

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

**“Productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción
de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota, 2024”**

Tesis para optar el título de Ingeniero Civil

Línea de investigación:

Tecnología de la construcción y procesos constructivos

Autor(es):

Rosmery Tarrillo Saldaña

Asesor:

Dr. Ing. Luis Fernando Romero Chuquilín

Chota – Perú

2026



Colpa Matara, 16 de abril del 2026.

C.O. N° 05-2026-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD Y USO DE IA

El que suscribe, Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“Productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota, 2024”**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil: **Rosmery Tarrillo Saldaña**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 4% excluyendo texto citado, bibliografía y fuentes que tengan coincidencias de menos de 10 palabras, no teniendo un porcentaje de escritura con inteligencia artificial; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.




Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.


Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Director de la unidad de
investigación FCI-UNACH

Rosmery Tarrillo Saldaña

Productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chot...

-  Informe Final de Tesis
-  UNIDAD DE INVESTIGACION FIC 2026
-  Universidad Nacional Autónoma de Chota

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3540225241

Fecha de entrega

16 abr 2026, 6:45 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

16 abr 2026, 6:55 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

6_INFORME_FINAL_DE_TESIS_Rosmery_Tarrillo_Saldaña_15.01.26_TNT.pdf

Tamaño del archivo

9.5 MB

212 páginas

68.925 palabras

295.395 caracteres






4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.


Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
CIP. 18782

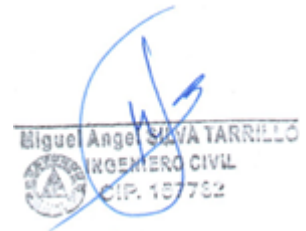
Fuentes principales

- 4% Fuentes de Internet
- 1% Publicaciones
- 2% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.unach.edu.pe	2%
2	Internet	www.repositorio.unach.edu.pe	<1%
3	Internet	hdl.handle.net	<1%
4	Internet	repositorio.udh.edu.pe	<1%
5	Trabajos del estudiante	uncedu	<1%
6	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
7	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
8	Internet	unach.edu.pe	<1%
9	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	<1%
10	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	<1%
11	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica del Peru	<1%



12	Internet	s3.amazonaws.com	<1%
13	Publicación	Rojas Peralta, Gaby Priscila. "El planeamiento estratégico y la gestión de tributos ..."	<1%
14	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes	<1%
15	Internet	www.unach.edu.pe	<1%
16	Publicación	Centeno Perez, Marizol Dina. "Estrategias de enseñanza y capacidad emprendedo..."	<1%
17	Publicación	Mendoza Cruz, Marco Antonio. "Gobierno corporativo y la competitividad de las c..."	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad Alas Peruanas	<1%
19	Trabajos del estudiante	Universidad Pontificia Bolivariana	<1%
20	Trabajos del estudiante	Universidad de La Laguna	<1%
21	Internet	repositorio.unasam.edu.pe	<1%
22	Internet	tesis.unsm.edu.pe	<1%
23	Internet	repositorio.usanpedro.edu.pe	<1%
24	Publicación	Danitza Anali Carrera Benites, Nayla Yadira Milla Matias. "Gestión de costos y su i..."	<1%
25	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez Carrion	<1%



26	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca	<1%
27	Publicación	Wanderson Ferreira dos Santos. "Modelagem computacional da ruptura de meios...	<1%
28	Internet	repositorio.unamba.edu.pe	<1%
29	Publicación	Lizbeth Bretania Saavedra Salinas, Félix Santiago Sánchez Benites. "Optimización ...	<1%
30	Internet	repositorio.utea.edu.pe	<1%

Miguel Ángel SAVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL
CIP. 187702



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 11:00 a.m. del día 23 de abril, reunidos en la sala de docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, los miembros del jurado de tesis que suscriben, para escuchar y evaluar la sustentación de tesis presentado por el bachiller: **Rosmary Tarrillo Saldaña**, denominada: **“Productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota, 2024”**; escuchada la sustentación, y absueltas las preguntas a las observaciones formuladas, la declaramos:

APROBADO

CON EL CALIFICATIVO (*)

QUINCE (15)

En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo, en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 23 de abril del 2026.

Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
PRESIDENTE

Dr. Juan Esteban Gonzales García.
SECRETARIO

Mg. Luis Angel Mozo Cruz
VOCAL

Dr. Luis Fernando Romero Chuquilin
ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).

DEDICATORIA

La presente tesis es dedicada, en primer lugar, a Dios, por concederme la fortaleza, la salud y la perseverancia necesarias para culminar este importante objetivo académico.

A mi hijo, quien constituye mi principal fuente de motivación y razón para seguir superándome día a día.

A mi madre, hermano y tío, por su apoyo incondicional, comprensión y aliento constante a lo largo de todo este proceso formativo.

Finalmente, a mis amigos y docentes de la universidad, quienes con su amistad y palabras de ánimo contribuyeron a mantener firme el compromiso con esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por guiar cada etapa de este trabajo y brindarme la sabiduría y constancia necesarias para su desarrollo.

Al Dr. Ing. Luis Fernando Romero Chuquilín, asesor de la presente investigación, por su orientación académica, aportes técnicos y acompañamiento permanente, fundamentales para el logro de los objetivos planteados.

Al Dr. Dante Hartman Cieza León, asesor externo de la presente investigación, por su orientación académica y acompañamiento constante durante todo el proceso de ejecución de la tesis y elaboración de informe final de tesis.

A los propietarios de las viviendas donde se realizó la evaluación, por permitir el acceso a sus obras y facilitar la ejecución del trabajo de campo.

A los maestros, operarios y peones que formaron parte del estudio, por su disposición y colaboración durante la recolección de datos, sin los cuales no habría sido posible el desarrollo de esta investigación.

Finalmente, a todas las personas que, de manera directa o indirecta, contribuyeron al cumplimiento de este logro académico.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xx
ABSTRACT	xxi
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	22
1.1. Planteamiento del problema	22
1.2. Justificación	25
1.3. Formulación del problema	26
1.4. Objetivos	26
1.4.1. Objetivo general	26
1.4.2. Objetivos específicos	26
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes	27
2.1.1. Antecedentes internacionales	27
2.1.2. Antecedentes nacionales	29
2.1.3. Antecedentes regionales	31
2.2. Bases teóricas	33
2.2.1. Teorías del capital de trabajo y su relación con el sector construcción	33
2.2.2. Factores que afectan el rendimiento y productividad laboral en la construcción	33
2.2.3. Importancia del conocimiento del rendimiento y productividad de la mano de obra ..	35
2.2.4. Metodología para el cálculo de rendimientos	36
2.2.5. Modelo de tiempos y movimientos en procesos constructivos	37
2.2.6. Resumen de la norma IS.010 (MCVCS, 2012) sobre cisternas	38
2.2.7. Especificaciones de la norma E.060 (MVCS, 2009) para acero, encofrado y concreto adaptado a la construcción de cisternas	40
2.2.8. Productividad (aporte unitario) y rendimiento la construcción de cisternas de acuerdo con CAPECO (2006)	42
2.3. Definiciones conceptuales	43
2.3.1. Mano de obra.....	43
2.3.2. Construcción de la cisterna	45

2.3.3. Partidas de trabajo de la construcción de una cisterna	49
2.3.4. Rendimiento de la mano de obra.....	50
2.3.5. Productividad de la mano de obra.....	51
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	53
3.1. Tipo, diseño, nivel y enfoque de investigación	53
3.2. Ubicación, población, muestra, muestreo y unidad de análisis	55
3.2.1. Ubicación	55
3.2.2. Población.....	56
3.2.3. Muestreo.....	56
3.2.4. Muestra.....	57
3.2.5. Unidad de análisis	58
3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	58
3.3.1. Técnicas de recolección de datos	58
3.3.2. Instrumentos de recolección de datos	59
3.4. Hipótesis	60
3.5. Operacionalización de variables	61
3.5.1. Variable independiente: Mano de obra en la construcción de cisternas	61
3.5.2. Variable dependiente: Rendimiento de la mano de obra	61
3.5.3. Variable dependiente: Productividad de la mano de obra.....	62
3.5.4. Matriz de operacionalización de variables.....	63
3.6. Procedimientos de recolección de datos	64
3.6.1. Visita de campo, selección y caracterización de las viviendas de estudio.....	64
3.6.2. Aplicación del cuestionario.....	66
3.6.3. Identificación de las características generales de las cisternas	68
3.6.4. Determinación del rendimiento de la mano de obra	70
3.6.5. Determinación de la productividad	84
3.7. Procedimientos de análisis de datos	87
3.8. Material y equipos (descripción del uso)	88
3.9. Aspectos éticos	89
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	91

4.1. Descripción de resultados	91
4.1.1. Características técnicas de las cisternas y de la mano de obra que participó en su construcción en la ciudad de Chota	91
4.1.2. Aporte unitario (producción) de la mano de obra en cisternas	104
4.1.3. Rendimientos de la mano de obra en la ejecución de cisternas	124
4.1.4. Uso de los tiempos de producción en la ejecución de cisternas.....	179
4.2. Contratación de hipótesis	196
4.3. Discusión.....	209
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	216
5.1. Conclusiones.....	216
5.2. Recomendaciones.....	218
REFERENCIAS	223
ANEXOS	232
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	232
Anexo 2. Panel fotográfico	233
Anexo 3. Validación de instrumentos	254
Anexo 3. Datos recolectados en campo	260

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Dotaciones de agua para viviendas unifamiliares	38
Tabla 2	Resumen de rendimientos de la mano de obra en cisterna (CAPECO, 2006).....	42
Tabla 3	Criterios de inclusión y exclusión del muestreo	57
Tabla 4	Ubicación de las viviendas incluidas en la muestra	58
Tabla 5	Matriz de operacionalización de variables	63
Tabla 6	Características de las viviendas seleccionadas en la investigación	65
Tabla 7	Resumen de rendimientos de la mano de obra en cisterna (CAPECO, 2006).....	77
Tabla 8	Peso nominal de acuerdo al diámetro del acero.....	80
Tabla 9	Actividades consideradas para la partida de encofrado y desencofrado	84
Tabla 10	Actividades consideradas para la partida de habilitación y colocación de acero	85
Tabla 11	Actividades consideradas para la partida de vaciado de concreto.....	85
Tabla 12	Materiales y equipos utilizados en la investigación.....	88
Tabla 13	Distribución de trabajadores por partida en la construcción de cisternas.....	91
Tabla 14	Categoría de los trabajadores en la construcción de cisternas	91
Tabla 15	Categoría de trabajo por partida en la construcción de cisternas	92
Tabla 16	Edad de los trabajadores en la construcción de cisternas.....	93
Tabla 17	Edad promedio por categoría y partida en la construcción de cisternas.....	93
Tabla 18	Experiencia laboral de los trabajadores en la construcción de cisternas	94
Tabla 19	Grado de instrucción de los trabajadores en la construcción de cisternas	95
Tabla 20	Estado civil de los trabajadores en la construcción de cisternas	95
Tabla 21	Comunidad de los trabajadores en la construcción de cisternas	96
Tabla 22	Distrito de los trabajadores en la construcción de cisternas.....	97
Tabla 23	Provincia de los trabajadores en la construcción de cisternas.....	98
Tabla 24	Departamento de los trabajadores en la construcción de la cisterna	98
Tabla 25	Remuneración media diaria de los trabajadores en la construcción de cisternas	99
Tabla 26	Remuneración promedio diaria por categoría y partida en la construcción de cisternas ...	100
Tabla 27	Satisfacción de los trabajadores en la construcción de cisternas.....	101
Tabla 28	Nivel de satisfacción laboral de los trabajadores según partida en la construcción de cisternas	102
Tabla 29	Características técnicas de las cisternas en construcción en la ciudad de Chota.....	103
Tabla 30	Tabla comparativa de aporte unitario promedio por partida (encofrado, desencofrado, acero y concreto)	105
Tabla 31	Estadísticas descriptivas del aporte unitario de la mano de obra en encofrado de cisternas	106

Tabla 32	Aporte unitario de la mano de obra en encofrado de cisternas	107
Tabla 33	Aporte unitario de la mano de obra en encofrado de cisternas ajustado a la cuadrilla de CAPECO para la jornada laboral de 8 horas	108
Tabla 34	Estadísticas descriptivas del aporte unitario de la mano de obra en desencofrado de cisternas	111
Tabla 35	Aporte unitario de la mano de obra en desencofrado de cisternas	112
Tabla 36	Aporte unitario de la mano de obra en desencofrado de cisternas ajustado a la cuadrilla de CAPECO para la jornada laboral de 8 horas	113
Tabla 37	Estadísticas descriptivas de aporte unitario de la mano de obra en habilitación y colocación de acero en cisternas	115
Tabla 38	Aporte unitario de la mano de obra en habilitación y colocación de acero en cisternas ...	116
Tabla 39	Aporte unitario de la mano de obra en habilitación y colocación de acero en cisternas ajustado a la cuadrilla de CAPECO para la jornada laboral de 8 horas	117
Tabla 40	Estadísticas descriptivas de aporte unitario de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto en cisternas	120
Tabla 41	Aporte unitario de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto en cisternas	121
Tabla 42	Aporte unitario de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto en cisternas ajustado a la cuadrilla de CAPECO para la jornada laboral de 8 horas	122
Tabla 43	Rendimientos de la mano de obra en la ejecución de cisternas en Chota	124
Tabla 44	Porcentaje que representan los rendimientos respecto a CAPECO (2006)	125
Tabla 45	Comparación del rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de cisternas.....	126
Tabla 46	Rendimiento de la mano de obra en el encofrado de cisternas	127
Tabla 47	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la forma de la cisterna	128
Tabla 48	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la longitud de la cisterna	128
Tabla 49	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo al ancho de la cisterna.....	129
Tabla 50	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la altura de la cisterna.....	130
Tabla 51	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo al volumen útil de la cisterna	130
Tabla 52	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la ubicación de la cisterna	131
Tabla 53	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la distancia de transporte de los materiales de la cisterna.....	132

Tabla 54	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la disponibilidad de espacio de la cisterna.....	132
Tabla 55	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO de acuerdo al tipo de material utilizado en el encofrado de la cisterna	133
Tabla 56	Comparación del rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de cisternas	138
Tabla 57	Rendimiento de la mano de obra en el desencofrado de cisternas	139
Tabla 58	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la forma de la cisterna.....	140
Tabla 59	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la longitud de la cisterna	140
Tabla 60	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo al ancho de la cisterna.....	141
Tabla 61	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la altura de la cisterna	142
Tabla 62	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo al volumen útil de la cisterna.....	142
Tabla 63	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la ubicación de la cisterna.....	143
Tabla 64	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la distancia de transporte de los materiales de la cisterna	144
Tabla 65	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la disponibilidad de espacio de la cisterna	144
Tabla 66	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO de acuerdo al tipo de material utilizado en el desencofrado de la cisterna	145
Tabla 67	Comparación del rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero en cisternas.....	150
Tabla 68	Rendimiento de la mano de obra en la habilitación y colocación de acero en cisternas ...	151
Tabla 69	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la forma de la cisterna	152
Tabla 70	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la longitud de la cisterna	152
Tabla 71	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo al ancho de la cisterna.....	153
Tabla 72	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la altura de la cisterna	153

