

Universidad Nacional
Federico Villarreal

Vicerrectorado de
INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION APLICADA A LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN LA CIUDAD DE LIMA

**Tesis para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil**

AUTOR:

Tunque Raymundo Isaías

ASESOR:

Ms. Tabory Malpartida Gustavo Augusto

JURADO:

Dr. Ramos Flores Miguel Angel

Ms. Bedía Guillén Ciro Sergio

Ms. Aybar Arriola Gustavo Adolfo

Ing. Guzmán Ubillús Carlos Domingo

LIMA-PERÚ

2018

HOJA DE RESPETO





DEDICATORIA

A mi familia, por su apoyo incondicional.

En especial a mis padres.



AGRADECIMIENTO

A los catedráticos que laboran en la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Gracias eternas.

RESUMEN

La presente tesis expone como se ha de manejar la producción en el sector de la construcción de un multifamiliar. Para ello se emplea la filosofía establecida por el Lean Construction.

Se mostrará, en los capítulos iniciales, la filosofía del Lean Construction, el marco teórico y las definiciones relacionadas. Después de ello se brindará una aplicación concerniente al tema a través de una edificación multifamiliar, mediante un proyecto que servirá de ejemplo.

El IGLC (International Group of Lean Construction), propone una serie de herramientas, e incentiva que se realicen mediciones de rendimiento de carácter real. Ello para todas las actividades presentes, en un formato que tiene de nombre Informe Semanal de Producción.

Con ello se ha de demostrar cuán importante es la especialización del personal obrero.

Palabras Clave: Filosofía Lean Construction, edificio multifamiliar.

ABSTRACT

This thesis explains how to manage the production in the construction sector of a multifamily. For this, the philosophy established by Lean Construction is used.

The philosophy of Lean Construction, the theoretical framework and the related definitions will be shown in the initial chapters. After that, an application concerning the theme will be provided through a multifamily building, through a project that will serve as an example.

The IGLC (International Group of Lean Construction), proposes a series of tools, and encourages performance measurements of a real nature. This applies to all present activities, in a format that has the name Weekly Production Report.

This has to show how important is the specialization of workers.

Keywords: Lean Construction Philosophy, multifamily building.

INTRODUCCIÓN

INFLUENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN EN LA ECONOMÍA DEL PAÍS

En la actualidad, el sector que contribuye más en el desarrollo y crecimiento económico del Perú, es el de la Construcción. Por ello, si existe un crecimiento en dicho sector, por consiguiente, los factores de carácter económico como el Producto Bruto Interno sube.

Y en forma recíproca, si el sector de la construcción se desacelera, la economía sufre un declive.

Una forma de explicar esto es debido al gran alcance económico y social que tiene la construcción en otros ámbitos.

Por ejemplo, cuando recibe su sueldo un obrero del sector constructivo, este podrá tener un mayor poder de carácter adquisitivo, con lo cual podrá alimentarse mejor, vestirse mejor, brindar una mejor educación a sus hijos, etc. Sabemos que esto ocurre en todas las industrias, pero la importancia y el alcance que tiene la construcción radica en el hecho de que existe una mayor cantidad de mano de obra y materiales, lo cual a su vez involucra proveedores, etc.

Por ello me atrevo a decir que la construcción influye mucho más que otras industrias en la población, inclusive influye muchísimo en otras industrias

El crecimiento económico de la población depende exclusivamente de cinco factores (este concepto ha sido definido por el ingeniero Carlos Artich).

Estos cinco factores son: Capital Humano, Capital Físico, Tecnología, Recursos Naturales y Eficiencia en la administración de todos esos recursos.

Y debemos destacar que todos los factores antes mencionados son abarcados por el sector de la construcción.

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
1.1 Diseño de la investigación	10
1.2 Población y muestra de estudio	11
1.3 Estimación y disponibilidad de los recursos	12
CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO DE PROBLEMA	
2.1 Planteamiento del problema	13
2.2 Hipótesis, variables e indicadores	14
2.3 Técnicas e instrumentos de la recolección de datos	15
2.4 Justificación e Importancia	20
2.5 Objetivos	21
CAPÍTULO III: ANTECEDENTES RELACIONADOS CON LA INVESTIGACIÓN	
3.1 Evolución de la nueva filosofía para la construcción “lean construction” en el mundo	22

CAPÍTULO IV: MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1	Definiciones	25
4.2	Lean Construction	28
4.3	Proceso de transformación	28

CAPÍTULO V: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1	Metodología del análisis de datos	33
5.2	Análisis de la encuesta	34
5.3	Comprobación de hipótesis	45

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

50

CONCLUSIONES

53

RECOMENDACIONES

54

BIBLIOGRAFÍA

55

CAPÍTULO I

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Diseño de investigación

Establecer si se presenta una variabilidad entre el conocimiento al momento de aplicar el Lean Construction y su incidencia al momento de evaluar cuán productivas son las constructoras de Edificios Multifamiliares en Lima Metropolitana.

El diseño metodológico es no experimental, prospectivo descriptivo comparativo.

Es descriptivo porque describe la realidad, sin alteración.

Es no experimental porque se estudia y se analiza sin recurrir al laboratorio.

Se han empleado técnicas que sirven para recolectar la información como entrevistas personales.

Las técnicas utilizadas para la recolección de información de este estudio fueron:

Entrevistas personales con los gerentes de las empresas constructoras de Edificios Multifamiliares.

Encuestas a los Gerentes Operativos, los que responderán a una encuesta diseñada para, la información directa, poder recolectar.

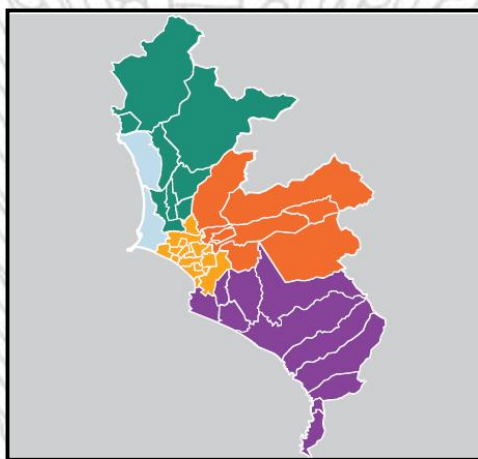
La observación técnica también se utilizó en la investigación, que permitió recopilar una información adecuada para nuestros objetivos.

Se desarrolló una encuesta para la recolección de información, la misma que contiene preguntas de alternativas múltiples.

2. Población y muestra de estudio:

1.2.1. Universo o Población

Para la presente investigación el universo está dado por la delimitación geográfica de Lima Metropolitana, involucrando los edificios.



Fuente: Municipalidad Metropolitana de Lima.

1.2.2. Muestra

Son aquellas organizaciones empresariales orientadas a construir Edificios Multifamiliares en Lima Metropolitana que están funcionando hasta agosto del 2016.

1.3 Estimación y disponibilidad de los recursos:

En cuanto a esto se dispondrá de aquellos equipos de papelería, software y equipos de computación necesarios para elaborar esta tesis. En la parte de recursos humanos será necesaria la constante presencia y supervisión del asesor académico el Ing. Gustavo.

En cuanto a la parte referente a los recursos financieros, el tesista costeará los gastos necesarios para poder llevar a cabo la elaboración de la misma.



CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema

Nuestro país a pesar de los desastres naturales ocurridos sigue gozando de un crecimiento macroeconómico a nivel mundial. Igualmente, en nuestro país, la Construcción, está bien.

Esto no es coincidencia, esta tesis lo enseña, ambas curvas tienen el mismo comportamiento en el tiempo.

Este fuerte crecimiento se sustenta, en el hecho de que existe un gran número de proyectos en la actualidad.

Un defecto evidente y muy costoso que posee este número de proyectos son las pérdidas y por supuesto, también los desperdicios.

Los cuales han sido generados durante la construcción de dichos proyectos.

Lean Construction (tema fundamental de la tesis que se ha desarrollado) posee una filosofía que tiene por finalidad la eliminación de las pérdidas que generó el proyecto de construcción.

2.2. Hipótesis, Variables e Indicadores

2.2.1. Hipótesis

“Si el Lean Construction se emplea correctamente, contribuirá a la mejora en egran medida, de la productividad en la edificación de edificios de carácter multifamiliar, en la ciudad de Lima”.

2.2.2. Hipótesis Específicas

Al hacer uso del Lean Construction en la planificación, logramos alcanzar una reducción relacionada a la incertidumbre y la variabilidad. Ello en las diversas partidas que se llevan a cabo al momento de construir una Edificación Multifamiliar.

Al emplear el Lean Construction, a su vez, se alcanza una mejoría en lo que respecta al cronograma de actividades en relación al cumplimiento del mismo.

La Evaluación y Control del Avance de Obra con la aplicación dela filosofía Lean Construction evita las actividades no contributivas al momento de construir un edificio de carácter multifamiliar.

2.2.3. Variables

- a. Variable independiente: “La filosofía Lean Construction”.
- b. Variable dependiente: “Se encuentra relacionada a la calidad productiva de las empresas que se han de dedicar a construir edificios multifamiliares”.

2.2.4. Indicadores

- Ahorro en costos de Administración
- Acceso Integral de los datos avalada por los protocolos de información utilizados.
- Facilitar la aplicación de teorías Justo a tiempo y pasar en esta forma de un jit dogmático a un jit pragmático.
- Número de actividades No Contributivas.
- Estimación de los tiempos dedicados a las teorías no contributivas.
- Numero de procesos productivos agilizados.
- Numero de errores disminuidos en los documentos.

