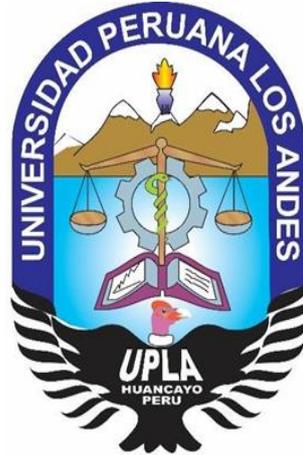


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**EVALUACION DEL DESPERDICIO DE CONCRETO EN
ELEMENTOS VERTICALES EN EDIFICACIONES
MEDIANTE LOS PRINCIPIOS LEAN CONSTRUCTION EN
EL DISTRITO DE HUANCAYO**

PRESENTADO POR:

Bach. ALIAGA CALLUPE JOSE ANTONIO

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

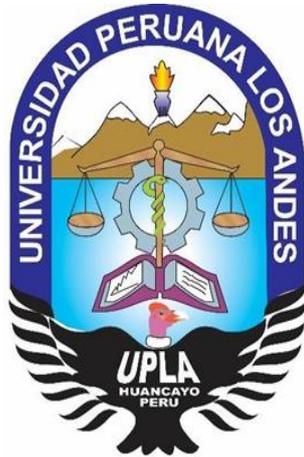
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2021

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



TESIS

**EVALUACION DEL DESPERDICIO DE CONCRETO EN
ELEMENTOS VERTICALES EN EDIFICACIONES
MEDIANTE LOS PRINCIPIOS LEAN CONSTRUCTION EN
EL DISTRITO DE HUANCAYO**

PRESENTADO POR:

Bach. ALIAGA CALLUPE JOSE ANTONIO

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2021

ASESOR

MG. FIDEL CASTRO CAYLLAHUA (ASESOR METODOLÓGICO)

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA (ASESOR TEMÁTICO)

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por permitirme llegar a esta etapa de mi vida. Por las victorias y momentos duros que me toca vivir, enséñame a apreciar cada día más.

A mis padres por su paciencia, amor, fortaleza y valores brindados incondicionalmente.

“El éxito no es un accidente, es trabajo duro, perseverancia, aprendizaje, estudio, sacrificio y sobre todo amar lo que estás haciendo”.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todas las personas que han formado parte de mi vida profesional, que me han apoyado, aconsejado y alentado en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis maestros por transmitir y compartir sus conocimientos, aquellos que marcaron cada etapa de mi vida universitaria.

A mis asesores de tesis MG. Fidel Castro Cayllahua e Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza, por su exigencia, motivación y apoyo.

A mi familia por el apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida universitaria.

CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

ÍNDICE

Pág.

ASESOR	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
CONFORMIDAD DE LOS JURADOS	vi
ÍNDICE	vii
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCION	xiii
CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
1.1. Planteamiento del problema.....	14
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	15
1.2.1. Problema General.....	15
1.2.2. Problemas Específicos	15
1.3. Justificación.....	15
1.3.1. Social o práctica.....	15
1.3.2. Científica o teórica.....	16
1.3.3. Metodológica.....	17
1.4. Delimitación del problema	17
1.6. Objetivos	17
1.6.1. Objetivo General.....	17
1.6.2. Objetivos Específicos	18
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes.....	19
2.2. Marco conceptual	27
2.3. Definición de términos	28
2.3.1. Desperdicio de materiales.....	28
2.3.2. Principios Lean Construction.....	39
2.4. Hipótesis.....	58

2.4.1. Hipótesis General	58
2.5. Variables.....	58
2.5.1. Definición conceptual de la variable	58
2.5.2. Definición operacional de la variable	59
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	60
3.1. Método de investigación	60
3.2. Tipo de Investigación.....	60
3.3. Nivel de investigación.....	60
3.4. Diseño de la investigación	60
3.5. Población y muestra	61
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	61
3.7. Procesamiento de la información	61
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	62
4.1. Resultados Descriptivos.....	62
4.1.1. Resultados del Objetivo Específico 1.....	62
4.1.2. Resultados del Objetivo Específico 2.....	66
4.2. Resultado Inferencial.....	74
4.2.1. Resultado del Objetivo General	74
CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS	75
CONCLUSIONES.....	79
RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	85
Matriz de consistencia.....	86
Ficha de Observación	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Residuos Sólidos de Construcción.....	36
Tabla 2: La filosofía de producción tradicional y la nueva filosofía de producción	40
Tabla 3: Desperdicios en la producción	43
Tabla 4: Porcentaje de desperdicio sin Lean Construction en columnas	62
Tabla 5: Porcentaje de desperdicio sin Lean Construction en placas de concreto	64
Tabla 6: Porcentaje de desperdicio con Lean Construction en proyecto 1 (Columnas).....	66
Tabla 7: Porcentaje de desperdicio con Lean Construction en proyecto 1 (Columnas).....	68
Tabla 8: Porcentaje de desperdicio con Lean Construction en proyecto 2 (Columnas).....	70
Tabla 9: Porcentaje de desperdicio con Lean Construction en proyecto 2 (Placas de concreto armado)	72
Tabla 10. T de Student para el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones con y sin principio Lean Construction	74

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Clasificación de Materiales.....	31
Figura 2: Índice de RSC /m ³ /m ²	37
Figura 3: Esquema conceptual de producción Lean como un flujo de procesos. (Koskela, 1992).....	42
Figura 4: Modelo de producción tradicional. Tomado de Lean Construction en el Perú, Pablo Orihuela : (Porras, Sánchez, & Galvis, 2014)	44
Figura 5: Modelo de producción Lean o TFV. Tomado de Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction. Fuente: (Porras, Sánchez, & Galvis, 2014)	44
Figura 6: Placa de concreto.....	45
Figura 7: Mechas con la longitud de empalme adecuado	48
Figura 8: Datos para asegurar el recubrimiento	48
Figura 9: Mezcla por cada metro cúbico de concreto.....	49
Figura 10: Curado del concreto con aditivo	49
Figura 11: Apuntalamiento del encofrado.....	50
Figura 12: Albañilería confinada.....	51
: Figura 13. Albañilería confinada.....	53
Figura 14: Muro de concreto armado	53

RESUMEN

El título de la investigación es: Evaluación del desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los Principios Lean Construction en el distrito de Huancayo, que tendrá como objetivo general: Evaluar la diferencia entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo. La metodología de estudio corresponde a una investigación de tipo básico, nivel descriptivo, diseño descriptivo comparativo, no experimental y de corte transversal. La muestra de estudio será una construcción civil que está usando los Principios Lean Construction y otra construcción que no está usando los Principios Lean Construction.

Los resultados muestran que el porcentaje de desperdicio de concreto para el proyecto 1 en elementos verticales en edificaciones que no utilizan los Principios Lean Construction en columnas de sótano, primer y segundo piso fué de 8.55%, de la misma manera en placas de concreto armado del sótano, primer y segundo piso fué 0.55%. El porcentaje de desperdicio de concreto para el proyecto 2 en elementos verticales en edificaciones que utilizan la filosofía Lean Construction en columnas de sótano y primer piso fué 7.84% de la misma manera en placas de concreto armado de sótano y primer piso fué de 0.63%. Y el porcentaje de desperdicio de concreto con Lean Construction para el proyecto 2 en columnas de segundo y tercer piso fué 8.21%, de la misma manera en placas de concreto armado para el segundo y tercer piso fué 2.51%

Se concluye que existe diferencia significativa entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo. ($p=0.040$; $0.005 < 0.05$)

Palabra clave: Principios Lean Construction, elementos verticales.

ABSTRACT

The title of the research is: Evaluation of concrete waste in vertical elements in buildings through the Lean Construction Principles in the district of Huancayo, which will have as a general objective: Evaluate the difference between concrete waste in vertical elements in buildings through the principles Lean Construction with those who do not use these principles in the district of Huancayo. The study methodology corresponds to a basic type research, descriptive level, comparative descriptive design, non-experimental and cross-sectional. The study sample will be a civil construction that is using the Lean Construction Principles and another construction that is not using the Lean Construction Principles.

The results show that the percentage of concrete waste in vertical elements in buildings that do not use the Lean Construction Principles in columns was 8.55%. And the percentage of waste without Lean Construction in reinforced concrete plates was 0.55%. That the percentage of concrete waste in vertical elements in buildings that use the Lean Construction philosophy. Where the percentage of waste with Lean Construction for project 1 in columns was 7.84%. And for the percentage of waste with Lean Construction for project 1 in reinforced concrete plates it was 7.84%. And for the waste percentage with Lean Construction for project 2 in columns it was 0.25. The total waste of Concrete 8.21%. And for the percentage of waste with Lean Construction for project 2 in reinforced concrete plates it was 2.51%.

It is concluded that there is a significant difference between the waste of concrete in vertical elements in buildings through the Lean Construction principles with those that do not use these principles in the district of Huancayo. ($p=0.040$; $0.005<0.05$)

Keywords: Lean Construction Principles, vertical elements.

INTRODUCCION

El sector construcción ha ido creciendo en la ciudad de Huancayo, antes de la pandemia de manera constante, pero se detuvo por la pandemia, pero actualmente hay un impulso de crecimiento, pero al igual que a nivel nacional un gran sector de la población aún sigue utilizando métodos tradicionales de ejecución de proyectos. Motivo por lo cual, en esta investigación se hará un cálculo de los desperdicios en un período de 12 meses para comprobar su relación con la productividad y proponer una mejora a través de una propuesta de implementación de los Principios Lean Construction.

En cuanto a la presentación del informe, el informe se divide en 4 capítulos: El Capítulo uno presenta el planteamiento del problema de investigación, objetivos, argumentos y delimitación. El capítulo dos comprende el marco teórico, contexto de investigación, fundamento teórico, definiciones de conceptos e hipótesis y variables de la investigación, en el cual se conceptualizan las definiciones relacionadas con el tema, el capítulo dos también comprende las hipótesis y variables de investigación presentando las actividades de las variables relacionadas con el tema, el capítulo dos también contiene las hipótesis y variables de investigación presentando las actividades de las variables. En el Capítulo tres, cubrimos los métodos de investigación, mostrándonos los métodos, tipos, niveles, diseños, poblaciones, técnicas, herramientas y procedimientos de recolección de datos que nos permiten alcanzar nuestras Metas. Y en el capítulo cuatro se presentan los resultados de la encuesta, donde se presentan primero los resultados descriptivos por las dimensiones a través de frecuencia y porcentaje, luego los resultados inferidos con pruebas de cada hipótesis. Posteriormente se realiza el análisis y discusión de los resultados y se realizan las conclusiones y recomendaciones necesarias.

CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional el sector construcción tiene como meta mejorar la productividad y la calidad del trabajo, pero ante todo no generar pérdida optimizando los recursos y procesos para incrementar la productividad, haciéndose necesario identificar donde es que se están generando las pérdidas, utilizando indicadores de evaluación mejorando de esta manera cada proceso. Y son los desperdicios los que generan la mayor cantidad de pérdidas en una obra de construcción, es por ello que al evaluar recursos la productividad se verá mejorada o incrementada. (OIT, 2016)

En este sentido, Zigurat (2021) refiere lo que se entiende por desperdicio para la Filosofía Lean Construction, llamado también despilfarro para el Lean. El desperdicio viene a ser cuando se consume recursos y no se añade producto. Es por ello que uno de los beneficios del Lean Construction es la disminución de costos.

En el Perú, el sector producción a setiembre del 2020 disminuyó en 6.95% aunque si comparamos con el consumo de cemento se ve un aumento de 4.38% y a octubre del 2020 de 18.90% pero la disminución obedece al avance físico de obras que tuvo una variación negativa de -11.71% (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2020)

De acuerdo a CAPECO la construcción de setiembre del 2020 a agosto 2021 se incrementó en un 46.5% y la participación sectorial es de 16.2% lo que a fines del 2021 significa un mayor incremento, aunque por otro lado se prevé un estancamiento para el 2022 debido que la inversión se estancaría. (Construyendo.pe, 2021)

En Latinoamérica, los países que muestran más avances en el uso y estudio de Lean Construction son Brasil, Chile, Perú y Colombia; en este último ha sido estudiado en el sector privado mientras en las universidades del país no se muestran muchos avances sobre el tema.

El sector construcción ha ido creciendo en la ciudad de Huancayo, antes de la pandemia de manera constante, pero se detuvo por la pandemia, pero actualmente hay un impulso de crecimiento, pero al igual que a nivel nacional un gran sector de la población aún sigue utilizando métodos tradicionales de ejecución de proyectos.

Motivo por lo cual, en esta investigación se hará un cálculo de los desperdicios en un período de 12 meses para comprobar su relación con la productividad y proponer una mejora a través de una propuesta de implementación de los Principios Lean Construction.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es la diferencia entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuál es el porcentaje de desperdicio de concreto para elementos verticales en edificaciones que no utilizan los Principios Lean Construction?

¿Cuál es el porcentaje de desperdicio de concreto para elementos verticales en edificaciones que utilizan los Principios Lean Construction?

1.3. Justificación

1.3.1. Social o práctica

El aporte del estudio al evaluar porcentajes de desperdicio contribuirá a la toma de decisiones de los involucrados para la disminución de costos en edificaciones en beneficio de las empresas que financien estos proyectos y de las personas que los utilicen. En la práctica esta investigación contribuirá al recomendar de qué manera se pueden evaluar los porcentajes de desperdicio de concreto en elementos verticales y así de esta manera

minimizar las pérdidas del material de concreto en elementos verticales de edificaciones.

1.3.2. Científica o teórica

La teoría refiere que el crecimiento del sector construcción es un indicador de desarrollo, sin embargo, muchos proyectos no tienen un control adecuado de pérdidas y desperdicio de materiales. En nuestro país CAPECO reglamenta los costos y presupuestos para las construcciones y proporciona una tabla con los porcentajes aceptables de desperdicio de materiales. Esta investigación hará una comparación entre edificaciones que utilizan los Principios Lean Construction y las que no para compararlas con las referencias de CAPECO y verificar la evaluación de los porcentajes de desperdicio del material de concreto con el uso de los Principios Lean o método de control.

En la actualidad, en nuestro país, durante la ejecución de proyectos de edificaciones, cada vez se hace más evidente la necesidad de evaluar tiempos y ahorrar costos que otorguen a las empresas una mayor ventaja o competitividad en el mercado, ante esto surge la necesidad de analizar diversos aspectos que nos conduzcan a este fin. Los desperdicios en la construcción son una fuente importante de pérdidas para cualquier proyecto y es por eso que si se llegan a gestionar de manera adecuada estas pérdidas pueden ser mitigadas y transformadas en la ventaja competitiva buscada por las empresas que ejecutan proyectos de edificación en pequeño, mediano o de gran magnitud.

Es importante mencionar que desperdicio es toda pérdida que genera costo, pero que no agrega valor al producto desde el punto de vista del cliente, por lo cual en esta investigación se realizará una evaluación de la cantidad de desperdicios que se producen en obras de edificación en la ciudad de Huancayo y determinar la manera de controlarlos

1.3.3. Metodológica

Para la realización de esta investigación se elaborará una ficha de recolección de datos con los ítems necesarios para el cálculo del desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones. Instrumento que al ser validado será de aporte para investigaciones futuras.

1.4. Delimitación del problema

1.4.1. Delimitación espacial: Se desarrollará en la ciudad de Huancayo, provincia de Huancayo, región Junín

1.4.2. Delimitación temporal: La investigación será desarrollada durante octubre del 2021 a enero 2022

1.4.3. Delimitación circunstancial: Ante las circunstancias actuales donde a partir de medio año del 2021 se incrementaron los precios en general en el sector construcción, es necesario evaluar y disminuir el porcentaje de desperdicio en materiales de construcción

1.4.4. Delimitación poblacional: La investigación se dirigirá a edificaciones que estén aplicando los Principios Lean Construction y a las que no están aplicando los Principios Lean Construction

1.5. Limitaciones

Para lograr los objetivos de esta investigación hubo limitaciones bibliográficas en lo que a teoría se refiere y principalmente en estudios previos y recientes. Sin embargo, se lograron vencer los impases y alcanzar los objetivos propuestos.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Evaluar la diferencia entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo

1.6.2. Objetivos Específicos

Identificar el porcentaje de desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones que no utilizan los Principios Lean Construction.

Identificar el porcentaje de desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones que utilizan la filosofía Lean Construction.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Antecedentes Nacionales

Loayza, Munayco, & Vilchez (2018), elaboraron la tesis **“Mejora de gestión de los desperdicios en obras de construcción – edificaciones proyecto Plaza San Miguel – 2º ampliación”**, Perú, teniendo como objetivo realizar una mejora en la gestión de los desperdicios en los proyectos de edificaciones “2da ampliación del centro comercial Plaza San Miguel”, con respecto a un marco normativo que integre condiciones técnicas, prácticas y antecedentes exitosos; mediante un análisis cualitativo y cuantitativo, con información de obras en edificaciones, para así poder optimizar adecuadamente los recursos y lograr reducir los costos de los desperdicios en los proyectos. Para el desarrollo de la presente Tesis se tomó el caso práctico el desarrollo de un proyecto nacional “2da ampliación del centro comercial Plaza San Miguel”, en el cual se realizó un estudio de gestión, durante el desarrollo constructivo bajo la filosofía del Lean Construction y sus herramientas (LPS, LPDS, etc.), llegando a identificar los desperdicios generados que afectan en gran porcentaje al presupuesto de la obra, con el énfasis de implementar mejoras, fortalecer distintos puntos con el seguimiento respectivo, que conllevó a entregar a el proyecto en lo planificado y generar un análisis económico productivo para la empresa. El autor llega a las siguientes conclusiones: La herramienta ISP proporciona la información de medición necesaria para evaluar la productividad de las distintas actividades; dependiendo la necesidad, se puede detallar más el control para la obtención de ratios específicos, ya sea por niveles, alturas, elementos o sectores según sea requerido. La capacitación constante y principalmente al inicio del proyecto contribuye enormemente a superar los problemas del inicio de la curva de aprendizaje y de contar en ocasiones con personal no idóneo o poco capacitado para las actividades requeridas; además del uso de la tecnología bien aplicada como un facilitador a la hora de la búsqueda de solución de problemas, una vez identificadas las causas de desperdicios es importante buscar una solución adecuada y tecnológica que permita la mitigación o eliminación de la causa encontrada. Este estudio será

de referencia para el caso de una construcción que no esté utilizando la filosofía Lean Construction y se basen en otros métodos como en este caso donde el encofrado indica haber tenido mayor metrado por ejecutar la pérdida se habría llegado a eliminar por completo, recomendado a partir de ahí que esta pérdida no debería de presentar y aplicar la gestión de desperdicios desde una etapa inicial.

