Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Dirección General de Estudios de Posgrado
Facultad de Ciencias Administrativas
Unidad de Posgrado

El método Lean Construction y su repercusión en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno

TESIS

Para optar el Grado Académico de Magíster en Administración

con mención en Gestión Empresarial

AUTOR

Julimar Ximena AGUILAR QUENTA

ASESOR

Dra. Helen Yarushka PEBE NIEBUHR

Lima, Perú

2025



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Aguilar, J. (2025). *El método Lean Construction y su repercusión en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ciencias Administrativas, Unidad de Posgrado]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

Metadatos complementarios

Datos de autor	
Nombres y apellidos	Julimar Ximena Aguilar Quenta
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	71465602
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0002-2136-9272
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	Helen Yarushka Pebe Niebuhr
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	07975587
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0003-4305-9080
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	Emilio Javier Rojas Villanueva
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	10003595
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	Luis Leónidas Salas Biondi
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09419627
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	Ricardo Pacifico Azula Wong
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	09760584
Datos de investigación	
Línea de investigación	**No aplica.**

Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento.
Ubicación geográfica de la investigación	País: Perú Departamento: Puno Provincia: Puno Distrito: Puno Latitud: 15°36′51″S Longitud: 69°58′26″O
Año o rango de años en que se realizó la investigación	2021
URL de disciplinas OCDE	Negocios, Administración https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.02.04 Ingeniería de la construcción https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.03

ACTA DE SUSTENTACIÓN Nº 0076-UPG-FCA-2025
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN CON MENCIÓN EN GESTION EMPRESARIAL

En la Ciudad Universitaria, a los cinco días del mes de noviembre del año dos mil veinticinco, siendo las ocho horas, en el salón de grados de la Facultad de Ciencias Administrativas de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos; ante el Jurado Examinador, ***Presidido*** *por el* ***Dr. Emilio Javier Rojas Villanueva,*** *e integrado por los miembros:* ***Dra. Helen Yarushka Pebe Niebuhr (Asesor), Dr. Luis Leónidas Salas Biondi (Jurado), Mg. Ricardo Pacífico Azula Wong (Jurado);*** *la postulante al Grado Académico de Magíster en Administración con mención en Gestión Empresarial, doña* ***Julimar Ximena Aguilar Quenta,*** *procedió a hacer la exposición y defensa pública de su Tesis titulada: titulada* ***"El método Lean Construction y su repercusión en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno",*** *con el propósito de optar el Grado Académico de Magíster en Administración con mención en Gestión Empresarial.*

Concluida la exposición y absueltas las preguntas, de acuerdo con lo establecido en el ***Artículo 100º*** *del Reglamento para el Otorgamiento del Grado Académico de Magíster en Administración con mención en Gestión Empresarial, los miembros del Jurado Examinador procedieron a asignar la calificación siguiente:*

Bueno 16 dieciséis.

Acto seguido, el Presidente del Jurado recomienda a la Facultad de Ciencias Administrativas
otorgar *el Grado Académico Magíster en Administración con mención en Gestión Empresarial, a doña* ***Julimar Ximena Aguilar Quenta.*** *Se extiende la presente Acta original y siendo las* 8:48 a.m. ***horas*** *se da por concluido el Acto Académico de sustentación, firmando sus miembros en señal de conformidad.*

DR. EMILIO JAVIER ROJAS VILLANUEVA
PRESIDENTE

DRA. HELEN YARUSHKA PEBE NIEBUHR
ASESOR

DR. LUIS LEÓNIDAS SALAS BIONDI
JURADO

MG. RICARDO PACÍFICO AZULA WONG
JURADO

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE
SAN MARCOS
Universidad del Perú, Decana de América

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, *Helen Yarushka Pebe Niebuhr*, en mi condición de asesora acreditado con el Dictamen de la UPG N°000597-2024-UPG-VDIP-FCA/UNMSM de la tesis cuyo título es *"El método Lean Construction y su repercusión en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno"*, presentado por la bachiller *Julimar Ximena Aguilar Quenta,* para optar el Grado Académico de Magister en Administración con mención en Gestión Empresarial.

CERTIFICO que se ha cumplido con lo establecido en la Directiva de Originalidad y de Similitud de Trabajos Académicos, de Investigación y Producción Intelectual. Según la revisión, análisis y evaluación mediante la plataforma PIDS, el documento evaluado cuenta con el 16% de similitud, nivel PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su **publicación en el repositorio institucional.**

Se emite el presente certificado en cumplimiento de lo establecido en las normas vigentes, como uno de los requisitos para la obtención del Grado Académico de Magister en Administración, con mención en Gestión Empresarial.

Lima, 05 de noviembre de 2025

Firma del Asesor

Nombres y Apellidos del asesor: **DRA. HELEN YARUSHKA PEBE NIEBUHR**

DNI: 07975587

La vigencia del presente certificado corresponde a un período de noventa (90) días desde la fecha de su emisión; siempre que no haya observaciones en el texto durante el proceso de revisión por el jurado informante o surja alguna contingencia.

DEDICATORIA

A Dios por brindarme la fortaleza y sabiduria necesaria para culminar este logro.

A mis padres, por haber cuidado de mí a lo largo de mi vida, ofreciéndome siempre su respaldo y comprensión sin límites, colocando mi formación académica como una de sus más grandes prioridades; en ellos encuentro la fuerza que me impulsa en cada etapa.

A mis Hermanos por el respaldo y la apoyo moral que me brindaron durante la elaboración de este trabajo.

A mi esposo, por acompañarme de forma inquebrantable en este recorrido; por motivarme a continuar y alcanzar con éxito los objetivos que me propuse.

AGRADECIMIENTO

A Dios.

Por brindarme la oportunidad de llegar a esta etapa de mi vida, otorgándome salud para alcanzar mis metas, así como por su amor y bondad sin límites.

A mis padres.

Por estar siempre a mi lado, transmitirme valores y consejos, motivarme constantemente para crecer como persona y, sobre todo, por su cariño incondicional.

A mi Esposo

Por mostrarme el camino de la investigación, motivarme a seguir adelante y acompañarme con paciencia y cariño en este proceso

A mis docentes

Por compartir sus conocimientos y experiencis que enriquecieron mi formación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA **3**

AGRADECIMIENTO **4**

ÍNDICE GENERAL **5**

ÍNDICE DE TABLAS **10**

ÍNDICE DE FIGURAS **12**

RESUMEN **13**

ABSTRACT **15**

I. INTRODUCCIÓN **17**

1.1. Situación Problemática: **17**

1.2. Formulación del Problema: **23**

1.2.1. Problema General: 23

1.2.2. Problemas Específicos: 23

1.3. Justificación Teórica. **24**

1.4. Justificación Práctica: **25**

1.5. Objetivos de la Investigación. **26**

1.5.1. Objetivo General. 26

1.5.2. Objetivos Específicos. 26

1.6 Hipótesis. **26**

1.6.1. Hipótesis General: 26

1.6.2. Hipótesis Específicas: 26

1.7. Identificación de variables: **27**

1.7.1. Variable Independiente: 27

1.7.2. Variable Dependiente: 27

II. MARCO TEÓRICO 28

2.1. Marco Filosófico de la Investigación.....28

2.1.1. Fundamentos Filosóficos de Lean Construction.....28

2.1.1.1. Filosofía del Lean Thinking.....28

2.1.1.2. Filosofía del Cambio Organizacional. 28

2.1.1.3. Ética y Valores en Lean Construction: 29

2.1.2. Fundamentos Filosóficos de la Productividad. 29

2.1.2.1. Filosofía de la Productividad. 29

2.1.2.2. Lean Construction y su Impacto en la Productividad. 29

2.2. Antecedentes de Investigación: 30

2.2.1. Antecedentes Internacionales: 30

2.2.2. Antecedentes Nacionales: 37

2.3. Bases Teóricas. 43

2.3.1. Principios del Lean Manufacturing.....43

2.3.1.1. La producción artesanal: 43

2.3.1.2. La Producción en Masa. 44

2.3.1.3. Sistema Toyota de Producción. 46

2.3.2. Lean Production. 50

2.3.2.2. Valor. 52

2.3.2.3. Desperdicios o pérdidas. 54

2.3.3. Lean Construction. 55

2.3.3.1. Definición de Lean Construction. 55

2.3.3.2. El modelo tradicional y la nueva filosofía de producción en construcción.56

2.3.3.3. Teoría de la Producción de Lean Construction. 57

2.3.3.4. Principios heurísticos de Lean Construction. 62

2.3.4. Herramientas del Lean Construction. 63

2.3.4.1. Lean Project Delivery System (LPDS). 63

2.3.4.2. Last Planner System (LPS). 65

2.3.4.3. Gestión Visual o Visual Management (VM). 68

2.3.4.4. Estudios de Layout o distribución de planta. 70

2.3.4.5. Las 5S. 72

2.3.4.6. Value Stream Mapping (VSM). 73

2.3.5. Productividad. 76

2.3.5.1. Eficiencia y Efectividad. 76

2.3.5.2. Niveles de Organización. 77

2.3.5.3. Productividad en Base a Recursos. 78

2.3.5.4. Factores que afectan la Productividad. 79

2.3.5.5. El trabajo. 80

2.3.5.6. Factores que Afectan la Productividad. 81

2.3.5.7. Factores de Pérdidas de Productividad. 83

2.3.5.8. Mejoramiento de la Productividad. 87

2.4. Glosario. 89

III. METODOLOGÍA 92

3.1. Tipo y diseño de investigación. 92

3.1.1. Tipo de investigación: 92

3.1.2. Enfoque de investigación: 92

3.1.3. Nivel o alcance de investigación: 92

3.1.4. Diseño de investigación: 93

3.2. Población de estudio. 94

3.3. Tamaño de muestra: 95

3.4. Técnicas de recolección de datos 96

3.4.1. Técnica. 96

3.4.2. Instrumento. 97

3.4.3. Validez. 98

3.4.4. Confiabilidad. 98

3.4.5. Procedimiento y análisis de datos. 98

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 100

4.1. Análisis e interpretación de resultados. 100

4.1.1. Análisis de Confiabilidad: 100

4.2. Análisis descriptivo. 101

4.2.1. Análisis estadístico descriptivo de la variable Lean Construction. 101

4.2.2. Análisis estadístico descriptivo de la variable Productividad. 102

4.2.3. Análisis de la dimensión 1. 103

4.2.4. Análisis de la dimensión 2. 104

4.2.5. Análisis de la dimensión 3. 105

4.3. Análisis Inferencial. 106

4.3.1. Prueba de normalidad. 106

4.3.2. Prueba de Hipótesis. 107

4.3.2.1. Prueba de Hipótesis General. 107

4.3.2.2. Prueba Hipótesis Específicas. 108

V. CONCLUSIONES 111

VI. RECOMENDACIONES 114

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 114

ANEXOS 123

ANEXO 1: Matriz de Consistencia**. 123**

ANEXO 2: Operacionalización de variable**s. 124**

ANEXO 3: Formato de Cuestionario**.....125**

ANEXO 4: Juicio de Expertos.**.....129**

ANEXO 5: Procesamiento de datos**.....141**

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Datos estadísticos del Producto Bruto Interno (%PBI) del sector construcción en el Perú.....**17**

Tabla 2. Datos estadísticos (en millones de soles) del sector construcción en el Perú **19**

Tabla 3. Actividades económicas de la región Puno.....**21**

Tabla 4. Características de la producción en masa empleados por la Ford Motor Company ..**45**

Tabla 5.Fundamentos del Sistema Toyota de Producción (TPS).....**48**

Tabla 6. Principios básicos de la producción Lean, según Womack y Jones **51**

Tabla 7. Clasificación del valor **53**

Tabla 8. Categorías de pérdidas o desperdicios en la producción.....**54**

Tabla 9. El modelo tradicional y la nueva filosofía de producción en construcción **57**

Tabla 10. La etapa de diseño desde el enfoque de los modelos de producción **61**

Tabla 11. Principios de producción.....**62**

Tabla 12. Principios básicos de Lean Construction en el marco de las etapas de un proyecto de construcción.....**63**

Tabla 13. Principios básicos de la distribución de planta.....**71**

Tabla 14. Conceptos de las 5S.....**73**

Tabla 15. Operacionalización de variables.....**94**

Tabla 16. Empresas constructoras habilitadas de la ciudad de Puno **96**

Tabla 17. Coeficiente de Rho de Spearman **99**

Tabla 18. Coeficiente del Alpha de Cronbach **100**

Tabla 19. Confiabilidad del instrumento de investigación.....**100**

Tabla 20. Frecuencias y porcentajes de la variable Lean Construction **101**

Tabla 21. Frecuencias y porcentajes de la variable Productividad.....**102**

Tabla 22. Frecuencias y porcentajes de la dimensión Modelo de Transformación **103**

Tabla 23. Frecuencias y porcentajes de la dimensión Modelo de Flujo**.....104**

Tabla 24. Frecuencias y porcentajes de la dimensión Modelo de Generación de Valor**.....105**

Tabla 25. Prueba de Normalidad de Kolmogórov-Smirnov para una muestra **.....106**

Tabla 26. Correlación entre la variable Lean Construction y la variable Productividad **.....107**

Tabla 27. Correlación entre la dimensión Modelo de Transformación y la variable Productividad **.....108**

Tabla 28. Correlación entre la dimensión Modelo de Flujo y la variable Productividad**.....109**

Tabla 29. Correlación entre la dimensión Modelo de Generación de Valor y la variable Productividad **.....110**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evolución del Producto Bruto Interno (% PBI) del sector construcción en el Perú **17**

Figura 2. Índice de crecimiento (en millones de soles) del sector construcción en el Perú **....20**

Figura 3. Índice de crecimiento del sector construcción (en miles de soles) de Puno **.....21**

Figura 4. La casa del TPS o casa Lean **.....49**

Figura 5. Principio de descomposición del modelo de transformación **.....58**

Figura 6. Modelo de flujo en la producción **.....59**

Figura 7. Principios relacionados con la generación de valor **.....60**

Figura 8. Estructura del Lean Project Delivery System (LPDS) **.....65**

Figura 9. Detalle del ciclo de planificación y control del LPS **.....67**

Figura 10. Modelo para el planteamiento de un sistema de gestión visual en construcción **...70**

Figura 11. Relación entre eficiencia, efectividad y productividad **.....76**

Figura 12. Organización y productividad **.....78**

Figura 13. Tipos de productividad en base a los recursos **.....79**

Figura 14. Factores que afectan la productividad **.....80**

Figura 15. Flujo de culpabilidad por problemas de productividad **.....81**

Figura 16. Principales categorías de pérdidas de productividad **.....82**

Figura 17. Principales causas de pérdida de productividad **.....84**

Figura 18. Ciclo de mejoramiento de la productividad **.....88**

Figura 19. Frecuencias y Porcentajes de la variable Lean Construction **.....101**

Figura 20. Frecuencias y porcentajes de la variable Productividad **.....102**

Figura 21. Frecuencias y porcentajes de la variable dimensión Modelo de Transformación **103**

Figura 22. Frecuencias y porcentajes de la variable dimensión Modelo de Flujo **.....104**

Figura 23. Frecuencias y porcentajes de la variable dimensión Modelo de Generación de Valor **.....105**

RESUMEN

El sector construcción en el Perú, es uno de los principales protagonistas en el desarrollo económico del país, y para la región de Puno, es la cuarta actividad económica que más PBI aporta al departamento. Tras la crisis sanitaria del COVID-19, se impulsó la reactivación económica mediante políticas del gobierno peruano, y una de las más importantes, fue el permitir a los afiliados de la AFP, retirar una parte de sus fondos de pensiones. Esto trajo consigo una inversión en el sector construcción, ya que gran cantidad de residentes de la ciudad de Puno, optó por construir o remodelar sus viviendas. Frente a esto, muchas empresas constructoras aumentaron sus operaciones, pero solo pocas contaban con la capacidad, los recursos necesarios y el empleo de la metodología Lean a través del modelo de producción TFV (transformación, flujo, valor) para ejecutar la demanda de los proyectos de construcción. Por lo cual, le presente investigación tuvo por objetivo principal, determinar en qué medida el método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno. Metodológicamente se basa en un enfoque cuantitativo, de nivel descriptiva – correlacional y tiene un diseño no experimental de corte transversal. El muestreo fue no probabilístico intencional, ya que se tomó en consideración a 5 representantes de 16 empresas constructoras habilitadas de la ciudad de Puno, siendo la muestra total de 80 personas; para la recolección de datos se desarrolló un cuestionario de 27 ítems por cada variable de la investigación, los cuales fueron validados por un juicio de expertos. Los datos obtenidos fueron procesados con el software SPSS, en primera instancia se realizó el análisis de confiabilidad a través del Alfa de Cronbach, obteniendo valores de 0,933 para la variable Lean Construction y 0.896 para la variable Productividad, lo cual demostró un nivel de confiabilidad alto del instrumento de investigación; posteriormente se realizó la prueba de normalidad de Smirnov – Kolmogorov, obteniendo así, un valor de Sig. = 0.016 para la variable Lean Construction y un

valor de Sig = 0.037 para la variable Productividad; en ese sentido, se comprobó la hipótesis con la prueba no paramétrica de Rho Separman, obteniendo así, un coeficiente de correlación de 0.912, lo que indicó que existe una correlación positiva perfecta entre las variables, así mismo se comprobó las hipótesis específicas, dando como resultado correlaciones positivas muy fuertes en cada dimensión. Finalmente, se llegó a la conclusión que, el método Lean Construction repercute de manera significativa en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno. Sin embargo, a pesar de la evidente correlación entre las variables, las empresas muestran una limitada adopción de esta metodología, lo cual se vio a través en la estadística descriptiva, ya que la metodología Lean Construction no se aplica de forma predominante en las empresas de construcción de la ciudad de Puno, sino solo de manera ocasional, y esto, se vio reflejado en los índices de productividad fluctuantes. Este hallazgo indica un desafío significativo en el aprovechamiento pleno de las ventajas que Lean puede aportar al ámbito constructivo.

Palabras Clave: Método Lean Construction, Productividad, Teoría TFV (Transformación, Flujo, Valor)

ABSTRACT

The construction sector in Peru is one of the main protagonists in the economic development of the country, and for the Puno region, it is the fourth economic activity that contributes the most GDP to the department. After the COVID-19 health crisis, economic reactivation was promoted through Peruvian government policies, and one of the most important was allowing AFP members to withdraw a part of their pension funds. This brought with it an investment in the construction sector, since a large number of residents of the city of Puno chose to build or remodel their homes. Faced with this, many construction companies increased their operations, but only few had the capacity, the necessary resources and the use of the Lean methodology through the TFV (transformation, flow, value) production model to execute the demand of the projects. of construction. Therefore, the main objective of this research was to determine to what extent the Lean Construction method impacts the productivity of private civil construction companies in the city of Puno. The research was governed by a quantitative methodology, at a descriptive - correlational level, with a non-experimental cross-sectional design. The sampling was intentional non-probabilistic, since 5 representatives of 16 authorized construction companies in the city of Puno were taken into consideration, with the total sample being 80 people; To collect data, a questionnaire of 27 items was developed for each research variable, which were validated by expert judgment. The data obtained was processed with the SPSS software, in the first instance the reliability analysis was carried out through Cronbach's Alpha, obtaining values of 0.933 for the Lean Construction variable and 0.896 for the Productivity variable, which demonstrated a high level of reliability. of the research instrument; Subsequently, the Smirnov – Kolmogorov normality test was performed, thus obtaining a value of Sig. = 0.016 for the Lean Construction variable and a value of Sig = 0.037 for the Productivity variable; In this sense, the hypothesis was tested with the

non-parametric Rho Spearman test, thus obtaining a correlation coefficient of 0.912, which indicated that there is a perfect positive correlation between the variables, and the specific hypotheses were also tested, giving as resulted in very strong positive correlations in each dimension. Finally, it was concluded that the Lean Construction method has a significant impact on the productivity of private civil construction companies in the city of Puno. However, despite the evident correlation between the variables, the companies show a limited adoption of this methodology, which was seen in the descriptive statistics, since the Lean Construction methodology is not applied predominantly in the companies of construction of the city of Puno, but only occasionally, and this was reflected in the fluctuating productivity indices. This finding indicates a significant challenge in fully taking advantage of the advantages that Lean can bring to the construction field.

Keywords: Lean Construction Method, Productivity, TFV Theory (Transformation, Flow, Value)

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática:

En Perú la construcción, forma parte fundamental dentro del desarrollo económico del país; a lo largo de las últimas décadas, presentó diversas fluctuaciones en su aporte al Producto Bruto Interno (PBI), debido a diversos factores de ámbito nacional e internacional. El Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), proporcionan los datos estadísticos necesarios para comprender mejor la evolución de este sector.

Tabla 1.

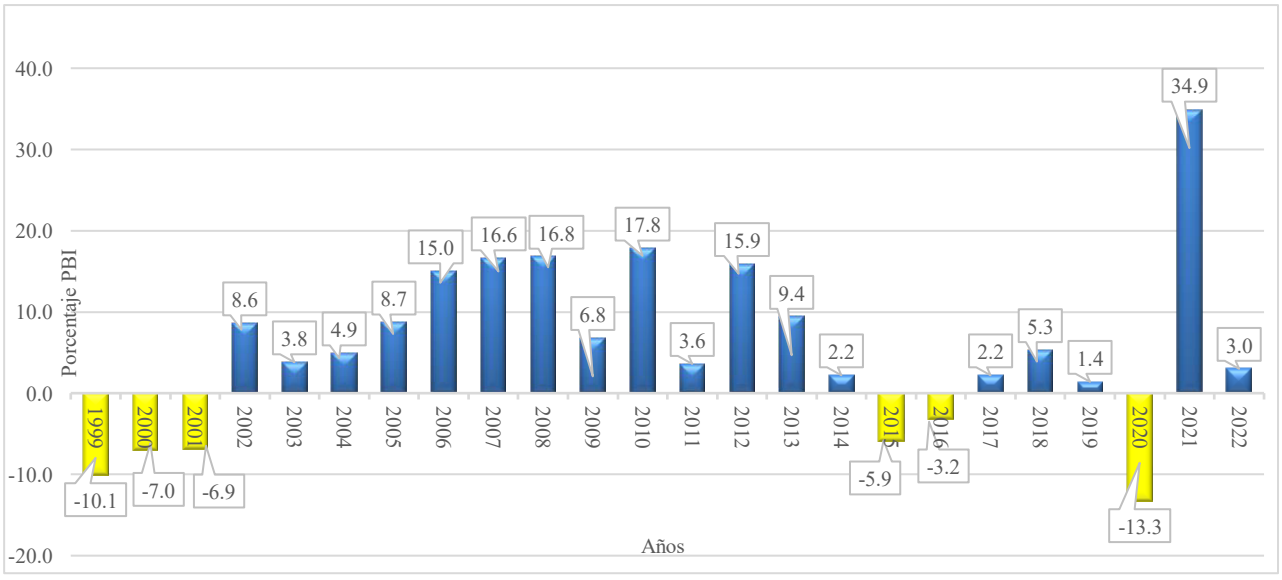
Datos estadísticos del Producto Bruto Interno (%PBI) del sector construcción en el Perú.

AÑOS	% PBI	AÑOS	% PBI	AÑOS	% PBI	AÑOS	% PBI
1999	-10.1	**2005**	8.7	**2011**	3.6	**2017**	2.2
2000	-7.0	**2006**	15.0	**2012**	15.9	**2018**	5.3
2001	-6.9	**2007**	16.6	**2013**	9.4	**2019**	1.4
2002	8.6	**2008**	16.8	**2014**	2.2	**2020**	-13.3
2003	3.8	**2009**	6.8	**2015**	-5.9	**2021**	34.9
2004	4.9	**2010**	17.8	**2016**	-3.2	**2022**	3.0

Nota: Adaptado de "Gerencia Central de Estudios Económicos", por BCRP, 2023

Figura 1.

Evolución del Producto Bruto Interno (% PBI) del sector construcción en el Perú.



En el principio de los años 2000, hubo una marcada contracción, esto se debió en su momento, a la inestabilidad económica y política del Perú, tal escenario de incertidumbre desalentó la inversión y la ejecución de proyectos de construcción durante ese periodo. No fue hasta el año 2002, donde se dio un crecimiento robusto del sector, producto de las reformas económicas, y una creciente estabilidad del gobierno, lo cual favoreció a un entorno más sostenible para la inversión. Además, las políticas gubernamentales enfocadas en el desarrollo de infraestructura y viviendas, desempeñaron un papel fundamental, ya que, durante los siguientes años, se vio un auge de la construcción, el cual fue alimentado por un aumento en la demanda, una mayor inversión tanto pública como privada, y una mayor disponibilidad de crédito; lo cual a su vez, trajo consigo un aumento de empleos, un impulso al sector inmobiliario, y contribuciones sustanciales al crecimiento económico general del país. Sin embargo, en el 2015 y 2016, se observa una contracción, la cual se atribuye a una combinación de factores, como la desaceleración económica global, la caída de los precios de los commodities que afectaron las exportaciones y la disminución de la inversión extranjera directa.

Entre 2017 y 2019, el sector construcción experimentó una recuperación 2.2%, seguido de un aumento moderado del 5.3%. Sin embargo, en 2019, el crecimiento se desaceleró a un 1.4%, producto de la incertidumbre política y las repercusiones de investigaciones de casos de corrupción, lo que contribuyó a la variabilidad en el desempeño del sector durante este periodo.

En el año 2020, hubo otra contracción significativa, reflejada en una disminución del 13.3%. La principal causa fue el COVID-19 y su influencia que generó restricciones a la movilidad, paralización de proyectos de construcción y una disminución en la demanda de bienes raíces. Aunado a esto, las medidas de confinamiento, la falta de disponibilidad de materiales, la poca capacidad de trabajo y las interrupciones en la cadena de suministro global, afectaron la ejecución de proyectos, llevando a una contracción generalizada en el sector.

Sin embargo, en el año 2021, se experimentó una marcada recuperación del 34.9%; esta expansión significativa, se atribuyó en gran medida a la reactivación de la economía tras la contracción causada por la pandemia. Se observó un aumento en la inversión pública y privada, en proyectos de infraestructura y vivienda, respaldado por medidas gubernamentales de estímulo económico; este reflote propició la adaptación del sector a nuevas condiciones y estrategias, para mitigar los impactos de la pandemia en la ejecución de proyectos.

En 2022, el sector construcción en el Perú mantuvo una tendencia positiva del 3.0% respecto al año anterior. Este crecimiento fue impulsado por el aumento de la inversión pública y privada, así como por la expansión de la demanda de viviendas.

Pese a los diversos desafíos del sector de construcción a lo largo del tiempo en el Perú, los datos del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), presentan cifras (en millones de soles) que revelan una tendencia positiva de crecimiento a lo largo de los años, lo cual demuestra una sostenibilidad en el sector, ya que el país cuenta con una economía estable, una creciente demanda interna, y un mercado laboral joven y dinámico. Estos factores pueden augurar un futuro positivo, que dependerá mucho de aspectos económicos y políticos tanto de ámbito interno como externo.

Tabla 2.

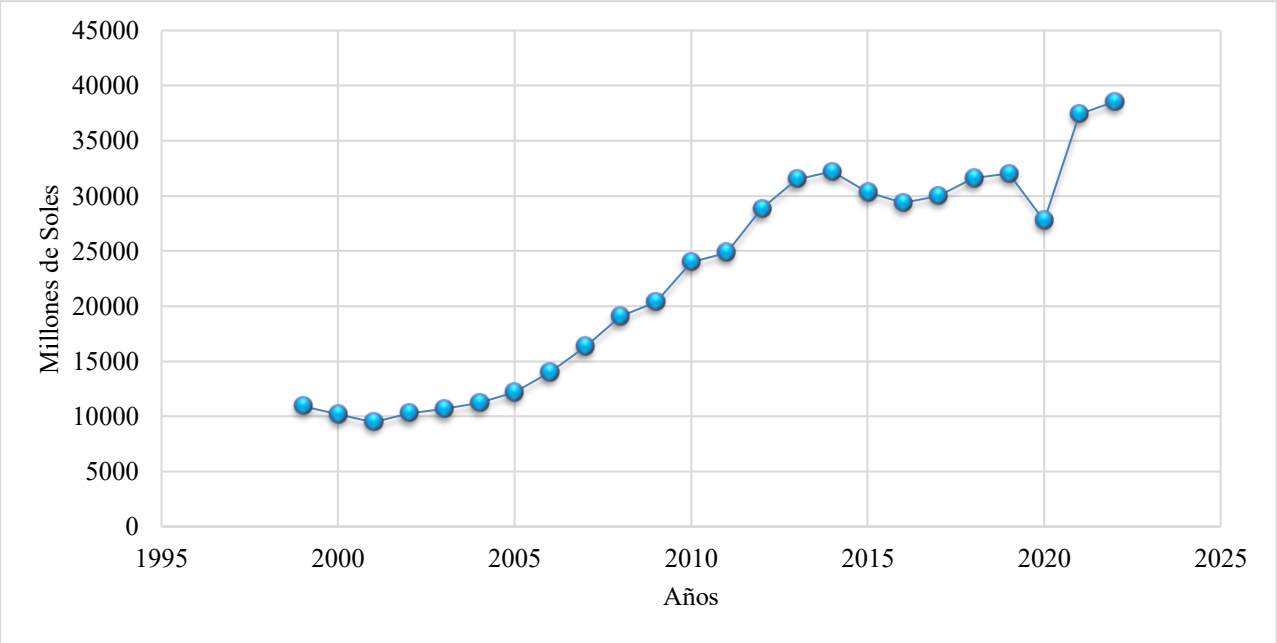
Datos estadísticos (en millones de soles) del sector construcción en el Perú.

AÑOS	(millones de soles)	AÑOS	(millones de soles)	AÑOS	(millones de soles)	AÑOS	(millones de soles)
1999	10934	**2005**	12168	**2011**	24848	**2017**	29988
2000	10169	**2006**	13994	**2012**	28795	**2018**	31580
2001	9467	**2007**	16317	**2013**	31504	**2019**	32015
2002	10281	**2008**	19061	**2014**	32210	**2020**	27759
2003	10672	**2009**	20360	**2015**	30317	**2021**	37437
2004	11195	**2010**	23993	**2016**	29350	**2022**	38552

Nota: Adaptado de “Gerencia Central de Estudios Económicos”, por BCRP, 2023

Figura 2.

Índice de crecimiento (en millones de soles) del sector construcción en el Perú.



Nota: La figura muestra un crecimiento exponencial del aporte en millones de soles del sector construcción en el Perú a lo largo de los años, sin embargo, en 2020, año de la pandemia del COVID-19, se observa la caída más abrupta, llegando a un capital de 27759 millones de soles, lo cual denotaba una diferencia de 4256 millones de soles con respecto al año 2019.

En consonancia con los registros estadísticos más recientes del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el sector de construcción en la región de Puno ostenta el quinto lugar en términos de contribución al Producto Bruto Interno (PBI), ya que aporta el 9.0%, se encuentra solo por debajo de actividades como la agricultura, la minería y el comercio. No obstante, es crucial señalar que, a pesar de que los indicadores muestran cierta estabilidad, el año 2020 obtuvo el índice más bajo en aporte de la última década, con solo 8.0%, lo cual es atribuible a la crisis desencadenada por la pandemia del COVID-19, ya que paralizó los diferentes proyectos de inversión pública y privada tanto a nivel nacional, como en el departamento de Puno.

Tabla 3.

Actividades económicas de la región Puno.

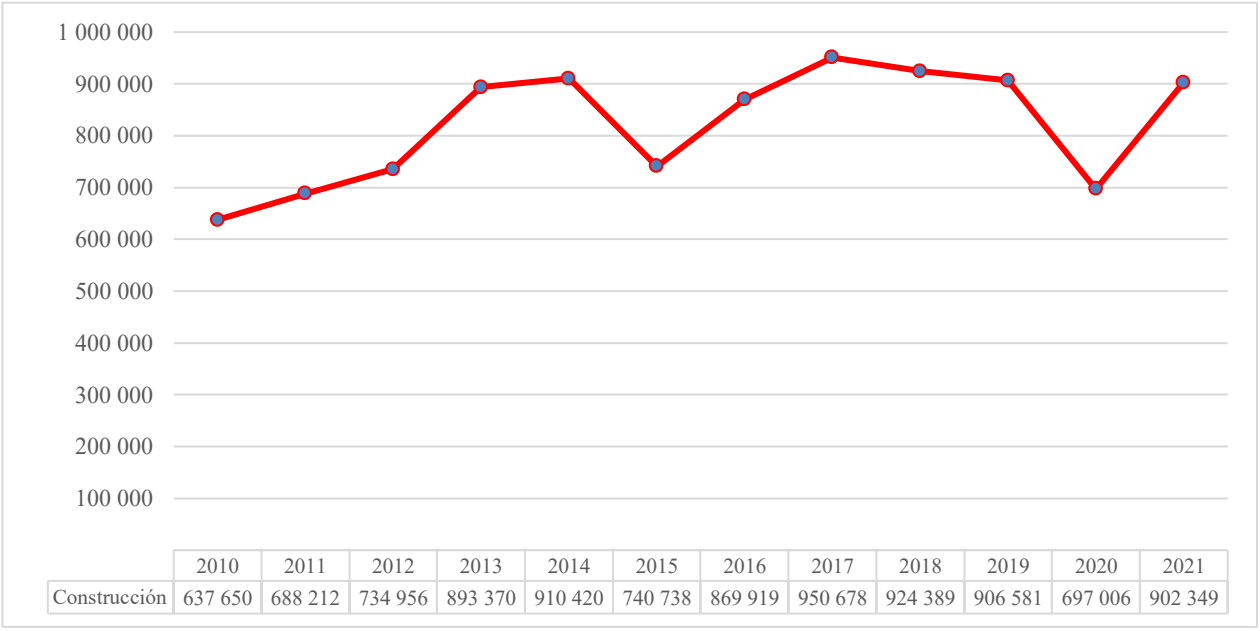
Actividades	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Promedio
Agricultura	16.1	15.4	14.8	14.7	15	15.8	14.8	15.1	15.4	15.8	18.3	17.5	15.8
Pesca y Acuicultura	0.4	0.5	0.6	0.7	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.5	0.7	0.6	0.6
Minería	10.3	9.2	8.7	8.5	8.1	7.6	10	9.8	9	8.4	5.5	5.6	9.3
Manufactura	10	9.8	9.7	9.6	9	8.6	8	7.8	8	7.9	7.5	8.5	8.9
Electricidad y Agua	1.5	1.6	1.5	1.6	1.5	1.6	1.4	1.4	1.5	1.6	1.9	1.6	1.6
Construcción	**9.1**	**9.3**	**9.5**	**10.8**	**10.7**	**8.7**	**9.6**	**10.1**	**9.6**	**9.2**	**8**	**9.3**	**9.0**
Comercio	11.5	11.9	12.2	12	11.9	12.3	11.8	11.5	11.5	11.7	11.6	12	11.7
Transporte y Correo	7.2	7.6	7.8	7.7	7.7	8	7.7	7.7	7.9	7.9	6.7	6.6	7.4
Alojamiento y Rest.	2	2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	1.2	1.5	2.0
Telecomunicaciones	2.3	2.5	2.8	2.9	3.1	3.4	3.6	3.9	4	4.2	5.1	5.2	3.2
Admin. Pública	7.4	7.7	7.8	7.5	7.8	8	7.8	7.7	7.8	7.9	9.2	8.4	7.8
Otros Servicios	22.2	22.3	22.4	22	22.3	23.1	22.3	22	22.3	22.7	24.5	23.3	22.6

Nota: Adaptado de "Índice temático del Sector Construcción", por INEI, 2023.