2.3. Técnicas e instrumentos de la recolección de datos

2.3.1. Técnicas

Las técnicas que han sido utilizadas son:

Entrevistas personales con los gerentes de las empresas del área en cuestión.

Encuestas a los Gerentes Operativos de las empresas Constructoras de la muestra elegida al azar, los que responderán a una encuesta diseñada para la recolección de la información directa

La observación técnica también se utilizó en la investigación, que permitió recopilar una información adecuada para nuestros objetivos.

2.3.2. Instrumentos

Se desarrolló una encuesta para la recolección de información, la misma que contiene preguntas de alternativas múltiples.

La encuesta consta con las siguientes partes:

Parte 1. Datos generales (tipo de empresa y tipo de construcción)

Parte 2. Información acerca de la aplicación de Lean Construction.

2.3.3. Validación de Instrumentos

El cuestionario fue sometido a opinión de expertos para su evaluación previa. Entre los expertos se ha de considerar profesionales con experiencia en procesos de construcción de edificios multifamiliares. Una ficha a ser utilizada con fines de recolección fue hecha. Posteriormente se desarrolló un estudio piloto con la finalidad de obtener información acerca de la claridad del lenguaje utilizados en el instrumento y determinar en forma global si dicha herramienta es de fácil comprensión. El tiempo necesario para el llenado de la encuesta también fue calculado siendo el tiempo aproximado de 5 minutos.

ENCUESTA SOBRE LA FILOSOFÍA DEL LEAN CONSTRUCTION

PRESENTACIÓN

Este cuestionario forma parte de una investigación, que pretende averiguar algunos aspectos relacionados a la aplicación del Lean Construction en las empresas peruanas.

El cuestionario es completamente confidencial y anónimo, NADIE sabrá lo que UD responda. Para contestarlo solo tienes que rellenar los espacios correspondientes o poner una señal en el ítem que creas es tu respuesta.

Por favor lea con atención las preguntas que se le hacen y responda con toda sinceridad.

Sus respuestas se valorarán grandemente y me ayudaran a entender más sobre y está información solo será utilizada para este fin.

Recuerda que NO hay respuestas correctas e incorrectas, TODAS son válidas siempre que reflejen lo que UD., considere. Muchas gracias por su colaboración.

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA

1. Tipo de Empresa

	<i>Pequeña</i>
	<i>Mediana</i>
	<i>Grande</i>

2) Tipo de Construcción

	<i>Multifamiliar</i>
	<i>Multicomercial</i>

PREGUNTAS SOBRE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION

1) ¿Ud., conoce la filosofía de LEAN CONSTRUCCION?

	<i>Si</i>
	<i>No</i>
	<i>No sabe</i>

2) ¿Ha aplicado Ud., la filosofía LEAN CONSTRUCTION en su empresa?

	<i>Totalmente</i>
	<i>Parcialmente</i>
	<i>No aplicada</i>

2) ¿Cree Ud. que la planificación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION reduce la variabilidad de las actividades de construcción en las Edificaciones Multifamiliares?

	<i>Si</i>
	<i>No</i>
	<i>No sabe</i>

4) ¿Cree Ud. que el Diseño y Ejecución de la obra con la filosofía LEAN CONSTRUCCION mejora el cumplimiento del cronograma en las actividades de la Construction?

	<i>Si</i>
	<i>No</i>
	<i>No sabe</i>

5) ¿En qué etapa cree Ud., se seleccionan los insumos que se usan durante la construcción con la filosofía LEAN CONSTRUCCION?

	<i>Diseño</i> <i>Planificación de Presupuesto</i> <i>Ejecución (Construcción)</i>
--	---

6) ¿Cree Ud. ¿Que la Evaluación y Control del avance de obra con la aplicación de la filosofía LEAN CONSTRUCCION contribuye en la producción de los procesos de construcción de edificios multifamiliares?

	<i>Si</i> <i>No</i> <i>No sabe</i>
--	--

7) ¿Su empresa, evalúa el desempeño de los proveedores?

	<i>Si</i> <i>No</i>
--	------------------------

8) ¿Según Ud., se emplea la información obtenida de la evaluación en el proceso de construcción de Edificios Multifamiliares?

	<i>Control del cumplimiento del contrato</i> <i>Retroalimentación para selección en futuros proyectos</i> <i>Todas las anteriores</i>
--	---

GRACIAS POR SU COLABORACION

2.4. Justificación e Importancia

En el Perú, en la última década, el sector vivienda y construcción ha cobrado especial importancia en el despegue del país, desarrollando grandes proyectos de inversión que van desde la edificación de viviendas, edificios, construcción de carreteras y obras civiles en general, tanto las llevadas a cabo por las empresas como las ejecutadas por personas naturales o por el estado peruano.

Por ello surge la motivación de este tema de tesis cuyo título es **“FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION APLICADA A LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO MULTIFAMILIAR EN LA CIUDAD DE LIMA”**.

Con ello se busca proponer mejoras en él, con fines de desarrollar una herramienta que permita lograr la productividad tan anhelada en las obras relacionadas a la edificación.

2.5. Objetivos

2.5.1. Objetivo general:

Análisis de la Productividad en la Construcción del Edificio Multifamiliar Parque Prada, Distrito de Magdalena del Mar, Lima – Perú.

2.5.2. Objetivos específicos:

- ✓ Recopilación de información de campo que se encuentra dentro del expediente técnico de la obra.
- ✓ Extrae información de campo para verificar la productividad en periodo de 3 meses en (la fase de estructuras, rendimientos y recursos).
- ✓ Analizar la documentación obtenida en campo con los datos obtenidos en el expediente técnico (Rendimiento y programación).

Constatación de datos de campo con los datos de línea de base.

CAPÍTULO III

ANTECEDENTES RELACIONADOS CON LA INVESTIGACIÓN

3.1. EVOLUCIÓN DE LA NUEVA FILOSOFÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN “LEAN CONSTRUCTION” EN EL MUNDO

Sus orígenes los encontramos en los estudios realizados con fines de alcanzar mejoras en el ámbito de las empresas manufactureras a hacia fines del s. XIX.

La tendencia de mejora en las empresas destinadas al área de manufactura, viene desde finales de 1890, cuando Frederick W. Taylor realizó innovaciones y difundió, desde un punto de vista científico, la administración vinculada con el trabajo.

Él fundó, la denominada “Administración Científica del Trabajo”, un planteamiento que buscaba entre otras muchas cosas importantes, eliminar en gran medida (y si fuera posible en su totalidad) las pérdidas relacionadas con los aspectos de tiempo, como también las pérdidas relacionadas al dinero, etc., mediante un método científico.

Mediante el empleo o la utilización a partir ellos, que Gilbreth señala que se ha de desglosar el trabajo haciendo hincapié en tiempos de carácter elemental.

A Gilbert se le atribuye ser el fundador de la moderna técnica relacionada al estudio de los movimientos.

El Lean Production también tuvo gran influencia en las industrias destinadas al mercado automotriz.

Podemos mencionar, haciendo un poco de historia, que Henry Ford, alrededor del año de 1910, desarrolla la línea de montaje destinada a emplearse en el Ford T.

Éste era considerado como un producto de carácter estándar.

Las personas encargadas de comandar la empresa destinada a la industria automotriz, Toyota, alrededor de los años 30, realizaron muchas innovaciones destinadas a las líneas de producción de tal forma que se consiguiese que el flujo de materiales tenga un carácter continuo y flexible, para proceder en la fabricación de múltiples y distintos productos.

La Toyota, después de finalizar la Segunda Guerra Mundial, conjuntamente con sus Ingenieros Taiichi Ohno y Shingeo Shingo, sintieron que era muy importante y necesario que se afiance la implementación que se realizó en los años 30's.

Ello surge como consecuencia a la necesidad de elaborar productos diversos, pero en pequeñas cantidades.

De esta manera son sacados a la luz conceptos como "Justo in time", "wastereduction", "pullsystem"

De esta manera comenzó a expandirse en Japón esta filosofía de producción. La cual, por supuesto, debe en gran medida su pensamiento al Ing. Taiichi Ohno.

Esta filosofía, fue nombrada de muchas maneras. De las cuales, entre las más famosas destacan los títulos como son la de Lean Production o Toyota Production System (TPS). Mientras tanto, en el país de Finlandia, el catedrático Lauri Koskela comienza a emplear el Lean Production y optimiza varios de los conceptos que de él se desprenden.

De esta manera él origina una filosofía orientada a los diversos proyectos pertenecientes al sector de la construcción, y a su vez realiza y da a conocer nuevas técnicas a emplear en el control de obras. Todo ello lo expone en su tesis de doctorado.

Con ello había nacido el Lean Construction. Gracias al gran Lauri Koskela. Lo cual posteriormente conduciría a su vez a la creación del Lean Construction Institute (en agosto del año de 1997).



CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Definiciones

4.1.1. Estudio del trabajo

Es aquel que se basa en un examen de carácter sistemático a emplearse en los métodos con fines de conseguir que se realicen actividades para optimizar el uso eficiente de los recursos y a su vez, lograr que se instauren una serie de normas destinadas al rendimiento.

a. Estudio de Movimientos

Se le llama así al examen crítico sistemático y también al registro de los diversos modos de llevar a cabo las actividades. La finalidad de aquello es ejecutar una serie de mejoras.