Tejada (2018), elaboro la tesis **“Productividad de los materiales: concreto y mortero en función a sus desperdicios en la construcción de viviendas en la ciudad de Cajamarca”, Perú**, teniendo como objetivo determinar la productividad de los materiales: concreto y mortero en la construcción de las viviendas; evaluando sus desperdicios y sus causas. Para lograr este objetivo se usó el muestreo no probabilístico por conveniencia tomando siete viviendas en construcción, donde se evaluó los desperdicios de concreto en columnas y losa de techo; y los desperdicios de mortero en junta de construcción en muro (aparejo de soga y cabeza), revestimiento de paredes y de cielo raso (espesores de 1 cm y 1.5 cm); en diferentes repeticiones según las características de las viviendas evaluadas. El autor llega a las siguientes conclusiones: Los desperdicios de concreto y mortero varía de acuerdo a las unidades de estudio; los mismos que mostraron valores estadísticamente superiores a los valores propuesto de CAPECO; a excepción del desperdicio de mortero de junta de construcción de muros de cabeza donde resultó estadísticamente similar. Esta investigación servirá de referencia para comprobar que la principal causa del desperdicio de concreto fue el sobredimensionamiento y específicamente en el caso de desperdicio de concreto en columnas como el vaciado de trompo a depósito, vaciado de columna desde andamio, abertura de encofrado sobrante en depósito, sobreproducción de incidencia) y sobredimensionamiento. Para el desperdicio de concreto en losa de techo, las causas fueron: sobreproducción, material sobrante en depósitos de transporte, caída de material debajo del encofrado, concreto que ingresa en espacio de ladrillos de incidencia y sobredimensionamiento, espesor de losa.

Arenas (2018) elaboro la tesis **“Mejora de la gestión en obra de la especialidad de estructuras con la aplicación del “lean construction”, Perú**, “teniendo como objetivo mejorar la Gestión en obra de la especialidad de estructuras en la construcción de edificaciones de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C mediante el empleo del Lean Construction, para cumplir dicho objetivo el método utilizado es el método científico, el tipo de investigación es aplicada, tiene un alcance o nivel explicativo y un diseño de investigación pre experimental. La población está conformada por 4 edificios en proceso constructivo en la provincia de Lima de la empresa constructora Masedi Contratistas Generales S.A.C. El tipo de muestreo es no probabilístico-intencional y está compuesta por la construcción del edificio Certus en Villa el Salvador. El autor llega a las siguientes conclusiones: el Lean Construction mejoró la gestión de proyectos en la etapa de planificación, ejecución y seguimiento de obras en la especialidad de estructuras de la empresa Masedi Contratistas Generales S.A.C, influyendo en costos, afectando el tiempo de programación y contribuyendo en la gestión de calidad de sus diferentes proyectos de construcción.”

Deville & Gallo (2017) elaboraron la tesis **“Contribución de lean construction para alcanzar la construcción sostenible”, Perú**, “teniendo como objetivo evaluar y cuantificar la contribución de la filosofía Lean para alcanzar la construcción sostenible. Para lograr esto, se realizó un análisis comparativo de la simulación de la construcción de un proyecto de vivienda masiva a través de dos metodologías. La primera de ellas asociada al sistema de construcción tradicional, mientras que la segunda, al sistema de construcción Lean. Posteriormente, se calcularon las diferencias en el consumo energético, generación de desperdicios sólidos y duración de actividades. Finalmente, se obtuvieron los impactos ambientales producto de estas variaciones mediante el Análisis de Ciclo de Vida (ACV). El autor llega a las siguientes conclusiones: Se demostró que Lean Construction optimiza la ejecución de la construcción ya que permite reducir la duración del cronograma, y la cantidad de mano de obra empleada. Asimismo, se observó que dicha metodología permite reducir entre 4% y 8% los impactos ambientales por producción de materiales.

Finalmente, a pesar de que se genera mayores impactos ambientales por envío de materiales, se obtuvo que emplear la filosofía Lean contribuye de manera positiva al desarrollo sostenible de la actividad constructiva.”

Chávez (2016) elaboró la tesis **“Evaluación del porcentaje de desperdicios de materiales de construcción civil medición y método de control”**, Perú, “teniendo como objetivo identificar el porcentaje de desperdicios de materiales de construcción generados en el proceso constructivo de edificaciones en la ciudad de Cajamarca, para cumplir dicho objetivo se realizó en 3 Edificaciones la cuales fueron Vivienda unifamiliares, ubicadas en La provincia de Cajamarca y en el Distrito de Baños del Inca, dicha investigación evalúa el porcentaje de desperdicios de materiales en obras de construcción civil, analizando actividades de Vigas de Cimentación (Encofrado, vaceado de concreto); Columnas (Encofrado, vaceado de concreto) y Muros de Albañilería. Llevando el control del material a utilizar y el material desperdiciado, para luego aplicar la Filosofía Lean Construction y determinar las causas por las que se producen los desperdicios, y el tiempo productivo, contributivo y no contributivo que es utilizado por el personal obrero. El autor llegó a las siguientes conclusiones: se determinó que el porcentaje de desperdicios en ladrillos es de 1.95%, mortero de 1.61%, concreto 1.28% y madera 21%, por lo tanto, se deberá tener un mayor control en el encofrado. Mediante los resultados obtenidos después de haber aplicado la Filosofía Lean construcción se determinó que, los TP son de un 25 – 33%, TC de 34 - 53% - y el TNC 23 – 33%, lo cual indican que más tiempo se ocupan en actividades que ayudan a contribuir mas no a producir, por lo cual se deberá tener un mayor control.”

Antecedentes Internacionales

Ashqui & Pulgar (2017), elaboraron la tesis **“Relación entre desperdicio de materiales y desperdicio de mano de obra en la ejecución de los proyectos de construcción”**, Ecuador, “teniendo como objetivo verificar si existe relación entre los desperdicios de materiales y desperdicios de mano de obra, aplicando herramientas basadas en la filosofía de Lean Construction y experiencias de otros autores, Para lograr este objetivo se seleccionó el proyecto de

construcción de siete viviendas rurales, de iguales características para hacer comparaciones. Se realizaron observaciones durante un período de dos meses en obra, en los que se recopilaron datos de productividad de los obreros y desperdicios de los materiales. Diversas actividades en obra fueron analizadas, entre ellas, el vertido de hormigón, colocación de mampostería y colocación de cerámica. El análisis de los datos evidenció problemas de productividad y pérdidas materiales, además se demostró que no existe relación entre las dos variables por razones que se muestran en el siguiente estudio. El autor llega a las siguientes conclusiones: En los desperdicios de materiales hormigón, cemento, bloque y cerámica no existe relación con los desperdicios de mano de obra, esto se le atribuye a la forma de pago a los obreros por parte del contratista, que influye en la productividad de la mano de obra. Los desperdicios de materiales en cemento de 25.38%. Los desperdicios de ambas variables se deben a la falta de planificación por la parte administrativa, trabajadores y dueños de casas, en este proyecto la prioridad fueron los materiales debido al costo y cantidad que representan en la obra, más no la mano de obra debido a que este recurso es reemplazable y de bajo costo. Esta investigación será de referencia ofreciendo valores de desperdicio de materiales y en este caso de cemento ejecutadas en tres meses, presentadas en porcentajes para continuar con un estándar establecido con la finalidad de reutilizar el material y evitar el desperdicio.”

Bohórquez & Caicedo (2017), elaboraron la tesis **“Diseño de una aplicación para minimizar el desperdicio de concreto en edificaciones estrato 1 y 2”**, **Colombia**, “cuyo objetivo fue brindar al pequeño constructor que no cuenta con los medios tanto económicos, como tecnológicos, la posibilidad de emplear una aplicación que le ayude a controlar los desperdicios de concreto en estructuras de edificaciones de estratos 1 y 2. Para lograr ello se creó una herramienta para calcular los volúmenes de concreto e inspeccionar la utilización de los insumos que lo componen en obra, logrando producir menos desperdicios y a su vez generando menos contaminación al medio ambiente. Este tipo de pequeñas construcciones se deben visualizar con el enfoque que estos encargados o maestros de obra son los gerentes de proyecto, los cuales deben lograr el mejor

aprovechamiento de los recursos que tiene la obra, así como la buena aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas que logren ampliar las posibilidades de éxito de la obra. El autor llega a las siguientes conclusiones: El hecho de poder determinar que este tipo de viviendas realizadas por autoconstrucción son una realidad y que antes de combatirlas con represión se debe buscar la forma que se tecnifiquen y utilicen los recursos apropiados para que brinden un modo de vida adecuado, sin que con esto se quiera decir que estamos apoyando la ilegalidad. Se logró determinar que los desperdicios en las obras generan grandes pérdidas pero que no siempre se cuantifican debido a la falta de control por parte del personal encargado y en este rango de materiales el concreto es el que genera mayores gastos. Esta investigación será de referencia para permitir a quienes decidan incluir métodos para reducir la pérdida de materiales, se tenga en cuenta estos resultados para obtener beneficios en el manejo de concreto y sus componentes.”

Ruiz & Rojas (2018) elaboraron la tesis **“Análisis de los desperdicios del concreto y su incidencia en el presupuesto final”**, Colombia, “teniendo como objetivo a partir del análisis de porcentajes de desperdicio del concreto en sus principales procesos de fundición en una construcción en concreto, determinar que tanto influyen los porcentajes en el presupuesto final; para cumplir dicho objetivo será necesario el uso de 3 formatos fundamentales para este análisis, los cuales serán clasificados de la siguiente manera: El formato número uno tiene como objetivo la recolección de datos teóricos como lo son porcentajes, cubicaje de los elementos estructurales a estudiar, los cuales serán suministrados por el arquitecto residente. El segundo formato se tomarán datos generales cada semana durante todo el mes de abril, sobre los elementos estructurales seleccionados en el primer formato, con esto se obtendrán porcentajes teóricos, reales, precios proyectados y gastos reales los cuales serán comparados y explicados por medio de gráficos. En el tercer y último formato se obtendrán datos de campo como la medición de los elementos seleccionados, reconocer y calcular los porcentajes de residuos de proceso con concreto proyectado por medio de bomba estacionaria y por ultimo calcular el porcentaje de desperdicio final con el consolidado de todos estos formatos. El

autor llega a las siguientes conclusiones: Durante la ejecución de las actividades de muros y placas se presentaron porcentajes diferentes a los que se tenían proyectado en el inicio de la obra, esto se debe a que durante la ejecución de estas actividades existieron varias causas de desperdicios tanto directos como indirectos que incidieron directamente en el presupuesto final para cada una de las actividades. En el caso del concreto esto ocurre con mayor frecuencia durante el vaciado de placas debido a la fuerza que este produce lo que ocasiona que la cantidad de material que se fundió sea mucho mayor a la proyectada inicialmente. Cuando se realizan vaciados en pisos superiores las construcciones suelen bombear estos pisos mediante tuberías de acero, las cuales permiten bombear el concreto desde las zonas inferiores hasta los niveles donde sea requerido, sin embargo, durante el proceso de limpieza de la tubería se puede apreciar la gran cantidad de concreto que queda atrapada en toda la longitud del tubo. Adicionalmente durante el proceso de vaciado de elementos verticales es necesario realizar movimientos de la tubería, lo que produce pérdidas de material y de esta misma forma se presenten aumentos en sus porcentajes de pérdidas.”

Bravo (2018) elaboro la tesis **“Análisis de las principales pérdidas de materiales en obras de edificación en etapa de terminaciones”**, Chile, “teniendo como objetivo entregar sugerencias a modo de aportar en mejoras para la disminución de las pérdidas de materiales que se generan en las obras de edificación en altura, con el fin de optimizar los recursos utilizados, aumentar la productividad y así disminuir la cantidad de material sobrante que se produce dentro de una obra de construcción, lo cual produce un alto costo que puede ser evitable o en su defecto, minimizado; para cumplir con dicho objetivo el estudio se enfocó en aquellos materiales que producen más pérdida dentro de las obras. Para ello se procedió a realizar visitas y entrevistas a profesionales de cada obra en construcción. De esta manera se determina cuáles son los materiales que constituyen la base de este estudio, los cuales son la cerámica como material principal de este trabajo, y las planchas de yeso-cartón y el yeso como complementos del presente estudio. Para cuantificar las pérdidas de los materiales, en primer lugar, se realizaron mediciones, las cuales consistieron en

determinar la cantidad exacta que se necesita del material asociado a su partida, para ello se mide o se cubica en terreno la cantidad de material colocado con su partida asociada terminada, con esto se obtienen los indicadores de pérdida del material, definidos en este estudio. Además, se realizó un listado en relación a las causas más comunes que generan las pérdidas de los materiales que se están analizando. El autor llega a las siguientes conclusiones: Se obtiene que en promedio los indicadores de pérdida de la cerámica por cada obra analizada son de 41%, 22%, 46%, 84%, y 17% y el gasto teórico asociado a estas pérdidas van desde el orden de los dos millones de pesos hasta los cinco millones de pesos, considerando la cantidad de todos los tipos de cerámicas utilizadas en cada proyecto. las causas principales por las que se genera pérdida de materiales son la falta de control del material, trabajo mal hecho, mal acopio y corte por dimensionamiento, esta última sólo para el caso de las planchas de yeso-cartón y la cerámica. Además, una de las principales conclusiones es que los profesionales que se desenvuelven en el rubro de la construcción, no conocen exactamente las cifras sobre la cantidad de material que se pierde, ya sea por reposición de material o material sobrante, y el gasto que esto tiene asociado, lo que conlleva a no tomarle la importancia necesaria que tienen las pérdidas de los materiales y las causas que las generan. Este estudio logra poner en evidencia los altos volúmenes de pérdida que se generan en una de las áreas del rubro de la construcción.”

Mena, Almendáriz, Naranjo, & Mena (2018) elaboraron la tesis **“Medición y control del porcentaje de desperdicios de los materiales de construcción de la estructura de un galpón o nave industrial, ubicado en la vía Duran-Tambo”, Guayaquil**, “teniendo como objetivo la reducción del costo de adquisición de los materiales y la reducción de los desperdicios originados en la construcción del proyecto, por consiguiente, se aplica la teoría de Lean Construcción, para cumplir con dicho objetivo se realizó una supervisión en dichos insumos y se establece los indicadores por originar los sobrantes acorde se va ejecutando y estableciendo los procedimientos de mejora en el proyecto; obteniendo como resultado la reducción del factor real del porcentaje (%) de los materiales especificados en esta proposición logrando suscitar una

rentabilidad para la empresa constructora delegada para el desarrollo del proyecto. El autor llega a las siguientes conclusiones: Se debe gozar de una buena comunicación entre los residentes de la obra que pueden ser Ingenieros o Arquitectos, los encargados de la parte administrativas y los obreros; para asegurar la clase de los procesos constructivos y el manejo de los materiales. El tipo de manufactura, es decir, la mano de obra prevalece en el origen de los desperdicios de los materiales; ya que son los obreros los encargados en realizar los elementos para el encofrado y las piezas del acero de refuerzo que se necesitan en la ejecución del proyecto. La insuficiente supervisión o fiscalización; por parte de los Ingenieros o Arquitectos residentes de la obra por parte los contratistas, pueden hacer tomar una determinación errada a los obreros en el desarrollo de alguna actividad. El diseño y construcción de los proyectos en Ingeniería Civil son muy engorrosos; por eso es sustancial contar con un sistema de disminución de desperdicios en los materiales de construcción.”

2.2. Marco conceptual

Desperdicios: Desperdicio se define como “cualquier pérdida producida por actividades que generan, directa o indirectamente, costos, pero no adicionan valor alguno al producto desde el punto de vista del cliente final” (Formoso, Isatto, & Hirota, 2007)

Flujo De Trabajo: “Es el estudio de los aspectos operacionales de una actividad de trabajo: cómo se estructuran las tareas, cómo se realizan, cuál es su orden correlativo, cómo se sincronizan, cómo fluye la información que sopórtalas tareas y cómo se le hace seguimiento al cumplimiento de las tareas”. (Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2020)

Lean Construction: “Lean construction es una nueva filosofía basada en principios orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas). El nuevo modelo denominado Lean construction (construcción sin pérdidas), propuesto por Orihuela, Sistema integrado para la gestión Lean de proyectos de construcción (2013), analiza los principios y las aplicaciones

del JIT (justo a tiempo) y TQM (control total de la calidad) en la industria de la construcción, intentando identificar las bases que él define como la nueva filosofía de producción, conocida como lean producción”. (Tejada, 2018) (LC, 2013)

Productividad: Se entiende “productividad como una relación entre lo que se gasta y lo que se produce para realizar una acción”. (Bohórquez & Caicedo, 2017) Define la productividad en la construcción “como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado”. (Alarcón & Armiñana, 2009)

Rendimiento y Velocidad. “Es común escuchar a estudiantes o incluso profesionales confundir los conceptos de rendimiento y velocidad. Por ejemplo, cuando se muestra un análisis de precios unitarios se menciona el rendimiento cuando en realidad se está mencionando a la velocidad. Como veremos, estos dos conceptos son inversos” (Ibarra, 2011) (Orihuela, Sistema integrado para la gestión Lean de proyectos de construcción, 2013)

Trabajo Contributorio (TC): “trabajo de apoyo. Debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo, pero no aporta valor” (Paliari & Lemes, 2006)

Trabajo no Contributorio (TNC): “cualquier actividad que no genere valor y que entre en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor”. (Pires & De Melo, 1998)

Trabajo Productivo (TP): “Trabajo que aporta en forma directa a la producción”. (Buleje, 2012)

2.3. Definición de términos

2.3.1. Desperdicio de materiales

a) Definiciones

El concepto de desperdicio en general es similar para diversos autores, Ghio (2001) lo define como “Toda aquella actividad que tiene un costo pero que

no le agrega valor al producto final". Por su parte, Formoso (1996) amplía el concepto indicando que se refiere a "Toda ineficiencia que se refleja en el uso de equipos, mano de obra y materiales en cantidades mayores a aquellas necesarias para la construcción de una edificación".

Paliari (1999), sin embargo, esto plantea una pregunta relevante, que debe ser discutida antes de poder establecer una definición precisa de desperdicio. Este autor sostiene que la pérdida es un concepto relativo porque es necesario definir primero una situación de referencia. Es decir, determinar, para cada retorno real, estimado o aceptable de los recursos, distintos de los desperdicios, todo lo que exceda de este límite.

Para estimar el desperdicio de materiales, se suele tomar como referencia el consumo promedio de la industria, sin embargo, este criterio no es el ideal ya que cada trabajo tiene sus propias características (tecnología, tipo de trabajo, proceso, etc.) requisitos además de estimaciones precisas para un adecuado control, también es posible utilizar consumos medios de edificios similares o consumos establecidos en normas técnicas (cuando existan).