Así también, el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), presenta cifras que indican la fluctuación en miles de soles en la región Puno.

Figura 3.

Índice de crecimiento del sector construcción (en miles de soles) de la región Puno.



Nota: La figura muestra un crecimiento fluctuante, con contracciones claras en el 2015, influenciadas por la incertidumbre en los mercados globales, como en el 2020, agravadas por la crisis sanitaria del COVID-19, para este año, se tuvo solo un aporte de 697006 soles. Sin embargo, el año 2021 presenció una recuperación significativa con un aporte de 902349 soles.

Como consecuencia de la crisis económica originada por la pandemia de COVID-19, el gobierno peruano implementó diversas políticas de reactivación económica, entre las cuales destacan: Los programas de impulso financiero dirigidos a sectores afectados, la flexibilización de regulaciones y trámites administrativos, inversiones en proyectos de infraestructura, retiro del fondo de pensiones de la AFP, programas de apoyo a la empleabilidad y protección del empleo y facilitación del acceso al crédito con garantías estatales.

En consecuencia, aprovechando las políticas de reactivación, numerosas empresas y población en general de la ciudad de Puno, decidieron invertir sus recursos en la construcción o remodelación de sus establecimientos y viviendas. Este fenómeno generó una demanda significativa de empresas, impulsando así la actividad económica en el sector.

Sin embargo, frente a esta demanda, surgieron muchas empresas constructoras privadas, ya que antes de la crisis sanitaria no se registraban más de 15, pero en el año 2021, aparecieron más de 30 empresas, pero solo pocas contaban con la habilitación legal adecuada y con la capacidad y los recursos necesarios para hacer frente a los diversos proyectos de construcción. Aunado a esto, se observaba retrasos en la entrega, variaciones en el presupuesto y una disminución en la calidad del trabajo, lo que generó el descontento y la insatisfacción de muchos ciudadanos de Puno.

Esto venía siendo un problema recurrente, ya que la complejidad y demanda de los proyectos frente a los requerimientos de los clientes, usuarios o inversionistas, hacían que los modelos tradicionales de entrega de proyectos se vean limitados frente a las necesidades de generación de valor, de comunicaciones efectivas, de eficiencia y productividad. Frente a esto, en años anteriores surgieron diversos esquemas y metodologías para el desarrollo y entrega de proyectos de manera efectiva, abordando características diferentes de trabajo colaborativo, comunicaciones abiertas, riesgo y beneficios compartidos. Y una de las más conocidas era la metodología Lean Construction, la cual basa su modelo de producción en la teoría TFV

(Transformación, Flujo, Valor); estos principios buscan reducir desperdicios, optimizar los procesos, mejorar la calidad y proporcionar valor real al cliente. Una empresa constructora, que adopte esta metodología podía experimentar beneficios sustanciales, ya que la reducción de desperdicios conlleva a una gestión más eficiente de recursos, mientras que la mejora del flujo permite una entrega más rápida y eficiente de proyectos. Y la calidad se vería favorecida al centrarse en actividades valiosas, y esto aumentaría la satisfacción del cliente. A su vez, esto daría una mayor competitividad a la empresa, y le daría la capacidad de adaptarse rápidamente a cambios en el mercado, promoviendo su sostenibilidad a largo plazo.

No obstante, se desconocía cual era la aplicación y la repercusión de esta metodología en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno, frente a esto, se formuló la siguiente pregunta de investigación:

1.2. Formulación del Problema:

1.2.1. Problema General:

¿En qué medida el método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno?

1.2.2. Problemas Específicos:

- ¿En qué medida el modelo de transformación del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno?
- ¿En qué medida el modelo de flujo del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno?
- ¿En qué medida el modelo de generación de valor del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno?

1.3. Justificación Teórica.

La investigación se justifica teóricamente partiendo de los fundamentos arraigados de la filosofía Lean Construction, debido a que esta metodología busca erradicar aquellas actividades que no aportan valor al proceso de construcción, lo que potencialmente resultaría en una significativa optimización de la eficiencia y la productividad operativa.

El perfeccioamiento constante construye uno de los fundamentos escenciales de esta metodología, ya que impulsa a las empresas a ajustar y optimizar sus operaciones conforme a los cambios o las condiciones del entorno de construcción civil. Adicionalmente, se aduce que su aplicación puede conllevar a una gestión de riesgos más efectiva y a la mitigación de costos asociados a imprevistos y retrasos en los proyectos de construcción.

En cuanto a la calidad del producto final, se enfatiza la trascendencia de que se tenga la satisfacción frente a las expectativas que presentan los clientes. La teoría de Lean Construction pone de manifiesto que la entrega de un producto de alta calidad no solo eleva la reputación de las empresas en el mercado, sino que también constituye un medio efectivo para asegurar la fidelización de los clientes y la obtención de contratos futuros.

Adicionalmente, desde una perspectiva sostenible y socialmente responsable. El Lean Construction incluye prácticas orientadas a minimizar el impacto ambiental, lo cual adquiere un carácter cada vez más preponderante en el contexto contemporáneo. Asimismo, se alude a la creciente relevancia de la responsabilidad social empresarial como un elemento que puede incidir en la percepción y aceptación pública de las empresas constructoras.

1.4. Justificación Práctica:

Desde un enfoque práctico, la metodología Lean Construction tiene la capacidad de transformar de manera profunda el modo en que las empresas privadas de construcción civil gestionan sus proyectos. La implementación efectiva de estos principios puede conducir a una mayor productividad, reducción de costos y mejora en la calidad de la ejecución de obras.

En contraposición con la metodología tradicional, que a menudo presenta una gestión más jerárquica y una mayor propensión a la generación de desperdicios y tiempos muertos, el Lean Construction enfoca sus esfuerzos en la eliminación de actividades no productivas. Esta diferencia es fundamental, ya que la metodología Lean busca una gestión más ágil y efectivizar los recursos, lo que se traduce en una optimización de costos y una mayor rentabilidad.

Hoy en día, las empresas de construcción enfrentan desafíos constantes para cumplir con plazos ajustados y presupuestos limitados, y la aplicación de enfoques más eficientes como Lean Construction puede marcar la diferencia, ya que la reducción de los tiempos de ciclo, la minimización de los tiempos improductivos y la optimización de los recursos son factores cruciales para mantener la competitividad en el mercado de la construcción civil.

Además, considerando el impacto económico y social de la industria de la construcción en el Perú, mejorar la productividad en este sector, puede tener un efecto positivo en el desarrollo económico, tanto a nivel local, como a nivel nacional. Por lo tanto, investigar y comprender cómo el método Lean Construction influye en la productividad de las empresas privadas de construcción civil no solo beneficiará a las empresas individuales, sino que también contribuirá al crecimiento sostenible y la eficiencia del sector en su conjunto.

1.5. Objetivos de la Investigación.

1.5.1. Objetivo General.

Determinar en qué medida el método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Determinar en qué medida el modelo de transformación del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.
- Determinar en qué medida el modelo de flujo del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.
- Determinar en qué medida el modelo de generación de valor del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

1.6 Hipótesis.

1.6.1. Hipótesis General:

H_1: El método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

1.6.2. Hipótesis Específicas:

H_1: El modelo de transformación del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

H1: El modelo de flujo del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno

H1: El modelo de generación de valor del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

1.7. Identificación de variables:

1.7.1. Variable Independiente:

Lean Construction.

1.7.2. Variable Dependiente:

Productividad.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Marco Filosófico de la Investigación.

La industria de la construcción es un pilar fundamental de la sociedad, y su eficiencia y eficacia desempeñan un rol fundamental en el progreso económico y social del país. En este contexto, el enfoque Lean Construction ha surgido como una filosofía de gestión que persigue el incremento del rendimiento y la eficiencia a través de la disminución de desperdicios y la optimización de procesos. Bajo estos preceptos, las bases filosóficas de Lean Construction guardan una relación intrínseca con la productividad en la construcción. A continuación, se verá una revisión de los fundamentos filosóficos de ambas variables, bajo sustento de diversos autores:

2.1.1. Fundamentos Filosóficos de Lean Construction.

2.1.1.1. Filosofía del Lean Thinking.

Womack & Jones (1997), autores de "*Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*" introdujeron el concepto de Lean Thinking. Este enfoque se origina en la manufactura y se basa en principios filosóficos que enfatizan la maximización del beneficio para el cliente y la eliminación de actividades que no aportan utilidad. Desde una perspectiva filosófica, esta idea se alinea con la noción de que la construcción debe centrarse en la creación de valor y la eficiencia, en lugar de la acumulación de tareas innecesarias.

2.1.1.2. Filosofía del Cambio Organizacional.

Kotter (2012), en su obra "*Leading Change*" proporciona una perspectiva filosófica sobre el cambio organizacional necesario para adoptar Lean Construction. Este argumenta que el cambio efectivo requiere la creación de una visión compartida y una cultura de apoyo. Esta idea destaca la relevancia de la transformación cultural en el sector construcción.

2.1.1.3. Ética y Valores en Lean Construction:

Koskela et al. (2002), en su artículo "*The foundations of Lean Construction*", han subrayado la importancia ética de Lean Construction. Su enfoque promueve la colaboración, la transparencia y la mejora continua, lo que se alinea con valores humanos fundamentales. Desde una perspectiva filosófica, esta ética enfatiza la importancia de equilibrar la eficiencia con valores éticos en la construcción.

2.1.2. Fundamentos Filosóficos de la Productividad.

2.1.2.1. Filosofía de la Productividad.

Drucker (1993), en su libro "*Management: Tasks, Responsibilities, Practices*" planteó la idea de que la productividad es un concepto clave en la gestión moderna. Drucker argumentó que medir y gestionar la productividad son fundamentales para lograr resultados efectivos y eficientes en cualquier industria. Desde una perspectiva filosófica, esta idea enfatiza la importancia de evaluar y mejorar constantemente la productividad en la construcción.

2.1.2.2. Lean Construction y su Impacto en la Productividad.

Ballard & Howell (2003), en su obra "*Lean Project Management*", han discutido cómo el Lean Construction puede mejorar la productividad en la industria de la construcción. Su enfoque se basa en principios filosóficos como la reducción del desperdicio, la planificación Just in time y la colaboración entre las partes involucradas. Desde una perspectiva filosófica, Lean Construction se convierte en un enfoque que busca maximizar la productividad al minimizar la ineficiencia y promover la colaboración.

En síntesis, al considerar el pensamiento Lean, se busca fomentar una reflexión profunda sobre cómo mejorar la construcción de manera eficiente, contribuyendo así al desarrollo sostenible. Este enfoque no solo promueve la productividad, sino que también fomenta una visión más ética y colaborativa de la industria de la construcción.

2.2. Antecedentes de Investigación:

2.2.1. Antecedentes Internacionales:

- Variable Independiente Lean Construction

Aristizábal et al. (2022) en su artículo de investigación "Perceptions on the processes of sustainable rating systems and their combined application with Lean Construction", detallan que la construcción de edificios sostenibles se desarrolla pensando en la reducción del impacto ambiental que estos pudieran producir, sin embargo, las empresas solo se enfocan en la etapa de operación y restan importancia a la sustentabilidad de la etapa de construcción, es así que muchos edificios emplean metodologías convencionales bajo procesos insostenibles e ineficientes. Ante esta situación, el enfoque Lean Construction se presenta como una opción viable para contrarrestar las deficiencias de eficiencia y favorecer la sostenibilidad durante la etapa constructiva. No obstante, especialistas señalan que persiste una comprensión parcial de los principios y herramientas que conforman esta metodología, lo que obstaculiza su adecuada adopción e integración en los proyectos. En este sentido, la investigación tuvo como finalidad analizar el aporte del Lean Construction al cumplimiento de los criterios de los sistemas de certificación y explorar la percepción de los desarrolladores de proyectos sobre dichos procesos. Para ello, se optó por un diseño descriptivo con enfoque cualitativo, utilizando como técnicas la revisión de literatura, entrevistas y encuestas aplicadas a 206 profesionales provenientes de 38 países. Los hallazgos evidenciaron una carencia en el entendimiento conceptual y una limitada producción académica que respalde, con evidencia, los beneficios del Lean Construction en la reducción de impactos ambientales durante la fase de ejecución. Además, se identificaron factores externos que dificultan la obtención de certificaciones sostenibles y, por consiguiente, la aplicación de Lean Construction. Entre ellos destacan, por un lado, la

percepción de que los costos asociados al proceso son elevados y, por otro, la insuficiencia de respaldo por parte de las autoridades gubernamentales.

Aslam et al. (2020) en su artículo de investigación *"Exploring factors for implementing Lean Construction for rapid initial successes in construction"* señalan que, aunque la metodología Lean Construction representa una innovación en la gestión y ejecución de proyectos constructivos por su capacidad para reducir desperdicios y favorecer la sostenibilidad, las empresas que comenzaron a aplicarla no alcanzaban resultados positivos de forma inmediata. Esta situación podía provocar un distanciamiento o abandono de la práctica Lean debido a las dificultades iniciales encontradas. Ante ello, los investigadores establecieron como objetivo proporcionar a las compañías constructoras un conjunto de herramientas Lean que permitieran obtener logros tempranos desde las etapas iniciales del proyecto, incorporando además elementos prácticos que facilitaran su aplicación. Para cumplir con este propósito, elaboraron un cuestionario y realizaron una revisión sistemática de la literatura, con el fin de identificar los factores clave que favorecen la implementación exitosa de técnicas Lean. Los hallazgos revelaron que las organizaciones requieren un enfoque definido y el compromiso de todos los actores involucrados para conseguir mejoras inmediatas mediante las prácticas Lean. Asimismo, se determinó que las empresas deben elegir cuidadosamente las herramientas y métodos que sean compatibles con los procesos constructivos específicos de cada proyecto. Finalmente, se concluyó que la adopción debe realizarse de manera progresiva, ofreciendo a directivos y personal operativo oportunidades para adquirir conocimientos básicos sobre herramientas y técnicas Lean a través de instancias formativas colaborativas

Carvajal et al. (2019) en su artículo de investigación *"Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during*

construction phase" exponen que en el ámbito de la construcción, los profesionales han mostrado un interés creciente por integrar criterios de sostenibilidad junto con la metodología Lean Construction, con el propósito de incrementar la eficiencia de los procesos constructivos. Esto se debe a que la filosofía Lean presenta un alto potencial para disminuir los impactos ambientales, sociales y económicos asociados al desarrollo de un proyecto. En este contexto, la investigación realizó una revisión sistemática de la literatura con el fin de identificar los beneficios que el Lean Construction aporta en las tres dimensiones de la sostenibilidad durante la fase de construcción. Para ello, se examinaron 171 artículos, llegando a la conclusión de que el Lean Construction y la construcción sostenible mantienen una estrecha vinculación, ya que ambas corrientes persiguen metas comunes como la reducción de desperdicios, el incremento de la productividad, la maximización del valor generado y la promoción de condiciones adecuadas de salud y seguridad para todos los trabajadores. Asimismo, numerosos estudios respaldan que la implementación del Lean Construction produce resultados positivos en los tres ámbitos de la sostenibilidad. No obstante, pese a esta evidencia, son limitadas las publicaciones que establecen una conexión directa entre la aplicación de Lean y el cumplimiento de los objetivos sostenibles específicamente durante la etapa constructiva de un proyecto

Li et al. (2019) en su artículo de investigación *"Lean Construction Techniques and Individual Performance"* fundamentan que la adopción de técnicas Lean Construction pueden eliminar los desperdicios y aumentar las ganancias en los proyectos de construcción. Para lo cual, su estudio se enfocó en la evaluación de proyectos y el análisis de la madurez de 5 herramientas del Lean Construction, las cuales fueron el Sistema del Último Planificador (LPS), la visualización, los 6 pasos (6S), el Just in Time (JIT) y la gestión de calidad total (TQM), para lo cual los investigadores tomaron tres criterios para la evaluación, el desempeño, la tarea y el contexto. La metodología para la recolección de datos se realizó mediante entrevistas y

cuestionarios, y el procesamiento de los mismos a través del software SPSS. Los resultados revelaron que, en el criterio del desempeño, la herramienta más desarrollada fue la Gestión de la Calidad Total (TQM), mientras que el Sistema del Último Planificador (LPS) fue la herramienta con menor desarrollo y madurez, para el desempeño de tareas la herramienta más efectiva fue las 6S, y en el contexto la mejor herramienta fue la de visualización. Los autores concluyen que su estudio sirve de base para que las empresas de construcción elijan las mejoran herramientas del Lean Construction que apoyen en el desempeño de sus proyectos.

Salem et al. (2005) en su artículo de investigación *"Site Implementation and Assessment of Lean Construction Techniq"* plantearon como objetivo probar la efectividad de algunas herramientas del Lean Construction, y en particular, aquellas que se pueden aplicar en empresas de construcción medianas. Para lo cual, realizaron un estudio de campo para evaluar herramientas como el último planificador, la visualización, las reuniones diarias, los estudios de primera ejecución, el proceso de las 5S y la seguridad contra fallas de calidad. La metodología para la recolección de datos incluyo observaciones directas, entrevistas, cuestionarios y análisis documental. Los resultados revelaron que las empresas obtienen resultados positivos con la aplicación de las herramientas Lean, sin embargo, existe una necesidad de capacitación de estas herramientas para obtener una mejor efectividad.

- **Variable Dependiente Productividad:**

Botero & Álvarez (2004), en su artículo de investigación "*Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento)*", en 2002 se realizó una prueba piloto que abarcó 17 proyectos de construcción ejecutados por 9 empresas en Medellín. Un año después, en 2003, se puso en marcha un programa orientado a mejorar la gestión constructiva, fundamentado en los

principios del Lean Construction (construcción eficiente). Como parte de esta iniciativa, se elaboró una guía enfocada en incrementar la productividad en el desarrollo de proyectos habitacionales, con el objetivo de fortalecer el rendimiento y la competitividad de las compañías del sector. Los resultados demostraron que la aplicación de los enfoques Lean Construction permitió optimizar los niveles de productividad. Sin embargo, se determinó que para alcanzar resultados satisfactorios era indispensable cumplir con ciertas condiciones, como el compromiso firme de la alta dirección, la capacitación continua y la participación activa del personal de obra, así como la implementación de planes de mejora basados en las observaciones y el diagnóstico inicial de cada proyecto.

Gomez & Morales (2016), en su artículo de investigación titulado "*Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra*", el enfoque de la investigación se centró en identificar y disminuir las pérdidas presentes en el proceso constructivo de edificaciones en Bogotá, con el propósito de elevar la productividad. Para la recolección de información, se empleó un muestreo en campo complementado con registros fotográficos digitales, lo que permitió reconocer las principales causas de pérdida, entre ellas retrasos por falta de materiales, desplazamientos innecesarios, retrabajos y factores climáticos. Adicionalmente, se aplicaron encuestas al personal de obra con el fin de evaluar su motivación y otros aspectos generales que influyen en el rendimiento, como el nivel salarial, el clima laboral y el estado de ánimo. Posteriormente, se desarrolló una simulación digital para proponer escenarios de mejora, analizando el impacto potencial de las acciones derivadas de los hallazgos iniciales. Los resultados evidenciaron una marcada ausencia de planificación en las obras, situación que se hace visible durante la fase de ejecución. Asimismo, los trabajadores manifestaron insatisfacción con las condiciones laborales en los lugares donde desempeñan sus funciones. Por otro lado, la simulación digital se destacó como una herramienta útil para

explorar alternativas y evaluar procesos antes de su implementación, permitiendo obtener datos más exactos, prevenir gastos adicionales y pérdidas durante la ejecución, y disminuir el grado de incertidumbre

Latorre et al. (2019), en su artículo de investigación titulado *"Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación"*, presentaron un modelo orientado a incrementar la eficiencia en la elaboración de proyectos constructivos mediante la aplicación de la metodología BIM. La productividad en el sector de la construcción ha sido motivo de preocupación y discusión, particularmente en lo que respecta al modelo de producción más adecuado para su mejora. Al compararla con industrias como la manufacturera o la automotriz, se evidencia un rendimiento inferior, brecha que se ha ampliado en los últimos años. Con el fin de enfrentar esta situación, se propuso un modelo que integra los principios de la filosofía Lean a través de Lean Construction con la metodología BIM, formulado a partir de una revisión bibliográfica y del trabajo investigativo de los autores. Este enfoque fue evaluado en seis estudios de caso: tres con el flujo de trabajo tradicional y tres aplicando el flujo propuesto. Los resultados mostraron mejoras notables tanto en la productividad como en la calidad de los proyectos al emplear el nuevo modelo. No obstante, se reconoce que el sistema aún cuenta con áreas susceptibles de perfeccionamiento. El reto principal para futuras investigaciones radica en adaptar la propuesta a métodos de desarrollo de proyectos más colaborativos

Loera et al. (2013), en su artículo de investigación titulado "*Productivity in Construction and Industrial Maintenance"*, llevó a cabo un estudio en un complejo industrial ubicado en Altamira, México, como parte del inicio de un programa orientado a incrementar la productividad laboral en las actividades de construcción y mantenimiento del Grupo Industrial

Águila. La investigación tuvo como objetivo desarrollar una metodología para evaluar el rendimiento laboral en proyectos de mantenimiento industrial. Dentro de esta metodología, se planteó el uso de la herramienta de muestreo del trabajo con el propósito de identificar los factores principales que incidían negativamente en la productividad, y se propuso la incorporación del pensamiento Lean como estrategia para optimizarla. A partir de los resultados obtenidos, los investigadores concluyeron que la información recopilada permitió comprender de manera más precisa la gestión de los proyectos de construcción y mantenimiento, así como los costos asociados a estos. De esta forma, se logró promover un uso más eficiente y efectivo de los recursos disponibles, lo que repercutió positivamente en la productividad y en la calidad de los servicios prestados por el Grupo Industrial Águila.

Pillo (2021), en su tesis de maestría titulada "*Mejora de la productividad en la construcción de proyectos inmobiliarios en la ciudad de Quito mediante la aplicación de Lean Construction.*", sostiene que la implementación de Lean Construction incrementa la eficiencia de las empresas dedicadas a proyectos inmobiliarios al priorizar la calidad y el principio de mejora continua. En esta investigación, se examinó un componente específico del presupuesto de dichos proyectos con el fin de comparar los resultados obtenidos mediante un enfoque tradicional frente a la metodología Lean Construction. El propósito central fue optimizar el uso de los recursos durante las fases constructivas, buscando incrementar la rentabilidad de las compañías constructoras sin sacrificar la calidad del producto final. Los resultados llevaron al autor a concluir que Lean Construction disminuye de forma notable el desperdicio de tiempo y de costos en la ejecución de las actividades constructivas. Asimismo, se subrayó la relevancia de promover un entorno laboral positivo que involucre tanto a la alta gerencia como al personal operativo y a los proveedores externos de materiales, ya que este factor resulta clave para alcanzar una optimización de recursos más evidente dentro de los plazos establecidos.

2.2.2. Antecedentes Nacionales:

- Variable Independiente Lean Construction.

Alvarez (2022), en su tesis de maestría titulada "*Lean Construction y su incidencia en la planificación de obras en una empresa constructora, Lima 2021*" el estudio tuvo como propósito analizar el impacto de Lean Construction en la planificación de obras dentro de una empresa constructora ubicada en Lima. Para ello, se aplicó una metodología de tipo aplicada, con un diseño no experimental de alcance correlacional causal. La muestra estuvo conformada por 70 trabajadores seleccionados aleatoriamente de un total de 86, y la recolección de información se realizó mediante encuestas con cuestionarios estructurados. Los hallazgos indicaron que la metodología Lean Construction incidió en un 22.1 % sobre la planificación de obras en la empresa, con un nivel de significancia estadística de p = 0.000, lo que evidenció la existencia de una relación entre ambas variables. Además, se identificó que la dimensión de Control de Costos fue la más impactada, representando un 15.4 % de dicha influencia, en el marco del contexto de Lima durante el año 2021.

Minaya (2020), en su tesis de doctorado titulada *"Implementacion de la filosofia lean en la mejora de procesos de construccion en la empresa HTC contratistas S.R.L. – Huaraz – 2016"*, se centró en aplicar herramientas de la filosofía Lean en la empresa "HTC Contratistas SRL" con el propósito de mejorar los procesos, destacando la fase crítica de ejecución en el proyecto de construcción del Reservorio en Ancash. Se llevó a cabo un detallado análisis de datos del año 2016, combinando enfoques cuantitativos y cualitativos, y se implementaron medidas para equilibrar las cuadrillas y mantener la calidad en la ejecución. Los resultados revelaron una notable optimización en la duración del proyecto, reduciendo el plazo de ejecución a 34 días calendario, con equipos debidamente asignados y actividades claramente identificadas. A través de este estudio, se establecieron directrices de gestión basadas en la

filosofía Lean, identificando los procesos clave y proponiendo indicadores de productividad específicos para la construcción del Reservorio. Se concluyó que las herramientas aplicadas (Look ahead, Last Planner System, Carta Balance), fueron efectivas y pueden ser replicadas en proyectos y empresas similares, demostrando la viabilidad y beneficios de la implementación de la filosofía Lean en el sector de la construcción.

Montesinos (2022), en su tesis de maestría titulada "*Metodología Lean Constructión y su incidencia en la ejecución de obras de la empresa Armo Trading EIRL, Lima 2021*" el objetivo central del estudio fue establecer el grado de influencia de la metodología Lean Construction en la ejecución de obras de la empresa Armo Trading EIRL. Para ello, se desarrolló una investigación de tipo aplicada, con un diseño no experimental y un enfoque correlacional causal. La población estuvo compuesta por 71 trabajadores de la organización, empleándose un muestreo probabilístico aleatorio que consideró la totalidad de dicha población como muestra. La recopilación de información se efectuó mediante encuestas, utilizando un cuestionario previamente validado por especialistas. La confiabilidad del instrumento se verificó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, que arrojó un valor de 0.928 para el conjunto de la muestra, lo que refleja un alto nivel de consistencia interna. Los resultados permitieron concluir que la implementación de Lean Construction tuvo una influencia significativa del 48 % sobre la ejecución de obras en la empresa, respaldada por el análisis inferencial que evidenció una correlación fuerte y estadísticamente significativa, con un valor de $p = 0.000$.

Morales & Risco (2022), en su tesis de maestría titulada "*Mejora de proyectos de saneamiento urbano usando Lean Construction y gestión de riesgos*" el estudio tuvo como propósito optimizar la gestión de un proyecto de habilitación urbana en San Antonio, Lima, mediante la aplicación de la filosofía Lean Construction y una administración de riesgos

efectiva. Para ello, se realizó la identificación de riesgos y se definieron indicadores destinados a evaluar posibles retrasos en los subprocesos de saneamiento. Asimismo, se elaboró un programa maestro junto con cronogramas detallados aplicando la técnica de la ruta crítica. La propuesta implementada permitió disminuir gastos relacionados con horas extra, penalizaciones por demoras, paralizaciones y accidentes laborales, generando una mejora significativa en la eficiencia global del proyecto.

.

Sánchez et al. (2020), en su tesis de maestría titulada "*Lean Construction y la mejora de la productividad en la ejecución de obras de edificación, Lima 2018*" el objetivo del estudio fue analizar el efecto de la metodología Lean Construction sobre la eficiencia en la ejecución de proyectos de construcción desarrollados en Lima durante el año 2018. Se adoptó un diseño de investigación de tipo correlacional, considerando como muestra 106 proyectos de edificación ubicados en Lima Metropolitana. La recolección de información se realizó mediante encuestas aplicadas a los representantes de cada proyecto. Los resultados evidenciaron una relación significativa de magnitud moderada, con un coeficiente de correlación de 0.621**, lo que confirma la existencia de un vínculo entre la implementación de la metodología *Lean Construction* y la mejora de la eficiencia en la realización de proyectos constructivos en Lima durante el período de estudio.

- **Variable Dependiente Productividad.**

Collao (2017), en su tesis de maestría titulada "*Propuesta de método de medición de la productividad fundamentado en lean construcción en la gestión de la producción en la industria de la construcción de la Región Arequipa. caso: Empresa Constructora de Edificaciones 2017", La investigación tuvo como propósito principal diseñar un método para medir la productividad en empresas constructoras de la región Arequipa, fundamentado en los*

principios del Lean Construction. El caso de estudio se centró en una compañía dedicada a edificaciones y su proyecto de "Construcción de Vivienda Multifamiliar El Texao en el año 2017", la metodología incluyó la observación directa del desempeño de la mano de obra durante el proceso de vertido de concreto, lo que permitió calcular indicadores como productividad, rendimiento y velocidad de producción en esta actividad crítica. Además, se destacó la necesidad de contrastar los resultados obtenidos con estudios previos sobre productividad de mano de obra en construcciones civiles. Para validar las hipótesis planteadas, se realizaron entrevistas a empresas constructoras de la región y se aplicaron cuestionarios como instrumento para el análisis de variables. Este enfoque brindó una perspectiva detallada sobre el estado de la productividad laboral en el sector, identificando posibles fuentes de pérdidas en los procesos constructivos y respaldando la viabilidad de implementar un método de medición de la productividad basado en la filosofía *Lean Construction*

Nervi (2021) en su tesis de maestría "Evaluación de la productividad usando modelos BIM 3D – Lean Construction en la ejecución del proyecto los triunfadores, Juliaca 2018 – 2019", se llevó a cabo una investigación de tipo cuasiexperimental que incluyó la aplicación de un pre test y un post test al grupo de estudio. La metodología adoptada fue de carácter descriptivo-relacional, tomando como muestra la construcción de 28 viviendas. Los resultados evidenciaron que la implementación conjunta de la metodología BIM 3D y del sistema Last Planner, tal como fueron planteados e incorporados en el estudio, produjo una mejora notable en la productividad del grupo evaluado. En la fase de post test, la productividad mostró un incremento del 8 % en comparación con los valores registrados en el pre test. En consecuencia, el autor concluyó que la aplicación de modelos BIM 3D, combinada con los principios de la filosofía Lean Construction, propició un aumento del 6 % en la eficiencia productiva durante el periodo analizado. Asimismo, en la dimensión relacionada con el trabajo no productivo, se

registró una disminución del 4 % durante la ejecución del proyecto *Los Triunfadores* en Juliaca, correspondiente a los años 2018 y 2019.

.

Fernandez et al. (2018), en su tesis de maestría titulada "*Optimización de indicadores de producción de obras, para mejorar la productividad, con la implementación de herramientas BIM, en proyectos de construcción, en el sector universitario, de Lima, Perú*", a investigación abordó uno de los retos más relevantes en el sector de la construcción: la mejora de la productividad. En este marco, el estudio se centró en optimizar este aspecto en proyectos de edificación universitaria, proponiendo la adopción de la metodología BIM. El enfoque metodológico contempló la recopilación de datos relacionados con RFIs (Requerimientos de Información) y el análisis del desperdicio de materiales principalmente acero y concreto en tres proyectos universitarios. A través de la comparación de indicadores y ratios reales, se evaluó la correlación existente entre la productividad y el uso de BIM. Con base en estos resultados, se diseñó una propuesta de mejora para medir el impacto positivo de su implementación en un proyecto concreto. Los hallazgos revelaron que la utilización de BIM a un nivel intermedio permitió una reducción significativa en el desperdicio de acero, con un ahorro porcentual estimado entre el 8 % y el 14 %. Del mismo modo, se evidenció una mejora en la gestión del desperdicio de concreto, con el objetivo de mantenerlo en un rango del 10 % al 16 %. En conclusión, los autores señalaron que la aplicación de BIM en proyectos de construcción universitaria produce mejoras sustanciales en la productividad, generando ahorros en los costos asociados al desperdicio de materiales y disminuyendo la variabilidad en la ejecución de la obra, gracias a una mayor compatibilidad e integración del proyecto.

.

