%

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Como meta nos propusimos mejorar la ratio de productividad y como resultado aplicando las herramientas de la filosofía lean se obtuvo un ahorro en horas hombre, comparando las horas hombre del contractual.

**Tabla 45.** Ahorro horas - hombre

	Und	Metrado	Ratio HH ( Contractual)	HH totales Inicial	Ratio HH Actual	HH totales actual
<b>ESTRUCTURAS</b>						
<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>						
<b>PLACAS</b>						
PLACAS CONCRETO f'c=210 KG/CM2	m3	284	1.7024	483.72	1.11	314.4
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	3,107	1.6	4,971.84	1.04	3231.7
ACERO DE REFUERZO	kg	33,214	0.0343	1,139.23	0.02	740.5
						0.0
<b>COLUMNAS</b>						0.0
COLUMNAS - CONCRETO f'c 210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	44	1.7024	74.51	1.11	48.4
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS H > 3.50 M	m2	433	1.6	692.16	1.04	449.9
ACERO DE REFUERZO	kg	11,170	0.0343	383.12	0.02	249.0
<b>VIGAS</b>						
VIGAS - CONCRETO f'c=210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	171.61	1.7024	292.14	1.11	189.9
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS H < 3.00 M	m2	1015.36	2.4	2,436.86	1.56	1584.0
ACERO DE REFUERZO	kg	24318.77	0.0343	834.13	0.02	542.2
						0.0
<b>LOSA</b>						0.0
CONCRETO f'c=210 kg/cm2 - LOSA MACIZA INC. PLASTIFICANTE	m3	290.16	1.7024	493.97	1.11	321.1
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA <3.50m	m2	2084.79	1.5	3,127.19	0.98	2032.7
ACERO DE REFUERZO	kg	14111.56	0.0343	484.03	0.02	314.6
<b>TOTAL DE HH</b>				15412.90		10018.38

	HH	C.P	TOTAL (S/.)
HH PREVISTO	15412.90	12.5	S/192,661.23
HH PROGRAMADO	10018.38	12.5	S/125,229.80
<b>DIFERENCIA EN SOLES</b>			<b>S/67,431.43</b>
CP: Es el costo promedio por hora de HH			
HH: Hora hombre			

Fuente: Elaboración propia

## Hipótesis específica 2

La aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, acorta los plazos de ejecución. Se procedió a desarrollar el look ahead planning para cuatro semanas con la finalidad de establecer cronogramas semanales, identificación de restricciones que afecte a nuestra programación. La planificación semanal nos ayudó a tener un control de partidas y verificar que se cumpla diariamente y subsanar tareas usando el buffer (holgura).

Durante las semanas 3 y la semana 7 donde se ejecutó el casco del bloque 4 y 5 , se



encontró restricciones las cuales fueron levantados y no fue impedimento para la culminación del casco , ya que esta herramienta nos sirvió para detectar a tiempo que posibles restricciones como son obreros enfermos , falta de información , llegada de material , falta de mano de obra y el clima, y así se logro terminar en menos tiempo comparado con el plan maestro que tenia como fecha de término del casco el 29/09/2017 y aplicando la filosofia lean construction e logro acortar el tiempo terminado el casco el 13/09/2017.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación de la filosofía Lean Construction mejoró significativamente la gestión en la etapa de planificación, ejecución y seguimiento de obras en la especialidad de estructuras, logrando la eficiencia durante el proceso constructivo mejorando los ratios de productividad en la partida de acero verticales de 0.0342 hh/kg a 0.02hh/kg, encofrado verticales de 1.6 hh/ m<sup>2</sup> a 1.03 hh/ m<sup>2</sup> ,concreto verticales de 1.7 hh/m<sup>3</sup> a 1.11 hh/m<sup>3</sup> , encofrado de vigas de 2.4 hh/m<sup>2</sup> a 1.56 hh/m<sup>2</sup> , acero en vigas de 0.034 hh/kg a 0.02 hh/kg ,encofrado en losa de 1.5 hh/m<sup>2</sup> a 0.98 hh/m<sup>2</sup> , acero en losa de 0.034 hh/kg a 0.02 hh/kg y concreto vertical de 1.702 hh/m<sup>3</sup> a 1.11 hh/m<sup>3</sup> .
2. Los trabajos no contributorios (TNC) son pérdidas y/o desperdicios generados en obra. El incremento de porcentaje en estas indica que se está empleado mayor horas hombre (hh) que no agrega valor a proyecto final. Puedo decir que el empleo de las herramientas de la filosofía Lean Construction ayudaron a mejorar los ratios de productividad y disminuyendo las horas hombre que se tenía en el contractual de 15412.90 a 10018.38 horas hombre.
3. Los procesos de planificación, ejecución y control en obra. Tiene un efecto considerable, ya que para la construcción de los bloques 4 y 5 según el contractual se tenía programado como fecha término de casco el 29/09/2017 y según nuestra programación interna se termino13/09/. Puedo decir que mejorar la ratio de producción afecta directamente al tiempo de programación de ejecución de estructuras para la construcción del colegio Innova Schools –Sede Cusco.

## RECOMENDACIONES

1. Para mejorar la eficiencia durante la ejecución de un proyecto, se recomienda aplicar la filosofía lean construction en diferentes tipos de proyecto y así tener una mejor visión de gestión durante la ejecución. También se recomienda que la empresa implemente progresivamente esta filosofía, así como implementar otras tecnologías paralelamente.
2. Se recomienda realizar un análisis de trabajos productivos, contributivos y no contributivos, con la finalidad de distribuir las horas hombre y mejorar los ratios de productividad y así poder detectar las posibles causas y restricciones que se puedan tener durante el proceso constructivo.
3. Se recomienda a la constructora mantener al personal capacitado, y que ya tiene conocimiento del funcionamiento de esta filosofía lean construction para sus futuros proyectos involucrándolos en el desarrollo de los planes de trabajo durante la ejecución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araque, G. (2010). Planeación e implementación de la filosofía lean construction en Base al estudio de pérdidas y aplicación del sistema last planner En un proyecto constructivo de la empresa Marval S.A. Piedecuesta, Santander, Colombia.
- Balagués, C. (23 de Julio de 2005). Filosofía Lean aplicada a la Ingeniería del Software: Tema Obtenido de Documentos de trabajo de la Universidad de Sevilla: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70201/fichero/03+-+Filosofia+Lean.pdf>
- Banna, M. (Julio de 3 de 2017). 6 Principles of Lean Construction. Obtenido de KaiNexus Blog: <https://blog.kainexus.com/improvement-disciplines/lean/lean-construction/6-principles-of-lean-construction>
- Bodek, N. (1996). Pioneers of Lean Manufacturing Taiichi Ohno & ShigeoShingo. Kansas: Ed. Strategos.
- Chavez, J. &. (2014). Aplicación de la filosofía lean construction en una obra de edificación (caso: condominio casa club recrea – el agustino). Lima, Lima, Perú.
- Domingo, A. (2000). Dirección y Gestión de proyectos. Mexico: Alfaomega.
- Garcia, A. (2004). Manual de dirección y organización de obras. Madrid: Ed. Dossat.
- Guzmán Tejada, A. (Noviembre de 2014). Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. Lima, Lima, Perú.
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. Stamford: Ed. Technical Report.
- Lean Construction Institute, Inc. (28 de 06 de 2017). Lean Construction

Institute. Obtenido de <https://www.leanconstruction.org/>

- Lean Enterprise Institute, Inc. (2014). Lean Lexicon (5ta. ed.). (C. & Marchwinski, Ed.) Kansas: Ed. Lean Enterprise Institute.
- Pons, J. (2014). Introducción al Lean Cosntruction. Madrid: Ed. Fundación Laboral de la Construcción.
- Rojas, A., & Gisbert, V. (2017). LEAN MANUFACTURING: HERRAMIENTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LAS EMPRESAS. Bogotá: 3C Empresa.
- Serpell, A. (2007). Administración de operaciones de construcción. Mexico: Alfaomega.
- Womack, J., & Jones, D. &. (1991). La máquina que cambió el mundo. Buenos Aires: McGraw Hill.

## **ANEXOS**

**Anexo N° 01:** Matriz de Consistencia.

**Anexo N° 02:** Cronograma de Obra.

**Anexo N° 03:** Presupuesto.

**Anexo N° 04:** Metrado por Sector.

**Anexo N° 05:** Análisis de precio unitario.

**Anexo N° 06:** Sectorización.

**Anexo N° 07:** Balance de carga de trabajo por Sector.

**Anexo N° 08:** Tren de actividades.

**Anexo N° 09:** Lookahead.

**Anexo N° 10:** Toma de dato en obra – carta balance.

**Anexo N° 11:** PPC.

**Anexo N° 12:** Cuadro de resultados de mejoramiento de productividad y rendimiento.

**Anexo N° 13:** Planos.

**Anexo N° 14:** Fotos.

**Anexo N° 15:** Encuesta .

**Anexo N° 16:** Validación de instrumento de juicio de experto.

## Anexo N° 01: Matriz de Consistencia.

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

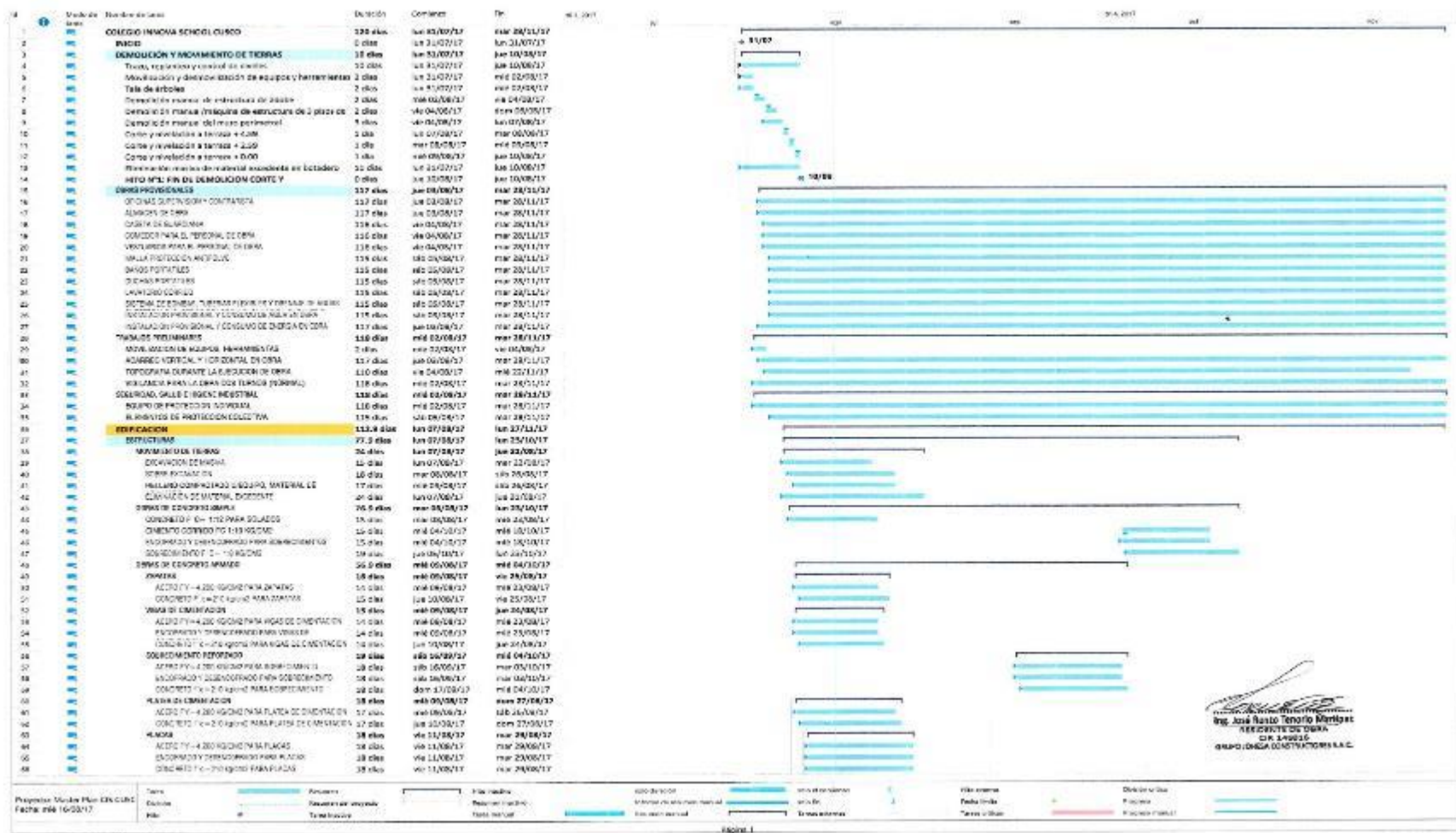
Título: "APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO: INNOVA SCHOOL – SEDE CUSCO"