Con ambos puntos de vista, se puede comenzar a considerar una definición final de desperdicio físico. Durante el análisis de los residuos (las circunstancias, el proceso constructivo, los equipos, la calidad de la mano de obra, etc.), es necesario tener en cuenta las características específicas de cada proyecto y de cada una de sus fases, los residuos de hormigón se pueden obtener vaciando los cimientos y los residuos de hormigón se pueden obtener vaciando las secciones verticales de los edificios.

Construction, Lean En 1992 Lauri Koskela comenzó a implementar esta filosofía en la industria de la construcción; El resultado fue su trabajo "Aplicación de una nueva filosofía de fabricación a la construcción", realizado en el Grupo de Investigación CIFE de la Universidad de Stanford, en el que argumentó que la fabricación debe mejorarse eliminando el flujo de materiales y las operaciones de conversión mejorarán la eficiencia. (Porrás, Sánchez, & Galvis, 2014)

b) Clasificación del desperdicio de materiales

Los residuos tienen varias características importantes que pueden determinar su clasificación. El método de clasificación más común es el que utiliza la empresa Toyota como parte de su sistema de producción, el cual se basa en la eliminación de todas las pérdidas que ocurren durante el proceso de producción. A continuación, Chávez detalla los siete tipos de residuos identificados por esta teoría: (Blanco, 2019)

a) Pérdidas por superproducción: Se refiere al desperdicio de recursos causado por producir más productos de los necesarios.

b) Pérdidas por transporte: Se refiere al costo innecesario que se incurre al transportar recursos de un lugar a otro debido a que esta actividad no agrega ningún valor al producto final, por lo que se recomienda minimizarlo.

c) Pérdidas por almacenamiento: Son los costes ocasionados por la ocupación del espacio de almacenamiento y el riesgo de pérdida o destrucción del material almacenado.

d) Pérdidas por movimiento: Se refiere a los movimientos innecesarios de los trabajadores mientras realizan su trabajo.

e) Pérdidas por espera: Incluye el período de tiempo durante el cual los recursos se generan, se gastan, pero no se usan por varias razones.

f) Pérdidas por productos defectuosos: Son costos adicionales en los que se incurre cuando un producto no ha sido fabricado con las características de calidad requeridas por el proyecto.

g) Pérdidas del propio proceso: Se refiere a las actividades que no son necesarias para obtener el producto final de acuerdo a las especificaciones requeridas y están incluidas en el proceso mismo.

Skoyles & Skoyles (1987) Hacen una distinción clara e importante entre los dos tipos de desechos físicos. En primer lugar, se presenta la pérdida directa, este desperdicio es el más evidente y fácil de diagnosticar, básicamente se

refiere a todo el material removido de la obra como desbroce, provocando cuando existen procesos ineficientes que producen un desperdicio excesivo.

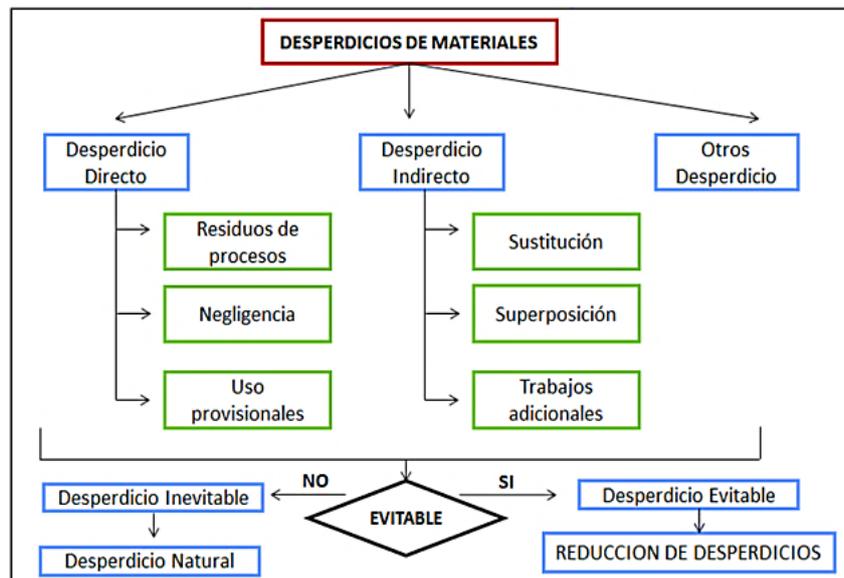


Figura 1: Clasificación de Materiales

Según Chávez este esquema clasifica al desperdicio de materiales en tres grandes categorías: (Blanco, 2019)

- a) Desperdicio Directo: Son los residuos de materiales que se eliminan de la obra como desmonte.
- b) Desperdicio Indirecto: Son los materiales que se incluyen dentro de la obra sin que este indicado en los documentos técnicos del proyecto.
- c) Otros Desperdicios: Son los causados por motivos extraordinarios como robo, vandalismo.

Los residuos directos pueden a su vez dividirse en tres subcategorías. El primer tipo se denomina residuo de proceso y se refiere a todos los materiales sobrantes creados por el proceso constructivo, como ejemplo podemos citar el resto de los ladrillos que se producen al cortar las unidades para el ajuste de muros, el exceso de mortero que queda al final del día porque demasiado se preparó mucho material.

En segundo lugar, están las pérdidas directas por negligencia, que se refiere a materiales desperdiciados como resultado de malas prácticas de manejo, como cemento dañado por almacenamiento en áreas húmedas o ladrillos dañados que se rompen debido a una mala colocación de los mismos.

Finalmente existe un desperdicio de materiales por uso temporal, todos estos materiales se pierden porque no cumplen la función para la que fueron diseñados, lo que a su vez da como resultado ladrillos de banco, encofrado utilizado como mesa.

Por otro lado, los residuos indirectos también tienen tres subcategorías. El primer tipo se denomina desperdicio de reemplazo indirecto, que ocurre cuando se utilizan materiales de mayor calidad para reemplazar otros materiales sin soporte técnico. Un buen ejemplo sería usar acero de 1/2" en lugar de 3/8" porque el material está fuera de lugar y no es posible una nueva entrega.

También hay desperdicio indirecto por sobreproducción, que ocurre cuando el producto final se produce a un tamaño mayor al requerido por la especificación (yeso más grueso, colada de hormigón más gruesa), la malla metálica armada tiene una separación menor.

Además, hay desperdicio por tener que tener en cuenta muchas otras tareas. Estos son materiales consumibles que se crean debido a actividades que no se planificaron originalmente en el proyecto pero que aún deben realizarse para completar el trabajo requerido. Esta categoría incluye cambios, correcciones.

Finalmente, cabe destacar, como indica el cuadro, que cualquiera de los residuos descritos anteriormente puede considerarse evitable o inevitable. Si los costos requeridos para disponer de ellos son mayores que los costos generados por los residuos, entonces se consideran inevitables y se convierten en residuos naturales.

c) Desperdicio de concreto

Concreto: El concreto deberá ser colocado de tal manera que se evite la segregación de los materiales y el desplazamiento del refuerzo. El concreto no deberá caer a la formaleta desde una altura mayor de 1.50mts, salvo que caiga por medio de canaletas o tubos cerrados. Se tendrá el cuidado de depositar el concreto lo más cerca posible de su posición final en cada parte de la formaleta. (Especificaciones generales en obras verticales)

Cuando las pendientes de las canaletas de descarga sean muy fuertes, deberán ser provistas de tablas deflectoras, o hacer la descarga en tramos muy cortos que produzcan un contra flujo en la dirección del movimiento, otra forma de descargar concreto en pendientes fuertes es haciendo uso de tubos Trompa de elefantes. (Especificaciones generales en obras verticales)

El agregado grueso deberá ser alejado de las paredes de la formaleta y distribuido alrededor del refuerzo; sin desplazar las varillas. Después del fraguado inicial del concreto, no se deberá golpear las formaletas ni se someterán a esfuerzos los extremos de las varillas de refuerzo que sobresalgan del concreto. (Especificaciones generales en obras verticales)

De acuerdo a su uso y resistencia a la compresión que posee el concreto éste se clasifica en las diversas clases: (Especificaciones generales en obras verticales)

Clase "A": Se usará en superestructuras y deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 225kg/cm² a los 28 días empleando 8.5 sacos de cemento de 42.5kg por metro cúbico.

Clase "B": Generalmente usado en secciones reforzadas muy delgadas con una resistencia mínima a la compresión de 280kg/cm² a los 28 días empleando 9 sacos de cemento de 42.5kg por metro cúbico.

Clase "C": Empleado en estructura masiva y en concreto ciclópeo con resistencia mínima a la compresión de 140kg/cm² a los 28 días empleando 4.5 sacos de cemento de 42.5kg por metro cúbico.

Clase "D": Empleado en estructura de concreto reforzado con resistencia mínima a la compresión de 350kg/cm² a los 28 días empleando 10 sacos de cemento de 42.5kg por metro cúbico.

Clase "X": Empleado en estructuras masivas o ligeramente reforzadas tales como cabezales de alcantarillas, pozos de visita, cajas de registro. Con resistencia mínima a la compresión de 180kg/cm² a los 28 días empleando 7.5 sacos de 42.5kg por metro cúbico.

Clase "S": Usado en estructuras sumergidas, cuando sea colocado bajo el agua deberá tener una resistencia mínima a la compresión de 280kg/cm² empleando 9 sacos por metro cúbico.

Concreto Ciclópeo: El concreto ciclópeo consistirá de un 70% de concreto clase C (140kg/cm²) y un 30% de piedra grande por volumen sólido de la mezcla. La piedra para ésta clase de obras tendrá un tamaño que pueda ser manejada por un hombre o por medio de tecla, deberá ser dura, sana y duradera. Preferiblemente angulosa de superficie áspera que le permita ligarse completamente con la masa de concreto a su alrededor. Se colocará sin dañar la formaleta o el concreto ya colocado y parcialmente fraguado. Las piedras deberán ser lavadas y saturadas con agua antes de ser colocadas si ésta posee estratificaciones será colocada sobre su cara natural.

En muros o pilas cuyo espesor sea mayor de 60cm se usarán piedras de tamaño manejable por el hombre, y cada piedra deberá quedar rodeada por una capa de cemento de no menos 15cm de espesor; a no menos de 30cm de la cara superior ni a menos de 15cm de un coronamiento.

En muros o pilas cuyo espesor sea mayor de 1.20mts. Se podrá usar piedras de tamaño manejable por tecla, las cuales deberán quedar rodeadas de por lo menos 30cm de concreto y ninguna podrá quedar a menos de 60cm de cualquier superficie superior ni a menos de 20cm de un coronamiento.

Chorroado del Concreto, Todo el equipo que se utilizará en el mezclado de los materiales deberá ser limpiado cuidadosamente. Todas las superficies

que estarán en contacto con el concreto (formaletas, mampostería, etc.) deberán humedecerse antes de chorrear dicho material. Una vez iniciado el chorreado del concreto dicha operación deberá continuar hasta su final.

El concreto deberá ser hincado con una varilla de longitud adecuada de 5/8", de una manera uniforme para evitar ratoneras o vacíos en el concreto. Se complementará la operación con golpes de mazo de hule en los exteriores de la formaleta, sobre todo en las columnas para mejorar el acomodo del concreto.

Colocación del Concreto Bajo el Agua. El concreto podrá ser colocado bajo agua únicamente bajo la supervisión personal de un Ingeniero, y siguiendo algunos de los métodos descritos a continuación: Solamente Concreto clase S podrá ser usado para colocar concreto bajo agua, para evitar la segregación el concreto deberá ser depositado cuidadosamente en su posición final en una masa compacta por medio de un tubo provisto en el extremo de un embudo o de un cierre movable, o por otros medios aprobados.

No deberá ser perturbado después de su colocación y se tendrá mucho cuidado en mantener quieta el agua en el punto que se está depositando el concreto. El método de colocación del concreto será regulado en tal forma que produzca superficies aproximadamente horizontales; la operación deberá ser continua. Cuando sea utilizado Tubo con embudo (Tremie), el tubo no deberá tener menos de 25 cm de diámetro interno y ser construido en secciones con acoplamientos de bridas y empaques, la manera de mantener el embudo deberá permitir el libre movimiento del extremo de descarga sobre toda la parte superior del concreto y ser bajado rápidamente cuando sea necesario para cortar o retardar el flujo del concreto.

El embudo se deberá llenar mediante un método que evite el lavado del concreto. El extremo de descarga deberá estar constante y completamente sumergido en el concreto depositado y el tubo deberá contener suficiente concreto para evitar la entrada del agua.

d) Los Residuos Sólidos de Construcción (RSC)

De acuerdo a Aceros Arequipa (2015) Los residuos sólidos son generalmente los restos de materiales que utilizamos tanto para necesidades domésticas como industriales. Dentro de los residuos industriales se encuentran los residuos sólidos de construcción (RSC), los cuales, según reporta el MINAM, representan alrededor del 5% del total en el Perú.

La composición de las RSC varía según los materiales específicos de la región de su origen. En Lima, el resto de: mortero, ladrillo, cerámica, drywall, PVC, acero, alambre, madera, plástico, etc. ser eliminado. (Aceros Arequipa, 2015)

Índice de Residuos Sólidos de Construcción (RSC) para distintos tipos de construcción.

Tabla 1: Residuos Sólidos de Construcción

Tipo de Edificación	Área Construida (m ²)	Total Desmonte (m ³)	Índice Rsc m ³ / m ²
Vivienda	55,817	5,267	0.09
Vivienda	4,300	297	0.07
Vivienda	3,162	346	0.11
Vivienda	12,574	1,867	0.15
Oficina	3,302	279	0.08
Oficina	2,814	232	0.08
Oficina	109,415	7,554	0.07
Edificio	87,360	6,861	0.08
Edificio	86,497	7,244	0.08
Edificio	5,250	583	0.11
Edificio	102,780	15,302	0.15
Colegio	8,390	712	0.08
Otros	2,870	365	0.13
TOTAL	484,531	46,909	0.1

En un estudio realizado en Brasil, el profesor Picchi determinó que para 3 edificios, la cantidad promedio de residuos generados fue equivalente a 0,10 m³/m² de techo. Este índice ha sido confirmado por la Universidad Politécnica de Hong Kong, donde se realizó un estudio similar para un mayor número de edificios de diferente tipología.

Estos valores pueden ser utilizados como “referencia” para evaluar la situación de las obras de construcción en Lima, en relación a la cantidad de residuos que generan y para recomendar estrategias de mitigación de residuos. Durante la construcción de un proyecto en la capital (Edificio 1), se construyó la gráfica 1, que muestra la evolución de la curva del índice de RSE a lo largo de 6 meses, en la que podemos ver que para enero el índice de residuos de la construcción es de 0,13 m³/m² cubiertos, índice que resulta de dividir el número de m³v (número de volquetes) entre el número de m² recorridos al final del mes. (Aceros Arequipa, 2015)

En los meses siguientes, luego de implementar medidas para reducir el material descartado, la norma acumulada disminuyó a 0,10 m³/m². Sin embargo, después de completar la estructura en el cuarto mes, la cantidad de residuos volvió a aumentar. (Aceros Arequipa, 2015). Se ha encontrado que el índice CSR, en m³/m², es un buen indicador de la efectividad de la gestión de residuos en la etapa final de la construcción, pero puede ser inexacto cuando se usa en el juicio del proyecto, debido a una parada en el tiempo. La fase de estructura ha terminado. Es por esto que otra alternativa para medir la RSE es expresarla en términos de horas trabajadas. (Aceros Arequipa, 2015)

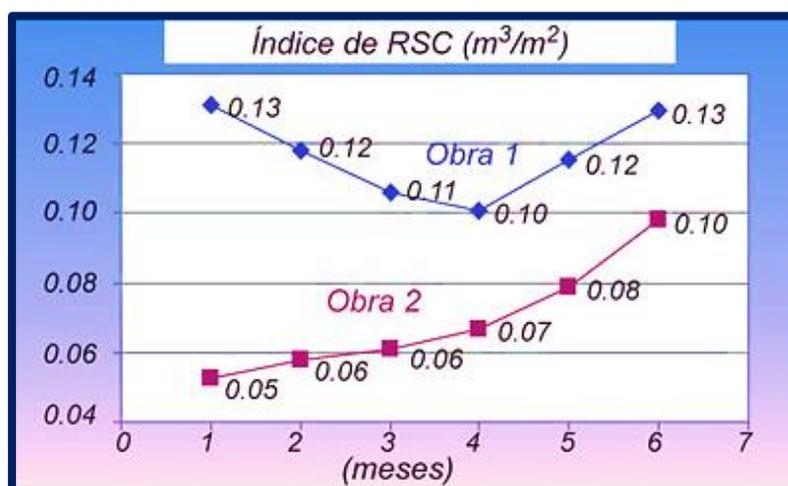


Figura 2: Índice de RSC /m³/m²

Luego se toman las mismas medidas en otra obra, con el fin de mantener el control de los residuos generados se obtienen mejores resultados, ya que las medidas utilizadas para reducir los residuos se han tomado desde el

inicio del proyecto. Como se muestra en la Figura 1, las construcciones generaron 0.10 m³ de residuos por m² de techo.

Este tipo de medidas son el primer paso para reducir la RSC, como apunta Virgilio Ghio en su libro Productividad en la Ingeniería Civil: “En principio, hay que tener claro que todo lo que se puede medir se puede mejorar. No podemos medir nuestras ineficiencias, nos costará eliminarlas. (Aceros Arequipa, 2015)

d) La Disminución de los RSC

Se mencionó anteriormente que existen formas de reducir los residuos generados por las actividades de construcción; Estos métodos se pueden clasificar aplicando los principios básicos de protección ambiental, también conocidos como 3R: (Aceros Arequipa, 2015)

Reducir la cantidad de material que se utiliza en los proyectos.

Reusar materiales que puedan tener valor y que normalmente son eliminados de las obras.

Reciclar restos de materiales para crear nuevos, que sean útiles para la construcción u otras industrias.

Reusar - Es la reutilización de materiales que han sido utilizados de una u otra forma en la obra, en todo su potencial con un mínimo proceso de recuperación. Uno de los materiales que genera un mayor volumen de residuos en las obras de construcción es el mortero. Según los resultados de las mediciones en el sitio 2, el volumen de mortero remanente al final del día en las actividades de enlucido es de 0,003 m³/m² de pared enlucida. Si consideramos que la cantidad de terraje semanal es de 400 m², obtenemos el equivalente a 1,2 m³ de lechada partida semanal para esta operación.