Zegarra (2023),en su tesis de maestría titulada "*Modelo de gestión para mejorar la productividad en la ingeniería de reservorios en la región Tacna, 2019*", Se plantea que, en la actualidad, la Gerencia de Proyectos en las Entidades Públicas no incorpora el enfoque Lean Construction ni hace uso de herramientas técnicas en la ejecución de proyectos de ingeniería de reservorios. Con el fin de revertir esta situación, la investigación propuso un proyecto sustentado en la aplicación conjunta de la guía PMBOK (6.ª edición) y del sistema Lean Construction específicamente, el Sistema del Último Planificador, con la finalidad de cumplir los costos y plazos establecidos en la línea base, reducir las ampliaciones de obra y minimizar los sobrecostos. La aplicación de estos enfoques evidenció un aumento significativo en la productividad, alcanzando mejoras tanto en la gestión de costos como en los tiempos de ejecución. Esto fue posible gracias a que los formatos diseñados incluían alertas e indicaciones que ayudaban a prevenir errores, evitar retrabajos y corregir posibles fallos, siempre que se cumplieran de manera estricta. De igual forma, la incorporación del Modelado de Información de Construcción (BIM) permitió garantizar la compatibilidad entre las diferentes especialidades, optimizar el cálculo de cantidades y visualizar el proyecto incluso antes de la construcción física. Este conjunto de prácticas aseguró el éxito del proyecto mediante la implementación de metodologías y procesos alineados con las buenas prácticas de gestión

De la Vega et al. (2018), en su tesis de maestría *"Mejora de la productividad implementando el sistema Lean construction en la ejecución de obras por administración directa de infraestructuras educativas públicas Caso de estudio: I.E. Wiñayhuayna Mariano Santos del distrito de Urcos, provincia de Quispica",* se desarrolló un proyecto piloto con el objetivo de incrementar la eficiencia en la construcción de Instituciones Educativas públicas en Cusco, tomando como caso de estudio la I.E. Wiñayhuayna Mariano Santos, ubicada en Urcos, provincia de Quispicanchi. Para ello, se implementó el sistema Lean Construction en conjunto

con herramientas complementarias. En la fase inicial, se efectuó un diagnóstico de las condiciones de las Instituciones Educativas públicas y se recopiló información estadística de los proyectos en ejecución, identificando problemas como deficiencias en los expedientes técnicos, carencia de mano de obra calificada, ausencia de proveedores locales y limitaciones en el acceso al lugar de obra. Frente a este escenario, se propuso la utilización del Sistema Last Planner para optimizar variables clave como alcance, tiempo, costo y calidad. Los resultados mostraron un incremento notable del Trabajo Productivo (TP), con un promedio de mejora del 44 %. Esto sugiere que una gestión más precisa de los Trabajos Contributorios (TC) y la reducción o eliminación de los Trabajos No Contributorios (TNC), aplicando la técnica de la gráfica de Pareto, podría generar niveles de eficiencia aún superiores.

2.3. Bases Teóricas.

2.3.1. Principios del Lean Manufacturing.

La filosofía Lean tuvo su origen en la industria de la manufactura, por lo cual es necesario hacer un análisis en la transición de los modelos de producción, hasta llegar al Sistema de Producción de Toyota (TPS), el cual cambio totalmente el enfoque y dio origen a nuevas iniciativas que son aplicadas en diversos campos de las industrias.

2.3.1.1. La producción artesanal:

El sistema de producción artesanal se destacaba por la especialización del artesano y la utilización de herramientas simples, esto resultaba en una producción de bajo volumen y costos elevados. Frente a la llegada de las primeras máquinas de vapor, los artesanos se transformaron en operarios que manejaban maquinaria fija en un mismo lugar. La productividad estaba determinada, en gran medida, por la destreza individual del trabajador, la supervisión ejercida

por los capataces y las directrices de los ingenieros. En esa etapa, no se contaba con métodos estandarizados ni con un sistema formal para monitorear el rendimiento de la producción (Hoyos & Botero, 2018)

En 1886 se presentó el primer automóvil propulsado por un motor de combustión interna, y para 1889 la firma francesa Panhard y Levassor se convirtió en la primera compañía dedicada a la fabricación de automóviles. Para el año 1894, esta empresa logró posicionarse como la líder mundial en la industria automotriz (Womack et al., 2017).

No obstante, el mercado para los vehículos fabricados era reducido, principalmente por sus altos precios. A su vez, los pequeños productores de componentes, responsables de una parte considerable de la manufactura, carecían de los recursos financieros necesarios para invertir en tecnología y mejorar tanto el nivel como la calidad de la producción. Este contexto abrió la puerta a la entrada de un nuevo competidor que adoptó un enfoque distinto en sus métodos de fabricación.

2.3.1.2. La Producción en Masa.

Henry Ford es reconocido por su contribución decisiva al desarrollo de la producción en masa. En 1903 fundó la Ford Motor Company y propuso un modelo de fabricación innovador destinado a responder a la creciente demanda del mercado. Este método incorporó la cadena de montaje móvil, conformada por dos cintas metálicas situadas bajo cada rueda del vehículo, que recorrían toda la planta. Las cintas, impulsadas por un motor eléctrico de bajo costo, trasladaban los automóviles a una velocidad constante frente a los operarios. En cada estación se asignaba una tarea específica, lo que permitió acortar los tiempos de ciclo, incrementar el volumen de producción y mejorar las remuneraciones de los trabajadores (Hoyos & Botero, 2018).

Uno de los modelos más emblemáticos e innovadores de aquella época fue el Ford T, considerado por muchos como un automóvil universal. Este vehículo ofrecía cuatro asientos y

respondía a las demandas del cliente sin comprometer la eficiencia propia de la producción en masa. Por ello, diversos autores sostienen que en la propuesta de Henry Ford ya se vislumbraban los principios fundamentales de la producción Lean (Alizon et al., 2009).

Durante la primera mitad del siglo XX, la producción en masa prevaleció y sus principios fueron copiados por prácticamente todos los demás sectores industriales. Incluso en la actualidad, muchas empresas continúan aplicando estos mismos principios. Algunos de los aportes de la producción en masa se observan en la Tabla 1.

Tabla 4.

Características de la producción en masa empleados por la Ford Motor Company.

Concepto	Aplicación
División del trabajo	Ejecución de una única labor simple y repetitiva, que conduce a una alta eficiencia productiva. Ingenieros industriales y supervisores se encargaban de la planificación y supervisión de la actividad, con el objetivo de asegurar la eficacia y calidad del proceso.
Integración vertical	Todos los recursos requeridos para la producción (servicios, materias primeras, etc.) provenían de departamentos internos que estaban coordinados por directivos de la compañía.
Maquinaria automática y con una sola función	Las máquinas proporcionaban una alta precisión y reducían la necesidad de que los trabajadores realizaran tareas como ajustar piezas para cortes, lo que significaba que se podían emplear trabajadores con habilidades limitadas que podían capacitarse rápidamente para desempeñar tareas específicas.
Producto masivo de bajo costo	La producción del Modelo T, involucró la fabricación de nueve variantes de carrocería que se ensamblaron sobre un chasis común, y se caracterizó por una serie de reducciones constantes en su precio al consumidor.

Nota: Adaptado de "Principios, herramientas e implementación de Lean Construction", por Botero, 2021.

Si bien la producción en masa ofrecía múltiples beneficios, también presentaba importantes desventajas. La contratación de mano de obra no calificada sometida a elevadas exigencias de productividad generó una alta rotación de personal. Asimismo, las máquinas, diseñadas inicialmente para fabricar un único tipo de componente y así aumentar la producción,

se convirtieron en una inversión costosa cuando se requirió mayor flexibilidad y capacidad de adaptación en los procesos.

En 1927 llegó el fin del modelo Ford T, pues este vehículo no logró ajustarse a las particularidades de todos los mercados internacionales. Paralelamente, el esquema de producción en masa ya había sido adoptado por fabricantes como Volkswagen, Fiat y Renault, que alcanzaron volúmenes de producción similares a los de Ford y ofrecieron precios competitivos, incluso para el público estadounidense. Sin embargo, tanto en Estados Unidos como en Europa se produjo pronto un estancamiento, lo que impulsó el surgimiento de un nuevo sistema productivo que no replicaba los métodos anteriores y proponía un enfoque distinto.

2.3.1.3. Sistema Toyota de Producción.

El sistema de producción de Toyota nació en un contexto industrial particular y dentro de una empresa de carácter familiar. Su evolución puede dividirse en dos etapas marcadas por la Segunda Guerra Mundial. En sus inicios, la compañía fabricaba únicamente automóviles de turismo A1 y camiones G1; sin embargo, durante el conflicto bélico se dedicó exclusivamente a la producción de camiones por encargo del ejército japonés. Al finalizar la guerra, Toyota optó por ingresar al mercado de vehículos comerciales, enfrentándose a importantes desafíos de la época: un mercado interno reducido, la necesidad de producir distintos modelos para clientes diversos (gobierno, transporte, entre otros) y un país con una economía severamente afectada, lo que limitaba las inversiones tecnológicas. A ello se sumaba la presencia de múltiples competidores internacionales dispuestos a proteger sus mercados y respaldados por legislaciones laborales propias. En respuesta a este panorama, el gobierno japonés restringió el ingreso de capital extranjero y elevó los aranceles para los automóviles importados, creando así un escenario favorable para que empresas emergentes como Toyota desarrollaran modelos de producción en masa capaces de competir con los fabricantes norteamericanos (Botero, 2021).

En 1950, Taiichi Ohno, ingeniero de Toyota Motor Company, realizó una visita a la planta de Ford en Detroit, reconocida entonces como la fábrica de automóviles más eficiente del mundo. No obstante, Ohno identificó que el sistema de producción estadounidense presentaba aspectos susceptibles de mejora, ya que la fabricación de un único producto en grandes volúmenes ocasionaba diversas formas de desperdicio.

Las reflexiones sobre el modelo estadounidense llevaron al establecimiento de un sistema de producción innovador, basado en un principio fundamental: fabricar únicamente lo que se necesita y en el momento en que el cliente lo solicita (Ohno, 1988).

Ohno planteó diversas estrategias para optimizar el sistema de producción, entre ellas la creación de equipos liderados por un jefe de grupo en lugar de supervisores, así como el fomento de un ambiente que incentivara a los trabajadores a proponer mejoras en los procesos. A diferencia del modelo de producción en masa, donde los errores se detectaban al final para evitar detener la línea, Ohno ideó un sistema que identificaba los problemas en cada estación de trabajo. Con este método, cualquier operario tenía la facultad de detener la producción al encontrar un defecto, lo que permitía al equipo resolverlo de inmediato.

Con el fin de prevenir la repetición de fallas, promovió entre los empleados la práctica de indagar siempre la causa raíz del inconveniente, implementando así la metodología de los cinco “¿por qué?” (Tabla 2). Estos principios derivaron en una notable reducción de retrabajos y una mejora significativa en la calidad de los automóviles fabricados.

.

Tabla 5.

Fundamentos del Sistema Toyota de Producción (TPS).

Concepto	Descripción
Jidoka (Automatización con el toque humano)	Detención automática de la maquinaria cuando se encontraban problemas.
Just in Time (Justo a tiempo)	Suprimir todo aquello que no aporte valor y que genere ineficiencias dentro del proceso productivo
Kanban	Incremento del rendimiento y de la eficacia mediante el uso de tarjetas que especificaban las instrucciones de producción y transporte.
Heiyunka (Nivelación de la producción)	Equilibrio del ritmo de producción en función de los requerimientos de la demanda
SMED (Single minute Exchange of die)	Asegurar que el reemplazo de una herramienta o equipo se realice en un lapso menor a diez minutos

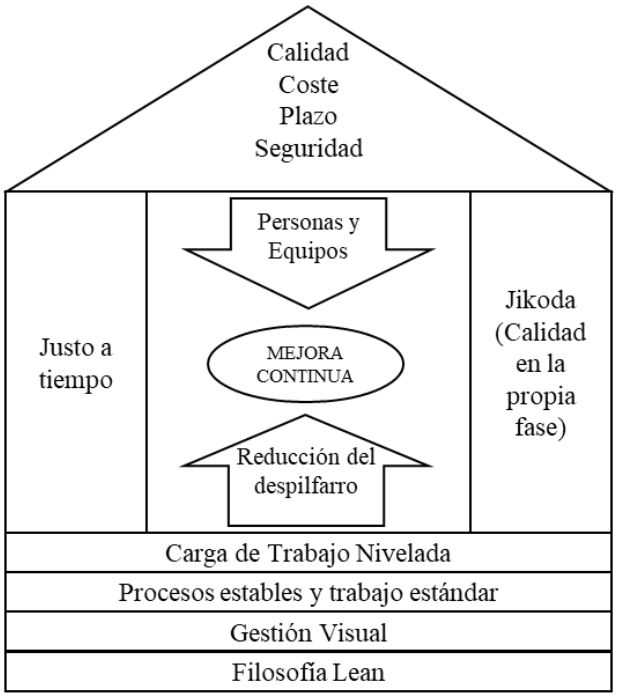
Nota: Adaptado de "Principios, herramientas e implementación de Lean Construction", por Botero, 2021.

El Sistema Toyota de Producción fue denominado como producción ajustada o Lean Production. En el 2004, el ingeniero Jeffrey Liker identificó dos pilares que sustentan el éxito del TPS, el primero el Mejoramiento Continuo, el cual se da mediante la creación de un ambiente de aprendizaje que estimule los cambios permanentes, el cual solo puede ser logrado por el segundo pilar, el cual es el Respeto por las Personas, ya que garantizando su seguridad y bienestar se puede dar una buena calidad del entorno laboral (Liker, 2010).

Tras la puesta en marcha del sistema TPS, Toyota centró sus esfuerzos en optimizar sus plantas de producción, aunque sin dejar registro escrito. Para responder a esta carencia, Fujio Cho elaboró una representación visual que sintetiza los principios del TPS, conocida como la "casa del TPS:

Figura 4.

La casa del TPS o casa Lean.



Nota: Adaptado de "Las claves del éxito de Toyota", por Liker, 2010.

La estructura central del sistema de producción está integrada por diversos componentes. Su base se sustenta en el establecimiento de una cultura organizacional propia. Los pilares que la sostienen son las herramientas Lean, el *Just in Time* producir únicamente lo necesario, en la cantidad exacta y en el momento oportuno y el *Jidoka*, que se fundamenta en evitar que los defectos avancen en el proceso productivo, permitiendo que los trabajadores no dependan de forma permanente de las máquinas. La parte superior simboliza los resultados visibles, como la calidad, los costos, la seguridad y los plazos de entrega, buscando optimizar cada uno de estos aspectos. En el núcleo del sistema están las personas, comprometidas con la disminución constante de cualquier desperdicio mediante la mejora continua.

En conclusión, el *Toyota Production System* (TPS) es un modelo que elimina por completo los elementos innecesarios en la fabricación con el fin de reducir costos, produciendo

solo las unidades requeridas en el tiempo estipulado, bajo principios de control de calidad y respeto hacia los trabajadores.

2.3.2. Lean Production.

Womack & Jones (1997), en su obra *Lean Thinking: Banish Waste and Create in Your Corporation*, los autores exponen cinco principios fundamentales de la producción Lean, concebidos como un conjunto de métodos y prácticas orientadas a detectar y eliminar el desperdicio en los procesos empresariales, con el objetivo de incrementar la eficiencia operativa.

Tabla 6.

Principios básicos de la producción Lean, según Womack y Jones

Principio	Descripción general	Aplicación a la construcción
Valor	El valor ha de establecerse considerando la perspectiva del cliente, en función de un producto concreto, con atributos definidos y ofrecido a un precio y en un tiempo previamente estipulado..	Las actividades que agregan valor en la construcción son aquellas que transforman insumos (materiales, información, etc.) en productos tangibles, por los que el cliente está dispuesto a pagar. Es el foco principal de la producción.
Cadena de Valor	La cadena de valor representa la conexión ordenada y coherente entre insumos, actividades, productos y resultados, mediante la cual se incorpora valor en cada etapa del proceso completo de transformación de un bien o servicio.	La cadena de valor en la construcción se concibe desde la conceptualización del proyecto, pasando por las etapas de criterios de diseño, construcción, vida útil y operación.
Flujo	Asegurar que cada etapa del proceso se desarrolle de manera continua y sin interrupciones, generando valor desde la materia prima hasta la obtención del producto final.	En proyectos de construcción, el flujo se describe desde que la empresa suministra el material o insumo, el ensamble en obra hasta la terminación del proyecto.
Producción jalonada	Ejecutar una actividad únicamente cuando sea requerida por un integrante de la cadena de valor. Esta se lleva a cabo por la persona idónea, en el instante preciso y solo cuando resulta necesaria. Todos los elementos se producen y entregan en el momento oportuno, de modo que el producto o servicio llegue al cliente exactamente cuando lo solicite.	Garantizar la ejecución de las operaciones en el momento que se requiera es, tal vez, la mayor dificultad en los proyectos de construcción, que se caracterizan por su incertidumbre y variabilidad, donde el cumplimiento de los planes previstos es por lo general complicado debido a la gran cantidad de empresas y contratistas que intervienen en el desarrollo y elaboración del producto. Se busca confiabilidad para garantizar el cumplimiento de lo planificado.
Perfección	Perseguir un estado óptimo, aunque inalcanzable, mediante un proceso de mejora continua, dado que el perfeccionamiento de los procedimientos no tiene fin.	El aprendizaje a partir de los errores genera oportunidades de mejoramiento en los proyectos futuros, pues normalmente son concebidos con una visión del corto plazo donde no es posible la implementación de las buenas prácticas alcanzadas.

Nota: Adaptado de "La máquina que cambio al mundo", por Womack & Jones, 1997.

La producción Lean, centra sus principios mediante una visión objetiva del valor, y esto se asocia directamente con las características tangibles del proyecto. Sin embargo, contrario al

valor, se tienen las pérdidas, las cuales emergen en cualquier sistema de producción. Para ello, es necesario definir ambos conceptos desde la visión de diversos autores.

2.3.2.2. Valor.

El concepto de valor ha sido estudiado ampliamente en diversas áreas del conocimiento, sin embargo, para relevancia de la presente investigación, se hizo una revisión de la literatura con un enfoque del valor en el sector construcción.

Bajo esa premisa, el valor ha sido asociado esencialmente a la relación entre los requisitos del cliente (expresado en necesidades y meta), y la entrega de objetos construidos con atributos relacionados a la calidad, la funcionalidad y el costo. Y adicionando el pensamiento Lean, el valor se centra en los requerimientos del cliente e incluye dimensiones sociales y ambientales.

Así mismo, para Emmitt et al. (2005), el objetivo de cualquier proyecto de construcción es entregar valor al cliente, y para ello, el proyecto de construcción y sus procesos deben ser igualmente valiosos para quienes participan del mismo. Dichos autores clasifican el valor de la siguiente manera:

Tabla 7.

Clasificación del valor.

Clasificación del valor			Definición
Valor Externo	Valor del producto		El valor asociado al resultado entregado al cliente.
	Valor del proceso (la experiencia del cliente)	Valores blandos	Comunicaciones, aspectos éticos, resolución de conflictos entre el cliente y el equipo del proyecto.
		Valores duros	Capacidades del equipo ejecutor para entregas a tiempo, con calidad y seguridad de los trabajadores.
		Valores del proceso y diseño de construcción	Valores aprendidos durante el proceso no identificados al comienzo del mismo.
Valor Interno	Identificados por parte de los miembros del equipo de desarrollo y ejecución del proyecto		

Nota: Adaptado de "Defining a value-based approach to Lean Construction", por Emmitt et al., 2005.

Para Wandahl (2005), cualquier proyecto de construcción, busca entregar valor al cliente y durante el proceso generar el mismo valor en los colaboradores. Para ello, el autor hace énfasis en tres corrientes de estudio:

- **Ingeniería de Valor (Value Engineering):** Tiene por enfoque principal la eliminación del costo que no aporte a garantizar el desempeño de los requerimientos.

- **La gerencia de Valor (Value Management):** Se centra en alinear los objetivos e intereses de los participantes de un proyecto mediante un método estructurado que permita definir los valores que necesita el cliente para cumplir con sus necesidades percibidas, estableciendo un consenso de los objetivos y el medio para cumplirlos.

- **El valor en el diseño (Value Design):** Aborda la naturaleza subjetiva del valor a través de la comprensión de un conjunto de valores, por lo que se requiere de la participación temprana de los diferentes interesados en el desarrollo del proyecto.

2.3.2.3. Desperdicios o pérdidas.

Contrario al valor, existen pérdidas durante cada fase de un proyecto, lo cual perjudica tanto a la empresa de construcción como al cliente que espera un resultado óptimo del proyecto.

Según Ohno (1988), las pérdidas en un sistema de producción, son todo aquello que solo incrementa los costos sin agregar ningún valor. El autor precisa siete categorías en la siguiente tabla:

Tabla 8.

Categorías de pérdidas o desperdicios en la producción.

Categoría de Pérdidas	Descripción
Sobreproducción	Fabricar más de lo necesario o hacerlo antes de que sea solicitado genera desperdicio de materiales, tiempo de trabajo y uso innecesario de los equipos.
Tiempos de espera	Periodos de inactividad en los que el proceso se detiene, provocados por la descoordinación en el suministro de materiales o por un ritmo de trabajo inadecuado, lo que deriva en la pérdida de horas-hombre y el desaprovechamiento de los equipos.
Transportes	Movimiento innecesario de insumos o productos dentro de la zona de producción, ocasionado principalmente por una inadecuada organización del flujo de materiales o por la falta de un diseño adecuado de planta, lo que genera demoras en el trabajo del personal y posibles pérdidas o deterioros en los materiales durante su traslado.
Procesos innecesarios	Vinculado a la falta de eficiencia en los procesos de conversión de materias primas, situación que podría corregirse mediante la incorporación de tecnologías innovadoras.
Inventarios	Acumulación excesiva de materia prima, productos en proceso o terminados, lo que puede derivar en deterioro o pérdida de materiales por robo, vandalismo o condiciones inadecuadas de almacenamiento, así como en pérdidas económicas debido al capital invertido. Este problema suele estar relacionado con una planificación deficiente de los recursos o con una estimación incorrecta de las cantidades necesarias.
Movimientos innecesarios	Desplazamientos innecesarios de personal, materiales o maquinaria, originados por métodos de trabajo poco eficientes, utilización de equipos inadecuados o una distribución inapropiada del área de trabajo.
Defectos de producción	Obtención de resultados deficientes en el proceso o en el producto final al no cumplir con los requisitos establecidos, generalmente asociados a la ausencia de control en el proceso, la falta de personal capacitado o errores en las especificaciones desde la etapa de diseño

Nota: Adaptado de “Toyota Production System”, por Ohno, 1988.

Diversos autores consideran que el enfoque de Ohno es clásico, es por eso que se sugirieron adiciones de categorías. Una de las propuestas fue realizada por Terry & Smith (2011), los cuales proponían *el uso inapropiado de habilidades*, y lo fundamentaban como el desperdicio generado al no aprovechar el conocimiento y la experiencia de las personas.

A su vez, Koskela (2004), propuso una octava categoría, la cual denominó *Making-Do*, y se presenta en situaciones donde un proyecto inicia sin contar con todos los requisitos de entrada (materiales, herramientas, maquinaria, personal, condiciones de trabajo, entre otras).

El Making-Do genera una cadena de pérdidas operacionales (incremento del tiempo del proceso, mayor variabilidad, disminución de la productividad, mayores costos de operación y mayores reprocesos) y comportamentales (baja motivación).

2.3.3. Lean Construction.

2.3.3.1. Definición de Lean Construction.

El concepto de *Lean Construction* fue introducido inicialmente por el profesor Lauri Koskela en 1992, a través de su artículo *"Application of the New Production Philosophy in Construction"*. Sin embargo, fue a partir de 1993 cuando el término comenzó a difundirse formalmente en el marco del *International Group for Lean Construction* (IGLC), siendo objeto de actualizaciones constantes por parte de distintos autores, investigadores e instituciones. A continuación, se recogen algunas definiciones relevantes que amplían o complementan la propuesta original de Koskela en 1992.

Para Howell (1999), la filosofía *Lean* surge de la incorporación de un modelo de administración renovado de la producción en el ámbito de la construcción. Entre sus características principales se encuentra la definición precisa de objetivos para el proceso de entrega, orientados a maximizar el rendimiento para el cliente en el contexto del proyecto. Además, contempla el diseño simultáneo del producto y del proceso, así como la

implementación de un sistema de control continuo a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, desde su concepción hasta la entrega final.

Por otro lado Koskela et al. (2002), lo describieron como un método de diseño de sistemas productivos orientado a reducir al mínimo el desperdicio de materiales, tiempo y esfuerzo, con el propósito de generar el mayor valor posible.

Según O'Connor & Swain (2013), es el método eficaz y de alto desempeño para administrar organizaciones y cumplir con su propósito principal de la manera más eficiente y efectiva posible, aportando a un futuro sostenible. Buscando maximizar la generación de valor para el cliente mediante la eliminación de todas las formas de desperdicio, garantizando la calidad desde la primera vez, reduciendo tiempos y costos.

De acuerdo con Mossman (2018), el *Lean Construction* se entiende como un conjunto aplicado de principios, enfoques teóricos, herramientas y modos de pensamiento que, de forma constante y colaborativa, contribuyen a que personas y equipos optimicen los procesos y sistemas en los que participan.

2.3.3.2. El modelo tradicional y la nueva filosofía de producción en construcción.

El modelo tradicional de producción en la construcción, fue concebido como una serie de actividades de conversión (procesos de transformación de insumos), desconociendo los procesos que no agregan valor (almacenamiento, transportes, reprocesos, etc.). A diferencia de ello, la filosofía Lean Construction surge como un modelo de flujo, que incluye las pérdidas que pueden presentar en un proyecto, y estas deben considerarse en el modelo de conversiones. Además, el sector construcción tiene particularidades que lo hacen diferente al sector manufactura (proyectos únicos, producción a la intemperie, organizaciones temporales). No obstante, en tal singularidad, la filosofía Lean puede ser aplicada en los tres procesos que componen la construcción: diseño, materiales y ejecución (Botero, 2021).

Tabla 9.

El modelo tradicional y la nueva filosofía de producción en construcción.

	Filosofía de Producción Tradicional	Nueva Filosofía de Producción
Conceptualización de la Producción	El proceso productivo está formado por distintas operaciones o tareas, y cada una contribuye a generar valor.	El proceso productivo integra transformaciones y desplazamientos, comprendiendo tanto operaciones que añaden valor como aquellas que no contribuyen a generarlo.
Centrarse en el control	Gasto asociado a las tareas	Gasto, duración y aporte de los flujos
Focos de mejora	Mejora del rendimiento a través de la incorporación de tecnologías innovadoras.	Suprimir las actividades que no aportan valor y optimizar aquellas que sí lo generan, mediante procesos de mejora continua y la incorporación de innovaciones tecnológicas.

Nota: Adaptado de "Lean Construction", por Alarcón, 1997.

2.3.3.3. Teoría de la Producción de Lean Construction.

Koskela (2000), plantea que los esfuerzos para mejorar la productividad en los proyectos de construcción se ven truncados ante la ausencia de una teoría general de producción, por lo cual aborda una nueva teoría que considera de una manera integrada tres modelos diferentes de producción: transformación, flujo, valor (teoría TFV).

- **El modelo de transformación:**

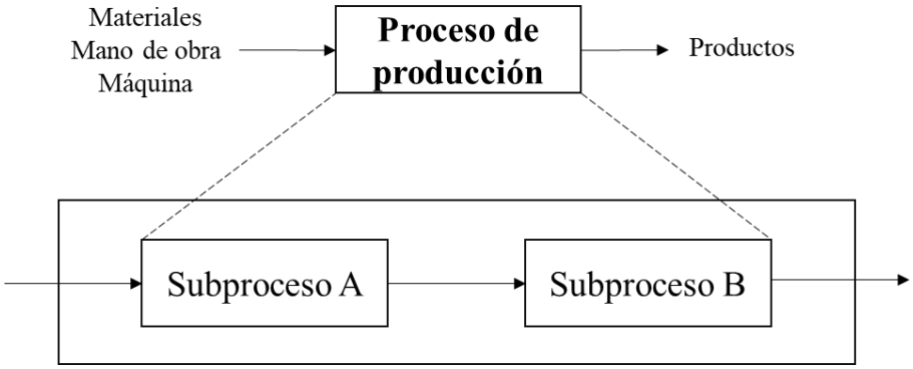
Se entiende como un sistema compuesto por insumos y productos, donde estos últimos resultan de la transformación de los primeros. No obstante, para complementar este modelo, en la teoría y práctica de la gestión de la producción se consideran ciertos principios que favorecen su implementación, sobre todo en contextos complejos:

- Principio de descomposición: los procesos pueden fraccionarse en subprocesos, los cuales conservan un comportamiento similar al del proceso principal del que provienen.

- Principio de reducción de costos: el costo total del proceso puede optimizarse disminuyendo los costos de cada uno de sus subprocesos, partiendo de la premisa de que estos funcionan de manera independiente.
- Principio de amortiguación (buffering): consiste en proteger la producción de influencias externas mediante amortiguadores físicos u organizativos.
- Principio de valor: el valor final de un proceso se vincula con el costo de los insumos empleados en su ejecución.

Figura 5.

Principio de descomposición del modelo de transformación.



Nota: El modelo de transformación, controla y mejora los procesos de producción de una forma más fácil y sencilla. Adaptado de "An exploration towards a production theory and its application to construction", por Koskela, 2000.

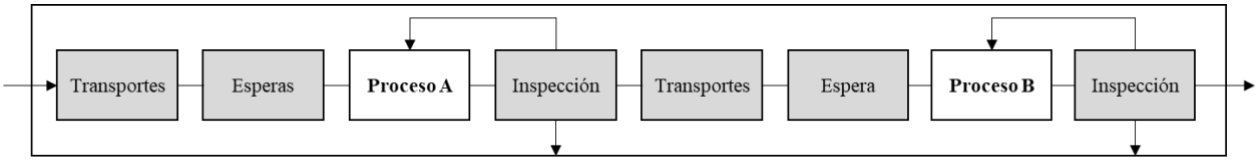
- **El modelo de flujo:**

Inicialmente, el modelo de flujo apareció como una respuesta crítica al modelo de transformación, dado que este último, al centrarse exclusivamente en los subprocesos de transformación, descuida la eficiencia con la que se desarrollan los flujos productivos. En consecuencia, considera únicamente una de las dimensiones que intervienen en la producción. Lo innovador del modelo de flujo, es que se considera el tiempo como un recurso de manera diferente a como se incluye en el modelo de transformación, ya que aquí se tienen en cuenta

actividades que lo consumen pero que no agregan valor, como inspecciones, esperas, reprocesos, entre otras. En ese sentido, la optimización del tiempo debe considerarse tomando en cuenta la eficiencia en el caso de las transformaciones y la eliminación o reducción de todo aquello considerado no necesario para las transformaciones, presente en todo proceso de producción.

Figura 6.

Modelo de flujo en la producción.



Nota: Al introducir el tiempo, la producción se concibe como un proceso físico (teoría de colas). Los cuadros sombreados representan actividades que no agregan valor, en contraste con las actividades de procesamiento que agregan valor. Adaptado de "An exploration towards a production theory and its application to construction", por Koskela, 2000.

- **El modelo de generación de valor.**

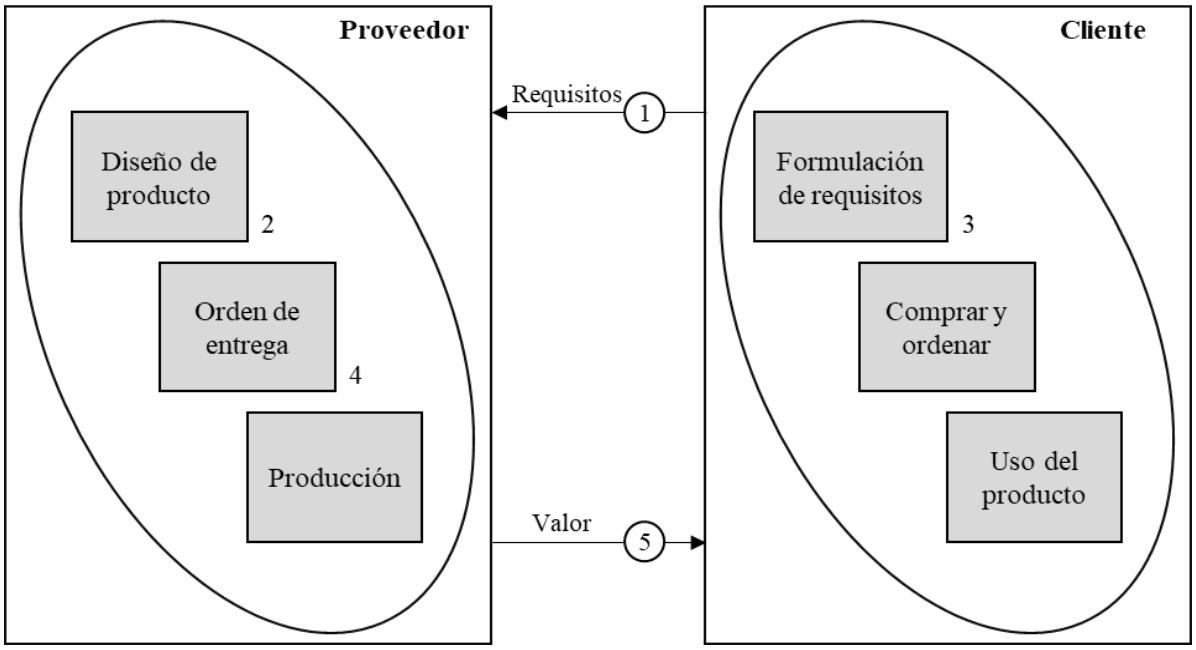
El objetivo de la producción en masa era producir la capacidad máxima de una fábrica, enfocando todos los esfuerzos en la producción y las ventas, pero descuidando el mercadeo de los productos; mientras que las ventas se preocupan por ganancia de utilidades, el mercadero gira en torno a las necesidades del cliente. Para Drucker (1989), lo más importante de una empresa era la satisfacción de los clientes, en ese sentido, el producto se define a partir de los requerimientos del cliente y la finalidad del producto es satisfacer sus necesidades. El modelo de generación de valor se sustenta en cinco principios fundamentales:

- **Identificación de requerimientos:** asegurar que se reconozcan todos los requerimientos del cliente, tanto implícitos como explícitos.
- **Integración en el diseño y la producción:** garantizar que dichos requerimientos sean considerados de manera permanente en todas las fases de diseño y producción.

