



UNIVERSIDAD ANDINA
NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE
ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS
UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA
LEAN CONSTRUCTION**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHON ALEXIS ARPI GUERRA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

JULIACA – PERÚ

2025



UNIVERSIDAD ANDINA

NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES
EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES
BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION**

TESIS PRESENTADA POR:

Bach. JHON ALEXIS ARPI GUERRA

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

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

PRESIDENTE

:



Dr. LEONEL SUASACA PELINCO

PRIMER MIEMBRO

:



Dr. EFRAIN PARILO SOSA

SEGUNDO MIEMBRO

:



Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ASESOR DE TESIS

:



Dr. ARNALDO YANA TORRES

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

:

TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



RESOLUCIÓN DECANAL N° 627-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 02 de julio del 2025

VISTO: El expediente N° 2025- CU-4970 presentado por el (la) Bachiller: **JHON ALEXIS ARPI GUERRA** estudiante de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN**.

CONSIDERANDO:

Que, el (la) Bach. **JHON ALEXIS ARPI GUERRA**, quien solicita **NOMINACIÓN DE JURADOS Y PROGRAMACIÓN DE FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN** de la Tesis Titulado: **PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION**, la misma que pertenece a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en concordancia con el dictamen de similitud.

De conformidad al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 24, Art. 28 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **NOMINACIÓN DE JURADOS** integrado por los siguientes docentes:

- * **Presidente** : Dr. LEONEL SUASACA PELINCO
- * **1er Miembro** : Dr. EFRAIN PARILLO SOSA
- * **2do Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

ARTICULO SEGUNDO. - RECONOCER como asesor de la investigación (tesis) de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras al (a la) docente, **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTICULO TERCERO . - APROBAR, la **FECHA Y HORA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS** de el (la) bachiller: **JHON ALEXIS ARPI GUERRA**; del informe final de la investigación (tesis) titulado: **PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION** para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**. de acuerdo al siguiente detalle:

- * **FECHA** : jueves 10 de julio del 2025
- * **HORA** : 09:30 horas
- * **LUGAR** : Aula 306 - FICP

ARTÍCULO CUARTO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. WALTER J. LIZARRAGA ARMAZA
DECANO (e)
CIP. 70808



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



RESOLUCIÓN DECANAL N° 086-2025-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de enero del 2025

VISTO: El expediente N° 2024-CU - 089 por el señor (a): **JHON ALEXIS ARPI GUERRA** quien solicita **REVISIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (borrador de tesis)**, el **PROVEIDO - N° 047 - 2025-UI-FICP-UANCV/J**, y la **FICHA DE OPINIÓN DEL INFORME FINAL DE LA INVESTIGACION (BORRADOR DE TESIS)** formato N° 372 - 2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHON ALEXIS ARPI GUERRA**, ha presentado su informe final de la investigación (borrador de tesis) Titulado: **PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión del informe final de la investigación (borrador de tesis) formato N° 372 - 2024 **aprobandó** el informe final de la investigación (borrador de tesis) titulado: **PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION**, Correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el reglamento interno de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos mediante Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y estando a la opinión favorable del comité de investigación respecto al informe final de la investigación (borrador de tesis).

Estando, con la opinión favorable del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 27 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, el **INFORME FINAL DE LA INVESTIGACIÓN (BORRADOR DE TESIS)**, para la **REVISIÓN DE SIMILITUD TURNITIN**, presentado por el señor (a): **JHON ALEXIS ARPI GUERRA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**, en virtud a los considerandos expuestos.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RATIFICAR como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a) la), **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS
.....
Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS
.....
Dr. Efraín Pajillo Sosa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo
interesado (a)



"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

RESOLUCIÓN DECANAL N° 1452-2024-D-UI-FICP-UANCV

Juliaca, 06 de noviembre del 2024

VISTO: El expediente N° 2024-CU- 11742, presentado el señor (a) **JHON ALEXIS ARPI GUERRA** solicitando **APROBACIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** el PROVEIDO – N° 923-2024-UI-FICP-UANCV/J, y la **FICHA DE OPINIÓN DE LA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN** formato N° 358 -2024 del integrante del comité de investigación **EPIC** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, según al reglamento interno de trabajos de investigación conducente a grados y títulos.

CONSIDERANDO:

Que, el señor (a): **JHON ALEXIS ARPI GUERRA** ha presentado su propuesta de investigación Titulado: **PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales; el integrante del comité de investigación **Dr. Arnaldo Yana Torres** de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, emitió la ficha de opinión de la propuesta de investigación formato N° 358 -2024- aprobando la propuesta de investigación titulado: **PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION**.

Que, es requisito indispensable contar con un asesor docente ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de doctor o magister y experiencia en la línea a investigar, o deberá estar acreditado por Resolución 0989-2022-UANCV-CU-R, quien asumirá como asesor de la propuesta de investigación, según el área o grado.

Estando, con la opinión favorable de la propuesta de investigación del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en concordancia al Reglamento Interno de Trabajos de Investigación Conducente a Grados y Títulos aprobado con Resolución N° 0294-2023 UANCV-CU-R. y en merito al Art. 25 del reglamento, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano y el Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

RESUELVE:

ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR, la **PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el señor (a): **JHON ALEXIS ARPI GUERRA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con el Tema Titulado: **PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION** correspondiente a la línea de investigación **TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN**.

La misma que deberá proceder con la ejecución de la propuesta de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento Interno de Trabajo de Investigación Conducente a Grados y Títulos, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales.

ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** de al (a la) docente **Dr. ARNALDO YANA TORRES**.

ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA
DECANO
CIP. 47790



UNIVERSIDAD "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. Efraín Palmito Josa
DIRECTOR
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

cc.
Archivo 2024
Interesado (a)



PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE TIEMPO EN EL EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION

INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

21%

FUENTES DE INTERNET

8%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	3%
2	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unjfsc.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	2%
6	uvadoc.uva.es Fuente de Internet	1%
7	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
8	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	1%

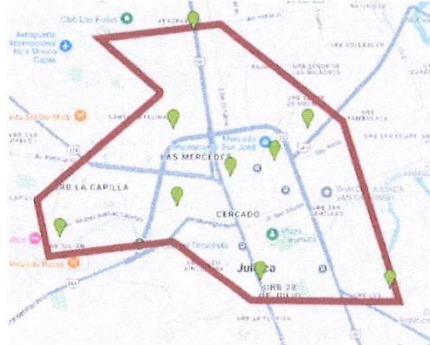


Metadatos Complementarios



Título de la Tesis	
PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION	
Datos de autor	
Nombres y apellidos	JHON ALEXIS ARPI GUERRA
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70140355
URL de ORCID	https://orcid.org/0009-0004-6436-8362
Datos de asesor	
Nombres y apellidos	ARNALDO YANA TORRES
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	41414676
URL de ORCID	https://orcid.org/0000-0002-6740-5024
Datos del jurado	
Presidente del jurado	
Nombres y apellidos	LEONEL SUASACA PELINCO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	40865558
Miembro del jurado 1	
Nombres y apellidos	EFRAIN PARILLO SOSA
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02416058
Miembro del jurado 2	
Nombres y apellidos	FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876



Datos de investigación	
Línea de investigación	Tecnología de la Construcción - P17
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	Sin financiamiento
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú Departamento: Puno Provincia: San Román Distrito: Juliaca LEAN CONSTRUCTION Coordenadas: Latitud: -15.48948471 Longitud: -70.1269644 URL Maps</p>  <p>https://www.google.com/maps/d/u/0/edit?mid=1vTvhMwMgCt7R6upy9rCDdsWKYbwFKe8&usp=sharing</p>
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Noviembre 2024 – Julio 2025
URL de disciplinas OCDE - Librería	<p>Ingeniería Civil https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</p> <p>Ingeniería de materiales https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.05.01</p>



UNIVERSIDAD ANDINA "MESTRADO VILASQUEZ"
 FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURAS
 Dr. Fritz Willy Mamani Apaza
 DIRECTOR
 UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo JHON ALEXIS ARPI GUERRA, identificado con DNI
Nro. 70140355, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional**
 Programa de Segunda Especialidad,
 Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación, Trabajo Académico
denominada:

PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO
DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION

Asesorado por: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 31 de JULIO del 2025



Firma del Asesor
(obligatoria)



Firma del Estudiante
(obligatoria)



Huella



DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, cuya fe en mí ha sido la Nota. de mi fuerza y perseverancia a lo largo de todo este camino. A ellos les debo no solo mis logros académicos, sino también los valores que me inculcaron.



AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proceso de investigación. En primer lugar, a mi asesor de tesis, cuyo apoyo y orientación constante fueron fundamentales para el desarrollo de esta investigación. Agradezco también a los profesionales del sector de la construcción por su colaboración y por compartir sus experiencias prácticas, lo que permitió enriquecer esta investigación



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	x

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática.....	1
1.1.1. Problema general.....	2
1.1.2. problemas específicos.....	2
1.2. Objetivos.....	2
1.2.1. objetivo general.....	2
1.2.2. objetivos específicos.....	2
1.3. Hipótesis.....	3
1.3.1. Hipótesis general.....	3
1.3.2. Hipótesis específicas.....	3
1.4. Justificación.....	3
1.5. Variables.....	5



1.5.1. Variable independiente..... 5

1.5.2. variable dependiente 5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes 6

 2.1.1. Internacional..... 6

 2.1.2. Nacional 8

 2.1.3. Regional 10

2.2. Marco teórico 13

 2.2.1. La construcción de viviendas unifamiliares 13

 2.2.2. El tarrajeo en la construcción 16

 2.2.3. Gestión de la construcción 22

 2.2.4. Lean Construction: Filosofía y Principios 26

 2.2.5. Sectorización en la Construcción 31

 2.2.6. Trenes de Actividades en Lean Construction 35

 2.2.7. Aplicación de Lean Construction en la construcción de viviendas 39

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación 41

3.2. Tipo de investigación 41

3.3. Método de investigación 42

 3.3.1. Enfoque 42



3.4. Población y muestra	42
3.4.1. Población.....	42
3.4.2. Muestra	42
3.5. Técnicas e instrumentos	42
3.5.1. Técnicas.....	42
3.5.2. instrumentos.....	42
3.6. Materiales y métodos.....	43

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados.....	44
CONCLUSIONES.....	57
RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	64
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	65
Anexo 2. Análisis de costos.....	67
Anexo 3. Tabla de descripción de tarrajeo	74



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajeos primarios.....	46
Tabla 2. Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajeo en interiores.	47
Tabla 3. Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajeos en exteriores.....	48
Tabla 4. Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajeos en columnas.	49
Tabla 5. Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajeos de vigas.	50
Tabla 6. Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajeos con impermeabilizantes.	51
Tabla 7. Control Visual de Avance en tarrajeo primario.	52
Tabla 8. Control Visual de Avance en tarrajeos en interiores.	52
Tabla 9. Control Visual de Avance en tarrajeo de exteriores.	53
Tabla 10. Control Visual de Avance en tarrajeos de columnas.....	53
Tabla 11. Control Visual de Avance en tarrajeos de vigas.....	53
Tabla 12. Control Visual de Avance en tarrajeos con impermeabilizante.	54



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de tarrajeo.....	45
Figura 2. Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo primario.	46
Figura 3: Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo de interiores.	47
Figura 4. Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo en exteriores.	48
Figura 5. Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo en columnas.....	49
Figura 6. Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo en vigas.....	50
Figura 7. Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo con impermeabilizante. .	51
Figura 8. Visualización de la Interdependencia de los Trenes de Trabajo.	55
Figura 9. Flujo de Materiales y Recursos (Just-in-Time)	56



RESUMEN

La presente tesis propone un modelo de sectorización y trenes de actividades en el proceso de tarrajeo de viviendas unifamiliares, implementando la filosofía Lean Construction con el objetivo de mejorar la eficiencia en la ejecución de estas obras en la ciudad de Juliaca durante el año 2024. Mediante un enfoque en la optimización de procesos y la reducción de desperdicios, se desarrollaron herramientas como diagramas de flujo, el sistema Last Planner, tableros Kanban y métodos Just-in-Time para controlar y planificar el trabajo.

Los resultados destacan la reducción significativa de tiempos en diferentes etapas del tarrajeo, como en el tarrajeo interior (-10 días) y exterior (-7 días), así como en columnas y vigas (-5 días cada uno). El uso de trenes de actividades permitió visualizar la interdependencia entre procesos clave, desde la preparación de superficies hasta la limpieza final, asegurando un flujo eficiente de materiales y recursos. La implementación de estas herramientas no solo impactó positivamente en la eficiencia y la planificación, sino que también mejoró la calidad final de los acabados.

Palabras clave: Lean construction, tarrajeos, trenes de trabajo



ABSTRACT

This thesis proposes a model of sectorization and activity trains in the plastering process of single-family homes, implementing the Lean Construction philosophy with the aim of improving efficiency in the execution of these projects in the city of Juliaca during the year 2024. By focusing on process optimization and waste reduction, tools such as flowcharts, the Last Planner System, Kanban boards, and Just-in-Time methods were developed to control and plan the work.

The results highlight significant time reductions in various stages of plastering, such as interior plastering (-10 days) and exterior plastering (-7 days), as well as in columns and beams (-5 days each). The use of activity trains allowed for the visualization of interdependencies between key processes, from surface preparation to final cleaning, ensuring an efficient flow of materials and resources. The implementation of these tools not only positively impacted efficiency and planning but also improved the final quality of the finishes.

Keywords: Lean construction, plastering, work trains



INTRODUCCIÓN

La construcción de viviendas unifamiliares es una de las actividades más importantes dentro del sector de la edificación, dado que contribuye significativamente al desarrollo urbano y al bienestar de las personas. Sin embargo, este proceso enfrenta una serie de retos que impactan directamente en la eficiencia, calidad y costos de ejecución. Entre estos desafíos se encuentran la falta de una planificación adecuada, los tiempos muertos en las obras, los sobrecostos y el desperdicio de recursos, lo que genera un impacto negativo en la competencia.

El tarrajeo, como parte fundamental del proceso de acabado en la construcción de viviendas, no escapa a estas dificultades. Este proceso, que involucra la aplicación de capas de yeso o mortero en las superficies de paredes y techos, es especialmente susceptible a demoras debido a su alta dependencia de la mano de obra, las condiciones del clima y la coordinación entre los distintos oficios de construcción. A pesar de su importancia, la gestión de este proceso suele estar desorganizada y carece de un enfoque sistemático que permita maximizar su eficiencia.

Es aquí donde la filosofía Lean Construction, que busca optimizar los procesos de construcción mediante la eliminación de desperdicios y la mejora continua, se presenta como una herramienta clave. El enfoque Lean se basa en la creación de valor para el cliente, la reducción de tiempos de espera, la mejora del flujo de trabajo y la eliminación de actividades activas.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo proponer una metodología de sectorización y trenes de actividades en el proceso de tarrajeo de viviendas unifamiliares.



Esta investigación busca no solo identificar las áreas de oportunidad en el proceso de tarrajeo, sino también desarrollar una propuesta práctica que pueda ser aplicada en proyectos reales, contribuyendo así a la mejora de la eficiencia, reducción de costos y aumento de la calidad en la construcción



CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Exposición de la situación problemática

La construcción de viviendas unifamiliares en muchos países, especialmente en zonas urbanas y periurbanas, enfrenta una serie de desafíos relacionados con la optimización de los procesos de construcción, los cuales impactan directamente en el costo, el tiempo de ejecución y la calidad de la obra. Uno de los procesos críticos en la edificación de viviendas es el tarrajeo, que corresponde a la aplicación de mortero o yeso sobre superficies de paredes y techos, para dar acabados y mejorar la estética y durabilidad de los mismos. En el contexto actual de la construcción de viviendas unifamiliares, el tarrajeo es un proceso que, a pesar de ser esencial, presenta una gran cantidad de ineficiencias. Estas ineficiencias se derivan principalmente de los siguientes factores: 1. Falta de planificación adecuada: En muchos proyectos, el proceso de tarrajeo no cuenta con una planificación detallada y específica, lo que resulta en la desorganización de las actividades. Esto puede ocasionar tiempos muertos, retrasos en el inicio y la finalización de la actividad, y la intervención de los trabajadores en tareas que no están alineadas con la secuencia lógica de la obra.