Se le denomina también como “Estudio de métodos”.

Se basa en:

- Poder hallar el método más apropiado para realizar el trabajo.
- Hacer que todos los trabajadores sean conscientes de los movimientos.
- Llevar a cabo el desarrollo de múltiples herramientas, dispositivos, etc., que se caractericen por ser tanto económicos como eficientes.
- Contribuir y apoyar a elegir nuevas máquinas.

- Brindar a los empleados que recién se incorporan a la institución una capacitación en el método que ha sido preferido.

b. Medición de tiempos

Conocido como Medición de Trabajos, “consiste en determinar el tiempo que empleará el trabajador una determinada tarea haciendo uso de estándares de rendimiento que debe cumplir, ello empleando una serie de técnicas.

El tiempo improductivo y este estudio van de la mano.

Se ha definido que el trabajo se divide en dos partes:

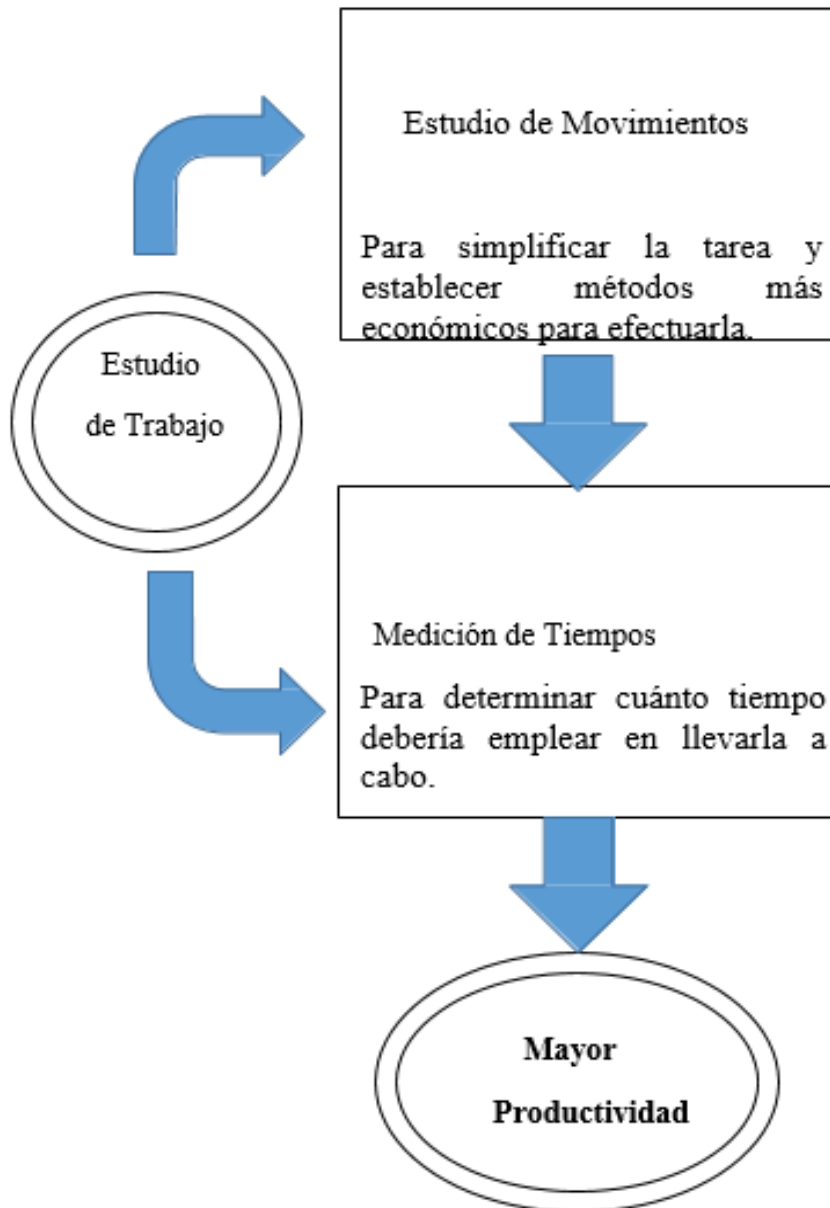
En la primera se puede apreciar el contenido básico del trabajo. En esta primera etapa se establece cuál debe ser el menor tiempo que puede ser empleado o que debe ser requerido para poder alcanzar una unidad de producción. Ello desde un punto de vista teórico, por supuesto.

Y la segunda tiene que ver con el trabajo de carácter suplementario.

Esto se encuentra íntimamente relacionado al tiempo que surge de una manera adicional al teórico debido a los errores que puedan ocasionarse, en el diseño.

Es la segunda parte la que debe ser estudiada con mayor detalle si queremos conseguir alcanzar una reducción en los tiempos destinados a la producción, y por consiguiente mejorar la productividad.

Diagrama del estudio de trabajo



Fuente: Lean Construction.

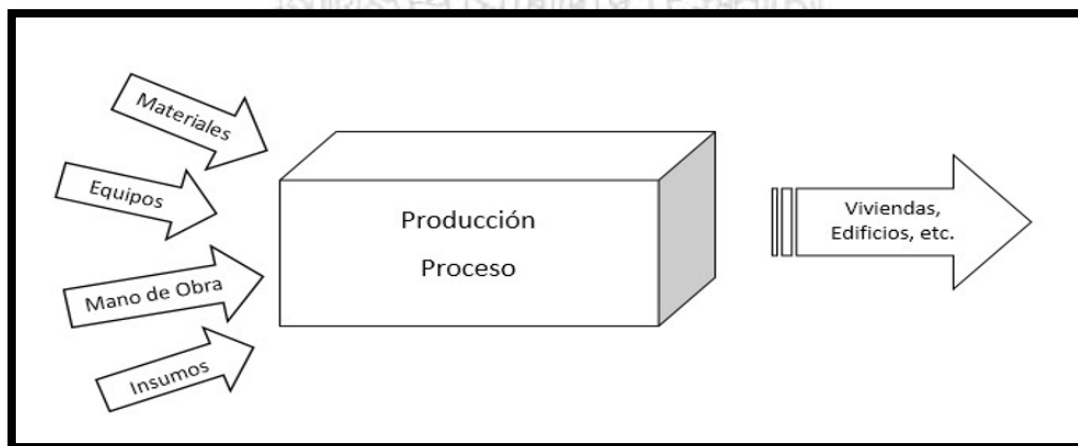
4.2. Lean Construction

El **Lean Construction Institute (LCI)** establece que el Lean Construction es una extensión y especialización de los fines del Lean Production, los cuales, como se ha venido viendo, son lograr que se maximice el valor del producto y también, por supuesto lograr que se minimice las pérdidas que se puedan generar.

Con fines a lograr el mejoramiento del rendimiento de carácter total del proyecto en cuestión, se realizan esfuerzos para controlar cada rendimiento específico que forma parte de la obra.

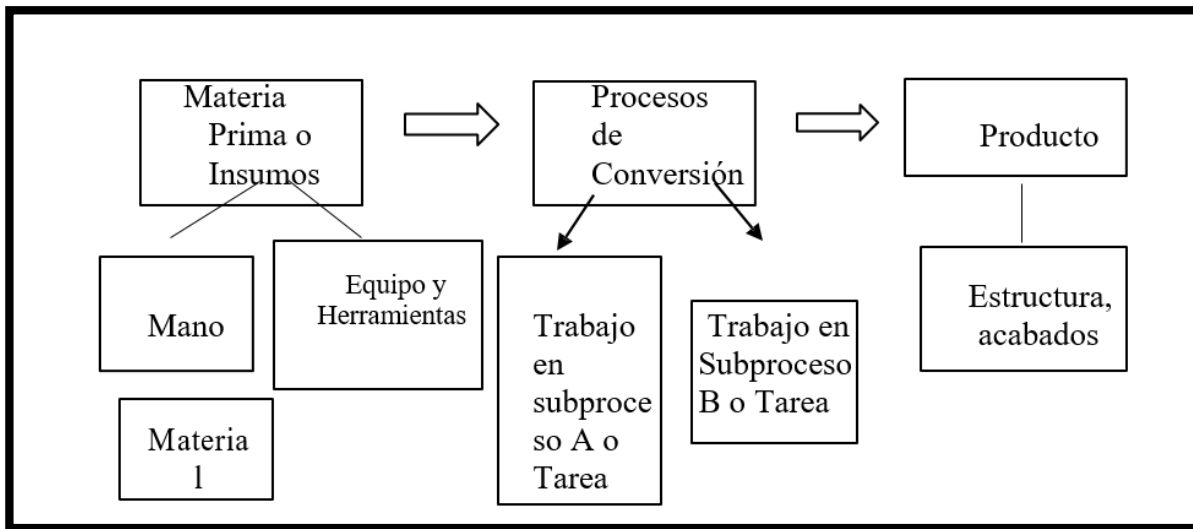
Ello debido a que el rendimiento total posee más importancia.