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOLÓGIA
<p><b>General:</b></p> <p>¿Qué efectos se obtendrán tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019?</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>-¿Qué resultados se obtiene en la productividad tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar qué efectos se obtendrán tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>- Identificar qué efectos se obtiene en la productividad tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Hipótesis General Tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, se logra la eficiencia en el proceso constructivo en mención.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>- La aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, mejora significativamente la productividad en el proceso constructivo.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Filosofía Lean Construction</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Planificación</p>	<p>-Productividad</p> <p>- Plazos</p> <p>- Viabilidad del proyecto</p> <p>- Etapas de planificación</p> <p>- Métodos de planificación</p> <p>- Técnicas de planificación</p>	<p><b>ÁMBITO DE ESTUDIO</b> Obra :Construcción del colegio Innova School - Sede Cusco.</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACION</b> El tipo de investigación es de carácter aplicada .</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Nivel descriptivo</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> Diseño de Investigación No Experimental de tipo transversal.</p> <p><b>POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO</b> La población está conformada por las partidas del proyecto Colegio Innova Schools - Sede Cusco.</p> <p>La muestra está constituida por las partidas de acero, encofrado y concreto, debido a que estas partidas son las de mayor incidencia, y presupuesto dentro del área de estructuras</p>

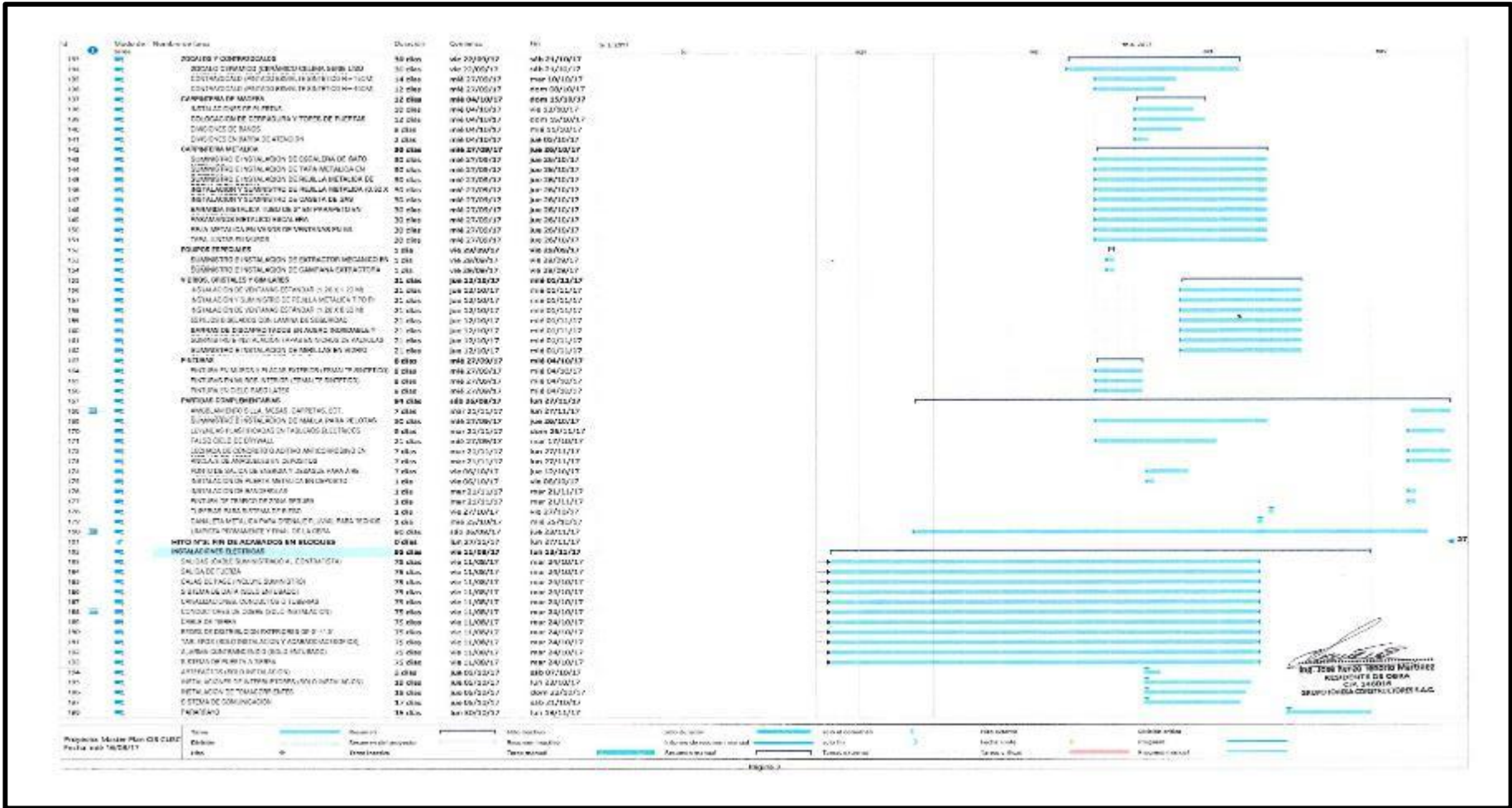
<p>School – Sede Cusco, 2019?</p> <p>-¿Qué resultado se obtiene en los plazos de ejecución tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019?</p>	<p>School – Sede Cusco, 2019</p> <p>- Determinar qué efectos se obtiene en los plazos de ejecución tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019.</p>	<p>- La aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, acorta los plazos de ejecución.</p>			<p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b></p> <p>Como técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizarán: la observación directa documental y los formatos de recolección de datos.</p> <p>Y como instrumento de la investigación, se utilizará el cuestionario.</p> <p><b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</b></p> <p>Como técnicas de investigación se utilizarán el análisis documental y encuesta .</p> <p>Para realizar el procesamiento y asimismo el análisis de los datos recolectados a través del instrumento aplicado en nuestra muestra, en la presente se aplicará el programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Versión 22, con la finalidad de presentarlo a nivel de gráficos y realizar posteriormente su interpretación.</p>
--	--	---	--	--	---



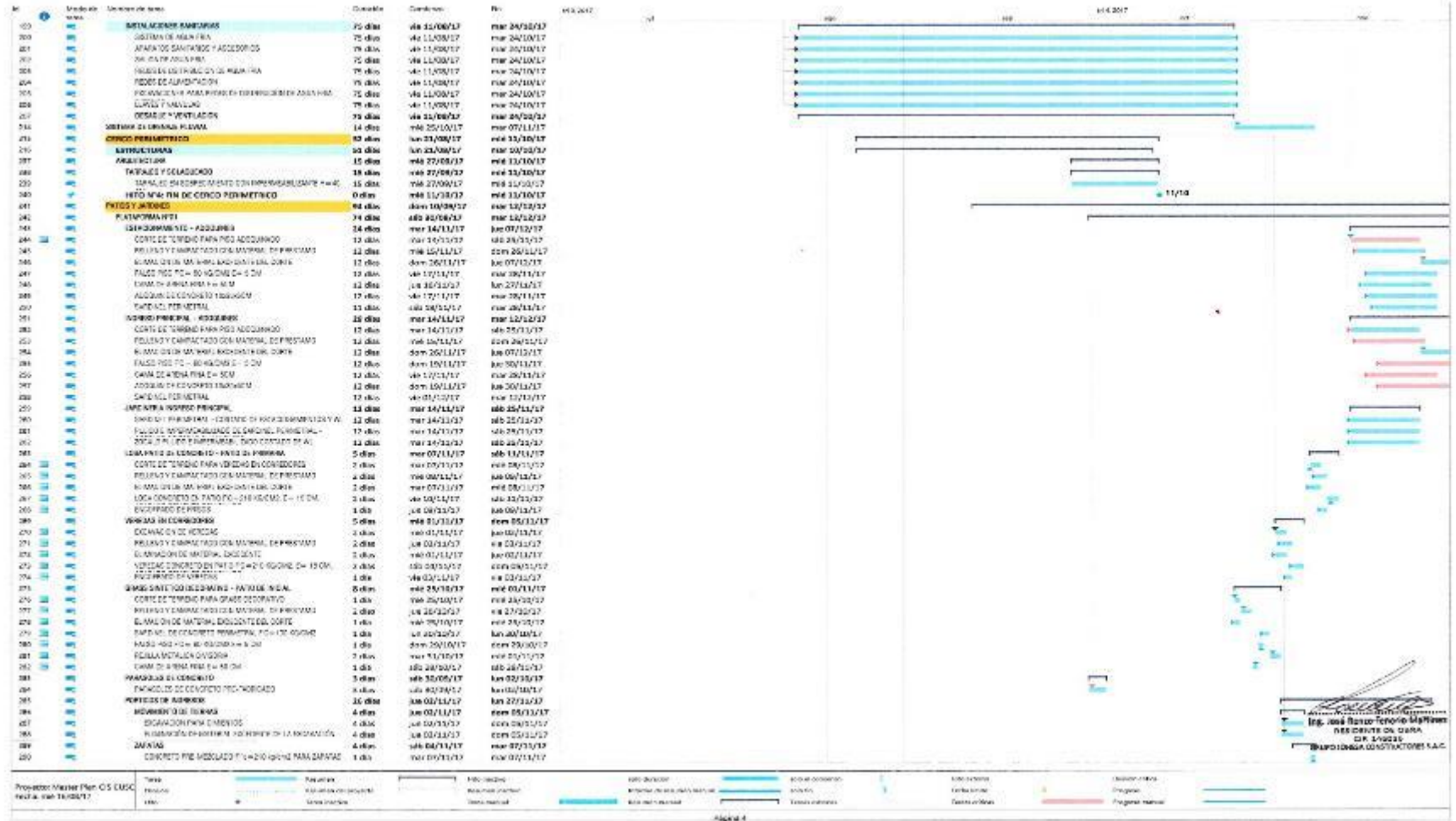












## Anexo N° 03: Presupuesto.

PROYECTO : COLEGIO INNOVA SCHOOLS SEDE REYCH  
 PROPIETARIO : COLEGIOS PERUANOS S.A.C  
 CONTRATISTA : JOHESA CONSTRUCTORES SRL  
 FECHA : 1/08/2017