1.1.1. Problema general

¿Cómo la implementación de la sectorización y trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction puede mejorar la eficiencia en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024?

1.1.2. problemas específicos

¿De qué manera la sectorización de los trabajos de tarrajeo en viviendas unifamiliares influye en la eficiencia de ejecución de las obras en comparación con los métodos tradicionales en la ciudad de Juliaca en el año 2024?

¿Cómo la aplicación de trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction influye en los trabajos de tarrajeo en viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024?

¿Qué impacto tiene la implementación de Lean Construction en la calidad final de los acabados de tarrajeo en viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024?

1.2. Objetivos

1.2.1. objetivo general

Determinar cómo la implementación de la sectorización y trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction mejora la eficiencia en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024.

1.2.2. objetivos específicos

Evaluar de qué manera la sectorización de los trabajos de tarrajeo influye en la eficiencia de ejecución de las obras en comparación con los métodos tradicionales en viviendas unifamiliares en Juliaca en el año 2024.



Analizar la influencia de la aplicación de trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares en Juliaca en el año 2024.

Identificar el impacto de la implementación de Lean Construction en la calidad final de los acabados de tarrajeo en viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024.

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

La implementación de la sectorización y trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction mejora significativamente la eficiencia en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024.

1.3.2. Hipótesis específicas

La sectorización de los trabajos de tarrajeo mejora la eficiencia en la ejecución de las obras en comparación con los métodos tradicionales en viviendas unifamiliares en Juliaca.

La aplicación de trenes de actividades bajo Lean Construction reduce el tiempo de ejecución y el desperdicio de materiales en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares en Juliaca.

La implementación de Lean Construction mejora la calidad final de los acabados de tarrajeo en viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca.

1.4. Justificación

La implementación de la filosofía Lean Construction, en particular la sectorización y los trenes de actividades, se ha convertido en un enfoque clave para optimizar la eficiencia en la construcción a nivel global. Esta investigación busca contribuir teóricamente al cuerpo de conocimiento sobre cómo estos principios



pueden aplicarse de manera efectiva en proyectos de vivienda unifamiliar, particularmente en contextos locales como la ciudad de Juliaca. Según Koskela (1992), Lean Construction reduce los desperdicios y mejora la productividad al estandarizar procesos y maximizar el uso de recursos. Esta investigación ampliará el entendimiento de cómo se puede aplicar Lean Construction en un entorno residencial con limitaciones geográficas y económicas. Además, se espera que los resultados puedan aportar un marco conceptual que pueda ser utilizado por futuros investigadores para explorar la aplicación de Lean en otros tipos de proyectos constructivos, facilitando su adopción en contextos similares tanto en Perú como en otros países en desarrollo. Este estudio tiene un impacto práctico significativo, ya que busca ofrecer una solución efectiva para optimizar el proceso de tarrajeo en viviendas unifamiliares mediante la implementación de sectorización y trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction. En Juliaca, los métodos constructivos tradicionales suelen generar ineficiencias y elevados costos debido a la falta de planificación estructurada y la inadecuada gestión de recursos. Con la aplicación de estos principios, las pequeñas y medianas empresas constructoras locales podrían mejorar considerablemente su productividad, reduciendo los tiempos de ejecución y los desperdicios de material. Esta investigación también busca ofrecer una guía práctica para los profesionales de la construcción, brindando herramientas y métodos que se adapten a las particularidades de la región de Puno. De esta manera, se espera contribuir a la mejora de la calidad de las viviendas y a la reducción de los costos, beneficiando tanto a los constructores como a los propietarios de viviendas.

Metodológicamente, esta investigación adopta un enfoque basado en la recolección y análisis de datos cualitativos y cuantitativos obtenidos mayormente



en gabinete. Se utilizarán herramientas de modelado Lean Construction, como diagramas de flujo de trabajo, para representar el proceso de tarrajeo antes y después de la implementación de sectorización y trenes de actividades. Además, se llevarán a cabo simulaciones para evaluar los cambios en la eficiencia y la calidad. La metodología contempla el uso de estudios de caso en proyectos de vivienda unifamiliar en Juliaca, lo que permitirá un análisis comparativo entre las metodologías tradicionales y las nuevas propuestas. Se espera que la metodología aplicada sirva como referencia para la implementación de Lean Construction en otros proyectos similares, tanto en entornos urbanos como rurales, y que los resultados obtenidos puedan ser replicables en futuras investigaciones sobre la optimización de procesos constructivos en proyectos de pequeña escala.

1.5. Variables

1.5.1. *Variable independiente*

Propuesta de implementación de sectorización y trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction

Dimensiones

- Sectorización de la obra
- Trenes de actividades

1.5.2. *variable dependiente*

Eficiencia en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares

Dimensiones

- Tiempo de ejecución
- Productividad de la mano de obra



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacional

(Vikram & Rajput, 2018) en su estudio " **APPLICATION OF LEAN CONSTRUCTION PRINCIPLES IN AFFORDABLE HOUSING IN INDIA** " evaluaron los efectos de la implementación de Lean Construction en proyectos de viviendas asequibles en India. Se aplicaron principios Lean en ocho proyectos de vivienda económica, analizando los tiempos de construcción y la productividad laboral. Los resultados mostraron una reducción del 20% en el tiempo de construcción, mientras que la productividad laboral aumentó en un 25%. La conclusión del estudio señala que la adopción de Lean Construction ha mejorado significativamente la eficiencia y ha permitido una mejor gestión de los recursos en proyectos de construcción de viviendas en India.

(Mota & Mota, 2019) realizó un estudio titulado "Lean Construction Application in Residential Projects in Denmark", cuyo objetivo fue implementar Lean Construction en proyectos residenciales para optimizar tiempos y reducir costos. La metodología incluyó la aplicación de herramientas Lean, como el Last Planner System, en cinco proyectos de viviendas unifamiliares, utilizando mediciones de



tiempos de ejecución y análisis de desperdicio. Los resultados mostraron que el tiempo de ejecución se redujo en un 22% y los costos por desperdicio de materiales disminuyeron en un 17%. Las conclusiones indican que Lean Construction mejora notablemente la eficiencia en proyectos residenciales en Dinamarca, demostrando su capacidad para reducir tiempos y costos, haciendo las obras más eficientes y menos costosas.

(Camarena Castro & Chacmana Jimenez, 2019) En el estudio titulado "**Gestión del tiempo para identificar las actividades críticas en la etapa de obra gruesa de Centro Comercial Real Plaza Este**" tuvo como objetivo principal identificar las actividades de mayor duración durante la ejecución del proyecto. La investigación se llevó a cabo mediante un enfoque **cualitativo** y de tipo **descriptivo**, con el fin de analizar las variables relacionadas con el tiempo y las actividades críticas del proyecto.

Se empleó como instrumento de recolección de datos información proporcionada por el **Consorcio HV-DVC**. La población de estudio estuvo constituida por los sectores **1B** y **1C (FRONTE 01)**, correspondientes a la etapa de obra gruesa del Centro Comercial **Real Plaza Este**.

El **método utilizado** para la identificación de actividades críticas fue el **método de la Línea de Balance**. Este método permitió identificar las actividades que generaban retrasos en el proceso constructivo, asociando las actividades con mayor incidencia y programándolas de acuerdo con el orden del proceso constructivo y la disponibilidad de recursos. Asimismo, se buscó eliminar las actividades que generaban retrasos, a través de un análisis exhaustivo del cronograma de actividades iniciales. La **Línea de Balance** ofreció una representación gráfica sencilla pero efectiva para la planificación y ejecución de las



actividades en cualquier etapa del proyecto, brindando una visión clara de cómo se desarrollaba la obra.

Los resultados obtenidos a partir de la aplicación de este método indicaron una optimización en la duración de la ejecución de las actividades del proyecto, lo que fue evidenciado a través de la representación gráfica de la recta y sus módulos. Como conclusión, se destacó que, gracias a la implementación del **método de la Línea de Balance**, la fecha final de planificación del proyecto se logró cumplir el **01 de julio de 2019**, estando dentro del plazo contractual, es decir, 29 días antes de la fecha límite para la finalización del proyecto.

2.1.2. Nacional

(Rojas Vargas, 2023) realizaron un estudio titulado " Aplicación de conceptos Lean Construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco 2021 ", cuyo objetivo fue aplicar los conceptos de Lean Construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en el año 2021. La investigación por propósito es aplicada, por enfoque es cuantitativa, el nivel es explicativa y el diseño es no experimental. Para el estudio de la constructabilidad se tomó una encuesta para la recolección de datos. Además, para la aplicación del concepto Benchmarking, se recopiló los datos de manera longitudinal en campo. La población está compuesta por la mano de obra que trabaja en las partidas de Estructuras de los edificios multifamiliares que están conformados por 8 hasta 10 pisos utilizando el sistema estructural dual en el distrito de Surco. Como resultados, en la aplicación del Benchmarking y sus herramientas como el Informe Semanal de Producción (ISP), se obtuvo rendimientos de partidas para la especialidad de estructuras entre las que se encuentra el Apuntalamiento de Prelosas Aligeradas y Macizas, instalación



de prelosas y previgas, entre otros. En la aplicación del Nivel General de Actividades (NGA), se obtuvo un promedio del tipo de trabajo en obra de 39.96% en trabajo productivo (TP), 36.46% de trabajo contributorio (TC) y 23.57% de trabajo no contributorio (TNC), logrando un incremento de 11.75% de TP, 4% de TC y una disminución de 15.75% de TNC desde el inicio hasta el final de la construcción del casco del sótano y la torre. Así como también se elaboró un programa para poner en práctica los conceptos de Benchmarking y Constructabilidad desde la fase de Concepción hasta la fase de construcción. En conclusión, la constructabilidad tiene una incidencia alta en la productividad de la mano de obra y el benchmarking permitió obtener y registrar una ganancia total de 2,634.66 HH's.

En el estudio de (Zeballos Caceres, 2023) titulado "Optimización de la Construcción de Viviendas Mediante Lean Construction en Arequipa", se evaluó la implementación de Lean Construction en la construcción de viviendas en Arequipa para mejorar la eficiencia. La metodología incluyó el uso de herramientas Lean en tres proyectos de construcción, midiendo tiempos de ejecución y productividad laboral. Los resultados mostraron un aumento del 23% en la productividad y una disminución del 20% en los tiempos de ejecución. Las conclusiones afirman que Lean Construction es una herramienta viable en Arequipa para mejorar la productividad y reducir los tiempos de construcción, demostrando su aplicabilidad en regiones del sur de Perú.

(Calderon Rivera, 2020.) llevaron a cabo un estudio titulado "Lean Construction en Proyectos Residenciales en Cusco", cuyo objetivo fue analizar los beneficios de Lean Construction en proyectos residenciales en Cusco. La metodología incluyó la aplicación de trenes de actividades en tres proyectos



residenciales, con evaluaciones de costos y tiempos de ejecución. Los resultados indicaron que los tiempos de ejecución se redujeron en un 19%, mientras que los costos por desperdicio de materiales disminuyeron en un 16%. Las conclusiones del estudio indican que la implementación de Lean Construction en proyectos residenciales en Cusco mejora significativamente la eficiencia de las obras y reduce el desperdicio de materiales, beneficiando tanto a constructores como a usuario.

(Gabriel Leon, 2019) Realizó el estudio utilizó la **observación** como técnica de recolección de datos, y el **instrumento** empleado fue una **ficha de cotejo** que permitió evaluar las dos variables principales del estudio: la productividad del proceso de producción de losas aligeradas y la implementación de Lean Construction. El periodo de observación se centró en la medición de los procesos en gabinete, con el fin de calcular la productividad de las partidas de losas aligeradas.

Los resultados obtenidos a partir de los cálculos de productividad fueron los siguientes: un tiempo de producción (TP) de 31.3%, un tiempo de ciclo (TC) de 28.7% y un tiempo no computado (TNC) de 40.0%. A partir de estos resultados, se concluyó que la implementación del enfoque Lean Construction podría mejorar significativamente la productividad en la producción de losas aligeradas en las construcciones de la región Lima Provincias, evidenciando que el proceso sería más eficiente si se aplicaran las prácticas lean

2.1.3. Regional

De acuerdo con estudios realizados por (Flores Quispe, 2018) el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en la región de Puno, específicamente en los censos de 1993 y 2007, se ha observado un crecimiento demográfico



migratorio desde las zonas rurales hacia la ciudad de Juliaca. Gran parte de esta población pertenece al sector socioeconómico C, lo que ha generado un aumento en la demanda de viviendas propias que sean de bajo costo y que, además, cumplan con las necesidades básicas de esta población.

El objetivo de la tesis fue desarrollar y utilizar nuevas tecnologías de gestión en el ámbito de la construcción, tales como el BIM (Building Information Modeling) y Lean Construction, para el desarrollo de una vivienda unifamiliar en la ciudad de Juliaca. Además, se buscó implementar el uso de materiales y técnicas de construcción innovadoras, como los prefabricados de concreto, con el fin de aminorar los costos de construcción y hacer posible la adquisición de vivienda propia para este sector de la población de la ciudad.

En el estudio se estableció que los prefabricados a utilizar en el proceso constructivo serían los paneles tipo Sándwich y las prelosas, los cuales fueron comparados con el sistema de construcción tradicional, que es un sistema aporticado, el cual es comúnmente utilizado en Juliaca. La comparación entre estos sistemas permitió evaluar la viabilidad de implementar tecnologías y materiales innovadores para mejorar la eficiencia y reducir costos, facilitando el acceso a la vivienda para la población objetivo.

(Castillo Pinto, 2024) El objetivo de la tesis fue mejorar la productividad en la construcción en la región de Puno mediante la evaluación del rendimiento de la mano de obra y la implementación de la metodología Lean Construction. Este estudio se centró en mejorar la ejecución de obras, específicamente en el análisis de la productividad en la construcción aplicando Lean Construction basado en los rendimientos de la mano de obra en el período 2022-2023. Los objetivos específicos del estudio incluyeron determinar los tiempos productivos en la



construcción aplicando Lean Construction, utilizar herramientas como Last Planner y Look Ahead para reducir los tiempos no productivos en la construcción, y aplicar el Ciclo de Deming para mejorar los tiempos productivos.

La metodología empleada fue no experimental y de modalidad de investigación ex post facto, lo que permitió analizar los efectos de las prácticas implementadas sin intervención directa durante el proceso. Los resultados obtenidos mostraron una mejora significativa en los tiempos productivos en los proyectos analizados.

En el proyecto "Mejoramiento de los servicios de educación de la I.E.I. N° 787 Vilcallamas Abajo", se lograron los siguientes tiempos productivos: TP = 34.29%, TC = 36.19% y TNC = 29.52%. De manera similar, en el proyecto "Mejoramiento de la capacidad operativa de la Municipalidad Provincial Chucuito", los resultados fueron: TP = 37.00%, TC = 35.00% y TNC = 28.00%. Además, el Ciclo de Deming demostró un impacto positivo en la productividad, reflejando un índice acumulado de productividad favorable con los valores: 0.66, 0.098 y 0.000382.

En conclusión, la adopción de la metodología Lean Construction en los proyectos de construcción de Puno resultó eficaz para mejorar la productividad de la mano de obra, destacando la importancia de integrar metodologías de planificación y mejora continua en la gestión de proyectos, con el fin de optimizar los tiempos de ejecución y los costos en el sector de la construcción.

(Cabrera Rodriguez, 2016) En su estudio tuvo como objetivo de la investigación fue determinar el nivel de relación existente entre la **metodología Lean Construction** y la edificación de **viviendas unifamiliares** en el mercado de



Ica, durante el año **2016**. El estudio se clasificó como **no experimental** con un diseño **correlacional**. La muestra estuvo compuesta por **193 ingenieros civiles**, seleccionados mediante un **muestreo no probabilístico criterial**. La técnica utilizada para la recolección de datos fue la **encuesta**, y el instrumento aplicado fue un **cuestionario**.

En cuanto al análisis de los resultados, se empleó **estadística descriptiva** para presentar los datos en tablas de frecuencias. Además, se utilizó **estadística inferencial** para comprobar las hipótesis a través del **coeficiente de correlación de Pearson** y la **t de Student**.