Tabla 73	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo al volumen útil de la cisterna	154
Tabla 74	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo al espesor de muros de la cisterna	154
Tabla 75	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo al espesor de losa de la cisterna	155
Tabla 76	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la ubicación de la cisterna	155
Tabla 77	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la distancia de transporte de los materiales de la cisterna.....	156
Tabla 78	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la disponibilidad de espacio de la cisterna	156
Tabla 79	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO de acuerdo al diámetro de acero utilizado en la habilitación y colocación de acero de la cisterna.....	157
Tabla 80	Comparación del rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto en cisternas.....	164
Tabla 81	Rendimiento de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto en cisternas ...	165
Tabla 82	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la forma de la cisterna	166
Tabla 83	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la longitud de la cisterna	166
Tabla 84	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo al ancho de la cisterna.....	167
Tabla 85	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la altura de la cisterna	167
Tabla 86	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo al volumen útil de la cisterna	168
Tabla 87	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la ubicación de la cisterna	169
Tabla 88	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo al espesor de muros de la cisterna	169
Tabla 89	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo al espesor de losa de la cisterna	170
Tabla 90	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la distancia de transporte de los materiales de la cisterna.....	170
Tabla 91	Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la disponibilidad de espacio de la cisterna	171

Tabla 92 Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO de acuerdo a la resistencia esperada en la preparación y vaciado de concreto de la cisterna	171
Tabla 93 Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO de acuerdo a la dosificación de materiales en la preparación y vaciado de concreto de la cisterna	172
Tabla 94 Uso de los tiempos de producción en la construcción de cisternas	179
Tabla 95 Uso de los tiempos de ejecución por parte de la mano de obra en el encofrado de cisternas	180
Tabla 96 Uso de los tiempos de ejecución por parte de la mano de obra en el desencofrado de cisternas	184
Tabla 97 Uso de los tiempos de ejecución por parte de la mano de obra en la habilitación y colocación de acero en cisternas	188
Tabla 98 Uso de los tiempos de ejecución por parte de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto en cisternas	192
Tabla 99 Rendimiento de la mano de obra según CAPECO (2006).....	197
Tabla 100 Ocupación del tiempo de trabajo	197
Tabla 101 Prueba de normalidad del rendimiento de la mano de obra	197
Tabla 102 Análisis t-studen del rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas por partida	200
Tabla 103 Análisis t-Student del tiempo productivo (TP) de la mano de obra en la construcción de cisternas por partida de acuerdo con los tiempos de Ghio (2001) para Lima	202
Tabla 104 Análisis t-Student del tiempo productivo (TP) de la mano de obra en la construcción de cisternas por partida de acuerdo con los tiempos de manejo optimizado de Ghio (2001)	202
Tabla 105 Aportes unitarios recomendados para la partida de encofrado de cisternas en viviendas de la ciudad de Chota	219
Tabla 106 Aportes unitarios recomendados para APU – Desencofrado de cisternas en viviendas de la ciudad de Chota	220
Tabla 107 Aportes unitarios recomendados para APU – Habilitación y colocación de acero de cisternas en viviendas de la ciudad de Chota	221
Tabla 108 Aportes unitarios recomendados para APU – Preparación y vaciado de concreto.....	222

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Factores que afectan el rendimiento y productividad de la mano de obra	33
Figura 2	Importancia del conocimiento de la productividad	35
Figura 3	Aspectos del estudio del trabajo	37
Figura 4	Cisterna y tanque de almacenamiento de agua.....	39
Figura 5	Partes de una cisterna	45
Figura 6	Dimensiones de una cisterna.....	46
Figura 7	Funcionamiento de una cisterna	47
Figura 8	Diseño de investigación no experimental descriptivo	54
Figura 9	Ubicación de la ciudad de Chota	55
Figura 10	Vivienda seleccionada para la construcción de una cisterna durante el trabajo de campo en la ciudad de Chota	64
Figura 11	Aplicación del cuestionario a trabajadores durante la fase de habilitación de acero	66
Figura 12	Información solicitada en el cuestionario a los trabajadores de construcción civil	67
Figura 13	Identificación de las características técnicas de la cisterna durante la inspección	68
Figura 14	Características generales registradas de las cisternas	69
Figura 15	Visita de campo durante la construcción de cisternas	71
Figura 16	Medición de avance para el cálculo del rendimiento de la mano de obra en la construcción de la cisterna	71
Figura 17	Determinación de la productividad durante el vaciado y encofrado de la cisterna	86
Figura 18	Registro en campo de la productividad de la mano de obra en cisternas.....	86
Figura 19	Categoría de los trabajadores en la construcción de cisternas	92
Figura 20	Edad y experiencia laboral de los trabajadores en la construcción de cisternas	94
Figura 21	Grado de instrucción y estado civil de los trabajadores	95
Figura 22	Comunidad de los trabajadores en la construcción de cisternas	97
Figura 23	Distrito de los trabajadores en la construcción de cisternas	97
Figura 24	Provincia de los trabajadores en la construcción de cisternas	98
Figura 25	Departamento de los trabajadores en la construcción de la cisterna.....	99
Figura 26	Remuneración media diaria de los trabajadores en la construcción de cisternas	100
Figura 27	Satisfacción de los trabajadores en la construcción de cisternas	101
Figura 28	Relación entre el metrado y el aporte unitario total de la mano de obra en el encofrado de cisternas	109
Figura 29	Relación entre las horas de trabajo y el aporte unitario total de la mano de obra en el encofrado de cisternas.....	109

Figura 30 Relación entre el número de trabajadores y el aporte unitario total de la mano de obra en el encofrado de cisternas.....	110
Figura 31 Relación entre el metrado y el aporte unitario total en el desencofrado de cisternas.....	113
Figura 32 Relación entre horas de trabajo y aporte unitario en el desencofrado de cisternas	114
Figura 33 Relación entre número de trabajadores y aporte unitario en desencofrado de cisternas ..	114
Figura 34 Relación entre el metrado de acero y el aporte unitario total en la habilitación y colocación de acero de cisternas	118
Figura 35 Relación entre las horas de trabajo y el aporte unitario total en la habilitación y colocación de acero de cisternas	118
Figura 36 Relación entre el número de trabajadores y el aporte unitario total en la habilitación y colocación de acero de cisternas	119
Figura 37 Relación entre el metrado ejecutado y el aporte unitario total en la preparación y vaciado de concreto de cisternas	122
Figura 38 Relación entre horas de trabajo y aporte unitario en vaciado de concreto de cisternas ...	123
Figura 39 Relación entre el número de trabajadores y el aporte unitario total en la preparación y vaciado de concreto de cisternas	123
Figura 40 Comparación del rendimiento de la mano de obra en el encofrado de cisternas	126
Figura 41 Relación entre el metrado y el rendimiento de la mano de obra en el encofrado de cisternas	133
Figura 42 Relación entre las horas de trabajo y el rendimiento de la mano de obra en el encofrado de cisternas	134
Figura 43 Relación entre el número de trabajadores y el rendimiento de la mano de obra en el encofrado de cisternas	134
Figura 44 Relación entre la longitud de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado	135
Figura 45 Relación entre el ancho de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado	135
Figura 46 Relación entre la altura de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado	136
Figura 47 Relación entre el volumen útil de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado	136
Figura 48 Relación entre la distancia de transporte de materiales y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado	137
Figura 49 Relación entre la disponibilidad de espacio y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado	137
Figura 50 Comparación del rendimiento de la mano de obra en el desencofrado de cisternas	138

Figura 51 Relación entre el metrado y el rendimiento de la mano de obra en el desencofrado de cisternas	145
Figura 52 Relación entre las horas de trabajo y el rendimiento de la mano de obra en el desencofrado de cisternas	146
Figura 53 Relación entre el número de trabajadores y el rendimiento de la mano de obra en el desencofrado de cisternas	146
Figura 54 Relación entre la longitud de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado.....	147
Figura 55 Relación entre el ancho de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado.....	147
Figura 56 Relación entre la altura de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado.....	148
Figura 57 Relación entre el volumen útil de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado	148
Figura 58 Relación entre la distancia de transporte de materiales y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado	149
Figura 59 Relación entre la disponibilidad de espacio y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado.....	149
Figura 60 Comparación del rendimiento de la mano de obra en acero en cisternas	150
Figura 61 Relación entre el metrado y el rendimiento de la mano de obra en la habilitación y colocación de acero de cisternas	157
Figura 62 Relación entre las horas de trabajo y el rendimiento de la mano de obra en la habilitación y colocación de acero de cisternas	158
Figura 63 Relación entre el número de trabajadores y el rendimiento de la mano de obra en la habilitación y colocación de acero de cisternas.....	158
Figura 64 Relación entre la longitud de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero	159
Figura 65 Relación entre el ancho de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero	159
Figura 66 Relación entre la altura de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero	160
Figura 67 Relación entre el volumen útil de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero	160
Figura 68 Relación entre espesor de muros y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero.....	161
Figura 69 Relación entre espesor de losas y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero.....	161

Figura 70 Relación entre ubicación de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero	162
Figura 71 Relación entre la distancia de transporte de materiales y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero	162
Figura 72 Relación entre la disponibilidad de espacio y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero	163
Figura 73 Relación entre el diámetro de acero y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero	163
Figura 74 Comparación del rendimiento de la mano de obra en concreto en cisternas	164
Figura 75 Relación entre el metrado y el rendimiento de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto de cisternas	172
Figura 76 Relación entre las horas de trabajo y el rendimiento de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto de cisternas	173
Figura 77 Relación entre el número de trabajadores y el rendimiento de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto de cisternas.....	173
Figura 78 Relación entre la longitud de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto	174
Figura 79 Relación entre el ancho de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto	174
Figura 80 Relación entre la altura de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto	175
Figura 81 Relación entre el volumen útil de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto	175
Figura 82 Relación entre el espesor de muros y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto	176
Figura 83 Relación entre el espesor de losa y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto	176
Figura 84 Relación entre la ubicación de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto	177
Figura 85 Relación entre la distancia de transporte de materiales y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto	177
Figura 86 Relación entre la disponibilidad de espacio y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto	178
Figura 87 Relación entre las latas de cada agregado y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto	178
Figura 88 Uso de los tiempos de producción en la construcción de cisternas	179
Figura 89 Resumen del uso de los tiempos de producción en el encofrado en cisternas.	180

Figura 90	Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 1	181
Figura 91	Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 2	181
Figura 92	Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 3	181
Figura 93	Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 4	182
Figura 94	Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 5	182
Figura 95	Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 6	182
Figura 96	Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 7	183
Figura 97	Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 8	183
Figura 98	Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 9	183
Figura 99	Resumen del uso de los tiempos de producción en desencofrado en cisternas.	184
Figura 100	Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 1	185
Figura 101	Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 2	185
Figura 102	Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 3	185
Figura 103	Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 4	186
Figura 104	Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, viviendas 5	186
Figura 105	Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 6	186
Figura 106	Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 7	187
Figura 107	Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 8	187
Figura 108	Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 9	187
Figura 109	Resumen del uso de los tiempos de producción en acero en cisternas.	188
Figura 110	Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 1	189
Figura 111	Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 2	189
Figura 112	Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 3	189
Figura 113	Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 4	190
Figura 114	Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 5	190
Figura 115	Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 6	190
Figura 116	Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 7	191
Figura 117	Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, viviendas 8	191
Figura 118	Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 9	191
Figura 119	Resumen del uso de los tiempos de producción en concreto en cisternas.	192
Figura 120	Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 1	193
Figura 121	Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 2	193
Figura 122	Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 3	193
Figura 123	Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 4	194
Figura 124	Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 5	194
Figura 125	Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 6	194
Figura 126	Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 7	195

Figura 127	Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 8.....	195
Figura 128	Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 9.....	195
Figura 129	Prueba de normalidad del rendimiento en encofrado en la construcción de cisternas ...	198
Figura 130	Prueba de normalidad del rendimiento en desencofrado en la construcción de cisternas	198
Figura 131	Prueba de normalidad del rendimiento en habilitación y colocación de acero en la construcción de cisternas	199
Figura 132	Prueba de normalidad del rendimiento en concreto en la construcción de cisternas	199
Figura 133	Coeficiente de correlación de Pearson para encofrado en la construcción de cisternas.	205
Figura 134	Nivel de significancia para encofrado en la construcción de cisternas	205
Figura 135	Coeficiente de correlación de Pearson para desencofrado en la construcción de cisternas	206
Figura 136	Nivel de significancia para desencofrado en la construcción de cisternas	206
Figura 137	Coeficiente de correlación de Pearson para habilitación y colocación de acero en la construcción de cisternas	207
Figura 138	Nivel de significancia para habilitación y colocación de acero en la construcción de cisternas	207
Figura 139	Coeficiente de correlación de Pearson para preparación y vaciado de concreto en la construcción de cisternas	208
Figura 140	Nivel de significancia para preparación y vaciado de concreto en la construcción de cisternas	208

ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

AP: Aporte unitario

APU: Análisis de precios unitarios

Av.: Avenida

CAP: Capataz

CAPECO: Cámara Peruana de la Construcción

C-I-E: Completa, incompleta y estudiando

CV: Coeficiente de variación

$f'c$: Resistencia a la compresión especificada del concreto

hh/ HH: Horas hombre

IP: Índice de productividad

Jr.: Jirón

MINEDU: Ministerio de Educación

M.O.: Mano de obra

MPCH: Municipalidad Provincial de Chota

MVCS: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

NTP: Norma Técnica Peruana

TC: Tiempo contributorio

TNC: Tiempo no contributorio

TP: Tiempo productivo

OF: Oficial

OP: Operario

OP (equipo): Operario de equipo livino

PE: Peón

Psj.: Pasaje

Rp: Rendimiento promedio

SHP: Shapefile

UTM: Universal Transverse Mercator

RESUMEN

La construcción de cisternas para viviendas constituye una actividad frecuente en la ciudad de Chota; sin embargo, en la práctica local, los procesos constructivos se desarrollan sin información técnica sistematizada sobre la productividad y el rendimiento real de la mano de obra, lo que genera incertidumbre en la planificación de tiempos, costos y recursos. En este contexto, la investigación tuvo como objetivo evaluar la productividad y el rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota. La metodología adoptada fue de enfoque cuantitativo, diseño no experimental. La muestra fue no probabilística por conveniencia, conformada por 9 viviendas en las que se evaluaron las partidas de encofrado, desencofrado, habilitación y colocación de acero, y preparación y vaciado de concreto. Los resultados muestran que las cisternas presentan mayoritariamente forma regular, con volúmenes útiles entre 3.96 y 27.31 m³, espesores de muros y losas de 0.10 a 0.25 m y predominio del concreto f'c = 210 kg/cm². La mano de obra estuvo conformada por 169 trabajadores, con edad promedio de 36.69 años y experiencia media de 13.18 años. El encofrado registró un aporte de 1.07 hh/m² y rendimiento ajustado de 16.48 m²/día; el desencofrado, 0.82 hh/m² y 29.34 m²/día; la habilitación de acero, 0.10 hh/kg y 181.73 kg/día; y el vaciado de concreto, 8.06 hh/m³ y 15.63 m³/día. Asimismo, la habilitación de acero presentó el mayor tiempo productivo (51.40%), mientras que el encofrado evidenció la menor eficiencia (30.19% TP). Se concluye que la productividad y el rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas en Chota en general son comparables o superiores a los estándares de referencia, aunque con oportunidades de mejora en la organización del trabajo y la reducción de tiempos no contributorios, especialmente en la partida de encofrado.

Palabras clave: Productividad; rendimiento; cisternas; tiempos de producción; aporte unitario.