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	PRECIO	PARCIAL		
<b>4.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		<b>TOTAL</b>				
			<b>TOTAL</b>	S/.	S/.	RATIO HH	HH TOTALES
	<b>COLUMNAS</b>			<b>COSTO DIRECTO TOTAL =</b>	<b>610328,55</b>		
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 1ER PISO</b>						
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	11,03	498,00	5490,45	1,7024	18,77
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	110,25	50,00	5512,50	1,8	176,40
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	KG	3511,68	4,00	14046,73	0,0343	120,45
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 2DO PISO</b>						
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	11,03	498,00	5490,45	1,7024	18,77
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	110,25	50,00	5512,50	1,8	176,40
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	KG	3023,32	4,00	12093,28	0,0343	103,70
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 3ER PISO</b>						
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	13,11	498,00	6528,78	1,7024	22,32
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	126,10	50,00	6305,00	1,8	201,78
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	KG	2973,49	4,00	11893,95	0,0343	101,99
<b>4.03.04</b>	<b>COLUMNAS 4TO PISO</b>						
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	8,60	498,00	4282,80	1,7024	14,64
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	86,00	50,00	4300,00	1,8	137,60
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	KG	1661,17	4,00	6644,67	0,0343	56,98
	<b>VIGAS</b>						
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 1ER PISO</b>				0,00		
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	28,89	498,00	14386,73	1,7024	49,18
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	172,42	50,00	8621,25	2,4	413,82
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	KG	4642,27	4,00	18569,09	0,0343	159,23
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 2DO PISO</b>						
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	35,21	498,00	17534,21	1,7024	59,94
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	204,51	50,00	10225,30	2,4	490,81
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	KG	5590,77	4,00	22363,09	0,0343	181,76
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 3ER PISO</b>						
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	63,11	498,00	31427,03	1,7024	107,43
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	392,66	50,00	19633,12	2,4	942,39
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	KG	8474,04	4,00	33896,15	0,0343	290,66
<b>4.03.05</b>	<b>VIGAS 4TO PISO</b>						
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	44,40	498,00	22111,98	1,7024	75,59
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	245,78	50,00	12289,00	2,4	589,87
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm <sup>2</sup>	KG	5611,67	4,00	22446,67	0,0343	192,48
	<b>LOSA</b>						
<b>4.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 1ER PISO</b>						
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	71,61	498,00	35661,05	1,7024	121,91
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	538,15	42,00	22602,30	1,5	807,23
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200kg/cm <sup>2</sup>	KG	3062,33	4,00	12249,31	0,0343	105,04
<b>4.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 2DO PISO</b>						
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	68,92	498,00	34322,50	1,7024	117,33
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	518,12	42,00	21761,04	1,5	777,18
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200kg/cm <sup>2</sup>	KG	3062,33	4,00	12249,31	0,0343	105,04
<b>4.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 3ER PISO</b>						
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	98,75	498,00	49175,04	1,7024	168,10
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	640,77	42,00	26912,34	1,5	961,18
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200kg/cm <sup>2</sup>	KG	4835,35	4,00	19341,41	0,0343	165,85
<b>4.03.06</b>	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 4TO PISO</b>						
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m <sup>2</sup>	M3	51,32	498,00	25557,85	1,7024	87,37
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	387,75	42,00	16285,50	1,5	581,63
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200kg/cm <sup>2</sup>	KG	3151,55	4,00	12606,19	0,0343	108,10
<b>4.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>						

# Anexo N° 04: Metrado por Sector.

PROYECTO : COLEGIO INNOVA SCHOOLS SEDE REYCH  
 PROPIETARIO : COLEGIOS PERUANOS S.A.C  
 CONTRATISTA : JOHESA CONSTRUCTORES SRL  
 FECHA : 1/08/2017

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	METRADO POR SECTORES					RATIO HH	HH TOTALES
				SECTOR 6	SECTOR 7	SECTOR 8	SECTOR 9			
<b>4.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>		<b>TOTAL</b>						<b>37045,75</b>	
			<b>TOTAL</b>							
	<b>PLACA</b>									
	<b>PLACA 1ER PISO</b>									
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	75,08	21,88	15,56	15,37	22,27	1,7024	127,82	
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	869,74	273,90	154,90	168,53	272,41	1,6	1391,56	
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	11521,39	2804,58	2481,52	1551,59	4683,69	0,0343	395,18	
	<b>PLACA 2DO PISO</b>									
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	75,08	21,88	15,56	15,37	22,27	1,7024	127,82	
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	856,78	244,53	141,31	168,53	272,41	1,6	1322,85	
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	9149,66	1994,40	1617,46	1403,20	4134,60	0,0343	313,83	
	<b>PLACAS 3ER PISO</b>									
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	87,96	19,59	14,11	22,16	32,10	1,7024	149,74	
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	947,81	182,21	130,09	242,89	392,62	1,6	1516,50	
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	9030,89	1994,40	1617,46	1385,50	4033,53	0,0343	309,76	
	<b>PLACAS 4TO PISO</b>									
4.03.03.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	46,01	26,75	19,26			1,7024	78,33	
4.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	463,07	270,17	192,90			1,6	740,91	
4.03.03.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	3511,86	1940,20	1571,66			0,0343	120,46	
	<b>COLUMNAS</b>									
	<b>COLUMNAS 1ER PISO</b>									
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	11,03	3,15	3,15	3,15	1,58	1,7024	18,77	
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	110,25	31,50	31,50	31,50	15,75	1,6	176,40	
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	3511,68	1003,34	1003,34	1003,34	501,67	0,0343	120,45	
	<b>COLUMNAS 2DO PISO</b>									
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	11,03	3,15	3,15	3,15	1,58	1,7024	18,77	
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	110,25	31,50	31,50	31,50	15,75	1,6	176,40	
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	3023,32	863,81	863,81	863,81	431,90	0,0343	103,70	
	<b>COLUMNAS 3ER PISO</b>									
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	13,11	3,15	3,15	4,54	2,27	1,7024	22,32	
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	126,10	29,00	29,00	45,40	22,70	1,6	201,76	
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	2973,49	863,81	863,81	830,58	415,29	0,0343	101,99	
	<b>COLUMNAS 4TO PISO</b>									
4.03.04.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	8,60	4,30	4,30			1,7024	14,64	
4.03.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	86,00	43,00	43,00			1,6	137,60	
4.03.04.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	1661,17	830,58	830,58			0,0343	56,98	
	<b>VIGAS</b>									
	<b>VIGAS 1ER PISO</b>									
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	28,89	5,57	6,93	8,39	8,00	1,7024	49,18	
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	172,42	31,06	37,53	50,87	52,96	2,4	413,82	
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	4642,27	856,63	1131,01	1136,78	1517,85	0,0343	159,23	
	<b>VIGAS 2DO PISO</b>									
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	35,21	8,61	9,19	8,39	9,02	1,7024	59,94	
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	204,51	47,29	54,05	50,56	52,60	2,4	490,81	
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	5590,77	1368,14	1568,01	1135,36	1519,27	0,0343	191,76	
	<b>VIGAS 3ER PISO</b>									
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	63,11	8,61	9,19	20,93	24,37	1,7024	107,43	
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	392,66	47,29	54,05	138,31	153,01	2,4	942,39	
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	8474,04	1368,14	1568,01	2900,60	2637,30	0,0343	290,66	
	<b>VIGAS 4TO PISO</b>									
4.03.05.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	44,40	21,41	22,99			1,7024	75,59	
4.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	245,78	115,86	129,92			2,4	589,87	
4.03.05.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200 kg/cm2	KG	5611,67	2004,66	3607,01			0,0343	192,48	
	<b>LOSA</b>									
	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 1ER PISO</b>									
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	71,61	18,51	18,93	18,15	16,01	1,7024	121,91	
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	538,15	138,16	145,03	135,47	119,49	1,5	807,23	
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200kg/cm2	KG	3062,33	852,80	759,38	814,40	635,75	0,0343	105,04	
	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 2DO PISO</b>									
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	68,92	16,04	18,71	18,15	16,01	1,7024	117,33	
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	518,12	119,73	143,43	135,47	119,49	1,5	777,18	
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200kg/cm2	KG	3062,33	852,80	759,38	814,40	635,75	0,0343	105,04	
	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 3ER PISO</b>									
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	98,75	18,04	18,71	37,36	26,62	1,7024	168,10	
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	640,77	119,73	143,43	178,92	198,69	1,5	961,16	
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200kg/cm2	KG	4835,35	852,80	759,38	1584,51	1638,67	0,0343	165,85	
	<b>LOSA ALIGERADA h=0.27 4TO PISO</b>									
4.03.06.01	CONCRETO Fc=210 kg/m2	M3	51,32	26,47	24,85			1,7024	87,37	
4.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	387,75	197,55	190,20			1,5	581,63	
4.03.06.03	ACERO DE REFUERZO fy 4.200kg/cm2	KG	3151,55	1255,15	1896,40			0,0343	108,10	

## Anexo N° 05: Análisis de precio unitario.



Partida	01.03.06.01	(010105020011-1301096-01) CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=245$ kg/cm <sup>2</sup> PARA PLACAS - TIPO I.						
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	MO. 30,0000	EQ. 30,0000				Costo unitario directo por : m <sup>3</sup>	333,50
H.H.	1,7024	H.M. 0,5333						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	0,3840	0,1024	20,70		2,12
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,2667	18,24		4,86
0101010005	PEON		hh	0,0000	1,3333	13,74		18,32
								<b>25,30</b>
	<b>Materiales</b>							
02190100010016	CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=245$ kg/cm <sup>2</sup>		m <sup>3</sup>		1,1600	225,00		261,00
02190500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO		m <sup>3</sup>		1,1600	35,00		40,80
								<b>301,80</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	25,30		1,27
03012800010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"		hm	2,0000	0,5333	10,00		5,33
								<b>6,60</b>
								333,50

Partida	01.03.06.02	(010106060108-1301096-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PLACAS - 1 Y 2 CARAS						
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	MO. 10,0000	EQ. 10,0000				Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	46,22
H.H.	1,6000	H.M.						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,8000	18,24		14,58
0101010005	PEON		hh	1,0000	0,8000	13,74		10,99
								<b>25,58</b>
	<b>Materiales</b>							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0,3000	4,50		1,35
0204120001	CLAVOS PARA MADERA		kg		0,3000	4,81		1,44
0222140008	DESMOLDANTE		gal		0,1000	4,92		0,49
0231010001	MADERA TORNILLO		p <sup>2</sup>		6,5200	2,00		13,04
0290180008	SEPARADORES DE HORMIGON		und		2,0000	0,27		0,54
								<b>16,86</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	25,58		1,28
0301030012	PUNTALES H=6.00		und		1,0000	2,50		2,50
								<b>3,78</b>
								46,22

Partida	01.03.06.03	(010107010144-1301096-01) ACERO $f_y=4200$ kg/cm <sup>2</sup> EN PLACAS						
Rendimiento	kg/DIA	MO. 350,0000	EQ. 350,0000				Costo unitario directo por : kg	3,48
H.H.	0,0343	H.M.						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,0229	18,24		0,42
0101010005	PEON		hh	0,5000	0,0114	13,74		0,16
								<b>0,58</b>
	<b>Materiales</b>							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0,0300	3,58		0,11
0204030001	ACERO CORRUGADO $f_y = 4200$ kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60		kg		1,0800	2,56		2,76
								<b>2,87</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,58		0,03
								<b>0,03</b>
								3,48