Según los datos del mismo trabajo, sabemos que, durante 29 semanas, el volumen medio de eliminación semanal es de 27 m³. Es decir, el mortero magnético activado para revestimiento de paredes supone el 4,4% del volumen de desmonte. Agregue a eso los materiales de mosaico, enlucido

de techos, enlucidos de fachadas, vertidos y materiales para pisos, y esa proporción puede aumentar dramáticamente.

Una alternativa que ha dado buenos resultados y que se puede seguir explotando es la reutilización de los morteros desechados por todos estos lotes.

Este proceso consiste en separar este exceso de material y tamizarlo a través de una malla para eliminar las partículas demasiado gruesas. El material resultante se puede utilizar para fabricar elementos como bancos, umbrales de ducha, cajas de válvulas y más.

Esta idea se puede llevar más allá realizando las pruebas necesarias para que estos residuos se mezclen con el nuevo árido y se utilicen en contrapisos o incluso en alicatados. La reutilización de este material genera beneficios adicionales como la reducción del tiempo de transporte y la evaluación del uso de recursos como grúas, elevadores o cabrestantes para el transporte de materiales.

Reciclar - Generalmente se considera la forma más costosa y compleja de reducir los desechos sólidos porque se requiere un proceso industrializado para convertir los desechos en productos útiles. Sin embargo, existen ejemplos de empresas que han logrado producir, a partir del reciclaje, materiales que luego comercializan con ganancias.

En nuestro medio las empresas productoras reciclan materiales como el acero o el PVC, pero existen otros que pueden ser aprovechados en lugar de eliminarlos de la obra, como desmonte.

2.3.2. Principios Lean Construction

La producción Lean es un sistema de producción que elimina los pasos innecesarios, alineando todas las actividades en un flujo continuo, recombinando las tareas de equipos funcionales dedicados a esas actividades y esforzándose continuamente por mejorar. Las compañías pueden desarrollar y distribuir productos con la mitad del esfuerzo, espacio, herramientas, tiempo y costo total. (Womack, Jones, & Roos, 1990)

Este nuevo modelo conceptual de producción corresponde a una síntesis y generalización de diferentes modelos surgidos en varios campos, dentro de los cuales destacan Just in Time y Total Quality Management. (Koskela, 1992)

a) Comparación entre construcción lean y construcción convencional

Como ya se mencionó, la producción convencional se fundamenta en la observación de la producción como una conversión de las entradas hacia las salidas, por ello la producción total puede ser dividida en subprocesos, los cuales también son procesos de transformación. La producción convencional se mejora con la implementación de nueva tecnología, principalmente en las actividades que agregan valor (transformación), y hasta cierto punto también en las actividades que no lo agregan. Sin embargo, el tiempo y costo de las actividades que no agregan valor presentan una tendencia creciente debido a la contribución de varios mecanismos. (Campero & Alarcón, 2008)

Mientras se ejerce mayor control sobre el costo de cada actividad, es menor el control del impacto que estas actividades tienen sobre el costo de otras.

- La especialización, inherente en el modelo de las organizaciones jerárquicas, automáticamente lleva a una expansión de actividades que no agregan valor como son el transporte, las esperas e inspecciones.
- La implementación de nueva tecnología generalmente lleva a una situación donde los sistemas de producción son más complejos, propensos a perturbaciones, y se requiere nuevos especialistas para mantener el sistema.

La filosofía de producción tradicional y la nueva filosofía de producción

Tabla 2: La filosofía de producción tradicional y la nueva filosofía de producción

	PRODUCCIÓN CONVENCIONAL	NUEVA FILOSOFÍA
Objeto	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades de la empresa
Alcance	Actividades de control	Gestión, asesoramiento, control
Modo de aplicación	Impuesta por la dirección	Por convencimiento y participación
Metodología	Detectar y corregir	Prevenir
Responsabilidad	Del departamento de calidad	Compromiso de todos los miembros de la empresa
Clientes	Ajenos a la empresa	Internos y externos
Conceptualización de la producción	La producción consiste de conversiones (actividades). Todas las actividades añaden valor al producto	La producción consiste de conversiones y flujos; hay actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor al producto
Control	Costo de las actividades	Dirigido hacia el costo, tiempo y valor de los flujos
Mejoramiento	Implementación de nueva tecnología	Reducción de las tareas de flujo, y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas tecnología

Fuente: (Ibarra, 2011)

Dentro de la producción Lean, las actividades que no agregan valor son expresamente identificadas. Es posible iniciar la reducción significativa de los costos de las actividades que no agregan valor, a través de la medición y la aplicación de los principios para el mejoramiento del control de flujo propuestos por Koskela (1992), enunciados anteriormente. Las actividades que agregan valor son mejoradas a través del mejoramiento continuo interno y un mejor uso del equipamiento existente. Sólo después de que este mejoramiento se realiza, se podrían considerar inversiones en nuevas tecnologías.

Cabe señalar que es más fácil implementar nuevas tecnologías si hay una producción sin pérdidas, ya que requerirá menos inversión y habrá un mejor control de la producción. Por lo tanto, después de la etapa inicial, las ganancias de eficiencia impulsadas por la tecnología en actividades de valor agregado pueden ser más rápidas en un entorno de manufactura esbelta que en la manufactura tradicional. Cabe señalar que la adopción de la tecnología, como agente de cambio, puede ser el factor clave para lograr la fabricación ajustada.

Koskela (1992) explica el nuevo concepto de la producción mediante el flujo de materiales y/o información desde las materias primas hasta el producto final. En este flujo, el material es procesado o transformado, inspeccionado, permanece en espera o en movimiento. Estas actividades son inherentemente diferentes. El procesamiento representa el aspecto de transformación de la producción, en cambio, la inspección, el movimiento, y la espera representan el aspecto de flujo de la producción.

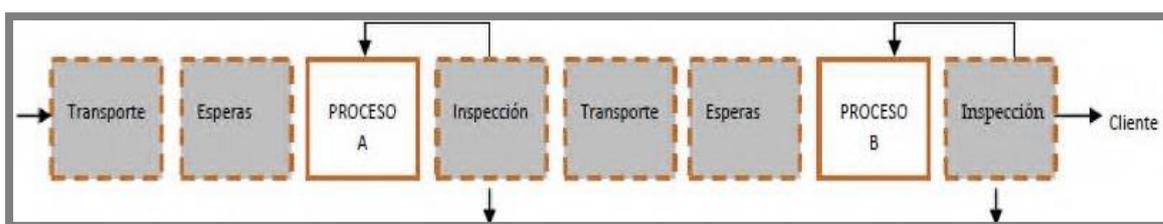


Figura 3: Esquema conceptual de producción Lean como un flujo de procesos. (Koskela, 1992)

b) Filosofía Lean Construction

Según el Lean Construction Institute (ILC), Lean construction es una filosofía que se orienta hacia la administración de la producción en construcción y su objetivo principal es reducir o eliminar las actividades que no agregan valor al proyecto y optimizar las actividades que sí lo hacen, por ello se enfoca principalmente en crear herramientas específicas aplicadas al proceso de ejecución del proyecto y un buen sistema de producción que minimice los residuos [6]. Entendiéndose por residuos todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para completar una unidad productiva, LC clasifica los residuos de construcción en siete categorías como se muestra en la Tabla 3. (Porrás, Sánchez, & Galvis, 2014)

Tabla 3: Desperdicios en la producción

Desperdicios en la construcción
Defectos
Demoras
Excesos de procesado
Exceso de producción
Inventarios excesivos
Transporte innecesario
Movimiento no útil de personas

Fuente: (Porras, Sánchez, & Galvis, 2014)

Categorías que en la gestión tradicional no se tienen en cuenta por que el concepto de producción actual es erróneo al considerarla como un proceso de solo transformación en donde entran materiales y se obtienen unidades productivas, olvidando evaluar los flujos que esos materiales tienen que seguir para lograr obtener el producto. (Porras, Sánchez, & Galvis, 2014)

La propuesta del concepto de producción de la filosofía “Lean” es verla como una transformación de materiales, un flujo de recursos y una generación de valor, por ejemplo, en la hechura de un muro los ladrillos pegados con mortero se transforman en metros cuadrados de muro el flujo es la puesta de los recursos y materiales para elaborar el muro y el valor es la cantidad de metros cuadrados de muro que se logran en un determinado tiempo. (Porras, Sánchez, & Galvis, 2014)

El objetivo de LC es optimizar las transformaciones minimizando o eliminando los flujos que los materiales deben seguir hacia los lugares de ejecución de los trabajos de obra para obtener más valor en los productos finales [10]. El error del pensamiento tradicional en la construcción es centrarse en las actividades de conversión y no tener en cuenta el flujo de los recursos para lograr la generación de más valor en los productos obtenidos; la construcción es, en este escenario, tan solo un modelo de transformación, como se muestra en la Figura 4, a diferencia del modelo propuesto por Lean Construction transformación-flujo-valor o TFCV, que se ilustra en la Figura 5. (Porras, Sánchez, & Galvis, 2014).

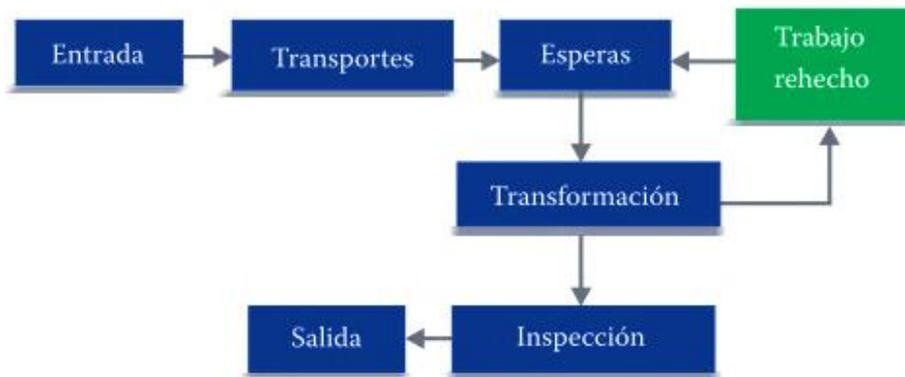


Figura 4: Modelo de producción tradicional. Tomado de Lean Construction en el Perú, Pablo Orihuela : (Porrás, Sánchez, & Galvis, 2014)



Figura 5: Modelo de producción Lean o TFV. Tomado de Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction. Fuente: (Porrás, Sánchez, & Galvis, 2014)

c) Principios Lean Construction

Para la implementación de Lean Construction en los proyectos es necesario iniciar con el compromiso de tener una cultura de mejora continua de la producción para que al aplicar los principios “Lean” correctamente Mejoren la seguridad, la calidad y la eficiencia del proyecto.

Es decir, para que LC funcione se deben aplicar sus principios en forma concreta a las actividades del proyecto. Lauri Koskela propone once principios. (Porrás, Sánchez, & Galvis, 2014)

- Reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor
- Incremento del valor del producto
- Reducción de la variabilidad
- Reducción del tiempo del ciclo
- Simplificación de proceso.
- Incremento de la flexibilidad de la producción.
- Transparencia del proceso
- Enfoque del control al proceso completo

- Mejoramiento continuo del proceso
- Balance de mejoramiento de flujo con mejoramiento de conversión
- Referenciación.

d) Dimensiones

Muros de Concreto Armado (Placas)

En nuestro Boletín anterior (Nº 14) tratamos el tema de los muros portantes de **albañilería**, como parte muy importante de la estructura de una vivienda. Otro tipo de muro que contribuye notablemente a darle fortaleza a la estructura de una edificación y que se está utilizando frecuentemente en nuestro medio, es el denominado muro de **concreto** armado, más conocido como "placa". Al igual que los muros portantes de albañilería, las placas soportan las cargas *sísmicas*. Sin embargo, a diferencia de otros muros estructurales, son más resistentes y más durables en el tiempo, si están bien diseñadas y bien construidas. (Medina, 2019)

Las placas de concreto armado son consideradas como elementos estructurales bidimensionales planos, es decir, su espesor es pequeño en comparación a sus otras dos dimensiones (largo, alto) (Figura 6). (Medina, 2019)

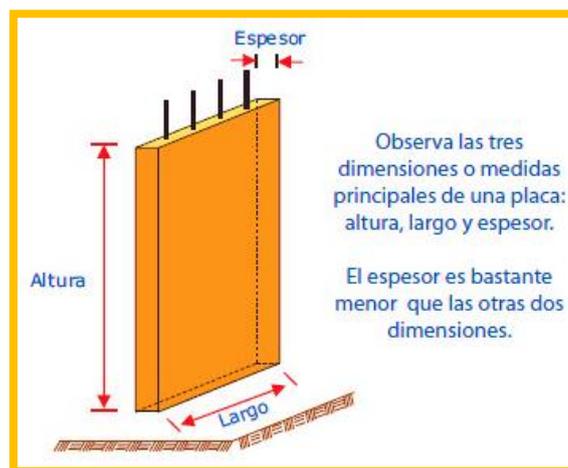


Figura 6: Placa de concreto

Es recomendable usar estas placas en los casos de viviendas nuevas que tienen deficiencias de densidad de muros portantes de albañilería, en cualquiera de sus direcciones principales (Ver Construyendo Nº 13). (Medina, 2019)

También las placas se pueden usar en los casos de reparación de **viviendas** que han sido dañadas por un sismo. (Medina, 2019)

Los materiales a utilizarse en la **construcción** de estos muros son los siguientes:

CONCRETO + FIERRO = CONCRETO ARMADO

Recomendaciones:

Según Medina Ricardo, a continuación, estos son algunos consejos para recordar y tener en cuenta cuando te toque construir una placa: (Medina, 2019)

Generales:

- a. Las placas deben construirse estrictamente de acuerdo a lo especificado en los planos estructurales.
- b. Si la edificación es de dos pisos o más, las placas deben ser coincidentes en todos los niveles (Figura 7).

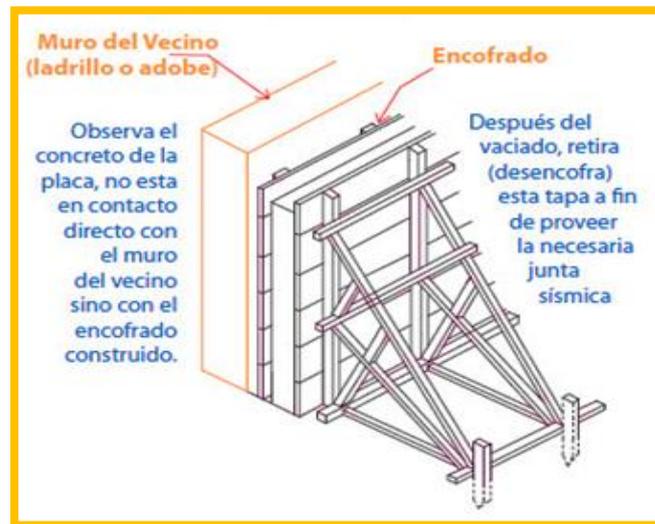


Figura 7: Vista tridimensional de una edificación de dos pisos con incorporación de placa de concreto armado

c. Cuando se construyan placas de concreto armado que sean colindantes a predios con muros de **ladrillo** o **adobe**, estos muros del vecino no deberán ser utilizados como encofrados para el vaciado de la placa (Figura 8).

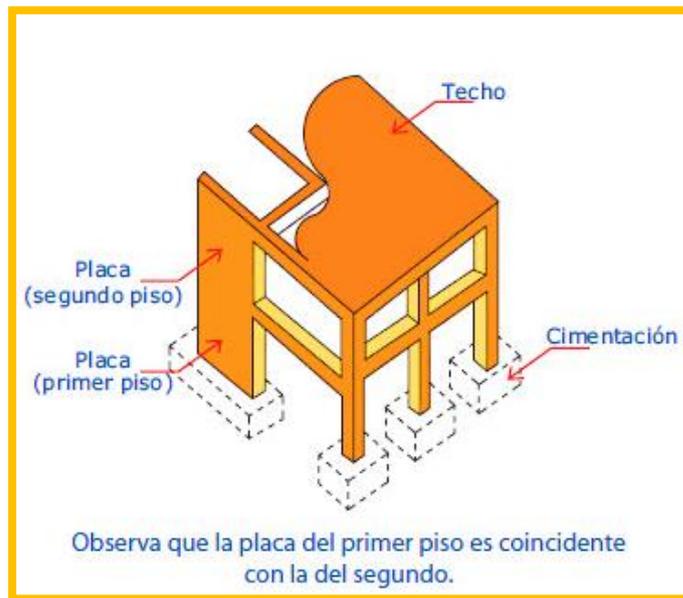


Figura 8: Placas de acuerdo a los planos estructurales

d. No se debe colocar ninguna clase de tubería (agua, desagüe, eléctrico) ni accesorios dentro de la placa, porque la debilita.

Para el refuerzo:

e. Las especificaciones del refuerzo a colocarse (**diámetro de barras, cantidad, espaciamiento, numero de capas**), tanto vertical como horizontalmente, deben estar claramente indicadas en los planos.

f. El refuerzo vertical debe ingresar totalmente en la cimentación, respetándose un recubrimiento de 7.5 cm.

g. Si la placa continúa en los niveles superiores, no olvides dejar las mechas con la longitud de empalme apropiado. (Tabla 4).

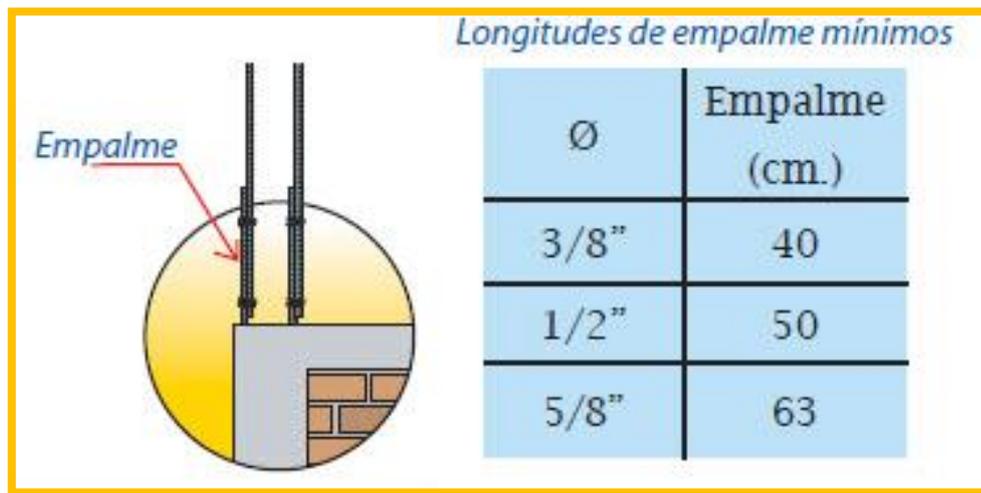


Figura 7: Mechas con la longitud de empalme adecuado

h. Antes de vaciar el concreto, asegúrate de que los dados estén bien colocados, para darle el importante y necesario recubrimiento al refuerzo de la placa (Figura 9).