Los resultados obtenidos revelaron que existe una **correlación positiva muy alta** entre la metodología **Lean Construction** y la edificación de viviendas unifamiliares en el cercado de Ica. El análisis estadístico arrojó un valor de **R de Pearson de 0.883**, lo que indica que, a medida que se aplica adecuadamente la metodología Lean Construction, se logra una construcción de viviendas unifamiliares más eficiente, reduciendo tanto los **costos** como el **tiempo** de ejecución.

2.2. Marco teórico

2.2.1. La construcción de viviendas unifamiliares

2.2.1.1. Definición y características de las viviendas unifamiliares

Definición

Las viviendas unifamiliares se definen como "edificaciones destinadas a ser ocupadas por una sola unidad familiar, que pueden variar en tamaño, diseño y materiales de construcción" (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020).



Características

1. **Estructura independiente:** Las viviendas unifamiliares son edificaciones independientes que no comparten paredes con otras unidades residenciales, lo que proporciona mayor privacidad y espacio personal (INEGI, 2020).
2. **Espacio exterior:** Generalmente, estas viviendas cuentan con áreas exteriores como jardines, patios o terrazas, lo cual permite un uso adicional del espacio y fomenta actividades al aire libre (García, 2019).
3. **Variedad de estilos arquitectónicos:** Pueden presentarse en diversos estilos arquitectónicos, desde tradicionales hasta contemporáneos, adaptándose a las preferencias y necesidades de los propietarios (Martínez, 2021).
4. **Distribución interna:** Su diseño interno suele incluir varias habitaciones como dormitorios, salas de estar, cocinas y baños, organizados para maximizar la funcionalidad y comodidad para la familia (García, 2019).
5. **Servicios e instalaciones:** Estas viviendas están equipadas con servicios básicos como agua potable, electricidad y sistemas de calefacción o refrigeración, asegurando así la habitabilidad durante todo el año (Martínez, 2021).

2.2.1.2. Etapas del proceso de construcción de viviendas unifamiliares

1. Planificación y Diseño

En esta etapa, se realizan los planos arquitectónicos y se obtienen los permisos necesarios. Es esencial considerar las normativas locales y las necesidades del cliente (González, 2020).



2. Preparación del Terreno

Incluye la limpieza del terreno, nivelación y excavación para los cimientos. Se debe asegurar que el terreno esté libre de obstáculos y que cumpla con las especificaciones del diseño (Martínez & Pérez, 2019).

3. Fundaciones

Se construyen las fundaciones, que son cruciales para la estabilidad de la vivienda. Esto puede incluir zapatas, losas o pilotes, dependiendo del tipo de suelo (Ramírez, 2021).

4. Estructura

Esta fase implica la construcción de la estructura principal, que puede ser de madera, acero o concreto. Se levantan muros y se instalan techos (López et al., 2022).

5. Instalaciones

Se instalan sistemas eléctricos, plomería y HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado). Es vital que estas instalaciones cumplan con los códigos de construcción (Sánchez, 2023).

6. Acabados

En esta etapa se realizan los acabados interiores y exteriores, como pintura, pisos y revestimientos. Esto también incluye la instalación de puertas y ventanas. (Fernández & Gómez, 2020).

2.2.1.3. Importancia del tarrajeo en la construcción

1. Protección de Superficies

El tarrajeo protege las superficies de muros y techos contra factores ambientales como la humedad, el agua y los agentes químicos. Esto es crucial para prevenir daños estructurales a largo plazo (Ramírez, 2021).



2. Mejora Estética

Al aplicar tarrajeo, se logra una superficie lisa y uniforme que puede ser pintada o decorada, mejorando significativamente la apariencia visual de la construcción (González & Martínez, 2020).

3. Aislamiento Térmico y Acústico

El tarrajeo contribuye al aislamiento térmico y acústico de las viviendas, lo que resulta en un mayor confort para los ocupantes al reducir el ruido y mantener temperaturas agradables (López, 2022).

4. Facilitación del Mantenimiento

Las superficies tarrajeadas son más fáciles de limpiar y mantener, lo que reduce costos y esfuerzos en el mantenimiento a largo plazo. (Fernández et al., 2023).

5. Prevención de Filtraciones

El tarrajeo actúa como una barrera contra filtraciones de agua, lo cual es esencial en climas húmedos o lluviosos para evitar problemas como el moho y deterioro estructural. (Sánchez, 2024).

2.2.2. El tarrajeo en la construcción

2.2.2.1. Definición y tipos de tarrajeo

A. Definición de Tarrajeo

El tarrajeo es el proceso mediante el cual se aplica una mezcla de mortero (generalmente compuesta por cemento, arena y agua) sobre superficies verticales u horizontales. Este proceso no solo proporciona un acabado estético, sino que también protege las estructuras contra factores



ambientales como la humedad y el desgaste, mejorando así su funcionalidad y prolongando su vida útil (Ramírez, 2021).

B. Tipos de Tarrajeo

1. Tarrajeo Tradicional

Este tipo utiliza una mezcla básica de mortero sin aditivos. Se aplica principalmente en construcciones sencillas y es común en obras rurales (González & Martínez, 2020).

2. Tarrajeo con Aditivos

Se emplean aditivos en la mezcla para mejorar ciertas propiedades del mortero, como la resistencia al agua o la flexibilidad. Es ideal para ambientes con alta humedad (López, 2022).

3. Tarrajeo Texturizado

Este tipo se caracteriza por la creación de patrones o texturas en la superficie del mortero aplicado, lo que aporta un valor estético adicional a la construcción (Fernández et al., 2023).

4. Tarrajeo Impermeable

Consiste en la aplicación de morteros especiales que contienen componentes impermeabilizantes, protegiendo las superficies de filtraciones y humedad. (Sánchez, 2024).

5. Tarrajeo Decorativo

Utiliza técnicas específicas para crear acabados estéticos que imitan otros materiales como piedra o madera. Es común en fachadas y espacios interiores (Torres, 2023).



2.2.2.2. Funciones del tarrajeo en la edificación

1. Protección Estructural

El tarrajeo actúa como una barrera que protege las superficies de muros y techos contra factores ambientales adversos, como la humedad, el agua y los agentes químicos. Esto ayuda a prevenir el deterioro de los materiales subyacentes y prolonga la vida útil de la edificación (Ramírez, 2021).

2. Mejora Estética

Al aplicar una capa de mortero, se logra un acabado liso y uniforme que puede ser pintado o decorado. Esto no solo mejora la apariencia visual de la construcción, sino que también aumenta su valor estético (González & Martínez, 2020).

3. Aislamiento Térmico y Acústico

El tarrajeo contribuye al aislamiento térmico y acústico de las edificaciones, lo que resulta en un mayor confort para los ocupantes al reducir el ruido exterior y mantener temperaturas agradables en el interior (López, 2022).

4. Facilitación del Mantenimiento

Las superficies tarrajeadas son más fáciles de limpiar y mantener, lo que reduce costos y esfuerzos en el mantenimiento a largo plazo. Esto es especialmente importante en áreas expuestas a suciedad o humedad (Fernández et al., 2023).

5. Prevención de Filtraciones

El tarrajeo ayuda a prevenir filtraciones de agua, lo cual es crucial en climas húmedos o lluviosos. Esto evita problemas como el moho y el



deterioro estructural asociado con la acumulación de humedad (Sánchez, 2024).

6. Refuerzo de Superficies

Al aplicar una capa de mortero, se refuerzan las superficies debilitadas o dañadas, mejorando su resistencia mecánica y capacidad para soportar cargas adicionales (Torres, 2023).

2.2.2.3. Problemas comunes en el proceso de tarrajeo

1. Fisuras y Grietas

Uno de los problemas más frecuentes en el tarrajeo es la aparición de fisuras y grietas en la superficie. Esto puede ser causado por una mala preparación del sustrato, el uso de mezclas inadecuadas o condiciones climáticas adversas durante la aplicación (Sánchez, 2024).

2. Desprendimiento del Mortero

El desprendimiento del mortero es otro problema común, que puede ocurrir si la superficie no está bien preparada o si se aplica una capa demasiado gruesa. Esto compromete la adherencia y puede llevar a un deterioro prematuro del acabado (Ramírez, 2021).

3. Humedad y Filtraciones

La falta de impermeabilización adecuada puede resultar en filtraciones que afectan el tarrajeo. La humedad puede causar que el mortero se deteriore y se formen manchas o moho en la superficie (González & Martínez, 2020).



4. Inadecuada Mezcla de Mortero

Utilizar una mezcla incorrecta de mortero, ya sea por una proporción inadecuada de los componentes o por no usar aditivos apropiados, puede afectar la resistencia y durabilidad del tarrajeo. (López, 2022).

5. Condiciones Climáticas Inapropiadas

Aplicar el tarrajeo en condiciones climáticas extremas, como altas temperaturas o lluvias, puede afectar negativamente el fraguado y curado del mortero, resultando en un acabado deficiente (Fernández et al., 2023).

6. Falta de Experiencia del Personal

La falta de capacitación y experiencia del personal encargado del tarrajeo puede llevar a una mala ejecución del trabajo, lo que resulta en problemas estéticos y funcionales (Torres, 2023).

2.2.2.4. Técnicas de tarrajeo y sus aplicaciones en viviendas unifamiliares

A. Técnicas de Tarrajeo

1. Tarrajeo Tradicional

Esta técnica implica la aplicación de una mezcla básica de mortero (cemento, arena y agua) directamente sobre las superficies. Es común en viviendas unifamiliares debido a su simplicidad y costo relativamente bajo. Se utiliza principalmente para mejorar la estética y proteger las paredes (González & Martínez, 2020).

2. Tarrajeo Texturizado

Consiste en crear patrones o texturas en la superficie del mortero aplicado. Esta técnica es utilizada para dar un acabado decorativo a las



fachadas de las viviendas, mejorando su atractivo visual sin comprometer la protección estructural (López, 2022).

3. Tarrajeo Impermeable

En esta técnica se utilizan aditivos especiales que hacen que el mortero sea resistente al agua. Es especialmente útil en zonas con alta humedad o donde se requiere protección contra filtraciones. Se aplica comúnmente en sótanos y áreas expuestas a la lluvia. (Ramírez, 2021).

4. Tarrajeo con Aditivos

Se incorporan aditivos al mortero para mejorar características específicas como la adherencia, flexibilidad o resistencia al fuego. Esta técnica es ideal para viviendas que buscan cumplir con estándares más altos de durabilidad y seguridad (Sánchez, 2024).

5. Tarrajeo Decorativo

Utiliza técnicas avanzadas para simular otros materiales como piedra o madera. Es común en fachadas que buscan un diseño particular o que desean integrarse estéticamente con el entorno (Torres, 2023).

B. Aplicaciones en Viviendas Unifamiliares

Acabados Estéticos: Las técnicas de tarrajeo texturizado y decorativo permiten a los propietarios personalizar la apariencia exterior de sus viviendas, aumentando su valor estético y atractivo.

Protección Estructural: El tarrajeo impermeable y tradicional protege las paredes contra la humedad, lo cual es crucial para mantener la integridad estructural a largo plazo.



Aislamiento Térmico y Acústico: Ciertas técnicas de tarrajeo contribuyen al aislamiento térmico y acústico, mejorando el confort interior de las viviendas.

Facilitación del Mantenimiento: Las superficies tarrajeadas son más fáciles de limpiar y mantener, lo que reduce costos a lo largo del tiempo.

2.2.3. Gestión de la construcción

2.2.3.1. Definición de gestión en proyectos de construcción

La gestión de proyectos de construcción implica la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer sus requisitos. Esto incluye la identificación de objetivos claros, la elaboración de planes detallados y la supervisión continua del progreso del proyecto (Kerzner, 2017). Además, se enfoca en la coordinación de todos los aspectos del proyecto para minimizar riesgos y maximizar el valor entregado al cliente (PMI, 2021).

2.2.3.2. Herramientas y técnicas de gestión en la construcción de viviendas unifamiliares

1. Modelo de Costos ABC

Esta técnica permite una gestión más precisa de los costos al asignar gastos indirectos a actividades específicas del proyecto. Su aplicación en la construcción de viviendas unifamiliares ayuda a optimizar el uso de recursos y a mejorar la rentabilidad del proyecto (Cruz et al., 2022).

2. Sistema Last Planner

Este sistema se centra en la planificación colaborativa, donde todos los involucrados en el proyecto participan en la programación de tareas. Es



especialmente útil para mejorar la coordinación y reducir retrasos en la construcción de viviendas (Cruz et al., 2022).

3. Software de Predimensionado

Herramientas tecnológicas que permiten calcular rápidamente los costos de materiales y estimar presupuestos. Estas aplicaciones son fundamentales para los constructores, ya que facilitan la toma de decisiones informadas sobre la inversión necesaria para proyectos de vivienda (González & Martínez, 2021).

4. Gestión de Residuos de Construcción

Implementar metodologías para la separación y gestión adecuada de residuos durante el proceso constructivo no solo reduce costos, sino que también minimiza el impacto ambiental. Este enfoque ha demostrado ser efectivo en proyectos de urbanización en varios contextos (Pérez et al., 2019).

5. Metodología de Mejora Continua

Utilizando herramientas estadísticas como diagramas de Pareto y análisis de causa raíz, esta metodología permite identificar y reducir defectos en la construcción. Su aplicación es crucial para asegurar la calidad en las viviendas entregadas a los usuarios (Martínez et al., 2020).

2.2.3.3. Planificación de recursos y tiempos en la construcción

A. Importancia de la planificación

La planificación adecuada de recursos y tiempos es fundamental para el éxito de cualquier proyecto de construcción. Permite identificar las necesidades específicas de materiales, equipo y personal, así como establecer un cronograma que guíe todas las actividades del proyecto. Una



buena planificación ayuda a prevenir retrasos, sobrecostos y problemas de calidad (Kerzner, 2017).

B. Herramientas Utilizadas

1. Diagrama de Gantt

Esta herramienta visual permite representar las actividades del proyecto a lo largo del tiempo, facilitando la identificación de las tareas críticas y su secuenciación. Es útil para monitorear el progreso y ajustar los plazos según sea necesario (PMI, 2021).

2. Método del Camino Crítico (CPM)

El CPM es una técnica que ayuda a determinar las actividades que son críticas para completar un proyecto a tiempo. Al identificar estas actividades, los gerentes pueden priorizar recursos y esfuerzos en las tareas que tienen el mayor impacto en el cronograma general (Cruz et al., 2022).

3. Programación Lineal

Esta técnica permite optimizar la asignación de recursos limitados a través del análisis matemático, ayudando a maximizar la eficiencia en el uso de materiales y mano de obra durante todo el ciclo del proyecto (González & Martínez, 2021).

C. Proceso de Planificación

1. Definición de Objetivos

Establecer metas claras y alcanzables para el proyecto es el primer paso en la planificación. Esto incluye definir los plazos y los resultados esperados.

2. Identificación de Recursos Necesarios

Se deben identificar todos los recursos requeridos para completar el proyecto, incluyendo materiales, equipos y personal especializado.



3. Desarrollo del Cronograma

Crear un cronograma detallado que incluya todas las actividades necesarias para completar el proyecto, utilizando herramientas como diagramas de Gantt o CPM para visualizar las interdependencias.

4. Monitoreo y Ajuste

Durante la ejecución del proyecto, es crucial monitorear continuamente el progreso en relación con el cronograma establecido y hacer ajustes según sea necesario para mantener el proyecto en camino.

2.2.3.4. La importancia de la eficiencia en la ejecución de obras

1. Reducción de Costos

La eficiencia en la ejecución de obras permite minimizar los costos operativos y de materiales. Un uso óptimo de recursos reduce el desperdicio y mejora el rendimiento económico del proyecto. Esto es esencial para mantener la rentabilidad en un sector donde los márgenes pueden ser estrechos (Cruz et al., 2022).

2. Cumplimiento de Plazos

La planificación y ejecución eficiente son fundamentales para cumplir con los plazos establecidos. Retrasos en la construcción pueden resultar en penalizaciones contractuales y pérdida de confianza por parte del cliente. Por lo tanto, una gestión eficiente del tiempo es vital para el éxito del proyecto (Sánchez, 2024).

3. Mejora de la Calidad

La eficiencia no solo se refiere a la reducción de costos y tiempos, sino también a la calidad del trabajo realizado. Una ejecución eficiente implica un



control riguroso de los procesos y estándares, lo que se traduce en obras más duraderas y con menos defectos (Martínez et al., 2020).