4.3. Proceso de transformación



Fuente: Lean Construction.

a. Modelo de conversión de procesos

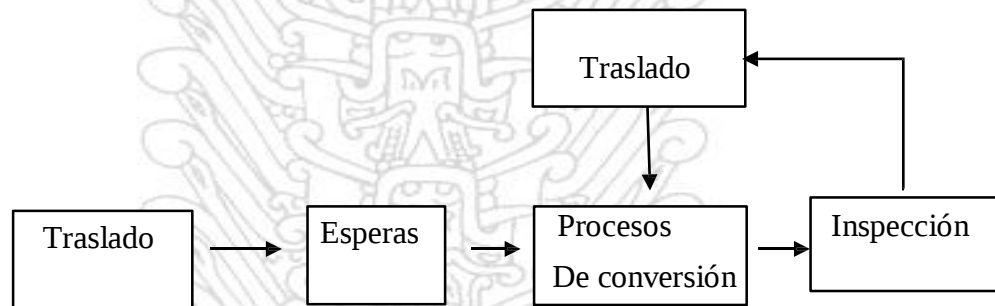


Fuente: Propia.

b. Modelo de flujos de procesos

Se definen así a los eventos de carácter necesario o a las actividades de tipo necesarias para logra la obtención del producto. Aquí podemos mencionar a las actividades destinadas a la transformación, como también podemos mencionar a todas las actividades o a todos los eventos que no han de contribuir o agregar ningún valor durante los procesos de producción.

Se plantea, según los principios de la Construcción sin pérdidas, que todo lo que no pueda aportar valor al producto final, entonces esto debe ser minimizado o, si es posible, eliminado.



Fuente: Propia.

Según el empleo de principios heurísticos es posible explicar cómo han de ser diseñados, mejorados, etc., los denominados flujos de procesos.

c. Teoría de las restricciones (Theory of constraints)

- a) Las restricciones físicas: relacionadas al mercado, los equipos, las materias primas y los diversos sistemas de manufactura.
- b) Las restricciones de política: dentro de aquí podemos mencionar sistemas de carácter administrativo, logístico, reglas, etc.

Enfoque Sistemático del TOC

a) Las restricciones del sistema deben ser identificadas:

Es posible que estas sean de carácter físico: como las maquinarias, mano de obra, como también la materia prima, etc.

b) Explotar las restricciones del sistema: ello nos conduce a conseguir la mayor producción de la restricción que sea posible.

c) Por ser de carácter reiterativo, se ha de caracterizar este proceso. Ello debido a que se produce la aparición de los famosos cuellos de botella cuando al cambiar condiciones de tipo interno o externo.

En toda organización o empresa solo está presente una cantidad pequeña de restricciones que le impide a esta organización, poder alcanzar mayores ingresos.

d. El sistema DBR (Drum, Buffer, Rope)

Este sistema posee una metodología que se basa en el planteamiento, programación y a su vez también ejecución.

Ello resulta luego de ser aplicado el TOC al realizar la programación de una fábrica.

El Buffer: se llama así a un amortiguador de impactos que se caracteriza porque se basa en el tiempo.

El buffer a su vez se caracteriza por proteger al throughput (rendimiento) que se produzca en el día a día. También tiene la finalidad de brindar el aseguramiento del Drum (tambor) para que nunca se quede sin material.

El DBR tiene la capacidad de lograr en la cadena de suministros muchos beneficios de carácter substancial. Y con ello asegurar, a su vez, el desempeño de la planta a una velocidad de tipo máximo, con el mínimo de inventarios, y logrando satisfacer las altas demandas inesperadas.



CAPÍTULO V

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Metodología del análisis de datos:

La aplicación y cálculos de la estadística como ciencia matemática nos ayuda en la recolección de datos para después mediante su tabulación y el uso del programa SPSS 21, nos permita la descripción, visualización y resumen de datos ordenados para poder analizar e interpretar la opinión de los encargados de la construcción de las viviendas multifamiliares y su uso de Lean Construction con la finalidad de contrastar las hipótesis planteadas.

Por lo tanto, se han usado las herramientas estadísticas para analizar el comportamiento de las empresas constructoras en dos aspectos de la gestión gerencial:

Evaluación y selección de procesos productivos de las obras con Lean Construction.

Control del desempeño de los procesos productivos en las obras con Lean Construction.

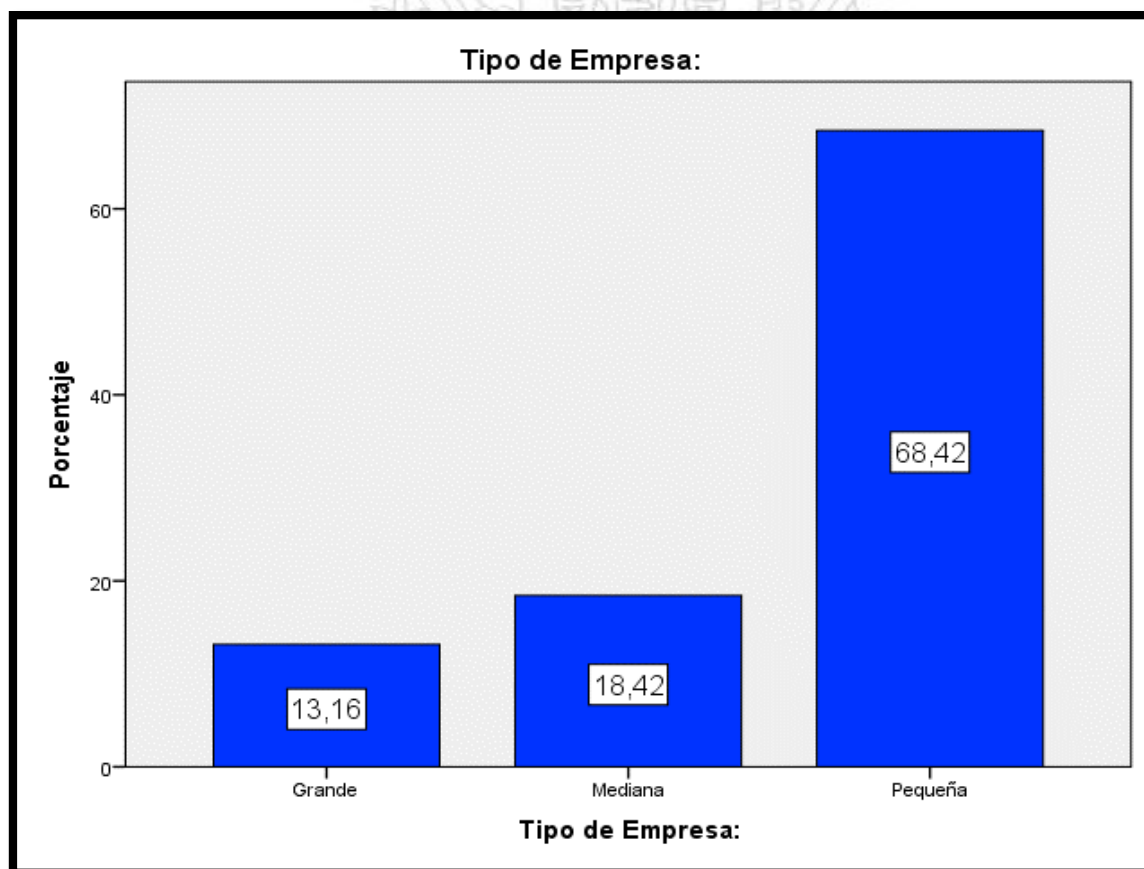
5.2. Análisis de la encuesta:

Tabulación de Tipo de Empresas

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Grande	5	13,2	13,2	13,2
	Mediana	7	18,4	18,4	31,6
	Pequeña	26	68,4	68,4	100,0
	Total	38	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración Propia

Gráfico de Barra de Tipo de Empresas



Fuente: Propia.

Interpretación

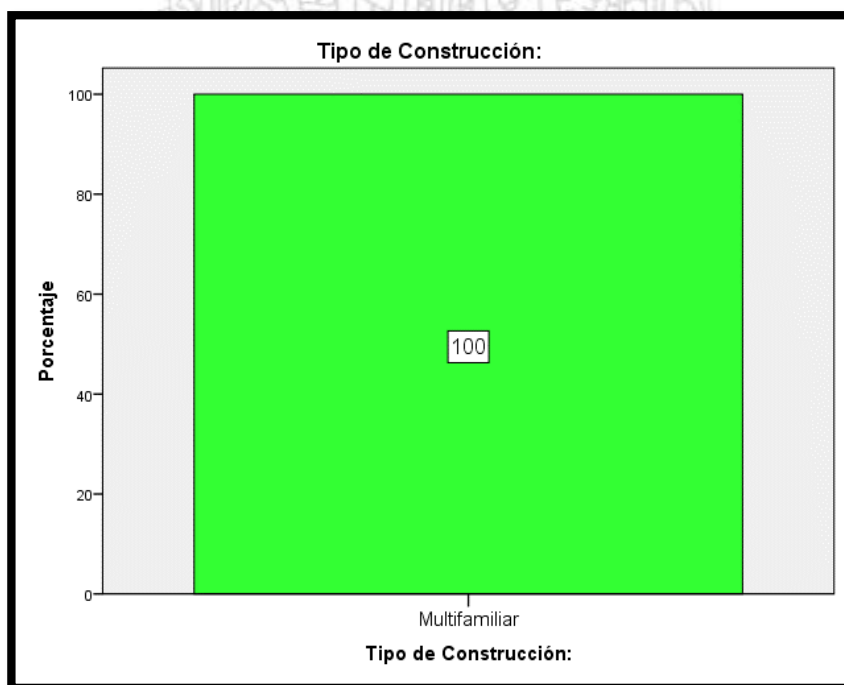
Del estudio de 38 empresas del sector construcción, tenemos que el 68.42% son empresas Pequeñas, el 18.42% son empresas Medianas y solo el 13.16% son empresas Grandes. Esta segmentación de tipo de empresas se realizó teniendo en cuenta la conformación del sector construcción en nuestro país.