Figura 8: Dados para asegurar el recubrimiento

Para el concreto:

i. En la preparación del concreto debes tener cuidado con el tamaño de **piedra chancada** que vas a utilizar, de preferencia usa solo de 1/2" (no debe estar mezclada con 3/4" y 1"), en especial cuando se trate de placas delgadas (10 a 15 cm.).

j. A fin de evitar la formación de **cangrejeras**, el concreto no debe ser muy seco, pero tampoco muy aguado, debe tener la fluidez apropiada (consistencia (1)), para que se meta hasta el último rincón del encofrado.

Puedes utilizar la siguiente mezcla por cada metro cúbico de concreto a preparar in situ (Ver Figura 10)



Figura 9: Mezcla por cada metro cúbico de concreto

k. Es sumamente importante que compactes el concreto conforme vas haciendo el vaciado

l. Debes realizar el curado del concreto luego de desencofrar, lo puedes hacer humedeciéndolo constantemente con agua (mínimo 3 días) o utilizando aditivos (Figura 11).



Figura 10: Curado del concreto con aditivo

Para el Encofrado

m. Tu encofrado no debe permitir la fuga de la **lechada de cemento** (2), ya que deteriora la calidad del concreto.

n. A fin de que la placa tenga un espesor uniforme, asegúrate de usar templadores, ya que la fuerte presión del concreto fresco sobre el encofrado lo empuja hacia fuera. Esta presión puede hacer colapsar al encofrado (Figura 12).



Figura 11: Apuntalamiento del encofrado

ñ. Debes apuntalar el encofrado para proporcionarle estabilidad (Figura 6).

o. Verifica el aplomado.

Albañilería confinada

Se llama con este nombre al sistema de construcción conformado por: paños de ladrillo, columnas y vigas. Gracias a este sistema integrado las columnas confinan los muros haciendo que estos sean más estables. Este refuerzo es necesario para que la estructura sea más resistente a movimientos sísmicos. Sin ellas los muros no serían dúctiles, es decir no tendrían la suficiente elasticidad y se quebrarían ante las vibraciones que ocasiona un sismo fuerte. (Aceros Arequipa, 2019)



Figura 12: Albañilería confinada

Separación máxima entre columnas de confinamiento

La norma técnica E.070 está dictada por el Reglamento Nacional de Edificaciones. En aquel se estipula que la separación entre columnas debe ser máximo la medida del doble de la altura de la pared de ladrillos. Es decir, si la altura de esta pared es de 2.40 metros, las columnas deberían estar separadas, como máximo, por 4.80 metros. (Aceros Arequipa, 2019)

La recomendación al momento de evaluar la altura máxima de los muros es que estos no superen los 3 metros. Respecto al ancho, la norma dicta que este no debería ser superior a los 5 metros. En ese sentido si tenemos, por ejemplo, un muro de que tiene una altura de 2.65 metros, la fórmula nos indica que la medida de separación máxima debería ser de 5.30 metros, no obstante, como este supera la norma, debemos apoyarnos en ella para darle como ancho de separación máximo 5 metros. (Aceros Arequipa, 2019)}

Si la separación es mayor

Lo que sucederá es que los muros tenderán a agrietarse en el centro ya que no están hechos para soportar fuerza vertical. (Aceros Arequipa, 2019)

Importancia y usos de los Muros de Concreto Armado

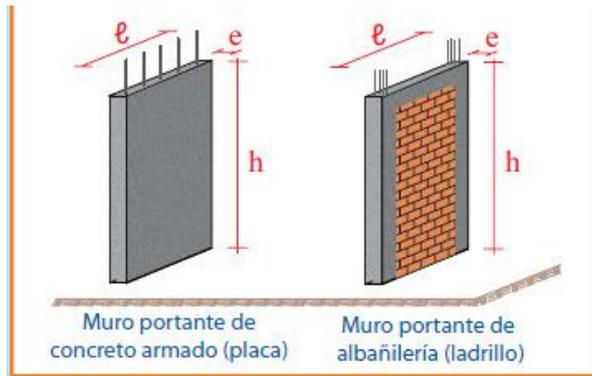
La Norma Técnica E-070 de Albañilería, en el capítulo 6, nos proporciona las recomendaciones que se debe tener en cuenta para la configuración estructura de una edificación de albañilería, como es el caso de las viviendas. (Aceros Arequipa, 2020)

La configuración estructural de una edificación significa **disponer**, dar forma y medidas a cada una de las partes (vigas, columnas, placas, etc.) que componen la estructura de la edificación. Esto se hace con la finalidad de que la edificación tenga características específicas, por ejemplo, mayor resistencia a los **sismos**. (Aceros Arequipa, 2020)

Bajo este contexto, la Norma Técnica E-070 menciona lo siguiente:

"La densidad de muros portantes de albañilería debe ser similar en las dos direcciones principales (X, Y) de la edificación. Cuando en cualquiera de estas direcciones no exista el área suficiente de muros para satisfacer los requisitos del artículo 19 (19.2b), se deberá suplir la deficiencia mediante muros de concreto armado..." (Aceros Arequipa, 2020)

Uno de los principales problemas en nuestro medio es la **construcción** de viviendas con una cantidad de muros portantes inferior al mínimo exigido por la Norma Técnica. Esta diferencia es un grave error que ha sido evidente en los últimos sismos importantes ocurridos en nuestro país. Por ello, es vital conocer la importancia que tienen los muros portantes en las viviendas. Se cree erróneamente que las edificaciones serán más seguras si tienen solo columnas, pero también deben tener muros portantes (Figura 14). (Aceros Arequipa, 2020)



: Figura 13. Albañilería confinada

Cuando no hay suficientes muros portantes de ladrillo en cualquiera de las direcciones principales de la vivienda a construirse, la Norma nos da una interesante alternativa que podemos aplicar para estos casos, a fin de corregir esta situación: la inserción de muros de concreto armado (placas) (Figura 15). (Aceros Arequipa, 2020) En la estructura total de la edificación.

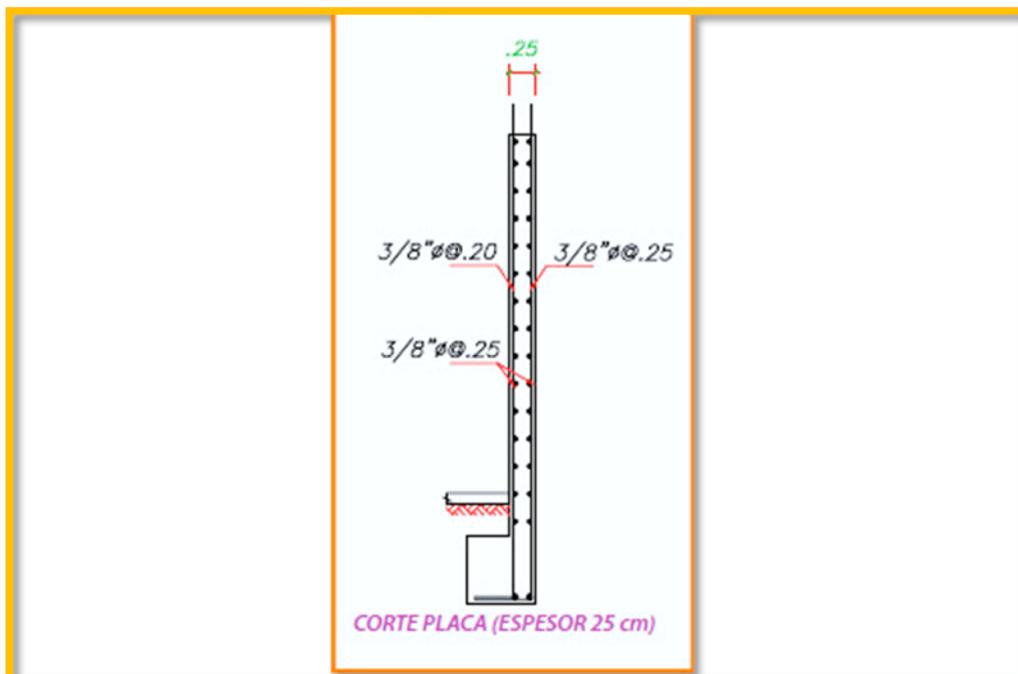


Figura 14: Muro de concreto armado

Una de las ventajas del muro de concreto armado frente a otro de albañilería -de las mismas medidas - es su mayor capacidad para absorber y resistir las cargas sísmicas. (Aceros Arequipa, 2020)

Sin embargo, para que esta alternativa resulte efectiva, el muro de concreto armado tiene que ubicarse en un lugar estratégico de la estructura (no puede ir en cualquier lugar) y una vez que se encuentre el sitio apropiado, se le deberá dar las medidas adecuadas (Configuración estructural). Finalmente, dentro del diseño estructural, un Ingeniero Calculista determinará la cantidad necesaria de fierro corrugado vertical y horizontal. (Aceros Arequipa, 2020)

La tecnología del concreto: conceptos fundamentales.

Es el campo de la ingeniería civil que abarca el conjunto de conocimientos científicos orientados hacia la aplicación técnica, práctica y eficiente del concreto en la construcción. (Pasquel, 2019)

En su desarrollo y utilización interviene varias ciencias interrelacionadas como son la física, la química, las matemáticas y la investigación experimental. (Pasquel, 2019)

A diferencia de otros campos de la ingeniería en que se puede ejercer un control bastante amplio sobre los parámetros que participan en un fenómeno, en la tecnología del concreto cada elemento que interviene, bien sea el cemento, el agua, los agregados, los aditivos y las técnicas de producción, colocación, curado, y mantenimiento, representan aspectos particulares a estudiar y controlar de modo que puedan trabajar eficientemente de manera conjunta en la aplicación práctica que deseamos. (Pasquel, 2019)

Generalmente tenemos una serie de limitaciones en cuanto a modificar a nuestra voluntad las características de los factores que intervienen en el diseño y producción del concreto, por lo que cada caso supone una solución particular, en la que tienen a su cargo definirla e implementarla en la práctica, ya que paradójicamente, los ingredientes de un concreto bueno y uno malo son el general los mismos si no sabemos emplearlos adecuadamente, por lo que no es una tarea

simple el diseñar y producir concreto de buena calidad. En ese punto, es necesario establecer que el concreto de buena calidad es aquel que satisface eficientemente los requisitos de trabajabilidad, colocación, comparación, resistencia, durabilidad y economía que nos exige el caso singular que estamos enfrentando. (Pasquel, 2019)

Columnas (comportamiento y tipos)

Son los elementos, generalmente verticales, que reciben las cargas de las losas y de las vigas con el fin de transmitirlos hacia la cimentación y permiten que una edificación tenga varios niveles. (Blanco, 2019)

Desde el punto de vista sísmico, las columnas son elementos muy importantes, pues forman con las vigas los denominados pórticos, que constituyen el esqueleto sismo-resistente junto con los muros, si estos existen. (Blanco, 2019)

Las columnas se constituyen de diferentes secciones, siendo común el uso de columnas circulares, cuadradas y rectangulares; también puede usarse otro tipo de secciones como las poligonales o trapezoidales, las cuales suelen ser más caras debido al encofrado mayor y más dificultoso. (Blanco, 2019)

Las columnas son elementos principales sometidos a esfuerzos de compresión y simultáneamente a los de flexión (flexo compresión), debido a que tienen momentos flectores transmitidos por las vigas y reciben las cargas axiales de los diferentes niveles de la edificación. La sección transversal de la columna dependerá de la magnitud de la carga vertical que recibe y de la magnitud de los momentos flectores actuantes. (Blanco, 2019)

En la mayoría de las edificaciones usuales, con luces menores a 6 o 7 mts, y con un adecuado número de muros (placas) en cada dirección, las columnas pueden dimensionarse estimando su carga axial, ya que esta suele ser crítica para definir su sección. (Blanco, 2019)

En los casos de luces muy grandes, se producen momentos importantes debidos a cargas de gravedad, sobre todo en las columnas extremas, siendo importante el

peralte que pueden tener estas en la dirección (del pórtico) donde se producen estos momentos. Las columnas ven afectadas su resistencia debido a los denominados efectos de esbeltez; estos ocasionan deformaciones transversales que generan excentricidades adicionales a las del análisis convencional, produciéndose momentos que afectan la capacidad resistente de las columnas. (Blanco, 2019)

Mientras mayor sea la altura de la columna o menor su sección transversal, mayores serán las deformaciones transversales, y por tanto mayores los momentos adicionales. Otros factores como son la magnitud de la carga axial, el arriostre de la columna en los encuentros con las vigas el tipo de curvatura y el desplazamiento lateral del entrepiso en análisis, influyen en la evaluación de los efectos de esbeltez. (Blanco, 2019)

Cuando se usan columnas rectangulares los efectos de esbeltez son más críticos en una dirección de menor espesor, no siendo recomendable secciones con espesores menores de 25 cms, salvo el caso de columnas de confinamiento de muros de albañilería, las cuales tienen un comportamiento diferente y donde la carga axial generalmente no es importante. En la estructuración de una edificación existe el criterio bastante difundido de peraltar las columnas en la dirección de los “pórticos principales”. La razón principal de esta recomendación es proporcionar mayor resistencia en la dirección donde los momentos debidos a cargas de gravedad pueden ser importantes. (Blanco, 2019)

Sin embargo, en la mayoría de edificaciones se tienen menores a 6 o 7 mts, y en estos casos los momentos de cargas de gravedad no son muy importantes, salvo el caso de columnas exteriores (extremas) o de columnas comprendidas entre tramos de vigas de luces notoriamente diferentes. (Blanco, 2019)

Muros o placas

Son paredes de concreto armado que daba su mayor dimensión en una dirección, muy superior a su ancho, proporcionan gran rigidez lateral y resistencia en esa dirección. Algunos autores definen a los muros como columnas de sección

trasversal muy alargada, destacando el hecho que en realidad una columna y una placa reciben los mismos esfuerzos, ya que ambos cargan las vigas y las losas y reciben momentos de estas. (Blanco, 2019)

Sin embargo, el hecho de tener su largo notoriamente superior a su ancho, hace que las placas tengan un comportamiento interior diferente (importes deformaciones por corte), convirtiéndose en elementos de gran rigidez lateral y resistencia en la dirección de su largo. La gran rigidez lateral que proporcionan los muros o placas, superior a la que puede proporcionar un pórtico formado por columnas y vigas, hace que, en la actualidad, con una conciencia más clara hacia el diseño sismo resistente, se les use en casi todo tipo de edificaciones. (Blanco, 2019)

Uno de los principales problemas de las fuerzas horizontales de sismo son las excesivas deformaciones horizontales ; cuando un edificio es muy flexible (es decir tiene deformaciones laterales importantes) se generan mayores problemas durante un sismo , como son un mayor efecto de pánico en sus ocupantes, posibles choques con un mayor efecto posibilidad de rotura de vidrios, desprendimientos de cornisas, enchapes y parapetos, mayores fisuras en tabiques de albañilería, mayores efectos de esbeltez en columnas, etc. Frente a estos problemas, uno de los criterios de diseño más importantes es el de limpiar los desplazamientos laterales de una edificación durante los sismos y una de las mejores formas para lograr este objetivo es recurriendo al uso de muros o placas en las dos direcciones. (Blanco, 2019)

Dada su gran rigidez, los muros terminan absorbiendo la mayor parte de los cortantes de sismo (fuerzas horizontales acumuladas), lo cual obliga a ser muy cuidadoso con su ubicación en planta, con el objeto de no crear efectos de torsión si se colocan estos en forma asimétrica. Si en una edificación tuviésemos para una dirección ejes conformados por pórticos; y si en uno de ellos, ubicado hacia un extremo, se concentraran los muros o placas, se produciría una gran excentricidad entre el centro de masas, donde se genera la fuerza de sismo (fuerza= masa * aceleración), y el centro de rigidez, donde se puede concretar la rigidez del edificio,

lo cual equivale a producir momentos de torsión en planta muy significativos, ocasionándose que el edificio no solo tenga un momento de translación , sino además un giro. Cuando los edificios son de pocos pisos, puede lograrse un comportamiento similar usando muros “portantes” de albañilería, adecuadamente dimensionados de acuerdo a requerimientos de cálculo. Estos también aportan rigidez lateral y resistencia evidentemente menores a los muros de concreto armado, pero en muchos casos (dependiendo de sus dimensiones) superiores a la de los pórticos de concreto armado. (Blanco, 2019)

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Existe diferencia significativa entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo

2.4.2. Hipótesis Especificas

No amerita porque el objetivo es descriptivo.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable 1: Evaluación de desperdicio de concreto: Sin Principios Lean Construction

Dimensiones

- Columnas
- Placas de concreto armado

Variable 2: Evaluación de desperdicio de concreto: Con Principios Lean Construction.

Dimensiones

- Columnas
- Muros de Concreto o Placas

2.5.2. Definición operacional de la variable

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
VARIABLE 1 Evaluación de desperdicio de concreto: Sin Filosofía Lean Construction	Viene a ser el desperdicio de materiales de concreto en columnas y vigas sin el uso de ninguna metodología (Ashqui & Pulgar, 2017)	Columnas	Resistencia del concreto (f'c)	Nominal
			Cantidad de concreto preparado in situ (m3)	
			Cantidad de concreto colocada in situ (m3)	
			Cantidad de concreto pre mezclado requerido (m3)	
			Cantidad de concreto pre mezclado colocado in situ (m3)	
			Tiempo de colocación del concreto in situ (h)	
			Desperdicio de concreto (%)	
		Placas de concreto armado	Resistencia del concreto (f'c)	
			Cantidad de concreto preparado in situ (m3)	
			Cantidad de concreto colocada in situ (m3)	
			Cantidad de concreto pre mezclado requerido (m3)	
			Cantidad de concreto pre mezclado colocado in situ (m3)	
			Tiempo de colocación del concreto in situ (h)	
			Desperdicio de concreto (%)	
VARIABLE 1 Evaluación de desperdicio de concreto: Con Filosofía Lean Construction	Viene a ser el desperdicio de materiales de concreto en columnas y vigas teniendo un método de control como la Filosofía Lean Construction (LC, 2013)	Columnas	Resistencia del concreto (f'c)	Nominal
			Cantidad de concreto preparado in situ (m3)	
			Cantidad de concreto colocada in situ (m3)	
			Cantidad de concreto pre mezclado requerido (m3)	
			Cantidad de concreto pre mezclado colocado in situ (m3)	
			Tiempo de colocación del concreto in situ (h)	
			Desperdicio de concreto (%)	
		Placas de concreto armado	Resistencia del concreto (f'c)	
			Cantidad de concreto preparado in situ (m3)	
			Cantidad de concreto colocada in situ (m3)	
			Cantidad de concreto pre mezclado requerido (m3)	
			Cantidad de concreto pre mezclado colocado in situ (m3)	
			Tiempo de colocación del concreto in situ (h)	
			Desperdicio de concreto (%)	

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método de investigación fue el descriptivo que tal como lo indica su nombre, el objetivo es describir el estado y/o comportamiento de una o más variables. (Tamayo, 2000)

3.2. Tipo de Investigación

Por su finalidad realizada fue básica, porque mejora el conocimiento y comprensión de los fenómenos sociales, así mismo es el fundamento de toda investigación. (Sierra B.R., 1985)

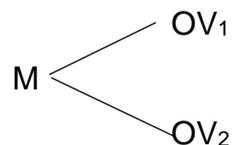
3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo porque se busca describir las características del objeto de investigación (finalidad cognoscitiva), el análisis estadístico es invariado, nos permite estimar parámetros (propósito estadístico) en la población de estudio a partir de una muestra. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

3.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación que se utilizó es descriptivo comparativo y no experimental, debido a que no se manipuló las variables, prospectivo porque se analizaron datos en el momento de la investigación y de corte transversal porque se medirá una sola vez en el tiempo.