ABSTRACT

The construction of cisterns for homes is a common activity in the city of Chota; however, in local practice, construction processes are carried out without systematic technical information on productivity and actual labor performance, which creates uncertainty in the planning of time, costs, and resources. In this context, the objective of the research was to evaluate the productivity and performance of the workforce in the construction of cisterns for homes in the city of Chota. The methodology adopted was quantitative, with a non-experimental design. The sample was non-probabilistic for convenience, consisting of nine homes in which the items of formwork, formwork removal, steel fitting and placement, and concrete preparation and pouring were evaluated. The results show that the cisterns are mostly regular in shape, with useful volumes between 3.96 and 27.31 m³, wall and slab thicknesses of 0.10 to 0.25 m, and a predominance of concrete $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$. The workforce consisted of 169 workers, with an average age of 36.69 years and an average experience of 13.18 years. Formwork recorded a contribution of 1.07 hh/m² and an adjusted yield of 16.48 m²/day; formwork removal, 0.82 hh/m² and 29.34 m²/day; steel fitting recorded 0.10 man-hours/kg and 181.73 kg/day; and concrete pouring recorded 8.06 man-hours/m³ and 15.63 m³/day. Likewise, steel fitting had the highest productive time (51.40%), while formwork showed the lowest efficiency (30.19% PT). It is concluded that labor productivity and performance in the construction of cisterns in Chota are generally comparable to or higher than the reference standards, although there is room for improvement in work organization and the reduction of non-contributory time, especially in formwork.

Keywords: Productivity; labor performance; cisterns; production time; unit labor input.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El crecimiento sostenido de la industria de la construcción demanda el aumento de la productividad de la mano de obra. En España, el sector de la construcción registró en 2024 incremento del 16.4% en el número de viviendas en ejecución, culminándose 110 306 viviendas (Iriarte, 2025). Sin embargo, este crecimiento ha evidenciado la necesidad de optimizar la productividad de la mano de obra para controlar costos y plazos de ejecución en obras de infraestructura básica (Tabejamaat et al., 2024). En países desarrollados, estas mejoras se han logrado mediante tecnologías constructivas y procesos industrializados (Rangasamy y Yang, 2024); no obstante, en países en vías de desarrollo, la construcción de pequeña y mediana escala continúa presentando bajos rendimientos y alta variabilidad productiva (Asrat y Eshetu, 2024).

En Perú, la construcción de infraestructura domiciliaria vinculada al abastecimiento de agua adquiere relevancia por las deficiencias del servicio. Según COMEXPERU (2024), aunque más del 90% de las viviendas del país cuenta con acceso al servicio de agua potable, menos del 60% dispone del servicio de forma continua durante las 24 horas del día. Frente a esta problemática, la construcción de cisternas de concreto armado se ha convertido en una alternativa recurrente para asegurar el almacenamiento de agua en los hogares. No obstante, la planificación de estas obras se realiza generalmente utilizando rendimientos establecidos por la *Cámara Peruana de la Construcción* (CAPECO, 2006), los cuales se desarrollaron en condiciones técnicas, logísticas y laborales de Lima y Callao, por ende, son distintas al resto del país.

En Cajamarca el acceso al agua potable sigue siendo un problema recurrente (Sault, 2024). De acuerdo con COMEXPERU (2024), solo el 88.7% de los hogares cajamarquinos accede al servicio de agua potable, y apenas el 11.7% cuenta con

suministro continuo y niveles adecuados de cloración, lo que ha impulsado la construcción de cisternas como infraestructura complementaria para el abastecimiento domiciliario. Sin embargo, la región se caracteriza por una mano de obra con escasa capacitación técnica, factor que influyen en el rendimiento de las actividades constructivas (Burga, 2022). En este escenario, la aplicación directa de rendimientos dados por CAPECO resulta poco representativo y puede generar errores significativos en la estimación de tiempos y costos de ejecución (Sanchez et al., 2023).

En la ciudad de Chota, ubicada a una altitud aproximada de 2 388 m.s.n.m., el servicio de suministro de agua potable se distribuye de manera intermitente, con una disponibilidad promedio de dos horas al día durante tres días a la semana (Tarrillo y Collantes, 2024). Como respuesta a la limitada continuidad del servicio, las familias optan por soluciones de almacenamiento domiciliario; sin embargo, una encuesta aplicada por Tarrillo (2024) a 105 propietarios de viviendas revela que solo el 0.95% cuenta con cisterna, evidenciando una limitada implementación de sistemas de almacenamiento subterráneo, pese a su mayor capacidad y funcionalidad.

Esta condición, asociada a las características climáticas de la zona, temperaturas medias bajas, alta variabilidad térmica diaria y elevada radiación solar en época de estiaje, influye directamente en los procesos constructivos, particularmente en el fraguado del concreto y en el esfuerzo físico requerido por la mano de obra. Asimismo, la ejecución de cisternas para viviendas unifamiliares en Chota se desarrolla mayoritariamente en edificaciones ya consolidadas, donde existen restricciones severas de accesibilidad, espacios confinados, limitaciones para el acopio de materiales y recorridos largos para el transporte manual de insumos. Estas condiciones incrementan los tiempos contributorios y no contributorios durante las partidas de excavación, encofrado, habilitación de acero y vaciado de concreto, configurando un entorno

operativo significativamente distinto al considerado en obras de mayor escala o con frentes de trabajo abiertos (Torres-Torres et al., 2024).

Adicionalmente, la mano de obra empleada se caracteriza por su alta informalidad, el predominio de técnicas constructivas manuales y la limitada supervisión técnica, lo que genera variabilidad en la organización de las cuadrillas y en la secuencia de actividades. Bajo estas condiciones, la aplicación directa de los rendimientos estándar establecidos por CAPECO (2006), como 14 m²/día para encofrado, 10 m³/día para preparación y vaciado de concreto y 250 kg/día para habilitación y colocación de acero, no representa adecuadamente la realidad local, llevando a errores en la programación de obra, estimación de costos y asignación de recursos.

Por otro lado, la construcción de cisternas implica trabajos en excavaciones profundas y espacios confinados, donde el cumplimiento de la Norma G.050 “*Seguridad durante la Construcción*” (MVCS, 2009) resulta indispensable. Las medidas de seguridad asociadas, tales como la estabilización de taludes, control de accesos, ventilación, extracción de aire y pausas operativas por seguridad, demandan tiempo adicional que se traduce en tiempo contributivo. La omisión de este factor en el análisis del rendimiento puede generar sobreestimación de la productividad real de la mano de obra, pero también se debe tener en cuenta que en el contexto de Chota es común que no se cumplan con estos requisitos de seguridad de acuerdo con lo informado por Rafel y Tapia (2025) para construcciones de la ciudad.

En consecuencia, el problema de investigación radica en la ausencia de estudios locales que evalúen de manera sistemática la productividad y el rendimiento real de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas en la ciudad de Chota, considerando las condiciones geográficas, climáticas, las restricciones de campo y las

exigencias de seguridad en obra. Esta carencia de información técnica limita la adecuada planificación de tiempos, costos y recursos, afectando la viabilidad técnica y económica de las soluciones de almacenamiento domiciliario. Frente a ello, resulta necesario desarrollar una investigación que permita cuantificar y analizar el rendimiento y productividad de la mano de obra bajo condiciones reales de ejecución, generando información confiable que sirva como base para la toma de decisiones en proyectos similares.

1.2. Justificación

La presente investigación se justifica por la necesidad de contar con información técnica confiable sobre la productividad y el rendimiento real de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas en la ciudad de Chota, dado que la planificación de este tipo de obras se realiza actualmente utilizando rendimientos referenciales que no representan las condiciones locales. El estudio permite estimar con mayor precisión los costos y tiempos de ejecución de las partidas de habilitación de acero, encofrado y vaciado de concreto, contribuyendo a una mejor planificación y optimización de los recursos en proyectos de infraestructura domiciliaria. Asimismo, la investigación aporta evidencia técnica que cubre el vacío existente de estudios aplicados a obras de pequeña escala en contextos urbanos fuera de Lima, generando una base de datos local que facilita la comparación con los estándares establecidos por CAPECO y la adaptación de los rendimientos a realidades constructivas similares. Desde una perspectiva práctica y social, los resultados beneficiarán directamente a propietarios, constructores y proyectistas, al permitir una ejecución más eficiente de cisternas destinadas al almacenamiento de agua, infraestructura clave para mejorar la continuidad del servicio y la calidad de vida de las familias de la ciudad de Chota.

1.3. Formulación del problema

¿Cuánto es la productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota.

1.4.2. Objetivos específicos

- Describir las características técnicas de las cisternas (dimensiones, ubicación, resistencia del concreto) y las características de la mano de obra (experiencia y especialización) que participaron en su construcción en la ciudad de Chota.
- Determinar el aporte unitario (producción) de la mano de obra en las partidas de habilitación de acero, encofrado y vaciado de concreto en cisternas.
- Comparar los rendimientos de la mano de obra en la ejecución de cisternas en Chota con los estándares dados por la *Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO)* para la ciudad de Lima.
- Analizar el uso de los tiempos de producción (productivo, contributorio y no contributorio) durante la ejecución de cisternas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Vargas (2025) en su tesis realizada en Ecuador, titulado “*Rendimiento y productividad de la mano de obra en la construcción de edificaciones de la ciudad de Riobamba*” tuvo como objetivo determinar el rendimiento y productividades de la mano de obra para varias actividades de construcción. La investigación usó el enfoque cuantitativo, diseño no experimental y se realizó un estudio de campo de 20 edificaciones en construcción. Determinó que actividades como el vertido de concreto registraron 0.70 m³/h, y el montaje de acero 109.17 kg/h a 175 kg/h dependiendo de las dimensiones de los elementos estructurales. Concluyó que los rendimientos reales muestran variaciones significativas frente a valores referenciales institucionales, por lo que los presupuestos deben basarse en mediciones locales.

Behiry et al. (2025) en su investigación realizada en Egipto, titulado “*Analyzing of influencing factors affecting labor productivity in construction projects in remote areas*” tuvieron como objetivo identificar y analizar los factores que afectan el rendimiento y la productividad de la mano de obra en proyectos ubicados en áreas aisladas. Utilizaron la metodología cuantitativa, donde se les aplicó un cuestionario estructurado a 100 trabajadores, evaluando 50 factores por el índice de importancia. Determinaron que los factores humanos que más influyen en el rendimiento son la experiencia y habilidad de los trabajadores en 88%; en factores técnicos, la interrupción del trabajo por cambios de diseño o especificaciones obtuvo el 87%; y los factores externos como la dificultad de acceso a obra presentó el mayor impacto con 89%. Concluyeron que en zonas remotas es necesario mejorar el rendimiento, reducir retrasos y fortalecer la eficiencia operativa en la ejecución de proyectos.

Castro (2024) su estudio realizado en Hispania Bética “*The use of cisterns as a water supply system in Hispania Baetica: an overview*” tuvo como objetivo analizar el uso de las cisternas en los contextos urbanos y rurales. El estudio fue descriptivo basándose en registros constructivos en diferentes zonas, donde determinó que las cisternas eran estructuras subterráneas o semienterradas, las más comunes presentaban planta rectangular o cuadrada, con bóvedas de medio cañón y cámaras de 3 a 6 m de largo, 2 a 3 m de ancho y hasta 4 metros de profundidad, alcanzando capacidades de hasta 50 m³ en los sistemas públicos dado que su ubicación en áreas urbanas se situaban bajo domus, templos o foros y en la zona rural se encontraban en villas agrícolas o talleres artesanales. Concluyó que las cisternas béticas representaron una solución técnica eficiente y duradera frente a la escasez de agua en regiones semiáridas.

Moscoso-Tello et al. (2023) en su estudio realizado en Ecuador, titulado “*Análisis y propuesta de mejora para los rendimientos de mano de obra en instalaciones hidrosanitarias en edificaciones de dos plantas en el cantón Cuenca*”, tuvieron como objetivo analizar los rendimientos de la mano de obra en actividades de instalaciones sanitarias. La metodología fue de enfoque mixto descriptiva, aplicándose encuestas a 20 obreros y fichas de observación en obra. Determinaron que el 65% de los trabajadores presentó nivel educativo primario, el 55 % indicó tener más de 10 años de experiencia laboral y el 95% señaló no haber recibido capacitaciones previas al trabajo. Asimismo, las actividades analizadas presentaron rendimientos inferiores a la norma ecuatoriana establecida, registrándose variaciones de -66%. Concluyeron que el bajo rendimiento de la mano de obra se debe principalmente a la falta de capacitación técnica, deficiente planificación y ausencia de herramientas y materiales adecuados durante la construcción de edificaciones en el cantón Cuenca.

2.1.2. Antecedentes nacionales

More (2024) su investigación realizada en Ancash titulada “*Aplicación de un sistema de elementos metálicos para la construcción de una cisterna a nivel freático ubicado en el distrito de Huarmey – Áncash*” tuvo como objetivo construir una cisterna para el almacenamiento de agua. La metodología fue aplicada, descriptiva y comparativa. Determinó que el área y volumen de la cisterna fue 35.26 m² y 227.42 m³, para el encofrado con paneles de metal el rendimiento fue de 30 m² diarios y con paneles de madera fue 20m² para la cuadrilla de 2 operarios y 3 ayudantes, siendo el costo del encofrado metálico 9.750 soles y con madera 14.250 soles. Concluyó que el uso de elementos metálicos incrementó el rendimiento de mano de obra, redujo tiempos y costos de ejecución, optimizando la productividad en la construcción de cisternas.

Torres y Cañazaca (2024) en su investigación realizada en Lima titulada “*Aplicación de la producción ajustada en la construcción de una vivienda multifamiliar en el distrito de Villa María del Triunfo*”, tuvieron como objetivo aplicar herramientas de Lean Construction durante la ejecución de una vivienda multifamiliar. El estudio presentó enfoque cuantitativo de tipo aplicado; la muestra estuvo conformada por la mano de obra de la empresa Proyectos 3H que participó en la construcción de un edificio multifamiliar y comercial de cinco pisos, el cual incluyó una cisterna subterránea de 2 m de profundidad. Los resultados obtenidos para la partida de vaciado de concreto de 140 kg/cm² evidenciaron una distribución del tiempo de trabajo compuesta por 28.92% de tiempo productivo, 48.04% de tiempo contributorio y 23.04% de tiempo no contributorio. Concluyeron que la aplicación de la filosofía Lean Construction contribuyó a la mejora de los tiempos de ejecución y a la reducción de costos en la construcción de viviendas multifamiliares.

Pérez y Campos (2023) su investigación realizada en Trujillo titulada “*Evaluación del rendimiento de mano de obra y maquinaria en la rehabilitación de la infraestructura del Colegio Modelo, Trujillo-2022*”, tuvieron como objetivo evaluar el rendimiento de la mano de obra durante la ejecución del proyecto de rehabilitación del Colegio Modelo. El estudio presentó enfoque cuantitativo de tipo aplicado; la muestra estuvo conformada por la mano de obra que participó en las actividades constructivas. Determinaron que el rendimiento de la mano de obra en la construcción de la cisterna alcanzó 12.5 m³/día en el vaciado de concreto para una cuadrilla conformada por 0.20 CAP + 2 OP + 1 OF + 10 PE; asimismo, el rendimiento en las actividades de encofrado y desencofrado de la cisterna fue de 12 m²/día para una cuadrilla de 0.10 CAP + 1 OP + 1 OF + 0.50 PE, mientras que el rendimiento en la habilitación y colocación de acero fue de 200 kg/día para una cuadrilla de 0.10 CAP + 1 OP + 1 OF. Concluyeron que el rendimiento global del proyecto se mantuvo cercano al planificado (95%), debido a que algunas partidas compensaron los retrasos generados en otras.