4. Satisfacción del Cliente

La entrega oportuna y con alta calidad aumenta la satisfacción del cliente, lo que puede traducirse en futuras oportunidades de negocio y recomendaciones positivas. La eficiencia en la ejecución contribuye a construir una buena reputación para las empresas constructoras (González & Martínez, 2021).

5. Sostenibilidad

Implementar prácticas eficientes en la ejecución de obras también tiene un impacto positivo en el medio ambiente. Al optimizar el uso de recursos y reducir residuos, se contribuye a una construcción más sostenible, alineada con las normativas actuales sobre sostenibilidad (Pérez et al., 2019).

2.2.4. Lean Construction: Filosofía y Principios

2.2.4.1. Definición de Lean Construction

Lean Construction se define como un enfoque sistemático para la gestión de proyectos que se centra en la mejora continua, la colaboración entre todos los participantes del proyecto y la eliminación de actividades que no generan valor. Este enfoque busca optimizar el flujo de trabajo, reducir el tiempo de ciclo y mejorar la satisfacción del cliente al entregar productos de alta calidad en menor tiempo y con menos recursos (Ballard & Howell, 1998; Koskela, 2000).



2.2.4.2. Origen y evolución de Lean Construction en la industria de la construcción

A. Origen de Lean Construction

Lean Construction tiene sus raíces en el sistema de producción Toyota (TPS), desarrollado en Japón en la década de 1950. Este sistema se centraba en la eliminación de desperdicios y la mejora continua, estableciendo un modelo que priorizaba la eficiencia y la calidad. La aplicación de estos principios al sector de la construcción comenzó a tomar forma en los años 90, cuando investigadores y profesionales comenzaron a reconocer que los métodos tradicionales de construcción eran ineficientes y propensos a desperdicios (Koskela, 1992).

B. Evolución de Lean Construction

1. Introducción a la Construcción (1990s)

- En 1992, Lauri Koskela publicó un artículo fundamental que argumentaba que la construcción podría beneficiarse significativamente de los principios del Lean Manufacturing. Koskela propuso que el enfoque Lean podría ayudar a resolver problemas como el exceso de inventario, tiempos de espera y sobrecostos en proyectos de construcción (Koskela, 1992).

2. Desarrollo del Concepto (2000s)

- A medida que más profesionales adoptaron el enfoque Lean, se llevaron a cabo investigaciones adicionales para adaptar las herramientas y técnicas del Lean Manufacturing al contexto

constructivo. Durante este período, se desarrollaron conceptos como el "Last Planner System", que enfatiza la planificación colaborativa y el compromiso entre los miembros del equipo (Ballard & Howell, 1998).

3. Consolidación y Difusión (2010s)

- En esta década, Lean Construction se consolidó como una metodología reconocida dentro de la industria. Se llevaron a cabo conferencias internacionales y se publicaron numerosos estudios que documentaban casos exitosos de implementación en proyectos de construcción. Además, se empezó a integrar con otras metodologías ágiles y enfoques sostenibles, ampliando su alcance (Sacks et al., 2010).

4. Actualidad y Futuro

- Hoy en día, Lean Construction continúa evolucionando, incorporando tecnologías emergentes como la digitalización, modelado de información para la construcción (BIM) y análisis de datos para mejorar aún más la eficiencia y la colaboración en proyectos constructivos (Koskela et al., 2019).

2.2.4.3. Principios fundamentales de Lean Construction

1. Valor para el Cliente

El primer principio de Lean Construction es centrarse en el valor que se entrega al cliente. Esto implica entender las necesidades del cliente y asegurarse de que todos los esfuerzos del proyecto estén alineados con la creación de ese valor (Koskela, 1992).



2. Eliminación de Desperdicios

Este principio enfatiza la importancia de identificar y eliminar cualquier actividad que no agregue valor al proceso de construcción. Esto incluye desperdicios de tiempo, materiales y recursos humanos (Ballard & Howell, 1998).

3. Flujo Continuo

Se busca establecer un flujo continuo en las operaciones de construcción, minimizando interrupciones y asegurando que las actividades se realicen sin demoras innecesarias. Esto contribuye a un ciclo de producción más eficiente (Sacks et al., 2010).

4. Mejora Continua

Lean Construction promueve una cultura de mejora continua, donde todos los miembros del equipo están involucrados en la identificación de áreas de mejora y en la implementación de soluciones efectivas (Koskela et al., 2019).

5. Respeto por las Personas

Este principio destaca la importancia del trabajo en equipo y el respeto hacia todos los involucrados en el proyecto. Fomentar un ambiente colaborativo es esencial para el éxito del enfoque Lean (González & Martínez, 2021).

6. Planificación Colaborativa

La planificación debe ser un esfuerzo colaborativo entre todos los participantes del proyecto, lo que permite una mejor coordinación y alineación de objetivos (Ballard, 2000).



7. Flexibilidad y Adaptabilidad

Los proyectos deben ser capaces de adaptarse a cambios y nuevas circunstancias sin perder eficiencia ni calidad (Pérez et al., 2019).

2.2.4.4. Herramientas y técnicas de Lean Construction

1. Last Planner System (LPS)

Esta herramienta promueve la planificación colaborativa entre todos los participantes del proyecto, asegurando que las tareas se programen de manera realista y se cumplan efectivamente. El LPS ayuda a identificar restricciones y a mejorar la coordinación entre equipos (Ballard, 2000).

2. Value Stream Mapping (VSM)

El mapeo del flujo de valor es una técnica que permite visualizar todas las etapas del proceso de construcción, identificando actividades que no agregan valor y facilitando la eliminación de desperdicios. Esta herramienta es fundamental para optimizar el flujo de trabajo (Rother & Shook, 2003).

3. 5S (Sort, Set in order, Shine, Standardize, Sustain)

Esta técnica se centra en la organización y limpieza del lugar de trabajo para mejorar la eficiencia y seguridad. Implementar 5S ayuda a mantener un entorno de trabajo ordenado, lo que reduce tiempos de búsqueda y mejora la productividad (González & Martínez, 2021).

4. Kaizen

Kaizen es un enfoque de mejora continua que involucra a todos los miembros del equipo en la identificación de oportunidades para mejorar procesos y reducir desperdicios. Este principio se aplica en todas las fases



del proyecto para fomentar una cultura de innovación y mejora constante (Imai, 1997).

5. Just-in-Time (JIT)

La metodología JIT busca reducir inventarios y asegurar que los materiales lleguen al sitio de construcción justo cuando son necesarios. Esto minimiza el espacio requerido para almacenamiento y reduce costos asociados con el exceso de inventario (Ohno, 1988).

6. Planificación Visual

Utilizar herramientas visuales como tableros Kanban o gráficos de Gantt permite a los equipos ver el progreso del proyecto en tiempo real, facilitando la comunicación y la toma de decisiones informadas (Sacks et al., 2010).

2.2.5. Sectorización en la Construcción

2.2.5.1. Concepto de sectorización en proyectos de construcción

La sectorización implica la identificación y delimitación de áreas o componentes del proyecto, lo que permite a los equipos de trabajo enfocarse en tareas específicas y gestionar mejor los recursos asignados. Este enfoque es especialmente útil en proyectos grandes y complejos, donde la coordinación entre diferentes equipos y disciplinas es crucial para el éxito del proyecto (Koskela, 2000). Al dividir el proyecto en sectores, se pueden establecer cronogramas más precisos, asignar responsabilidades claras y facilitar la comunicación entre los distintos grupos de trabajo (Sacks et al., 2010).

2.2.5.2. Beneficios de la sectorización en la mejora de la productividad

1. Optimización del Uso de Recursos

La sectorización permite asignar recursos humanos y materiales de manera más eficiente, lo que minimiza el desperdicio y maximiza el



rendimiento. Esto se traduce en un uso más efectivo del tiempo y los materiales disponibles (Koskela, 2000).

2. Mejora en la Planificación y Control

Dividir el proyecto en sectores facilita la creación de cronogramas específicos para cada área, lo que mejora el seguimiento del progreso y ayuda a cumplir con los plazos establecidos. Esta claridad en la planificación contribuye a una ejecución más organizada (Sacks et al., 2010).

3. Facilitación de la Comunicación

La sectorización mejora la comunicación entre los diferentes equipos al definir claramente las responsabilidades y límites de cada sector. Esto reduce malentendidos y errores, aumentando así la eficiencia operativa (González & Martínez, 2021).

4. Identificación y Mitigación de Riesgos

Al analizar cada sector por separado, es más fácil identificar riesgos específicos asociados a cada área del proyecto. Esto permite implementar estrategias de mitigación adecuadas antes de que los problemas afecten el progreso general del proyecto (Cruz et al., 2022).

5. Incremento en la Flexibilidad

La sectorización proporciona mayor flexibilidad para realizar ajustes en el cronograma o en la asignación de recursos según sea necesario. Esta adaptabilidad es esencial para responder a cambios imprevistos sin comprometer la productividad general del proyecto (Pérez et al., 2019).



2.2.5.3. Sectorización aplicada al proceso de tarrajeo

1. Definición de Áreas de Trabajo

La sectorización implica identificar y delimitar áreas específicas donde se llevará a cabo el tarrajeo. Esto permite a los equipos concentrarse en tareas concretas, mejorando la organización y reduciendo el riesgo de interferencias entre diferentes actividades (González & Martínez, 2021).

2. Optimización de Recursos

Al dividir el proceso en sectores, se facilita la asignación eficiente de recursos humanos y materiales. Cada sector puede ser gestionado independientemente, lo que minimiza el desperdicio y maximiza la productividad (Koskela, 2000).

3. Mejora en la Planificación y Control

La sectorización permite establecer cronogramas específicos para cada área de trabajo, facilitando el seguimiento del progreso del tarrajeo y asegurando que se cumplan los plazos establecidos. Esto contribuye a una ejecución más organizada y eficiente (Sacks et al., 2010).

4. Facilitación de la Comunicación

Al definir claramente las responsabilidades y límites de cada sector, se mejora la comunicación entre los equipos involucrados en el proceso de tarrajeo. Esto reduce malentendidos y errores, lo que resulta en un acabado más uniforme y de calidad (Cruz et al., 2022).

5. Identificación de Riesgos Específicos

La sectorización permite identificar riesgos asociados a cada área del tarrajeo, lo que facilita la implementación de medidas preventivas



adecuadas. Esto es esencial para evitar problemas que puedan afectar la calidad del trabajo final (Pérez et al., 2019).

2.2.5.4. Ejemplos de sectorización en proyectos similares

1. Proyectos de Construcción Residencial

En un proyecto de construcción de viviendas unifamiliares, se empleó la sectorización dividiendo la obra en áreas específicas como salas, cocinas y baños. Cada sector fue asignado a equipos diferentes, lo que permitió un enfoque más concentrado y eficiente en el tarrajeo. Esto resultó en una reducción del tiempo total de ejecución y una mejora en la calidad del acabado (González & Martínez, 2021).

2. Rehabilitación de Edificios

En un proyecto de rehabilitación de un edificio antiguo, se utilizó la sectorización para dividir el trabajo en pisos y áreas comunes. Cada piso se trató como un sector independiente, lo que facilitó la planificación del tarrajeo y permitió realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles del edificio. Esta estrategia ayudó a minimizar las interrupciones y a mantener el flujo de trabajo (Cruz et al., 2022).

3. Construcción Comercial

En un proyecto de construcción comercial, se aplicó la sectorización al dividir el espacio en áreas como oficinas, salas de reuniones y zonas comunes. Cada área fue tratada como un sector separado para el proceso de tarrajeo, permitiendo que los equipos trabajaran simultáneamente sin interferencias. Esto mejoró significativamente la productividad y ayudó a cumplir con los plazos establecidos (Pérez et al., 2019).



4. Proyectos de Infraestructura Pública

En la construcción de una infraestructura pública, como una escuela, se utilizó la sectorización para dividir el proyecto en aulas, laboratorios y áreas administrativas. Esta división permitió gestionar el tarrajeo de manera más efectiva, asegurando que cada área cumpliera con los estándares requeridos antes de avanzar a las siguientes fases (Sacks et al., 2010).

2.2.6. *Trenes de Actividades en Lean Construction*

2.2.6.1. Definición de trenes de actividades

Los trenes de actividades son secuencias o agrupaciones de tareas que se organizan en función de su relación temporal y lógica dentro de un proyecto. Esta técnica ayuda a identificar las dependencias entre actividades, facilitando así la planificación y el control del cronograma del proyecto. Al establecer trenes de actividades, los gerentes de proyecto pueden optimizar el uso de recursos, minimizar tiempos de espera y mejorar la eficiencia general del proceso (Project Management Institute, 2021).

2.2.6.2. La importancia de los trenes de actividades en la optimización del flujo de trabajo

1. Mejora en la Planificación

Los trenes de actividades permiten visualizar las interdependencias entre diversas tareas, facilitando una planificación más efectiva. Esto ayuda a identificar las actividades críticas que deben completarse a tiempo para evitar retrasos en el proyecto (Project Management Institute, 2021).

2. Reducción de Tiempos de Espera

Al organizar las actividades en trenes, se minimizan los tiempos de espera entre tareas. Esto es crucial para mantener un flujo de trabajo



continuo y eficiente, lo que contribuye a cumplir los plazos establecidos y a mejorar la productividad general del proyecto (Sacks et al., 2010).

3. Optimización del Uso de Recursos

La implementación de trenes de actividades permite una mejor asignación y utilización de recursos humanos y materiales. Al tener una visión clara de las actividades programadas, los gerentes pueden planificar adecuadamente la disponibilidad y el uso eficiente de los recursos (Koskela, 2000).

4. Facilitación de la Comunicación

Los trenes de actividades proporcionan un marco claro para la comunicación entre los diferentes equipos involucrados en el proyecto. Esto ayuda a reducir malentendidos y mejora la coordinación, lo que es esencial para el éxito del flujo de trabajo (González & Martínez, 2021).

5. Identificación Temprana de Problemas

Al visualizar el flujo de trabajo a través de trenes de actividades, es más fácil identificar posibles cuellos de botella o problemas antes de que se conviertan en obstáculos significativos. Esto permite tomar medidas correctivas oportunas y mantener el proyecto en curso (Cruz et al., 2022)

2.2.6.3. Integración de trenes de actividades con Lean Construction

1. Optimización del Flujo de Trabajo

Los trenes de actividades, al ser secuencias organizadas de tareas, se alinean perfectamente con los principios de Lean Construction, que busca un flujo continuo y eficiente en los procesos constructivos. La implementación de trenes de actividades permite identificar las interdependencias entre tareas y planificar su ejecución de manera que se



minimicen los tiempos de espera y se maximice la productividad (Sacks et al., 2010).

2. Mejora en la Planificación Colaborativa

La metodología Lean enfatiza la importancia de la colaboración entre todos los participantes del proyecto. Al integrar trenes de actividades, se fomenta una planificación más colaborativa, donde todos los involucrados pueden contribuir a la identificación y programación de tareas críticas. Esto se traduce en una mejor coordinación y comunicación entre equipos (Cruz et al., 2022).

3. Reducción de Desperdicios

La combinación de trenes de actividades con Lean Construction ayuda a identificar y eliminar desperdicios en el proceso constructivo. Al tener una visualización clara del flujo de trabajo, es más fácil detectar actividades que no aportan valor y realizar ajustes para optimizar el uso de recursos (Koskela, 2000).

4. Implementación del Last Planner System

El Last Planner System (LPS) es una herramienta clave dentro de Lean Construction que se puede integrar eficazmente con los trenes de actividades. El LPS permite a los equipos planificar y comprometerse con las tareas que deben completarse en un período específico, mejorando así el cumplimiento del cronograma y reduciendo las variaciones en el progreso del trabajo (Ballard & Howell, 1998).

5. Facilitación del Monitoreo y Control

La integración de trenes de actividades con Lean Construction facilita el monitoreo continuo del avance del proyecto. Al tener un sistema claro para



seguir las actividades programadas, los gerentes pueden realizar ajustes proactivos para mantener el proyecto en curso y dentro del presupuesto (Project Management Institute, 2021).