Partida	01.03.07.01	(010105020012-1301096-01) CONCRETO PREMEZCLADO $f_c=245$ kg/cm <sup>2</sup> PARA COLUMNAS - TIPO I						
Rendimiento	m <sup>3</sup> /DIA	MO. 30,0000	EQ. 30,0000				Costo unitario directo por : m <sup>3</sup>	333,50
H.H.	1,7024	H.M. 0,5333						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.		Parcial \$/.
	<b>Mano de Obra</b>							

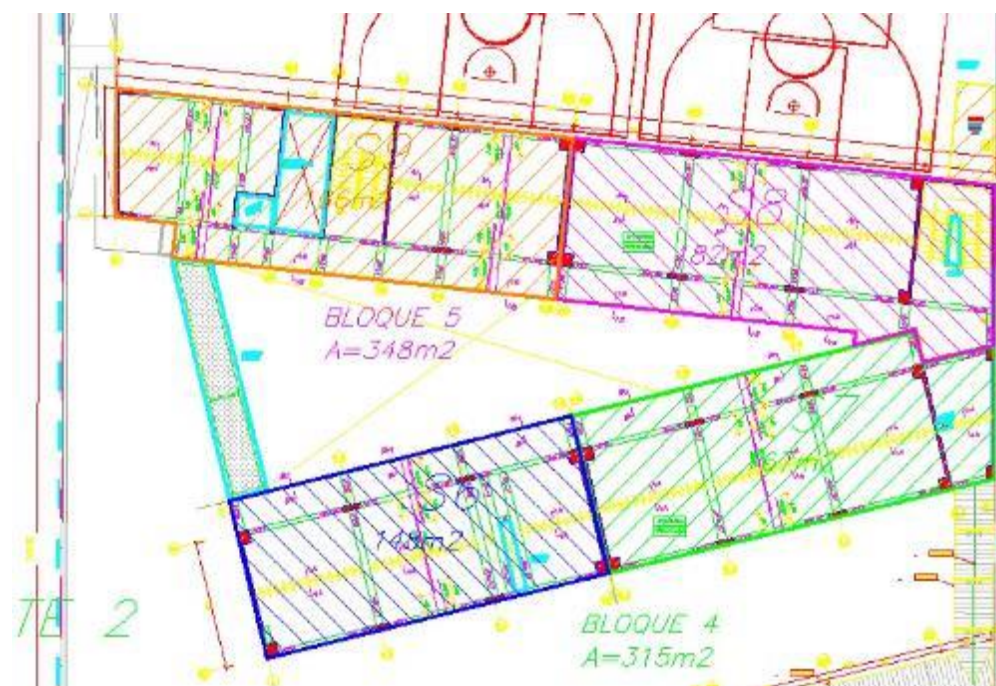


0101010002	CAPATAZ	hh	0,3840	0,1024	20,70	2,12	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,2667	18,24	4,86	
0101010005	PEON	hh	5,0000	1,3333	13,74	18,32	
						<b>25,30</b>	
<b>Materiales</b>							
02180100010016	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2	m3		1,1600	225,00	261,00	
02180500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1,1600	35,00	40,60	
						<b>301,60</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	25,30	1,27	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	2,0000	0,5333	10,00	5,33	
						<b>6,60</b>	
						333,50	
<b>01.03.07.02 (010106000167-1301096-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS</b>							
Partida	01.03.07.02	(010106000167-1301096-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS				
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10,0000	EQ. 10,0000		Costo unitario directo por : m2		<b>46,04</b>
H.H.	1,6000	H.M.					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,8000	18,24	14,59	
0101010005	PEON	hh	1,0000	0,8000	13,74	10,99	
						<b>25,58</b>	
<b>Materiales</b>							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0,3000	4,50	1,35	
0204120001	CLAVOS PARA MADERA	kg		0,3000	4,81	1,44	
0222140008	DESMOLDANTE	gal		0,1000	4,92	0,49	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		6,4300	2,00	12,86	
0290180008	SEPARADORES DE HORMIGON	und		2,0000	0,27	0,54	
						<b>16,68</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	25,58	1,28	
0301030012	PUNTALES h=6.00	und		1,0000	2,50	2,50	
						<b>3,78</b>	
						46,04	
<b>01.03.07.03 (010107010144-1301098-01) ACERO fy=4200 kg/cm2 EN COLUMNAS RECTAS</b>							
Partida	01.03.07.03	(010107010144-1301098-01)	ACERO fy=4200 kg/cm2 EN COLUMNAS RECTAS				
Rendimiento	kg/DIA	MO. 350,0000	EQ. 350,0000		Costo unitario directo por : kg		<b>3,48</b>
H.H.	0,0343	H.M.					
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,0229	18,24	0,42	
0101010005	PEON	hh	0,5000	0,0114	13,74	0,16	
						<b>0,58</b>	
<b>Materiales</b>							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	kg		0,0300	3,58	0,11	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1,0800	2,56	2,76	
						<b>2,87</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	0,58	0,03	
						<b>0,03</b>	
						3,48	
<b>01.03.08.01 (010105020013-1301098-01) CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2 PARA VIGAS - TIPO I</b>							
Partida	01.03.08.01	(010105020013-1301098-01)	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2 PARA VIGAS - TIPO I				
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30,0000	EQ. 30,0000		Costo unitario directo por : m3		<b>333,60</b>
H.H.	1,7024	H.M.	0,5333				
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	0,3840	0,1024	20,70	2,12	
0101010003	OPERARIO	hh	1,0000	0,2667	18,24	4,86	
0101010005	PEON	hh	5,0000	1,3333	13,74	18,32	
						<b>25,30</b>	
<b>Materiales</b>							
02180100010016	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=245 kg/cm2	m3		1,1600	225,00	261,00	
02180500010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO	m3		1,1600	35,00	40,60	
						<b>301,60</b>	
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5,0000	25,30	1,27	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	2,0000	0,5333	10,00	5,33	
						<b>6,60</b>	
						333,50	

Partida	01.03.08.02	(010106060168-1301096-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 10,0000	EQ. 10,0000			Costo unitario directo por : m2		55,88
H.H.	2,4000	H.M.						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,8000	18,24	14,58	
0101010005	PEON		hh	2,0000	1,6000	13,74	21,88	
							36,57	
	<b>Materiales</b>							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0,3000	4,50	1,35	
0204120001	CLAVOS PARA MADERA		kg		0,3000	4,81	1,44	
0222140008	DESMOLDANTE		gal		0,0400	4,92	0,20	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		6,9750	2,00	13,95	
0280180008	SEPARADORES DE HORMIGON		und		2,0000	0,27	0,54	
							17,48	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	36,57	1,83	
							1,83	
							55,88	
Partida	01.03.08.03	(010107010144-1301096-01)	ACERO fy=4200 kg/cm2 EN VIGAS					
Rendimiento	kg/DIA	MO. 350,0000	EQ. 350,0000			Costo unitario directo por : kg		3,48
H.H.	0,0343	H.M.						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,0229	18,24	0,42	
0101010005	PEON		hh	0,5000	0,0114	13,74	0,16	
							0,58	
	<b>Materiales</b>							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg		0,0300	3,58	0,11	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1,0800	2,56	2,76	
							2,87	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	0,58	0,03	
							0,03	
							3,48	
Partida	01.03.09.01	(010105020014-1301096-01)	CONCRETO PREMEZCLADO f'c=245 kg/cm2 PARA LOSA ALIGERADA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 30,0000	EQ. 30,0000			Costo unitario directo por : m3		333,60
H.H.	1,7024	H.M. 0,5333						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ		hh	0,3810	0,1024	20,70	2,12	
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,2667	18,24	4,86	
0101010005	PEON		hh	5,0000	1,3333	13,74	18,32	
							25,30	
	<b>Materiales</b>							
02190100010016	CONCRETO PREMEZCLADO F'c=245 kg/cm2		m3		1,1600	225,00	261,00	
02180600010001	SERVICIO DE BOMBA PARA CONCRETO PREMEZCLADO		m3		1,1600	35,00	40,80	
							301,80	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5,0000	25,30	1,27	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2,40"		hm	2,0000	0,5333	10,00	5,33	
							6,60	
							333,60	
Partida	01.03.09.02	(010106060169-1301096-01)	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA 1 DIRECCION					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 16,0000	EQ. 16,0000			Costo unitario directo por : m2		41,00
H.H.	1,5000	H.M.						
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1,0000	0,5000	18,24	9,12	
0101010005	PEON		hh	2,0000	1,0000	13,74	13,74	
							22,86	
	<b>Materiales</b>							
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0,3000	4,50	1,35	
0204120001	CLAVOS PARA MADERA		kg		0,3000	4,81	1,44	
0222140008	DESMOLDANTE		gal		0,0400	4,92	0,20	
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		6,7350	2,00	13,47	
0280180008	SEPARADORES DE HORMIGON		und		2,0000	0,27	0,54	

								<b>17,00</b>
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		Equipos	%mo	5,0000	22,86	1,14	1,14
								41,00
Parida	<b>01.03.08.03</b>	<b>(010106060170-1301096-01) ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA EN 2 DIRECCIONES</b>						
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 16,0000</b>		<b>EQ. 16,0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m2</b>		<b>41,00</b>
HH	<b>1,5000</b>	HM						
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
			<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO			hh	1,0000	0,5000	18,24	9,12
0101010005	PEON			hh	2,0000	1,0000	13,74	13,74
								<b>22,86</b>
			<b>Materiales</b>					
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8			kg		0,3000	4,50	1,35
0204120001	CLAVOS PARA MADERA			kg		0,3000	4,81	1,44
0222140008	DESMOLDANTE			gal		0,0400	4,92	0,20
0231010001	MADERA TORNILLO			p2		6,7350	2,00	13,47
0290180008	SEPARADORES DE HORMIGON			und		2,0000	0,27	0,54
								<b>17,00</b>
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		Equipos	%mo	5,0000	22,86	1,14	1,14
								41,00
Parida	<b>01.03.09.04</b>	<b>(010107010144-1301098-01) ACERO fy=4200 kg/cm2 EN LOSA ALIGERADA</b>						
Rendimiento	<b>kg/DIA</b>	<b>MO. 350,0000</b>		<b>EQ. 350,0000</b>		<b>Costo unitario directo por : kg</b>		<b>3,48</b>
HH	<b>0,0343</b>	HM						
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>			<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
			<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO			hh	1,0000	0,0229	18,24	0,42
0101010005	PEON			hh	0,5000	0,0114	13,74	0,16
								<b>0,58</b>
			<b>Materiales</b>					
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16			kg		0,0300	3,58	0,11
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 80			kg		1,0800	2,58	2,76
								<b>2,87</b>
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		Equipos	%mo	5,0000	0,58	0,03	0,03
								<b>0,03</b>
								3,48

Anexo N° 06: Sectorización.