- **Cobertura de todos los roles del cliente:** velar porque los requerimientos contemplen las necesidades de todos los roles del cliente, incluyendo al usuario final y al comprador.
- **Capacidad del sistema de producción:** confirmar que el sistema productivo cuente con las competencias y recursos necesarios para satisfacer los requerimientos del cliente.
- **Verificación y medición:** implementar mecanismos de control que permitan verificar y medir la percepción de valor por parte del cliente.

Figura 7.

Principios relacionados con la generación de valor.



Nota: Adaptado de "An exploration towards a production theory and its application to construction", por Koskela, 2000.

En los procesos de construcción siempre se darán las transformaciones de insumos, lo cual amerita procesos adicionales para transportarlos e inspeccionarlos, con el fin de producir lo que el cliente requiere, ya que este pagará por ellos si cumple los requerimientos. El modelo

de producción TFV (transformación, flujo, valor) debe ser integrado y balanceado en una nueva teoría, con el objetivo de diseñar, controlar y mejorar la producción.

Esta nueva teoría se constituye como el fundamento del Lean Construction, y es aplicable a las etapas de diseño y producción; sin embargo, el diseño presenta características variadas, ya que en esta etapa se capturan los requisitos del cliente, y no es una acción repetitiva como suele ser la producción.

Es así, que la etapa de diseño se asimila al modelo de transformaciones en la teoría de producción, mientras que la ingeniería concurrente se asimila a los modelos de flujo y generación de valor, razón por la cual algunas estrategias de ejecución de proyectos propuestas actualmente consideran la totalidad del ciclo de vida del proyecto y enfatizan en la necesidad de trabajo colaborativo desde fases previas, con el objetivo de agregar valor.

Tabla 10.

La etapa de diseño desde el enfoque de los modelos de producción.

	Modelo de producción		
Características del diseño	**Transformación**	**Flujo**	**Generación de valor**
Conceptualización	Transformación de datos de entrada: información y requerimientos en el diseño del producto.	El flujo de información paralelo a las transformaciones afectado por movimientos, esperas, reprocesos.	El valor es agregado a partir de los requerimientos del cliente en el diseño.
Principios	Descomposición jerárquica.	Eliminación de pérdidas, reducción de tiempo e incertidumbre en el diseño.	Riguroso y sistemático análisis y optimización de los requerimientos.
Métodos y prácticas	Estructuras de descomposición del trabajo, método de una ruta crítica, carta organizacional.	Matriz estructurada de diseño, herramientas de integración, trabajo en equipo.	Ingeniería del valor, despliegue de la función de calidad.
Contribución práctica	Consideraciones para que todo este “bien hecho”	Consideraciones para que lo innecesario se presente lo menos posible.	Consideraciones para que los requerimientos del cliente estén presentes en el diseño.

Nota: Adaptado de “An exploration towards a production theory and its application to construction”, por Koskela, 2000.

En consecuencia, el modelo de producción TFV (transformación, flujo, valor) propuesto por el profesor Lauri Koskela, surgió como una teoría de la producción en la industria de la construcción. De esta teoría se extractan los principios de producción, desde los puntos de vista de la transformación, de flujo y como generador de valor.

Tabla 11.

Principios de producción.

Modelos de producción	Principios Asociados.
Principio de transformación: Eficiencia en las actividades que agregan valor.	Descomponer las tareas de producción. Minimizar los costos de todas las tareas descompuestas.
Principio de flujo: Reducir las actividades que no agregan valor.	Comprimir el tiempo de entrega. Reducir la variabilidad. Simplificar. Aumentar la transparencia. Aumentar la flexibilidad.
Principio de generación de valor: incrementar el valor hacia el cliente.	Asegurar la captura de todos los requisitos. Garantizar el flujo de los requisitos del cliente. Tomar en cuenta los requisitos para todos los entregables. Asegurar la capacidad del sistema de producción. Valor de la medida

Nota: Adaptado de "An exploration towards a production theory and its application to construction", por Koskela, 2000.

2.3.3.4. Principios heurísticos de Lean Construction.

Koskela (1992, 2000), se propusieron inicialmente once principios heurísticos como guía para la implementación del Lean Construction. Estos principios permiten sistematizar su aplicación en las distintas dimensiones de gestión de los proyectos de construcción. En este sentido, Martínez et al. (2009) los plantean dentro del marco de las etapas del desarrollo de un proyecto diseño, planificación y construcción, organizados bajo tres criterios fundamentales: mejorar procesos, reducir pérdidas y agregar valor, tal como se presenta en la tabla siguiente:

:

Tabla 12.

Principios básicos de Lean Construction en el marco de las etapas de un proyecto de construcción.

Etapas	Criterios	Principios
Diseño Planificación Construcción	Mejorar Procesos	• Incrementar la eficiencia de las actividades que generan valor. • Orientar los procesos de control hacia la totalidad del proceso. • Incorporar el mejoramiento continuo en todas las etapas de los procesos.
	Reducir pérdidas	• Mantener una referencia constante y sistemática de los procesos. • Disminuir la presencia de actividades que no generan valor. • Reducir la variabilidad en los procesos. • Aumentar la flexibilidad de los resultados o entregables. • Acortar el tiempo de ciclo de las actividades. • Simplificar los procesos minimizando el número de pasos. • Mejorar la transparencia en la ejecución y seguimiento de los procesos
	Valor - cliente	Aumentar el valor del producto considerando los requerimientos del cliente.

Nota: Adaptado de "Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos Green-Lean", por Martinez et al., 2009.

2.3.4. Herramientas del Lean Construction.

Según Satolo et al. (2018), existen veinticinco herramientas Lean que se utilizan en diferentes entornos empresariales. Sin embargo, por el aporte a la eliminación de pérdidas, el agregado de valor y la estabilización de los flujos de trabajo; se tomó en cuenta la revisión del Lean Project Delivery System (LPDS), el Last Planner System (LPS), el Visual Management (VM), estudios de Layout, las 5S y el Value Stream Mapping (VSM).

2.3.4.1. Lean Project Delivery System (LPDS).

El LPDS busca desarrollar proyectos de construcción forma colaborativa, empleando los conceptos y principios Lean como guía para el diseño, la contratación y la gestión de toda cadena de suministro. En este sistema, el gerente del proyecto y el contratista general acompañan al propietario y al diseñador en las primeras etapas del diseño, generando un

ambiente colaborativo de trabajo y de aprendizaje creativo, donde los miembros del equipo trabajan individual y colectivamente para lograr un intercambio cooperativo y transparente de la información (Thomsem et al., 2009).

Existen marcadas diferencias entre el sistema tradicional y el LPDS, uno de ellos es en la entrega de proyectos. Mientras que en el primero, los participantes entran al proyecto en diferentes momentos, el LDPS promueve la intervención temprana de los diferentes participantes, estableciendo las responsabilidades y protocolos de comunicación y autoridad. Es así que la organización pasa de tener una estructura vertical, a una estructura de trabajo colaborativa con participación temprana y claridad en temas de responsabilidad, autoridad y comunicación.

Otra diferencia se da en el sistema de contratos, mientras que en el sistema tradicional las relaciones son de tipo transaccional, el LPDS se basa en contratos relacionales, cuyo fundamento es el reconocimiento de beneficios mutuos, y las recompensas están vinculadas a los resultados finales obtenidos en el proyecto. (Cleves y Michel, 2009).

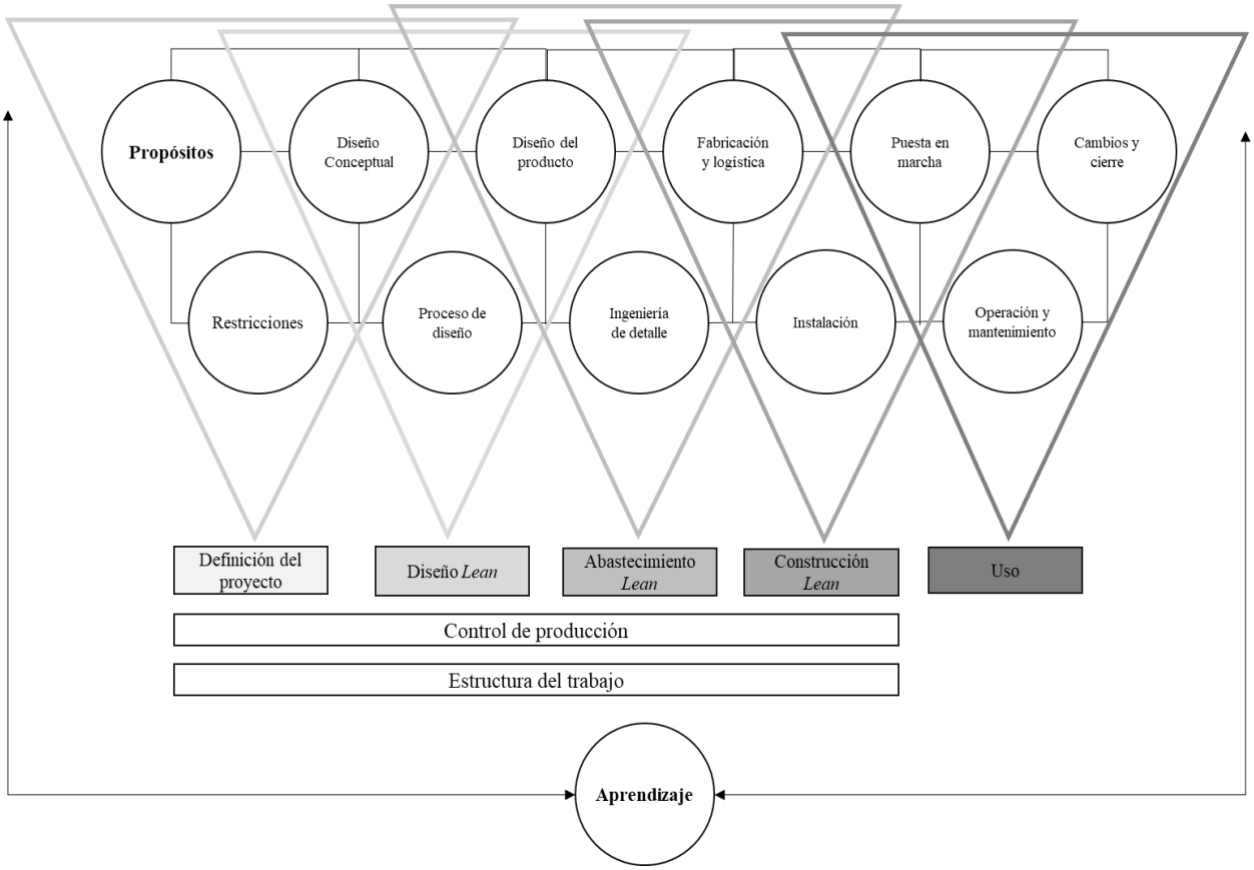
El sistema operativo, es otra diferencia marcada, mientras que, en el sistema tradicional un proyecto se realiza a través de acciones secuenciales de diseño y posteriormente de construcción, donde los participantes (propietario, diseñador, constructor) se encuentran segregados con una falta de integración, el LPDS alienta a los participantes del proyecto a adoptar la innovación colaborativa y la orientación al valor, con contribuciones tempranas basadas en la experiencia y el conocimiento, con una comunicación abierta en beneficio de los resultados del proyecto.

El modelo del LPDS consta de 5 fases del desarrollo de un proyecto yuxtapuestas de tal manera que se aplican los principios Lean al sistema de producción para mejorar la entrega de todo el proyecto desde las fases iniciales del diseño hasta su construcción y uso (Koskela et al., 2002).

El modelo es representado en la siguiente figura:

Figura 8.

Estructura del Lean Project Delivery System (LPDS)



Nota: Cada fase representada por un triángulo, contiene tres pasos en el desarrollo del proyecto y se superpone con otra fase, ya que cada una de ellas tiene impacto en la siguiente, pero a la vez es influida por una anterior. Algunos pasos forman parte de dos fases debido a la interconexión del modelo de entrega del proyecto, mostrando explícitamente las relaciones de dependencia, aspecto ignorado en los modelos tradicionales de entrega de proyectos. Adaptado de "The foundations of lean construction", por Koskela et al., 2002.

2.3.4.2. Last Planner System (LPS).

Conocido también como Sistema del Último Planificador, el Last Planner System (LPS) es un método de planificación y control de la producción basado en los principios de Lean Construction. Su objetivo principal es aumentar la confiabilidad de lo planificado mediante intervenciones en los diferentes niveles de la planificación, lo que se traduce en un mejor desempeño del proyecto.

A través de diversos procedimientos y herramientas, el LPS garantiza que todos los prerrequisitos de una tarea estén cumplidos antes de su ejecución, asegurando que pueda completarse sin inconvenientes y dentro de los plazos establecidos. Este sistema se sustenta en la teoría de producción TFV (Transformación, Flujo y Valor), desarrollada por Koskela en el año 2000, la cual resalta la importancia de una gestión eficiente tanto de los flujos como de las transformaciones en el sistema de producción, con el fin de maximizar el valor generado (Dave, 2013).

A diferencia de otras herramientas Lean, el LPS no deriva del Sistema Toyota de Producción, ya que, como herramienta, fue desarrollada para el sector construcción por profesionales de dicha área.

- **Comparación de planificación de proyectos entre el sistema tradicional y el Last Planner System (LPS).**

Los esquemas tradicionales parten de los objetivos de un determinado proyecto, y a partir de estos se definen las tareas que deben ser realizadas, y una vez definidas se ejecutan sin considerar previamente si realmente pueden hacerse. Sin embargo, los proyectos no son perfectos, ya que existe incertidumbre, y es posible que las tareas no se realicen de acuerdo a lo planificado. Esto trae como consecuencia alta variabilidad, baja productividad, imprevistos e incumplimiento de los contratos, características que acompañan normalmente los proyectos de construcción (Ballard & Howell, 1994).

El Last Planner System, por su parte, centra su atención en reducir la incertidumbre de la planificación mediante el análisis de las restricciones, de tal forma que las asignaciones a ejecutar puedan ser llevadas a cabo, y en el caso de su incumplimiento, poder identificar las causas que lo generaron, desarrollando procesos de aprendizaje en el grupo de trabajo, evitando de esta forma su recurrencia (Botero, 2021)

- **El ciclo de planificación del Last Planner System (LPS).**

De acuerdo con Ballard et al. (2007), el ciclo comprende los siguientes niveles:

a) **El plan maestro**: Cuyo horizonte de tiempo tiene como cobertura la totalidad del proyecto, y es el nivel de planificación donde se define lo que se debería hacer para dar cumplimiento a los objetivos del proyecto.

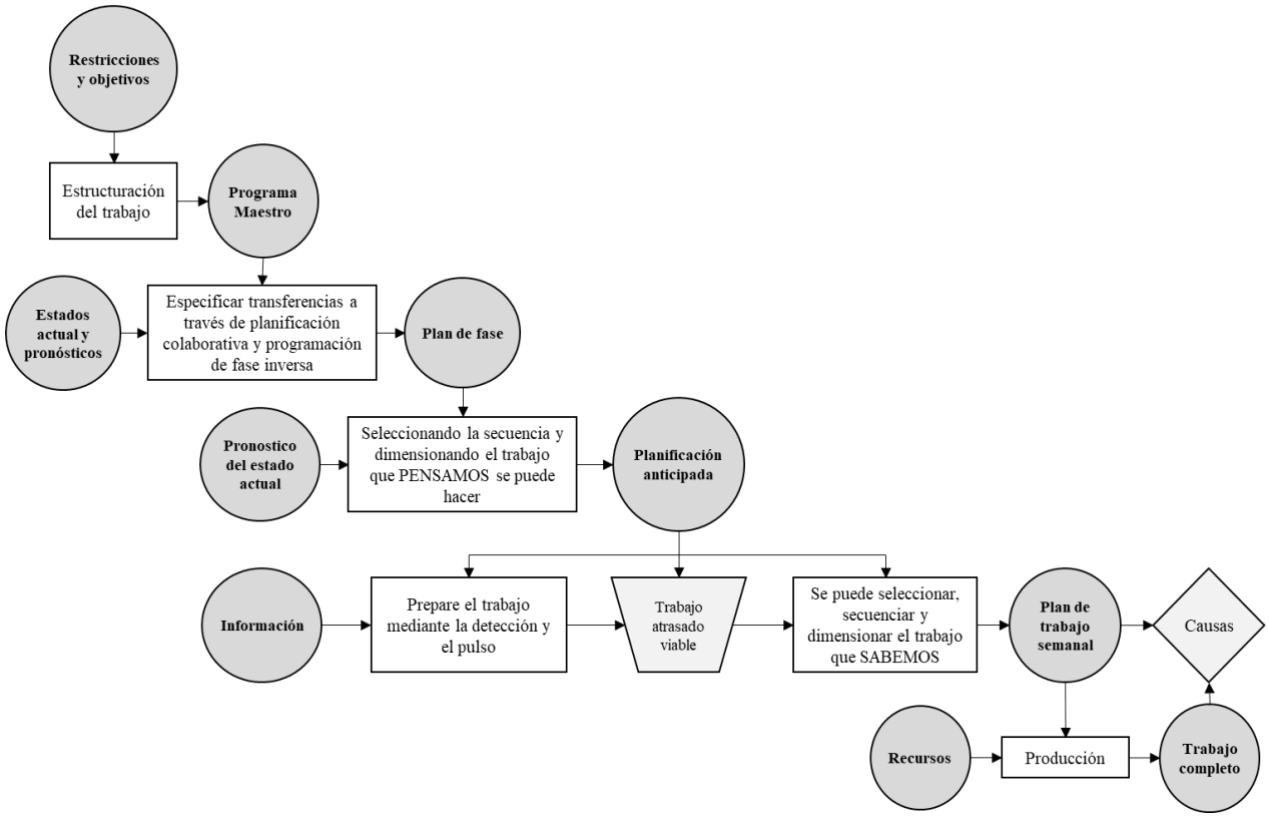
b) **La planificación de fases:** La cual surge a partir de procesos colaborativos de planificación desglosando las actividades generales del proyecto.

c) **La planificación intermedia:** Se enfoca en realizar el análisis de las restricciones.

d) **Plan semanal**: Comprenden las tareas a ejecutar en el corto plazo y se mide el desempeño mediante el indicador de confiabilidad.

Figura 9.

Detalle del ciclo de planificación y control del LPS.



Nota: Adaptado de "The Last Planner Production Workbook-Improving Reliability in Planning and Workflow", por Ballard et al., 2007.

El primer nivel, o planificación del largo plazo, conocido como el plan maestro, establece los objetivos estratégicos a partir de los cuales se formulan con mayor nivel de detalle los planes de trabajo; es donde se identifican las actividades principales, duraciones y relaciones de dependencia, así como los principales hitos del proyecto. La planificación de fases convoca un ejercicio colaborativo donde los últimos planificadores establecen la secuencia de ejecución de las tareas, enmarcadas en el plan general.

En el segundo nivel jerárquico de planificación, el intermedio o planificación de mediano plazo, se define un horizonte de tiempo para la identificación de restricciones y su eliminación, en cada una de las tareas a ejecutar, convirtiéndose en un ejercicio de preparación previa conducente a establecer un futuro ideal de ejecución. Cuando las restricciones de una tarea son removidas en su totalidad, se convierte en parte del inventario de trabajo ejecutable, a partir del cual se formulan los compromisos que los ejecutores asumen con la convicción de que podrán ser cumplidos.

En el último nivel denominado plan semanal o planificación del corto plazo es relevante la participación del equipo de producción, donde se genera confianza entre todas partes involucradas, mediante el establecimiento de acuerdos y compromisos relacionados con las tareas a realizar la semana siguiente.

2.3.4.3. Gestión Visual o Visual Management (VM).

En cualquier entorno de trabajo, las personas son atraídas por las herramientas visuales, y estas cumplen diversas funciones como la organización del sitio de trabajo, entregar información sobre los planes de trabajo, concientizar a los trabajadores sobre aspectos de seguridad y motivarlos a mejorar la calidad, entre otros. Esta herramienta mejora la transparencia, principio fundamental de la filosofía Lean; y busca eliminar las pérdidas, agregando valor en el sistema de producción (Tezel et al., 2016)

En el sector construcción, la aplicación del Visual Management ha sido orientada en su mayoría a la seguridad y salud en el trabajo, mediante tableros o avisos de advertencias en sitios de construcción.

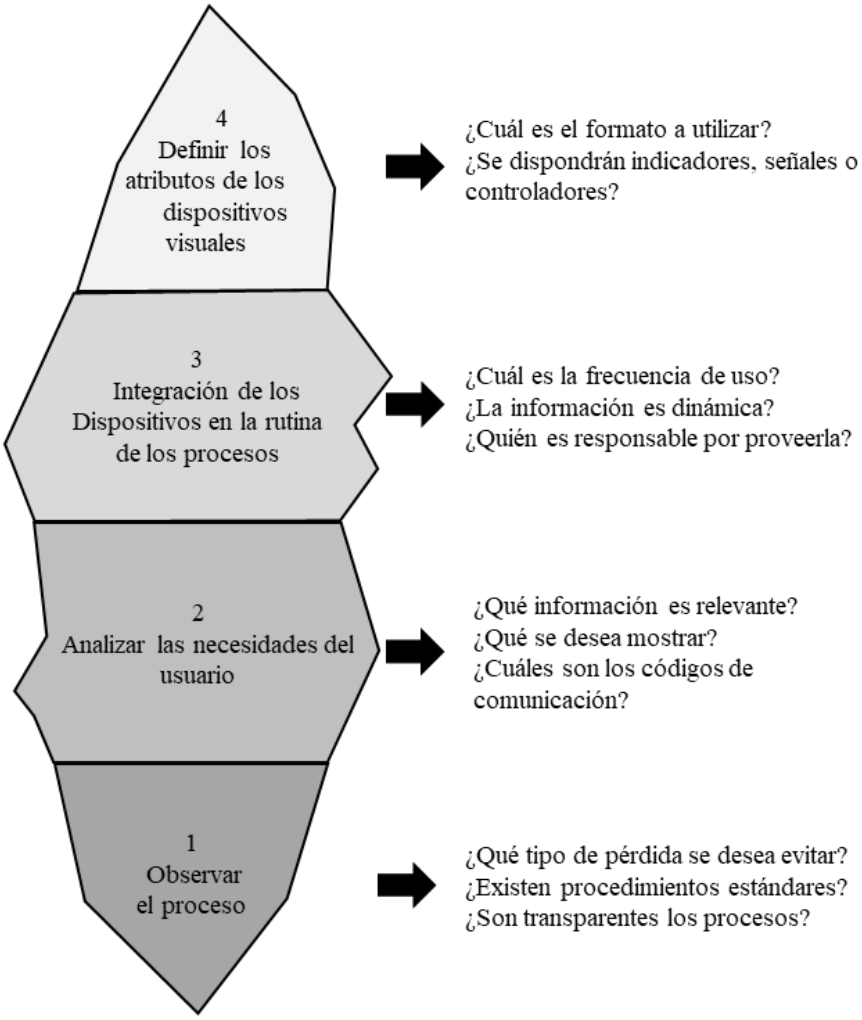
En ese sentido, Valente et al. (2019) recomiendan tener en cuenta las siguientes consideraciones para el diseño del sistema de gestión visual:

- Los dispositivos visuales pueden utilizarse no solo como una forma de comunicación, también sirven para apoyar la colaboración entre equipos de trabajo.
- Los dispositivos visuales deben garantizar que la información esté siempre disponible y accesible de un vistazo, proporcionando rápida realimentación.
- Los trabajadores no solo son los usuarios finales de los dispositivos visuales, también deben participar en la producción de la información que será desplegada.
- La gestión visual no debe ser solo utilizada para comunicar los estándares del trabajo rutinario. Igualmente debe servir para difundir la implementación de buenas prácticas y sus mejoras

A partir de su trabajo de investigación, Valente et al. (2019) sintetizan los esfuerzos teóricos anteriores para construir una teoría de la gestión visual desde los aportes de otros campos del conocimiento, como la neurociencia y la neurosicología y diferentes estudios empíricos llevados a cabo en empresas constructoras, con los cuales proponen una guía para el diseño y la implementación de sistemas de gestión visual. El modelo que se detalla en la siguiente figura describe las diferentes tareas para desarrollar un sistema de VM. El modelo es representado por medio de la metáfora del iceberg, que incluye aspectos visuales y no visuales del mismo.

Figura 10.

Modelo para el planteamiento de un sistema de gestión visual en la construcción.



Nota: Las etapas a seguir en el diseño del sistema y las preguntas orientadoras, permiten plantear la materialidad de los dispositivos visuales que buscan transparencia, colaboración y mejoramiento del desempeño. Adaptado de "Model for Devising Visual Management Systems on Construction Sites", por Valente et al., 2019.

2.3.4.4. Estudios de Layout o distribución de planta.

Los estudios de Layout buscan identificar, dimensionar y ubicar las instalaciones temporales necesarias que comprenden un amplio rango de necesidades de la construcción, como sitios de descanso, almacenes y bodegas, talleres de fabricación y mantenimiento, entre otros, que en su operación serán sitios congestionados, por lo que el espacio disponible se

convierte en un recurso escaso y valioso que necesita ser cuidadosamente planificado y utilizado de la manera más eficiente (Abotaleb et al., 2016).

El Layout puede ser dinámico o estático. En la construcción, normalmente es dinámico, ya que, a diferencia de un sitio de producción en la manufactura, el proyecto cambia con el tiempo a medida que ingresan nuevas cuadrillas de trabajo para realizar las actividades de construcción. Una buena distribución en planta se traduce en la disminución de los costos de fabricación (Fonseca, 2011)

Para su implementación, los estudios de Layout consideran los siguientes principios:

Tabla 13.

Principios básicos de la distribución de planta.

PRINCIPIOS	Descripción
Principio de satisfacción y seguridad	Las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, al igual que la satisfacción del trabajador, deben ser uno de sus objetivos fundamentales.
Principio de la integración de conjunto	Se debe integrar en un todo a las personas, las máquinas y los materiales, de tal forma que la relación entre ellos tenga un equilibrio para garantizar que no exista sobrepoblación de personas ni déficit de maquinaria y equipos.
Principio de la mínima distancia recorrida.	Todo proceso de construcción requiere del transporte de materiales, actividad que no agrega valor, pero que se requiere, y, por lo tanto, debe ser minimizada. La mejor distribución es aquella en la cual la distancia a recorrer entre puestos de trabajo sea menor. El diseño de planta debe definir entonces las rutas óptimas entre sitios de trabajo.
Principio de circulación o flujo de materiales.	Se deben ordenar las áreas de trabajo de manera que cada operación o proceso se ejecute siguiendo el mismo orden en que los materiales son transformados, manipulados o incorporados. Este principio complementa el de mínima distancia recorrida, ya que promueve un flujo eficiente de materiales a lo largo de las distintas cadenas de suministro. De esta forma, se evita la aparición de cuellos de botella ocasionados por limitaciones de espacio o por la falta de disponibilidad de recursos en las diferentes zonas de trabajo.
Principio de espacio en tres dimensiones.	Se debe considerar todo el espacio disponible, tanto horizontal como verticalmente. Los espacios utilizados por las personas, maquinaria, equipo y cualquier servicio auxiliar tienen tres dimensiones, por lo tanto, una distribución se considera buena cuando se integran las tres dimensiones, incluyendo el espacio por encima e incluso bajo el suelo.
Principio de flexibilidad.	Siempre será mejor aquella distribución que permita ser ajustada o reordenada. Esto es de especial importancia en proyectos de construcción ya que durante su ejecución son dinámicos y las condiciones son diferentes de acuerdo con la etapa del proceso constructivo.

Nota: De “Principios, herramientas e implementación de Lean Construction”, por Botero, 2021.

Es recomendable que el Layout sea utilizado en las reuniones de planificación semanal del Last Planner System. De esta forma todas las decisiones y compromisos del grupo de trabajo estarán enmarcadas espacial y temporalmente, dando mayor claridad a los trabajadores, lo que permite mayor transparencia en el proceso de planificación.

2.3.4.5. Las 5S.

Las 5S son una metodología desarrollada por Toyota en la década de 1960 y difundida en Occidente a partir de los años 1980. Consisten en un conjunto de actividades orientadas a crear las condiciones óptimas de trabajo, promoviendo su ejecución de manera ordenada y limpia. Estas condiciones se logran mediante la formación de hábitos de comportamiento en los trabajadores, fomentando entornos laborales eficientes y productivos. La implementación de las 5S implica el involucramiento tanto de la gerencia como del equipo de operaciones de la empresa. En el sector de la construcción, donde los entornos laborales suelen ser congestionados, con alta concentración de personas, maquinaria, equipos y herramientas, esta metodología representa una oportunidad significativa de mejora en la organización, seguridad y productividad de las obras (Botero, 2021).

Cada una de las S se puede considerar una etapa en el proceso de implementación de la metodología. El concepto fundamental de cada etapa se explica en la siguiente tabla.

Tabla 14.

Conceptos de las 5S.

S	Japonés	Español	Concepto
S1	*Seiri*	**Clasificar**	Se clasifican el conjunto de partes que integran el área de trabajo, identificando aquellos que son realmente necesarios para la ejecución de las actividades. Como resultado de este proceso, los elementos innecesarios son retirados, ya que su permanencia puede generar diversos problemas, tales como: aumento en la manipulación y el transporte, mayor riesgo de accidentes, pérdida de tiempo en la localización de herramientas o materiales, acumulación de inventarios obsoletos o dañados y reducción del espacio útil de trabajo.
S2	*Seiton*	**Ordenar**	Organizar cada cosa requerida en el sitio de trabajo, de tal forma que facilite su identificación, la localización, uso y nuevamente disposición en el sitio definido, manteniendo ordenado el puesto de trabajo.
S3	*Seiso*	**Limpiar**	Conseguir un alto nivel de limpieza en el sitio de trabajo, incluyendo herramientas y equipos. Permitiendo la inspección que identifica por anticipado defectos y problemas potenciales antes de que afecten la producción.
S4	*Seiketsu*	**Estandarizar**	Busca que los procedimientos y prácticas establecidas permanezcan inalteradas en el tiempo. Se recomienda establecer un sistema de calificación de los diferentes sitios de trabajo y zonas de almacenamiento de materiales.
S5	*Shitsuke*	**Mantener la disciplina**	Convertir en hábitos las actividades, procedimientos y buenas prácticas logrados con el compromiso de todos, para lo cual se recomienda la realización de campañas informativas, inducción a los nuevos trabajadores, realizar campañas de seguimiento, establecer benchmarking entre proyectos, para la creación de una cultura de respeto y cuidado de los recursos, mejorar el ambiente de trabajo y mejorar la imagen que proyecta la empresa hacia sus clientes, proveedores y trabajadores.

Nota: De "Principios, herramientas e implementación de Lean Construction", por Botero, 2021.

2.3.4.6. Value Stream Mapping (VSM).

El mapeo del flujo de valor (Value Stream Mapping – VSM) es una técnica propia de la filosofía Lean utilizada para analizar, representar y rediseñar el flujo de materiales e información necesarios para entregar un producto, servicio o proyecto al cliente. Esta herramienta abarca todas las etapas o procesos desde el inicio hasta la finalización, proporcionando una visión integral del ciclo de valor. Su aplicación tiene como objetivo

identificar, reducir y eliminar las pérdidas a lo largo del ciclo de vida de las actividades, contribuyendo así a optimizar el flujo de trabajo y maximizar la productividad (Pothen & Ramalingam, 2018)

Con el mapeo del flujo de valor se desarrollan todas las acciones requeridas para llevar el producto a través de los flujos esenciales de producción desde la materia prima hasta el consumidor; y en el diseño, desde su conceptualización hasta el inicio de la producción.

Cuando se utiliza en la construcción, VSM, como herramienta Lean, ofrece una serie de ventajas, tal como lo describen Rosenbaum et al. (2014)

- Es una técnica de mapeo de trabajo, capaz de representar los procesos de construcción.
- El VSM permite modelar como un todo el proceso constructivo.
- Es una herramienta visual muy simple que permite identificar fácilmente las pérdidas del sistema de producción.
- La información que se genera en el mapeo del flujo del valor puede ser fácilmente compartida en todos los niveles del proyecto.

En su implementación, el VSM se requiere la repetición del proceso de producción, muy típico en una planta industrial, donde miles de productos pasan por el mismo proceso. En contraste, un proyecto de construcción tiene un diseño, especificaciones y contexto único. Además, VSM utiliza un conjunto de datos del proceso para establecer el estado actual y proponer el estado futuro. No todas las empresas constructoras hacen seguimiento detallado de sus procesos, lo cual hace difícil obtener datos representativos del proceso de construcción.

Otra de las dificultades de la aplicación del VSM en la construcción se refiere a la complejidad de los proyectos, donde intervienen gran cantidad de proveedores y subcontratistas, que utilizan una gran variedad de materiales, por lo que hacer un mapa único sería muy complicado al igual que su visualización.

A pesar de las diferencias entre la construcción y la manufactura, se tienen similitudes distintivas como la repetitividad en el volumen de producción, el flujo de producción controlable y el gran inventario en proceso (Winch, 2003).

Lo cual permite plantear el proceso de implementación del mapeo del flujo de valor siguiendo siete etapas diferentes:

1. Selección de un producto o una familia de productos. En la construcción su correspondencia es un elemento constructivo (columnas, muros, losas, escaleras, entre otros).
2. Toma de datos en sitio del proceso seleccionado, a partir de la observación directa y entrevistas.
3. Elaboración del mapa con el estado actual.
4. Análisis y diagnóstico del estado actual, identificando pérdidas y sus fuentes.
5. Desarrollo del mapa del estado futuro ideal.
6. Propuesta del plan de acción a seguir.
7. Implementación del plan de acción y verificación.