2.2.6.4. Ejemplos prácticos de trenes de actividades en la construcción

1. Construcción de Viviendas Unifamiliares

En un proyecto de construcción de viviendas unifamiliares, se establecieron trenes de actividades para las fases de cimentación, estructura, y acabados. Cada fase fue desglosada en actividades específicas, como la excavación, colocación de cimientos, levantamiento de muros, instalación eléctrica y plomería, y acabados interiores. La planificación detallada permitió que los equipos trabajaran simultáneamente en diferentes áreas, optimizando el tiempo total del proyecto (González & Martínez, 2021).

2. Rehabilitación de Edificios

En un proyecto de rehabilitación de un edificio histórico, se implementaron trenes de actividades para las etapas de evaluación estructural, demolición controlada, restauración y acabados. Cada etapa se dividió en actividades específicas que debían completarse antes de pasar a la siguiente. Esto facilitó la coordinación entre los equipos y garantizó que se respetaran los plazos establecidos para la entrega del proyecto (Cruz et al., 2022).

3. Construcción de Infraestructura Pública

En un proyecto para la construcción de una escuela pública, se utilizaron trenes de actividades para gestionar las fases de diseño, permisos, construcción y entrega. Cada fase incluyó actividades como la obtención de



permisos, excavación del terreno, instalación de sistemas eléctricos y mecánicos, y acabados exteriores e interiores. Esta organización permitió un flujo continuo de trabajo y una mejor asignación de recursos (Sacks et al., 2010).

4. Proyectos Comerciales

En un proyecto comercial para construir un centro comercial, se aplicaron trenes de actividades para las fases de planificación, construcción estructural y acabados finales. Las actividades incluyeron desde el diseño arquitectónico hasta la instalación del sistema HVAC y los acabados interiores. La implementación efectiva de estos trenes ayudó a mantener el cronograma y a coordinar las tareas entre múltiples contratistas (Pérez et al., 2019).

2.2.7. Aplicación de Lean Construction en la construcción de viviendas

2.2.7.1. Casos de estudio sobre la implementación de Lean Construction en proyectos de viviendas unifamiliares

1. Caso de Estudio en una Comunidad Residencial en Chile

En un proyecto de construcción de viviendas unifamiliares en Chile, se aplicaron principios de Lean Construction para optimizar el proceso de edificación. Se implementó el Last Planner System (LPS) para mejorar la planificación colaborativa entre los equipos. Como resultado, se logró reducir el tiempo de construcción en un 20% y disminuir los costos en un 15%, además de mejorar la calidad del acabado final (Pérez et al., 2019).

2. Proyecto de Viviendas Ecológicas en España

En un desarrollo de viviendas ecológicas en España, se utilizó Lean Construction para integrar prácticas sostenibles en el proceso constructivo.



Se aplicaron técnicas como Value Stream Mapping (VSM) para identificar y eliminar desperdicios en la cadena de suministro. La implementación de estas prácticas resultó en una reducción del 25% en el uso de materiales y una mejora significativa en la eficiencia energética de las viviendas construidas (González & Martínez, 2021).

3. Desarrollo Habitacional en México

Un caso de estudio realizado en un desarrollo habitacional en México mostró cómo la adopción de Lean Construction permitió a los contratistas mejorar la coordinación entre las diferentes etapas del proyecto. Se implementaron trenes de actividades para organizar las tareas y se establecieron indicadores clave de rendimiento (KPI) para monitorear el progreso. Esto llevó a una reducción del tiempo total del proyecto y a una mayor satisfacción del cliente debido a la entrega oportuna y a la calidad del trabajo realizado (Cruz et al., 2022).

4. Construcción Modular en Estados Unidos

En un proyecto de construcción modular de viviendas unifamiliares en Estados Unidos, se aplicaron principios de Lean Construction para optimizar el proceso desde el diseño hasta la entrega final. Se utilizó el enfoque Just-in-Time (JIT) para gestionar la llegada de materiales, lo que permitió reducir los costos de almacenamiento y minimizar el desperdicio. Este enfoque resultó en una disminución del 30% en el tiempo total del ciclo constructivo (Sacks et al., 2010).



CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño de la investigación

Esta tesis se encuentra dentro del marco de los Diseños No Experimentales, bajo la modalidad de investigación ex post facto, ya que su propósito es identificar las relaciones entre las variables tal como se presentan, sin intervenir o manipular dichas variables.

3.2. Tipo de investigación

El enfoque de investigación utilizado en este trabajo de tesis fue de tipo Aplicada, cuyo objetivo principal es explorar la viabilidad de poner en práctica teorías generales, orientándose hacia la resolución de problemas y necesidades que surgen en la sociedad, ya sea a corto, mediano o largo plazo. Es decir, se enfoca principalmente en proponer soluciones en un contexto social y físico específico (Sabino, 1996). Este tipo de investigación se distingue por su interés en la implementación de conocimientos teóricos en situaciones concretas y en las implicaciones prácticas que puedan surgir de estas acciones. En este caso, se centra en la mejora y optimización del proceso de tarrajeo en viviendas unifamiliares, basándose en el método Lean Construction, en la región de Puno durante el año 2024.



3.3. Método de investigación

3.3.1. Enfoque

El nivel de investigación que se realizó en el presente trabajo de tesis fue de nivel correlacional y de diseño no experimental de corte transversal, consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas, definida por Cook y Campbell (1986)

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Partidas que se realizaran a lo largo de la construcción de viviendas unifamiliares.

3.4.2. Muestra

Tartajeos en viviendas unifamiliares

3.5. Técnicas e instrumentos

3.5.1. Técnicas

La técnica que se utilizó fue la observación directa a la cuadrilla de trabajadores para las viviendas unifamiliares que se encontraran en proceso de construcción. Siguiendo a Taylor y Bogdan (2004) la investigación que involucra la interacción social entre el investigador y los informantes en el milieu (escenario social, ambiente o contexto).

3.5.2. Instrumentos

El instrumento utilizado consistió en fichas técnicas diseñadas para evaluar las pérdidas en la producción de tarrajeo en viviendas unifamiliares, empleando el enfoque de Lean Construction. La evaluación tuvo una duración de una hora, con intervalos de un minuto, y se centró en identificar los trabajos productivos,



contribuyentes y no contribuyentes. Estos tres tipos de trabajo fueron clasificados según el criterio de Ghio (2001). El proceso de medición se llevó a cabo desde un punto estratégico, sin interrumpir las actividades de los trabajadores, y se completaron los formatos correspondientes según el tipo de tarea realizada por cada uno.

3.6. Materiales y métodos

- Primero se inspeccionó y se identificó la vivienda unifamiliar de albañilería confinada que estuvo en proceso de construcción en la fase de tarrajeo
- Se diseñó el formato para la toma apropiada de datos, estos formatos se anotan minuto a minuto los trabajos realizados por cada trabajador.
- Trabajo en gabinete.
- Confeccionar la tabla de los datos tomados en campo, ordenándolas de mayor a menor
- Diagrama de flujo del proceso de tarrajeo
- Diagrama de Gantt para la planificación (Last Planner System)
- Control Visual de Avance (Tablero Kanban)
- Visualización de la Interdependencia de los Trenes de Trabajo
- Flujo de Materiales y Recursos (Just-in-Time)



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

La ejecución de la iniciativa de sectorización y flujos de actividad dentro del proceso de yesería. Los hallazgos indican mejoras en la organización del trabajo, optimización de los tiempos de ejecución y mayor eficiencia en la asignación de recursos y mano de obra. Además, el documento proporciona una comparación de indicadores antes y después de la implementación de la propuesta, junto con los beneficios observados relacionados con la productividad y la gestión del proceso de construcción.

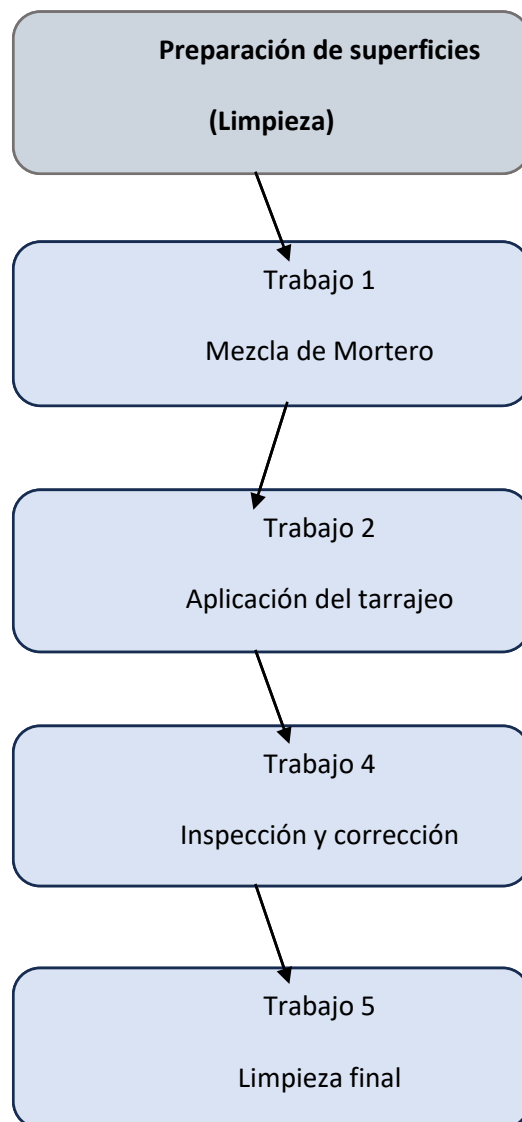
- **TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO CON MORTERO 1:5**
Total de 67.34M2
- **TARRAJEO EN INTERIORES CON MORTERO 1:5**
Total de 442 M2
- **TARRAJEO EN EXTERIORES MEZCLA 1 : 5**
Total de 25.96M2
- **TARRAJEO DE COLUMNAS**
Total de 165.78M2
- **TARRAJEO DE VIGAS**
Total de 256.29M2
- **TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES**
Total de 12.35M2

1. Diagrama de flujo del proceso de tarrajeo (Trenes de Trabajo):

Este diagrama de flujo muestra cómo las actividades se interrelacionan, representando la secuencia lógica de los trenes de trabajo:

Figura 1

Diagrama de flujo del proceso de tarrajeo.



Nota. Elaboración Propia.

2. Diagrama de Gantt para la planificación (Last Planner System):

El diagrama de Gantt muestra cómo se distribuyen las tareas en el tiempo, asegurando que las actividades de los trenes de trabajo estén sincronizadas.

Tabla 1

Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajes primarios.

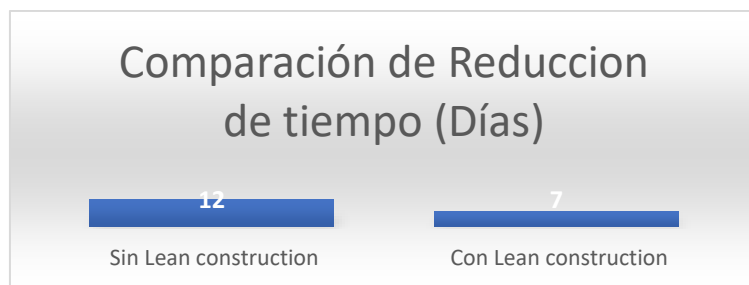
TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO CON MORTERO 1:5

Nº	Tarea	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12
1	Preparación de superficies	■											
2	Mezcla de Mortero		■	■	■								
3	Aplicación de tarrajeo		■	■	■								
4	Alisado y acabados				■	■							
5	Inspección y corrección					■	■						
6	Limpieza final							■					

Nota. Elaboración Propia.

Figura 2

Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo primario.



Nota. Elaboración Propia.

Tabla 2

Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajeo en interiores.

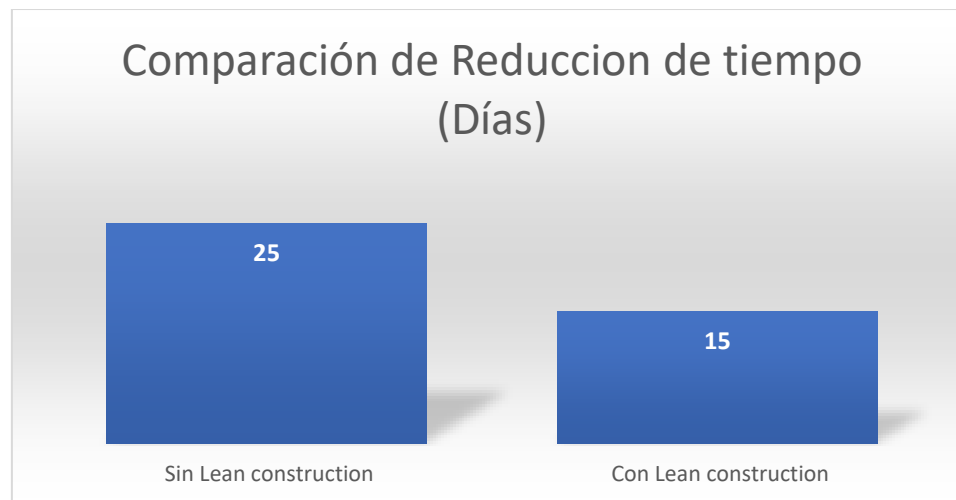
TARRAJEO EN INTERIORES CON MORTERO 1:5

Nº	Tarea	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12	Día 13	Día 14	Día 15
1	Preparación de superficies	■	■													
2	Mezcla de Mortero			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
3	Aplicación de tarrajeo			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
4	Alisado y acabados											■	■	■		
5	Inspección y corrección													■	■	
6	Limpieza final														■	■

Nota. Elaboración Propia.

Figura 3

Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo de interiores.



Nota. Elaboración Propia.

Tabla 3

Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajes en exteriores.

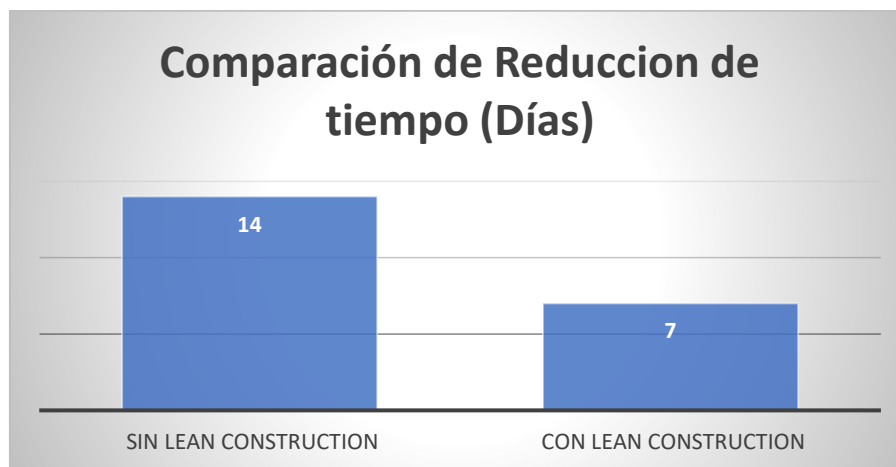
TARRAJEO EN EXTERIORES MEZCLA 1 : 5

Nº	Tarea	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12
1	Preparación de superficies	■											
2	Mezcla de Mortero		■	■	■								
3	Aplicación de tarrajeo		■	■	■								
4	Alisado y acabados					■							
5	Inspección y corrección						■						
6	Limpieza final							■					

Nota. Elaboración Propia.

Figura 4

Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo en exteriores.



Nota. Elaboración Propia.



Tabla 4

Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajeos en columnas.

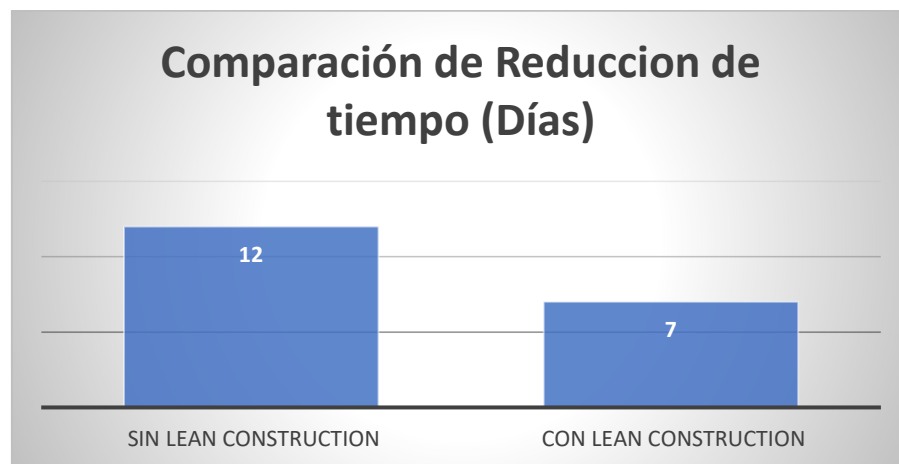
TARRAJEO DE COLUMNAS

Nº	Tarea	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12
1	Preparación de superficies	■											
2	Mezcla de Mortero		■	■	■								
3	Aplicación de tarrajeo		■	■	■								
4	Alisado y acabados					■							
5	Inspección y corrección						■						
6	Limpieza final							■					

Nota. Elaboración Propia.