Carranza (2022) en su investigación en Lima “*Construcción de una cisterna de agua contra incendio para una planta industrial en Lurín*” tuvo como objetivo verificar el proceso de construcción de una cisterna agua contra incendio para una planta industrial en Lurín. La cisterna contó con capacidad de 328 m³, muros de concreto de 35 cm de espesor, 6.40 m de altura y 4.15 m fuera del pozo, arriostrados en la parte superior por vigas de 35 cm x 40 cm. La base del tanque es una losa maciza de 25 cm de espesor y la losa superior de 20 cm, se utilizó concreto de resistencia de 280 kg/cm². Determinó que, para una cuadrilla de 1 OP + 1 PE el aporte unitario de la mano de obra era de 0.35 hh para cada uno en el encofrado de la cisterna. Concluyó que, el proceso de diseño ha tenido una duración de 31 días para la elaboración del expediente técnico y 76 días para la construcción de la cisterna en la edificación.

2.1.3. *Antecedentes regionales*

En el ámbito regional no se han identificado investigaciones orientadas al análisis de la productividad y el rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas. No obstante, se dispone de estudios desarrollados en la región que evalúan la productividad y el rendimiento de la mano de obra en otras partidas constructivas, tales como encofrado, habilitación de acero, vaciado de concreto en vigas, columnas y losas por lo que permiten establecer comparaciones metodológicas.

Torres-Torres et al. (2024) en su artículo científico “*Productividad y rendimiento de mano de obra en la construcción de vigas y columnas en viviendas de Chota, Cajamarca*”, tuvieron como objetivo determinar el rendimiento y productividad de la mano de obra en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota. El estudio, de enfoque cuantitativo, consideró como muestra a la mano de obra de 9 viviendas, conformada por 40.48 % de operarios y 59.52 % de peones, con edades promedio de 41.94 y 32.99 años, respectivamente, y experiencias laborales de 15.13 y 5.21 años, aprendidas empíricamente en el 100 % de los casos. Los rendimientos obtenidos fueron de 12.58 m³/día en el vaciado de concreto, 10 m²/día en encofrado y 275.72 kg/día en la habilitación y colocación de acero. La productividad laboral registrada fue de 13.1 % TP, 47.4 % TC y 39.4 % TNC en concreto; 38.4 % TP, 38.4 % TC y 23.3 % TNC en encofrado; y 57.2 % TP, 24.2 % TC y 18.7 % TNC en vigas. Concluyeron que, en una jornada promedio de 8 horas, aproximadamente 3 horas se destinaron a trabajo productivo, 2.86 horas a trabajo contributivo y 2.14 horas a trabajo no contributivo.

Medina y Romero (2024) en su artículo científico “*Rendimiento y productividad de mano de obra en losas aligeradas en la construcción de viviendas en Chota-Cajamarca*” tuvieron como objetivo determinar el rendimiento y la productividad de la mano de obra en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota. El estudio, de

enfoque cuantitativo, consideró una muestra correspondiente a la mano de obra de 15 viviendas, conformada por 26.21 % de operarios y 73.79 % de peones, principalmente procedentes de Chota (78.64 %), Conchán (5.34 %) y Tacabamba (3.88 %), con predominio de trabajadores de 18 a 29 años (29.61 %) y experiencia laboral menor a 4 años (31.07 %). Los resultados evidenciaron rendimientos de 25.13 m²/día en encofrado para una cuadrilla de 1 OP + 1 PE; en habilitación de acero, 166.56 kg/día para 1 OP + 2 PE y 222.08 kg/día para 2 OP + 2 PE; y en vaciado de concreto, 13.47 m³/día para 4 OP + 6 PE. La distribución del tiempo de trabajo fue de 26.5 % TP, 46.5 % TC y 27.1 % TNC en encofrado; 59.8 % TP, 21.3 % TC y 18.9 % TNC en habilitación de acero; y 15.3 % TP, 61.6 % TC y 23.1 % TNC en vaciado de concreto. Concluyeron que, en una jornada promedio de 8 horas, se emplearon 2.71 horas en trabajo productivo, 3.5 horas en trabajo contributivo y 1.79 horas en trabajo no contributivo.

Cieza (2023) en su investigación titulada “*Evaluación del rendimiento y productividad de la mano de obra en la partida de concreto en columnas, para una obra de saneamiento del distrito de Conchán*”, tuvo como objetivo determinar el rendimiento de la mano de obra en la construcción de Unidades Básicas de Saneamiento (UBS). El estudio, de enfoque cuantitativo y tipo aplicado, consideró como muestra la mano de obra empleada en 107 unidades en el sector Pencaloma, organizadas en dos frentes de trabajo: la cuadrilla A conformada por 1 OP + 1 PE y la cuadrilla B por 1 OP + 1 OF + 1 PE. Los resultados mostraron productividades de 0.075 m³/hh y 0.061 m³/hh, equivalentes al 31.8 % y 57.8 % del estándar de CAPECO (10 m³/día), lo que se tradujo en rendimientos de 8.44 m³/día y 6.82 m³/día en el vaciado de concreto. La distribución del tiempo de trabajo fue de 29.44 % TP, 24.48 % TC y 46.08 % TNC. Concluyó que, en una jornada promedio, 2.35 horas se destinaron a trabajo productivo, 1.96 horas a trabajo contributivo y 3.69 horas a trabajo no contributivo.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Teorías del capital de trabajo y su relación con el sector construcción

En el sector construcción, las condiciones físicas son exigentes y los riesgos inherentes al trabajo, por ello, aplicar los principios de recursos humanos involucra garantizar condiciones laborales adecuadas en obra (Cardona y Franco, 2024). La teoría de los recursos humanos plantea que los trabajadores no son solo ejecutores de tareas, sino personas con necesidades, motivaciones y capacidades que influyen en la productividad organizacional (García-Leonard y Sorhegui-Rodríguez, 2020).

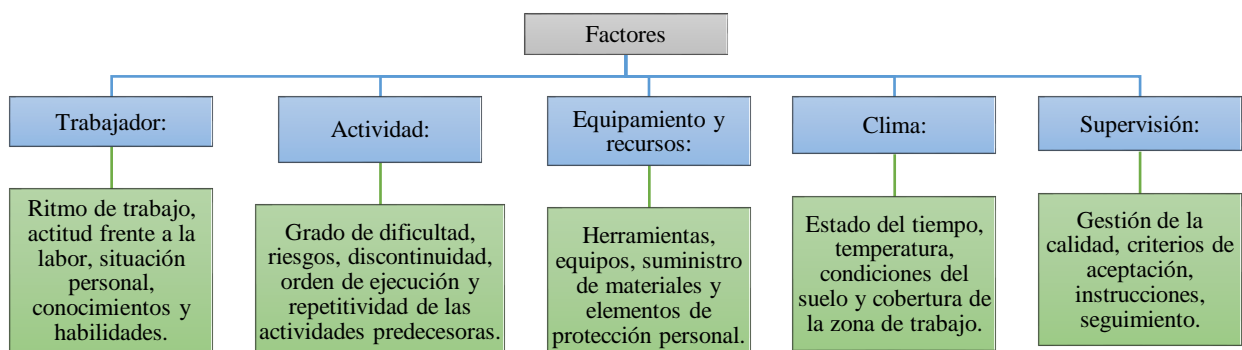
La teoría del capital intangible explica que la productividad y el rendimiento de la mano de obra no dependen únicamente de factores tangibles (como equipos, materiales), sino también del capital intangible (como la organización del trabajo, experiencia de la cuadrilla, conocimiento práctico, y coordinación de las actividades) cuyos factores influyen en la construcción (McGrattan y Prescott, 2012).

2.2.2. Factores que afectan el rendimiento y productividad laboral en la construcción

El rendimiento y la productividad de la mano de obra en la construcción pueden verse afectados por varios factores, relacionados tanto con las características de los trabajadores como con las especificaciones técnicas del proyecto (Botero, 2002).

Figura 1

Factores que afectan el rendimiento y productividad de la mano de obra



Nota. (Cieza, 2023).

2.2.2.1. Características de la mano de obra

Botero (2002) menciona que la edad, experiencia y remuneración influyen en el rendimiento de la mano de obra en la construcción; los trabajadores jóvenes suelen tener mayor fuerza para tareas físicamente exigentes, pero, la experiencia laboral permite ejecutar las actividades con mayor rapidez y precisión, reduciendo errores. Finalmente, una adecuada remuneración incrementa la motivación y el compromiso del trabajador, elevando su eficiencia, mientras que salarios bajos generan desmotivación.

2.2.2.2. Especificaciones técnicas de la construcción de la cisterna

El tamaño, la ubicación y la resistencia del concreto influyen de manera directa en el rendimiento de la mano de obra (Cieza, 2023). Cisternas de gran dimensión demandan mayor tiempo y recursos debido al incremento en el encofrado, habilitación del acero y vaciado del concreto, actividades que se vuelven más complejas y prolongadas conforme aumenta el volumen de trabajo (More, 2024).

2.2.2.3. Actividades específicas de la construcción de la cisterna

El rendimiento en la construcción de cisternas depende principalmente de tres actividades clave: habilitación de acero, encofrado y vaciado de concreto. En la habilitación de acero, si los diseños son complejos o incluye muchos puntos de refuerzo estos incrementan el tiempo de ejecución. El encofrado es una de las actividades más críticas y el rendimiento depende de factores como el tamaño de la cisterna, el tipo de encofrado y la experiencia del personal estos son los que determinan la eficiencia, pues errores en esta fase pueden ocasionar deformaciones o filtraciones durante el vaciado. Posteriormente, el vaciado de concreto exige coordinación, equipo, mezcla adecuada y condiciones climáticas favorables, pues cualquier deficiencia puede generar retrasos y afectar la calidad del concreto. Por tanto, en conjunto, estas actividades influyen directamente en la productividad global de la obra (More, 2024).

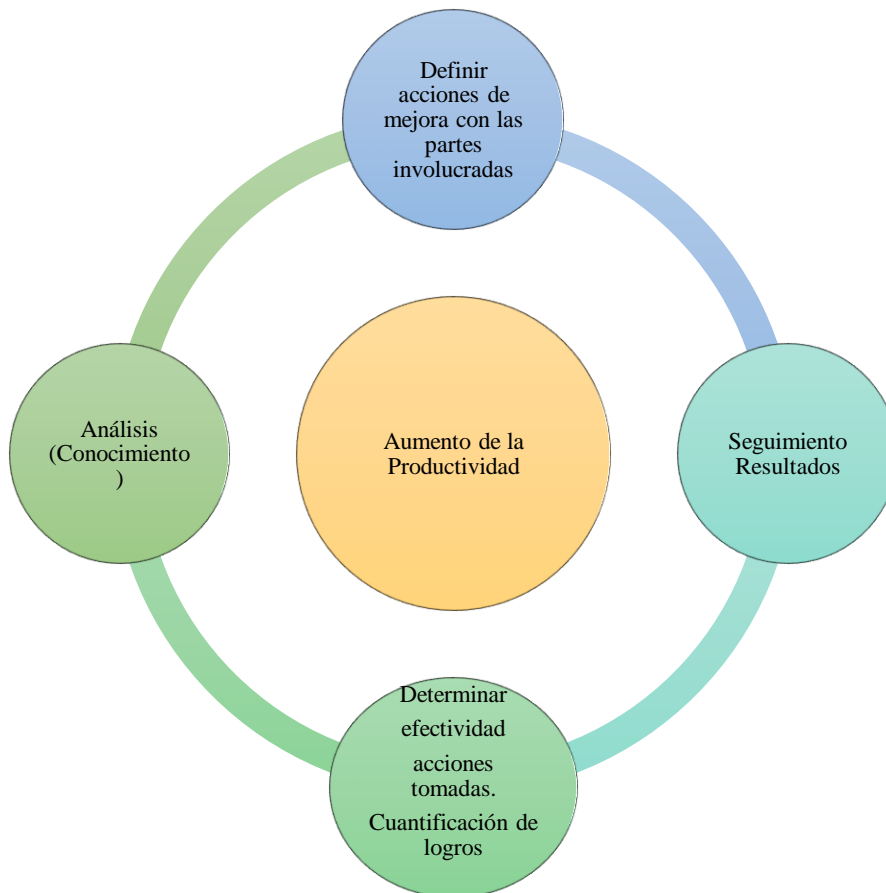
2.2.3. *Importancia del conocimiento del rendimiento y productividad de la mano de obra*

El conocimiento del rendimiento y productividad de la mano de obra en construcción permite planificar con mayor precisión los recursos, controlar los costos y optimizar los tiempos de ejecución, garantizando así la viabilidad económica de los proyectos (Flórez, 2021).

El conocimiento del rendimiento y productividad de la mano de obra asegura el éxito de los proyectos de construcción, especialmente en obras específicas como las cisternas. Este conocimiento ayuda a asegurar la calidad y aprovechar al máximo los recursos disponibles, lo que se traduce en proyectos más eficientes, rentables y sostenibles (Gómez & Morales, 2016).

Figura 2

Importancia del conocimiento de la productividad



Nota. (Gómez y Morales, 2016).

2.2.4. Metodología para el cálculo de rendimientos

El cálculo de rendimientos en construcción se basa en el enfoque del promedio de resultados, que define el rendimiento como las horas-hombre requeridas por uno o varios trabajadores para completar una actividad (Castillo, 2021). El procedimiento inicia con el cálculo de las horas-hombre (HH) como el producto del tiempo de trabajo por el número de operarios y peones; posteriormente, el rendimiento individual (R_i) se obtiene dividiendo las HH entre la cantidad de trabajo ejecutado. Además, para asegurar representatividad, los rendimientos deben medirse en distintos días y condiciones, calculándose el rendimiento promedio (R_p) (Jiménez, 2020). Finalmente, la desviación estándar (σ) permite evaluar la dispersión de los datos respecto al promedio y el coeficiente de variación (CV) establece el criterio de aceptación al relacionar la variabilidad con el rendimiento promedio.

$$HH = t \times N^{\circ} \text{ operarios} + t \times N^{\circ} \text{ ayudantes} + t \times N^{\circ} \text{ peones} \quad (1)$$

Donde, t es tiempo (horas) y HH es horas hombre.

$$R_i = \frac{HH}{C_i} \quad (2)$$

Donde, R_i rendimiento de la medida, HH horas hombre, C_i cantidad de trabajo.

$$R_p = \frac{\sum R_i}{n} \quad (3)$$

Donde, R_p rendimiento promedio, $\sum R_i$ sumatoria promedio, n número de muestras realizadas.

$$\sigma = \sqrt{\frac{(R_i - R_p)^2 + (R_{ii} - R_p)^2 + \dots + (R_{iii} - R_p)^2}{n}} \quad (4)$$

Donde, σ desviación estándar, R_p rendimiento promedio, R_i rendimiento de la medición y n número de muestreos realizados.

$$CV = \frac{\sigma}{R_p} \times 100 \quad (5)$$

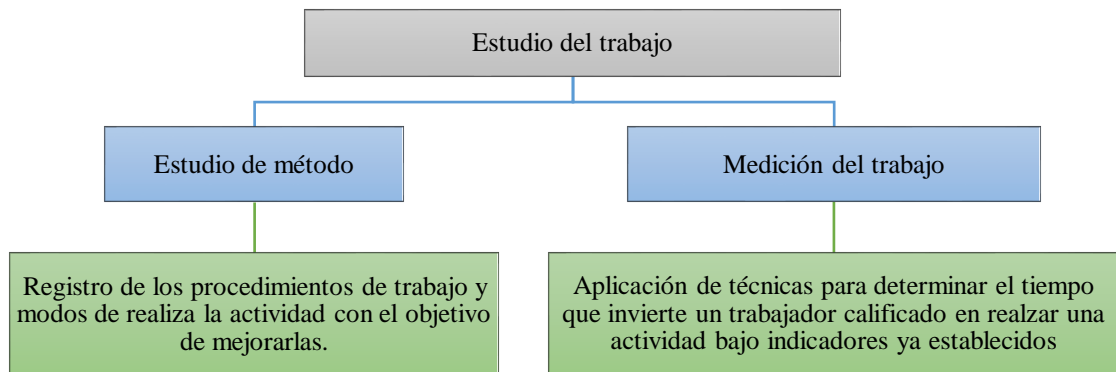
Donde, σ desviación estándar y R_p rendimiento promedio.