Tabulación de Tipo de Construcción

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Multifamiliar	38	100,0	100,0	100,0

Fuente: Propia.

Gráfico de Barra de Tipo de Construcción



Fuente: Propia.

Interpretación

Se tiene que la totalidad de las empresas de construcción analizadas se dedican a la realización de construcciones de viviendas de tipo Multifamiliar.

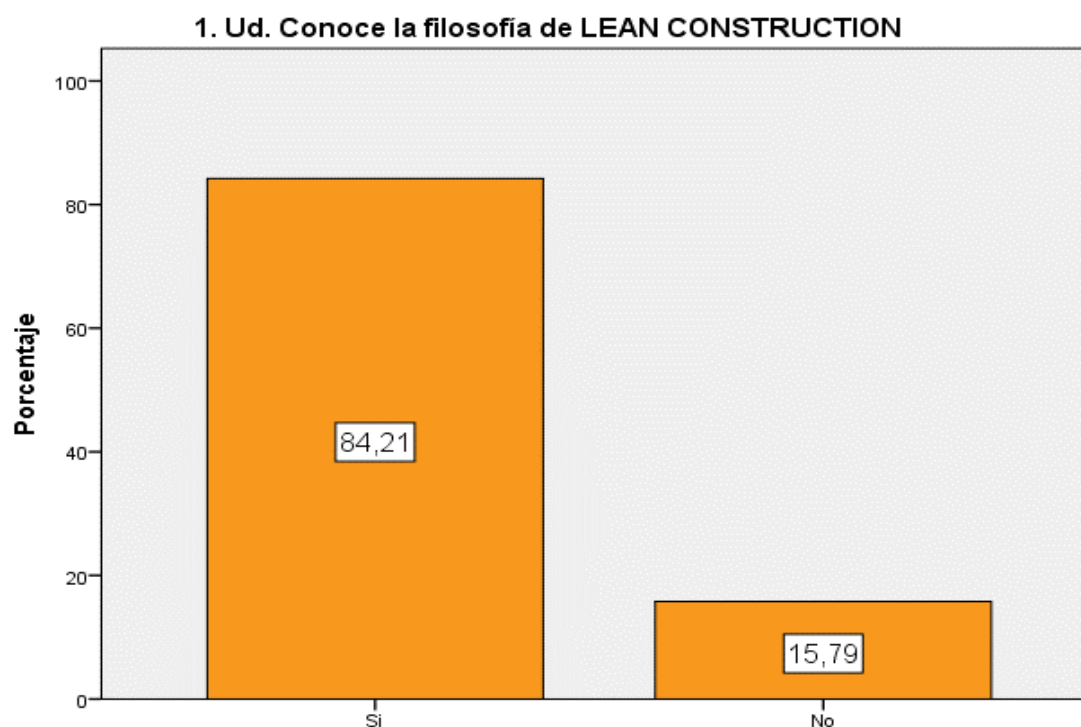
Tabulación de Conocimiento de Lean Construction

1. Ud. Conoce la filosofía de LEAN CONSTRUCTION

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	32	84,2	84,2	84,2
	No	6	15,8	15,8	100,0
	Total	38	100,0	100,0	

Fuente: Propia.

Gráfico de Barra de Conocimiento de Lean Construction



Fuente: Propia.

Interpretación

En lo relacionado al conocimiento de la filosofía de Lean Construction, se tiene que el 84.21% si conoce esta filosofía y solo un 15.79% no tiene conocimiento alguno de la filosofía Lean Construction.

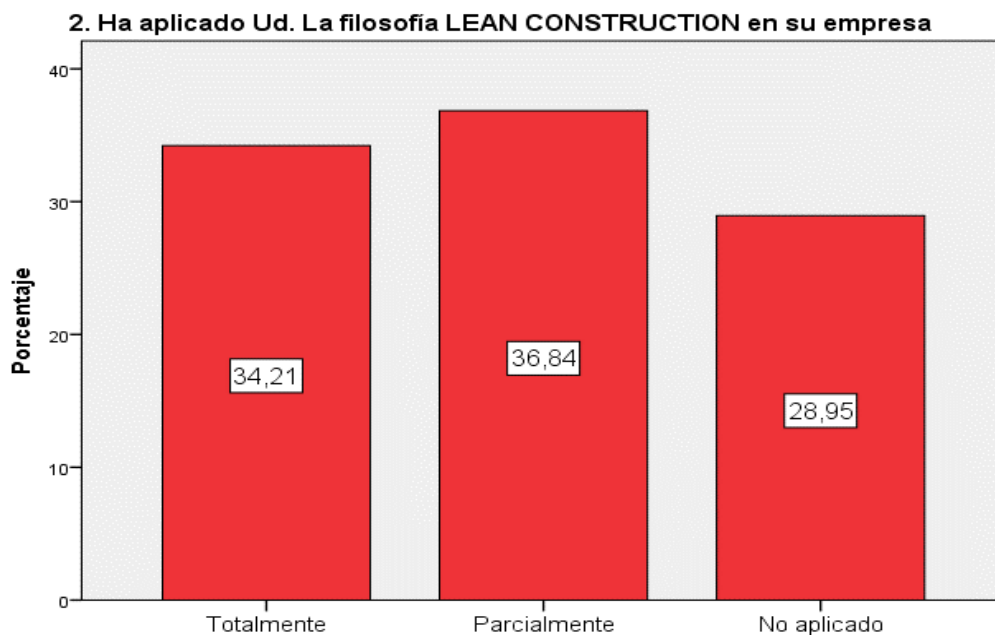
Aplicación de Lean Construction

2. Ha aplicado Ud. La filosofía LEAN CONSTRUCTION en su empresa

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Totalmente	13	34,2	34,2	34,2
	Parcialmente	14	36,8	36,8	71,1
	No aplicado	11	28,9	28,9	100,0
	Total	38	100,0	100,0	

Fuente: Propia.

Gráfico de aplicación de Lean Construction



Fuente: Propia.

Interpretación

Se tiene que el 36.84% de las empresas analizadas han implementado Parcialmente el sistema Lean Construction en su empresa, el 34.21% lo han implementado Totalmente y solo un 28.95% no ha Aplicado el sistema Lean Construction en su empresa.

Variabilidad de las actividades

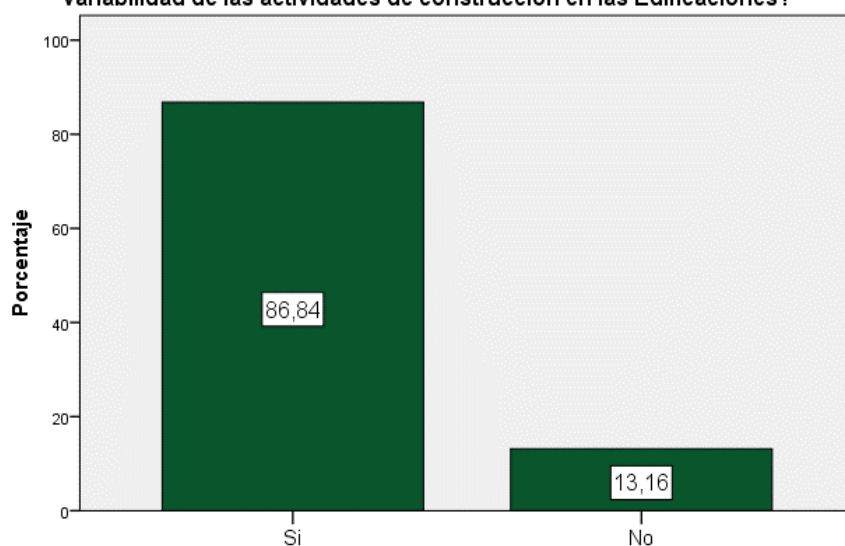
3. ¿Cree Ud. que la planificación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION reduce la variabilidad de las actividades de construcción en las Edificaciones?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	33	86,8	86,8	86,8
	No	5	13,2	13,2	100,0
	Total	38	100,0	100,0	

Fuente: Propia.

Variabilidad de las Actividades

3. ¿Cree Ud. que la planificación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION reduce la variabilidad de las actividades de construcción en las Edificaciones?



Fuente: Propia.

Interpretación

En lo que respecta a las ventajas de la filosofía Lean Construction, se tiene que un 86.84% manifiesta que la filosofía Lean Construction reduce la variabilidad de las actividades de construcción en las Edificaciones, permitiendo un mejor manejo de las actividades durante la realización de la obra.