DESCRIPCION	AREA	UND
SECTOR 6	148	m2
SECTOR 7	167	m2
SECTOR 8	182	m2
SECTOR 9	166	m2













**Anexo N° 10:** Toma de dato en obra – carta balance.

	<b>CARTA BALANCE ACERO</b>
--	----------------------------

Obra: COLEGIO INNOVA SCHOOLS-CUSCO  
 Fecha: 18/08/2017  
 Actividad: VERTICALES

Hora de inicio: 11:18  
 Hora de término: 11:48  
 Ubicación: 88.2

Trabajadores involucrados:	
A:	MASIAS T. R.
B:	CORREA G. L.
C:	MEZA C. B. K.
D:	RAMIREZ C. M.L F.
E:	
F:	
G:	
H:	
I:	
J:	
K:	

Cod	Trabajo Productivo	
1	CA Colocación de acero vertical	22
2	H Colocación de esribos	25
3	AI Corte y Colocación de alambre	13
4		0
5		0
6		0
7		0
8		0
9		0
10		0
Total		80

Cod	Trabajo Contributorio	
11	X Búsqueda de materiales (acero)	3
12	M Tomar medidas (incluye el marcar con liza)	7
13	C Abrir los paquetes de fierro con cizalla	1
14	TV espote vertical	2
15	TH Transporte horizontal	8
16		0
17		0
18		0
19		0
20		0
Total		21

Cod	Trabajo No Contributorio	
21	B Baño	16
22	V Viaje	7
23	TE Tioempo de Espers	7
24	N Nada	9
25		0
26		0
27		0
28		0
29		0
30		0
Total		39

Medición	A	B	C	D	E	F	G	H
1	CA	H	TE	X				
2	CA	H	TE	X				
3	CA	H	TE	X				
4	CA	H	TE	V				
5	CA	M	TH	V				
6	TH	M	TH	V				
7	CA	M	TH	V				
8	TH	H	TV	H				
9	CA	H	TV	H				
10	N	H	AI	H				
11	B	H	AI	H				
12	B	H	AI	H				
13	B	H	AI	H				
14	B	H	AI	M				
15	B	H	AI	M				

Medición	A	B	C	D	E	F	G	H
16	B	N	AI	M				
17	B	H	AI	CA				
18	B	N	AI	CA				
19	B	N	AI	CA				
20	TH	N	AI	CA				
21	TH	B	TE	CA				
22	TH	B	TE	N				
23	C	B	TE	N				
24	CA	B	M	N				
25	CA	H	N	V				
26	CA	H	B	V				
27	CA	H	B	V				
28	CA	H	B	CA				
29	CA	H	AI	CA				
30	CA	H	AI	CA				

**CARTA BALANCE ACERO**

Oficio: COPI-GC INNOVACIÓN TECNOLÓGICA  
 Fecha: 18/08/2017  
 Hora Inicio: 11:18  
 Hora Final: 11:48

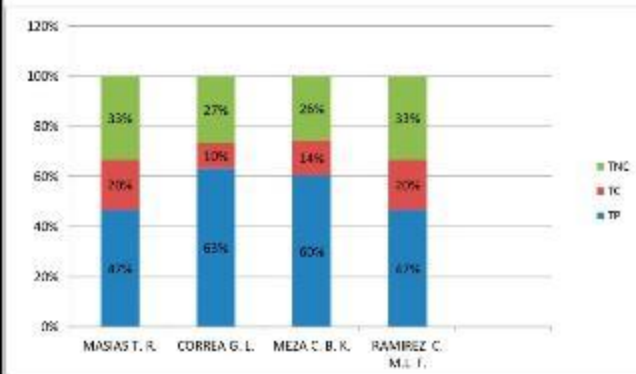
**Actividad Muestrada:**

ACERO EN PLACA Y COLUMNA

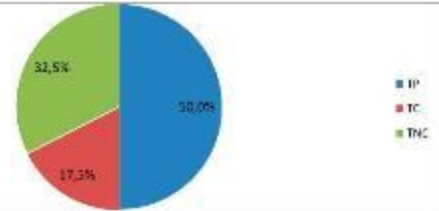
**Descripción de la Muestra:**

**Por trabajador**

	MASIAS T. R.	CORREA G. L.	MEZA C. B. K.	RAMIREZ C. M. L. F.
TP	47%	63%	60%	47%
TC	20%	10%	14%	20%
TNC	33%	27%	26%	33%



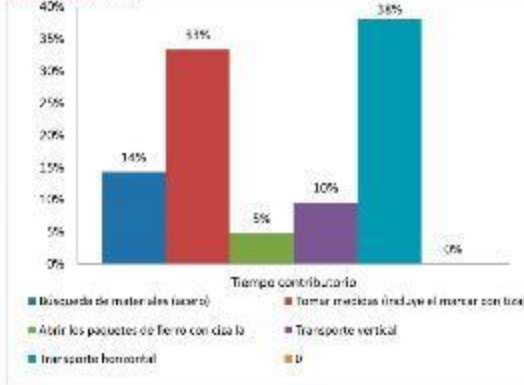
**Resultados Generales**



**Tiempo no contributivo**



**Tiempo contributivo**



**Observaciones y Conclusiones**

La presente carta balance fue elaborada con el apoyo del Maestro, haciendo saber que es lo que se tiene que mejorar.

## CARTA BALANCE ENCOFRADO

Obra: Colegio Innova Schools - Cusco  
 Fecha: 18/08/2017  
 Actividad: Encofrado de vigas y losas

Hora de inicio: 16:18  
 Hora de término: 16:48  
 Ubicación: S8-1

Trabajadores involucrados:	
A:	ELBERTO
B:	NICANOR
C:	JOSE LUIS
D:	EUGENIO
E:	AMERICO
F:	
G:	
H:	
I:	
J:	
K:	

Cod	Trabajo Productivo	
1	E	Encofrado
2	C	Compuerta
3	P	Colocar Puntal
4	ALIN	colocar alineadores
5		
6		
7		
8		
8		
10		
Total		62

Cod	Trabajo Contributivo	
11	TV	Transporte vertical
12	TH	Transporte horizontal
13	S	Sacar Clavos de Solera
14	D	Desmoldante
15	LP	Limpieza de encofrado
16		
17		
18		
19		
20		
Total		37

Cod	Trabajo No Contributivo	
21	B	Baño
22	V	Viaje
23	TE	Tiempo de Espera
24	N	Nada
25	Vig	Vigía
26		
27		
28		
29		
30		
Total		51

Mediclon	A	B	C	D	E	F	G	H
1	C	TH	TE	P	S			
2	C	TH	TE	P	S			
3	C	TH	TE	TE	S			
4	C	TH	TE	TE	S			
5	C	TH	E	TH	S			
6	TH	E	E	P	LP			
7	C	E	E	P	LP			
8	TH	E	E	P	LP			
9	C	E	E	P	LP			
10	N	E	E	E	LP			
11	B	E	C	E	N			
12	B	E	E	N	Vig			
13	B	TV	TV	E	Vig			
14	B	TV	TV	TE	TH			
15	B	TV	TV	TE	Vig			

Mediclon	A	B	C	D	E	F	G	H
16	B	N	S	N	ALIN			
17	B	TE	S	TE	ALIN			
18	B	N	TH	TE	ALIN			
19	B	N	V	D	ALIN			
20	TH	N	V	D	ALIN			
21	TH	D	V	TE	ALIN			
22	TH	E	N	N	ALIN			
23	C	E	V	TH	ALIN			
24	C	N	ALIN	TH	N			
25	C	TH	ALIN	TE	Vig			
26	C	C	ALIN	N	N			
27	C	C	ALIN	N	Vig			
28	C	C	P	N	B			
29	C	C	P	N	B			
30	C	C	P	N	P			

**CARTA BALANCE ENCOFRADO**

Obra: nnova Schools - Cusco  
 Fecha: 19/08/2017  
 Hora Inicio: 16:18  
 Hora Final: 16:48