2.2.5. Modelo de tiempos y movimientos en procesos constructivos

Es una metodología de análisis laboral que permite descomponer cada actividad constructiva en tareas y movimientos elementales para así poder medir el tiempo real que emplea cada trabajador al momento de ejecutar una partida. Además, este modelo permite identificar demoras, pérdidas de tiempo y movimientos innecesarios con el fin de optimizar la productividad, equilibrar cuadrillas, mejorar planificación, disminuir costos y estandarizar procedimientos en la obra (Bustamante y Rodríguez, 2018).

Figura 3

Aspectos del estudio del trabajo



Nota. (Cerdas, 2009).

2.2.5.1. Carta balance y análisis de tiempos productivos.

Es un documento para visualizar y analizar la distribución del tiempo dedicado a diferentes actividades dentro de un proceso o proyecto mediante la definición del trabajo. La carta balance ayuda a comparar el tiempo total disponible con el tiempo realmente utilizado en tareas productivas, facilitando la toma de decisiones para mejorar la planificación y el rendimiento (Cruzado, 2020).

Su aplicación se realiza en al menos 1 hora de cada trabajo desarrollado (partida) analizando a toda la cuadrilla en ciclos de actividad de 15 a 30 segundos, calculando el porcentaje de actividades productivas, contributorias y no contributorias por trabajador y por cuadrilla de trabajo (Burga, 2022).

2.2.6. Resumen de la norma IS.010 (MCVCS, 2012) sobre cisternas

De acuerdo con la norma IS.010 (MVCS, 2012) las cisternas y depósitos de agua deben diseñarse para preservar la calidad del agua y garantizar el abastecimiento cuando el servicio público no es continuo. Cuando se utilice solo cisterna, la capacidad mínima debe ser igual a la dotación diaria, con volumen no menor de 1 000 L. En sistemas combinados, la cisterna debe tener como mínimo $\frac{3}{4}$ de la dotación diaria.

Tabla 1

Dotaciones de agua para viviendas unifamiliares

Área total del lote (m ²)	Dotación diaria (L/d)
Hasta 300	1 500 – 1 700
301 – 500	1 900 – 2 100
501 – 800	2 200 – 2 400
801 – 1 000	2 500 – 2 600
1 001 – 1 400	2 800 – 3 000
1 401 – 2 000	3 400 – 3 800
2 001 – 3 000	4 500 – 5 000
Mayores de 3 000	5 000 + 100 L/d por cada 100 m ² adicionales

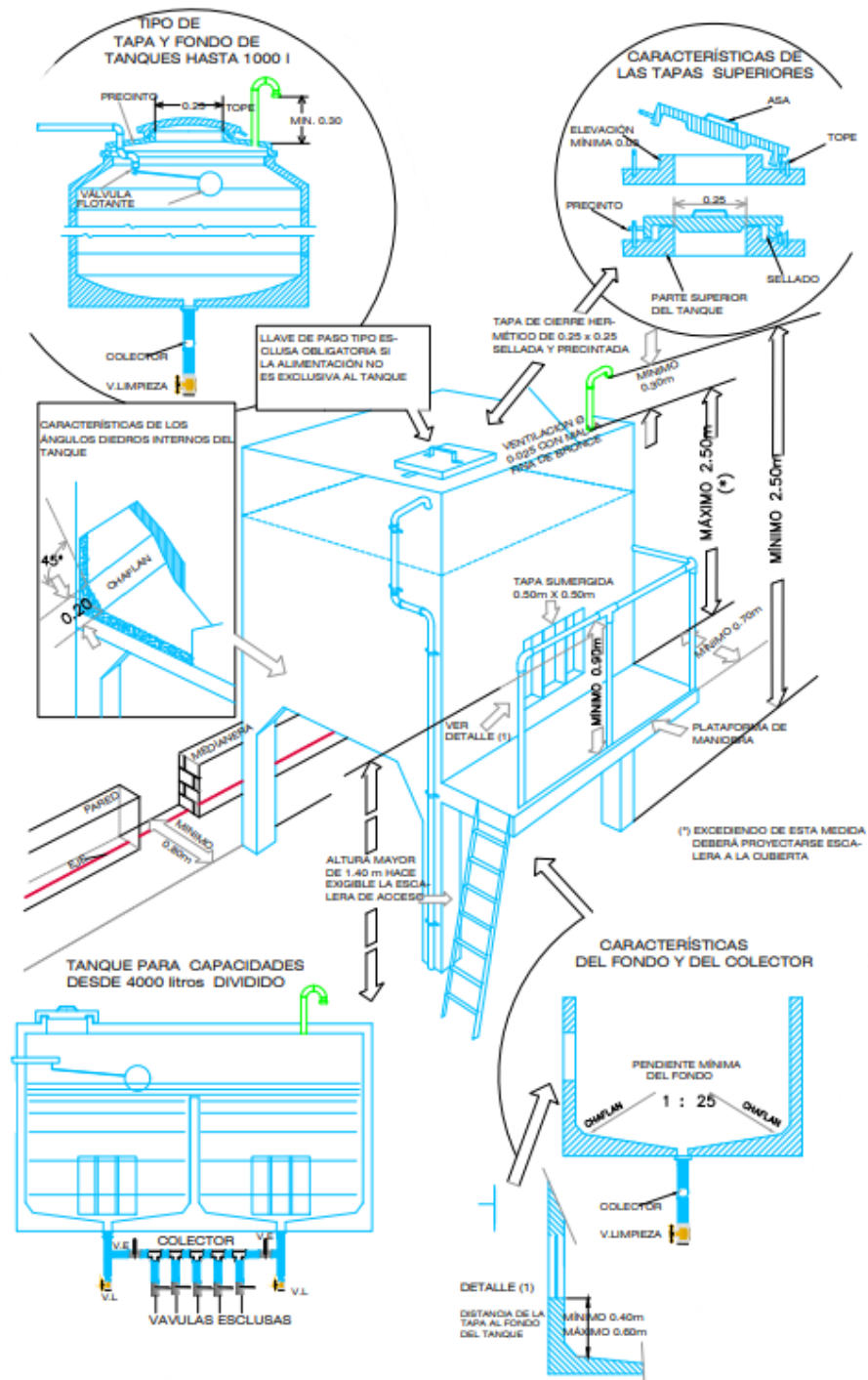
Nota. Adaptado de la norma IS.010 (MVCS, 2012).

La norma IS.010 (MVCS, 2012) indica que, las cisternas deben construirse con materiales resistentes y ubicarse a una distancia mínima de 1 m de focos de contaminación; de no cumplirse, se deben implementar medidas de protección. La distancia vertical entre el techo del depósito y el eje del tubo de entrada no debe ser menor a 0.20 m, y entre el eje del tubo de rebose y el nivel máximo del agua debe ser igual al diámetro del tubo, con mínimo de 0.10 m. El rebose debe descargarse de forma indirecta, con brecha mínima de 0.05 m.

El diámetro mínimo del tubo de rebose depende de la capacidad del depósito: 50 mm hasta 5 000 L, 75 mm de 5 001 a 12 000 L, 100 mm de 12 001 a 30 000 L y 150 mm para volúmenes mayores a 30 000 L en conformidad con la norma IS.010 (MVCS, 2012).

Figura 4

Cisterna y tanque de almacenamiento de agua



Nota. (Ministerio de Obras Públicas de Argentina, 2024).

2.2.7. Especificaciones de la norma E.060 (MVCS, 2009) para acero, encofrado y concreto adaptado a la construcción de cisternas

a) Habilitación y colocación de acero.

La habilitación y colocación del acero de refuerzo en cisternas debe cumplir con las disposiciones de la Norma E.060 (MVCS, 2009) para elementos estructurales sometidos a compresión, flexión y presión hidrostática. En este tipo de estructuras hidráulicas, el acero cumple un rol fundamental en el control de fisuración y en la resistencia frente a empujes permanentes del agua almacenada.

El doblado del acero debe realizarse en frío, respetando los diámetros mínimos de doblado establecidos por la norma, los cuales varían según el diámetro nominal de la barra (6db, 8db o 10db). Los estribos, ganchos y refuerzos deben colocarse estrictamente conforme a los planos estructurales, asegurando un adecuado anclaje y continuidad del refuerzo. Asimismo, el recubrimiento mínimo de concreto para elementos en contacto permanente con el suelo o expuestos a humedad constante no debe ser menor a 70 mm, a fin de garantizar la durabilidad del acero y prevenir procesos de corrosión acelerada, condición especialmente relevante en cisternas enterradas.

b) Encofrado y desencofrado.

El encofrado de cisternas debe garantizar hermeticidad, estabilidad estructural y precisión dimensional, evitando pérdidas de lechada que puedan comprometer la impermeabilidad del elemento. De acuerdo con la Norma E.060 (MVCS, 2009), los encofrados deben estar correctamente alineados, nivelados y arriostrados, y diseñados para resistir no solo el peso del concreto fresco, sino también las presiones laterales incrementadas generadas durante el vibrado, las cuales son más exigentes en muros y losas de estructuras hidráulicas.

El desencofrado debe realizarse únicamente cuando el concreto haya alcanzado una resistencia suficiente que asegure la estabilidad del elemento y evite fisuras, deformaciones o desprendimientos superficiales. En cisternas, este proceso suele requerir mayores tiempos de espera respecto a estructuras convencionales, debido a la necesidad de preservar la integridad superficial y la continuidad del concreto, factores directamente relacionados con la estanqueidad de la estructura.

c) Preparación y vertido de concreto.

El concreto empleado en la construcción de cisternas debe cumplir con los requisitos de la Norma E.060 (MVCS, 2009) para concreto estructural, considerando además las exigencias particulares de las estructuras hidráulicas. En este sentido, el diseño de mezcla debe orientarse no solo a alcanzar la resistencia especificada (mínimo 14 MPa), sino también a mejorar la impermeabilidad, reducir la porosidad y controlar la fisuración. Para ello, es habitual el uso de relaciones agua/cemento controladas y, cuando el diseño lo requiera, la incorporación de aditivos impermeabilizantes o plastificantes que influyen directamente en el tiempo de mezclado, vaciado y vibrado del concreto.

El mezclado debe producir una masa homogénea, sin segregación ni exudación, mientras que el transporte debe realizarse minimizando la pérdida de trabajabilidad. El vaciado del concreto en cisternas debe ejecutarse de manera continua, evitando juntas frías, y la compactación debe efectuarse mediante vibradores mecánicos adecuados, prestando especial atención a las zonas cercanas al acero de refuerzo, esquinas y cambios de sección. Estas exigencias incrementan el tiempo de ejecución respecto a estructuras convencionales, influyendo directamente en el rendimiento y la productividad de la mano de obra durante la partida de preparación y vaciado de concreto (MVCS, 2009).

2.2.8. Productividad (aporte unitario) y rendimiento la construcción de cisternas de acuerdo con CAPECO (2006)

El compendio de *Costos y presupuestos en edificaciones* de la *Cámara Peruana de la Construcción* (CAPECO, 2006) establece valores referenciales de aporte unitario y rendimiento de la mano de obra para la construcción de cisternas. Los rendimientos referenciales son 45 m²/día, 14 m²/día y 30 m²/día en habilitación, encofrado y desencofrado, respectivamente, cuando se encofra una sola cara, reduciéndose a 40 m²/día, 12 m²/día y 24 m²/día cuando se consideran dos caras. Asimismo, para cisternas de f'c = 140 kg/cm², el rendimiento en la preparación y vaciado de concreto es de 10 m³/día y en el curado de 30 m³/día, mientras que en la habilitación y colocación de acero grado 60 se establece un rendimiento de 250 kg/día.

Tabla 2

Resumen de rendimientos de la mano de obra en cisterna (CAPECO, 2006)

Partida	Cuadrilla	Aporte unitario (hh)	Rendimiento
Encofrado y desencofrado de cisterna (1 cara interior)	0.10 CAP + 1 OP + 1 OF (habilitación y encofrado) 1 OF + 2 PE (desencofrado)	CAP= 0.08 OP= 0.75 OF= 1.20 PE= 0.53	Habilitación: 45 m ² /día Encofrado: 14 m ² /día Desencofrado: 30 m ² /día
Encofrado y desencofrado de cisterna (1 cara interior y 1 exterior)	0.10 CAP + 1 OP + 1 OF (habilitación y encofrado) 1 OF + 2 PE (desencofrado)	CAP= 0.09 OP= 0.87 OF= 1.20 PE= 0.67	Habilitación: 40 m ² /día Encofrado: 12 m ² /día Desencofrado: 24 m ² /día
Cisterna f'c 140 kg/cm ²	0.20 CAP + 2 OP + 2 OF + 10 PE + 1 OP equipo liviano (preparación y vaciado) 0.10 CAP + 1 PE (Curado de concreto)	CAP= 0.19 OP= 1.60 OF= 1.60 PE= 8.27 OP de equipo= 0.80	Preparación y vaciado: 10 m ³ /día Curado: 30 m ³ /día
Habilitación y colocación de acero grado 60	0.1 CAP +1 OP + 1 OF (habilitación) 0.1 CAP +1 OP + 1 OF (colocación)	CAP= 0.004 OP=0.032 OF=0.032	250 kg/día (habilitación) 250 kg/día (colocación)

Nota. CAP: capataz; OF.: oficial; OP: operario; PE: peón. Fuente: CAPECO (2006).

2.3. Definiciones conceptuales

2.3.1. Mano de obra

La mano de obra es el conjunto de trabajadores involucrados en la realización de tareas físicas dentro de un proyecto, en este caso, en el sector de la construcción. La mano de obra incluye tanto a trabajadores calificados (como maestros de obra y operarios) como no calificados (ayudantes, peones), y su rendimiento está relacionado con el costo y la duración de las actividades de construcción (Gomez y Morales, 2016).

2.3.1.1. Cuadrilla.

Una cuadrilla es un grupo organizado de trabajadores que trabajan de forma conjunta para realizar una tarea específica dentro de una obra de construcción. Las cuadrillas suelen estar formadas por un conjunto de trabajadores con diferentes niveles de habilidad (maestros, oficiales y ayudantes) bajo la supervisión de un líder o jefe de cuadrilla, quien se encarga de coordinar las actividades del grupo (Navas et al., 2012).