Esquemáticamente es:



Donde:

M = Muestra

OV₁= Observación de la variable 1: Empresa que no utiliza el Lean Construction

OV₂= Observación de la variable 2: Empresa que utiliza el Lean Construction

3.5. Población y muestra

La población de estudio estuvo conformada por los registros de una Obra en donde se esté usando los Principios Lean Construction y otra que no, La muestra será no probabilística y censal, es decir la población igual a la muestra.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica fue la observación de documentos y el instrumento una ficha de observación.

3.7. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de los datos se utilizaron los modelos estadísticos y gráficos. Además de los cálculos de costos con relleno compactado y relleno fluido.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Se hizo a través del software estadístico SPSS versión 25 de dónde hallarán los estadígrafos descriptivos con el cálculo de medidas de tendencia central.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultados Descriptivos

4.1.1. Resultados del Objetivo Específico 1

Identificar el porcentaje de desperdicio de concreto para elementos verticales en edificaciones que no utilizan los principios Lean Construction

a) Columnas Proyecto 1: Proyecto oficina y consultorio

Tabla 4: Porcentaje de desperdicio sin Lean Construction en el proyecto oficina y consultorio en columnas

		ELEMENTO ESTRUCTURAL - COLUMNAS												
		Elementos (Und)		Dimensiones del Elemento			F'c de Concreto (kg/cm2)	Slump del Concreto (pulgadas)	Cantidad de Concreto preparado in situ (m3)	Cantidad de Concreto pre mezclado requerido (m3)	Cantidad de Concreto colocado in situ (m3)	Tiempo de colocación del Concreto in situ (h)	Volumen de Acero del Elemento (m3)	Desperdicio de Concreto (%)
		Columna	Cantidad	L. m	A. m	H. m								
1	05/10/2021 SOTANO	C-4	3,00	1,15	0,25	3,25	210,00	7,00	0,00	2,95	2,95	2,50	0,018	0,60%
		C-2	2,00	0,60	0,25	3,53	210,00	7,00	0,00	1,11	1,11		0,018	1,64%
		C-1	2,00	0,60	0,25	3,53	210,00	7,00	0,00	1,11	1,11		0,018	1,64%
		C-PL1	2,00	0,40	0,25	3,78	210,00	7,00	0,00	0,79	0,79		0,009	1,14%
		C-PL2	2,00	0,40	0,25	3,78	210,00	7,00	0,00	0,79	0,79		0,008	0,96%
		C-PL2	2,00	0,60	0,25	3,78	210,00	7,00	0,00	1,19	1,19		0,010	0,81%
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50			
2	11/10/2021 SOTANO	C-3	4,00	0,95	0,25	3,53	210,00	7,00	0,00	3,52	3,52	1,50	0,014	0,39%
		C-1	2,00	0,60	0,25	3,53	210,00	7,00	0,00	1,11	1,11		0,018	1,64%
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50			
3		C-4	3,00	1,15	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	3,34	3,34	2,50	0,018	0,53%

	22/11/2021 1° PISO	C-2	2,00	0,60	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	1,16	1,16		0,018	1,57%
		C-1	2,00	0,60	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	1,16	1,16		0,018	1,57%
		C-PL1	2,00	0,40	0,25	3,78	210,00	7,00	0,00	0,79	0,79		0,009	1,14%
		C-PL2	2,00	0,40	0,25	3,78	210,00	7,00	0,00	0,79	0,79		0,008	0,96%
		C-PL2	2,00	0,60	0,25	3,78	210,00	7,00	0,00	1,19	1,19		0,010	0,81%
CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50					
4	06/12/2021 1° PISO	C-3	4,00	0,95	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	3,68	3,68	1,50	0,014	0,37%
		C-1	2,00	0,60	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	1,16	1,16		0,018	1,57%
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50			
5	10/01/2022 2° PISO	C-4	3,00	1,15	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	2,53	2,53	2,00	0,018	0,70%
		C-2	2,00	0,60	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	0,88	0,88		0,018	2,08%
		C-1	2,00	0,60	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	0,88	0,88		0,018	2,08%
		C-PL1	2,00	0,40	0,25	3,04	210,00	7,00	0,00	0,64	0,64		0,009	1,42%
		C-PL2	2,00	0,40	0,25	3,04	210,00	7,00	0,00	0,64	0,64		0,008	1,20%
		C-PL2	2,00	0,60	0,25	3,04	210,00	7,00	0,00	0,96	0,96		0,010	1,01%
CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50					
6	22/01/2022 2° PISO	C-3	4,00	0,95	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	2,78	2,78	1,50	0,014	0,49%
		C-1	2,00	0,60	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	0,88	0,88		0,018	2,08%
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50			
TOTAL									39,05	36,05		0,34	8,55%	

FUENTE ELABORACION PROPIA, 2022 - Bachiller: José Antonio Aliaga Callupe

La tabla muestra el porcentaje de desperdicio sin Lean Construction en columnas fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido (m3) de 39.05%; para cantidad de Concreto colocada in situ (m3) de 36.05% y para Volumen de Acero del Elemento (m3) (0.34). El total de desperdicio de Concreto (8.55%)

b) Placas de Concreto de Armado en Proyecto 1: Proyecto oficina y consultorio

Tabla 5: Porcentaje de desperdicio sin Lean Construction en el proyecto oficina y consultorio en columnas en placas de concreto

ELEMENTO ESTRUCTURAL - PLACAS DE CONCRETO ARMADO													
Elementos		(Und)	Dimensiones del Elemento			F'c de Concreto (kg/cm2)	Slump del Concreto (pulgadas)	Cantidad de Concreto preparado in situ (m3)	Cantidad de Concreto pre mezclado requerido (m3)	Cantidad de Concreto colocado in situ (m3)	Tiempo de colocación del Concreto in situ (h)	Volumen de Acero del Elemento (m3)	Desperdicio de Concreto (%)
Placa	Cantidad	L. m	A. m	H. m									
PL-1 Ascen	1,00	1,80	0,25	3,78	280,00	7,00	0,00	1,79	1,79	3,50	0,012	0,70%	
PL-2 Ascen	2,00	2,25	0,25	3,78	280,00	7,00	0,00	4,47	4,47		0,015	0,35%	
PL-2 Ascen	1,00	1,80	0,25	3,78	280,00	7,00	0,00	1,79	1,79		0,012	0,70%	
PL-Sotan	1,00	1,40	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	1,36	1,36		0,010	0,71%	
PL-Sotan	2,00	4,05	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	7,85	7,85		0,028	0,35%	
PL-Sotan	1,00	5,60	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	5,42	5,42		0,039	0,71%	
PL-Sotan	1,00	4,60	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	4,46	4,46		0,032	0,71%	
PL-Sotan	2,00	3,38	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	6,55	6,55	3,00	0,023	0,35%	
PL-Sotan	2,00	4,33	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	8,39	8,39		0,029	0,35%	
PL-Sotan	1,00	5,83	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	5,65	5,65		0,040	0,71%	
PL-Sotan	1,00	5,28	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	5,11	5,11		0,036	0,71%	
PL-1 Ascen	1,00	1,80	0,25	3,78	280,00	7,00	0,00	1,79	1,79	4,00	0,012	0,70%	
PL-2 Ascen	2,00	2,25	0,25	3,78	280,00	7,00	0,00	4,47	4,47		0,015	0,35%	
PL-2 Ascen	1,00	1,80	0,25	3,78	280,00	7,00	0,00	1,79	1,79		0,012	0,70%	
PL-1° Piso	1,00	1,40	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	1,36	1,36		0,010	0,71%	
PL-1° Piso	2,00	4,05	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	7,85	7,85		0,028	0,35%	

PL-1° Piso	1,00	5,60	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	5,42	5,42		0,039	0,71%
PL-1° Piso	1,00	4,60	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	4,46	4,46		0,032	0,71%
PL-1° Piso	2,00	3,38	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	6,55	6,55	2,50	0,023	0,35%
PL-1° Piso	2,00	4,33	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	8,39	8,39		0,029	0,35%
PL-1° Piso	1,00	5,83	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	5,65	5,65		0,040	0,71%
PL-1° Piso	1,00	5,28	0,25	3,69	210,00	7,00	0,00	5,11	5,11		0,036	0,71%
PL-1 Ascen	1,00	1,80	0,25	3,04	280,00	7,00	0,00	1,44	1,44		0,012	0,80%
PL-2 Ascen	2,00	2,25	0,25	3,04	280,00	7,00	0,00	3,59	3,59		0,014	0,40%
PL-2 Ascen	1,00	1,80	0,25	3,04	280,00	7,00	0,00	1,44	1,44		0,012	0,80%
PL-2° Piso	1,00	1,40	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	1,03	1,03	3,50	0,009	0,85%
PL-2° Piso	2,00	4,05	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	5,93	5,93		0,025	0,42%
PL-2° Piso	1,00	5,60	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	4,10	4,10		0,035	0,85%
PL-2° Piso	1,00	4,60	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	3,37	3,37		0,029	0,85%
PL-2° Piso	2,00	3,38	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	4,95	4,95	2,50	0,021	0,42%
PL-2° Piso	2,00	4,33	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	6,34	6,34		0,027	0,42%
PL-2° Piso	1,00	5,83	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	4,27	4,27		0,036	0,85%
PL-2° Piso	1,00	5,28	0,25	2,79	210,00	7,00	0,00	3,87	3,87		0,033	0,85%
TOTAL								145,96	145,96		0,80	0,55%

FUENTE ELABORACION PROPIA, 2022 - Bachiller: Jose Antonio Aliaga Callupe

La tabla muestra el porcentaje de desperdicio sin Lean Construction en placas de concreto armado fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido (m3) de 145.96%; para cantidad de Concreto colocada in situ (m3) de 145.96% y para Volumen de Acero del Elemento (m3) (0.80). El total de desperdicio de Concreto (0.55%)

4.1.2. Resultados del Objetivo Específico 2

Identificar la evaluación de desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones que utilizan los principios Lean Construction

a) Proyecto N° 02 – Primer piso: Centro Médico Especializado I-3 (Columnas)

Tabla 6: Porcentaje de desperdicio con Lean Construction en Primer piso: Centro Médico Especializado I-3 (Columnas)

		ELEMENTO ESTRUCTURAL - COLUMNAS												
		Elementos (Und)		Dimensiones del Elemento			F'c de Concreto (kg/cm2)	Slump del Concreto (pulgadas)	Cantidad de Concreto preparado in situ (m3)	Cantidad de Concreto pre mezclado requerido (m3)	Cantidad de Concreto colocado in situ (m3)	Tiempo de colocación del Concreto in situ (h)	Volumen de Acero del Elemento (m3)	Desperdicio de Concreto (%)
		Columna	Cantidad	L. m	A. m	H. m								
1	12/10/2021 SOTANO	C-2	3,00	0,70	0,30	3,48	210,00	7,00	0,00	2,30	2,30	2,00	0,012	0,51%
		C-3	3,00	0,70	0,35	3,48	210,00	7,00	0,00	2,69	2,69		0,013	0,50%
		C-4	1,00	0,35	0,35	3,48	210,00	7,00	0,00	0,45	0,45		0,007	1,57%
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50			
2	18/10/2021 SOTANO	C-2	3,00	0,70	0,30	3,48	210,00	7,00	0,00	2,30	2,30	2,00	0,012	0,51%
		C-3	3,00	0,70	0,35	3,48	210,00	7,00	0,00	2,69	2,69		0,013	0,50%
		C-Ascen	2,00	0,40	0,20	3,48	210,00	7,00	0,00	0,58	0,58		0,007	1,13%
		C-Ascen	1,00	0,40	0,25	3,48	210,00	7,00	0,00	0,37	0,37		0,008	2,14%
		C-Ascen	1,00	0,40	0,30	3,48	210,00	7,00	0,00	0,44	0,44		0,008	1,89%
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50			
3	26/10/2021 SOTANO	C-1	6,00	0,70	0,50	3,48	210,00	7,00	0,00	7,67	7,67	1,50	0,017	0,22%
		C-P1	1,00	0,35	0,30	3,48	210,00	7,00	0,00	0,38	0,38		0,006	1,68%

		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA								0,50					
4	15/11/2021 1° PISO	C-2	3,00	0,70	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	2,12	2,12	2,00	0,012	0,56%	
		C-3	3,00	0,70	0,35	3,20	210,00	7,00	0,00	2,47	2,47		0,013	0,54%	
		C-4	1,00	0,35	0,35	3,20	210,00	7,00	0,00	0,41	0,41		0,007	1,71%	
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA								0,50					
5	22/11/2021 1° Piso	C-2	3,00	0,70	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	2,12	2,12	2,50	0,013	0,63%	
		C-3	3,00	0,70	0,35	3,20	210,00	7,00	0,00	2,47	2,47		0,013	0,54%	
		C-Ascen	2,00	0,40	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	0,54	0,54		0,013	2,50%	
		C-Ascen	1,00	0,40	0,25	3,20	210,00	7,00	0,00	0,34	0,34		0,013	4,00%	
		C-Ascen	1,00	0,40	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	0,40	0,40		0,013	3,33%	
															0,00%
CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA								0,50							
6	29/11/2021 1° Piso	C-1	6,00	0,70	0,50	3,20	210,00	7,00	0,00	7,06	7,06	1,50	0,017	0,24%	
		C-P1	1,00	0,35	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	0,35	0,35		0,006	1,83%	
															0,00%
															0,00%
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA								0,50					
TOTAL									41,14	38,14		0,23	7,84%		

FUENTE ELABORACION PROPIA, 2022 - Bachiller: Jose Antonio Aliaga Callupe

La tabla muestra el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto N° 02 – Primer piso: Centro Médico Especializado I-3 en columnas fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido (m3) de 41.14%; para cantidad de Concreto colocada in situ (m3) de 38.14% y para Volumen de Acero del Elemento (m3) (0.23). El total de desperdicio de Concreto (7.84%)

b) Proyecto N° 02 - Primer piso: Centro Médico Especializado I-3 (Columnas)

Tabla 7: Porcentaje de desperdicio con Lean Construction en Primer piso: Centro Médico Especializado I-3 (Columnas)

ELEMENTO ESTRUCTURAL - PLACAS DE CONCRETO ARMADO													
Elementos		(Und)	Dimensiones del Elemento			F'c de Concreto (kg/cm ²)	Slump del Concreto (pulgadas)	Cantidad de Concreto preparado in situ (m ³)	Cantidad de Concreto pre mezclado requerido (m ³)	Cantidad de Concreto colocado in situ (m ³)	Tiempo de colocación del Concreto in situ (h)	Volumen de Acero del Elemento (m ³)	Desperdicio de Concreto (%)
Placa	Cantidad	L. m	A. m	H. m									
PL-Sotan	2,00	2,50	0,20	3,08	210,00	7,00	0,00	3,23	3,23	1,50	0,015	0,45%	
PL-Sotan	1,00	3,90	0,20	3,08	210,00	7,00	0,00	2,52	2,52		0,023	0,92%	
PL-Sotan	1,00	5,35	0,20	3,08	210,00	7,00	0,00	3,46	3,46		0,032	0,92%	
PL-Sotan	2,00	7,05	0,20	3,08	210,00	7,00	0,00	9,12	9,12	3,50	0,042	0,46%	
PL - 02	1,00	2,30	0,20	3,08	210,00	7,00	0,00	1,49	1,49		0,014	0,91%	
PL-Ascen	1,00	1,95	0,20	3,08	280,00	7,00	0,00	1,26	1,26		0,011	0,89%	
PL-Ascen	1,00	1,60	0,20	0,60	280,00	7,00	0,00	0,20	0,20		0,002	1,06%	
PL-Ascen	1,00	1,55	0,25	3,08	280,00	7,00	0,00	1,25	1,25		0,009	0,70%	
PL-Ascen	1,00	3,50	0,30	3,08	280,00	7,00	0,00	3,40	3,40		0,021	0,61%	
PL-Ascen	1,00	1,75	0,15	0,60	280,00	7,00	0,00	0,17	0,17		0,002	1,34%	
PL-Sotan	2,00	4,10	0,20	3,08	210,00	7,00	0,00	5,30	5,30	3,50	0,024	0,46%	
PL-Sotan	2,00	3,50	0,30	3,08	210,00	7,00	0,00	6,79	6,79		0,021	0,31%	
PL-Sotan	2,00	1,60	0,30	3,08	210,00	7,00	0,00	3,10	3,10		0,010	0,31%	
PL-Sotan	1,00	9,50	0,20	3,08	210,00	7,00	0,00	6,14	6,14		0,057	0,93%	
PL-Cister	1,00	18,70	0,20	3,08	210,00	7,00	0,00	12,10	12,10		0,113	0,93%	