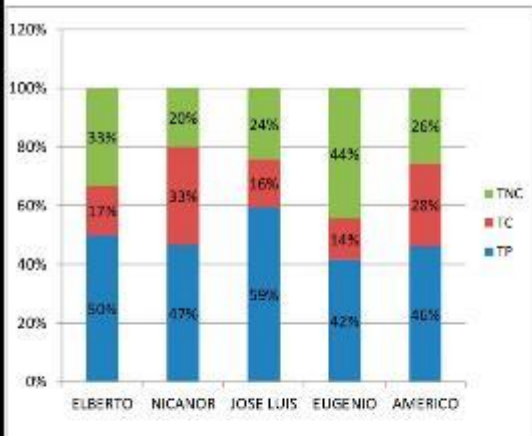
**Actividad Muestreada:**

Encofrado losas

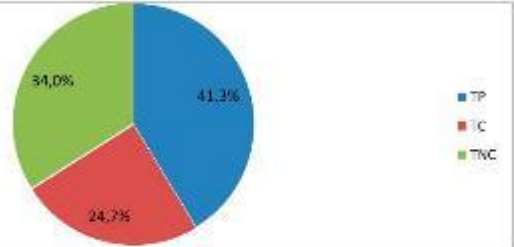
**Descripción de la Muestra:**

**Por trabajador**

	ELBERTO	NICANOR	JOSE LUIS	EUGENIO	AMERICO
TP	50%	47%	59%	42%	46%
TC	17%	33%	16%	14%	28%
TNC	33%	20%	24%	44%	26%



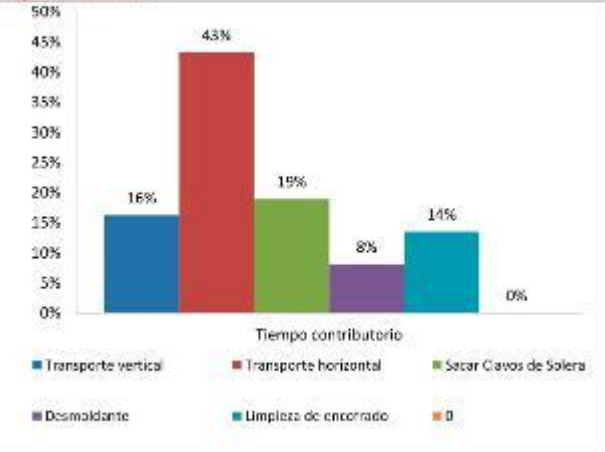
**Resultados Generales**



**Tiempo no contributorio**



**Tiempo contributorio**



**Observaciones y Conclusiones**

La presente carta balance fue elaborada





## Anexo N° 12: Cuadro de resultados de mejoramiento de productividad y rendimiento.

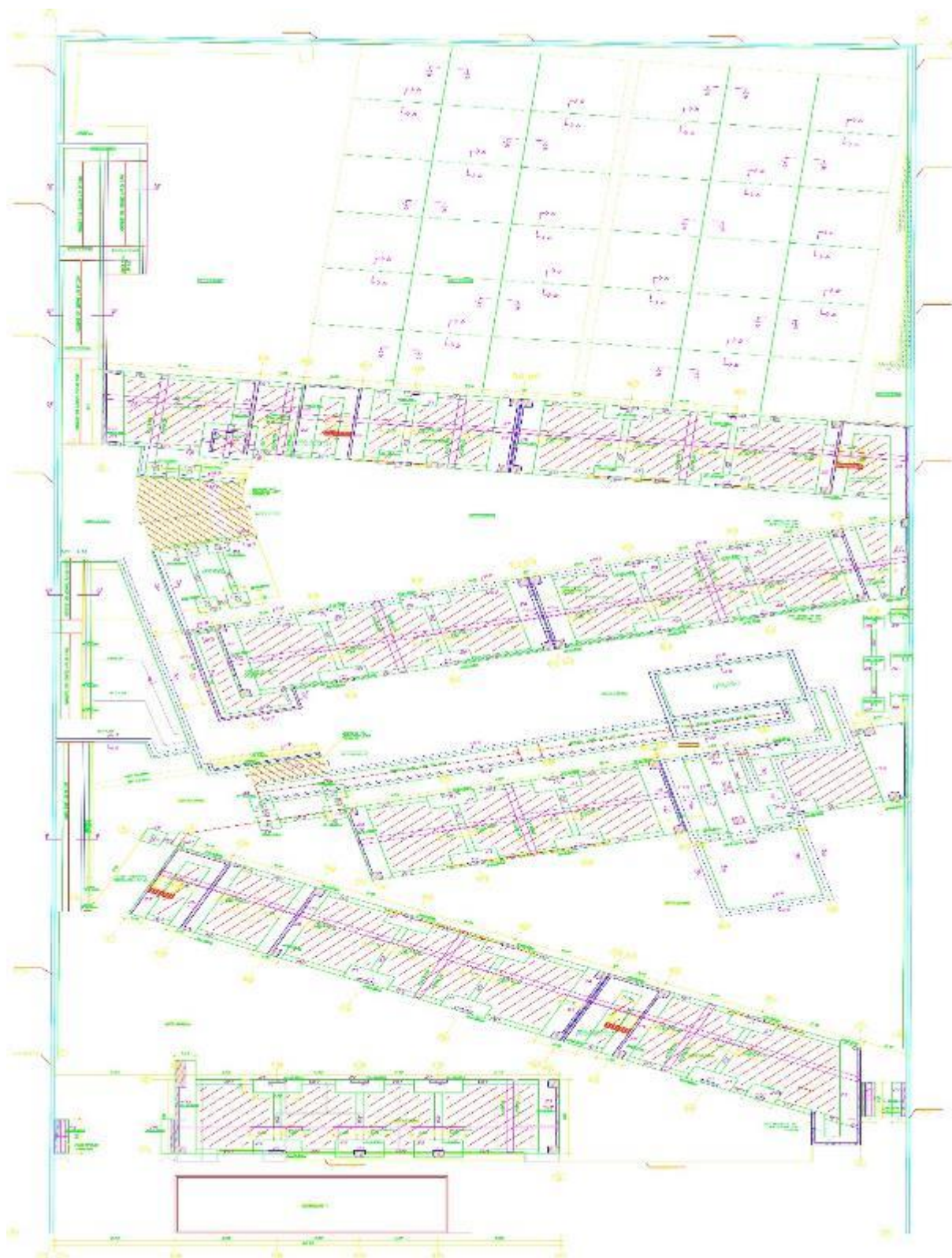
CANTIDAD DE PERSONAL, BASADO A LA PROGRAMACION GENERAL, - 8 HORAS DIARIAS								
	Und	Metrado	Ratio HH	HH totales	Plazo (días)	Rendimiento diario promedio	Cantidad de personal	Cantidad de personal escogido
<b>ESTRUCTURAS</b>								
<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>								
<b>PLACAS</b>								
PLACAS CONCRETO Fc=210 KG/CM2	m3	284	1,70	483,72	40,00	7,1	1,51	2,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	3.107	1,60	4.973,64	40,00	77,7	15,54	16,00
ACERO DE REFUERZO	kg	33.214	0,03	1.139,23	40,00	830,3	3,56	4,00
<b>COLUMNAS</b>								
COLUMNAS - CONCRETO Fc=210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	44	1,70	74,81	40,00	1,1	0,23	1,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS H > 3,50 M	m2	433	1,40	607,16	40,00	30,8	2,16	3,00
ACERO DE REFUERZO	kg	11.170	0,03	384,17	40,00	274,7	1,29	2,00
<b>VIGAS</b>								
VIGAS - CONCRETO Fc=210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	171,61	1,70	292,14	40,00	4,3	0,91	1,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS H < 3,00 M	m2	1015,36	2,40	2.436,86	40,00	25,4	7,62	8,00
ACERO DE REFUERZO	kg	24.318,77	0,03	834,13	40,00	608,0	2,61	3,00
<b>LOSA</b>								
CONCRETO Fc=210 kg/cm2 - LOSA MACIZA INC. PLASTIFICANTE	m3	290,16	1,70	493,97	40,00	7,3	1,54	2,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA < 3,50m	m2	2084,79	1,40	2.917,10	40,00	59,1	9,77	10,00
ACERO DE REFUERZO	kg	1411,56	0,03	484,09	40,00	352,8	1,51	2,00

RATIO DEL CONTRATUAL								
	Und	Metrado	Ratio HH	HH totales	Plazo (días)	Rendimiento diario promedio	Cantidad de personal	Cantidad de personal escogido
<b>ESTRUCTURAS</b>				15.417,90				
<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>								
<b>PLACAS</b>								
PLACAS CONCRETO Fc=210 KG/CM2	m3	284	1,7024	483,72	26,00	10,9	2,33	3,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	3.107	1,6	4.973,64	26,00	119,2	23,90	24,00
ACERO DE REFUERZO	kg	33.214	0,0343	1.139,23	26,00	1277,3	5,48	6,00
<b>COLUMNAS</b>								
COLUMNAS - CONCRETO Fc=210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	44	1,4024	74,81	26,00	1,7	0,40	1,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS H > 3,50 M	m2	433	1,6	692,16	26,00	16,6	3,33	4,00
ACERO DE REFUERZO	kg	11.170	0,0343	383,12	26,00	429,6	1,84	2,00
<b>VIGAS</b>								
VIGAS - CONCRETO Fc=210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	171,61	1,4024	292,14	26,00	6,6	1,40	2,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS H < 3,00 M	m2	1015,36	2,4	2.436,86	26,00	39,1	11,72	12,00
ACERO DE REFUERZO	kg	24.318,77	0,0343	834,13	26,00	935,3	4,01	5,00
<b>LOSA</b>								
CONCRETO Fc=210 kg/cm2 - LOSA MACIZA INC. PLASTIFICANTE	m3	290,16	1,4024	493,97	26,00	11,2	2,37	3,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA < 3,50m	m2	2084,79	1,5	3.127,19	26,00	60,2	15,03	16,00
ACERO DE REFUERZO	kg	1411,56	0,0343	484,09	26,00	542,8	2,33	3,00

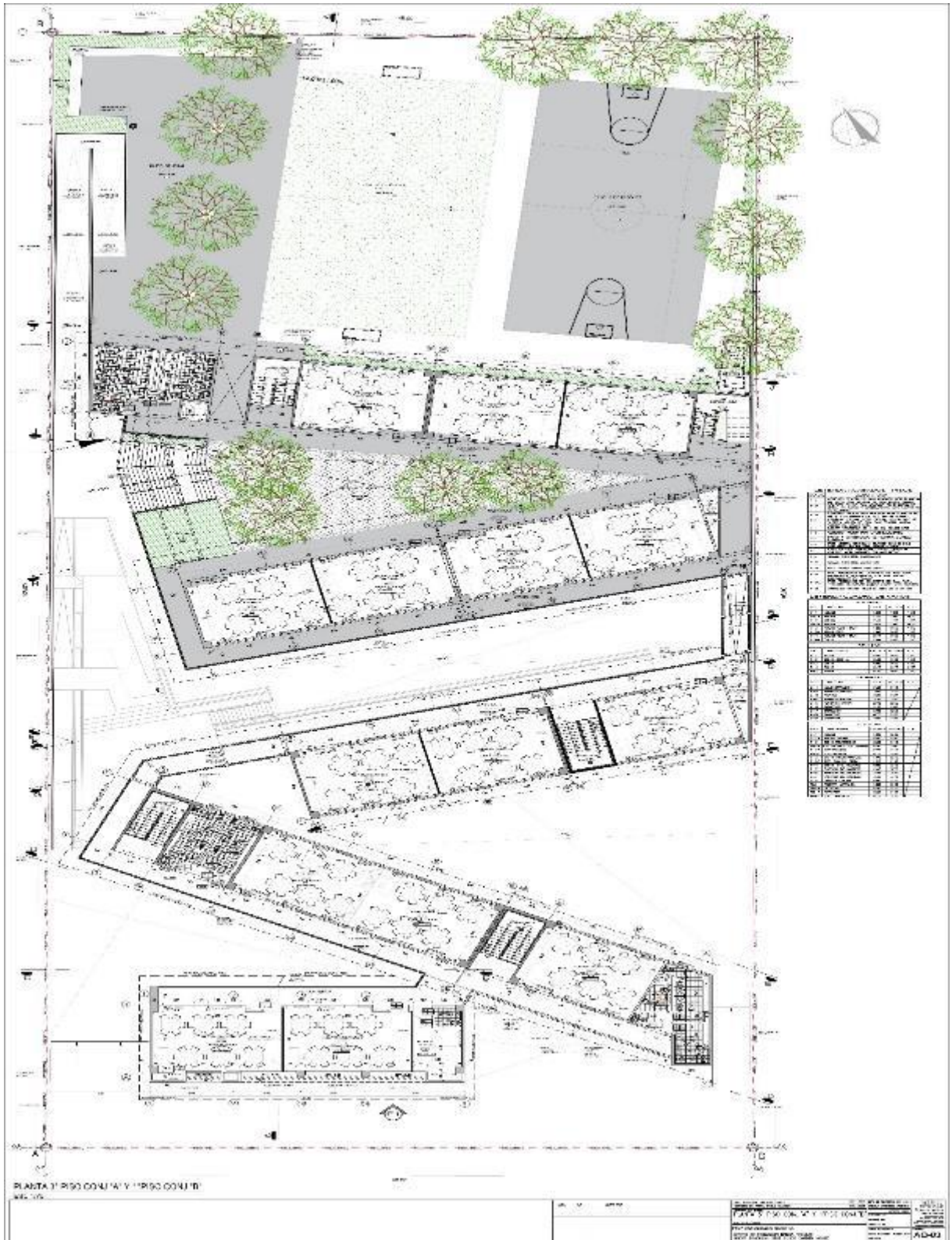
PARA NO AJUNTAR EL PERSONAL, SE MEJORARA EL RATIO DE PRODUCCION								
	Und	Metrado	Ratio HH	HH totales	Plazo (días)	Rendimiento diario promedio	Cantidad de personal	Cantidad de personal escogido
<b>ESTRUCTURAS</b>				10.018,38				
<b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>								
<b>PLACAS</b>								
PLACAS CONCRETO Fc=210 KG/CM2	m3	284	1,15	314,42	26,00	10,9	1,51	2,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	3.107	1,04	4.171,02	26,00	119,3	15,54	16,00
ACERO DE REFUERZO	kg	33.214	0,02	740,50	26,00	1277,3	3,56	4,00
<b>COLUMNAS</b>								
COLUMNAS - CONCRETO Fc=210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	44	1,15	48,43	26,00	1,7	0,23	1,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO COLUMNAS H > 3,50 M	m2	433	1,04	449,90	26,00	16,6	2,16	3,00
ACERO DE REFUERZO	kg	11.170	0,02	249,03	26,00	429,6	1,20	2,00
<b>VIGAS</b>								
VIGAS - CONCRETO Fc=210 kg/cm2 INC. PLASTIFICANTE	m3	171,61	1,15	199,04	26,00	6,6	0,91	1,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO VIGAS H < 3,00 M	m2	1015,36	1,16	1.184,90	26,00	39,1	7,62	8,00
ACERO DE REFUERZO	kg	24.318,77	0,02	342,19	26,00	935,3	2,61	3,00
<b>LOSA</b>								
CONCRETO Fc=210 kg/cm2 - LOSA MACIZA INC. PLASTIFICANTE	m3	290,16	1,15	321,08	26,00	11,2	1,54	2,00
ENCOFRADO Y DESENCOFRADO LOSA MACIZA < 3,50m	m2	2084,79	0,98	2.032,67	26,00	60,2	9,77	10,00
ACERO DE REFUERZO	kg	1411,56	0,02	314,62	26,00	542,8	1,51	2,00

AUMENTANDO EL RATIO DE PRODUCCION SE TIENE UN AHORRO DE:			
UBICACION	COSTO HH	TOTAL	
HH PREVISTAS	15.412,80	12,5	19261,228
HH PROGRAMADAS	10.018,38	12,5	12329,259
DIFERENCIA EN COSTOS	5.394,41	12,5	6743,4303

Anexo N° 13: Planos.