2.3.1.2. Categorías de trabajo.

Las categorías de trabajo en la construcción se refieren a la clasificación de los trabajadores según sus funciones específicas dentro de la obra (Sánchez, 2014).

Trabajador no calificado o peón. Trabajadores que no requieren habilidades especializadas para realizar su trabajo. Generalmente realizan tareas de apoyo como carga y descarga de materiales o traslado de herramientas (Ccorahua , 2016).

Oficial u operario calificado. Trabajadores con habilidades especializadas y experiencia en tareas específicas, como el armado de encofrados, habilitación de acero u otros. Son responsables de ejecutar tareas técnicas (Rojas A. M., 2014).

Maestro de obra o capataz. Trabajador con mayor conocimiento técnico, encargado de supervisar y coordinar a los operarios y peones en la obra (Gomel, 2021).

2.3.1.3. Características de la mano de obra.

Son el conjunto de atributos personales, laborales y económicos que describen a los trabajadores que participan directamente en la ejecución de una obra de construcción (Burga, 2022).

Edad. Corresponde al número de años cumplidos por el trabajador al momento de participar en la ejecución de la obra (Burga, 2022).

Grado de instrucción. Nivel educativo alcanzado por un trabajador en su formación académica. Este puede incluir desde la educación primaria hasta estudios superiores, como técnicos, universitarios o incluso de posgrado (Burga, 2022).

Forma de aprendizaje. Modo mediante el cual el trabajador adquiere conocimientos y habilidades para desempeñar las actividades constructivas, ya sea de manera empírica a través de la práctica en obra, mediante capacitación formal, o por instrucción directa de supervisores o trabajadores con mayor experiencia (Burga, 2022).

Experiencia. Nivel de competencia que logra desarrollar un trabajador durante toda su trayectoria laboral, enfrentando problemas reales de la obra y aplicando soluciones técnicas en varios contextos (San José, 2024).

Remuneración. Pago económico que recibe el trabajador por la prestación de sus servicios durante la ejecución de la obra, expresado generalmente en soles por jornada, hora o destajo (Burga, 2022).

Lugar de procedencia. Ámbito geográfico de origen del trabajador, ya sea ciudad, distrito o zona rural de donde proviene (Burga, 2022).

Nivel de satisfacción en su trabajo actual. Grado de conformidad y bienestar que percibe el trabajador respecto a las condiciones laborales, remuneración, ambiente de trabajo y reconocimiento de su labor (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, 2019).

2.3.2. Construcción de la cisterna

Depósito subterráneo diseñado para almacenar agua potable o para otros usos. Se construye bajo la superficie del suelo y asegura el abastecimiento de agua en lugares donde el suministro es intermitente (ACICAFOC, 2009).

2.3.2.1. Partes de una cisterna

Una cisterna generalmente está compuesta por: (ACICAFOC, 2009)

Cámara de almacenamiento. El espacio principal donde se almacena el agua.

Tapa o cubierta. Parte superior de la cisterna, que puede ser removible o fija.

Boca de acceso. Abertura que permite la inspección, limpieza o mantenimiento.

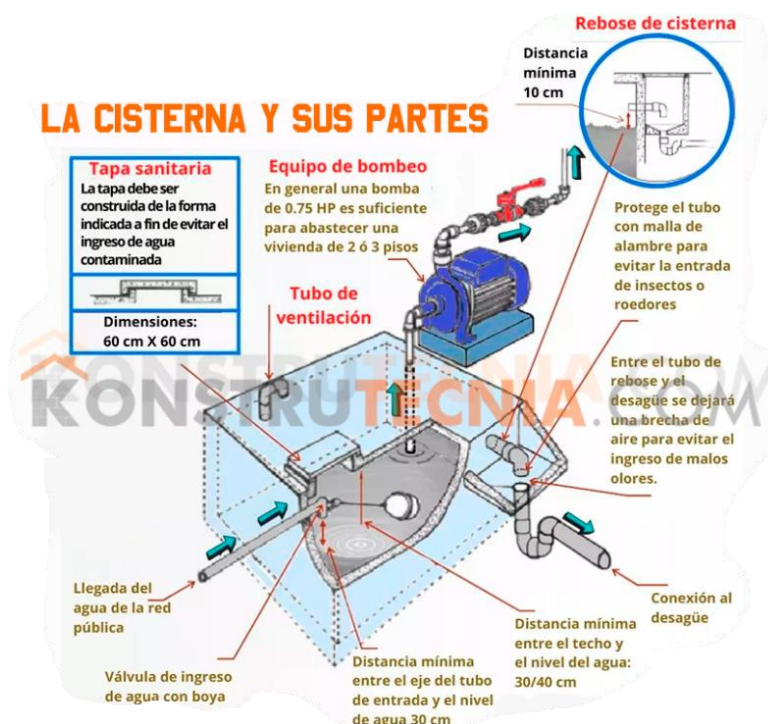
Tuberías de entrada y salida. Conductos que permiten la entrada de agua (a través del sistema de distribución) y la salida hacia el consumo.

Flotador. Mecanismo que regula el nivel del agua evitando desbordamiento.

Válvula de seguridad. Permite la salida de agua en caso de sobrellenarse.

Figura 5

Partes de una cisterna



Nota. (Konstruktenia, 2020).

2.3.2.2. Dimensiones de una cisterna

Las dimensiones de una cisterna varían en función del volumen de agua que se desea almacenar y del espacio disponible en el lugar de la construcción. Estas dimensiones están determinadas por: (ACICAFOC, 2009)

Largo de la cisterna. Longitud de la cisterna, medida desde uno de sus extremos hasta el otro.

Ancho de la cisterna. Medida horizontal de la cisterna perpendicular al largo.

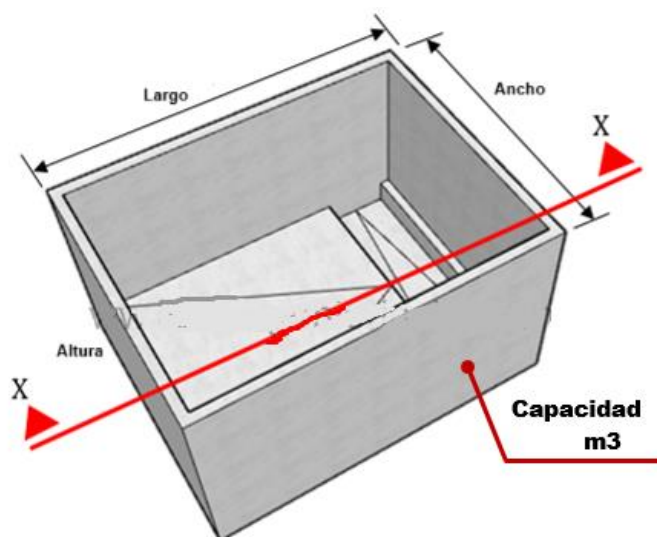
Altura de la cisterna. Es la profundidad o altura vertical de la cisterna, que determina en gran medida la capacidad volumétrica de almacenamiento. Esta altura asegura que la cisterna pueda retener el volumen de agua necesario.

Espesor de muros y losa. Dimensión transversal de estos elementos estructurales de concreto armado, medida perpendicularmente a su superficie.

Volumen útil. Capacidad efectiva de almacenamiento de agua de la cisterna, considerando el espacio disponible para el almacenamiento sin incluir zonas muertas, bordes libres ni volúmenes ocupados por elementos o dispositivos internos.

Figura 6

Dimensiones de una cisterna



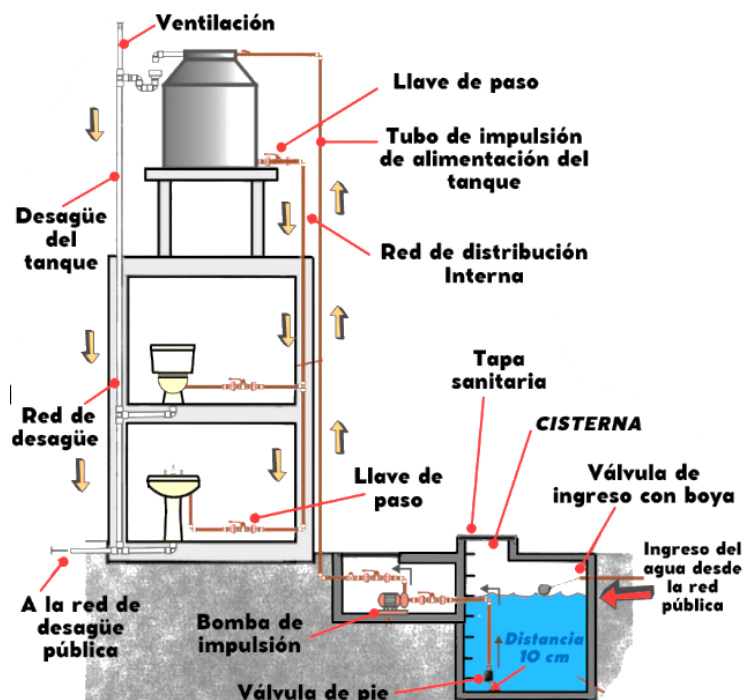
Nota. Adaptado de (ACICAFOC, 2009).

2.3.2.3. Funcionamiento de una cisterna.

Su funcionamiento consiste en recibir el agua de la red pública a través de la tubería de alimentación, almacenarla en condiciones controladas y distribuirla hacia la vivienda mediante un sistema de bombeo o por gravedad, generalmente hacia un tanque elevado o directamente a las instalaciones sanitarias (Sanitary Engineer, 2021).

Figura 7

Funcionamiento de una cisterna



Nota. (Sanitary Engineer, 2021).

2.3.2.4. Proceso constructivo de una cisterna.

El proceso de construcción de una cisterna incluye: (ACICAFOC, 2009)

Excavación y preparación de la base. Se prepara el terreno excavando el espacio donde se ubicará la cisterna, de acuerdo con sus dimensiones.

Encofrado. Se instalan moldes (encofrados) alrededor del área donde se verterá el concreto para formar las paredes y la tapa de la cisterna.

Habilitación de acero. Se coloca la estructura de refuerzo de acero dentro del encofrado. Estas barras de acero refuerzan las paredes y el fondo de la cisterna.

Vaciado de concreto. Se vierte el concreto dentro del encofrado, cubriendo tanto el fondo como las paredes.

Curado y fraguado. Una vez que el concreto ha sido vaciado, debe dejarse secar y curar correctamente para alcanzar su resistencia máxima.

Instalación de tuberías. Se instalan las tuberías de entrada y salida de agua, así como el sistema de control de nivel, que incluye el flotador o la válvula de seguridad.

2.3.2.5. Características de las cisterna y su proceso constructivo.

Corresponden al conjunto de condiciones técnicas, geométricas y constructivas que definen su ubicación, diseño estructural y proceso de ejecución (Pinto, 2021).

Ubicación respecto a la vivienda. Una cisterna puede ser construida o instalada en distintos lugares dentro de la propiedad, pudiendo situarse en el fondo, centro, inicio del lote o en áreas adyacentes a la vivienda (Aquaplas, 2024).

Distancia de transporte de materiales. Recorrido que deben realizar los trabajadores para trasladar materiales, herramientas y concreto desde el punto de acopio o mezclado hasta el lugar donde se ejecuta la cisterna (Pinto, 2021).

Disponibilidad de espacio. Área libre existente en la vivienda o terreno para la ejecución de la cisterna y las actividades constructivas asociadas (Aquaplas, 2024).

Tipo de suelo. Características geotécnicas del terreno donde se construye la cisterna, clasificándose generalmente como suelo blando, duro o rocoso (IUSA, 2025).

F'c de diseño. Resistencia a la compresión especificada del concreto.

Dosificación. Proporción de los materiales que conforman el concreto, tales como cemento, agregado fino, agregado grueso y agua.

Diámetro de acero. Tamaño nominal de las barras de refuerzo utilizadas.

Material de encofrado. Los elementos que se utilizan para el encofrado de muros en la cara interior y exterior son tablas, barrotes y arriostres (Paucar, 2019)

2.3.3. Partidas de trabajo de la construcción de una cisterna

Una partida se refiere a una unidad de trabajo específica y definida dentro de un proyecto. Cada partida incluye un conjunto de actividades necesarias para la ejecución de una tarea o etapa específica de la obra, y suele estar vinculada a una cantidad y costo determinado en el presupuesto de obra (Huaman y Tasayco, 2021).

a) Encofrado y desencofrado.

El encofrado es el proceso de construir moldes temporales, generalmente de madera, metal o plástico, que dan forma al concreto mientras esta fragua. En el caso de cisternas, el encofrado se usa en paredes, fondo y tapa (Huaman y Tasayco, 2021). El desencofrado es el proceso de retirar esos moldes una vez que el concreto ha alcanzado la resistencia suficiente para mantenerse por sí solo (Huaman y Tasayco, 2021).

b) Habilitación y colocación de acero.

La habilitación de acero consiste en el proceso de corte, doblado y colocación de las barras de acero (fierro) que se usarán como refuerzo en las estructuras de concreto. En la construcción de cisternas, la habilitación de acero permite asegurar la resistencia de las paredes y base de la cisterna ante la presión del agua almacenada (Huaman y Tasayco, 2021).

c) Preparación y vaciado o vertido del concreto.

El vaciado de concreto es la etapa en la que se vierte el concreto fresco dentro del encofrado previamente preparado y habilitado con el refuerzo de acero. El concreto debe distribuirse de manera uniforme, sin huecos ni burbujas, y compactarse adecuadamente para asegurar una estructura sólida y sin fallas. En el caso de las cisternas, el vaciado de concreto garantiza que la estructura sea capaz de soportar el peso del agua sin sufrir filtraciones o daños estructurales (Huaman y Tasayco, 2021).

2.3.4. Rendimiento de la mano de obra

Es la cantidad de trabajo realizado en una actividad durante un periodo de tiempo (generalmente por día). Este parámetro es útil para la realización de los análisis de precios unitarios (APU) para cada actividad (Saavedra, 2023).

Metrado. Proceso mediante el cual se cuantifica el volumen, área o longitud de una partida constructiva, expresado en unidades físicas (Burga, 2022).

Duración del trabajo. Tiempo total requerido para ejecutar una actividad o partida constructiva, medido en horas o días de trabajo efectivo. Se determina por simple registro en campo o por medio de ecuaciones de estimación (Burga, 2022).

$$\text{Duración de actividad} = \frac{\text{Metrado de partida}}{\text{Cuadrilla} \times \text{Rendimiento}} \quad (6)$$

Aporte unitario. Métrica que cuantifica la cantidad de trabajo realizada por un trabajador o grupo de trabajadores en un período específico, en términos de producción o resultados alcanzados (González, 2018).

$$\text{Aporte de operarios} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de operarios} \times \text{Tiempo de trabajo}}{\text{Metrado realizado}} \quad (7)$$

$$\text{Aporte de peones} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de peones} \times \text{Tiempo de trabajo}}{\text{Metrado realizado}} \quad (8)$$

$$\text{Aporte de la mano de obra} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de hombres} \times \text{Tiempo de trabajo}}{\text{Metrado realizado}} \quad (9)$$

Consumo de mano de obra. Se define como la cantidad de recurso humano en horas-Hombre por unidad de medida, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad (González, 2018).