PL-1° Piso	2,00	2,50	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	3,36	3,36	2,50	0,015	0,44%
PL-1° Piso	1,00	3,90	0,20	1,40	210,00	7,00	0,00	1,15	1,15		0,012	1,02%
PL-1° Piso	1,00	5,35	0,20	1,40	210,00	7,00	0,00	1,57	1,57		0,016	1,02%
PL-1° Piso	2,00	7,05	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	9,48	9,48	3,50	0,043	0,46%
PL-02	1,00	2,30	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	1,55	1,55		0,014	0,90%
PL-Ascen	1,00	1,95	0,20	3,20	280,00	7,00	0,00	1,31	1,31		0,011	0,88%
PL-Ascen	1,00	1,60	0,20	3,20	280,00	7,00	0,00	1,08	1,08		0,010	0,92%
PL-Ascen	1,00	1,55	0,25	3,20	280,00	7,00	0,00	1,30	1,30		0,009	0,69%
PL-Ascen	1,00	3,50	0,30	3,20	280,00	7,00	0,00	3,53	3,53		0,021	0,60%
PL-Ascen	1,00	1,75	0,15	3,20	280,00	7,00	0,00	0,88	0,88		0,010	1,16%
PL-1° Piso	2,00	4,10	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	5,51	5,51	2,50	0,025	0,45%
PL-1° Piso	2,00	3,50	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	7,06	7,06		0,021	0,30%
PL-1° Piso	2,00	1,60	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	3,23	3,23		0,010	0,31%
PL-1° Piso	1,00	9,50	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	6,38	6,38		0,058	0,92%
TOTAL								106,91	106,91		0,67	0,63%

FUENTE ELABORACION PROPIA, 2022 - Bachiller: Jose Antonio Aliaga Callupe

La tabla muestra el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto N° 02 – Primer piso: Centro Médico Especializado I-3 en placas de concreto armado fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido (m3) de 41.14%; para cantidad de Concreto colocada in situ (m3) de 38.14% y para Volumen de Acero del Elemento (m3) (0.23). El total de desperdicio de Concreto (7.84%)

c) Proyecto N° 02 - Segundo piso: Centro Médico Especializado I-3 (Columnas)

Tabla 8: Porcentaje de desperdicio con Lean Construction en Segundo piso: Centro Médico Especializado I-3 (Columnas)

		ELEMENTO ESTRUCTURAL - COLUMNAS												
		Elementos (Und)		Dimensiones del Elemento			F'c de Concreto (kg/cm2)	Slump del Concreto (pulgadas)	Cantidad de Concreto preparado in situ (m3)	Cantidad de Concreto pre mezclado requerido (m3)	Cantidad de Concreto colocado in situ (m3)	Tiempo de colocación del Concreto in situ (h)	Volumen de Acero del Elemento (m3)	Desperdicio de Concreto (%)
		Columna	Cantidad	L. m	A. m	H. m								
7	16/12/2022 2° Piso	C-2	3,00	0,70	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	2,12	2,12	2,00	0,012	0,56%
		C-3	3,00	0,70	0,35	3,20	210,00	7,00	0,00	2,47	2,47		0,013	0,54%
		C-4	1,00	0,35	0,35	3,20	210,00	7,00	0,00	0,41	0,41		0,007	1,71%
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50			
8	20/12/2021 2° Piso	C-2	3,00	0,70	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	2,12	2,12	2,50	0,013	0,63%
		C-3	3,00	0,70	0,35	3,20	210,00	7,00	0,00	2,47	2,47		0,013	0,54%
		C-Ascen	2,00	0,40	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	0,54	0,54		0,013	2,50%
		C-Ascen	1,00	0,40	0,25	3,20	210,00	7,00	0,00	0,34	0,34		0,013	4,00%
		C-Ascen	1,00	0,40	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	0,40	0,40		0,013	3,33%
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50			
9	27/12/2021 2° Piso	C-1	6,00	0,70	0,50	3,20	210,00	7,00	0,00	7,06	7,06	1,50	0,017	0,24%
		C-P1	1,00	0,35	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	0,35	0,35		0,006	1,83%
		CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA									0,50			
10		C-2	3,00	0,70	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	2,12	2,12	2,00	0,012	0,56%

	17/01/2022	3° Piso	C-3	3,00	0,70	0,35	3,20	210,00	7,00	0,00	2,47	2,47		0,013	0,54%
			C-4	1,00	0,35	0,35	3,20	210,00	7,00	0,00	0,41	0,41		0,007	1,71%
CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA											0,50				
11	24/01/2022	3° Piso	C-2	3,00	0,70	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	2,12	2,12	2,50	0,013	0,63%
			C-3	3,00	0,70	0,35	3,20	210,00	7,00	0,00	2,47	2,47		0,013	0,54%
			C-Ascen	2,00	0,40	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	0,54	0,54		0,013	2,50%
			C-Ascen	1,00	0,40	0,25	3,20	210,00	7,00	0,00	0,34	0,34		0,013	4,00%
			C-Ascen	1,00	0,40	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	0,40	0,40		0,013	3,33%
CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA											0,50				
12	06/02/2022	3° Piso	CZ-1	6,00	0,70	0,50	3,20	210,00	7,00	0,00	7,06	7,06	1,50	0,017	0,24%
			C-P1	1,00	0,35	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	0,35	0,35		0,006	1,83%
															0,00%
															0,00%
CONCRETO ADERIDO A PAREDES DE MIXER, BOMBA Y PLUMA											0,50				
TOTAL											39,54	36,54		0,25	8,21%
FUENTE ELABORACION PROPIA, 2022 - Bachiller: Jose Antonio Aliaga Callupe															

La tabla muestra el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto segundo piso Centro Médico Especializado I-3 en columnas fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido (m3) de 3.54%; para cantidad de Concreto colocada in situ (m3) de 36.54% y para Volumen de Acero del Elemento (m3) (0.25). El total de desperdicio de Concreto (8.21%)

d) Proyecto N° 02 - Segundo piso: Centro Médico Especializado I-3 (Placas de concreto armado)

Tabla 9: Porcentaje de desperdicio con Lean Construction en Segundo piso: Centro Médico Especializado I-3 (Placas de concreto armado)

ELEMENTO ESTRUCTURAL - PLACAS DE CONCRETO ARMADO													
Elementos		(Und)	Dimensiones del Elemento			F'c de Concreto (kg/cm ²)	Slump del Concreto (pulgadas)	Cantidad de Concreto preparado in situ (m ³)	Cantidad de Concreto pre mezclado requerido (m ³)	Cantidad de Concreto colocado in situ (m ³)	Tiempo de colocación del Concreto in situ (h)	Volumen de Acero del Elemento (m ³)	Desperdicio de Concreto (%)
Placa	Cantidad	L. m	A. m	H. m									
PL-2° Piso	2,00	2,50	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	3,36	3,36	2,00	0,015	0,44%	
PL-2° Piso	1,00	3,90	0,20	1,40	210,00	7,00	0,00	1,15	1,15		0,012	1,02%	
PL-2° Piso	1,00	5,35	0,20	1,40	210,00	7,00	0,00	1,57	1,57		0,016	1,02%	
PL-2° Piso	2,00	7,05	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	9,48	9,48	3,50	0,208	2,20%	
PL-02	1,00	2,30	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	1,55	1,55		0,082	5,28%	
PL-Ascen	1,00	1,95	0,20	3,20	280,00	7,00	0,00	1,31	1,31		0,055	4,20%	
PL-Ascen	1,00	1,60	0,20	3,20	280,00	7,00	0,00	1,08	1,08		0,048	4,42%	
PL-Ascen	1,00	1,55	0,25	3,20	280,00	7,00	0,00	1,30	1,30		0,043	3,32%	
PL-Ascen	1,00	3,50	0,30	3,20	280,00	7,00	0,00	3,53	3,53		0,102	2,89%	
PL-Ascen	1,00	1,75	0,15	3,20	280,00	7,00	0,00	0,88	0,88	0,049	5,57%		
PL-2° Piso	2,00	4,10	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	5,51	5,51	2,00	0,122	2,21%	
PL-2° Piso	2,00	3,50	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	7,06	7,06		0,104	1,47%	
PL-2° Piso	2,00	1,60	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	3,23	3,23		0,048	1,50%	
PL-2° Piso	1,00	9,50	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	6,38	6,38		0,285	4,46%	

PL-3° Piso	2,00	2,50	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	3,36	3,36	2,00	0,015	0,44%
PL-3° Piso	1,00	3,90	0,20	1,40	210,00	7,00	0,00	1,15	1,15		0,012	1,02%
PL-3° Piso	1,00	5,35	0,20	1,40	210,00	7,00	0,00	1,57	1,57		0,016	1,02%
PL-3° Piso	2,00	7,05	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	9,48	9,48	3,50	0,208	2,20%
P-02	1,00	2,30	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	1,55	1,55		0,082	5,28%
PL-Ascen	1,00	1,95	0,20	3,20	280,00	7,00	0,00	1,31	1,31		0,055	4,20%
PL-Ascen	1,00	1,60	0,20	3,20	280,00	7,00	0,00	1,08	1,08		0,048	4,42%
PL-Ascen	1,00	1,55	0,25	3,20	280,00	7,00	0,00	1,30	1,30		0,043	3,32%
PL-Ascen	1,00	3,50	0,30	3,20	280,00	7,00	0,00	3,53	3,53		0,102	2,89%
PL-Ascen	1,00	1,75	0,15	3,20	280,00	7,00	0,00	0,88	0,88		0,049	5,57%
PL-3° Piso	2,00	4,10	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	5,51	5,51	3,00	0,122	2,21%
PL-3° Piso	2,00	3,50	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	7,06	7,06		0,104	1,47%
PL-3° Piso	2,00	1,60	0,30	3,20	210,00	7,00	0,00	3,23	3,23		0,048	1,50%
PL-3° Piso	1,00	9,50	0,20	3,20	210,00	7,00	0,00	6,38	6,38		0,285	4,46%
TOTAL								94,75	94,75		2,38	2,51%

FUENTE ELABORACION PROPIA, 2022 - Bachiller: Jose Antonio Aliaga Callupe

La tabla muestra el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto segundo piso Centro Médico Especializado I-3 en placas de concreto armado fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido (m3) de 94.75%; para cantidad de Concreto colocada in situ (m3) de 94.75% y para Volumen de Acero del Elemento (m3) (2.38). El total de desperdicio de Concreto (2.51%)

4.2. Resultado Inferencial

4.2.1. Resultado del Objetivo General

H_0 = No existe diferencia significativa entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo

H_0 = Existe diferencia significativa entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo

Tabla 10. T de Student para el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones con y sin principio Lean Construction

	Diferencias emparejadas		95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación n	Desv. Error promedio	Inferior Superior			
Placas Concreto	0,001234	0,0030815	0,000572	0,000062	2,15	28	0,040
Columnas	-0,000772	0,0118205	0,002412	-0,0042188	-0,32	23	0,005
	6		2	5			
	5		8	9			

Fuente: Base de datos SPSS

Se observa la significancia bilateral para placas concreto ($p=0.040 < 0.05$) y para columnas ($p=0.005 < 0.05$)

Decisión Estadística

Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna que afirma que existe diferencia significativa entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo. ($p=0.040$; $0.005 < 0.05$)

CAPITULO V: DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados del **objetivo general** muestran que existe diferencia significativa entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo. ($p=0.040$; $0.005<0.05$)

Al respecto, una encuesta con resultados similares fue realizada por Tejada (2018), quien encontró que los residuos de hormigón y mortero variaban entre las unidades de estudio; los mismos valores muestran valores estadísticamente superiores a los propuestos por CAPECO; a excepción de los residuos de mortero que construyen el testero cuando sean estadísticamente similares. En el caso de residuos de hormigón en la columna, tales como vertido desde arriba hacia el tanque de almacenamiento, vaciado de la columna del andamio, sobreapertura del encofrado en el tanque, sobreproducción) y sobredimensionamiento. Para la pérdida de hormigón de las losas del techo, las causas son: sobreproducción, exceso de material en las cajas de envío, caída de material debajo del encofrado, entrada de hormigón en los huecos de los ladrillos portantes y sobredimensión, el espesor de la losa.

Del mismo modo, es similar el estudio de Bohórquez & Caicedo (2017) Donde es posible determinar que los residuos de construcción están causando pérdidas importantes, pero no siempre es cuantificable por falta de control por parte del personal a cargo y en esta medida el concreto es el material que genera mayor costo. Esta investigación fue de referencia para permitir a quienes decidan incluir métodos para reducir la pérdida de materiales, se tenga en cuenta estos resultados para obtener beneficios en el manejo de concreto y sus componentes.

Los resultados del **objetivo específico 1** muestran que el porcentaje de desperdicio para el proyecto 1: Oficinas y consultorios sin Lean Construction en columnas fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido de 39.05 m³; para cantidad de Concreto colocada in situ de 36.05 m³ y para Volumen de Acero del Elemento 0.34 m³. El total de desperdicio de Concreto 8.55%. Y el porcentaje de desperdicio sin Lean Construction en placas de concreto armado fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido de 145.96 m³; para cantidad de

Concreto colocada in situ de 145.96 m³ y para Volumen de Acero del Elemento 0.80 m³. El total de desperdicio de Concreto 0.55%.

En este sentido, encuestas similares y con resultados similares a esta encuesta para los casos en que no se aplica Lean Construction, tenemos a Bravo (2018), que solo promedia los índices de pérdida de cerámica para cada obra analizada es 41%, 22%, 46%, 84% y 17% y los costos teóricos asociados a estas pérdidas varían de dos millones de pesos a cinco millones de pesos, tomando en cuenta la cantidad de cerámica total utilizada en cada proyecto. Las principales causas de la pérdida de material son el desconocimiento de las materias primas, la mala mano de obra, el mal almacenamiento y el corte por apresto, esto último sólo en el caso de la placa de yeso y la placa cerámica.

También la investigación de Mena, Almendáriz, Naranjo, & Mena (2018) obteniendo así una reducción real del factor del porcentaje (%) de los materiales especificados en esta propuesta, logrando una utilidad para la empresa constructora asignada al desarrollo del proyecto.

Del mismo modo, la investigación de Loayza, Munayco, & Vilchez (2018), lo cual es una referencia para el caso de construcción que no utiliza la filosofía Lean Building y se apoya en otros métodos como en este caso donde el encofrado indica que hay más metros por construir, la pérdida se eliminará por completo, por lo que se recomienda que esto no debería dar lugar a pérdidas y que la gestión de residuos debería aplicarse en una etapa temprana.

Los resultados del **objetivo específico 2** muestran el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto 2: Primer piso Centro Médico especializado en columnas fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido de 41.14 m³; para cantidad de Concreto colocada in situ de 38.14 m³ y para Volumen de Acero del Elemento 0.23 m³. El total de desperdicio de Concreto 7.84 %. Y para el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto 2: Primer piso Centro Médico especializado I-3 en placas de concreto armado fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido de 106.91 m³; para cantidad de Concreto colocada in situ de 106.91 m³ y para

Volumen de Acero del Elemento 0.67 m³. El total de desperdicio de Concreto 0.63 %.

Y para el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto Segundo piso Centro Médico Especializado I-3 en columnas fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido de 39.54 m³; para cantidad de Concreto colocada in situ de 36.54 m³ y para Volumen de Acero del Elemento 0.25 m³. El total de desperdicio de Concreto 8.21%. Y para el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto Segundo piso Centro Médico Especializado I-3 en placas de concreto armado fue para cantidad de concreto pre mezclado requerido de 94.75 m³; para cantidad de Concreto colocada in situ de 94.75 m³ y para Volumen de Acero del Elemento 2.38 m³. El total de desperdicio de Concreto 2.51%.

Un estudio con resultados similares fue el de Arenas (2018) encontró que Lean Construction mejora la gestión de proyectos en las fases de planificación, ejecución y seguimiento de obras en la especialidad estructural de Masedi Contratistas Generales S.A.C, incidiendo en costo, incidiendo en tiempo Programación y contribuyendo a la gestión de calidad de diversos proyectos de construcción de la empresa.

Del mismo modo, Deville & Gallo (2017) donde se ha comprobado que Lean Construction optimiza la ejecución de la construcción ya que puede reducir el tiempo de entrega y la cantidad de mano de obra utilizada. Asimismo, se ha observado que esta metodología permite una reducción de entre un 4% y un 8% en los impactos ambientales derivados de la producción del material. Finalmente, a pesar de que se generan mayores impactos ambientales a partir del depósito de materiales, se encuentra que el uso de la filosofía Lean contribuye positivamente al desarrollo sustentable de las operaciones de construcción.

Otro estudio con resultados similares fue la de Chávez (2016) Determino que la tasa de desperdicio en ladrillo es 1.95%, mortero es 1.61%, concreto es 1.28% y madera es 21%, por lo que necesitamos un control más estricto sobre el encofrado. Gracias a los resultados obtenidos luego de aplicar la filosofía Lean Building se determinó que el TP es 25-33%, el TC es 34-53% y el TNC es 23-

33%, indicando que el tiempo dedicado a las actividades a las que no tiene nada que aportar. Pero no producido, se debe ejercer un control más estricto.

Por su parte, la teoría define desperdicio como cualquier pérdida generada por actividades que generan costos, directa o indirectamente, pero que no agregan valor al producto desde el punto de vista del cliente. Última fila” (Formoso, Isatto, & Hirota, 2007). Y Lean Construction como nueva filosofía basada en principios orientados a la gestión de la producción en la construcción, con el objetivo básico de eliminar actividades que no crean valor añadido (pérdida). El nuevo modelo denominado Lean Construction (construcción sin pérdidas), propuesto por Orihuela, sistema de gestión de proyectos de construcción ajustada (2013), analiza los principios y aplicaciones de JIT (justo a tiempo) y TQM (control de calidad total) en la construcción industrial, tratando para definir las bases que identificó como una nueva filosofía de producción, denominada lean manufacturing”. (Tejada, 2018) (LC, 2013)

CONCLUSIONES

1. Se ha evaluado que existe diferencia significativa entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo. ($p=0.040$; $0.005<0.05$)
2. Los resultados del objetivo específico 1 muestran que el porcentaje de desperdicio sin Lean Construction para el proyecto 1: Oficinas y consultorios en columnas de sótano, primer y segundo piso fué la cantidad de Concreto pre mezclado requerido 39.05 m³; para la cantidad de Concreto colocado in situ de 36.05 m³ y para el Volumen de Acero del Elemento 0.34 m³. El total de desperdicio de Concreto 8.55%. Y el porcentaje de desperdicio sin Lean Construction en Placas de Concreto Armado de sótano, primer y segundo piso fué la cantidad de Concreto pre mezclado requerido de 145.96 m³; la cantidad de Concreto colocado in situ de 145.96 m³ y para el Volumen de Acero del Elemento 0.80 m³. El total de desperdicio de Concreto 0.55%.
3. Los resultados del objetivo específico 2 muestran el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto 2: Centro Médico especializado I-3 en columnas de sótano y primer piso fué la cantidad de Concreto pre mezclado requerido de 41.14 m³; para la cantidad de Concreto colocado in situ de 38.14 m³ y para el Volumen de Acero del Elemento 0.23 m³. El total de desperdicio de Concreto 7.84%. Y para el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto 2: Centro Médico especializado I-3 en placas de concreto armado de sótano y primer piso fué la cantidad de Concreto pre mezclado requerido de 106.91 m³; la cantidad de Concreto colocado in situ de 106.91 m³ y para Volumen de Acero del Elemento 0.67 m³. El total de desperdicio de Concreto 0.63%.
Y para el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto 2: Centro Médico Especializado I-3 en columnas de segundo y tercer piso fué la cantidad de Concreto pre mezclado requerido de 39.54 m³; la cantidad de Concreto colocado in situ de 36.54 m³ y para Volumen de Acero del Elemento 0.25 m³. El total de desperdicio de Concreto 8.21%. Y para el porcentaje de desperdicio con Lean Construction para el proyecto 2: Centro Médico

Especializado I-3 en placas de concreto armado de Segundo y tercer piso fué la cantidad de Concreto pre mezclado requerido de 94.75 m³; la cantidad de Concreto colocado in situ de 94.75 m³ y para Volumen de Acero del Elemento 2.38 m³. El total de desperdicio de Concreto 2.51%.