**Anexo N° 14: Fotos.**



Foto N°1: Bloque 4



Foto N°2: Bloque 5



Foto N°3: Compactación y vertido de concreto.



Foto N°4: Colocación de acero en temperatura.



Foto N°5: Encofrado en columna.



Foto N°6: Vertido de concreto en verticales.





Foto N°7: Avance paralelo (Encofrado, Acero y concreto)



Foto N°8: Encofrado en losa.

**Anexo N° 15:** Encuesta .



**CUESTIONARIO SOBRE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION**

**EN LA ETAPA DE LA PLANIFICACIÓN**

**TESIS:**

**“APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO INNOVA SCHOLL – SEDE CUSCO”**

**INSTRUCCIONES:**

El siguiente instrumento desea saber si usted está a favor o en contra de cada una de las siguientes afirmaciones para lo cual debe marcar usted con un aspa (X) las siguientes alternativas:

Totalmente en desacuerdo	(A)
En desacuerdo	(B)
Parcialmente de acuerdo	(C)
De desacuerdo	(D)
Totalmente de acuerdo	(E)

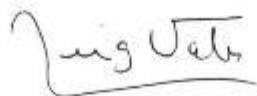
Nº	ITEMS	A	B	C	D	E
1.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction facilita una planificación maestra					X
2.	Esta filosofía le ayuda a tener una planificación semanal de las actividades concernientes a la obra			X		
3.	Se apoya en esta filosofía para realizar una planificación operativa semanal			X		
4.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction le orienta para diseñar una lista de verificación				X	
5.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction le facilita contar con los requerimientos en esta fase de la obra				X	
6.	Es importante realizar capacitaciones de sensibilización sobre la Filosofía del Lean Construction				X	
7.	Es fundamental trabajar en equipo y tener plena comunicación con los integrantes del proyecto			X		
8.	La proactividad de los profesionales es vital para la aplicación de la Filosofía del Lean Construction				X	
9.	Es necesario realizar un control de mano de obra de todas las partidas			X		
10.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction identifica las restricciones (limitaciones en el proceso de ejecución).			X		
11.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction ayuda a identificar la ruta crítica del proyecto en construcción			X		
12.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a realizar la división de la cantidad de trabajo en partes iguales que puedan ser ejecutadas en cada proceso (tren de actividades)			X		

13.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye en el cumplimiento del cronograma de ejecución de la obra			X		
14.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction acorta los plazos de ejecución de la obra			X		
15.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a identificar las causas del no cumplimiento de las actividades y así incidir en su absolución			X		
16.	Considera usted que la aplicación de la Filosofía Lean Construction le eleva los niveles de productividad			X		
17.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficaz				X	
18.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficiente				X	
19.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction disminuye costos económicos				X	
20.	Recomendaría la aplicación de la Filosofía Lean Construction en la construcción de edificaciones			X		

Recomendaciones:

conocer la filosofía de lean construction para una buena aplicación

FECHA	25-05-19
NOMBRES Y APELLIDOS	Liliana G. Ingeria U.
DNI N°	40848584
PROFESIÓN	Ing. Civil
N° DE COLEGIATURA	114598
CARGO	Supervisor
TELÉFONO (CELULAR)	01-5674652.



FIRMA Y SELLO

Gracias por su colaboración





**CUESTIONARIO SOBRE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION**  
**EN LA ETAPA DE LA PLANIFICACIÓN**

**TESIS:**

**“APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO INNOVA SCHOLL – SEDE CUSCO”**

**INSTRUCCIONES:**

El siguiente instrumento desea saber si usted está a favor o en contra de cada una de las siguientes afirmaciones para lo cual debe marcar usted con un aspa (X) las siguientes alternativas:

Totalmente en desacuerdo	(A)
En desacuerdo	(B)
Parcialmente de acuerdo	(C)
De desacuerdo	(D)
Totalmente de acuerdo	(E)

Nº	ITEMS	A	B	C	D	E
1.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction facilita una planificación maestra.				X	
2.	Esta filosofía le ayuda a tener una planificación semanal de las actividades concernientes a la obra.				X	
3.	Se apoya en esta filosofía para realizar una planificación operativa semanal.			X		
4.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction le orienta para diseñar una lista de verificación.				X	
5.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction le facilita contar con los requerimientos en esta fase de la obra.			X		
6.	Es importante realizar capacitaciones de sensibilización sobre la Filosofía del Lean Construction.				X	
7.	Es fundamental trabajar en equipo y tener plena comunicación con los integrantes del proyecto.				X	
8.	La proactividad de los profesionales es vital para la aplicación de la Filosofía del Lean Construction.				X	
9.	Es necesario realizar un control de mano de obra de todas las partidas			X		
10.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction identifica las restricciones (limitaciones en el proceso de ejecución).			X		
11.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction ayuda a identificar la ruta crítica del proyecto en construcción.			X		
12.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a realizar la división de la cantidad de trabajo en partes iguales que puedan ser ejecutadas en cada proceso (tren de actividades).			X		
13.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye en el cumplimiento del cronograma de ejecución de la obra.				X	
14.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction acorta los plazos de ejecución de la obra.				X	



15.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a identificar las causas del no cumplimiento de las actividades y así incidir en su absolución.				X	
16.	Considera usted que la aplicación de la Filosofía Lean Construction le eleva los niveles de productividad.			X		
17.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficaz.			X		
18.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficiente.				X	
19.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction disminuye costos económicos.				X	
20.	Recomendaría la aplicación de la Filosofía Lean Construction en la construcción de edificaciones.				X	

Recomendaciones:

.....  
 .....  
 .....

FECHA	27/05/2019
NOMBRES Y APELLIDOS	JULIA PARCO
DNI N°	40161394
PROFESIÓN	ECON. – ING. CIVIL
N° DE COLEGIATURA	CEC 214 – CIP 227094
CARGO	
TELÉFONO (CELULAR)	971424415

  
 Julia Norcia Parco Huaranga  
 FIRMA Y SELLO

**Gracias por su colaboración**

Gracias por su colaboración



**CUESTIONARIO SOBRE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION**  
**EN LA ETAPA DE LA PLANIFICACIÓN**

**TESIS:**

**“APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO INNOVA SCHOLL – SEDE CUSCO”**

**INSTRUCCIONES:**

El siguiente instrumento desea saber si usted está a favor o en contra de cada una de las siguientes afirmaciones para lo cual debe marcar usted con un aspa (X) las siguientes alternativas:

Totalmente en desacuerdo	(A)
En desacuerdo	(B)
Parcialmente de acuerdo	(C)
De desacuerdo	(D)
Totalmente de acuerdo	(E)

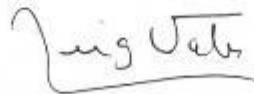
Nº	ITEMS	A	B	C	D	E
1.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction facilita una planificación maestra					X
2.	Esta filosofía le ayuda a tener una planificación semanal de las actividades concernientes a la obra			X		
3.	Se apoya en esta filosofía para realizar una planificación operativa semanal			X		
4.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction le orienta para diseñar una lista de verificación				X	
5.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction le facilita contar con los requerimientos en esta fase de la obra				X	
6.	Es importante realizar capacitaciones de sensibilización sobre la Filosofía del Lean Construction				X	
7.	Es fundamental trabajar en equipo y tener plena comunicación con los integrantes del proyecto			X		
8.	La proactividad de los profesionales es vital para la aplicación de la Filosofía del Lean Construction				X	
9.	Es necesario realizar un control de mano de obra de todas las partidas			X		
10.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction identifica las restricciones (limitaciones en el proceso de ejecución).			X		
11.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction ayuda a identificar la ruta crítica del proyecto en construcción			X		
12.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a realizar la división de la cantidad de trabajo en partes iguales que puedan ser ejecutadas en cada proceso (tren de actividades)			X		

13.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye en el cumplimiento del cronograma de ejecución de la obra			X		
14.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction acorta los plazos de ejecución de la obra			X		
15.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a identificar las causas del no cumplimiento de las actividades y así incidir en su absolución			X		
16.	Considera usted que la aplicación de la Filosofía Lean Construction le eleva los niveles de productividad			X		
17.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficaz				X	
18.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficiente				X	
19.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction disminuye costos económicos				X	
20.	Recomendaría la aplicación de la Filosofía Lean Construction en la construcción de edificaciones			X		

Recomendaciones:

conocer la filosofía de lean construction para una buena aplicación

FECHA	25-05-19
NOMBRES Y APELLIDOS	Liliana G. Inga U.
DNI N°	40848584
PROFESIÓN	Ing. Civil
N° DE COLEGIATURA	114598
CARGO	Supervisor
TELÉFONO (CELULAR)	01-5674652.



FIRMA Y SELLO

Gracias por su colaboración

Anexo N° 16: Validación de instrumento de juicio de experto.

## ANEXO 16

Dr.

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS  
A TRAVÉS DE JUICIOS DE  
EXPERTOS

Me es grato comunicarme con usted para expresarle un cordial saludo y así mismo hacer de su conocimiento que siendo bachiller de la Universidad Peruana Los Andes, de la carrera profesional de Ingeniería Civil, vengo realizando la tesis intitulada: **“APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO: INNOVA SCHOOL – SEDE CUSCO, 2019”**, por lo que se requiere validar el instrumento con el cual recogeré la información necesaria para desarrollar la investigación. Por lo cual es imprescindible contar con la aprobación de profesionales especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, razón por la que he considerado conveniente recurrir a usted por su connotada experiencia en el tema; así mismo sus observaciones y recomendaciones como juez de validación serán de gran ayuda para la elaboración final de nuestro instrumento de investigación.

El expediente de validación contiene:

- a) Matriz de Consistencia
- b) Matriz de Operacionalización de Variables
- c) Instrumento de Investigación
- d) Planilla de Juicio de Expertos

Agradeciéndole de antemano, expresándole mi sentimiento y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispone a la presente.

Atentamente



Bach. Feliciano Gaboual Chacon .