Rendimiento diario. Cantidad de trabajo que realiza una cuadrilla expresada en um/día (Berrios, 2025). Según Cieza (2023) es la cantidad de obra de cierta actividad totalmente realizada por una cuadrilla.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Jornada laboral diaria} \times \text{Número de trabajadores}}{\text{Aporte total}} \quad (10)$$

2.3.5. *Productividad de la mano de obra*

Grado de eficiencia con el que los trabajadores utilizan el tiempo y los recursos disponibles para ejecutar una actividad constructiva, reflejándose en la relación entre el trabajo efectivamente producido y el tiempo empleado, se evalúa a partir de la proporción de tiempo productivo respecto del tiempo total de la jornada, considerando además los tiempos contributorio y no contributorio (Burga, 2022).

2.3.5.1. **Producción.**

En la construcción, la producción representa el volumen real de obra realizada por la mano de obra durante una jornada o intervalo específico (Rojas L. , 2019)

Trabajo producido. El trabajo se define como el esfuerzo físico o mental que se realiza para lograr completar una tarea (Neffa, 1999). El trabajo producido se refiere a la unidad métrica de la actividad concluida.

Tiempo de producción. Es el período efectivo durante el cual los trabajadores ejecutan directamente las actividades constructivas previstas generando avance físico medible de la obra (Aguilar y Hernández, 2007).

Ciclo de trabajo. Lapso de tiempo en que los trabajadores repiten tareas consecutivas o realizan la misma actividad (Burga, 2022).

Ritmo de trabajo. Se refiere a la velocidad con la que se realiza una tarea o serie de tareas en un proyecto de construcción, abarca tanto la cantidad de trabajo completado en un período de tiempo determinado como la consistencia con la que se mantiene esa velocidad (Padilla, 2016)

Métrica de productividad. La productividad de la mano de obra es la medición que se obtiene como consecuencia del avance (producido) por unidad de tiempo (Rojas L. , 2019).

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción}}{\text{Número de horas totales}} \quad (11)$$

2.3.5.2. Tiempos productivos

Los tiempos productivos de la mano de obra son los periodos en los que los trabajadores ejecutan tareas que aportan directamente al avance físico de la actividad constructiva (Ghio, 2001).

Tiempo productivo. Aquellas actividades que aportan de manera directa para el cumplimiento de las labores en las obras de construcción (Rojas L. , 2019)

Tiempo contributivo. Trabajo de apoyo, que se realiza para prever todos los materiales y herramientas, para que se pueda efectuar el trabajo productivo, esta actividad no agrega valor, pero es necesaria para completar la partida (Ghio, 2001).

Tiempo no contributivo. Ghio (2001) sustenta que son “las actividades que no aportan valor a la obra de construcción y se ubican en la categoría de pérdidas”, son un conjunto de actividades no necesarias, que no contribuyen a la obra en construcción, Entre ellas: Trabajos rehechos, llamadas telefónicas, descansos, esperas por falta de material, entre otras.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo, diseño, nivel y enfoque de investigación

La investigación presentó enfoque cuantitativo, debido a que se fundamentó en la medición objetiva de variables numéricas asociadas al rendimiento y la productividad de la mano de obra en la construcción de cisternas. Lo que permitió registrar tiempos de ejecución, metrado producido y características técnicas de obra, para posteriormente someterlos a análisis estadístico (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

El estudio correspondió a investigación de tipo aplicada, dado que los resultados obtenidos se orientan a aportar soluciones prácticas y utilizables en el ámbito de la construcción de cisternas y el análisis de costos unitarios en Chota (Behar, 2008).

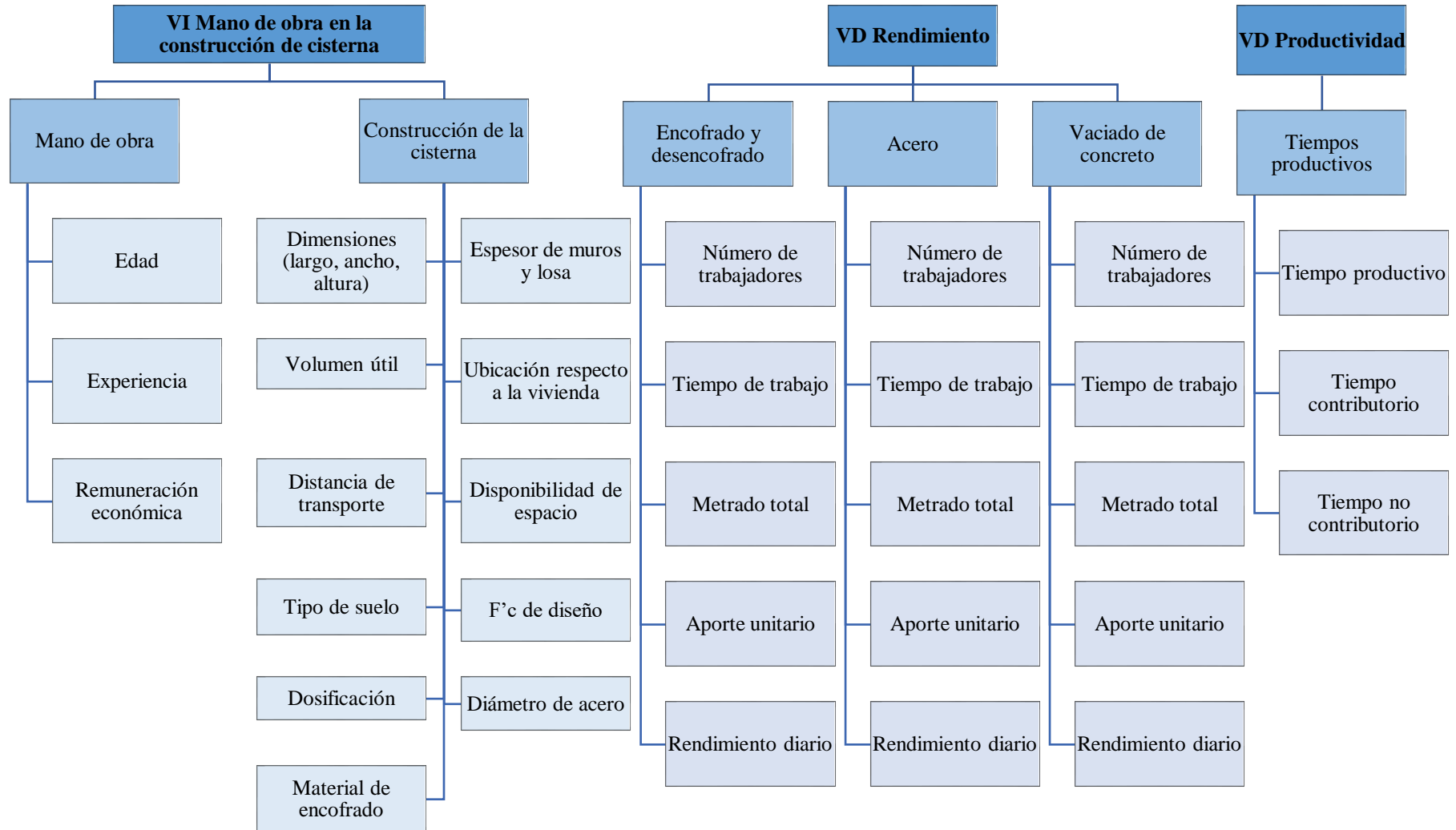
El nivel de investigación fue descriptivo porque permitió caracterizar las condiciones técnicas de las cisternas (dimensiones, ubicación, espesor, tipo de suelo, resistencia del concreto) y los atributos de la mano de obra (edad, experiencia y remuneración), así como, la descripción cuantitativa del rendimiento y la productividad en cada partida constructiva (Morales, 2012).

El diseño fue no experimental, ya que no se efectuó ninguna manipulación de las variables, todas las observaciones se realizaron sobre procesos constructivos reales, tal como ocurrieron en su entorno natural, sin introducir cambios en la organización de las cuadrillas, el método constructivo ni las condiciones de obra (Agudelo et al., 2008).

Finalmente, el estudio fue transversal, dado que la información se recolectó en un único periodo de tiempo durante la ejecución de las obras, sin seguimiento longitudinal. Este corte permitió obtener una “fotografía” del estado actual del rendimiento y productividad de la mano de obra en las cisternas (Cauas, 2015).

Figura 8

Diseño de investigación no experimental descriptivo



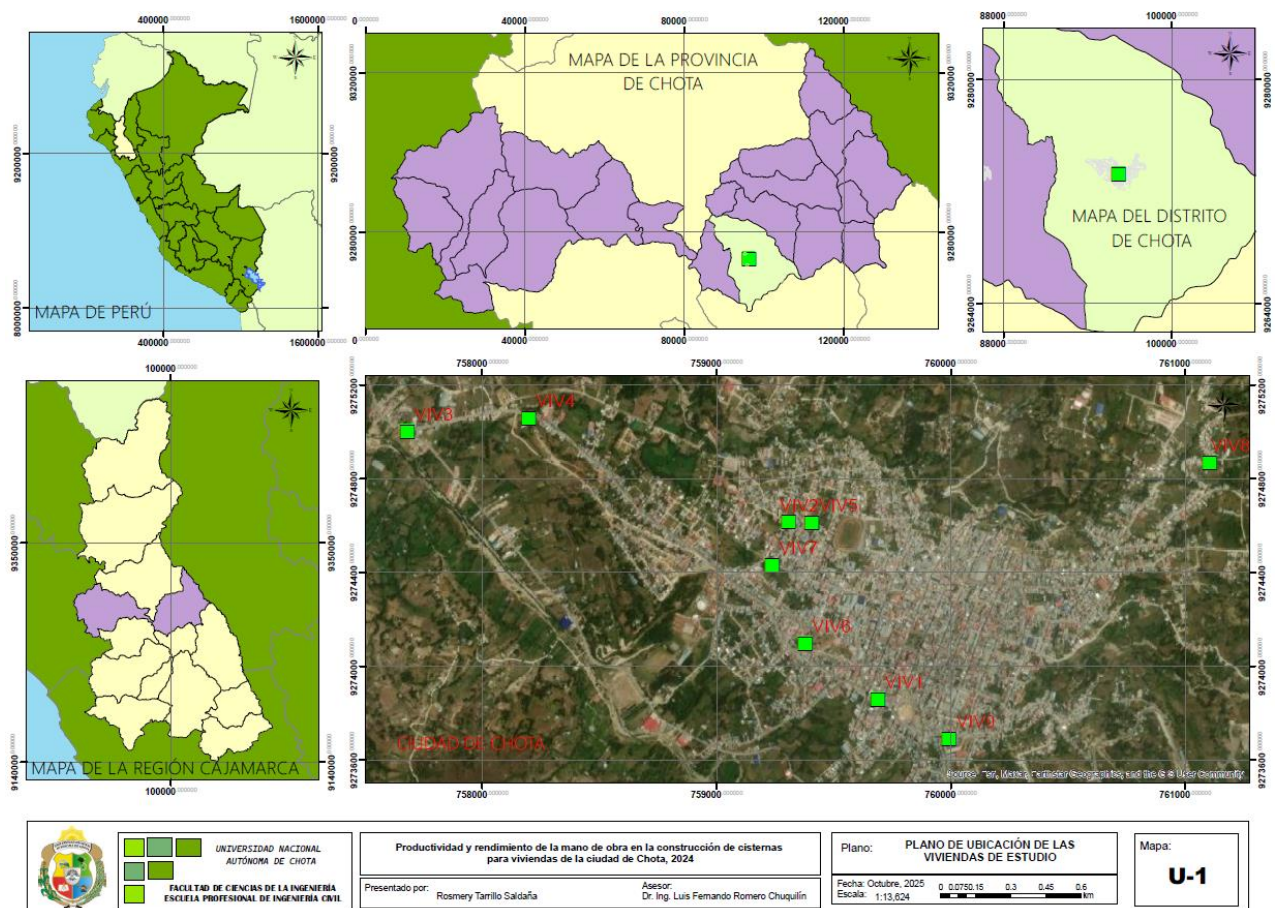
3.2. Ubicación, población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.2.1. Ubicación

El estudio se desarrolló en el área urbana de la ciudad de Chota, capital de la provincia del mismo nombre, en la región Cajamarca (MPCH, 2018). Esta zona se localizó geográficamente dentro del sistema UTM WGS84 Zona 17S, aproximadamente entre las coordenadas 759 842.26 m Este y 9 274 111.88 m Norte, a una altitud media de 2,388 m.s.n.m. (Figura 9).

Figura 9

Ubicación de la ciudad de Chota



Nota. Se ha obtenido los SHP de la página web GEOGPS Perú a partir de datos del Ministerio de Educación (MINEDU) y se han elaborado los planos en ArcGIS 2018.

3.2.2. Población

La población estuvo conformada por todas las viviendas proyectadas o en ejecución de cisternas para almacenamiento de agua dentro del área urbana de la ciudad de Chota, así como por la mano de obra que intervino en las partidas constructivas de encofrado, acero y vaciado de concreto correspondientes a dichas cisternas.

3.2.3. Muestreo

Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la naturaleza específica del objeto de estudio y a la limitada cantidad de obras de vivienda que incorporaron la construcción de cisternas durante el periodo de investigación en la ciudad de Chota. Este tipo de muestreo fue considerado técnicamente pertinente, dado que el estudio se enfocó en la medición directa del rendimiento y la productividad de la mano de obra en condiciones reales de obra, lo cual exige acceso continuo, observación prolongada y autorización expresa para el registro detallado de actividades.

La selección de las viviendas se sustentó en criterios técnicos y operativos, tales como la disponibilidad real de proyectos en ejecución, la autorización del propietario y del maestro de obra, y la posibilidad práctica de monitorear las partidas constructivas sin interferencias externas. Asimismo, se priorizó que las obras presentaran condiciones constructivas representativas del contexto urbano de Chota, caracterizado por edificaciones unifamiliares, procesos constructivos manuales y organización informal de la mano de obra.

Bajo este enfoque, la muestra no pretende representar estadísticamente al universo total de viviendas de la ciudad, sino caracterizar el comportamiento productivo de la mano de obra en cisternas ejecutadas bajo condiciones típicas locales, permitiendo establecer comparaciones técnicas con estándares de referencia y generar información aplicable a obras similares.

Tabla 3*Criterios de inclusión y exclusión del muestreo*

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
Viviendas ubicadas dentro del área urbana de la ciudad de Chota.	Viviendas ubicadas fuera del área urbana o en zonas rurales.
Ejecución proyectada o en curso de una cisterna de concreto armado.	Obras que no contemplaron la construcción de cisternas.
Área construida mayor a 50 m ² .	Viviendas con áreas reducidas que impidieron la correcta observación de actividades.
Accesibilidad suficiente para el registro continuo de datos.	Espacios de trabajo inaccesibles o con restricciones para observación técnica.
Consentimiento del propietario y del maestro de obra.	Negativa o limitación para autorizar el ingreso del investigador.
Mano de obra disponible para encuesta y registro de actividades.	Trabajadores que rechazaron participar o no permitieron el registro.
Ejecución de las partidas evaluadas: encofrado, acero y vaciado de concreto.	Cisternas ejecutadas con sistemas prefabricados o procesos no convencionales.

Nota. La tabla presenta los criterios de inclusión y exclusión aplicados para seleccionar las viviendas y la mano de obra observada, asegurando la pertinencia técnica y la viabilidad operativa del muestreo.