Figura 5

Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo en columnas.



Nota. Elaboración Propia.



Tabla 5

Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajeos de vigas.

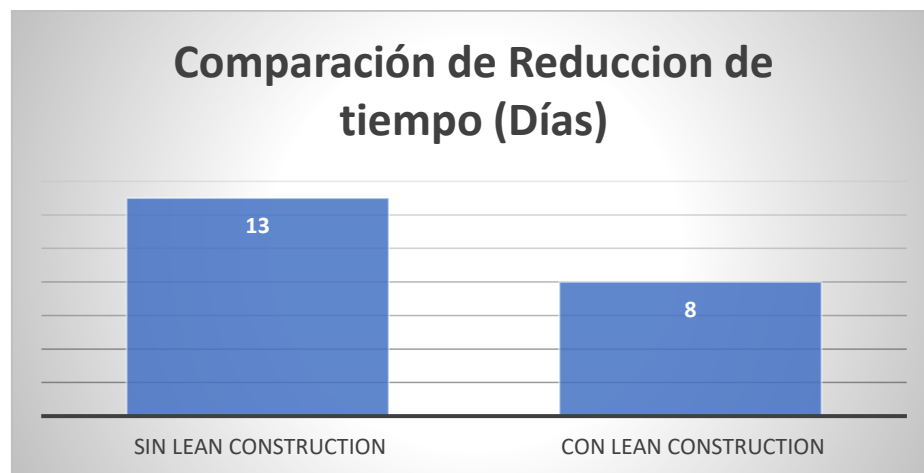
TARRAJEO DE VIGAS

Nº	Tarea	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12
1	Preparación de superficies	■											
2	Mezcla de Mortero		■	■	■	■							
3	Aplicación de tarrajeo		■	■	■	■							
4	Alisado y acabados						■						
5	Inspección y corrección							■					
6	Limpieza final								■				

Nota. Elaboración Propia.

Figura 6

Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo en vigas.



Nota. Elaboración Propia

Tabla 6

Diagrama de Gantt para la planificación en tarrajes con impermeabilizantes.

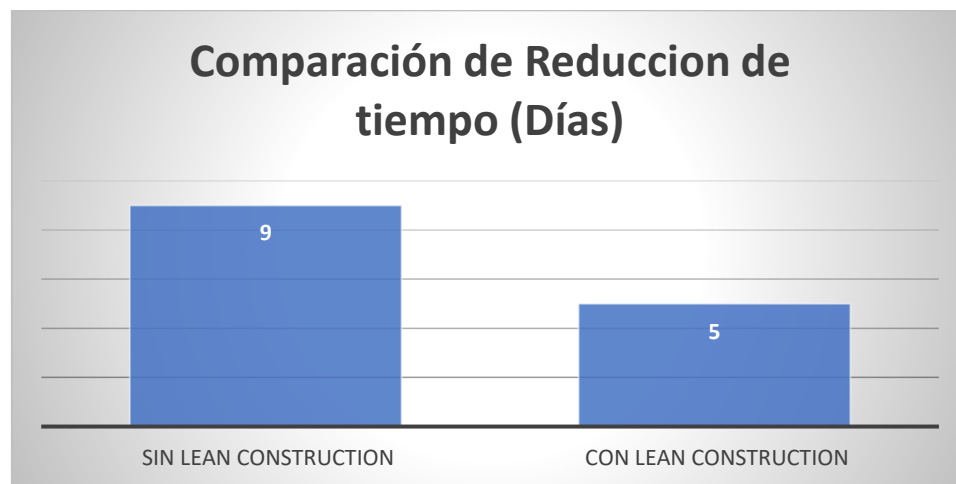
TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES

Nº	Tarea	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9	Día 10	Día 11	Día 12
1	Preparación de superficies	■											
2	Mezcla de Mortero		■										
3	Aplicación de tarrajeo		■										
4	Alisado y acabados			■									
5	Inspección y corrección				■								
6	Limpieza final					■							

Nota. Elaboración Propia.

Figura 7

Comparación de reducción de tiempo en tarrajeo con impermeabilizante.



Nota. Elaboración Propia.



3. Control Visual de Avance (Tablero Kanban):

Este tablero ayuda a visualizar el progreso de cada tren de trabajo. Los equipos pueden actualizarlo en tiempo real para garantizar que todos los actores estén alineados.

Tabla 7

Control Visual de Avance en tarrajeo primario.

TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO CON MORTERO 1:5

TAREAS	Pendiente	En Proceso	Completado
PREPARACIÓN DE SUPERFICIES			X
MEZCLA DE MORTERO			X
APLICACIÓN DE TARRAJEO		X	
ALISADO Y ACABADO	X		
INSPECCIÓN Y CORRECCIÓN	X		
LIMPIEZA FINAL	X		

Nota.: Elaboración Propia.

Tabla 8

Control Visual de Avance en tarrajes en interiores.

TARRAJEO EN INTERIORES CON MORTERO 1:5

TAREAS	Pendiente	En Proceso	Completado
PREPARACIÓN DE SUPERFICIES			X
MEZCLA DE MORTERO			X
APLICACIÓN DE TARRAJEO			X
ALISADO Y ACABADO		X	
INSPECCIÓN Y CORRECCIÓN	X		
LIMPIEZA FINAL	X		

Nota.: Elaboración Propia.



Tabla 9

Control Visual de Avance en tarrajeo de exteriores.

TARRAJEO EN EXTERIORES MEZCLA 1 : 5

TAREAS	Pendiente	En Proceso	Completado
PREPARACIÓN DE SUPERFICIES			X
MEZCLA DE MORTERO			X
APLICACIÓN DE TARRAJEO			X
ALISADO Y ACABADO			X
INSPECCIÓN Y CORRECCIÓN			X
LIMPIEZA FINAL			X

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 10

Control Visual de Avance en tarrajes de columnas.

TARRAJEO DE COLUMNAS

TAREAS	Pendiente	En Proceso	Completado
PREPARACIÓN DE SUPERFICIES			X
MEZCLA DE MORTERO		X	
APLICACIÓN DE TARRAJEO		X	
ALISADO Y ACABADO	X		
INSPECCIÓN Y CORRECCIÓN	X		
LIMPIEZA FINAL	X		

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 11

Control Visual de Avance en tarrajes de vigas.

TARRAJEO DE VIGAS

TAREAS	Pendiente	En Proceso	Completado
PREPARACIÓN DE SUPERFICIES		X	
MEZCLA DE MORTERO	X		
APLICACIÓN DE TARRAJEO	X		
ALISADO Y ACABADO	X		
INSPECCIÓN Y CORRECCIÓN	X		
LIMPIEZA FINAL	X		

Nota. Elaboración Propia.



Tabla 12

Control Visual de Avance en tarrajeos con impermeabilizante.

TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES

TAREAS	Pendiente	En Proceso	Completado
PREPARACIÓN DE SUPERFICIES			X
MEZCLA DE MORTERO			X
APLICACIÓN DE TARRAJEO		X	
ALISADO Y ACABADO	X		
INSPECCIÓN Y CORRECCIÓN	X		
LIMPIEZA FINAL	X		

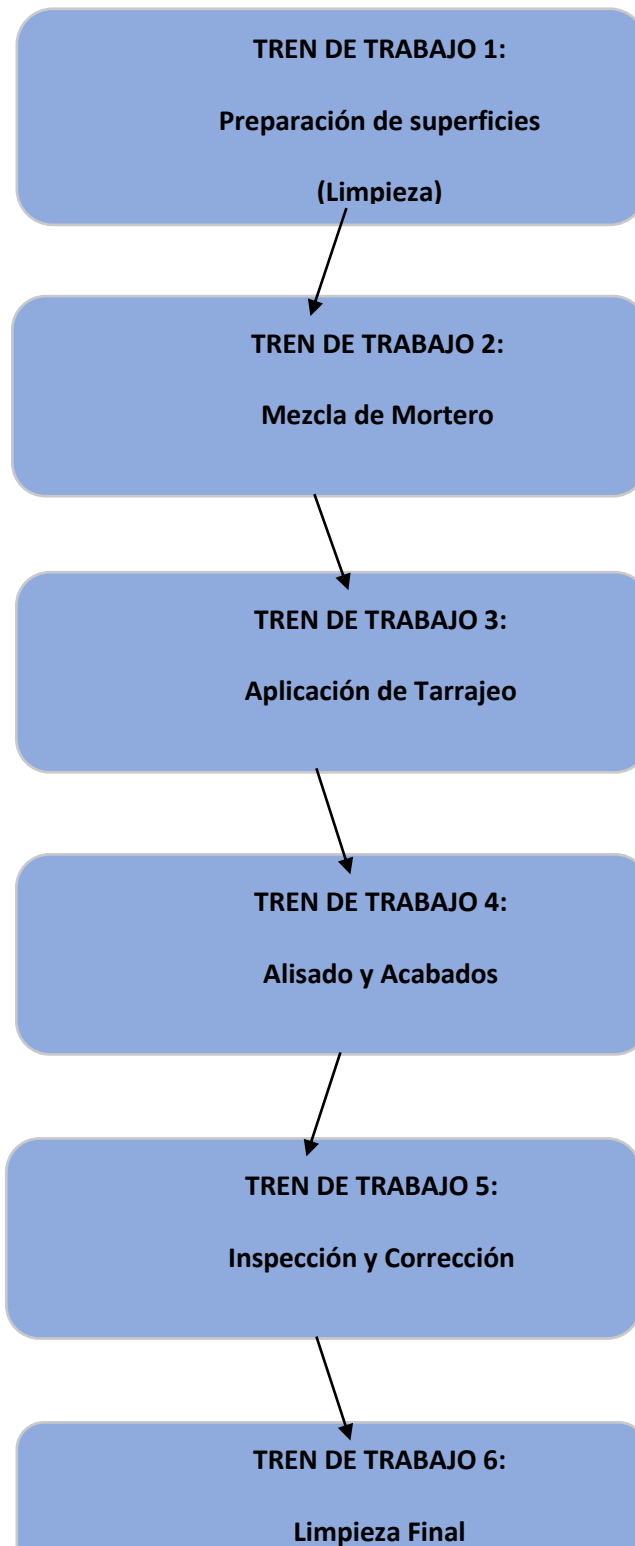
Nota. Elaboración Propia.

4. Visualización de la Interdependencia de los Trenes de Trabajo:

El siguiente diagrama de bloques muestra la relación entre los diferentes trenes de trabajo y cómo dependen unos de otros:

Figura 8

Visualización de la Interdependencia de los Trenes de Trabajo.

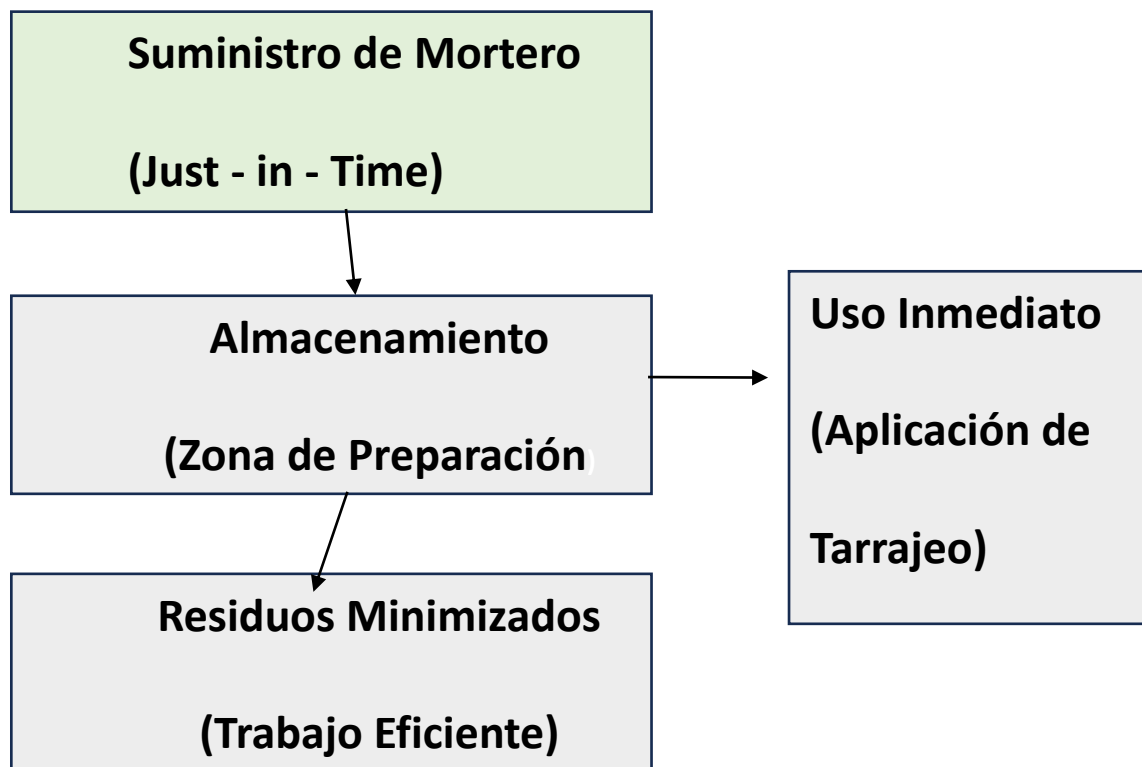


5. Flujo de Materiales y Recursos (Just-in-Time):

Este diagrama muestra cómo el flujo de materiales (mortero, yeso) y recursos (trabajadores, herramientas) está organizado para minimizar desperdicios y garantizar la entrega a tiempo.

Figura 9

Flujo de Materiales y Recursos (Just-in-Time)





CONCLUSIONES

PRIMERA: La implementación de la sectorización y trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction permitió reducir los tiempos de ejecución en todas las etapas del tarrajeo. Por ejemplo, se lograron reducciones de hasta 10 días en el tarrajeo interior y de 7 días en el tarrajeo exterior, evidenciando la efectividad de la metodología en la optimización de procesos.

La filosofía Lean Construction, combinada con herramientas como Just-in-Time, minimizó los desperdicios de materiales, mejoró la gestión del suministro y optimizó el uso inmediato de recursos. Esto contribuyó a un flujo de trabajo más eficiente y sostenible.

SEGUNDA: La utilización del sistema Last Planner, tableros Kanban y diagramas de flujo permitió una planificación más estructurada y un control visual del avance de las actividades. Estas herramientas facilitaron la comunicación entre los equipos de trabajo y mejoraron la coordinación en cada etapa del proceso. **Incremento en la calidad de los acabados,** la implementación de Lean Construction impactó positivamente en la calidad final de los acabados de tarrajeo. La estandarización de los procesos y el control visual aseguraron que cada etapa cumpliera con los estándares establecidos, reduciendo errores y retrabajos.

TERCERA: La identificación y visualización de la interdependencia entre los trenes de trabajo optimizó la colaboración entre equipos, logrando una transición fluida entre las etapas, desde la preparación de superficies hasta la limpieza final. La experiencia obtenida demuestra que la



filosofía Lean Construction es altamente replicable y adaptable a diferentes contextos constructivos, lo que abre oportunidades para aplicarla en otros tipos de proyectos de construcción en la región y a nivel nacional.

CUARTA: Impacto positivo en el sector construcción en Juliaca, la aplicación de estas técnicas no solo mejoró la eficiencia y calidad en el proyecto estudiado, sino que también sentó un precedente para la modernización y optimización del sector construcción en la ciudad de Juliaca, fomentando la competitividad y sostenibilidad en futuros proyectos.