Dado que el mapeo del flujo de valor (VSM) es una herramienta de carácter eminentemente visual, se han establecido estándares de simbología que permiten representar de manera clara tanto el flujo de materiales como el flujo de información. En la actualidad, diversos programas informáticos incorporan estas simbologías de forma predeterminada, lo que facilita y agiliza la elaboración de mapas de flujo de valor, garantizando uniformidad en su interpretación y aplicación.

2.3.5. Productividad.

Según Serpell (2002), "la productividad en la relación entre lo producido y lo gastado" (p. 29), y se puede expresar de la siguiente manera:

$$Productividad = \frac{Cantidad\ producidad}{Recuersos\ empleados}$$

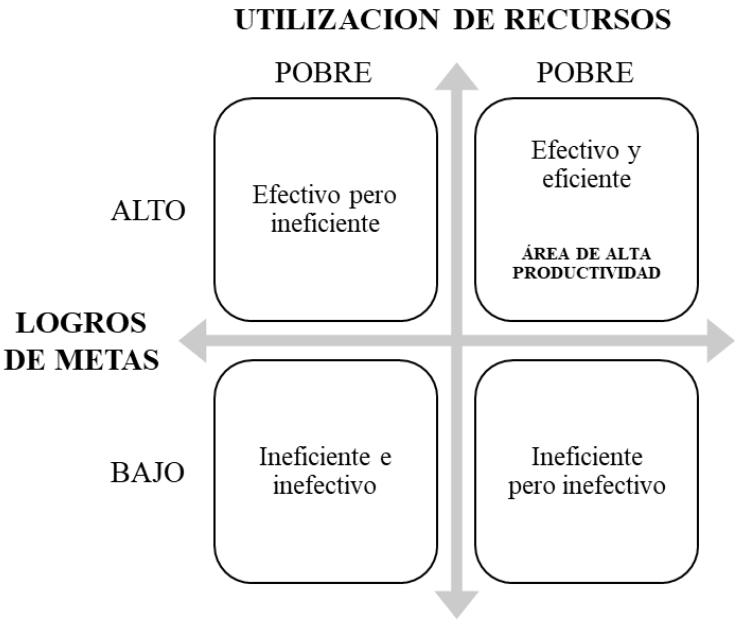
Así mismo, para Ghio (2001), la productividad "es el cociente de la división de la producción de los recursos usados para lograr dicha producción" (p. 22)

2.3.5.1. Eficiencia y Efectividad.

Para Serpell (1992), la productividad puede ser definida de manera más detallada como la evaluación de cuán eficientemente se gestionan los recursos para finalizar una tarea o producto específico, cumpliendo con un cronograma predeterminado y manteniendo un nivel de calidad establecido. La productividad comprende tanto de la eficiencia como de la efectividad, como se explica en la siguiente figura:

Figura 11.

Relación entre eficiencia, efectividad y productividad.



Nota: Se observa el vínculo existente entre la eficiencia (uso adecuado de los recursos), la efectividad (alcance de los objetivos propuestos) y la productividad. Adaptado de "Administración de Operaciones de Construcción", por Serpell, 2002.

El objetivo estratégico de toda empresa del sector construcción es posicionarse en el cuadrante de alta eficiencia y alta efectividad, dado que únicamente en esta ubicación es posible alcanzar niveles óptimos de productividad. Este enfoque implica no solo ejecutar los procesos con el mínimo uso de recursos y tiempo, sino también garantizar que las actividades desarrolladas cumplan plenamente con los objetivos y estándares de calidad establecidos

.

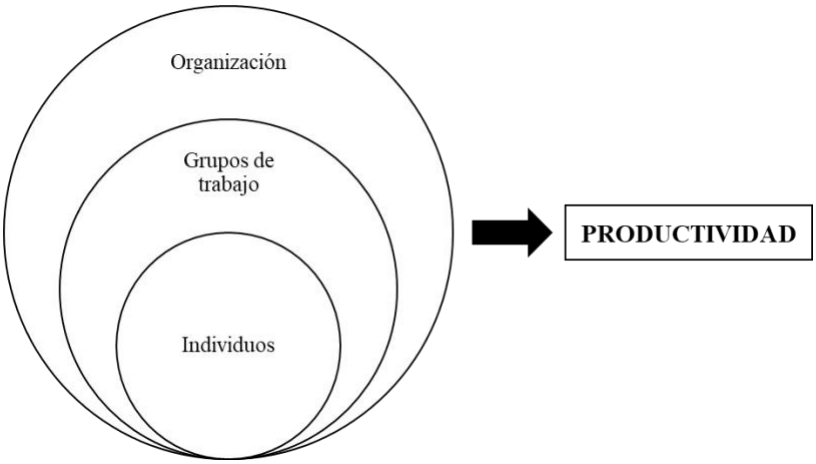
2.3.5.2. Niveles de Organización.

La consecución de la productividad requiere la participación activa de todos los niveles de la organización. Tanto en su funcionamiento interno como en su interacción con el entorno, la entidad debe generar las condiciones y proporcionar los recursos necesarios para que los equipos de trabajo desarrollen sus labores de manera eficiente. A su vez, dichos equipos, en su conformación y dirección, deben ofrecer a cada integrante las facilidades y medios que le permitan alcanzar un elevado nivel de desempeño.

En este proceso, los individuos contribuyen con sus habilidades, conocimientos y actitudes, orientados a lograr una productividad óptima en las tareas que les corresponden. La organización, entendida como un todo que abarca desde la alta dirección hasta el personal encargado de las labores operativas más simples, depende de una gestión eficiente. La responsabilidad principal recae en el administrador del proyecto, quien debe garantizar la provisión de recursos, diseñar una planificación adecuada, establecer la secuencia lógica de acciones y promover un entorno laboral que facilite el rendimiento productivo de los equipos (Serpell, 2002).

Figura 12.

Organización y productividad.



Nota: Adaptado de "Administración de Operaciones de Construcción", por Serpell, 2002.

2.3.5.3. Productividad en Base a Recursos.

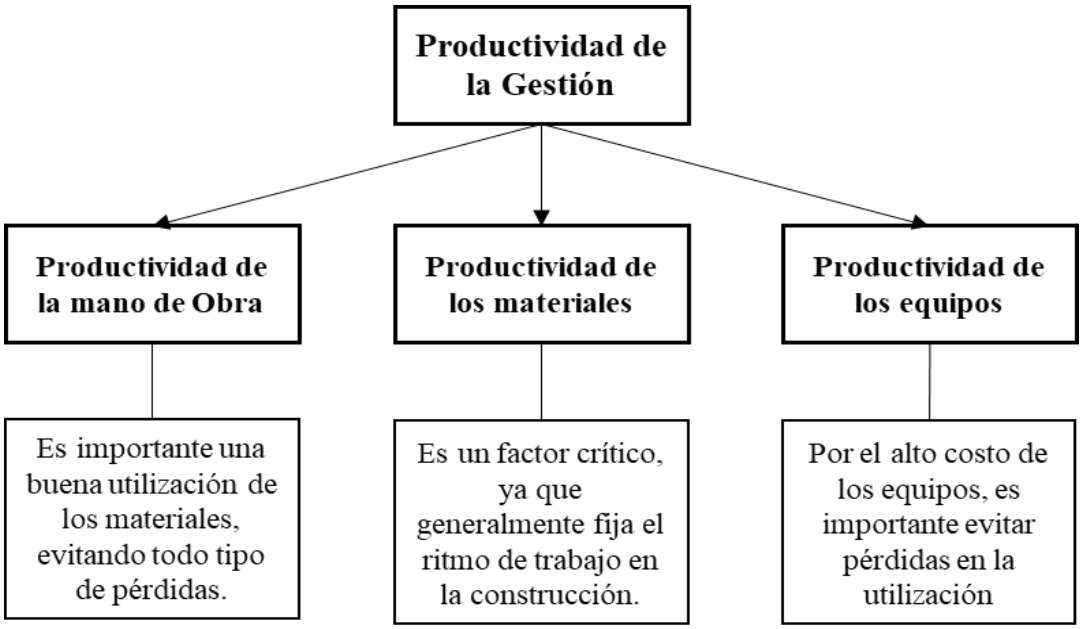
La productividad está vinculada a un proceso de transformación, en el cual se incorporan los recursos indispensables para elaborar un producto, fabricar un bien o brindar un servicio. En el ámbito de la construcción, los recursos más relevantes que se utilizan son:

- Los materiales.
- La mano de obra.
- La maquinaria y equipos.

Considerando los tipos de recursos, se puede enfocar desde el aspecto de la productividad:

Figura 13.

Tipos de productividad en base a los recursos.



Nota: Adaptado de "Administración de Operaciones de Construcción", por Serpell, 2002.

2.3.5.4. Factores que afectan la Productividad.

Se ve influenciada por numerosos factores. Lo esencial radica en la capacidad de identificar aquellos que ejercen un impacto negativo más significativo, con el propósito de intervenir de manera apropiada para reducir sus repercusiones. Simultáneamente, es crucial identificar aquellos factores que contribuyen de manera más efectiva a la eficiencia, con el fin de amplificar su influencia.

Figura 14.

Factores que afectan la productividad.



Nota: Los factores que inciden en la productividad en la construcción son numerosos y variados. Por tanto, es fundamental reconocer que la productividad es un desafío complejo, dada la diversidad de elementos que están vinculados a ella. Adaptado de "Administración de Operaciones de Construcción", por Serpell, 2002.

2.3.5.5. El trabajo.

El trabajo es la expresión final o la demostración de la acción de la administración (Serpell, 2002)

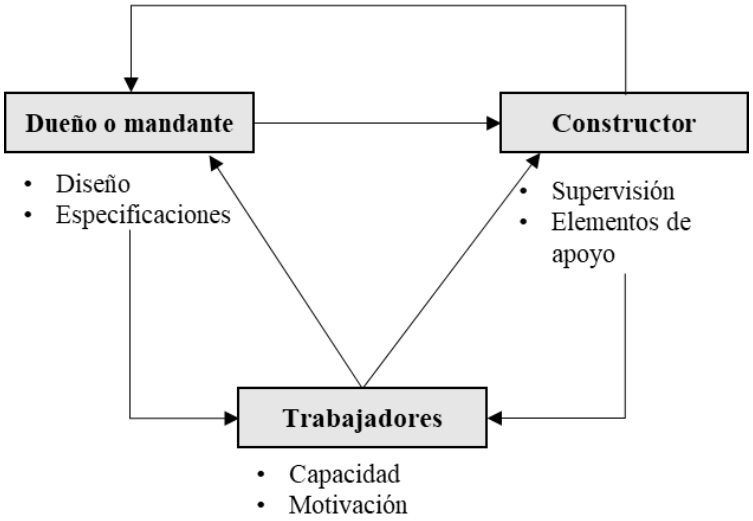
El contenido de trabajo o actividad de construcción se compone de:

- **Trabajo no Contributorio (TNC):** Se refiere a cualquier tarea que no agrega valor y se considera una pérdida.
- **Trabajo Contributorio (TC):** Engloba el trabajo de apoyo necesario para llevar a cabo la labor productiva.
- **Trabajo Productivo (TP):** Se refiere al trabajo que contribuye directamente a la producción.

Uno de los principales desafíos asociados a las pérdidas en un proyecto de construcción radica en los sistemas de control inadecuados, como el control de costos o de avance físico, que no evidencian de manera precisa las actividades que no aportan al progreso del trabajo. Estas actividades suelen pasar inadvertidas en el panorama global del proyecto.

Figura 15.

Flujo de culpabilidad por problemas de productividad.



Nota: Uno de los desafíos que surgen a raíz de la reducción en la productividad es la búsqueda de culpables por estas pérdidas, lo que desencadena un ciclo de señalamientos y atribuciones de responsabilidad. Adaptado de "Administración de Operaciones de Construcción", por Serpell, 2002.

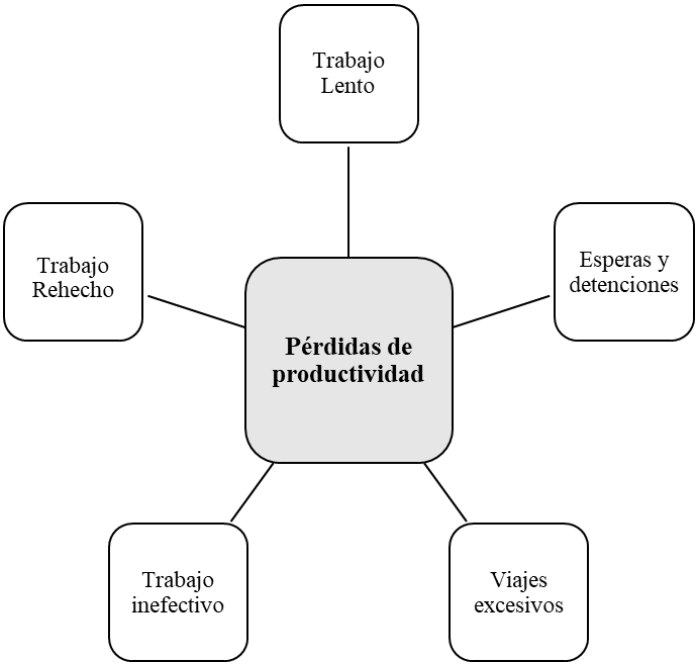
Para prevenir estos inconvenientes, es crucial llevar a cabo una planificación exhaustiva del trabajo, abordando los desafíos con soluciones constructivas y fomentando la colaboración entre todos los involucrados, de manera que se evite la generación de tensiones y malentendidos entre las partes.

2.3.5.6. Factores que Afectan la Productividad.

Serpell (2002), resumen en 5 categorías las principales pérdidas de productividad:

Figura 16.

Principales categorías de pérdidas de productividad.



Nota: Adaptado de "Administración de Operaciones de Construcción", por Serpell, 2002.

Cada una de ellas se define y ejemplifica a continuación:

- **Esperas y detenciones:** Se refiere a los períodos de inactividad o interrupciones en el flujo de trabajo debido a la falta de disponibilidad de recursos, herramientas o información.

Ejemplo: Un equipo de construcción espera durante horas para recibir una entrega de materiales que se retrasó.

- **Viajes excesivos:** Implica el tiempo y la distancia adicionales que los trabajadores deben recorrer para acceder a materiales, herramientas o áreas de trabajo.

Ejemplo: Un obrero necesita ir repetidamente de un extremo de la obra al otro para obtener las herramientas necesarias.

- **Trabajo lento:** Se refiere a la ejecución de tareas a un ritmo más lento del que se podría lograr con un rendimiento óptimo.

Ejemplo: Un equipo de albañiles tarda mucho más tiempo del previsto en completar la colocación de ladrillos en una pared.

- **Trabajo inefectivo:** Implica la realización de tareas que no contribuyen significativamente al avance del proyecto o que podrían haberse evitado.

Ejemplo: Reparar un defecto que surgió debido a una instalación incorrecta de una parte del edificio.

- **Trabajo rehecho:** Refiere a la necesidad de repetir una tarea o actividad debido a errores o defectos que surgieron durante la ejecución inicial.

Ejemplo: Desmontar y volver a ensamblar una estructura debido a una instalación incorrecta.

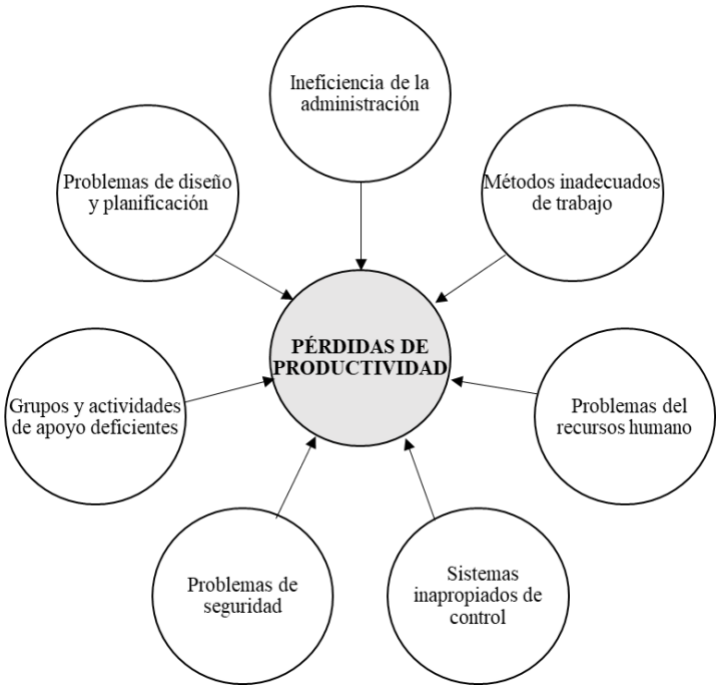
En última instancia, resulta crucial subrayar que la productividad abarca la consecución de la calidad necesaria tanto para la obra en su totalidad como para sus componentes individuales. Este matiz es de gran relevancia, dado que en ciertas ocasiones se promueve la rapidez en la producción, lo que puede llevar al trabajador a descuidar la calidad, en su afán por obtener incentivos. Por tanto, es imperativo recordar que el tiempo, el costo y la calidad son metas que suelen estar en conflicto entre sí (Serpell, 2002).

2.3.5.7. Factores de Pérdidas de Productividad.

Las categorías que agrupan las principales causas de pérdida de productividad son las siguientes:

Figura 17.

Principales causas de pérdida de productividad.



Nota: Adaptado de "Administración de Operaciones de Construcción", por Serpell, 2002.

Cada una de estas causas se detallan y ejemplifican a continuación:

- **Problemas de diseño y planificación:** Dificultades que surgen debido a deficiencias en los diseños o en la planificación del proyecto, lo que puede afectar la ejecución eficiente del trabajo.

  Ejemplos:

  - Planos mal detallados que generan confusión en la interpretación de las especificaciones.
  - Cronogramas de trabajo poco realistas que no tienen en cuenta los tiempos reales necesarios para completar ciertas actividades.
  - Cambios frecuentes en el diseño que requieren ajustes y retrabajos.
  - Falta de consideración de los permisos y regulaciones locales en la planificación inicial.

- **Ineficiencia de la administración:** Falta de eficacia en la gestión y coordinación de los recursos y actividades del proyecto, lo que puede resultar en retrasos y malentendidos.

Ejemplos:

  - Falta de comunicación entre los diferentes equipos de trabajo, lo que lleva a la duplicación de esfuerzos.
  - Asignación inadecuada de tareas que no aprovecha las habilidades y fortalezas de cada miembro del equipo.
  - Falta de seguimiento y supervisión por parte de los líderes de proyecto.
  - Demoras en la toma de decisiones importantes que afectan el avance del trabajo.

- **Métodos inadecuados de trabajo:** Utilización de procedimientos o técnicas que no son los más eficientes para llevar a cabo una tarea o actividad en particular.

  Ejemplos:

  - Uso de herramientas manuales obsoletas en lugar de maquinaria moderna para tareas de excavación.
  - Aplicación de técnicas de instalación que no siguen las mejores prácticas de la industria.
  - Falta de formación en nuevas tecnologías y métodos de construcción.
  - No utilizar equipo de seguridad adecuado para ciertas tareas.

- **Grupos y actividades de apoyo deficientes:** Falta de apoyo o recursos necesarios para llevar a cabo las actividades principales del proyecto.

  Ejemplos:

- Demoras en la entrega de materiales esenciales para la construcción debido a problemas en la cadena de suministro.
- Insuficiencia de personal de apoyo, como operadores de maquinaria o técnicos especializados.
- Falta de acceso a servicios básicos en el lugar de trabajo, como electricidad o agua.
- No contar con un equipo de mantenimiento adecuado para solucionar problemas técnicos de manera rápida.

- **Problemas de recurso humano:** Desafíos relacionados con el personal, como falta de capacitación, motivación o asignación inadecuada de tareas.

  Ejemplos:

  - Trabajadores sin la formación necesaria para utilizar ciertos equipos de manera eficiente.
  - Falta de motivación entre el equipo de trabajo debido a la ausencia de reconocimiento o incentivos.
  - Personal insuficiente para manejar la carga de trabajo actual.
  - Falta de diversidad en el equipo, lo que puede limitar la creatividad y la resolución de problemas.

- **Problemas de seguridad:** Situaciones en las que la seguridad de los trabajadores o del sitio de construcción se ve comprometida.

  Ejemplos:

  - Accidentes en el lugar de trabajo debido a la falta de medidas de seguridad adecuadas.
  - Falta de capacitación en procedimientos de evacuación en caso de emergencia.

- No cumplir con los estándares de seguridad establecidos por la industria.
- Equipos de protección personal (EPP) inadecuados o no utilizados correctamente.

- **Problemas de los sistemas formales de control**: Ineficacia o insuficiencia de los sistemas de control utilizados para monitorear y gestionar el progreso del proyecto.

  Ejemplos:

  - Falta de herramientas de seguimiento y reporte que dificultan el monitoreo del avance del proyecto.
  - Procesos de revisión inadecuados que no identifican problemas a tiempo.
  - Falta de claridad en los procedimientos de comunicación y reporte.
  - No contar con un sistema de gestión de proyectos actualizado y eficiente.

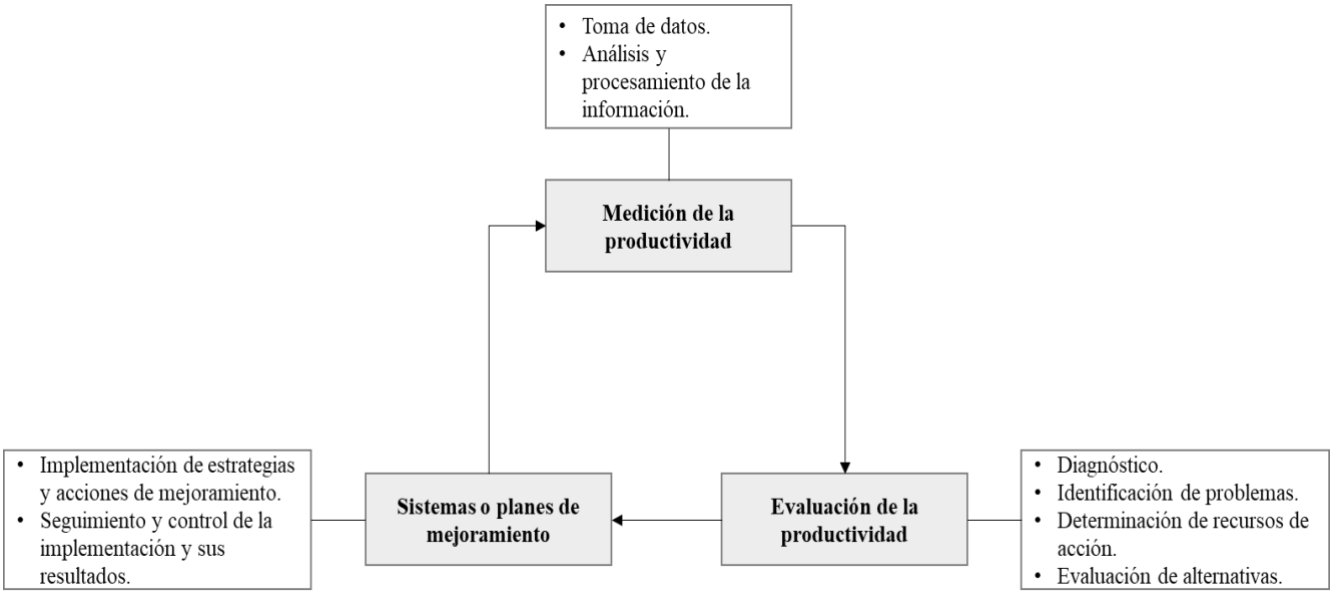
2.3.5.8. Mejoramiento de la Productividad.

La descripción expuesta sobre la diversidad de problemas que pueden afectar la productividad en la construcción constituye una referencia valiosa para analizar la situación de una empresa o de una obra en particular. Este análisis permite no solo identificar los factores que limitan la eficiencia, sino también implementar medidas correctivas orientadas a resolver dichos problemas y optimizar los procesos productivos (Serpell, 2002)

Para lograr este objetivo, resulta pertinente aplicar el ciclo de mejoramiento de la productividad, el cual propone una secuencia de etapas y actividades específicas que, al ejecutarse de manera sistemática, facilitan la identificación de deficiencias, el diseño de soluciones y la evaluación de los resultados obtenidos. Dicho ciclo y sus componentes se ilustran a continuación.

Figura 18.

Ciclo de mejoramiento de la productividad.



Nota: Adaptado de "Administración de Operaciones de Construcción", por Serpell, 2002.

No existe como tal, un camino ideal para la mejora de la productividad, el esquema planteado en la imagen anterior puede ser aplicado de forma general; pero existen herramientas o metodologías más precisas, las cuales a ser implementadas tienen resultados positivos, y entre las más conocidas se encuentra la metodología Lean Construction.

2.4. Glosario.

- **Lean Construction:** Filosofía de gestión y de enfoque de trabajo que su propósito es incrementar el valor y reducir al mínimo los desperdicios dentro del proceso constructivo. Pretende lograr una mayor eficiencia, elevar la productividad y garantizar la satisfacción del cliente en los proyectos de edificación.
- **Pensamiento Lean (Lean Thinking):** La filosofía que orienta sus esfuerzos a incrementar el valor y reducir al mínimo los desperdicios en cada proceso.
- **Desperdicio:** Cualquier actividad o proceso que no añade valor al producto final.
- **Transformación:** Se refiere a la conversión de materiales y recursos en productos o servicios finales. En Lean Construction, se busca minimizar el tiempo y los recursos necesarios para llevar a cabo esta transformación, eliminando actividades innecesarias y optimizando procesos.
- **Flujo:** Significa mantener un flujo constante y sin interrupciones en el proceso de construcción. Esto implica evitar cuellos de botella, tiempos de espera y cualquier otro obstáculo que pueda retrasar la producción.
- **Valor:** Se centra en identificar y satisfacer las necesidades reales del cliente. Todo lo que no agrega valor al producto final se considera desperdicio y debe ser eliminado.
- **Last Planner System:** Herramienta de planificación y programación que involucra a los miembros del equipo en la creación y gestión de planes de trabajo detallados.
- **Just-in-Time (JIT):** Filosofía de gestión que busca entregar los productos o servicios exactamente cuando son necesarios y en la cantidad precisa.
- **Kanban:** Sistema visual de gestión que utiliza tarjetas o tableros para visualizar el flujo de trabajo y controlar la producción.
- **Jidoka:** Sistema que detiene automáticamente la producción cuando se detecta un problema.

- **Value Stream Mapping (VSM):** Técnica que visualiza los pasos necesarios para entregar un producto o servicio al cliente, identificando actividades que agregan o no valor.
- **Layout (Distribución de Planta):** La disposición física y organizada de equipos, maquinaria, áreas de trabajo y espacios en una instalación o sitio de construcción.
- **5S:** Metodología que busca mejorar la organización y limpieza en el lugar de trabajo a través de cinco principios: clasificación, orden, limpieza, normalización y disciplina.
- **Productividad:** Hace referencia al grado de eficacia en el uso de recursos como la mano de obra, los materiales y el tiempo para desarrollar las tareas constructivas y finalizar los proyectos. Un aumento en la productividad significa obtener mayores resultados empleando la misma o una menor cantidad de recursos, lo que se refleja en una ejecución más rentable y eficiente de las obras.
- **Eficiencia:** La capacidad de lograr un resultado con la menor cantidad de recursos posible.
- **Rendimiento:** La medida de la producción o el trabajo realizado en relación con el tiempo y los recursos utilizados.
- **Optimización de Recursos:** El proceso de utilizar de manera eficaz y eficiente los recursos disponibles.
- **Planificación de Proyectos:** La organización y programación de actividades para llevar a cabo un proyecto de construcción.
- **Costo de Oportunidad:** El beneficio o valor perdido al elegir una opción sobre otra.
- **Gestión de Tiempo:** La habilidad para organizar y asignar el tiempo de manera efectiva para cumplir con los plazos del proyecto.
- **Supervisión de Obra:** La supervisión y dirección de actividades en el sitio de construcción para garantizar el cumplimiento de estándares y regulaciones.
- **Control de Calidad:** Método para confirmar que los bienes o servicios cumplen con los criterios y parámetros fijados.

- **Gestión de Recursos Humanos:** La selección, capacitación y asignación eficiente del personal en un proyecto de construcción.
- **Seguridad en el Trabajo:** La implementación de medidas y procedimientos para proteger la salud y seguridad de los trabajadores en el sitio de construcción.
- **Sostenibilidad en Construcción:** La consideración de prácticas y materiales ecológicos para minimizar el impacto ambiental en la construcción.
- **Gestión de Costos:** El proceso de estimación, seguimiento y control de los gastos asociados con un proyecto de construcción.
- **Planificación Estratégica:** El desarrollo de estrategias a largo plazo para el éxito y crecimiento de una empresa de construcción.
- **Aseguramiento de la Calidad:** Serie de acciones organizadas y metódicas que se aplican con el fin de asegurar que los bienes o servicios se ajusten a los estándares de calidad previamente definidos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación.

3.1.1. Tipo de investigación:

La investigación es de tipo básica, dado que, de acuerdo con el Concytec, su finalidad es alcanzar un entendimiento más amplio a través del análisis de los principios esenciales que explican los fenómenos, los hechos observables o las interacciones entre los distintos elementos.

Igualmente, de acuerdo con Carrasco (2005), la investigación básica busca ampliar y profundizar el acervo de conocimientos científicos ya existentes sobre la realidad. En este sentido, se orienta al análisis de las teorías científicas con el fin de optimizar y enriquecer sus planteamientos.

3.1.2. Enfoque de investigación:

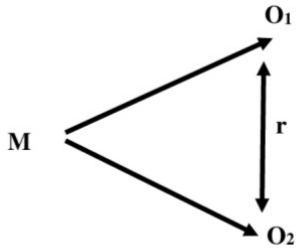
La investigación se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, respaldado por lo señalado por Hernández y Mendoza (2018), quienes consideran que este método es adecuado cuando se pretende medir magnitudes o frecuencias de determinados fenómenos, además de verificar la validez de una hipótesis.

3.1.3. Nivel o alcance de investigación:

El estudio se caracteriza por tener un nivel descriptivo - correlacional. Según la perspectiva de Hernández y Mendoza (2018), este nivel permite, por una parte, describir de manera detallada las características y comportamientos de las variables de interés, y por otra, identificar el grado y la dirección de la relación que existe entre ellas, sin establecer causalidad. La fase descriptiva proporciona una visión objetiva y ordenada de la realidad estudiada, mientras que la fase correlacional utiliza técnicas estadísticas para medir la fuerza de la

asociación entre las variables, lo que aporta un sustento empírico que puede servir de base para futuras investigaciones con mayor alcance.

Por otro lado, según Carrasco (2005), este nivel de investigación se orienta a recopilar, organizar y analizar información con el fin de describir las características de un fenómeno y, simultáneamente, establecer la relación existente entre dos o más variables dentro de un contexto determinado, sin manipularlas.



Donde:

O1: Lean Contruction.

O2: Productividad.

r: Relación

3.1.4. Diseño de investigación:

El estudio se ha concebido con un diseño no experimental.

De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), este diseño se desarrolla sin manipular de forma intencional las variables, lo que implica que no se modifican deliberadamente las variables con el propósito de observar su relación o influencia sobre otras variables.

Con respecto a la dimensión temporal, o al número de momentos en que se efectuó la recolección de datos, la investigación se clasifica como transversal, dado que la obtención de la información se realizó en una única ocasión.

- **Matriz de operacionalización:**

Tabla 15.

Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO/ ESTADISTICA
Variable Independiente: Lean Construction	Para Howell (1999), la filosofía Lean surge de la implementación de un enfoque innovador de gestión de la producción en el ámbito de la construcción. Entre sus rasgos fundamentales se encuentran la definición precisa de objetivos orientados a optimizar el desempeño para el cliente en el contexto del proyecto, el desarrollo simultáneo del producto y del proceso, así como la aplicación de un control continuo a lo largo de todo el ciclo de vida del producto, desde su concepción y diseño hasta su entrega final. Por otro lado Koskela et al. (2002), describen la filosofía Lean como un enfoque para estructurar sistemas de producción que busca reducir al mínimo el desperdicio de materiales, tiempo y esfuerzo, con el objetivo de generar la mayor cantidad de valor posible.	El profesor Lauri Koskela, ante la ausencia de una teoría general de producción, abordó una nueva teoría que considera de una manera integrada tres modelos diferentes de producción: transformación, flujo, valor (teoría TFV), los cuales pueden ser aplicados a cualquier proyecto de construcción. Tomando como base esos principios, se consideró 3 dimensiones para la variable Lean Construction.	Modelo de Transformación	Descomposición de tareas de producción.	**TÉCNICA:** Encuesta **INSTRUMENTO:** Cuestionario (medido a través de la escala de Likert) **PRUEBAS ESTADÍSTICAS:** Nivel de confiabilidad (Alfa de Cronbach) Análisis estadístico descriptivo. Análisis estadístico inferencial. Prueba de Normalidad (Sminov – Kolmogorov) Prueba de Hipótesis Análisis no paramétrico (Rho Sphearman)
				Enfoque de procesos de control al proceso completo.	
				Mejoramiento continuo en los procesos.	
			Modelo de Flujo	Reducir las tareas o actividades que no agregan valor.	
				Reducción de los tiempos de ciclo de producción.	
				Incremento en la transparencia de los procesos.	
			Modelo de Generación de Valor	Garantizar los requerimientos del cliente.	
				Garantizar la capacidad de producción.	
				Garantizar la calidad del producto final.	
Variable Dependiente: Productividad	Para Serpell (1992), la productividad constituye una medida de la eficiencia con la que se gestionan los recursos para finalizar un producto determinado, en un plazo establecido y cumpliendo con un estándar de calidad previamente definido. Requiere todos los niveles de una organización, y una interacción tanto interna como externa para proveer las condiciones y recursos necesarios para llevar a cabo un proyecto de forma productiva. De igual manera, Ghio (2001) define la productividad como el resultado de dividir la cantidad de producción obtenida entre los recursos empleados para alcanzarla.	Tomando en cuenta los principios de productividad propuestos por Serpell, en el sentido de la eficiencia, el tiempo de ejecución y el estándar de calidad, se tomó en cuenta cada uno de ellos como las 3 dimensiones de la variable Productividad.	Eficiencia en el uso de recursos	Uso de mano de obra por proyecto.	
				Índice de uso de materiales.	
				Eficiencia de maquinaria y equipos.	
			Tiempo de Ejecución de proyectos	Índice de cumplimiento de plazos.	
				Velocidad de avance	
				Desviación de tiempo del proyecto.	
			Calidad de la Construcción	Tasas de defectos o errores en la construcción.	
				Cumplimiento de normativas y estándares.	
				Satisfacción del cliente con la calidad del proyecto.	