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: "APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO: INNOVA SCHOOL – SEDE CUSCO"

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p><b>General:</b></p> <p>¿Qué efectos se obtendrán tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019?</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>¿Qué resultados se obtiene en la productividad tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019?</p> <p>¿Qué resultado se obtiene en los plazos de ejecución tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Determinar qué efectos se obtendrán tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019</p> <p><b>Específicos</b></p> <p>- Identificar qué efectos se obtiene en la productividad tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019</p> <p>- Determinar qué efectos se obtiene en los plazos de ejecución tras la aplicación de la filosofía del Lean</p>	<p><b>General:</b></p> <p>Hipótesis General Tras la aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, se logra la eficiencia en el proceso constructivo en mención.</p> <p><b>Hipótesis Específicas</b></p> <p>- La aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, mejora significativamente la productividad en el proceso constructivo. - La aplicación de la filosofía del Lean Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, acorta los plazos de ejecución.</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Filosofía Lean Construction</p> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Planificación</p>	<p>-Productividad</p> <p>- Plazos</p> <p>- Viabilidad del proyecto</p> <p>- Etapas de planificación</p> <p>- Métodos de planificación</p> <p>- Técnicas de planificación</p>	<p><b>ÁMBITO DE ESTUDIO</b> Obra :Construcción del colegio Innova School - Sede Cusco.</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACION</b> El tipo de investigación es de carácter aplicada .</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Nivel descriptivo</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b> Diseño de investigación No Experimental de tipo transversal.</p> <p><b>POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO</b> La población está conformada por las partidas del proyecto Colegio Innova Schools – Sede Cusco.</p> <p>La muestra está constituida por las partidas de acero, encofrado y concreto, debido a que estas partidas son las de mayor incidencia, y presupuesto dentro del área de estructuras</p> <p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> Como técnicas e instrumentos de recolección de datos se utilizarán: la observación directa documental y los formatos de recolección de datos. Y como instrumento de la investigación, se utilizara el cuestionario.</p>
<p>etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019?</p>	<p>Construction en la etapa de la planificación de ejecución del proyecto: Innova School – Sede Cusco, 2019.</p>				<p><b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS</b> Como técnicas de investigación se utilizarán el análisis documental y encuesta .</p> <p>Para realizar el procesamiento y asimismo el análisis de los datos recolectados a través del instrumento aplicado en nuestra muestra, en la presente se aplicará el programa SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Versión 22, con la finalidad de presentarlo a nivel de gráficos y realizar posteriormente su interpretación.</p>

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>
Filosofía Lean Construction	La filosofía Lean Construction busca dar una solución a los problemas que se tiene en la metodología actual de construcción en lo que respecta al plazo y productividad en las obras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Productividad</li> <li>- Plazos</li> </ul>	Ficha técnica de recolección de datos
Planificación de ejecución	La planificación de una obra es tener una guía que nos lleve a cumplir los objetivos planteados en un tiempo determinado.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Viabilidad del proyecto</li> <li>- Etapas de planificación</li> <li>- Métodos de planificación</li> <li>- Técnicas de planificación</li> </ul>	Cuestionario



## INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### CUESTIONARIO SOBRE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION

#### EN LA ETAPA DE LA PLANIFICACIÓN

##### TESIS:

#### “APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO INNOVA SCHOLL – SEDE CUZCO”

##### INSTRUCCIONES:

El siguiente instrumento desea saber si usted está a favor o en contra de cada una de las siguientes afirmaciones para lo cual debe marcar usted con un aspa (X) las siguientes alternativas:

Totalmente en desacuerdo	(A)
En desacuerdo	(B)
Parcialmente de acuerdo	(C)
De desacuerdo	(D)
Totalmente de acuerdo	(E)

Nº	ITEMS	A	B	C	D	E
1.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction facilita una planificación maestra					
2.	Esta filosofía le ayuda a tener una planificación semanal de las actividades concernientes a la obra					
3.	Se apoya en esta filosofía para realizar una planificación operativa semanal					
4.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction le orienta para diseñar una lista de verificación					
5.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction le facilita contar con los requerimientos en esta fase de la obra					
6.	Es importante realizar capacitaciones de sensibilización sobre la Filosofía del Lean Construction					
7.	Es fundamental trabajar en equipo y tener plena comunicación con los integrantes del proyecto					
8.	La proactividad de los profesionales es vital para la aplicación de la Filosofía del Lean Construction					
9.	Es necesario realizar un control de mano de obra de todas las partidas					
10.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction identifica las restricciones (limitaciones en el proceso de ejecución).					
11.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction ayuda a identificar la ruta crítica del proyecto en construcción					

12.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a realizar la división de la cantidad de trabajo en partes iguales que puedan ser ejecutadas en cada proceso (tren de actividades)					
13.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye en el cumplimiento del cronograma de ejecución de la obra					
14.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction acorta los plazos de ejecución de la obra					
15.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a identificar las causas del no cumplimiento de las actividades y así incidir en su absolución					
16.	Considera usted que la aplicación de la Filosofía Lean Construction le eleva los niveles de productividad					
17.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficaz					
18.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction contribuye a la realización de un trabajo eficiente					
19.	La aplicación de la Filosofía Lean Construction disminuye costos económicos					
20.	Recomendaría la aplicación de la Filosofía Lean Construction en la construcción de edificaciones					

Recomendaciones:

.....

.....

.....

FECHA	
NOMBRES Y APELLIDOS	
DNI N°	
PROFESIÓN	
N° DE COLEGIATURA	
CARGO	
TELÉFONO (CELULAR)	

FIRMA Y SELLO



ANEXO 16  
PLANILLA DE JUICIOS DE EXPERTOS

JUICIO DE EXPERTO

**I. INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:**

- 1.1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
" APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO INNOVA SCHOLL - SEDE CUSCO"
- 1.2. INVESTIGADOR: FELICIANO GABONAL CHACON
- 1.3. FECHA DE EVALUACIÓN: 25/05/2019

**II. INFORMACIÓN DEL EVALUADOR:**

- 2.1. NOMBRE COMPLETO DEL EXPERTO:  
CESAR ABEL CUELLAR TELLO
- 2.2. PROFESIÓN:  
INGENIERO CIVIL
- 2.3. GRADO ACADÉMICO:  
SUPERIOR
- 2.4. ESPECIALIDAD:  
ESTRUCTURAS
- 2.5. CENTRO LABORAL:  
CORDOVAS INGENIEROS
- 2.6. DIRECCIÓN:  
JR. FRAY CALIXTO, JOSÉ CARLOS HAZIATEGUI, S.J.L.
- 2.7. CELULAR:  
924 890 081
- 2.8. EMAIL:  
cesar.cuellart@gmail.com

MARQUE EN EL RECUADRO RESPECTIVO, SI EL INSTRUMENTO A SU JUICIO CUMPLE O NO CON EL CRITERIO ESCOGIDO:

	Criterio		Valoración		Observación
			SI	NO	
1	Claridad	Está formulado con lenguaje claro y apropiado.	✓		
2	Objetividad	Está expresado de forma apropiadamente objetiva.	✓		
3	Pertinencia	Adecuado al avance de la Ingeniería Civil	✓		
4	Organización	Existe una organización lógica.	✓		
5	Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.	✓		
6	Adecuación	Adecuado para valorar el constructos o variables a medir.	✓		
7	Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos	✓		
8	Coherencia	Entre las items y las dimensiones de las variables	✓		
9	Metodología	La estrategia corresponde al propósito de la medición	✓		
10	Significatividad	Es útil y adecuado para la investigación.	✓		

COMENTARIOS:

.....

.....

.....

.....

.....

  
**CÉSAR ABEL CUELLAR TELLO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 106800

**ING. CÉSAR A. CUELLAR TELLO**

EVALUADOR

**ANEXO 16**  
**PLANILLA DE JUICIOS DE EXPERTOS**

**JUICIO DE EXPERTO**

**I. INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:**

- 1.1. TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
" APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN COSNTRUCTION EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO INNOVA SCHOLL – SEDE CUSCO"
- 1.2. INVESTIGADOR: FELICIANO GABONAL CHACON
- 1.3. FECHA DE EVALUACIÓN: 25/05/2019

**II. INFORMACIÓN DEL EVALUADOR:**

- 2.1. NOMBRE COMPLETO DEL EXPERTO:  
LILIAM GLORIA INGAROCA VALENZUELA
- 2.2. PROFESIÓN: INGENIERA CIVIL
- 2.3. GRADO ACADÉMICO: SUPERIOR
- 2.4. ESPECIALIDAD: SUPERVISOR
- 2.5. CENTRO LABORAL: SMED PERU SAC
- 2.6. DIRECCIÓN: JR LAS ROSAS 162 BL1 DEP. 702 LOS OLIVOS
- 2.7. CELULAR: 987306092
- 2.8. EMAIL: Liliamgloria@gmail.com

MARQUE EN EL RECUADRO RESPECTIVO, SI EL INSTRUMENTO A SU JUICIO CUMPLE O NO CON EL CRITERIO ESCOGIDO:

	Criterio		Valoración		Observación
			SI	NO	
1	<b>Claridad</b>	Está formulado con lenguaje claro y apropiado.	X		
2	<b>Objetividad</b>	Está expresado de forma apropiadamente objetiva.	X		
3	<b>Pertinencia</b>	Adecuado al avance de la Ingeniería Civil	X		
4	<b>Organización</b>	Existe una organización lógica.	X		
5	<b>Suficiencia</b>	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.	X		
6	<b>Adecuación</b>	Adecuado para valorar el constructos o variables a medir.	X		
7	<b>Consistencia</b>	Basado en aspectos teóricos científicos.	X		
8	<b>Coherencia</b>	Entre las items y las dimensiones de las variables	X		
9	<b>Metodología</b>	La estrategia corresponde al propósito de la medición	X		
10	<b>Significatividad</b>	Es útil y adecuado para la investigación.	X		

COMENTARIOS:

.....

.....

.....

.....

.....

  
 LEONARDO GARCÍA  
 INGENIERO EN INGENIERÍA CIVIL  
 REG. C. I. P. N.º 15888

.....  
 EVALUADOR

**ANEXO 16**  
**PLANILLA DE JUICIOS DE EXPERTOS**

**JUICIO DE EXPERTO**

**I. INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:**

- 1.1. TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:  
" APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCCIÓN EN LA ETAPA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO INNOVA SCHOLL – SEDE CUSCO"
- 1.2. INVESTIGADOR: FELICIANO GABONAL CHACON
- 1.3. FECHA DE EVALUACIÓN: 27/05/2019

**II. INFORMACIÓN DEL EVALUADOR:**

- 2.1. NOMBRE COMPLETO DEL EXPERTO:  
JULIA NORMA PARCO HUARINGA
- 2.2. PROFESIÓN:  
INGENIERIA CIVIL
- 2.3. GRADO ACADÉMICO:  
INGENIERIA CIVIL
- 2.4. ESPECIALIDAD:  
PROYECTOS DE INVERSIÓN
- 2.5. CENTRO LABORAL:  
CONTRALORIA GENERAL DE LA REPÚBLICA
- 2.6. DIRECCIÓN:  
Jirón Coronel Camilo Carrillo 114, Jesús María
- 2.7. CELULAR:  
971424415
- 2.8. EMAIL:  
jparco1904\_79@hotmail.com

MARQUE EN EL RECUADRO RESPECTIVO, SI EL INSTRUMENTO A SU JUICIO CUMPLE O NO CON EL CRITERIO ESCOGIDO:

	Criterio		Valoración		Observación
			SI	NO	
1	<b>Claridad</b>	Está formulado con lenguaje claro y apropiado.	X		
2	<b>Objetividad</b>	Está expresado de forma apropiadamente objetiva.	X		
3	<b>Pertinencia</b>	Adecuado al avance de la Ingeniería Civil	X		
4	<b>Organización</b>	Existe una organización lógica.	X		
5	<b>Suficiencia</b>	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.	X		
6	<b>Adecuación</b>	Adecuado para valorar el constructos o variables a medir.	X		
7	<b>Consistencia</b>	Basado en aspectos teóricos científicos.	X		
8	<b>Coherencia</b>	Entre las ítems y las dimensiones de las variables	X		
9	<b>Metodología</b>	La estrategia corresponde al propósito de la medición	X		
10	<b>Significatividad</b>	Es útil y adecuado para la investigación.	X		

COMENTARIOS:

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

  
 PABLO HUARACA  
 INGENIERA CIVIL  
 RUC. CIP Nº 227064

EVALUADOR