RECOMENDACIONES

Esta tesis brinda aspectos generales respecto a la evaluación comparativa del desperdicio de concreto en elementos verticales dentro de dos edificaciones, para lo cual se recomienda a todas las personas involucradas en la ejecución de proyectos como son empresarios, proyectistas, jefes de proyectos y demás personal técnico calificado para que puedan implantar e implementar los principios Lean Construction y así de esta manera reducir los desperdicios de materiales de concreto y demás.

A nivel del Distrito de Huancayo se observó en los dos proyectos de edificaciones que el método tradicional de construcción se resiste a quedarse atrás debido a que empresarios, dueños, personal técnico calificado y no calificado tienen la percepción de que la aplicación de los principios Lean Construction traerá mayores costos y pérdida de tiempo en la ejecución de las partidas del proyecto, a su vez se observó que la empresa que usa y aplica los principios Lean Construction en la ejecución de las partidas, tiene menos porcentaje de desperdicio de materiales de concreto en comparación a la que no utiliza los principios Lean Construction.

La planificación y estrategia son vitales, el uso de los principios Lean Construction en los proyectos será de suma importancia ya que en la medida que se aplique la culminación del proyecto estará asegurada, a excepción de casos fortuitos y se dará sin incrementar costos adicionales, respetando los tiempos y plazos programados de ejecución para cada partida como la de los elementos verticales en las edificaciones dentro del Distrito de Huancayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aceros Arequipa. (2020). Importancia y usos de los muros de concreto armado.

Ashqui, V., & Pulgar, J. (2017). Relación entre desperdicio de materiales y desperdicio de mano de obra en la ejecución de los proyectos de construcción. Ecuador.

Blanco, A. (2019). Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Perú.

Bohórquez, G., & Caicedo, G. (2017). Diseño de una aplicación para minimizar el desperdicio de concreto en edificaciones estrato 1 y 2. Colombia: Universidad Católica de Colombia.

Buleje, K. (2012). Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construction. Lima Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Chávez, C. (2016). Evaluación del porcentaje de desperdicios de materiales de construcción civil medición y método de control. Perú: Universidad Privada del Norte.

Formoso, C., Isatto, E., & Hirota, E. (2007). Method For waste Control In the Building Industry. IGLC.

Ibarra, L. (2011). Lean Construction. México: Universidad Nacional Autónoma de México.

Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction.

Loayza, L., Munayco, L., & Vilchez, C. (2018). Mejora de gestión de los desperdicios en obras de construcción- edificaciones proyecto "Plaza San Miguel-2° ampliación. Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Orihuela, P. (2013). Lean Construction en el Perú. Perú: Disponible en: <http://www.motiva.com.pe/Articulos/Lean%20Construction%20en%20el%20Peru.pdf>.

Orihuela, P. (2013). Sistema integrado para la gestión Lean de proyectos de construcción. Disponible en: <http://www.motiva.com.pe/Articulos/Sistema%20integrado%20para%20la%20gesti%C3%B3n%20Lean%20de%20proyectos%20de%20construcci%C3%B3n.pdf>.

Paliari, J., & Lemes, U. (2006). Sistema Gesconmat:A Redução Das Perdas De Blocos. ENTAC.

Blanco, A. (2019). Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado. Perú.

Pires, R., & De Melo, P. (1998). Proposta De Uma Classificação De Perdas Para A Construção Civil. Sao Paulo.

Porras, H., Sánchez, O., & Galvis, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. Colombia.

Sierra B.R. (1985). Técnica de investigación social. Madrid - España: Editorial Paraninfo.

Tamayo, M. (2000). El proceso de la investigación científica. México: Limusa Noriega editores. Cuarta edición.

Tejada, A. (2018). Productividad de los materiales: concreto y mortero en función a sus desperdicios en la construcción de viviendas en la ciudad de Cajamarca. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). The machine that changed the worl. Harper.

Revistas

Alarcón, L., & Armiñana, E. (2009). Un nuevo enfoque en la gestión: la construcción sin pérdidas. Revista de obras públicas, N° 3.

Campero, M., & Alarcón, L. (2008). Administración de proyectos civiles. Revista electrónica. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/28249238_Un_nuevo_enfoque_en_la_gestion_la_construccion_sin_perdidas.

LC. (2013). Lean Construction: implicaciones en el uso de la filosofía con miras a una mejor administración de proyectos de ingeniería civil en República Dominicana. República Dominicana. Revista digital Disponible en: <http://www1.lsbu.ac.uk/water/>.

Páginas Web

Aceros Arequipa. (2015). Aprende en línea constructoras. Disponible en: <https://www.acerosarequipa.com/constructoras/boletin-construccion-integral/edicion-10/editorial.html>

Construyendo.pe. (01 de octubre de 2021). Construcción crece 46.5% en los últimos doce meses, pero se estancaría en el 2022. Obtenido de Disponible en: [https://www.construyendo.pe/noticias/construccion/construccion-crece-46-5-en-los-ultimos-doce-meses-pero-se-estancaria-en-el-2022/Especificaciones generales en obras verticales. \(s.f.\)](https://www.construyendo.pe/noticias/construccion/construccion-crece-46-5-en-los-ultimos-doce-meses-pero-se-estancaria-en-el-2022/Especificaciones generales en obras verticales. (s.f.))

Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. (2020). Panorama económico nacional y el sector producción. Lima - Perú: Disponible en: <http://www3.vivienda.gob.pe/Destacados/estadistica.aspx>.

OIT. (2016). El recurso humano y la productividad. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---ifp_seed/documents/instructionalmaterial/wcms_553925.pdf.

Zigurat. (2021). e-Zigurat.com. Obtenido de Ventajas del Lean en la construcción: Disponible en: <https://www.e-zigurat.com/blog/es/ventajas-de-lean-en-la-construccion/>

ANEXOS

Matriz de consistencia

TÍTULO: Evaluación del Porcentaje de Desperdicio de Concreto para Elementos Verticales en Edificaciones: Principios Lean Construction

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Cuál es la diferencia entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es el porcentaje de desperdicio de concreto para</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar la diferencia entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>Identificar el porcentaje de desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones que no utilizan los</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Existe diferencia significativa entre el desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones mediante los principios Lean Construction con aquellos que no usan estos principios en el distrito de Huancayo</p>	<p>Variable 1</p> <p>Evaluación de desperdicio de concreto: Sin Principios Lean Construction</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Columnas • Muros de concreto armado o Placa 	<p>Método de investigación</p> <p>El método de investigación será el descriptivo</p> <p>Tipo de Investigación</p> <p>Por su finalidad realizada es básica</p> <p>Nivel de investigación</p> <p>El nivel de investigación es descriptivo</p> <p>Diseño de la investigación</p> <p>El diseño de investigación que se utilizará es descriptivo comparativo y No experimental</p> <p>Esquemáticamente es:</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD M --- OV1 M --- OV2 </pre> </div> <p>Donde: M = Muestra OV1= Observación de la variable 1 OV2= Observación de la variable 2</p>

<p>elementos verticales en edificaciones que no utilizan los Principios Lean Construction?</p> <p>¿Cuál es el porcentaje de desperdicio de concreto para elementos verticales en edificaciones que utilizan los Principios Lean Construction?</p>	<p>Principios Lean Construction.</p> <p>Identificar el porcentaje de desperdicio de concreto en elementos verticales en edificaciones que utilizan la filosofía Lean Construction.</p>			<p>Población y muestra La población de estudio estará conformada por los registros de evaluación del desperdicio de concreto en elementos estructurales en edificaciones</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos La técnica será la observación de documentos y el instrumento una ficha de observación</p> <p>Procesamiento de la información Para el procesamiento de los datos se utilizarán los modelos estadísticos y gráficos. Además de los cálculos de costos con relleno compactado y relleno fluido.</p> <p>Técnicas y análisis de datos El procesamiento de datos se hará a través del software estadístico SPSS versión 25 de donde hallarán los estadígrafos descriptivos con el cálculo de medidas de tendencia central.</p>
---	--	--	--	---

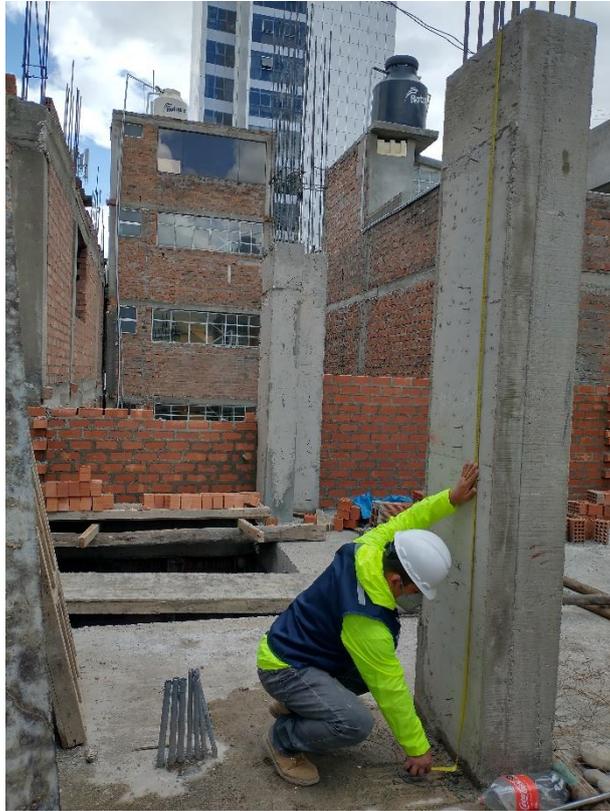
BASE DE DATOS SPSS

	Columnas Sin	Columnas Con	Placas Concreto Sin	Placas Concreto Con	var														
1	.0059664	.0051471	.0069980	.0045494															
2	.0164495	.0050016	.0034585	.0091857															
3	.0164495	.0157188	.0069980	.0091712															
4	.0113810	.0051471	.0071027	.0046489															
5	.0096200	.0050016	.0035347	.0090778															
6	.0081306	.0113304	.0071027	.0088756															
7	.0038531	.0213968	.0071027	.0105556															
8	.0164495	.0188638	.0034794	.0070044															
9	.0052598	.0022474	.0035108	.0061120															
10	.0157363	.0167861	.0070888	.0133829															
11	.0157363	.0055975	.0070618	.0045966															
12	.0113810	.0054393	.0069980	.0030560															
13	.0096200	.0170942	.0034690	.0031136															
14	.0081306	.0063458	.0069980	.0092771															
15	.0036860	.0054393	.0071027	.0093084															
16	.0157363	.0249866	.0035347	.0043788															
17	.0069566	.0399786	.0071027	.0102395															
18	.0208125	.0333155	.0071027	.0102250															
19	.0208125	.0000000	.0034794	.0045872															
20	.0141513	.0024440	.0035108	.0089543															
21	.0119617	.0182549	.0070888	.0087521															
22	.0101098	.0000000	.0070618	.0092173															
23	.0048751	.0000000	.0080431	.0069056															
24	.0208125	.0000000	.0039915	.0060296															
25	.	.	.0080431	.0115985															
26	.	.	.0085215	.0045349															
27	.	.	.0042440	.0030148															
28	.	.	.0085215	.0030724															
29	.	.	.0085215	.0091536															
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			

Vista de datos Vista de variables

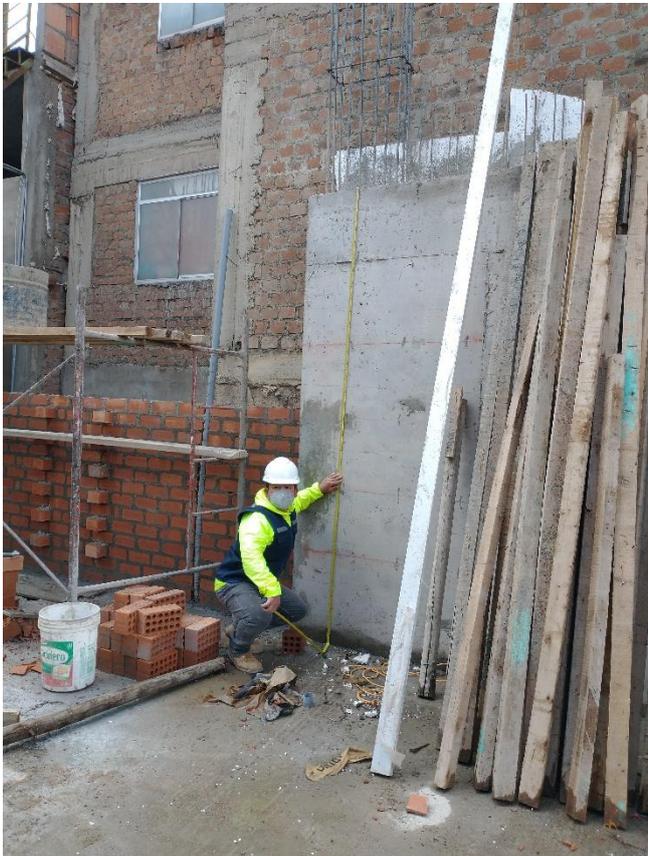
FOTOS

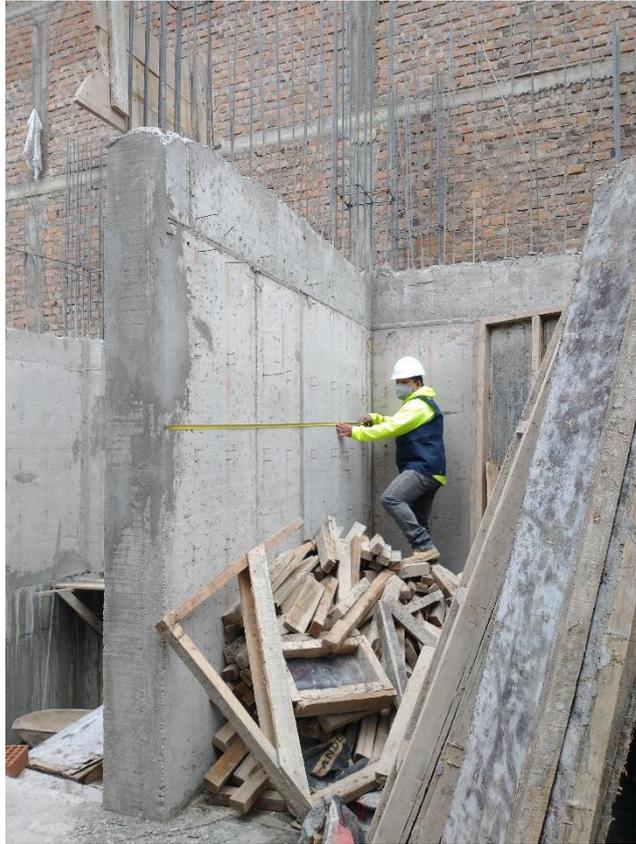
El Proyecto Oficina y Consultorio que No utilizan principios Lean Construction

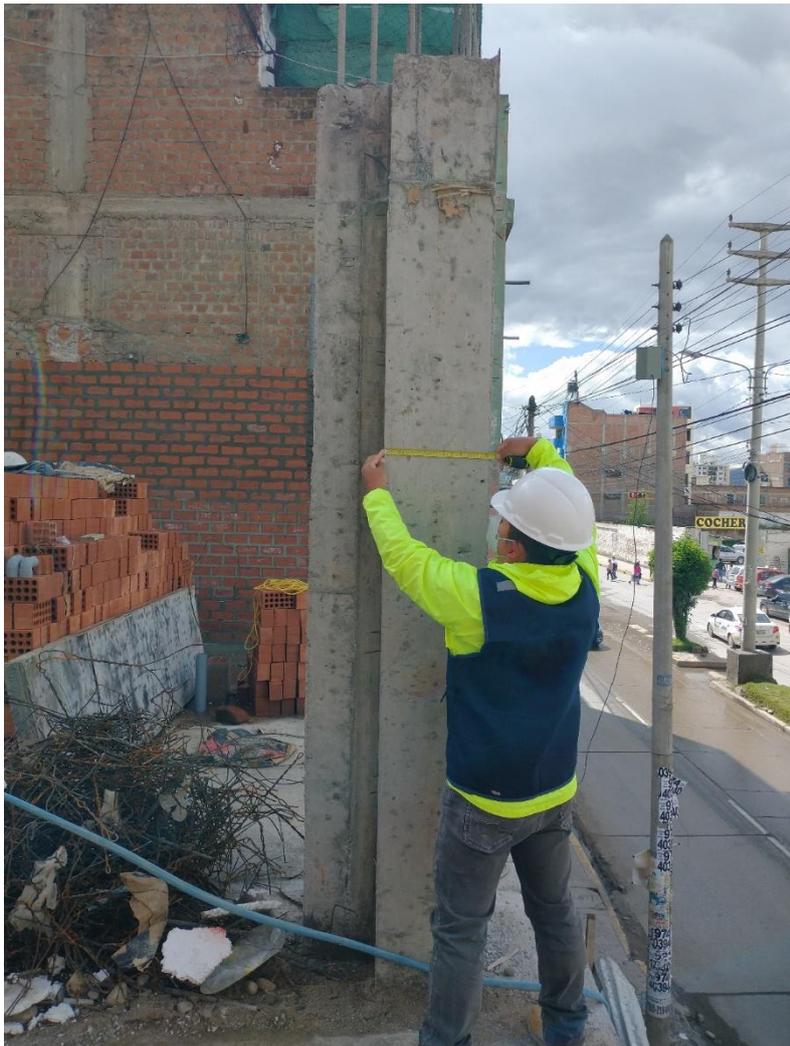












De la Obra “Centro Médico Especializado1-3” que utilizan principios Lean
Construction