3.2. Población de estudio.

Hernández y Mendoza (2018) definen la población como el conjunto de casos que coinciden con determinadas características.

Por su parte, Carrasco (2005) la conceptualiza como el grupo de elementos que se encuentran dentro del espacio geográfico en el cual se desarrolla la investigación. Se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para establecer los límites de la población:

- **Criterios de inclusión:** Se tomó en consideración a todas las empresas constructoras de la ciudad de Puno, teniendo en cuenta su habilitación legal y su frecuencia de actividades en obras de construcción civil.
- **Criterios de exclusión:** Se excluyeron a todas las empresas que no contaban con habilitación legal, es decir aquellas que no están legalmente constituidas en la SUNAT, y, por ende, sus actividades de construcción no se realizaban de manera legítima y conforme a la normativa vigente.

Tomando en consideración estos criterios, la población tomada en consideración fue de 5 representantes (Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad/topógrafo, Administrador/Gerente, Asistente Administrativo/Residente de obra) de cada empresa constructora privada de la ciudad de Puno.

3.3. Tamaño de muestra:

De acuerdo con los criterios establecidos en la investigación, se empleó un muestreo no probabilístico de carácter intencional, pues, tal como señalan Hernández y Mendoza (2018) la selección de las unidades no se basa en la probabilidad, sino en motivos vinculados con las particularidades y el contexto del estudio

Asimismo, Carrasco (2005) sostiene que la selección de esta muestra se realiza según el criterio del investigador, sin aplicar procedimientos matemáticos o estadísticos determinados,

eligiendo aquellos elementos que considera adecuados y que estima como los más representativos.

- **Muestreo.**

Dados los criterios de población, se identificó a 16 empresas de construcción civil correctamente habilitades, y considerando a 5 representantes de cada una de ellas, la muestra fue de un total de 80 personas.

Tabla 16.

Empresas constructoras habilitadas de la ciudad de Puno.

NOMBRE	PERSONAS ENCUESTADAS
Empresa de Construcción 1	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 2	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 3	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 4	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 5	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 6	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 7	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 8	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 9	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 10	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 11	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 12	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 13	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 14	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 15	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra
Empresa de Construcción 16	Arquitecto, Ingeniero Civil, Ingeniero de Seguridad, Administrador, Residente de obra

Nota: Cada empresa de construcción civil encuestada, ha optado por mantener la confidencialidad de sus datos, por razones de seguridad. Por lo tanto, no se proporcionarán detalles de identificación de cada empresa, ni en el cuestionario ni en los resultados.

3.4. Técnicas de recolección de datos

3.4.1. Técnica.

Se empleó la técnica de la encuesta, la cual, de acuerdo con Medina et al. (2023), es un método versátil que facilita a los investigadores recopilar datos acerca de comportamientos,

actitudes, opiniones y características demográficas de un amplio grupo de personas. Una de sus principales fortalezas radica en su habilidad para recabar información en un lapso breve, además de ser un método eficiente y económico.

3.4.2. Instrumento.

Se empleó el cuestionario como instrumento de recolección de datos, dado que facilita la obtención de información y permite generar resultados exactos y confiables. Para garantizarlo, su elaboración debe contemplar preguntas formuladas de manera clara y objetiva, que permitan al participante proporcionar datos precisos y relevantes (Medina et al., 2023).

Según Hernández & Mendoza (2018), el cuestionario constituye el instrumento más empleado en la recolección de datos dentro de las ciencias sociales, pues se compone de un conjunto de preguntas orientadas a medir una o más variables, las cuales deben guardar coherencia con la formulación del problema y las hipótesis planteadas. Este instrumento puede integrar tanto preguntas cerradas como abiertas, su selección estará condicionada por la capacidad de prever las respuestas y por elementos como el tiempo necesario para la codificación, el tratamiento de los datos y el grado de exactitud o detalle que se pretenda obtener en ciertos aspecto.

Para el desarrollo de la investigación, se diseñó un cuestionario de 27 preguntas por cada variable, es decir, un total de 54 ítems, y se adoptó la escala tipo Likert, la cual consiste en presentar a los participantes una serie de afirmaciones o juicios, solicitándoles que elijan una de las cinco categorías de la escala para manifestar su nivel de acuerdo o reacción. (Hernández & Mendoza, 2018).

3.4.3. Validez.

La validez representa un elemento crucial al momento de emplear un instrumento de investigación. Esto se debe a que los resultados derivados de un instrumento que carecen de validez, pueden carecer de precisión y fiabilidad. En consecuencia, es fundamental llevar a cabo una evaluación de la validez del instrumento antes de su implementación en el estudio (Medina et al., 2023).

La evaluación de la validez resulta fundamental para garantizar que los resultados obtenidos en la investigación sean precisos y confiables, lo que contribuye a reforzar la credibilidad de los resultados (Hernández & Mendoza, 2018).

Considerando dichos principios, se pidió la validez del instrumento de investigación a dos expertos del área de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

3.4.4. Confiabilidad.

La confiabilidad implica que un instrumento es capaz de generar resultados uniformes y exactos en cada ocasión en la que se emplea en circunstancias similares (Medina et al., 2023).

Según Hernández & Mendoza (2018), la confiabilidad se determina mediante diversos métodos, todos los cuales emplean fórmulas o procesos que generan coeficientes de fiabilidad que varían entre cero y uno. Estos coeficientes reflejan la intercorrelación (consistencia) entre los diferentes ítems e indicadores.

En esta investigación, se eligió utilizar el Alfa de Cronbach como medida de coherencia o consistencia interna.

3.4.5. Procedimiento y análisis de datos.

Realizada la encuesta a las 16 empresas habilitadas de la ciudad de Puno, se vaciaron los datos de los 54 ítems de cada cuestionario a las plantillas del Microsoft Excel.

Posteriormente, la información fue incorporada al software SPSS, donde inicialmente se evaluó la confiabilidad del instrumento correspondiente a cada variable mediante el coeficiente Alfa de Cronbach. Posteriormente, se realizó un análisis estadístico descriptivo para cada variable junto con sus dimensiones, en función de los objetivos establecidos en el estudio. Como etapa final, se llevó a cabo el análisis estadístico inferencial, aplicando la prueba de normalidad Kolmogorov–Smirnov y evaluando las hipótesis mediante el coeficiente de correlación correspondiente a la prueba no paramétrica Rho de Spearman:

Tabla 17.

Coeficiente de Rho de Spearman

Rango	Relación
-0.91 a -1.00	"Correlación negativa perfecta"
-0.76 a -0.90	"Correlación negativa muy fuerte"
-0.51 a -0.75	"Correlación negativa considerable"
-0.11 a -0.50	"Correlación negativa media"
-0.01 a -0.100	"Correlación negativa débil"
0.00	"No existe correlación"
+0.01 a +0.10	"Correlación positiva débil"
+0.11 a +0.50	"Correlación positiva media"
+0.51 a +0.75	"Correlación positiva considerable"
+0.76 a +0.90	"Correlación positiva muy fuerte"
+0.91 a +1.00	"Correlación positiva perfecta"

Nota: Adaptado de "Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta", por Hernández & Mendoza, 2018.

Todo lo descrito, se ve a continuación en el siguiente capitulo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis e interpretación de resultados.

4.1.1. Análisis de Confiabilidad:

Se tomó en cuenta el coeficiente del Alpha de Cronbach para determinar el nivel de confiabilidad del instrumento de investigación. Los datos obtenidos se ingresaron en el software SPSS, y tras el procesamiento se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 18.

Coeficiente del Alpha de Cronbach

Rangos	Magnitud
>0.90	Excelente
0.80 – 0.89	Bueno
0.70 – 0.79	Aceptable
0.60 – 0.69	Cuestionable
0.50 – 0.59	Pobre
< 0.50	Inaceptable

Nota: Adaptado de Hernández y Mendoza (2014).

Tabla 19.

Confiabilidad del instrumento de investigación.

Variable	Alfa de Cronbach	Nro. de elementos
Lean Construction	0.933	27
Productividad	0.896	27

Nota. Elaboración propia, en base a los resultados del análisis estadístico del software SPSS.

Interpretación:

La variable "Lean Construction" evidenció un coeficiente de confiabilidad de 0.933, y conforme a los rangos de Alpha de Cronbach vistos en la Tabla 15, se comprobó que tiene una magnitud *Excelente*. Por otro lado, la variable "Productividad" arrojó un coeficiente de 0.896, evidenciando un grado de confiabilidad *Bueno*.

4.2. Análisis descriptivo.

4.2.1. Análisis estadístico descriptivo de la variable Lean Construction.

Tabla 20.

Frecuencias y porcentajes de la variable Lean Construction.

		f	%
Válido	A veces	38	47.5
	Casi siempre	37	46.3
	Siempre	5	6.3
	Total	80	100.0

Nota Análisis estadístico extraído del software de SPSS.

Figura 19.

Frecuencias y Porcentajes de la variable Lean Construction.



Nota: Gráfico de barras extraído del software SPSS.

Interpretación:

De la tabla 17 y figura 18, el 47.5% a veces aplica el método Lean Construction, mientras que el 46.25% sostiene que casi siempre lo aplica, y solo el 6.25% afirma que siempre lo aplica. Eso evidencia que la metodología no es del todo predominante en las empresas de construcción civil de la ciudad de Puno.

4.2.2. Análisis estadístico descriptivo de la variable Productividad.

Tabla 21.

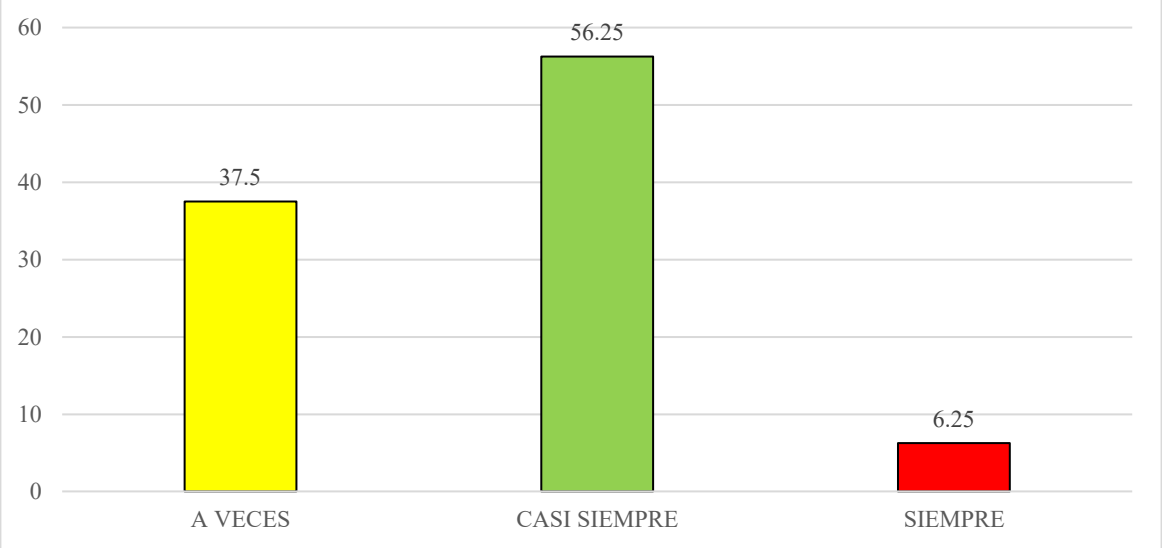
Frecuencias y porcentajes de la variable Productividad.

		f	%
Válido	A veces	30	37.5
	Casi siempre	45	56.3
	Siempre	5	6.3
	Total	80	100.0

Nota Análisis estadístico extraído del software de SPSS.

Figura 20.

Frecuencias y porcentajes de la variable Productividad.



Nota: Gráfico de barras extraído del software SPSS.

Interpretación:

De la tabla 18 y figura 19, el 37.5% de los encuestados sostiene que a veces tienen una productividad óptima en los proyectos de construcción de su empresa, mientras que el 56.25% afirma que casi siempre tienen buena productividad y solo el 6.25% afirma que siempre hay productividad en su empresa. Estos resultados dejan claro que la productividad en las empresas de construcción civil de la ciudad de Puno no es constante.

4.2.3. Análisis de la dimensión 1.

Tabla 22.

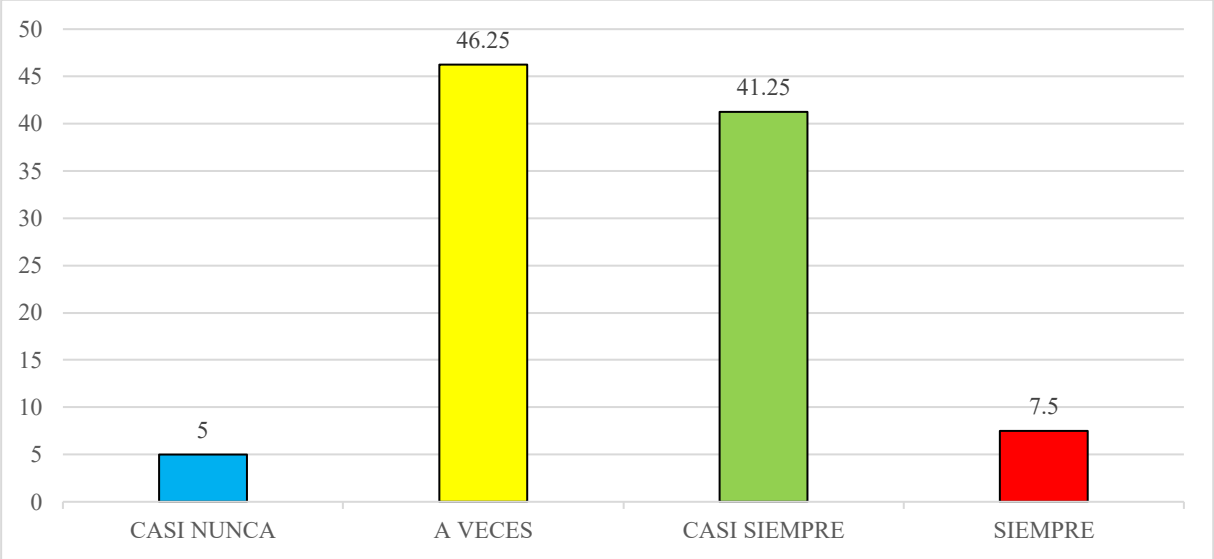
Frecuencias y porcentajes de la dimensión Modelo de Transformación.

		f	%
Válido	Casi Nunca	4	5.0
	A veces	37	46.3
	Casi siempre	33	41.3
	Siempre	6	7.5
	Total	80	100.0

Nota Análisis estadístico extraído del software de SPSS.

Figura 21.

Frecuencias y porcentajes de la variable dimensión Modelo de Transformación.



Nota: Gráfico de barras extraído del software SPSS.

Interpretación:

De la tabla 19 y figura 20, el 5% de los encuestados sostiene que casi nunca aplican los principios del modelo de Transformación, mientras que el 46.25% manifestó que solo a veces lo aplica, y el 41.25% afirmó que casi siempre lo aplica, y solo el 7.5% afirma que siempre aplica dicho modelo. Eso evidencia, que dicho modelo, no es empleado de forma continua en la mejora de los procesos de producción de cada proyecto de construcción de las empresas.

4.2.4. Análisis de la dimensión 2.

Tabla 23.

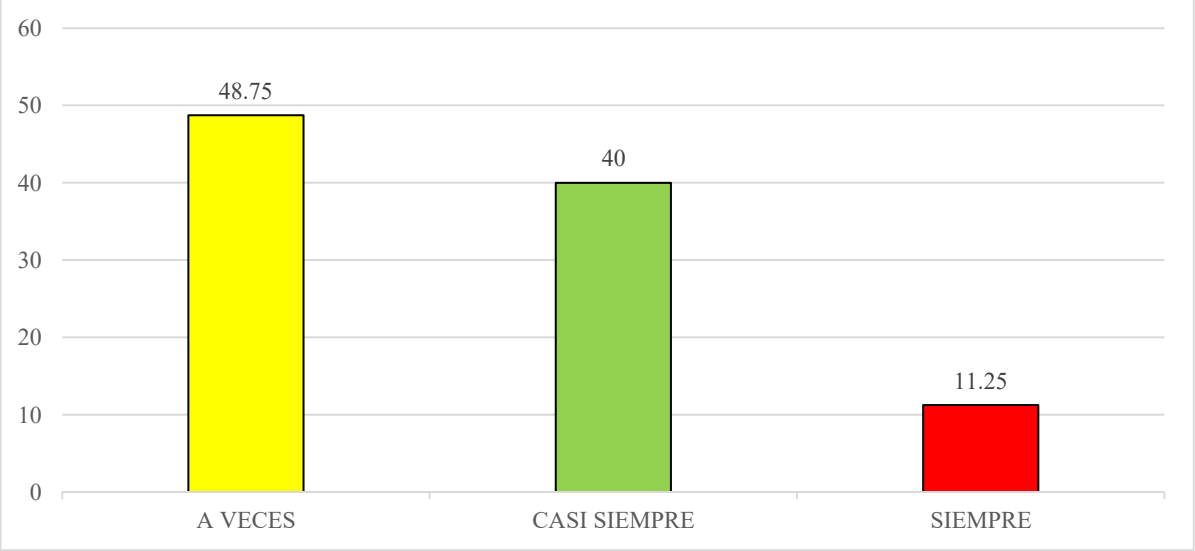
Frecuencias y porcentajes de la dimensión Modelo de Flujo.

		f	%
Válido	A veces	39	48.8
	Casi siempre	32	40.0
	Siempre	9	11.3
	Total	80	100.0

Nota Análisis estadístico extraído del software de SPSS.

Figura 22.

Frecuencias y porcentajes de la variable dimensión Modelo de Flujo.



Nota: Gráfico de barras extraído del software SPSS.

Interpretación:

De la tabla 20 y figura 21, el 48.75% de los encuestados sostiene que a veces aplican los principios del modelo de Flujo, mientras que el 40% manifestó casi siempre lo aplica, y solo el 11.25% afirma que aplica dicho modelo. Esto evidencia que el modelo de Flujo no está ayudando a reducir las pérdidas de manera óptima en los procesos de producción de cada proyecto de construcción de las empresas de la ciudad de Puno.

4.2.5. Análisis de la dimensión 3.

Tabla 24.

Frecuencias y porcentajes de la dimensión Modelo de Generación de Valor.

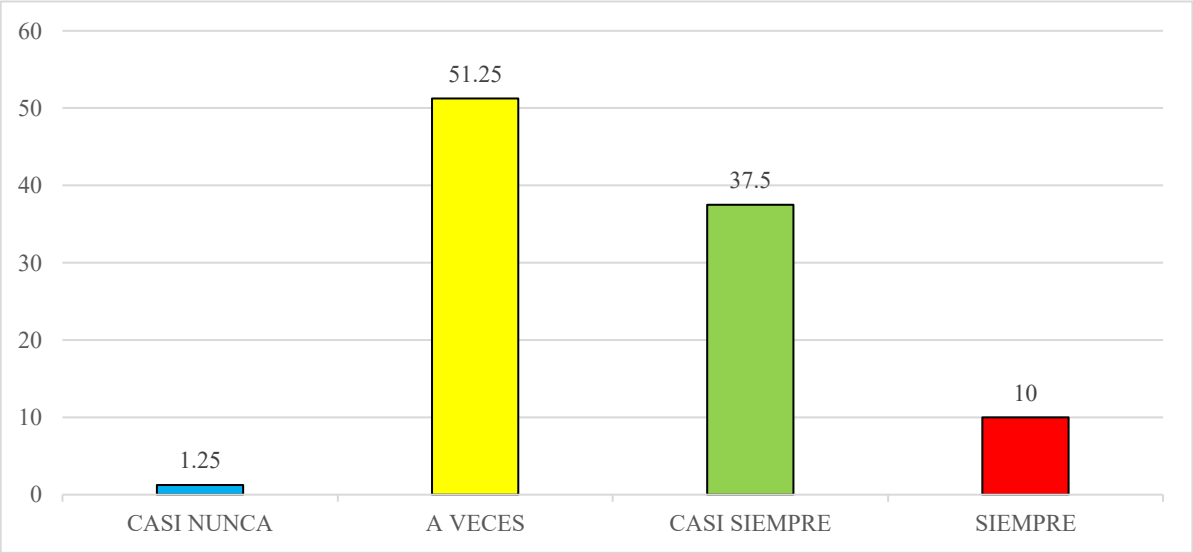
		f	%
Válido	Casi Nunca	1	1.3
	A veces	41	51.2
	Casi siempre	30	37.5
	Siempre	8	10.0
	Total	80	100.0

Nota Análisis estadístico extraído del software de SPSS.

.

Figura 23.

Frecuencias y porcentajes de la variable dimensión Modelo de Generación de Valor.



Nota: Gráfico de barras extraído del software SPSS.

Interpretación:

De la tabla 21 y figura 22, el 1,25% de los encuestados afirmó que casi nunca aplican los principios del modelo de Generación de Valor, mientras que el 51.25% manifestó que solo a veces lo aplica, y el 37.5% afirmó que casi siempre lo aplica, y solo el 10% afirma que siempre aplica dicho modelo. Lo cual refleja que el modelo de Generación de Valor, no es empleado de manera frecuente para dar mayor calidad a cada proyecto de construcción de las empresas.

4.3. Análisis Inferencial.

4.3.1. Prueba de normalidad.

(Kolmogorov – Smirnof) > 50 datos

Ho: Los datos provienen de una distribución normal.

Ha: Los datos NO provienen de una distribución normal.

Consideramos la regla de decisión:

Sig. < 0.05, se acepta la Ha y se rechaza la Ho.

Sig. >= 0.05, se rechaza la Ha y se acepta la Ho.

Tabla 25.

Prueba de Normalidad de Kolmogórov-Smirnov para una muestra.

		Lean Construction	Productividad	Modelo de Transformación	Trabajo de Flujo	Modelo de Generación de Valor
N		80	80	80	80	80
Parámetros	84,2625	88.3500	27.6250	28.8500	27.7875	26.5125
normales[a,b]	15,30843	12.97915	5.80784	5.54635	5.76479	2.40250
Máximas	,111	.102	.110	.118	.122	.172
diferencias	,111	.102	.099	.118	.122	.172
extremas	-,095	-.085	-.110	-.057	-.063	-.085
Estadístico de prueba		.111	.102	.110	.118	.122
Sig. asintótica(bilateral)		**.016**	**.037**	**.018**	**.008**	**.005**

Nota: Resultados del análisis inferencial del software SPSS.

Interpretación:

Dado que la muestra estuvo compuesta por 80 participantes, se aplicó la prueba de normalidad Kolmogorov–Smirnov, obteniéndose para la variable Lean Construction un valor de significancia de 0.016 y para la variable Productividad un valor de 0.037. En consecuencia, se acepta la hipótesis alterna, la cual establece que los datos no siguen una distribución normal. Por tal motivo, se optó por utilizar la prueba no paramétrica Rho de Spearman.

4.3.2. Prueba de Hipótesis.

4.3.2.1. Prueba de Hipótesis General.

- *Ha*: El método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.
- *Ho*: El método Lean Construction no repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

Regla de decisión:

Sig. < 0.05, se acepta la Ha y se rechaza la Ho.

Sig. >= 0.05, se rechaza la Ha y se acepta la Ho.

Tabla 26.

Correlación entre la variable Lean Construction y la variable Productividad.

			Lean Construction	**Productividad**
Rho de Spearman	Lean Contruction	Coeficiente de correlación	1.000	**.912****
		Sig. (bilateral)	.	**.000**
		N	80	80
	Productividad	Coeficiente de correlación	.912**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	80	80

Nota: Resultados de la prueba de hipótesis realizada en el software SPSS.

Interpretación:

El coeficiente de correlación Rho de Spearman arrojó un valor de 0.912, evidenciando una correlación positiva perfecta entre las variables, con un nivel de significancia bilateral (Sig. = 0.000 < 0.05). Por lo tanto, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyéndose que la metodología Lean Construction incide directamente en la productividad de las empresas privadas dedicadas a la construcción civil en la ciudad de Puno.

4.3.2.2. Prueba Hipótesis Específicas.

- **Hipótesis Específica 1:**

– *Ha*: El modelo de transformación del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

– *Ho*: El modelo de transformación del método Lean Construction no repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

Regla de decisión:

Sig. < 0.05, se acepta la Ha y se rechaza la Ho.

Sig. >= 0.05, se rechaza la Ha y se acepta la Ho.

Tabla 27.

Correlación entre la dimensión Modelo de Transformación y la variable Productividad.

			Modelo de Transformación	Productividad
Rho de Spearman	Modelo de Transformación	Coeficiente de correlación	1.000	**.791****
		Sig. (bilateral)	.	**.000**
		N	80	80
	Productividad	Coeficiente de correlación	.791**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	80	80

Nota: Resultados de la prueba de hipótesis realizada en el software SPSS.

Interpretación:

El coeficiente de correlación Rho de Spearman obtuvo un valor de 0.791, lo que refleja una correlación positiva muy fuerte entre la dimensión Modelo de Transformación y la variable Productividad, con un nivel de significancia bilateral (Sig. = 0.000 < 0.05). En consecuencia, se rechaza la hipótesis nula y se valida la hipótesis alternativa, concluyéndose que el modelo de transformación propio del enfoque Lean Construction influye en la productividad de las empresas privadas de construcción civil en la ciudad de Puno.

- **Hipótesis Específica 2:**

– *Ha:* El modelo de flujo del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

– *Ho*: El modelo de flujo del método Lean Construction no repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

Regla de decisión:

Sig. < 0.05, se acepta la Ha y se rechaza la Ho.

Sig. >= 0.05, se rechaza la Ha y se acepta la Ho.

Tabla 28.

Correlación entre la dimensión Modelo de Flujo y la variable Productividad.

			Modelo de Flujo	**Productividad**
Rho de Spearman	Modelo de Flujo	Coeficiente de correlación	1.000	**.855****
		Sig. (bilateral)	.	**.000**
		N	80	80
	Productividad	Coeficiente de correlación	.855**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	80	80

Nota: Resultados de la prueba de hipótesis realizada en el software SPSS.

Interpretación:

El coeficiente de correlación Rho de Spearman arrojó un valor de 0.855, evidenciando una correlación positiva muy fuerte entre la dimensión Modelo de Flujo y la variable Productividad, con un nivel de significancia bilateral (Sig. = 0.000 < 0.05). Por consiguiente, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, concluyéndose que el modelo de flujo del enfoque Lean Construction tiene un impacto significativo en la productividad de las empresas privadas de construcción civil en la ciudad de Puno.

- **Hipótesis Específica 3:**

– *Ha*: El modelo de generación de valor del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

– H_o: El modelo de generación de valor del método Lean Construction no repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.

Regla de decisión:

Sig. < 0.05, se acepta la Ha y se rechaza la Ho.

Sig. >= 0.05, se rechaza la Ha y se acepta la Ho.

Tabla 29.

Correlación entre la dimensión Modelo de Generación de Valor y la variable Productividad.

			Modelo de Generación de Valor	**Productividad**
Rho de Spearman	Modelo de Generación de Valor	Coeficiente de correlación	1.000	**.800****
		Sig. (bilateral)	.	**.000**
		N	80	80
	Productividad	Coeficiente de correlación	.800**	1.000
		Sig. (bilateral)	.000	.
		N	80	80

Nota: Resultados de la prueba de hipótesis realizada en el software SPSS.

Interpretación:

El análisis mediante el coeficiente de correlación Rho de Spearman arrojó un valor de 0.800, lo que demuestra una correlación positiva muy fuerte entre la dimensión Modelo de Generación de Valor y la variable Productividad, con un nivel de significancia bilateral (Sig. = 0.000 < 0.05). En consecuencia, se descarta la hipótesis nula y se respalda la hipótesis alternativa, concluyéndose que el modelo de generación de valor del enfoque Lean Construction influye de manera significativa en la productividad de las empresas privadas de construcción civil en la ciudad de Puno.

V. CONCLUSIONES

El análisis estadístico inferencial arrojó un coeficiente de correlación de Rho Spearman de 0.912, indicando una correlación positiva perfecta entre las variables de estudio. En consecuencia, se ha llegado a la conclusión de que el método Lean Construction repercute de manera significativa en la productividad de las empresas privadas del sector de construcción civil en la ciudad de Puno. No obstante, a pesar de la correlación evidente, es motivo de preocupación constatar que las empresas exhiben una adopción limitada de esta metodología, como se evidenció en la estadística descriptiva. El Lean Construction no se aplica de manera predominante en estas empresas, sino que su implementación es esporádica, lo cual se refleja en índices de productividad variables. Este hallazgo señala un desafío significativo en la optimización completa de los beneficios que el Lean puede aportar al ámbito constructivo. Las razones subyacentes a esta subutilización pueden ser diversas, abarcando desde barreras organizacionales hasta insuficiencias en capacitación o simplemente falta de conocimiento. Además, es plausible que factores económicos y de disponibilidad de recursos estén influyendo en la reticencia a adoptar prácticas más eficaces.

El análisis de hipótesis para la dimensión 1 reveló una correlación positiva muy fuerte de 0.791, indicando que el modelo de Transformación del método Lean Construction tiene una influencia significativa en la productividad de las empresas privadas de construcción civil en la ciudad de Puno. No obstante, según la estadística descriptiva, el 5% de los encuestados indicó que casi nunca aplican los principios del modelo de Transformación, mientras que el 46.25% afirmó que solo a veces lo implementa. Por otro lado, el 41.25% manifestó que casi siempre lo aplica, y solo el 7.5% afirmó que siempre lo aplica. Estos resultados sugieren que la mayoría de las empresas en este sector presentan índices considerables de desperdicio de recursos, una gestión del flujo de trabajo menos eficiente, una posible disminución en la calidad del trabajo

y una menor competitividad en el mercado. Además, podrían enfrentar dificultades para cumplir con plazos establecidos, costos de producción más elevados y un mayor riesgo de insatisfacción por parte de los clientes. En resumen, la falta de aplicación del principio de transformación puede incidir de manera significativa en la eficiencia, productividad y rentabilidad de las empresas de construcción en la ciudad de Puno.

La prueba de hipótesis para la dimensión 2 reveló una correlación positiva muy fuerte de 0.855, evidenciando que el modelo de Flujo del método Lean Construction tiene un impacto significativo en la productividad de las empresas privadas de construcción civil en la ciudad de Puno. En complemento, el 48.75% de los encuestados indicó que a veces aplican los principios del modelo de Flujo, mientras que el 40% afirmó que casi siempre lo aplica, y solo el 11.25% afirmó aplicar dicho modelo. Esto sugiere que el modelo de Flujo no se implementa de manera completa, lo cual podría traducirse en interrupciones, actividades no productivas y cuellos de botella en la ejecución de proyectos, resultando en retrasos y aumentos de costos. Además, la ineficiencia en la utilización de recursos y un mayor tiempo de ejecución podrían afectar la rentabilidad de cada proyecto, disminuyendo en última instancia la productividad general de las empresas constructoras.

La prueba de hipótesis para la dimensión 3 reveló una correlación positiva muy fuerte de 0.800, demostrando que el modelo de Generación de Valor del método Lean Construction tiene un impacto significativo en la productividad de las empresas privadas de construcción civil en la ciudad de Puno. Asimismo, según la estadística descriptiva, el 1.25% de los encuestados indicó que casi nunca aplican estos principios, mientras que el 51.25% manifestó que solo a veces lo implementa, y el 37.5% afirmó que casi siempre lo aplica, con solo el 10% asegurando aplicar siempre dicho modelo. Esto refleja que el modelo de Generación de Valor no se emplea de manera frecuente para mejorar la calidad de cada proyecto de construcción, lo

cual podría traducirse en una falta de consideración adecuada de los requisitos de cada cliente. Esto afecta no solo el resultado final del producto, sino también la productividad y la reputación de la empresa en la industria de la construcción.

La implementación de la metodología Lean Construction en las empresas de construcción civil en la ciudad de Puno ejerce un impacto significativo en su productividad. La ausencia de una aplicación coherente de este enfoque se refleja directamente en una disminución notoria de la eficiencia operativa, afectando la capacidad de entrega oportuna y con calidad óptima de los proyectos. La falta de adherencia constante a los principios Lean deja una marca tangible en el desempeño global de las operaciones constructivas. Además, se observa que el modelo de producción TFV (Transformación, Flujo y Valor) a menudo queda relegado, ya sea por falta de conocimiento sobre sus potencialidades o por la carencia de una estructura organizativa óptima para su aplicación efectiva. Esta situación destaca la necesidad urgente de fomentar una mayor difusión y comprensión de las prácticas Lean en la industria de la construcción de la ciudad de Puno. La adopción plena de estos métodos tiene el potencial de catalizar mejoras sustanciales en eficiencia, calidad y competitividad para las empresas constructoras en la región y su entorno. Es esencial promover una cultura organizacional que abrace y aplique de manera sistemática los principios Lean, reconociendo su capacidad para potenciar radicalmente la productividad y la ejecución de los procesos constructivos en la región de Puno.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda enfáticamente a las empresas de construcción de la ciudad de Puno que no solo adopten la metodología Lean Construction, sino que arraiguen en su cultura organizacional los principios fundamentales que la sustentan. Este cambio cultural va más allá de una implementación de herramientas y técnicas; implica una transformación en la forma de concebir y llevar a cabo los proyectos. Es un cambio de mentalidad que coloca en primer plano la eficiencia, la eliminación de desperdicios y la mejora continua como pilares fundamentales en la ejecución de cada tarea y en la gestión global de los proyectos.