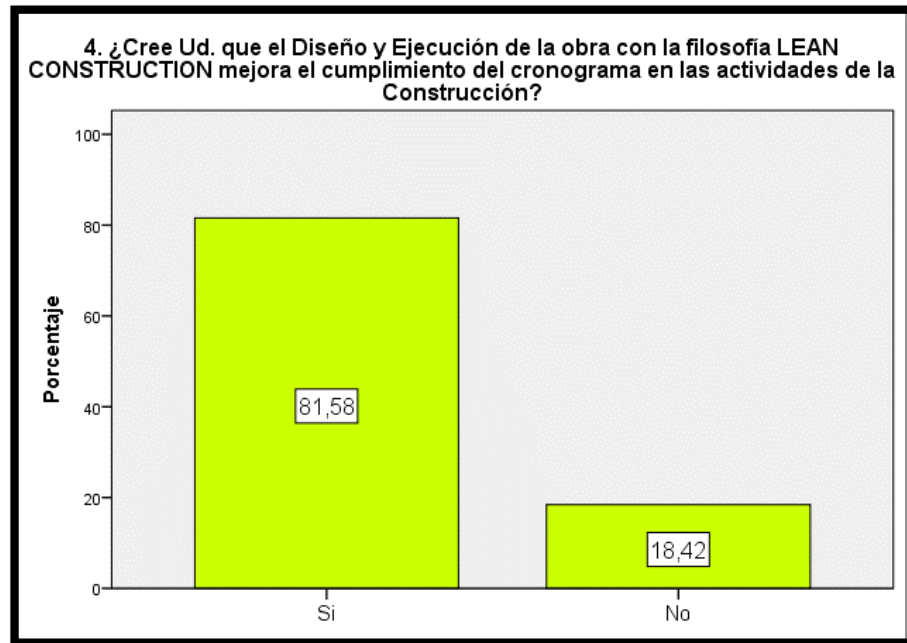
Diseño y Ejecución de la Obra

4. ¿Cree Ud. que el Diseño y Ejecución de la obra con la filosofía LEAN CONSTRUCTION mejora el cumplimiento del cronograma en las actividades de la Construcción?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	31	81,6	81,6	81,6
	No	7	18,4	18,4	100,0
	Total	38	100,0	100,0	

Fuente: Propia.

Diseño y Ejecución de la Obra



Fuente: Propia.

Interpretación

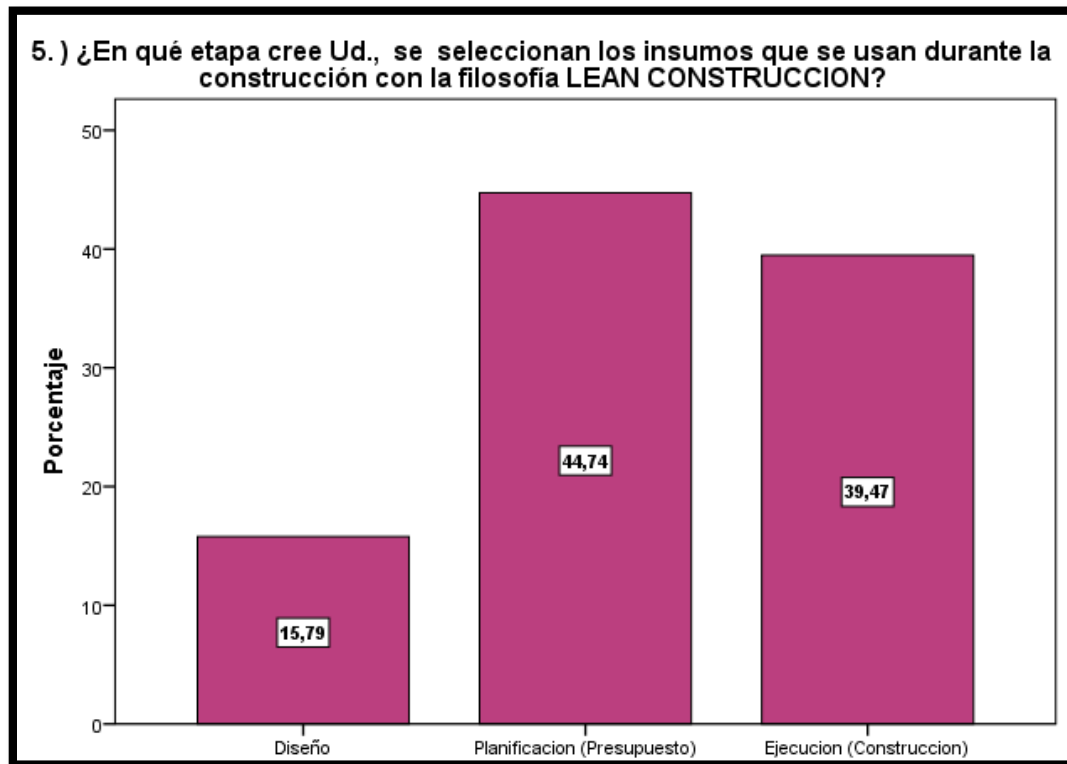
En lo que respecta a las ventajas de la filosofía Lean Construction, se tiene que un 81.58% que la filosofía Lean Construction mejora el cumplimiento del cronograma en las actividades de la construcción, permitiéndonos un mejor manejo de los tiempos en la construcción de la obra.

Etapas de selección de insumos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Diseño	6	15,8	15,8	15,8
	Planificación (Presupuesto)	17	44,7	44,7	60,5
	Ejecución (Construcción)	15	39,5	39,5	100,0
	Total	38	100,0	100,0	

Fuente: Propia.

Etapa de selección de insumos



Fuente: Propia.

Interpretación

Tenemos que un 44.74% de las empresas constructoras utilizan la filosofía de Lean Construction para la Planificación (Presupuesto) de la obra, el 39.47% de las empresas la utilizan el Lean Construction para la Ejecución de la obra y solo un 15.79% de las empresas utilizan el Lean Construction para el Diseño de la obra.

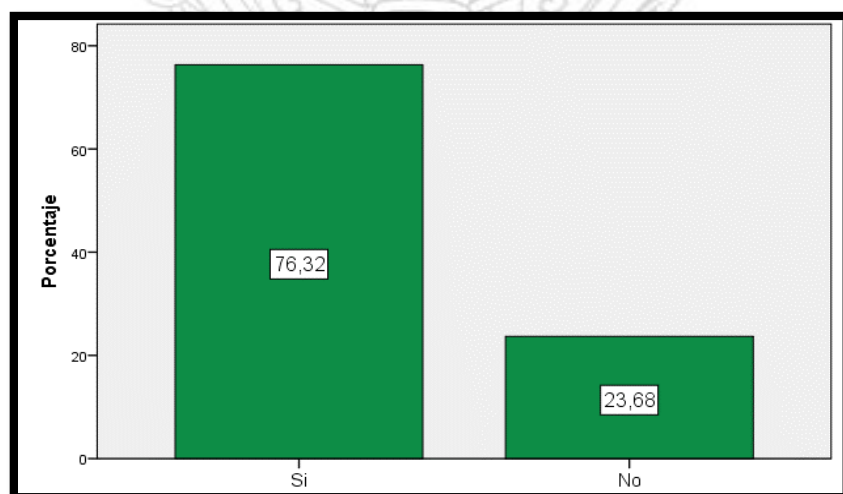
Control y Evaluación de la obra

6. Cree Ud. Que la Evaluación y Control del avance de obra con la aplicación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION contribuye a la construcción

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	29	76,3	76,3	76,3
	No	9	23,7	23,7	100,0
	Total	38	100,0	100,0	

Fuente: Propia.

Control y Evaluación de la obra



Fuente: Propia.

Interpretación

Se tiene que el 76.32% de los gerentes de las empresas constructoras manifiestan que la aplicación de la filosofía Lean Construction contribuye al Control y Evaluación del avance de obra, lo que permite un mejor desempeño de la productividad de la obra.

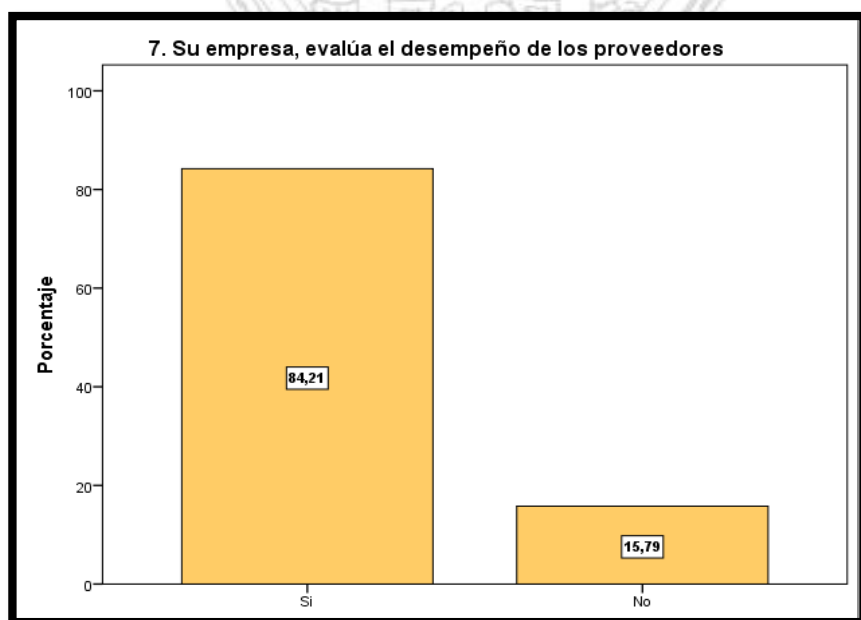
Control y Evaluación de Proveedores

7. Su empresa, evalúa el desempeño de los proveedores

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Si	32	84,2	84,2	84,2
	No	6	15,8	15,8	100,0
	Total	38	100,0	100,0	

Fuente: Propia.

Control y Evaluación de Proveedores



Fuente: Propia.

Interpretación

Se tiene que el 81.58% de las empresas manifiestan que, si realizan una evaluación de los proveedores, con el fin de llevar un mayor control del desempeño y confiabilidad de los proveedores.