RECOMENDACIONES

1. Ampliar el uso de Lean Construction en otros procesos constructivos, Considerar la aplicación de la filosofía Lean Construction en actividades complementarias, como instalaciones eléctricas, pintura o revestimientos, para obtener beneficios similares en eficiencia y calidad.
2. Capacitación del personal, Implementar programas de formación continua para trabajadores y supervisores, enfocados en el manejo de herramientas como el Last Planner System, tableros Kanban y Just-in-Time, asegurando una adopción eficiente y efectiva de la metodología, Desarrollar indicadores de desempeño, diseñar métricas claras y medibles para evaluar el progreso y los resultados de las actividades en cada etapa, permitiendo un monitoreo constante y mejoras continuas.
3. Automatización de herramientas de planificación y control, explorar el uso de software especializado para la gestión de proyectos que facilite la implementación y el seguimiento de diagramas de flujo, cronogramas y tableros visuales en tiempo real, Documentar y replicar la experiencia, generar reportes detallados sobre la experiencia de implementación en Juliaca y utilizarlos como base para replicar esta metodología en otras regiones o en proyectos de mayor envergadura.
4. Fomentar la cultura de mejora continua, Promover una mentalidad de innovación y mejora constante entre los equipos de trabajo, asegurando que la filosofía Lean Construction se integre como un estándar en la ejecución de futuras obras.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballard, G. (2000). *The Last Planner System of production control*. PhD dissertation, University of California, Berkeley.
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). *Shielding production: An essential step in production control*. In Proceedings of the 6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (pp. 1-12).
- Cabrera Rodriguez, J. J. (2016). Metodología Lean Construcción y la edificación de viviendas unifamiliares en el mercado de Ica, 2016. <https://repositorio.uap.edu.pe/xmlui/handle/20.500.12990/6640>
- Calderon Rivera, M. (2020). Implementación de Lean Construction en Cusco—Perú. <https://riunet.upv.es/handle/10251/152827>
- Camarena Castro, J. D., & Chacmana Jimenez, M. (2019). Gestión del tiempo para identificar las actividades críticas en la etapa de obra gruesa del Centro Comercial Real Plaza Este. <https://hdl.handle.net/20.500.14138/2783>
- Castillo Pinto, R. R. (2024). Análisis de la productividad en la construcción aplicando lean construction basado en rendimientos de mano de obra—Puno—2022—2023. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/22902>
- Cruz, J., López, M., & Pérez, R. (2022). Modelo de gestión basado en costos ABC y sistema Last Planner para la construcción de viviendas unifamiliares. *Revista Internacional de Construcción*, 12(3), 45-58.
- Cruz, J., López, M., & Pérez, R. (2022). Modelo de gestión basado en costos ABC y sistema Last Planner para la construcción de viviendas unifamiliares. *Revista Internacional de Construcción*, 12(3), 45-58.
- Fernández, J., & Gómez, L. (2020). *Construcción eficiente: Guía práctica*. Editorial Construir.



- Fernández, J., López, R., & Martínez, A. (2023). *Mantenimiento y conservación en la construcción moderna*. Editorial Construir.
- Flores Quispe, C. E. (2018). Análisis de implementación de prefabricados y el uso de herramientas modernas como el Bim y Lean Construction para viviendas destinadas al sector socioeconómico "C" en la ciudad de Juliaca.
- Gabriel Leon, M. K. (2019). Mejoramiento y producción de losas aligeradas bajo el enfoque de Lean Construction, en la Región Lima Provincias 2018. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/3546>
- García, J. (2019). Diseño y características de la vivienda unifamiliar. Editorial Casa del Libro.
- González, M. (2020). *Diseño arquitectónico para viviendas unifamiliares*. Ediciones Arquitectura.
- González, M., & Martínez, T. (2021). Análisis del uso de software para el cálculo rápido en proyectos constructivos. *Revista Técnica de Construcción*, 15(4), 102-115.
- Imai, M. (1997). *Gemba Kaizen: A commonsense approach to a continuous improvement strategy*. McGraw-Hill.
- INEGI. (2020). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda. <https://www.inegi.org.mx>
- Kerzner, H. (2017). *Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling* (12th ed.). Wiley.
- Koskela, L. (1992). *Application of the new production philosophy to construction*. Technical Report No. 72. Stanford University.



- Koskela, L. (2000). *An exploration of the principles of Lean Construction*. In Proceedings of the 8th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (pp. 1-12).
- Koskela, L., Pikas, E., & Kiviniemi, A. (2019). *Lean construction and BIM: A collaborative approach to improving project delivery*. In Proceedings of the 27th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- López, R. (2022). *Aislamiento térmico y acústico en edificaciones*. Revista de Ingeniería Civil.
- López, R., Martínez, A., & Pérez, S. (2022). *Estructuras modernas en construcción*. Editorial Estructuras.
- Martínez, A., Fernández, J., & Torres, E. (2020). Sistemas de Gestión de la Calidad: Metodología para implementar proyectos de mejora continua para la reducción de defectos en edificación. *Journal of Construction Quality Management*, 8(1), 25-39.
- Martínez, L. (2021). Estilos arquitectónicos en viviendas unifamiliares. Revista de Arquitectura Moderna.
- Martínez, T., & Pérez, J. (2019). *Preparación del terreno en proyectos constructivos*. Revista de Ingeniería Civil.
- Mota, B. P., & Mota, R. R. (2019). IMPLEMENTING LEAN CONSTRUCTION CONCEPTS IN A RESIDENTIAL PROJECT.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond large-scale production*. Productivity Press.
- Pérez, L., Ramírez, C., & Sánchez, R. (2019). Urbanización de viviendas y gestión ecoeficiente de residuos en Chile: aplicación del modelo español. *Revista Latinoamericana de Ingeniería*, 10(2), 78-90.



- Project Management Institute (PMI). (2021). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® Guide) (7th ed.)*. PMI.
- Ramírez, C. (2021). *Fundamentos de la construcción*. Editorial Técnica.
- Rojas Vargas, J. V. (2023). Aplicación de conceptos Lean Construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco 2021. Universidad Nacional Federico Villarreal. <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/6828>
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see: Value stream mapping to add value and eliminate muda*. Lean Enterprise Institute.
- Sacks, R., Koskela, L., & Dave, B. (2010). *Contribution of lean thinking to the improvement of construction safety*. In Proceedings of the 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.
- Sánchez, R. (2023). *Instalaciones eléctricas y plomería en viviendas*. Editorial Hogar Seguro.
- Sánchez, R. (2024). *Prevención de filtraciones en construcciones*. Instituto Nacional de Construcción.
- Torres, E. (2023). *Técnicas decorativas en construcción*. Ediciones Estilo.
- Torres, E. (2024). *Normativas y regulaciones en la construcción*. Instituto Nacional de Normas.
- Vikram, A., & Rajput, S. S. (2018). Application of lean construction principles in Affordable Housing in India. 5(12).
- Zeballos Caceres, L. R. (2023). Propuesta de mejora utilizando la metodología lean construction y gestión por procesos para la cadena de valor de una empresa constructora en Arequipa.



ANEXOS



Anexo 1. Matriz de consistencia

Título: PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES		METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DIMENSIÓN	DISEÑO
¿Cómo la implementación de la sectorización y trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction puede mejorar la eficiencia en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024?	Determinar cómo la implementación de la sectorización y trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction mejora la eficiencia en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024.	La implementación de la sectorización y trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction mejora significativamente la eficiencia en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024.	Propuesta de implementación de sectorización y trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction	Sectorización de la Obra.	No experimental
				Trenes de Actividades.	Enfoque Aplacada
					Tipo: Correlacional
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIÓN	POBLACIÓN
¿De qué manera la sectorización de los trabajos de tarrajeo en viviendas unifamiliares influye en la eficiencia de ejecución de las obras en comparación	Evaluar de qué manera la sectorización de los trabajos de tarrajeo influye en la eficiencia de ejecución de las obras en comparación con los	La sectorización de los trabajos de tarrajeo mejora la eficiencia en la ejecución de las obras en comparación con los métodos tradicionales en viviendas unifamiliares en Juliaca.	Eficiencia en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares	Tiempo de Ejecución.	Viviendas unifamiliares
					MUESTRA



con los métodos tradicionales en la ciudad de Juliaca en el año 2024?	métodos tradicionales en viviendas unifamiliares en Juliaca en el año 2024.				Tarrajeos en viviendas unifamiliares
¿Cómo la aplicación de trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction influye en los trabajos de tarrajeo en viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024?	Analizar la influencia de la aplicación de trenes de actividades bajo la filosofía Lean Construction en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares en Juliaca en el año 2024.	La aplicación de trenes de actividades bajo Lean Construction reduce el tiempo de ejecución y el desperdicio de materiales en los trabajos de tarrajeo de viviendas unifamiliares en Juliaca.		Productividad de la Mano de Obra.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS
			Observación directa		
¿Qué impacto tiene la implementación de Lean Construction en la calidad final de los acabados de tarrajeo en viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024?	Identificar el impacto de la implementación de Lean Construction en la calidad final de los acabados de tarrajeo en viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca en el año 2024.	La implementación de Lean Construction mejora la calidad final de los acabados de tarrajeo en viviendas unifamiliares en la ciudad de Juliaca.	INSTRUMENTO DE PROCESAMIENTO DE DATOS		
			Diagrama de flujo Diagrama de Gantt Tablero Kanban Flujo de materiales		



Anexo 2. Análisis de costos

ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida:	10.01.00 Tarrajeo primario rayado					
Especificaciones:	Espesor del Tarrajeo 1,5 cm, mezcla 1:5					Unidad: m2
Cuadrilla:	Tarrajeo: 0,1 capataz + 1 operario + 0,5 peón					
Rendimiento:	Tarrajeo: 15 m2/día					
Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Total	I. U.
MATERIALES						
Cemento Portland tipo I	bls.	0.12	18.01	2.11		21
Arena Fina	m3	0.02	35.29	0.56		4
Costo de Material					2.67	
MANO DE OBRA						
Capataz	hh	0.06	16.77	0.96		47
Operario	hh	0.57	12.90	7.37		47
Peon	hh	0.29	10.40	3.00		47
Costo de Mano de Obra					11.32	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						
Andamio de madera	p2	0.58	1.00	0.58		43
Clavos de 3"	kg.	0.02	3.08	0.07		2
Herramientas (3% M.O.)		0.03	11.32	0.34		37
Regla de Madera	pz	0.03	2.80	0.07		43
Costo de Equipo, Herramientas					1.06	
TOTAL					15.05	



ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida:	10.02.00 Tarrajeo en interiores					
Especificaciones:	Pañeteo previo, espesor 1,5 cm, mezcla 1:5 muro de menos					
						Unidad
						: m2
Cuadrilla:	Pañeteo: 0,1 capataz + 1 operario + 0,33 peón Tarrajeo: 0,1 capataz + 1 operario + 0,5 peón					
Rendimiento:	Pañeteo: 34 m2/día Tarrajeo: 20 m2/día					
Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Total	I. U.
MATERIALES						
Cemento Portland tipo I	bls.	0.12	18.01	2.11		21
Arena Fina	m3	0.02	35.29	0.56		4
Costo de Material					2.67	
MANO DE OBRA						
Capataz	hh	0.06	16.77	1.06		47
Operario	hh	0.64	12.90	8.19		47
Peon	hh	0.28	10.40	2.89		47
Costo de Mano de Obra					12.14	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						
Andamio de madera	p2	0.58	1.00	0.58		43
Clavos de 3"	kg.	0.02	3.08	0.07		2
Herramientas (3% M.O.)		0.03	12.14	0.36		37
Regla de Madera	pz	0.03	2.80	0.07		43
Costo de Equipo, Herramientas					1.08	
TOTAL					15.89	



ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida:	10.03.00 Tarrajeo en exteriores (fachada)					
Especificaciones:	Pañeteo previo, espesor 1,5 cm, mezcla 1:5					
						Unidad : m2
Cuadrilla:	Pañeteo: 0,1 capataz + 1 operario + 0,33 peón Tarrajeo: 0,1 capataz + 1 operario + 0,5 peón Armar. Andamio: 1 capataz + 1 operario + 1 peón Desarmar. Andamio: 1 operario + 1 peón					
Rendimiento:	Pañeteo: 25 m2/dia Tarrajeo: 12 m2/dia Armar. Andamio: 32 m2/dia Desarmar. Andamio: 120 m2/dia					
Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Total	I. U.
MATERIALES						
Cemento Portland tipo I	bls.	0.12	18.01	2.11		21
Arena Fina	m3	0.02	35.29	0.56		4
Costo de Material					2.67	
MANO DE OBRA						
Capataz	hh	0.12	16.77	2.08		47
Operario	hh	1.30	12.90	16.82		47
Peon	hh	0.76	10.40	7.86		47
Costo de Mano de Obra					26.76	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						
Andamio de madera	p2	0.85	1.00	0.85		43
Clavos de 3"	kg.	0.02	3.08	0.07		2
Herramientas (3% M.O.)		0.03	26.76	0.80		37
Regla de Madera	pz	0.03	2.80	0.07		43
Costo de Equipo, Herramientas					1.79	
TOTAL					31.23	



ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida:	10.05.01 Tarrajeo de columnas en superficie					
Especificaciones:	Pañeteo y acabado en una sola operación, espesor 1,5 cm, mezcla 1:5					Unidad: m2
Cuadrilla:	Tarrajeo: 0,1 capataz + 1 operario + 0,33 peón					
Rendimiento:	Tarrajeo: 8 m2/dia					
Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Total	I. U.
MATERIALES						
Cemento Portland tipo I	bls.	0.12	18.01	2.11		21
Arena Fina	m3	0.02	35.29	0.56		4
Costo de Material					2.67	
MANO DE OBRA						
Capataz	hh	0.10	16.77	1.68		47
Operario	hh	1.00	12.90	12.90		47
Peon	hh	0.33	10.40	3.43		47
Costo de Mano de Obra					18.01	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						
Andamio de madera	p2	0.58	1.00	0.58		43
Clavos de 3"	kg.	0.02	3.08	0.07		2
Herramientas (3% M.O.)		0.03	18.01	0.54		37
Regla de Madera	pz	0.39	2.80	1.09		43
Costo de Equipo, Herramientas					2.27	
TOTAL					22.96	



Partida:	10.05.02 Tarrajeo de columnas aristas
Especificaciones:	Los materiales, andamio, reglas y herramientas están incluidos en el tarrajeo de la superficie de la columna. 0,1 capataz + 1 operario + 0,33 oficial
Cuadrilla:	oficial
Rendimiento:	20 m2/dia
	Unidad: m2

Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Total	I. U.
MATERIALES						
Costo de Material					0.00	
MANO DE OBRA						
Capataz	hh	0.04	16.77	0.67		47
Operario	hh	0.40	12.90	5.16		47
Oficial	hh	0.13	11.50	1.50		47
Costo de Mano de Obra					7.33	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						
Costo de Equipo, Herramientas					0.00	
TOTAL					7.33	



ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida:	10.06.01 Tarrajeo de vigas en superficie					
Especificaciones:	Pañeteo y acabado en una sola operación, espesor 1,5 cm, mezcla 1:5					Unidad: m2
Cuadrilla:	Tarrajeo: 0,1 capataz + 1 operario + 0,33 peón					
Rendimiento:	Tarrajeo: 6,50 m2/dia					
Descripción	Unid.	Cantidad	P. Unitario	Parcial	Total	I. U.
MATERIALES						
Cemento Portland tipo I	bls.	0.01	18.01	0.21		21
Arena Fina	m3	0.02	35.29	0.56		4
Costo de Material					0.78	
MANO DE OBRA						
Capataz	hh	0.12	16.77	2.06		47
Operario	hh	1.23	12.90	15.87		47
Peon	hh	0.41	10.40	4.26		47
Costo de Mano de Obra					22.19	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						
Andamio de madera	p2	2.60	1.00	2.60		43
Clavos de 3"	kg.	0.10	3.08	0.31		2
Herramientas (3% M.O.)		0.03	22.19	0.67		37
Regla de Madera	pz	0.39	2.80	1.09		43
Costo de Equipo, Herramientas					4.66	
TOTAL					27.63	



ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS						
Partida:	10.06.02 Tarrajeo de vigas aristas					
Especificaciones:	Los materiales, andamio, reglas y herramientas están incluidos en el tarrajeo de la superficie de la columna.					Unidad : m2
Cuadrilla:	0,1 capataz + 1 operario + 0,33 oficial					
Rendimiento:	18 m2/día					
Descripción	Unid	Cantida d	P. Unitario	Parcia l	Total	I. U.
MATERIALES						
Costo de Material					0.00	
MANO DE OBRA						
Capataz	hh	0.04	16.77	0.67		47
Operario	hh	0.44	12.90	5.68		47
Oficial	hh	0.15	11.50	1.73		47
Costo de Mano de Obra					8.07	
EQUIPO, HERRAMIENTAS						
Costo de Equipo, Herramientas					0.00	
TOTAL					8.07	



Anexo 3. Tabla de descripción de tarrajeo

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	N° VECES	LARGO (m)	ALTO (m)	ANC HO (m)	PARCIAL (m)	TOTAL (m)
10.01.00	TARRAJEO PRIMARIO O RAYADO CON MORTERO 1:5	m ²						
	Servicio Higienico Primer Piso		1	4.63	2.10		9.72	
			1	0.50	1.60		0.80	
	Servicio Higienico Segundo Piso		1	6.30	2.60		16.38	
			1	1.20	2.20		2.64	
			1	5.70	2.60		14.82	
			1	1.20	2.10		2.52	
	Servicio Higienico Azotea		1	6.90	2.60		17.94	
			1	1.20	2.10		2.52	
	Total de area a tarrapear	m ²						67.34
10.02.00	TARRAJEO EN INTERIORES CON MORTERO 1:5	m ²						
	Entre eje 2-2, 3-3		2	0.80	2.75		4.40	
			1	5.70	3.20		18.24	
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	N° VECES	LARGO (m)	ALTO (m)	ANC HO (m)	PARCIAL (m)	TOTAL (m)
	EJE3-3		2	2.74	3.20		17.54	
	EJE3-3		2	2.30	3.20		14.72	
	ENTRE EJE3-3,4-4		2	1.45	0.50		1.45	
	EJE4-4		1	1.28	0.75		0.96	
	EJE4-4		2	3.20	3.42		21.89	
	EJE5-5		2	3.05	0.75		4.58	
	EJE5-5		2	1.18	2.67		6.30	
	EJE7-7		1	1.80	3.35		6.03	
	Segundo Piso							
	EJEA-A		1	10.10	2.60		26.26	
	ENTRE EJEA-BB		1	3.05	2.60		7.93	
	ENTRE EJEA-BB		2	2.18	1.60		6.98	
	ENTRE EJEA-BB		1	0.85	2.60		2.21	
	ENTRE EJEA-BB		1	0.60	3.60		2.16	
	EJEB-B		1	4.65	2.60		12.09	
	EJEB-B		2	3.45	2.60		17.94	
	EJEB-B		1	0.85	2.60		2.21	
	ENTREB-B,C-C		2	0.60	2.60		3.12	
	EJEC-C		1	10.00	2.60		26.00	
	EJEC-C		1	1.20	1.60		1.92	
	ENTREEJE1-1,2-2		1	6.27	0.90		5.64	






	ENTREEJE1-1,2-2		1	1.40	2.60		3.64	
	ENTREEJE1-1,2-2		1	1.20	0.10		0.12	
	ENTRE2-2,3-3		1	0.40	1.60		0.64	
	ENTRE2-2,3-3		2	2.30	2.60		11.96	
	ENTRE2-2,3-3		2	0.55	2.60		2.86	
	ENTRE2-2,3-3		1	0.40	2.60		1.04	
	EJE3-3		2	2.65	2.60		13.78	
	EJE3-3		1	3.20	2.10		6.72	
	EJE3-3		1	2.00	0.50		1.00	
	EJE3-3		2	0.30	2.60		1.56	
	ENTRE3-3,4-4		1	2.50	2.60		6.50	
	ENTRE3-3,4-4		1	2.40	1.10		2.64	
	ENTRE3-3,4-4		1	1.10	1.60		1.76	
	ENTRE3-3,4-4		1	1.60	1.60		2.56	
	ENTRE3-3,4-4		1	0.90	0.60		0.54	







CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	N° VECES	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	PARCIAL (m)	TOTAL (m)
	EJE4-4		2	2.75	2.60		14.30	
	ENTREEJE4-4,5-5		1	3.30	0.90		2.97	
	ENTREEJE4-4,5-5		1	1.00	1.70		1.70	
	ENTREEJE4-4,5-5		2	1.30	2.60		6.76	
	Azotea							
	EJEAA		1	7.55	2.80		21.14	
	EJEB-B		1	3.60	2.80		10.08	
	EJEB-B		1	1.20	1.80		2.16	
	EJEB-B		2	3.05	2.60		15.86	
	EJEC-C		1	6.15	2.60		15.99	
	EJEC-C		1	1.20	0.60		0.72	
	ENTREEJEB-B,C-C		2	0.60	2.60		3.12	
	ENTREEJEB-B,C-C		2	1.10	1.20		2.64	
	ENTRE1-1,2-2		1	4.31	1.20		5.17	
	ENTRE1-1,2-2		1	3.30	0.90		2.97	
	ENTRE1-1,2-2		1	0.85	1.70		1.45	
	ENTRE2-2,3-3		2	2.00	2.60		10.40	
	EJE3-3		2	2.64	2.80		14.78	
	EJE3-3		2	1.20	1.60		3.84	
	EJE3-3		1	1.20	2.10		2.52	
	EJE3-3		1	1.20	2.60		3.12	
	EJE3-3		1	1.30	0.10		0.13	
	ENTREEJE3-3,4-4		1	2.33	1.60		3.73	








	ENTREEJE3-3,4-4		1	1.00	0.60		0.60	
	EJE4-4		1	2.74	2.8		7.67	
	EJE4-4		1	2	2.7		5.40	
	EJE4-4		1	1.2	2.1		2.52	
	Total Areá de Tarrajeo en Interiores con mortero 1:4	m						442.00
10.0	TARRAJEO EN EXTERIORES	m						
3.00	MEZCLA 1 : 5	2						
	Segundo Piso							
	ENTRE, EJE4-4,5-5		1	3.30	0.90		2.97	
	ENTRE, EJE4-4,5-5		1	1.00	1.70		1.70	
	EJEB-B		1	1.60	2.60		4.16	
	ENTREEJE1-1,2-2		1	6.27	0.90		5.64	
	ENTREEJE1-1,2-2		1	2.85	2.10		5.99	
	ENTREEJE1-1,2-2		1	1.65	0.50		0.83	








CÓ DIG O	DESCRIPCIÓN	U N D	N° VEC ES	LARG O (m)	ALT O(m)	ANC HO(m)	PARC IAL(m)	TOT AL(m)
	Azotea							
	ENTRE1-1,2-2		1	4.31	1.20		5.17	
	ENTRE1-1,2-2		1	3.60	0.90		3.24	
	ENTRE1-1,2-2		1	1.15	1.70		1.96	
	EJE4-4		1	2.74	2.80		7.67	
	EJE4-4		1	2.00	2.70		5.40	
	EJE4-4		1	1.20	2.10		2.52	
	Total tarrajeo en exterior con mezcla 1:5	m						25.96
10.0	TARRAJEO DE COLUMNAS	m						
5.00		2						
10.0	Tarrajeo de Superficie, Mezcla 1:5							
5.01								
	Primer Piso							
	COLUMNAS 25*25 		2	0.45	3.20		2.88	
	COLUMNAS 25*25 		1	0.85	3.20		2.72	
	COLUMNAS 25*25 		1	0.60	3.20		1.92	





	COLUMNAS 25*25 		2	0.20	3.20		1.28	
	COLUMNAS 25*25 		1	0.20	2.98		0.60	
	COLUMNAS 25*25 		1	0.45	3.42		1.54	
	COLUMNAS 25*25 		1	0.20	3.42		0.68	
	COLUMNAS 25*25 		2	0.78	3.50		5.46	
	COLUMNAS 25*25 		1	0.20	3.42		0.68	













CÓ DIG O	DESCRIPCIÓN	U N D	N° VEC ES	LARG O (m)	ALT O(m)	ANC HO(m)	PARC IAL(m)	TOT AL(m)
	COLUMNAS 25*25 		1	0.60	3.42		2.05	
	COLUMNAS 25*25 		1	1.00	3.42		3.42	
	Segundo Piso							
	COLUMNAS 25*25 		8	0.45	2.60		9.36	
	COLUMNAS 25*25 		3	0.20	2.60		1.56	
	Azotea							
	COLUMNAS 25*25 		1	0.45	2.80		1.26	



	COLUMNAS 25*25		2	0.45	2.60		2.34	
	COLUMNAS 25*25 		2	0.20	2.80		1.12	
	COLUMNAS 25*25 		2	0.20	2.60		1.04	
	COLUMNAS 25*25 		1	0.85	2.80		2.38	
	COLUMNAS 25*25 		1	0.60	2.80		1.68	
	Total Tarrajeo en Columnas con mezcla 1:4	m	2					43.98
10.0 5.02	Vestiduras de Arista	m						
	Primer Piso							
	COLUMNAS 25*25 		4		3.20		12.80	
	COLUMNAS 25*25 		4		3.20		12.80	
	COLUMNAS 25*25 		2		3.20		6.40	
	COLUMNAS 25*25 		2		3.20		6.40	

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº VECES	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	PARCIAL (m)	TOTAL (m)
	COLUMNAS 25*25 		1		2.98		2.98	
	COLUMNAS 25*25 		2		3.42		6.84	



COLUMNAS 25*25 		1		3.42		3.42	
COLUMNAS 25*25 		1		3.42		3.42	
COLUMNAS 25*25 		2		3.42		6.84	
COLUMNAS 25*25 		4		3.42		13.68	
Segundo Piso							
COLUMNAS 25*25 		16		2.60		41.60	
COLUMNAS 25*25 		3		2.60		7.80	
COLUMNAS 25*25 		2		2.80		5.60	
COLUMNAS 25*25 		4		2.60		10.40	
COLUMNAS 25*25 		2		2.80		5.60	
COLUMNAS 25*25 		2		2.60		5.20	
COLUMNAS 25*25 		3		2.80		8.40	
COLUMNAS 25*25 		2		2.80		5.60	
Total de Vestiduras de arista	m						165.78



CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº VECES	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	PARCIAL (m)	TOTAL (m)
10.0	TARRAJEO DE VIGAS							
10.0	Tarrajeo de Superficies con mezcla 1:5	m						
6.01	EJE2-2(VP-101)	2	4	4.14		0.25	4.14	
	EJE2-2(VP-101)		6	3.20		0.25	4.80	
	EJE3-3(VP-101)		3	4.24		0.25	3.18	
	EJE3-3(VP-101)		2	1.60		0.25	0.80	
	EJE3-3(VP-101)		3	3.20		0.10	0.96	
	EJE3-3(VP-101)		1	1.40		0.25	0.35	
	EJE4-4(VP-101)		3	4.34		0.10	1.30	
	EJE4-4(VP-101)		1	4.45		0.25	1.11	
	EJE4-4(VP-101)		5	3.20		0.10	1.60	
	EJE5-5(VP-101)		4	4.43		0.25	4.43	
	EJE5-5(VP-101)		1	2.85		0.10	0.29	
	EJE5-5(VP-101)		4	3.20		0.10	1.28	
	EJE5'-5'(VP-101)		2	3.20		0.10	0.64	
	EJE6-6(VP-101)		1	4.64		0.25	1.16	
	EJE6-6(VP-101)		1	1.64		0.25	0.41	
	EJE6-6(VP-101)		1	3.20		0.25	0.80	
	V-A(ENTRE,EJE5-5')		3	3.50		0.10	1.05	
	V-A(ENTRE,EJE5-5')		1	1.65		0.25	0.41	
	V-A(ENTRE,EJE5-5')		1	1.05		0.20	0.21	
	V-A(ENTRE,EJE5-5')2ºNIVEL		1	0.60		0.20	0.12	
	EJEC-C,ENTRE,2-3		2	1.00		0.20	0.40	
	Total de tarrajeo en vigas con mezcla 1:4	m	2					29.44
10.0	Vestiduras de Arista	m						
6.02	EJE2-2(VP-101)		1	6.54			6.54	
	EJE2-2(VP-101)		1	3.89			3.89	
	EJE2-2(VP-101)		1	7.18			7.18	
	EJE2-2(VP-101)		1	7.33			7.33	
	EJE3-3(VP-101)		1	5.14			5.14	
	EJE3-3(VP-101)		1	2.40			2.40	
	EJE3-3(VP-101)		1	4.94			4.94	
	EJE3-3(VP-101)		1	2.50			2.50	
	EJE3-3(VP-101)		1	3.84			3.84	
	EJE3-3(VP-101)		1	3.60			3.60	
	EJE4-4(VP-101)		1	3.10			3.10	
	EJE4-4(VP-101)		1	2.74			2.74	



	EJE4-4(VP-101)		1	4.74			4.74	
--	----------------	--	---	------	--	--	------	--

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	Nº VECES	LARGO (m)	ALTO (m)	ANCHO (m)	PARCIAL (m)	TOTAL (m)
	EJE4-4(VP-101)		1	4.45			4.45	
	EJE4-4(VP-101)		1	4.80			4.80	
	EJE4-4(VP-101)		1	3.00			3.00	
	EJE5-5(VP-101)		1	4.43			4.43	
	EJE5-5(VP-101)		1	4.45			4.45	
	EJE5-5(VP-101)		1	7.63			7.63	
	V-A		1	7.75			7.75	
	V-A		3	4.20			12.60	
	EJE2-2(VP-101)		2	6.54			13.08	
	EJE2-2(VP-101)		2	3.89			7.78	
	EJE2-2(VP-101)		2	7.18			14.36	
	EJE2-2(VP-101)		2	7.33			14.66	
	EJE3-3(VP-101)		2	5.14			10.28	
	EJE3-3(VP-101)		2	2.40			4.80	
	EJE3-3(VP-101)		2	4.94			9.88	
	EJE3-3(VP-101)		2	2.50			5.00	
	EJE3-3(VP-101)		2	3.84			7.68	
	EJE3-3(VP-101)		2	3.60			7.20	
	EJE4-4(VP-101)		2	3.10			6.20	
	EJE4-4(VP-101)		2	2.74			5.48	
	EJE4-4(VP-101)		2	4.74			9.48	
	EJE4-4(VP-101)		2	4.45			8.90	
	EJE4-4(VP-101)		2	4.80			9.60	
	EJE4-4(VP-101)		2	3.00			6.00	
	EJE5-5(VP-101)		2	4.43			8.86	
	EJE5-5(VP-101)		2	4.45			8.90	
	EJE5-5(VP-101)		2	7.63			15.26	
	V-A		1	3.50			3.50	
	V-A		2	4.25			8.50	
	Total de vestiduras en aristas	m						256.29
10.08.00	TARRAJEO CON IMPERMEABILIZANTES	m	2					
	Tarrajeo con impermeabilizante para cisterna		2		1.55	1.70	5.27	
			2		1.55	2.20	6.82	
			1		0.15	1.70	0.26	
	Total de tarrajeo con impermeabilizante	m	2					12.35



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS
TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN
EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital

Fecha de entrega: 31-07-2025

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: JHON ALEXIS ARPI GUERRA

Dirección: Jr. Marineros Nro. 2217 – San Miguel - San Román

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 70140355

Teléfono: 932900003 email: jhonalexisarpiguerra@gmail.com

Nombres y Apellidos: _____

Dirección: _____

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: _____

Teléfono: _____ email: _____

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA CIVIL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO CIVIL

Asesor: Dr. ARNALDO YANA TORRES

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación Tesis Trabajo de Suficiencia Profesional Trabajo Académico

Título: PROPUESTA DE SECTORIZACIÓN Y TRENES DE ACTIVIDADES EN TARRAJEO DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES BAJO LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION

Palabras claves, (3 a 5 términos): Lean construction, tarrajeos, trenes de trabajo

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV ^{1,2}?

2

¹ Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

² Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



2. Referencia de tesis:

Bachiller Titulo 2da Especialidad Maestría Doctorado

3. Licencias:

a) Licencia estándar:

Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez" consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

Autorizo su publicación (marque con una X)

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): _____
- No autorizo.

b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?

Sí: significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

No: significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN – P17



Firma de Autor



huella digital

31-07-2025

Fecha