Se sugiere que las empresas de construcción en la ciudad de Puno establezcan programas de capacitación que no se limiten a un evento puntual, sino que se mantengan de manera continua a lo largo del tiempo. Esta práctica garantiza que cada miembro del equipo, desde directivos hasta trabajadores de obra, estén debidamente informado y actualizado sobre las mejores prácticas en Lean Construction. Así, estarán en la mejor posición para aplicar de manera efectiva estas técnicas en sus funciones cotidianas. Así mismo, las empresas deben de integrar los principios de la teoría TFV (Transformación, Flujo y Valor) en la aplicación de Lean Construction, ya que esta teoría proporciona un marco sólido y estructurado para la optimización de los procesos constructivos. Al comprender y aplicar los conceptos de transformación eficiente, flujo continuo y generación de valor, las empresas de construcción en Puno estarán mejor equipadas para llevar a cabo proyectos de manera más eficaz y rentable.

Se sugiere que las empresas promuevan activamente el intercambio de experiencias y buenas prácticas con otras compañías del sector en la ciudad de Puno. Esto puede llevarse a cabo a través de la organización de eventos, seminarios especializados o mediante la participación en plataformas de colaboración. Estas actividades fomentarán un ambiente de

aprendizaje mutuo y enriquecimiento colectivo, contribuyendo así al crecimiento y desarrollo sostenible de la industria de la construcción en la región.

Se sugiere una estrategia proactiva que incluya programas de capacitación y concientización, así como una comunicación efectiva sobre los beneficios concretos que esta metodología puede brindar en el sector de la construcción en Puno. Además, se resalta la importancia del apoyo institucional y gubernamental, el cual puede desempeñar un papel crucial en fomentar y respaldar la implementación de prácticas más eficientes en el sector de la construcción, creando un entorno propicio para el éxito y la sostenibilidad de estas iniciativas.

Se sugiere establecer mecanismos formales para recopilar y analizar la retroalimentación de los clientes respecto a la ejecución de proyectos bajo el enfoque Lean en la ciudad de Puno. Esto permitirá identificar áreas de mejora y fortalezas que pueden ser capitalizadas en futuros proyectos, fortaleciendo así la relación cliente-empresa y la reputación en el mercado, y así también, extender este enfoque a sus proveedores y subcontratistas, ya que esto crea una cadena de suministro más eficiente y cohesionada, lo que contribuye significativamente a la optimización de la productividad de las empresas constructoras de la ciudad de Puno.

Finalmente, es vital mencionar que, el camino hacia una mayor productividad y competitividad en el sector de la construcción no solo depende de la disponibilidad de herramientas y metodologías eficaces, sino también de la voluntad y el compromiso de las empresas para adoptar y adaptar estas prácticas en su operación diaria. La aplicación exitosa de Lean Construction no solo representa una mejora en la eficiencia de los proyectos, sino que puede tener un impacto transformador en la cultura y la rentabilidad de las empresas.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abotaleb, I., Nassar, K., & Hosny, O. (2016). Layout optimization of construction site facilities with dynamic freeform geometric representations. *Automation in Construction*, *66*, 15–28. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2016.02.007

Alarcón, L. (1997). *Lean Construction* (1era ed.). CRC Press.

Alizon, F., Shooter, S. B., & Simpson, T. W. (2009). Henry Ford and the Model T: lessons for product platforming and mass customization. *Design Studies*, *30*(5), 588–605. https://doi.org/10.1016/j.destud.2009.03.003

Alvarez, P. (2022). *Lean Construction y su incidencia en la planificación de obras en una empresa constructora, Lima 2021* [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo]. https://hdl.handle.net/20.500.12692/89557

Aristizábal, P., Vásquez, A., & Botero, L. (2022). Perceptions on the processes of sustainable rating systems and their combined application with Lean construction. *Journal of Building Engineering*, *46*, 103627. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103627

Aslam, M., Gao, Z., & Smith, G. (2020). Exploring factors for implementing lean construction for rapid initial successes in construction. *Journal of Cleaner Production*, *277*, 123295. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123295

Ballard, G., Hamzeh, F., & Tommelein, I. (2007). The Last Planner Production Workbook-Improving Reliability in Planning and Workflow. *Lean Construction Institute, San Francisco, California, USA, 81pp*.

Ballard, G., & Howell, G. (1994). Implementing Lean Construction: Stabilizing Work Flow. *Proceedings of the 2nd Annual Meeting of the International Group for Lean Construction*.

Ballard, G., & Howell, G. (2003). Lean project management. *Building Research & Information*, *31*(2), 119–133. https://doi.org/10.1080/09613210301997

Botero, L. (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Editorial EAFIT. https://doi.org/10.17230/9789587207040lr0

Botero, L., & Álvarez, M. (2004). Guía de mejoramiento continuo para la productividad en la construcción de proyectos de vivienda (Lean construction como estrategia de mejoramiento). *Revista Universidad EAFIT*, *40*(136), 50–64.

Carvajal, D., Bahamón, S., Aristizábal, P., Vásquez, A., & Botero, L. (2019). Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. *Journal of Cleaner Production*, *234*, 1322–1337. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.216

Collao, F. (2017). *Propuesta de método de medición de la productividad fundamentado en lean construcción en la gestión de la producción en la industria de la construcción de la Región Arequipa. caso: Empresa Constructora de Edificaciones 2017* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/4257

Dave, B. (2013). *Developing a Construction Management System Based on Lean Construction and Building Information Modelling*. Tesis Doctoral, University of Salford.

De la Vega, H., Palomino, J., Gutierrez, H., & Salcedo, E. (2018). *Mejora de la productividad implementando el sistema Lean construction en la ejecución de obras por administración directa de infraestructuras educativas públicas Caso de estudio: I.E. Wiñayhuayna Mariano Santos del distrito de Urcos, provincia de Quispica* [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. http://hdl.handle.net/10757/624257

Drucker, P. (1989). *The new realities*. Transaction Publisher.

Drucker, P. (1993). *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*. Harper Business.

Emmitt, S., Sander, D., & Christoffersen, A. (2005). *The Value Universe: Defining a Value Based Approach to Lean Construction*. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:67812173

Fernandez, A., Jara, C., & Jara, R. (2018). *Optimización de indicadores de producción de obras, para mejorar la productividad, con la implementación de herramientas BIM, en proyectos de construcción, en el sector universitario, de Lima, Perú* [Tesis de Maestría, Universidad Tecnológica del Perú]. https://hdl.handle.net/20.500.12867/3403

Fonseca, C. (2011). *Mejoramiento de los procesos de planificación de obras a partir de la introducción de conceptos de gestión logística soportados en TIC, para el sector de la construcción en Colombia*. Tesis de Maestría, Universidad EAFIT.

Ghio, V. (2001). *Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta*. Pontificia Universidad Católica del Perú. https://doi.org/10.18800/9789972424175

Gomez, A., & Morales, D. (2016). Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra. *INGE CUC*, *12*(1), 21–31. https://doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.02

Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill educación.

Howell, G. (1999). What Is Lean Construction. *7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. http://iglc.net/Papers/Details/74/pdf

Hoyos, M., & Botero, L. (2018). Evolution and global impact of the Last Planner System: a literature review. *Ingeniería y Desarrollo*, *36*(1), 187–214. https://doi.org/10.14482/inde.36.1.10946

Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction*. VTT Publications.

Koskela, L. (2004). Making-Do - the Eighth Category of Waste. En S. Bertelsen & C. T. Formoso (Eds.), *12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. . http://www.iglc.net/papers/details/312

Koskela, L., Ballard, G., Howell, G., & Tommelein, I. (2002). The foundations of lean construction. *Design and Construction: Building in Value*, *291*, 211–226.

Kotter, J. (2012). *Leading Change*. Harvard Business Review Press.

Latorre, A., Sanz, C., & Sánchez, B. (2019). Aplicación de un modelo Lean-BIM para la mejora de la productividad en redacción de proyectos de edificación. *Informes de la Construcción*, *71*(556), 313. https://doi.org/10.3989/ic.67222

Li, S., Fan, M., & Wu, X. (2019). *Lean Construction Techniques and Individual Performance*. 1469–1478. https://doi.org/10.24928/2019/0136

Liker, J. (2010). *Las claves del éxito de Toyota. 14 principios de gestión del fabricante*. Gestión.

Loera, I., Espinosa, G., Enríquez, C., & Rodriguez, J. (2013). Productivity in Construction and Industrial Maintenance. *Procedia Engineering*, *63*, 947–955. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.08.274

Martinez, P., Gonzáles, V., & Da Fonseca, E. (2009). Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos. *Revista Ingeniería de Construcción*, *4*(1), 05–32.

Medina, M., Rojas, R., Bustamante, W., Loaiza, R., Martel, C., & Castillo, R. (2023). *Metodología de la investigación: Técnicas e instrumentos de investigación*. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. https://doi.org/10.35622/inudi.b.080

Minaya, D. (2020). *Implementacion de la filosofia lean en la mejora de procesos de construccion en la empresa HTC contratistas S.R.L. – Huaraz – 2016* [Tesis de Doctorado,

Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4218

Montesinos, M. (2022). *Metodología Lean Construction y su incidencia en la ejecución de obras de la empresa Armo Trading EIRL, Lima 2021* [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo]. https://hdl.handle.net/20.500.12692/91920

Morales, A., & Risco, D. (2022). *Mejora de proyectos de saneamiento urbano usando Lean Construction y gestión de riesgos* [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. http://hdl.handle.net/20.500.12404/23843

Mossman, A. (2018). *What Is Lean Construction: Another Look - 2018*. 1240–1250. https://doi.org/10.24928/2018/0309

Nervi, M. (2021). *Evaluación de la productividad usando modelos Bim 3D – Lean construction en la ejecución del proyecto Los Triunfadores, Juliaca 2018 – 2019* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. http://hdl.handle.net/20.500.12918/6097

O'Connor, R., & Swain, B. (2013). *Implementing Lean in construction: Lean tools and techniques – an introduction*. CIRIA.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System Beyond Large-Scale Production* (Productivity Press, Ed.).

Pillo, D. (2021). *Mejora de la productividad en la construcción de proyectos inmobiliarios en la ciudad de Quito mediante la aplicación de Lean Construction.* [Tesis de Maestría, Universidad Central del Ecuador]. http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25927

Pothen, L., & Ramalingam, S. (2018). *Applicability of Value Stream Mapping and Work Sampling in an Industrial Project in India*. 516–526. https://doi.org/10.24928/2018/0263

Rosenbaum, S., Toledo, M., & González, V. (2014). Improving Environmental and Production Performance in Construction Projects Using Value-Stream Mapping: Case Study. *Journal*

of Construction Engineering and Management, *140*(2). https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000793

Salem, O., Solomon, J., Genaidy, A., & Luegring, M. (2005). *Site Implementation and Assessment of Lean Construction Techniques*.

Sánchez, F., Carrillo, J., & Paucar, J. (2020). *Lean Construction y la mejora de la productividad en la ejecución de obras de edificación, Lima 2018* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Federico Villareal]. https://hdl.handle.net/20.500.13084/6926

Satolo, E., Leite, C., Calado, R., Goes, G., & Salgado, D. (2018). Ranking lean tools for world class reach through grey relational analysis. *Grey Systems: Theory and Application*, *8*(4), 399–423. https://doi.org/10.1108/GS-06-2018-0031

Serpell, A. (2002). *Administración de Operaciones de Construcción*. Universidad Católica de Chile.

Terry, A., & Smith, S. (2011). *Build Lean. Transforming construction using Lean Thinking*. Ciria.

Tezel, A., Koskela, L., & Tzortzopoulos, P. (2016). Visual management in production management: A literature synthesis. *Journal of Manufacturing Technology Management*, *27*, 766–799. https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2015-0071

Thomsem, C., Darrington, J., Dunne, D., & Lichtig, W. (2009). *Managing Integrated Project Delivery*. CMAA.

Valente, C., Brandalise, F., & Formoso, C. (2019). Model for Devising Visual Management Systems on Construction Sites. *Journal of Construction Engineering and Management*, *145*(2). https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001596

Wandahl, S. (2005). *Value is Building*. Tesis de Doctorado, Aalborg University.

Winch, G. (2003). Models of manufacturing and the construction process: the genesis of re-engineering construction. *Building Research & Information*, *31*(2), 107–118. https://doi.org/10.1080/09613210301995

Womack, J., & Jones, D. (1997). Lean Thinking - Banish Waste and Create Wealth in your Corporation. *Journal of the Operational Research Society*, *48*(11), 1148–1148. https://doi.org/10.1038/sj.jors.2600967

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2017). *La máquina que cambio al mundo* (Profit Editorial, Ed.).

Zegarra, J. (2023). *Modelo de gestión para mejorar la productividad en la ingeniería de reservorios en la región Tacna, 2019* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa]. https://hdl.handle.net/20.500.12773/16320

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de Consistencia.

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES
Problema General: ¿En qué medida el método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno?	**Objetivo General:** Determinar en qué medida el método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.	**Hipótesis General:** *H_1*: El método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno. *H_0*: El método Lean Construction no repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.	**Variable Independiente:** Lean Construction **Variable Dependien**te: Productividad	**Lean Construction:** - Modelo de transformación - Modelo de flujo. - Modelo de generación de valor. **Productividad:** - Eficiencia en el uso de recursos - Tiempo de ejecución de proyectos - Calidad de la construcción
Problema Específico 1: ¿En qué medida el modelo de transformación del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno?	**Objetivo Específico 1:** Determinar en qué medida el modelo de transformación del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.	**Hipótesis Específica 1:** *Ha*: El modelo de transformación del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno. *H_0*: El modelo de transformación del método Lean Construction no repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.	**Variable Independiente:** Modelo de transformación **Variable Dependien**te: Productividad	
Problema Específico 2: ¿En qué medida el modelo de flujo del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno?	**Objetivo Específico 2:** Determinar en qué medida el modelo de flujo del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.	**Hipótesis Específica 2:** *Ha*: El modelo de flujo del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno *H_0*: El modelo de flujo del método Lean Construction no repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno	**Variable Independiente:** Modelo de flujo. **Variable Dependien**te: Productividad	
Problema Específico 3: ¿En qué medida el modelo de generación de valor del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno?	**Objetivo Específico 3:** Determinar en qué medida el modelo de generación de valor del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.	**Hipótesis Específica 3:** *Ha*: El modelo de generación de valor del método Lean Construction repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno. *H_0*: El modelo de generación de valor del método Lean Construction no repercute en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno.	**Variable Independiente:** Modelo de generación de valor **Variable Dependien**te: Productividad	

ANEXO 2: Operacionalización de variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	INSTRUMENTO/ ESTADISTICA
Variable Independiente: Lean Construction	Para Howell (1999), la filosofía Lean resulta de la aplicación de una nueva forma de gestión de la producción en la construcción. Sus características esenciales incluyen un claro conjunto de objetivos para el proceso de entrega, dirigido a maximizar el desempeño para el cliente a nivel del proyecto, diseño concurrente del producto y del proceso y la aplicación del proceso de control a lo largo del ciclo de vida del producto, desde el diseño hasta su entrega. Por otro lado Koskela et al. (2002), lo definieron como una forma de diseñar sistemas de producción para minimizar el desperdicio de materiales, el tiempo y el esfuerzo para generar la máxima cantidad de valor posible.	El profesor Lauri Koskela, ante la ausencia de una teoría general de producción, abordó una nueva teoría que considera de una manera integrada tres modelos diferentes de producción: transformación, flujo, valor (teoría TFV), los cuales pueden ser aplicados a cualquier proyecto de construcción. Tomando como base esos principios, se consideró 3 dimensiones para la variable Lean Construction.	Modelo de Transformación	– Descomposición de tareas de producción. – Enfoque de procesos de control al proceso completo. – Mejoramiento continuo en los procesos.	1,2,3 4,5,6 7,8,9	**TÉCNICA:** Encuesta **INSTRUMENTO:** Cuestionario (medido a través de la escala de Likert) **PRUEBAS ESTADÍSTICAS:** - Nivel de confiabilidad (Alfa de Cronbach) - Análisis estadístico descriptivo.
			Modelo de Flujo	– Reducir las tareas o actividades que no agregan valor. – Reducción de los tiempos de ciclo de producción. – Incremento en la transparencia de los procesos.	10,11,12 13,14,15 16,17,18	
			Modelo de Generación de Valor	– Garantizar los requerimientos del cliente. – Garantizar la capacidad de producción. – Garantizar la calidad del producto final.	19,20,21 22,23,24 25,26,27	
Variable Dependiente: Productividad	Para Serpell (1992), la productividad es una medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un producto específico, dentro tiempo específico y con un estándar de calidad dado. Requiere todos los niveles de una organización, y una interacción tanto interna como externa para proveer las condiciones y recursos necesarios para llevar a cabo un proyecto de forma productiva. Así mismo, para Ghio (2001), la productividad es el cociente de la división de la producción de los recursos usados para lograr dicha producción.	Tomando en cuenta los principios de productividad propuestos por Serpell, en el sentido de la eficiencia, el tiempo de ejecución y el estándar de calidad, se tomó en cuenta cada uno de ellos como las 3 dimensiones de la variable Productividad.	Eficiencia en el uso de recursos	– Uso de mano de obra por proyecto. – Índice de uso de materiales. – Eficiencia de maquinaria y equipos.	28,29,30 31,32,33 34,35,36	- Análisis estadístico inferencial. Prueba de Normalidad (Sminov – Kolmogorov) - Prueba de Hipótesis Análisis no paramétrico (Rho Sphearman)
			Tiempo de Ejecución de proyectos	– Índice de cumplimiento de plazos. – Velocidad de avance – Desviación de tiempo del proyecto.	37,38,39 40,41,42 43,44,45	
			Calidad de la Construcción	– Tasas de defectos o errores en la construcción. – Cumplimiento de normativas y estándares. – Satisfacción del cliente con la calidad del proyecto.	46,47,48 49,50,51 52,53,54	

ANEXO 3: Formato de Cuestionario.

CUESTIONARIO DE INVESTIGACIÓN

Estimado(a) Sr(a): Mi nombre es Julimar Aguilar, soy egresada de la Maestría en Administración con mención a Gestión Empresarial, es grato dirigirme a usted, para hacerle llegar el siguiente cuestionario, que tiene por finalidad obtener datos para mi investigación titulada**: *"El método Lean Construction y su repercusión en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno"*.** Le agradecería que dedicara unos minutos de su tiempo para contribuir a su realización. Por su puesto, los datos recogidos se manejarán de forma confidencial, sin que se utilicen para otros fines diferentes a la investigación:
En el siguiente listado de preguntas seleccione la opción que mejor se adecue a su criterio, en consideración a la siguiente escala:

Siempre	5
Casi Siempre	4
A veces	3
Casi Nunca	2
Nunca	1

VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Construction							
DIMENSIÓN: Modelo de Transformación							
N°	**INDICADOR**	**ITEMS**	**Nunca**	**Casi Nunca**	**A veces**	**Casi Siempre**	**Siempre**
1	*Descomposición de tareas de producción*	En los proyectos de construcción de la empresa, ¿Se descomponen las actividades o tareas de producción en subprocesos?					
2		¿Se reduce el costo de producción al reducir la producción en subprocesos?					
3		¿Las tareas de producción de un proyecto de construcción se organizan de manera más óptima estar descompuestas?					
4	*Enfoque de procesos de control al proceso completo*	¿Se identifican los procesos clave que tienen un impacto significativo en la calidad de sus proyectos de construcción?					
5		¿La empresa realiza seguimientos al desempeño de los procesos de construcción en tiempo real?					
6		¿Se realizan procedimientos para abordar desviaciones o no conformidades con los estándares de calidad establecidos?					
7	*Mejoramiento continuo de los procesos.*	¿La empresa impulsa el mejoramiento continuo en los procesos de construcción?					
8		¿La empresa hace participe a todos los trabajadores para el mejoramiento continuo de los procesos?					
9		¿Se brinda capacitación y retroalimentación a los miembros de la empresa para asegurarse de que estén al tanto de las nuevas técnicas o procedimientos?					
DIMENSIÓN: Modelo de Flujo							
N°	**INDICADOR**	**ITEMS**	**Nunca**	**Casi Nunca**	**A veces**	**Casi Siempre**	**Siempre**
10	*Reducir las actividades que no agregan valor.*	En la empresa, ¿Se identifican actividades que no agregan valor en los procesos de construcción (tiempos de espera, trabajos innecesarios, entre otros)?					

11		¿Una vez identificadas las actividades que no agregan valor en los proyectos de construcción, se ejecutan acciones para reducir las pérdidas?					
12		¿Se realizan reuniones para revisar y actualizar las estrategias para reducir actividades no valiosas?					
13	*Reducción de los tiempos de ciclo de producción.*	¿En los proyectos de construcción de la empresa, se requiere la reducción de los tiempos de ciclo de producción?					
14		¿Se toman medidas para reducir los cuellos de botella que pueden afectar los tiempos de ciclo en los proyectos de construcción de su empresa?					
15		¿Se implementan técnicas o herramientas que contribuyan a la reducción de los tiempos de ciclo en los proyectos de construcción de la empresa?					
16	*Incremento en la transparencia de los procesos.*	¿Los procesos de construcción de la empresa son transparentes y comprensibles para toda la organización?					
17		¿Todos los trabajadores tienen acceso a la información necesaria para comprender y ejecutar eficazmente los procesos de construcción?					
18		¿Se proporciona acceso a la información relevante sobre los procesos de construcción a todos los interesados, incluyendo clientes y proveedores?					
DIMENSIÓN: Modelo de Generación de Valor							
N°	**INDICADOR**	**ITEMS**	**Nunca**	**Casi Nunca**	**A veces**	**Casi Siempre**	**Siempre**
19	*Garantizar los requerimientos del cliente.*	¿La empresa garantiza que todos los requerimientos del cliente (implícitos y explícitos) sean identificados?					
20		¿Se garantiza que los requerimientos del cliente sean siempre considerados en las fases de diseño y producción de un proyecto de construcción?					
21		¿La empresa tiene procesos establecidos para comunicarse regularmente con el cliente y asegurarse de que sus expectativas estén siendo satisfechas?					
22	*Garantizar la capacidad de producción.*	¿Se asegura la captura de todos los requisitos necesarios para llevar a cabo un proyecto de construcción?					
23		En la empresa, ¿Se cuenta con los equipos y maquinaria necesaria para realizar cualquier proyecto de construcción?					
24		¿Se cuenta con un plan de contingencia para abordar situaciones en las que la capacidad de producción pueda estar comprometida?					
25	*Garantizar la calidad del producto final*	¿Se cuenta con un sistema de gestión de calidad establecido para asegurar la conformidad con los estándares y regulaciones relevantes?					
26		¿Se tiene un sistema de retroalimentación de clientes para evaluar la satisfacción y la percepción de calidad del producto final entregado?					
27		La empresa, ¿Asegura una entrega de calidad en el producto final de un proyecto de construcción?					

VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad							
DIMENSIÓN: Eficiencia en el uso de recursos							
N°	**INDICADOR**	**ITEMS**	**Nunca**	**Casi Nunca**	**A veces**	**Casi Siempre**	**Siempre**
28	*Uso de mano de obra por proyecto*	¿Se utiliza la mano de obra de manera eficiente para completar los proyectos de construcción?					
29		¿La asignación de mano de obra en la empresa se adapta adecuadamente a las necesidades de cada proyecto?					
30		En la empresa, ¿Se asegura la seguridad y salud ocupaciones de todos los trabajadores y en especial de toda la mano de obra?					
31	*Índice de uso de materiales*	¿Se lleva a cabo un seguimiento meticuloso del inventario de materiales para evitar excedentes o faltantes en los proyectos?					
32		En la empresa, ¿Se realiza un seguimiento cuidadoso del uso de materiales para evitar desperdicios?					
33		¿La empresa implementa prácticas de reutilización y reciclaje de materiales para reducir el desperdicio en los proyectos de construcción?					
34	*Eficiencia de maquinaria y equipos*	¿Se cuenta con los equipos y maquinarias necesarias para la ejecución de un proyecto de construcción?					
35		¿La empresa lleva a cabo inspecciones regulares y mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos para garantizar su óptimo funcionamiento?					
36		¿La empresa considera la implementación de tecnologías o equipos más eficientes como parte de su estrategia de mejora continua en la eficiencia de maquinaria?					
DIMENSIÓN: Tiempo de ejecución de proyectos							
N°	**INDICADOR**	**ITEMS**	**Nunca**	**Casi Nunca**	**A veces**	**Casi Siempre**	**Siempre**
37	*Índice de cumplimiento de plazos*	¿Los proyectos de construcción se completan dentro de los plazos planificados?					
38		¿Se evalúa y registra el cumplimiento de los plazos establecidos para cada etapa o fase de un proyecto de construcción?					
39		¿La empresa implementa prácticas o técnicas específicas para mejorar el cumplimiento de los plazos en proyectos futuros?					
40	*Velocidad de avance*	¿Se mide y monitorea la velocidad de avance de los trabajos en los proyectos de construcción para evaluar si se están cumpliendo los hitos establecidos?					
41		¿Se promueve la adopción de tecnologías y métodos innovadores para aumentar la velocidad de avance en la construcción?					
42		¿Se fomenta una cultura de eficiencia y productividad entre los miembros del equipo para maximizar la velocidad de avance en los proyectos?					
43	*Desviación de tiempo del proyecto.*	¿Son frecuentes los desvíos en los proyectos de construcción de la empresa?					
44		¿Se implementan medidas correctivas cuando se detectan desviaciones en el cronograma para asegurar la recuperación del tiempo perdido?					
45		¿La empresa analiza y documenta las razones detrás de las desviaciones en el tiempo del proyecto para aprender y evitar situaciones similares en el futuro?					

DIMENSIÓN: Calidad de la construcción							
N°	**INDICADOR**	**ITEMS**	**Nunca**	**Casi Nunca**	**A veces**	**Casi Siempre**	**Siempre**
46	*Tasas de defecto o errores en la construcción*	¿Se lleva un registro detallado de los defectos o errores detectados durante la construcción de proyectos?					
47		¿Se implementan medidas específicas para reducir la ocurrencia de defectos o errores en los proyectos de construcción?					
48		¿La empresa realiza auditorías de calidad regulares para evaluar la incidencia de defectos o errores en sus proyectos y tomar medidas correctivas?					
49	*Cumplimiento de normativas y estándares*	¿La empresa se asegura de que todos los proyectos de construcción cumplan con las normativas y estándares locales y nacionales?					
50		¿Se asigna un equipo o persona responsable de verificar y documentar el cumplimiento de las normativas en cada proyecto?					
51		¿La empresa mantiene una relación constante con las autoridades reguladoras para asegurarse de estar al tanto de las actualizaciones y cambios en las normativas aplicables?					
52	*Satisfacción del cliente con la calidad del proyecto*	¿Se recopila sistemáticamente la retroalimentación de los clientes sobre la calidad de los proyectos de construcción entregados?					
53		¿Se implementan acciones correctivas basadas en la retroalimentación de los clientes para mejorar la calidad de los proyectos futuros?					
54		¿La empresa utiliza encuestas de satisfacción o evaluaciones regulares para medir la percepción de calidad de los clientes con respecto a sus proyectos?					

ANEXO 4: Juicio de Expertos.

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a).

Dra. BARBARA PONCE PONCE

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO A TRAVÉS DE EXPERTO

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo tesista para optar por el título profesional de Magister en Administración con Mención en gestión Empresarial en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos requiero validar el instrumento que utilizaré para la recolección de información a fin de desarrollar mi investigación satisfactoriamente y así optar por el grado de Magister. en Administración con Mención en Gestión Empresarial

El título de la investigación es: ***"El método Lean Construction y su repercusión en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno"***; por el cual es necesario tener la validación de docentes especializados para poder hacer uso y aplicación del instrumento seleccionado, motivo por el cual he considerado recurrir a su persona, debido a su connotada experiencia en el rubro.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de operacionalización de la variable.
- Cuestionario.

Expresándole mi respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

_____

FIRMA

Cuestionario:

Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
Coherencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Construction														
ITEMS		**RELEVANCIA**				**COHERENCIA**				**CLARIDAD**				**SUGERENCIAS**
	DIMENSIÓN 1: Modelo de Transformación	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	En los proyectos de construcción de la empresa, ¿Se descomponen las actividades o tareas de producción en subprocesos?				X				X				X	
2	¿Se reduce el costo de producción al reducir la producción en subprocesos?				X				X				X	
3	¿Las tareas de producción de un proyecto de construcción se organizan de manera más óptima estar descompuestas?				X				X				X	
4	¿Se identifican los procesos clave que tienen un impacto significativo en la calidad de sus proyectos de construcción?				X				X				X	
5	¿La empresa realiza seguimientos al desempeño de los procesos de construcción en tiempo real?				X				X				X	
6	¿Se realizan procedimientos para abordar desviaciones o no conformidades con los estándares de calidad establecidos?				X				X				X	
7	¿La empresa impulsa el mejoramiento continuo en los procesos de construcción?				x				X				X	
8	¿La empresa hace participe a todos los trabajadores para el mejoramiento continuo de los procesos?				x				X				X	
9	¿Se brinda capacitación y retroalimentación a los miembros de la empresa para asegurarse de que estén al tanto de las nuevas técnicas o procedimientos?				X				X				X	
	DIMENSIÓN 2: Modelo de Flujo	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
10	En la empresa, ¿Se identifican actividades que no agregan valor en los procesos de construcción (tiempos de espera, trabajos innecesarios, entre otros)?				X				X				X	
11	¿Una vez identificadas las actividades que no agregan valor en los proyectos de construcción, se ejecutan acciones para reducir las pérdidas?				X				X				X	
12	¿Se realizan reuniones para revisar y actualizar las estrategias para reducir actividades no valiosas?				X				X				X	
13	¿En los proyectos de construcción de la empresa, se requiere la reducción de los tiempos de ciclo de producción?				X				X				X	
14	¿Se toman medidas para reducir los cuellos de botella que pueden afectar los tiempos de ciclo en los proyectos de construcción de su empresa?				X				X				X	
15	¿Se implementan técnicas o herramientas que contribuyan a la reducción de los tiempos de ciclo en los proyectos de construcción de la empresa?				X				X				X	
16	¿Los procesos de construcción de la empresa son transparentes y comprensibles para toda la organización?				X				X				X	
17	¿Todos los trabajadores tienen acceso a la información necesaria para comprender y ejecutar eficazmente los procesos de construcción?				X				X				X	
18	¿Se proporciona acceso a la información relevante sobre los procesos de construcción a todos los interesados, incluyendo clientes y proveedores?				X				X				X	

DIMENSIÓN 3: Modelo de Generación de Valor		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
19	¿La empresa garantiza que todos los requerimientos del cliente (implícitos y explícitos) sean identificados?				X				X				X	
20	¿Se garantiza que los requerimientos del cliente sean siempre considerados en las fases de diseño y producción de un proyecto de construcción?				X				X				X	
21	¿La empresa tiene procesos establecidos para comunicarse regularmente con el cliente y asegurarse de que sus expectativas estén siendo satisfechas?				X				X				X	
22	¿Se asegura la captura de todos los requisitos necesarios para llevar a cabo un proyecto de construcción?				X				X				X	
23	En la empresa, ¿Se cuenta con los equipos y maquinaria necesaria para realizar cualquier proyecto de construcción?				X				X				X	
24	¿Se cuenta con un plan de contingencia para abordar situaciones en las que la capacidad de producción pueda estar comprometida?				X				X				X	
25	¿Se cuenta con un sistema de gestión de calidad establecido para asegurar la conformidad con los estándares y regulaciones relevantes?				X				X				X	
26	¿Se tiene un sistema de retroalimentación de clientes para evaluar la satisfacción y la percepción de calidad del producto final entregado?				X				X				X	
27	La empresa, ¿Asegura una entrega de calidad en el producto final de un proyecto de construcción?				X				X				X	

VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad														
ITEMS		**RELEVANCIA**				**COHERENCIA**				**CLARIDAD**				**SUGERENCIAS**
DIMENSIÓN 1: Eficiencia en el uso de recursos		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	¿Se utiliza la mano de obra de manera eficiente para completar los proyectos de construcción?				X				X				X	
2	¿La asignación de mano de obra en la empresa se adapta adecuadamente a las necesidades de cada proyecto?				X				X				X	
3	En la empresa, ¿Se asegura la seguridad y salud ocupaciones de todos los trabajadores y en especial de toda la mano de obra?				X				X				X	
4	¿Se lleva a cabo un seguimiento meticuloso del inventario de materiales para evitar excedentes o faltantes en los proyectos?				X				X				X	
5	En la empresa, ¿Se realiza un seguimiento cuidadoso del uso de materiales para evitar desperdicios?				X				X				X	
6	¿La empresa implementa prácticas de reutilización y reciclaje de materiales para reducir el desperdicio en los proyectos de construcción?				X				X				X	
7	¿Se cuenta con los equipos y maquinarias necesarias para la ejecución de un proyecto de construcción?				x				X				X	
8	¿La empresa lleva a cabo inspecciones regulares y mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos para garantizar su óptimo funcionamiento?				x				X				X	
9	¿La empresa considera la implementación de tecnologías o equipos más eficientes como parte de su estrategia de mejora continua en la eficiencia de maquinaria?				X				X				X	
DIMENSIÓN 2: Tiempo de ejecución de proyectos		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
10	¿Los proyectos de construcción se completan dentro de los plazos planificados?				X				X				X	
11	¿Se evalúa y registra el cumplimiento de los plazos establecidos para cada etapa o fase de un proyecto de construcción?				X				X				X	
12	¿La empresa implementa prácticas o técnicas específicas para mejorar el cumplimiento de los plazos en proyectos futuros?				X				X				X	
13	¿Se mide y monitorea la velocidad de avance de los trabajos en los proyectos de construcción para evaluar si se están cumpliendo los hitos establecidos?				X				X				X	
14	¿Se promueve la adopción de tecnologías y métodos innovadores para aumentar la velocidad de avance en la construcción?				X				X				X	
15	¿Se fomenta una cultura de eficiencia y productividad entre los miembros del equipo para maximizar la velocidad de avance en los proyectos?				X				X				X	
16	¿Son frecuentes los desvíos en los proyectos de construcción de la empresa?				X				X				X	
17	¿Se implementan medidas correctivas cuando se detectan desviaciones en el cronograma para asegurar la recuperación del tiempo perdido?				X				X				X	
18	¿La empresa analiza y documenta las razones detrás de las desviaciones en el tiempo del proyecto para aprender y evitar situaciones similares en el futuro?				X				X				X	

DIMENSIÓN 3: Calidad de la construcción		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
19	¿Se lleva un registro detallado de los defectos o errores detectados durante la construcción de proyectos?				X				X				X	
20	¿Se implementan medidas específicas para reducir la ocurrencia de defectos o errores en los proyectos de construcción?				X				X				X	
21	¿La empresa realiza auditorías de calidad regulares para evaluar la incidencia de defectos o errores en sus proyectos y tomar medidas correctivas?				X				X				X	
22	¿La empresa se asegura de que todos los proyectos de construcción cumplan con las normativas y estándares locales y nacionales?				X				X				X	
23	¿Se asigna un equipo o persona responsable de verificar y documentar el cumplimiento de las normativas en cada proyecto?				X				X				X	
24	¿La empresa mantiene una relación constante con las autoridades reguladoras para asegurarse de estar al tanto de las actualizaciones y cambios en las normativas aplicables?				X				X				X	
25	¿Se recopila sistemáticamente la retroalimentación de los clientes sobre la calidad de los proyectos de construcción entregados?				X				X				X	
26	¿Se implementan acciones correctivas basadas en la retroalimentación de los clientes para mejorar la calidad de los proyectos futuros?				X				X				X	
27	¿La empresa utiliza encuestas de satisfacción o evaluaciones regulares para medir la percepción de calidad de los clientes con respecto a sus proyectos?				X				X				X	

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

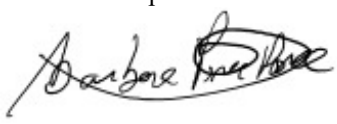
Título de la investigación:	"El método Lean Construction y su repercusión en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno"
Apellidos y nombres del experto:	Barbara Ponce Ponce
Grado Académico	Doctora

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



DNI: 07508488

CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor(a).