Información de los proveedores

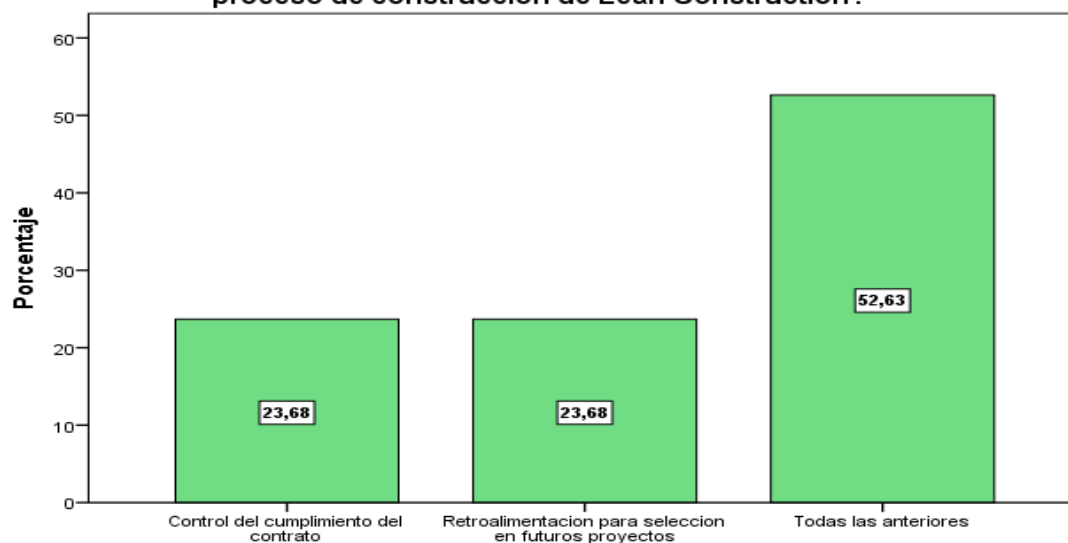
8. ¿Según Ud., para que se emplea la información obtenida de la evaluación en el proceso de construcción de Lean Construction?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	Control del cumplimiento del contrato	9	23,7	23,7	23,7
	Retroalimentación para selección en futuros proyectos	9	23,7	23,7	47,4
	Todas las anteriores	20	52,6	52,6	100,0
	Total	38	100,0	100,0	

Fuente: Propia.

Información de los proveedores

8. ¿Segun Ud para que se emplea la información obtenida de la evaluación en el proceso de construcción de Lean Construction?



Fuente: Propia.

Interpretación

Se tiene que la información obtenida de la evaluación de los proveedores es utilizada en un 28.95% para la retroalimentación para selección en futuros proyectos y un 21.05% lo utilizan para el Control del cumplimiento del contrato. Se tiene que un 50% de los gerentes lo utiliza para los dos aspectos anteriores, con el fin de seleccionar y controlar de la mejor forma a los proveedores en la realización de la obra.

5.3. COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis Específica 1

La Planificación con la aplicación de la filosofía Lean Construction reduce la incertidumbre y la variabilidad de las actividades en la construcción de una Edificación Multifamiliar en Lima Metropolitana

Tabla de Contingencias de Hipótesis Específica 1

		3. ¿Cree Ud. que la planificación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION reduce la variabilidad de las actividades de construcción en las Edificaciones?		Total
		Si	No	
Tipo de Empresa:	Grande	5	0	5
	Mediana	4	3	7
	Pequeña	24	2	26
Total		33	5	38

Fuente: Propia.

Prueba Estadística

Chi Cuadrado de Contingencias

Prueba Chi Cuadrado Hipótesis Específica 1

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,841 ^a	2	,033
Razón de verosimilitudes	5,930	2	,052
Asociación lineal por lineal	,256	1	,613
N de casos válidos	38		

a. 4 casillas (66,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,66.

Fuente: Propia.

Conclusión

Como $\text{Sig.} = 0.033 < 0.05$, se puede concluir que la Planificación con la aplicación de la filosofía Lean Construcción reduce la incertidumbre y la variabilidad las actividades en la construcción de una Edificación Multifamiliar en Lima Metropolitana.

Hipótesis Específica 2

El Diseño y ejecución de la obra con la aplicación de la filosofía Lean Construction mejora el cumplimiento del cronograma de las actividades en la construcción de una Edificación Multifamiliar en Lima Metropolitana

Tabla de Contingencias de Hipótesis Especifica 2

		4. ¿Cree Ud. que el Diseño y Ejecución de la obra con la filosofía LEAN CONSTRUCTION mejora el cumplimiento del cronograma en las actividades de la Construcción?		Total
		Si	No	
Tipo de Empresa:	Grande	5	0	5
	Mediana	2	5	7
	Pequeña	24	2	26
Total		31	7	38

Fuente: Propia.

Prueba Estadística

Chi Cuadrado de Contingencias

Prueba Chi Cuadrado Hipótesis Especifica 2

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	16,209 ^a	2	,000
Razón de verosimilitudes	13,829	2	,001
Asociación lineal por lineal	1,166	1	,280
N de casos válidos	38		
a. 4 casillas (66,7%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es ,92.			

Fuente: Propia.

Conclusión

Como $\text{Sig.}=0.000 < 0.05$, se puede concluir que el Diseño y ejecución de la obra con la aplicación de la filosofía Lean Construction mejora el cumplimiento del cronograma de las actividades en la construcción de una Edificación Multifamiliar en Lima Metropolitana.

Hipótesis Específica 3

La Evaluación y Control del Avance de Obra con la aplicación de la filosofía Lean Construction evita las actividades no contributivas en la construcción de una Edificación Multifamiliar en Lima Metropolitana.

Tabla de Contingencias de Hipótesis Especifica 3

		6. Cree Ud. Que la Evaluación y Control del avance de obra con la aplicación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION contribuye a la construcción		Total
		Si	No	
Tipo de Empresa:	Grande	5	0	5
	Mediana	3	4	7
	Pequeña	21	5	26
Total		29	9	38

Fuente: Propia.

Prueba Estadística

Chi Cuadrado de Contingencias

Prueba Chi Cuadrado Hipótesis Específica 3

	Valor	gl	Sig. asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	6,173 ^a	2	,046
Razón de verosimilitudes	6,586	2	,037
Asociación lineal por lineal	,000	1	,989
N de casos válidos	38		

a. 3 casillas (50,0%) tienen una frecuencia esperada inferior a 5. La frecuencia mínima esperada es 1,18.

Fuente: Propia.

Conclusión

Como $\text{Sig.}=0.046 < 0.05$, se puede concluir que la Evaluación y Control del Avance de Obra con la aplicación de la filosofía Lean Construction evita las actividades no contributivas en la construcción de una Edificación Multifamiliar en Lima Metropolitana.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Haciendo uso de la filosofía del Lean Construction han sido ideadas muchas herramientas que están destinadas a, en el proceso productivo, disminuir las pérdidas.

Ballard y Howell, elaboraron una de más famosas herramientas, de carácter planificativo y de control.

El sistema conocido como Last Planner System (en español el último planificador) establece cambios de tipo fundamental en la forma como los proyectos han de ser planificados y controlados.

Ello consiste en que a cada obra se le dará una planificación apropiada y acorde a sus características.

Por ello 3 herramientas se han de emplear:
programación general, intermedia y semanal.

Las unidades destinadas a la producción y el control del flujo de las actividades son definidas haciendo uso de las asignaciones de trabajo.

La toma de decisiones para la construcción de edificaciones, presenta un espectro muy amplio debido a que puede partir desde la elección del sistema estructural continuando con el origen, tipo, marca y proveedor en el caso de los insumos.

En base a lo anterior se puede ver que para definir exactamente un insumo se deben tomar múltiples decisiones lo cual indica que la definición del abastecimiento no es proceso sencillo sino más bien complejo.

Es importante resaltar que las decisiones de abastecimiento abarcan las etapas de diseño, planificación y construcción. El abastecimiento debe definirse en las dos primeras etapas de tal manera que se minimicen las decisiones de “última hora” durante la construcción. Esto evitará retrasos y mayores costos para el proyecto.

Las decisiones de abastecimiento antes del diseño implican mayormente la elección de algunos materiales que influyen en los planos de un proyecto. Cabe resaltar que también existen algunos equipamientos o sistemas que influyen como, por ejemplo: tipo de ascensor o el tipo de suministro de agua (cisterna-tanque o cisterna-presión constante hidroneumática). Uno de los objetivos principales de este tipo de decisiones es evitar las iteraciones negativas o rediseños de los planos.

Las decisiones de abastecimiento antes de la planificación tienen dos propósitos: determinación de los costos unitarios de las partidas para elaborar un presupuesto y dar algunos parámetros para la programación. En este caso, se tienen que decidir sobre los tres tipos de recursos (materiales, mano de obra y equipos) por lo cual el rango de decisión es mucho más amplio que en el diseño.

El objetivo principal, es evitar que la elaboración de presupuestos se haga sin analizar cuáles serán los requerimientos que exactamente utilizarán en la obra.

Las decisiones durante la construcción, como ya se comentó, deberían minimizarse y sólo se deben hacer cuando haya factores externos que nos obliguen a hacerlos como, por ejemplo: subidas de precios intempestivas, falta de stock, etc.

La teoría de decisiones ofrece un marco general de pasos a seguir con el objetivo de elegir entre varias alternativas aquella que satisfaga los objetivos planteados. Los pasos son: búsqueda de alternativas, determinación de los criterios, evaluación y selección de las alternativas.