Dr. ALDO MEDINA GAMERO

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO A TRAVÉS DE EXPERTO

Me es muy grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo tesista para optar por el título profesional de Magister en Administración con Mención en gestión Empresarial en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos requiero validar el instrumento que utilizaré para la recolección de información a fin de desarrollar mi investigación satisfactoriamente y así optar por el grado de Magister. en Administración con Mención en Gestión Empresarial.

El título de la investigación es*: "**El método Lean Construction y su repercusión en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno**";* por el cual es necesario tener la validación de docentes especializados para poder hacer uso y aplicación del instrumento seleccionado, motivo por el cual he considerado recurrir a su persona, debido a su connotada experiencia en el rubro.

El expediente de validación, que le hago llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Matriz de operacionalización de la variable.
- Cuestionario.

Expresándole mi respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

_____

FIRMA

Cuestionario:

Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
Coherencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

VARIABLE INDEPENDIENTE: Lean Construction														
ITEMS		**RELEVANCIA**				**COHERENCIA**				**CLARIDAD**				**SUGERENCIAS**
	DIMENSIÓN 1: Modelo de Transformación	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	En los proyectos de construcción de la empresa, ¿Se descomponen las actividades o tareas de producción en subprocesos?				X				X				X	
2	¿Se reduce el costo de producción al reducir la producción en subprocesos?				X				X				X	
3	¿Las tareas de producción de un proyecto de construcción se organizan de manera más óptima estar descompuestas?				X				X				X	
4	¿Se identifican los procesos clave que tienen un impacto significativo en la calidad de sus proyectos de construcción?				X				X				X	
5	¿La empresa realiza seguimientos al desempeño de los procesos de construcción en tiempo real?				X				X				X	
6	¿Se realizan procedimientos para abordar desviaciones o no conformidades con los estándares de calidad establecidos?				X				X				X	
7	¿La empresa impulsa el mejoramiento continuo en los procesos de construcción?				x				X				X	
8	¿La empresa hace participe a todos los trabajadores para el mejoramiento continuo de los procesos?				x				X				X	
9	¿Se brinda capacitación y retroalimentación a los miembros de la empresa para asegurarse de que estén al tanto de las nuevas técnicas o procedimientos?				X				X				X	
	DIMENSIÓN 2: Modelo de Flujo	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
10	En la empresa, ¿Se identifican actividades que no agregan valor en los procesos de construcción (tiempos de espera, trabajos innecesarios, entre otros)?				X				X				X	
11	¿Una vez identificadas las actividades que no agregan valor en los proyectos de construcción, se ejecutan acciones para reducir las pérdidas?				X				X				X	
12	¿Se realizan reuniones para revisar y actualizar las estrategias para reducir actividades no valiosas?				X				X				X	
13	¿En los proyectos de construcción de la empresa, se requiere la reducción de los tiempos de ciclo de producción?				X				X				X	
14	¿Se toman medidas para reducir los cuellos de botella que pueden afectar los tiempos de ciclo en los proyectos de construcción de su empresa?				X				X				X	
15	¿Se implementan técnicas o herramientas que contribuyan a la reducción de los tiempos de ciclo en los proyectos de construcción de la empresa?				X				X				X	
16	¿Los procesos de construcción de la empresa son transparentes y comprensibles para toda la organización?				X				X				X	
17	¿Todos los trabajadores tienen acceso a la información necesaria para comprender y ejecutar eficazmente los procesos de construcción?				X				X				X	
18	¿Se proporciona acceso a la información relevante sobre los procesos de construcción a todos los interesados, incluyendo clientes y proveedores?				X				X				X	

DIMENSIÓN 3: Modelo de Generación de Valor		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
19	¿La empresa garantiza que todos los requerimientos del cliente (implícitos y explícitos) sean identificados?				X				X				X	
20	¿Se garantiza que los requerimientos del cliente sean siempre considerados en las fases de diseño y producción de un proyecto de construcción?				X				X				X	
21	¿La empresa tiene procesos establecidos para comunicarse regularmente con el cliente y asegurarse de que sus expectativas estén siendo satisfechas?				X				X				X	
22	¿Se asegura la captura de todos los requisitos necesarios para llevar a cabo un proyecto de construcción?				X				X				X	
23	En la empresa, ¿Se cuenta con los equipos y maquinaria necesaria para realizar cualquier proyecto de construcción?				X				X				X	
24	¿Se cuenta con un plan de contingencia para abordar situaciones en las que la capacidad de producción pueda estar comprometida?				X				X				X	
25	¿Se cuenta con un sistema de gestión de calidad establecido para asegurar la conformidad con los estándares y regulaciones relevantes?				X				X				X	
26	¿Se tiene un sistema de retroalimentación de clientes para evaluar la satisfacción y la percepción de calidad del producto final entregado?				X				X				X	
27	La empresa, ¿Asegura una entrega de calidad en el producto final de un proyecto de construcción?				X				X				X	

VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad														
ITEMS		**RELEVANCIA**				**COHERENCIA**				**CLARIDAD**				**SUGERENCIAS**
DIMENSIÓN 1: Eficiencia en el uso de recursos		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	¿Se utiliza la mano de obra de manera eficiente para completar los proyectos de construcción?				X				X				X	
2	¿La asignación de mano de obra en la empresa se adapta adecuadamente a las necesidades de cada proyecto?				X				X				X	
3	En la empresa, ¿Se asegura la seguridad y salud ocupaciones de todos los trabajadores y en especial de toda la mano de obra?				X				X				X	
4	¿Se lleva a cabo un seguimiento meticuloso del inventario de materiales para evitar excedentes o faltantes en los proyectos?				X				X				X	
5	En la empresa, ¿Se realiza un seguimiento cuidadoso del uso de materiales para evitar desperdicios?				X				X				X	
6	¿La empresa implementa prácticas de reutilización y reciclaje de materiales para reducir el desperdicio en los proyectos de construcción?				X				X				X	
7	¿Se cuenta con los equipos y maquinarias necesarias para la ejecución de un proyecto de construcción?				x				X				X	
8	¿La empresa lleva a cabo inspecciones regulares y mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos para garantizar su óptimo funcionamiento?				x				X				X	
9	¿La empresa considera la implementación de tecnologías o equipos más eficientes como parte de su estrategia de mejora continua en la eficiencia de maquinaria?				X				X				X	
DIMENSIÓN 2: Tiempo de ejecución de proyectos		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
10	¿Los proyectos de construcción se completan dentro de los plazos planificados?				X				X				X	
11	¿Se evalúa y registra el cumplimiento de los plazos establecidos para cada etapa o fase de un proyecto de construcción?				X				X				X	
12	¿La empresa implementa prácticas o técnicas específicas para mejorar el cumplimiento de los plazos en proyectos futuros?				X				X				X	
13	¿Se mide y monitorea la velocidad de avance de los trabajos en los proyectos de construcción para evaluar si se están cumpliendo los hitos establecidos?				X				X				X	
14	¿Se promueve la adopción de tecnologías y métodos innovadores para aumentar la velocidad de avance en la construcción?				X				X				X	
15	¿Se fomenta una cultura de eficiencia y productividad entre los miembros del equipo para maximizar la velocidad de avance en los proyectos?				X				X				X	
16	¿Son frecuentes los desvíos en los proyectos de construcción de la empresa?				X				X				X	
17	¿Se implementan medidas correctivas cuando se detectan desviaciones en el cronograma para asegurar la recuperación del tiempo perdido?				X				X				X	
18	¿La empresa analiza y documenta las razones detrás de las desviaciones en el tiempo del proyecto para aprender y evitar situaciones similares en el futuro?				X				X				X	

DIMENSIÓN 3: Calidad de la construcción		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
19	¿Se lleva un registro detallado de los defectos o errores detectados durante la construcción de proyectos?				X				X				X	
20	¿Se implementan medidas específicas para reducir la ocurrencia de defectos o errores en los proyectos de construcción?				X				X				X	
21	¿La empresa realiza auditorías de calidad regulares para evaluar la incidencia de defectos o errores en sus proyectos y tomar medidas correctivas?				X				X				X	
22	¿La empresa se asegura de que todos los proyectos de construcción cumplan con las normativas y estándares locales y nacionales?				X				X				X	
23	¿Se asigna un equipo o persona responsable de verificar y documentar el cumplimiento de las normativas en cada proyecto?				X				X				X	
24	¿La empresa mantiene una relación constante con las autoridades reguladoras para asegurarse de estar al tanto de las actualizaciones y cambios en las normativas aplicables?				X				X				X	
25	¿Se recopila sistemáticamente la retroalimentación de los clientes sobre la calidad de los proyectos de construcción entregados?				X				X				X	
26	¿Se implementan acciones correctivas basadas en la retroalimentación de los clientes para mejorar la calidad de los proyectos futuros?				X				X				X	
27	¿La empresa utiliza encuestas de satisfacción o evaluaciones regulares para medir la percepción de calidad de los clientes con respecto a sus proyectos?				X				X				X	

MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

Título de la investigación:	"El método Lean Construction y su repercusión en la productividad de las empresas privadas de construcción civil de la ciudad de Puno"
Apellidos y nombres del experto:	Medina Gamero Alto
Grado Académico	Maestro

Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una "x" en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SÍ	NO	
1	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
2	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
3	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
4	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
5	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con las variables de estudio?	X		
6	¿La redacción de las preguntas tienen un sentido coherente y no están sesgadas?	X		
7	¿Cada una de las preguntas del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?	X		
8	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
9	¿Son entendibles las alternativas de respuesta del instrumento de medición?	X		
10	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
11	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de responder para, de esta manera, obtener los datos requeridos?	X		

Sugerencias:

Firma del experto:



DNI: 40882167

ANEXO 5: Procesamiento de datos

ENCUESTADOS	VARIABLE: Lean Construction																										
	DIMENSIÓN: Modelo de Transfromación									DIMENSIÓN: Modelo de Flujo										DIMENSIÓN: Modelo de Generación de Valor								
	Descomposición de tareas de producción			*Enfoque de procesos de control al proceso completo*			*Mejoramiento continuo de los procesos*			*Reducir las actividades que no agregan valor*			*Reducción de los tiempos de ciclo de producción.*			*Incremento en la transparencia de los procesos.*			*Garantizar los requerimientos del cliente.*			*Garantizar la capacidad de producción.*			*Garantizar la calidad del producto final*		
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	P21	P22	P23	P24	P25	P26	P27
1	3	3	3	2	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	3	2	3	2	2	2	3	1	2	3	4	3	3
2	2	2	3	4	3	2	4	2	3	4	3	4	3	3	2	2	2	3	3	2	4	1	2	2	2	3	2
3	3	4	3	3	4	3	3	3	3	4	2	4	3	4	4	4	4	3	2	5	2	2	2	3	4	4	3
4	4	5	5	5	4	5	3	4	3	4	3	5	4	3	4	3	5	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3
5	5	4	4	3	4	4	4	3	4	5	4	5	4	4	4	3	5	4	4	4	4	3	5	4	5	4	5
6	2	3	3	2	3	2	2	3	3	4	4	2	1	2	2	4	1	3	3	3	2	3	3	3	3	4	4
7	4	3	4	3	3	5	4	3	3	2	2	4	3	4	3	4	2	3	4	4	4	3	4	3	3	4	4
8	3	4	4	5	4	3	5	5	4	4	3	4	3	3	5	5	4	4	3	3	2	2	4	3	3	4	3
9	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	3	5	3	3
10	2	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	4	3	2	2	3	3	3	3	3	3	1	2	2	4	3	2
11	3	3	3	2	4	2	2	2	2	3	2	4	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2	4	2	2
12	4	3	3	4	3	4	4	3	2	3	2	3	3	2	3	3	2	3	2	1	3	3	2	2	1	2	2
13	2	3	4	2	3	2	4	2	3	3	3	4	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2	4	2	2
14	2	3	3	3	5	3	5	3	5	4	3	5	4	5	4	5	4	3	4	4	4	4	3	3	5	4	3
15	2	3	4	3	4	2	4	3	2	4	2	3	4	3	2	4	2	3	4	4	2	2	2	3	2	2	4
16	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	3	4	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3
17	4	4	3	2	4	2	4	3	4	3	3	2	2	4	3	3	2	3	3	3	3	2	2	2	3	2	2
18	2	3	4	3	3	4	2	2	3	4	3	3	3	2	3	2	3	4	3	4	3	4	3	5	4	5	4
19	3	3	2	2	2	3	2	3	4	3	4	2	2	2	3	4	3	2	4	2	3	3	3	4	2	3	3
20	4	2	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	3	4	4	5	4	3	3	2	4	2	2	3	3	2	2
21	2	3	2	3	3	4	3	3	3	4	2	3	3	3	3	2	4	2	4	3	3	2	3	2	4	3	3
22	3	4	3	4	3	4	2	3	4	2	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	2	3	3	3	4	3	4
23	2	2	3	3	2	3	1	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2	2	5	2	2	2	3	2	2	4	2
24	2	3	3	3	3	2	1	4	1	2	2	3	2	3	3	3	2	2	2	1	2	2	3	2	3	2	2
25	3	3	4	3	3	2	3	2	3	3	3	3	2	4	3	4	2	3	2	4	3	3	3	3	4	4	3
26	3	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	2	4	3	2	2	3	2	2	3	2	3	2	3	2	3	2
27	3	4	2	3	3	2	3	3	3	3	2	2	3	3	4	5	4	3	3	3	4	2	3	2	4	3	2
28	3	3	5	3	3	5	4	3	4	4	3	4	3	2	3	2	3	2	4	3	2	4	2	5	2	4	2
29	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	1	2	2	3	3	3	3	2	2	3	3	4
30	5	4	3	4	4	3	4	5	4	4	5	4	5	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	5	4	4	4
31	3	2	2	2	3	4	3	3	3	2	4	3	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2	4	2	4	2	3
32	4	4	4	4	5	3	3	4	3	4	5	4	5	4	3	3	4	5	4	4	3	3	4	5	4	5	4
33	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	2
34	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	4	4	4	5	5	4	2	2	2	2	2	2	2	2
35	2	2	4	2	4	3	1	3	1	5	4	3	4	3	3	3	5	4	4	2	3	5	2	2	3	3	2

36	3	4	2	3	2	2	2	2	5	4	5	4	5	4	5	3	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4
37	2	3	3	2	3	2	2	1	2	3	2	4	3	2	2	3	2	3	3	3	3	1	2	2	4	2	2
38	2	3	3	3	4	4	2	1	2	3	2	4	3	2	2	3	2	3	3	3	3	1	2	2	4	2	2
39	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3
40	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	4	3	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2
41	3	2	2	2	3	2	2	3	5	4	5	2	5	4	2	3	2	4	3	2	3	2	2	3	3	3	4
42	3	5	4	4	3	4	2	4	4	4	5	3	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3
43	4	4	4	4	3	2	3	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	3	4	5	3	3	2	3	4	4	4
44	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3	3	1	1	2	2	3	1	3	3	3	3	2	2	2	2
45	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	4	3	2	2	1	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2
46	3	4	2	3	3	3	2	4	5	4	5	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	5	4	4	4
47	3	5	4	4	3	4	2	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	3	3	4	3
48	4	3	3	4	3	2	3	3	4	4	4	4	3	4	2	2	5	4	4	5	4	5	4	3	4	5	5
49	2	2	3	2	2	2	2	5	2	3	2	3	3	4	2	3	4	3	3	3	3	1	2	2	4	2	2
50	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	1	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	2
51	2	1	2	1	2	2	2	2	2	3	2	3	3	1	1	2	2	3	1	3	3	3	3	2	2	2	2
52	2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	2	4	3	2	2	1	2	3	2	2	2	2	3	2	3	2	2
53	4	4	4	4	4	4	4	4	3	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5	4	5	5	4	5	4	5
54	5	4	4	4	3	4	3	4	3	3	2	3	4	3	5	2	4	4	2	3	2	4	2	3	3	4	4
55	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	2	3	3	2	4	3	3
56	2	2	3	3	2	2	2	2	1	3	3	4	2	2	2	3	2	3	3	3	2	3	2	3	4	3	2
57	2	2	2	2	3	2	2	3	2	1	3	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	1	2
58	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	2	2	2	1	2
59	3	4	2	3	2	2	2	2	5	4	5	4	5	4	5	3	4	4	3	4	3	4	4	4	2	4	2
60	3	5	4	4	3	4	2	4	4	4	5	3	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3
61	3	4	3	5	3	4	3	4	5	3	5	5	2	4	3	3	2	3	3	2	3	4	4	4	2	3	4
62	3	4	2	3	2	2	4	3	5	3	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	5	4	3	4
63	3	5	4	4	3	4	2	4	4	4	5	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	5	4	5	4	4
64	4	4	4	4	3	2	3	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	3	4	5	3	3	2	3	4	4	4
65	3	4	2	3	4	2	3	3	5	4	5	3	5	4	5	3	3	4	3	2	3	4	4	5	4	4	4
66	4	5	4	4	3	4	4	3	3	4	5	3	4	3	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3
67	4	2	3	4	2	2	3	3	4	3	4	3	3	4	3	3	4	3	4	5	3	2	2	2	3	4	4
68	4	4	4	5	5	4	4	5	2	3	5	5	4	5	4	5	5	4	5	4	4	5	4	4	3	4	5
69	3	4	4	5	4	2	3	4	4	3	4	4	3	5	4	3	2	3	3	2	4	3	4	4	3	4	4
70	4	5	5	4	5	4	4	5	2	4	3	4	5	4	5	4	4	3	5	4	4	5	4	3	4	3	5
71	5	3	4	4	5	3	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	5	3	4	4	3	4	3	4	5
72	1	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	3	3	4	4	3	5	3	4	4	3	3	2	3	4
73	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	3	4	3	2	2	3	2	3	3	3	2	3	4	5	3	2	3
74	3	2	3	2	3	2	3	3	2	3	2	3	4	2	2	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	4	3
75	2	3	3	2	2	2	2	3	2	3	3	4	5	2	5	3	2	3	2	3	3	3	2	2	4	2	2
76	4	3	3	2	4	4	3	2	2	3	2	4	3	3	4	3	2	3	4	3	3	2	3	2	3	2	2
77	3	3	4	4	5	3	4	4	3	3	5	4	3	2	3	3	4	3	5	4	5	4	4	5	4	5	5
78	4	4	5	4	3	4	5	4	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4
79	5	3	4	3	4	3	5	4	3	2	4	4	2	4	3	3	4	3	2	4	3	2	3	3	4	3	4
80	2	3	3	2	3	2	2	1	2	3	2	4	3	2	2	3	2	3	3	3	3	1	2	2	4	2	2

ENCUESTADOS	VARIABLE: Productividad																												
	DIMENSIÓN: Eficiencia en el uso de recursos									DIMENSIÓN: Tiempo de ejecución de proyectos									DIMENSIÓN: Calidad en la construcción										
	Uso de mano de obra por proyecto			*Índice de uso de materiales*			*Eficiencia de maquinaria y equipos*			*Índice de cumplimiento de plazos*			*Velocidad de avance*			*Desviación de tiempo del proyecto.*			*Tasas de defecto o errores en la construcción*			*Cumplimiento de normativas y estándares*			*Satisfacción del cliente con la calidad del proyecto*		
	P28	P29	P30	P31	P32	P33	P34	P35	P36	P37	P38	P39	P40	P41	P42	P43	P44	P45	P46	P47	P48	P49	P50	P51	P52	P53	P54
1	3	3	2	2	4	3	3	4	4	4	2	3	2	2	4	3	4	3	3	2	2	3	3	3	4	4	3
2	3	4	3	3	4	3	2	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	4	2	2	3	2	4	3	3
3	4	4	3	4	3	3	5	2	4	5	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	5	4	2	3	2
4	4	5	3	5	3	3	4	3	4	5	3	5	4	5	3	3	4	4	3	4	2	4	4	3	3	3	4
5	4	4	3	5	4	5	4	4	4	4	3	3	2	2	4	3	3	2	4	4	4	4	5	4	5	4	4
6	3	3	4	3	2	3	3	4	3	2	4	3	2	4	4	3	3	3	3	2	4	2	3	2	3	1	4
7	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	2	3	3	3	3	4	5	4	4	3	4	3	3	4	3	4	4
8	3	4	3	4	3	3	4	5	4	5	3	4	2	3	4	4	4	3	4	5	5	4	3	4	4	3	4
9	4	4	3	3	3	3	3	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	4	5	3	4	3	4
10	3	2	3	2	2	3	3	2	3	4	2	4	2	2	2	2	3	3	4	2	2	3	3	2	3	3	3
11	3	2	5	3	3	3	3	1	3	2	2	2	3	2	2	2	3	2	4	2	2	4	2	2	5	3	3
12	3	2	5	2	2	2	2	3	3	2	2	4	2	2	2	2	3	2	4	5	2	2	5	4	5	3	2
13	3	2	5	2	2	3	3	3	3	4	2	4	1	2	2	2	2	3	4	3	4	2	2	2	3	3	3
14	5	3	5	5	4	4	5	4	5	3	4	5	5	4	5	3	4	4	4	4	4	3	4	4	5	4	5
15	4	2	3	3	3	5	3	4	4	4	2	3	4	3	3	2	2	3	3	4	3	2	2	3	2	3	4
16	3	3	3	4	2	3	3	2	3	4	4	3	3	5	3	4	3	2	3	2	3	2	4	2	2	3	2
17	2	3	3	3	2	3	2	2	1	3	2	3	3	3	4	2	3	3	4	3	2	2	3	4	3	3	3
18	3	4	3	2	2	3	3	3	5	4	5	4	2	3	2	2	2	3	4	3	4	4	3	3	3	4	2
19	3	5	3	3	3	2	2	2	2	4	2	3	4	2	3	2	2	3	3	3	3	5	4	4	4	2	3
20	3	3	2	4	3	3	2	3	4	3	3	2	4	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3	2	4	3
21	4	3	3	3	4	3	3	4	4	3	2	3	3	2	3	3	2	2	2	3	3	3	3	4	3	2	3
22	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	3	3	4	3	4	3	4
23	4	2	3	2	3	2	2	2	2	4	2	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3	3	4	2	3	2	3
24	2	2	2	3	3	2	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	4	4	3	3	2	2	1	1	3	3	2
25	4	2	2	3	3	3	4	3	4	3	3	3	4	3	3	4	3	4	4	3	3	2	3	2	4	3	5
26	3	2	2	2	5	2	3	2	5	2	3	4	2	5	4	4	5	3	3	2	3	2	3	2	2	5	2
27	2	2	3	4	3	4	3	2	3	4	3	3	3	2	3	4	4	4	2	3	3	3	3	5	4	5	3
28	4	3	4	3	5	2	3	4	4	3	4	3	5	5	3	4	4	3	5	3	4	2	3	2	3	2	3
29	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	3	4	3	3	3	3	3	5	3	4	3	2	3	3	4	3
30	3	3	4	4	5	4	5	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4
31	4	3	2	3	4	2	2	2	4	3	3	3	4	4	3	3	2	2	3	4	4	3	4	3	3	3	4
32	4	3	3	4	4	4	5	4	4	3	2	4	2	2	4	3	3	4	5	4	5	3	4	5	4	5	4
33	4	3	3	4	3	4	3	4	4	3	4	4	3	3	4	3	4	4	3	4	5	2	4	3	4	4	4
34	4	4	4	5	5	5	5	4	4	3	4	5	4	4	3	4	4	5	4	2	4	3	3	5	4	4	5
35	3	4	5	5	4	5	4	4	3	3	5	3	3	4	3	4	3	5	4	2	5	4	5	4	3	3	3
36	4	5	3	4	5	4	5	3	4	2	4	3	3	4	4	3	3	4	3	2	4	3	4	4	4	3	3
37	3	2	5	2	2	3	3	3	3	4	2	4	1	2	1	2	3	3	4	5	2	2	2	2	5	3	2
38	3	2	5	2	2	4	3	3	4	2	2	4	1	2	2	2	3	2	3	1	2	1	2	1	1	3	2
39	2	3	2	3	1	2	3	1	3	3	3	4	3	2	2	2	3	3	3	5	3	2	3	1	5	4	2

40	3	2	4	2	2	3	3	3	3	3	2	4	3	2	2	2	3	3	2	4	2	3	3	3	5	3	4
41	4	5	3	4	3	4	5	3	2	2	4	3	4	3	2	3	3	4	3	2	4	3	2	2	4	3	2
42	3	4	4	3	5	3	4	3	5	4	3	3	4	5	4	3	4	3	3	3	3	3	4	5	4	3	4
43	3	3	4	4	5	4	5	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3
44	2	2	2	2	1	2	3	1	3	3	3	4	3	2	2	2	3	3	3	5	3	2	3	1	5	4	2
45	3	2	4	2	2	3	3	3	3	3	2	4	3	2	2	2	3	3	2	4	2	3	3	3	5	3	4
46	4	5	3	4	5	4	5	3	4	2	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	3	3
47	3	2	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	5	4	3	4	3	3	3	3	3	4	5	4	3	4
48	4	4	4	4	4	4	5	3	5	2	4	5	3	5	4	5	4	4	3	4	5	3	4	4	5	4	5
49	3	2	4	4	2	3	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	3	5	2	2	2	2	5	3	2
50	3	2	5	2	1	3	2	3	3	2	2	2	3	2	3	2	3	3	4	5	2	4	2	4	4	4	2
51	2	2	2	2	1	2	3	1	3	3	3	4	3	2	2	2	3	3	3	5	3	2	3	1	5	4	2
52	3	2	4	2	2	3	3	3	3	3	2	4	3	2	2	2	3	3	2	4	2	3	3	3	5	3	4
53	4	4	4	5	4	5	4	4	5	5	4	5	4	4	4	4	4	5	3	4	5	4	5	4	4	4	4
54	4	5	2	3	3	2	3	1	2	3	3	2	4	4	2	3	4	3	4	5	3	2	3	2	3	3	2
55	3	2	5	2	2	3	3	3	3	4	2	3	1	2	1	3	3	1	2	5	2	2	3	3	3	3	2
56	3	4	4	2	4	3	3	4	3	2	2	3	2	3	3	2	3	1	1	1	2	2	2	3	5	3	2
57	4	2	4	2	2	3	4	2	2	1	2	3	3	2	3	2	1	1	4	3	2	3	2	2	3	3	2
58	2	1	2	2	4	4	3	3	3	4	2	1	3	2	1	1	3	3	2	3	2	2	2	3	3	3	2
59	4	5	4	3	5	2	5	3	4	2	4	5	2	4	4	3	4	4	4	2	4	3	4	4	4	3	3
60	3	4	4	3	5	3	4	3	3	4	2	3	4	3	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	4	3	4
61	2	3	4	3	5	3	3	4	4	4	5	4	5	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	3
62	4	5	3	4	3	4	5	3	4	2	4	4	4	4	4	3	3	4	4	2	4	3	4	3	4	3	3
63	5	4	4	4	4	4	4	5	4	5	4	5	4	5	4	3	4	4	3	4	3	4	4	3	3	4	4
64	3	3	4	4	5	4	5	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4	4	4	3	4	3	4	3	3
65	4	5	3	4	5	4	5	3	4	2	3	2	3	4	4	3	3	4	4	2	4	3	4	2	4	3	3
66	3	3	4	3	5	3	4	3	4	4	3	3	4	3	3	4	2	3	3	3	3	3	4	5	4	3	4
67	3	3	4	3	5	3	2	3	3	4	3	4	3	4	3	3	4	4	3	4	5	4	4	3	3	2	3
68	4	4	5	3	4	3	4	5	4	4	5	3	4	4	4	4	5	3	4	5	4	4	3	4	3	4	5
69	3	2	3	2	4	3	4	3	3	4	2	4	4	2	3	2	3	3	4	5	3	3	4	4	5	3	4
70	4	4	5	4	3	4	3	5	4	4	5	4	3	3	4	4	5	4	3	5	4	4	4	3	4	3	5
71	3	4	4	3	4	4	4	5	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	5	3	4	3	4	3	4	5
72	3	4	5	4	4	3	3	3	3	4	5	5	4	4	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3	3	3	3
73	3	2	5	2	2	3	3	3	3	4	2	3	2	2	2	2	3	3	4	5	2	3	3	3	5	3	2
74	3	2	5	2	4	3	3	3	3	3	2	4	3	3	2	2	3	3	4	5	3	2	2	2	3	3	2
75	3	3	3	3	4	3	3	3	3	4	3	3	4	2	2	2	3	3	4	5	3	2	3	5	3	3	2
76	3	2	5	2	2	3	3	3	3	3	2	3	3	4	3	3	3	3	4	5	4	5	3	4	4	3	2
77	4	5	4	4	5	4	5	5	4	3	3	3	3	4	5	3	3	4	3	3	4	5	4	3	5	3	4
78	4	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	5	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3
79	4	4	3	4	5	4	3	5	3	5	3	4	3	5	3	4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	4	4
80	3	2	5	2	2	3	3	3	3	4	2	4	1	2	1	2	3	3	4	5	2	2	2	2	5	3	2

SUM_V1	SUM_V2	SUM_D1	SUM_D2	SUM_D3
78	82	28	27	23
72	75	25	26	21
88	85	29	32	27
103	100	38	34	31
111	101	35	38	38
74	80	23	23	28
92	94	32	27	33
99	101	37	35	27
91	98	29	30	32
69	72	21	25	23
70	73	23	24	23
72	77	30	24	18
74	74	25	26	23
103	114	32	37	34
79	83	27	27	25
74	80	24	27	23
77	74	30	25	22
88	85	26	27	35
76	81	24	25	27
86	85	30	33	23
79	80	26	26	27
91	93	30	31	30
64	76	20	20	24
63	69	22	22	19
82	87	26	27	29
69	82	23	24	22
81	87	26	29	26
87	93	33	26	28
68	92	23	19	26
107	110	36	36	35
73	84	25	25	23
107	101	34	37	36
97	97	34	32	31
99	110	37	42	20
82	103	22	34	26
95	97	25	38	32
66	75	20	24	22
70	64	24	24	22
63	73	16	22	25
67	78	23	24	20
80	86	24	31	25
95	99	33	32	30
93	98	31	30	32
57	71	16	20	21
65	78	23	22	20
96	99	29	32	35
96	95	33	33	30
100	110	29	32	39
71	77	22	27	22
68	77	24	22	22
57	71	16	20	21
65	78	23	22	20
115	115	35	39	41

91	80	34	30	27
72	71	24	22	26
68	72	19	24	25
64	67	20	21	23
60	66	18	22	20
93	98	25	38	30
98	94	33	35	30
93	97	34	30	29
93	97	28	31	34
103	108	33	33	37
93	99	31	30	32
98	94	29	36	33
99	93	34	35	30
86	92	27	30	29
115	108	37	40	38
95	89	33	31	31
111	107	38	36	37
102	102	35	32	35
88	96	28	29	31
76	79	23	25	28
73	79	23	24	26
74	84	21	30	23
78	87	27	27	24
104	105	33	30	41
113	108	38	38	37
91	102	34	29	28
66	75	20	24	22