Uno de los aportes de la tesis ha sido desarrollar un catálogo de alternativas para las partidas más incidentes del rubro de estructuras que facilitará la búsqueda de las alternativas.

Los criterios que se deben usar para evaluar las alternativas son de dos tipos: cualitativos y cuantitativos, siendo estos últimos los más difíciles de determinar.

Para ayudar al decisor se ha elaborado un catálogo con criterios cualitativos para el catálogo de alternativas desarrolladas. Cabe resaltar que estos criterios son una base para el decisor pudiéndose agregarse otros de acuerdo a lo que se considere necesario.

Para la evaluación y selección de insumos se ha planteado una metodología que consta de tres partes fundamentales: evaluación cuantitativa, evaluación cualitativa y la evaluación integral. Esta metodología ofrece dos importantes ventajas; en primer lugar, permite evaluar las alternativas usando criterios cualitativos y en segundo lugar integra los resultados de las evaluaciones cualitativas y cuantitativas en una evaluación final.

La literatura presenta innumerables métodos y herramientas que pueden ser empleados para las evaluaciones cualitativas; sin embargo, siendo conscientes de que uno de los fines de las tesis es proponer soluciones que puedan ser fácilmente aplicadas en el ejercicio profesional; se hizo una encuesta para determinar el método que tanto ingenieros civiles como arquitectos usarían. El resultado arrojó que el 53% de los encuestados emplearía el Método del Scoring.

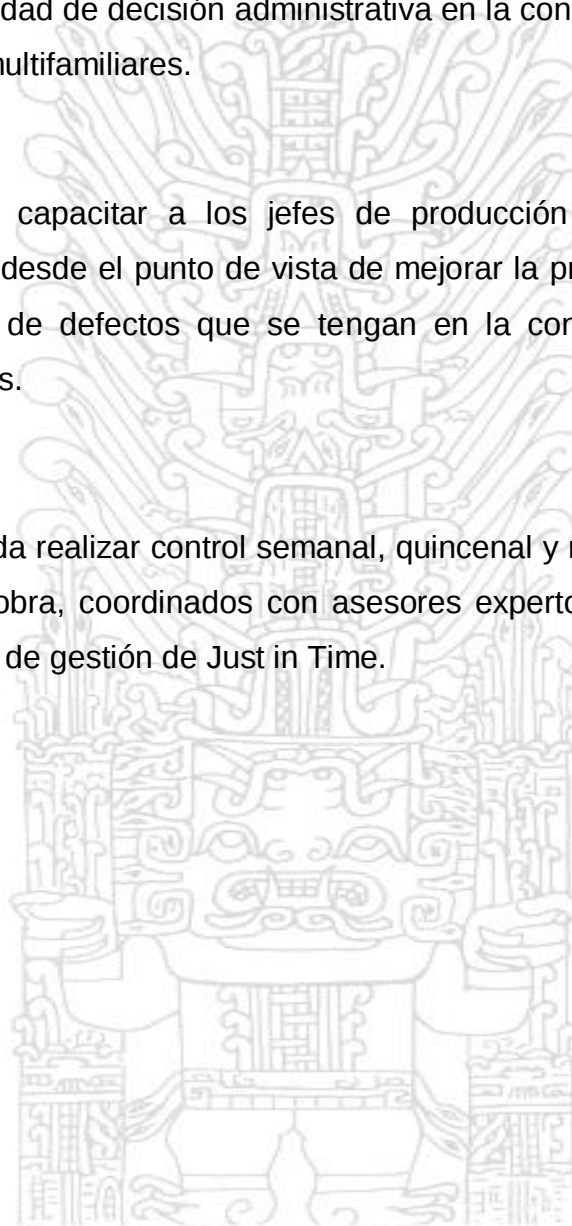
El grado de dificultad de los tres métodos escogidos es variable siendo el Scoring el más fácil, la Matriz de Pares medianamente difícil y el AHP (Proceso de Análisis Jerárquico) el más difícil por lo cual es lógico que la mayoría de los encuestados se haya inclinado.

CONCLUSIONES

- Las empresas constructoras presentan un mayor conocimiento de la filosofía Lean Construction, en especial en las grandes empresas
- Las empresas constructoras de Lima Metropolitana en una tercera parte no han aplicado la filosofía Lean Construction.
- Las empresas constructoras opinan que es muy importante la planificación de Lean Construction para reducir la variabilidad de las actividades de construcción de edificios multifamiliares.
- Las empresas constructoras opinan que el diseño y ejecución de la filosofía de Lean Construction es muy importante para mejor el cumplimiento del cronograma de actividades.
- La etapa de planificación (presupuesto) es donde se seleccionan los insumos para la construcción según la filosofía Lean Construction.
- Las empresas constructoras opinan que la evaluación y control de los proveedores contribuye a la construcción.
- Las empresas constructoras opinan que las evaluaciones del desempeño de los proveedores contribuyen con los procesos productivos, para ello se debe tener con mayor control del cumplimiento de contratos, así como la retroalimentación de futuros proyectos en la construcción de viviendas multifamiliares.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere enviar a los encargados de operaciones de las empresas constructoras a capacitarse en la filosofía Lean Construction, para tener una mayor capacidad de decisión administrativa en la construcción de proyectos de edificios multifamiliares.
- Se aconseja capacitar a los jefes de producción en la filosofía Lean Construction desde el punto de vista de mejorar la productividad, mediante la reducción de defectos que se tengan en la construcción de edificios multifamiliares.
- Se recomienda realizar control semanal, quincenal y mensual acerca de los avances de obra, coordinados con asesores expertos en la aplicación de herramientas de gestión de Just in Time.



BIBLIOGRAFÍA

- Begazo, J. (2016). *Proponer una mejora en la planificación de obras a través del sistema Last Planner en el proyecto Cibertec – Bellavista* (Trabajo de Suficiencia Profesional), Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Breña, S. (2012). *Propuesta de un plan de seguridad y salud y presupuesto del plan de un edificio multifamiliar de diecisiete niveles de vivienda y cuatro sótanos de estacionamientos y depósitos en el distrito de Miraflores* (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Calongos, N. & Reátegui, M. (2017). *Mejora de la productividad en el mantenimiento rutinario de un camino vecinal aplicando la filosofía Lean Construction* (Trabajo de Investigación), Universidad Científica del Perú, Tarapoto, Perú.
- Carrera, W. (2016). *Aplicación de una metodología moderna para el desarrollo y construcción de un centro educativo emblemático* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.
- Docslide.com.br. (2018). *Documento Completo de Tesis II*. [online] Recuperado de: <https://documents.mx/documents/documento-completo-de-tesis-ii.html>

Filosofialeanconstruction. (2018). *filosofialeanconstruction*. [online] Recuperado de:
<https://filosofialeanconstruction.wordpress.com/>

Flores, P. (2015). *Productividad e innovación en el abastecimiento de materiales utilizando la filosofía Lean Construction en edificaciones multifamiliares (Caso: Proyecto Moon –Santiago de Surco-Lima)* (Tesis de Pregrado), Universidad de San Martín de Porres, Lima, Perú.

Huisa, Y., Sánchez, J. & Sarmiento, J. (2017). *Propuesta de un plan para la planificación y control del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo utilizando las herramientas Lean Construction* (Trabajo de Suficiencia Profesional), Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa, Perú.

Miranda, A. (2013). *Análisis de productividad de mano de obra y equipos en la construcción de un pad de lixiviación pad la quinua la minera Yanacocha-Cajamarca* (Tesis de Pregrado), Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Miranda, D. (2012). *Implementación del sistema Last Planner en una habilitación urbana* (Tesis de Pregrado), Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

Moran Bermúdez, L. and Quispe Corimanya, H. (2018). *Estudio de la productividad en la partida de estructuras 1°-3° piso, de la construcción del edificio multifamiliar residencial Heredia en la Ciudad de Trujillo*. [online] Repositorio.upao.edu.pe. Recuperado de:
<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/639>

Moreno, J. (2016). *Ampliación del colegio Markham aplicando herramientas Lean Construction* (Trabajo de Suficiencia Profesional), Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú.

Repositorioacademico.upc.edu.pe. (2018). [online] Recuperado de: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/621033/TEsis+VERSION+FINAL+28-09-2016+PARA+IMPRESION.pdf;jsessionid=7A6C8C1F55E1DAEB2B75E09C0C8BC9D0?sequence=5>

Repositorioacademico.usmp.edu.pe. (2018). [online] Recuperado de: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1318/1/flores_fpb.pdf

Repositorio.ucp.edu.pe. (2018). [online] Recuperado de: <http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/299/CALONGOS-RE%C3%81TEGUI-1-Trabajo-Mejora.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Repositorio.unc.edu.pe. (2018). [online] Recuperado de: <http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/556/T%20622%20M672%202013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tesis.pucp.edu.pe. (2018). [online] Recuperado de: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1473/BRE%C3%91A_SALAS_SANDRA_PLAN_SALUD_SEGURIDAD_EDIFICIO_MULTIFAMILIAR.pdf?sequence=1

Tesis.pucp.edu.pe. (2018). [online] Recuperado de:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/1219/MIRANDA_CASANOVA_DANIEL_SISTEMA_LAST_PLANNER.pdf?sequence=1

Upcommons.upc.edu. (2018). [online] Recuperado de:
<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/15641/Tesina%20P.%20Puigpelat%20Barrado.pdf>