3.2.4. Muestra

La muestra estuvo constituida por nueve (9) viviendas en proceso de construcción de cisternas de concreto armado, seleccionadas por conveniencia durante el periodo comprendido entre mayo y septiembre de 2025. Estas viviendas permitieron registrar de manera completa el aporte unitario, los rendimientos y la distribución de los tiempos de producción de la mano de obra en las partidas de encofrado, habilitación y colocación de acero, y preparación y vaciado de concreto.

Si bien el número de viviendas es reducido, la muestra permitió obtener un alto volumen de observaciones directas por trabajador, por partida y por jornada, lo que asegura la robustez técnica del análisis de productividad y rendimiento, conforme a metodologías reconocidas en estudios de mano de obra en construcción.

Tabla 4*Ubicación de las viviendas incluidas en la muestra*

N° Viv.	Dirección (Av./Jr./Psj.)	N°	Sector	Coordenadas UTM	
				WGS84 17S	
				Este (m)	Norte (m)
1	Jr. Fray José Arana	525	2	759688	9273857
2	Jr. Gregorio Malca	S/N	4	759307	9274614
3	Cruce Chota – Cajamarca	S/N	6	757680	9275000
4	Av. Inca Garcilazo de la Vega	S/N	5	758198	9275057
5	Jr. Adriano Novia	S/N	4	759406	9274610
6	Jr. Carlos Ekle	S/N	2	759378	9274097
7	Prolong. 30 de Agosto y Jr. Gregorio Malca	S/N	4	759236	9274429
8	Av. Tacabamba	1079	1	761103.85	9274866.09
9	Av. Túpac Amaru	320	2	759992.02	9273689.52

Nota. Las coordenadas están expresadas en UTM WGS84 Zona 17S.

3.2.5. *Unidad de análisis*

La unidad de análisis estuvo constituida por la mano de obra que intervino directamente en las partidas de encofrado y desencofrado, habilitación y colocación de acero, y preparación y vaciado de concreto durante la ejecución de las cisternas seleccionadas. Cada trabajador observado representó una unidad individual de registro para el análisis de tiempos productivos, contributivos y no contributivos, así como para el cálculo de rendimientos y aportes unitarios por partida.

3.3. **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

3.3.1. *Técnicas de recolección de datos*

a) **Encuesta**

La encuesta se aplicó para obtener información directa de los trabajadores involucrados en la construcción de cisternas. Mediante un cuestionario estructurado, se recopiló información sobre la edad, experiencia laboral, nivel de especialización, forma de aprendizaje del oficio y condiciones generales de trabajo. Esta técnica permitió

obtener datos cuantitativos pertinentes para caracterizar a la mano de obra observada (López-Roldán y Fachelli, 2016).

b) Medición

La medición se utilizó para registrar el rendimiento real de la mano de obra durante las partidas de encofrado, habilitación de acero y vaciado de concreto. Esta técnica consistió en cuantificar el metrado ejecutado por jornada y el tiempo empleado en cada actividad, permitiendo calcular aportes unitarios (hh/m², hh/kg, hh/m³) y rendimientos diarios. Su aplicación proporcionó información objetiva y comparable respecto a los estándares referenciales de CAPECO.

c) Observación

Se aplicó la observación directa para registrar sistemáticamente el uso del tiempo durante la ejecución de cada partida, clasificando las acciones del personal en tiempos productivos, contributivos y no contributivos. Esta técnica permitió evaluar la organización del trabajo y detectar ineficiencias operativas. La observación se efectuó en campo de manera continua, empleando cronómetro digital y formatos codificados para garantizar la precisión del registro.

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Todos los instrumentos fueron sometidos a validación por juicio de expertos. Tres ingenieros civiles con grado de maestría y experiencia en edificaciones revisaron la pertinencia, claridad y coherencia de los ítems. Esta validación confirmó la confiabilidad y validez de los instrumentos para la recolección de datos en campo.

a) Cuestionario

El cuestionario estructurado permitió recolectar información sobre las características personales, técnicas y laborales de los trabajadores. Contenía preguntas cerradas y semicerradas orientadas a identificar factores que pudieran influir en la

productividad y el rendimiento. Su aplicación facilitó la caracterización de la mano de obra participante en los proyectos analizados.

b) Formato de registro de rendimiento

Este instrumento se utilizó para documentar de manera sistemática el avance diario por partida, consignando metrado ejecutado, tiempo invertido y composición de la cuadrilla. Permitted calcular aportes unitarios y rendimientos reales, así como compararlos con los valores de referencia establecidos por CAPECO. Los formatos estuvieron diseñados específicamente para cada partida (encofrado, acero, vaciado).

c) Carta balance

La carta balance fue el instrumento empleado para registrar el uso del tiempo por trabajador durante la jornada, clasificándolo en tiempo productivo (TP), contributivo (TC) y no contributivo (TNC). Constituyó la base para estimar la productividad a partir del porcentaje de tiempo efectivamente utilizado en actividades que generan avance físico. El registro se realizó minuto a minuto utilizando un cronómetro digital y una plantilla codificada.

3.4. Hipótesis

Ho: La productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota no es menor a los estimados en la ciudad de Lima de Ghio Castillo (2001) y CAPECO (2006), respectivamente.

H1: La productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota es menor a los estimados en la ciudad de Lima de Ghio Castillo (2001) y CAPECO (2006).

3.5. Operacionalización de variables

3.5.1. Variable independiente: Mano de obra en la construcción de cisternas

La mano de obra en la construcción de cisternas se definió como el conjunto de trabajadores y condiciones técnicas asociadas que intervinieron directamente en la ejecución de las etapas constructivas de la cisterna, encofrado, habilitación de acero y vaciado de concreto. Esta variable independiente comprendió dos dimensiones:

(a) las características de la mano de obra, referidas al perfil laboral del trabajador (edad, experiencia, especialización y condiciones económicas).

(b) las características de la construcción de la cisterna, que incluyeron las propiedades geométricas, técnicas y contextuales de la estructura (dimensiones, espesor de muros, volumen útil, ubicación, tipo de suelo, distancia de transporte, f'_c y dosificación del concreto, material de encofrado y diámetro del acero).

Ambas dimensiones permitieron describir el contexto operativo en el que se desarrolló el trabajo y evaluar su posible influencia sobre el rendimiento y la productividad.

3.5.2. Variable dependiente: Rendimiento de la mano de obra

El rendimiento de la mano de obra se entendió como la cantidad de trabajo ejecutado por los trabajadores en un tiempo determinado, expresado en unidades físicas producidas por jornada laboral u hora-hombre. En la construcción de cisternas, el rendimiento se asoció con la producción diaria en partidas específicas como encofrado ($m^2/día$), habilitación de acero ($kg/día$) y vaciado de concreto ($m^3/día$).

El rendimiento se midió mediante cronometraje directo y cálculo del aporte unitario requerido para completar cada partida. Para ello se registró el tiempo efectivo de trabajo, el número de trabajadores y el metrado ejecutado, obteniendo los aportes unitarios en hh/m^2 , hh/kg y hh/m^3 . A partir de estos valores se determinó el rendimiento

diario por partida y se realizaron ajustes para compararlo con los valores referenciales de CAPECO

3.5.3. Variable dependiente: *Productividad de la mano de obra*

La productividad de la mano de obra se definió como el grado de eficiencia con el cual los trabajadores utilizaron el tiempo disponible para ejecutar las actividades de construcción de la cisterna. Esta variable reflejó cómo se distribuyó el tiempo empleado en actividades productivas (TP), contributivas (TC) y no contributivas (TNC), evidenciando el nivel real de eficiencia operativa en la obra.

La productividad se evaluó mediante la aplicación de la carta balance, registrando minuto a minuto las actividades realizadas por cada trabajador durante la jornada. Posteriormente, los tiempos se clasificaron en TP, TC y TNC para obtener su distribución porcentual respecto al total trabajado.

3.5.4. Matriz de operacionalización de variables

Tabla 5

Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Índice de medida		
VI Mano de obra en la construcción de cisternas	Conjunto de trabajadores que ejecutaron las actividades técnicas necesarias para la construcción de una cisterna, excavación, habilitación de acero, encofrado y vaciado de concreto, aplicando procedimientos manuales y/o mecanizados bajo condiciones reales de obra. Esta variable comprende las características personales, técnicas y laborales de la cuadrilla, las cuales influyeron en la productividad y el rendimiento alcanzados	Mano de obra	Características personales, laborales y económicas de los trabajadores que intervinieron directamente en la ejecución de la cisterna, registradas mediante encuesta y verificación en campo.	Edad	años		
				Experiencia laboral individual	Años		
				Remuneración económica	Soles		
		Construcción de la cisterna	Características técnicas y constructivas de la cisterna registradas en obra, incluyendo geometría, resistencia del concreto, condiciones del terreno, disponibilidad de espacio e insumos, y tipo de materiales utilizados. Esta información se obtuvo mediante mediciones directas y observación estructurada.			Dimensiones (largo, ancho, altura)	m
						Espesor de muros y losa	cm
						Volumen útil	m ³
						Ubicación respecto a la vivienda	Fondo Centro Inicio
						Distancia de transporte	m
						Disponibilidad de espacio	Poco, medio, alto
						Tipo de suelo	Blando, duro, rocoso
						F ^c de diseño	Kg/cm ²
						Dosificación	Cantidad de materiales
						Diámetro de acero	pulg.
						Material de encofrado	Madera/fenólico
VD Rendimiento	Cantidad de trabajo producido por los trabajadores en un período determinado, expresada en unidades físicas (m ² , kg o m ³) por jornada laboral u hora-hombre. El rendimiento reflejó la capacidad real de producción de cada cuadrilla durante la ejecución de las partidas de hierro, encofrado y concreto de la cisterna (Gonzales, 2021).	Encofrado y desencofrado	Medición del tiempo empleado y del metrado de superficies encofradas/densocofradas para obtener el aporte unitario (hh/m ²) y el rendimiento diario (m ² /día) mediante cronometraje y registro de actividades.	Número de trabajadores	N°		
				Tiempo de trabajo	Horas		
				Metrado total	m ²		
				Aporte unitario	hh/m ²		
				Rendimiento diario	m ² /día		
		Acero	Registro del tiempo de corte, doblado y colocación de acero, junto con el metrado total (kg), para determinar el aporte unitario (hh/kg) y el rendimiento diario (kg/día) según la cuadrilla participante.			Número de trabajadores	N°
						Tiempo de trabajo	Horas
						Metrado total	kg
						Aporte unitario	hh/kg
						Rendimiento diario	kg/día
		Vaciado de concreto	Medición del volumen vaciado y del tiempo empleado en preparación, colocación, vibrado y nivelación del concreto, necesario para calcular el aporte unitario (hh/m ³) y el rendimiento diario (m ³ /día).			Número de trabajadores	N°
						Tiempo de trabajo	Horas
						Metrado total	m ³
						Aporte unitario	hh/m ³
Rendimiento diario	m ³ /día						
VD Productividad	Grado de eficiencia con el cual los trabajadores utilizaron el tiempo disponible para ejecutar las partidas de la cisterna, medido a través de la distribución porcentual del tiempo productivo, contributivo y no contributivo durante la jornada (Rojas L., 2019).	Índice de productividad	Relación entre el rendimiento ejecutado en obra y el rendimiento esperado según CAPECO (2006), calculado para cada partida.	Índice de productividad (IP = Rendimiento ejecutado / Rendimiento CAPECO)			
				%			
		Tiempos productivos	Registro minuto a minuto de las actividades realizadas durante la ejecución de cada partida mediante carta balance, clasificando el tiempo utilizado en Productivo: tareas que generaron avance directo, Contributorio: tareas de apoyo operativo, No contributorio: actividades improductivas o pérdidas.			Tiempo productivo	%
						Tiempo contributorio	%
						Tiempo no contributorio	%

3.6. Procedimientos de recolección de datos

3.6.1. Visita de campo, selección y caracterización de las viviendas de estudio

3.6.1.1. Vista de campo y selección de las viviendas.

Las actividades iniciaron con visitas de campo a las viviendas donde se ejecutaba la construcción de cisternas. Previamente se coordinó con propietarios y maestros de obra para definir horarios de ingreso. Durante cada visita, el investigador registró información mediante la cámara del celular y tomó notas técnicas en los formatos impresos destinados para la caracterización inicial. Asimismo, explicó de manera detallada el propósito de la investigación y aplicó el consentimiento informado utilizando formularios físicos. Las grabaciones de apoyo (cuando fueron necesarias) se realizaron con la grabadora del mismo celular. Esta etapa permitió obtener la autorización para el desarrollo del estudio.

Figura 10

Vivienda seleccionada para la construcción de una cisterna durante el trabajo de campo en la ciudad de Chota



Nota. La imagen muestra una de las viviendas incluidas en la muestra, donde se verificó la disponibilidad de espacio, características constructivas y condiciones operativas para la ejecución de la cisterna.

3.6.1.2. Características de las viviendas.

Las viviendas evaluadas presentan variedad en sus características físicas y administrativas. Las áreas construidas varían entre 51.77 m² y 140.35 m², mientras que el perímetro oscila entre 30.84 m y 48.74 m. El número de pisos también muestra alta dispersión, con viviendas que van desde 3 hasta 7 niveles, lo que indica exigencias estructurales y constructivas distintas que pueden influir en la dinámica de trabajo de las cuadrillas. Desde el punto de vista normativo, solo una parte de las viviendas cuenta con licencia de construcción, aunque la mayoría dispone de planos, lo cual sugiere que existe cierta formalidad documental pese a la ausencia de permisos municipales. Respecto a la asistencia técnica profesional, únicamente dos viviendas cuentan con supervisión de un ingeniero, lo que evidencia que la construcción de cisternas aún se desarrolla mayoritariamente sin acompañamiento técnico especializado, condición que puede incidir directamente en la planificación, la secuencia de actividades y, por ende, en los niveles de productividad y rendimiento observados en la mano de obra.

Tabla 6

Características de las viviendas seleccionadas en la investigación

N° de Viv.	Frontis (m)	Fondo (m)	Lado izquierdo (m)	Lado derecho (m)	Área construida (m ²)	Perímetro (m)	N° de pisos	Licencia de construcción	Planos	Asistencia técnica (ingeniero)
1	4.94	4.94	10.48	10.48	51.77	30.84	3	Si	Sí	No
2	7.50	6.45	16.71	13.85	112.15	44.51	4	No	Sí	No
3	12.78	14.10	13.63	8.23	140.35	48.74	5	No	Sí	No
4	6.00	6.00	10.65	11.55	66.57	34.20	7	Si	Sí	No
5	6.00	6.00	16.25	16.10	97.05	44.35	4	No	Sí	Si
6	6.21	6.21	18.00	18.00	111.78	48.42	5	Si	Sí	No
7	7.00	7.00	8.60	11.00	68.60	33.60	6	No	No	No
8	6	6	14	14	84.00	40.00	6	No	Sí	No
9	9.8	9.8	7.4	7.4	72.52	34.40	5	Si	Sí	Si

3.6.2. *Aplicación del cuestionario*

El cuestionario fue aplicado presencialmente a los trabajadores involucrados en las partidas de encofrado, habilitación de acero y vaciado de concreto. Para ello, el investigador proporcionó formatos impresos y brindó las orientaciones necesarias para su correcto llenado. Cuando algún trabajador tuvo dificultades de lectura o escritura, sus respuestas fueron registradas directamente por el investigador, utilizando la grabadora de audio del celular como respaldo. Este procedimiento permitió recopilar información precisa sobre la edad, experiencia, especialización, método de aprendizaje constructivo y condiciones laborales de la mano de obra participante.

Figura 11

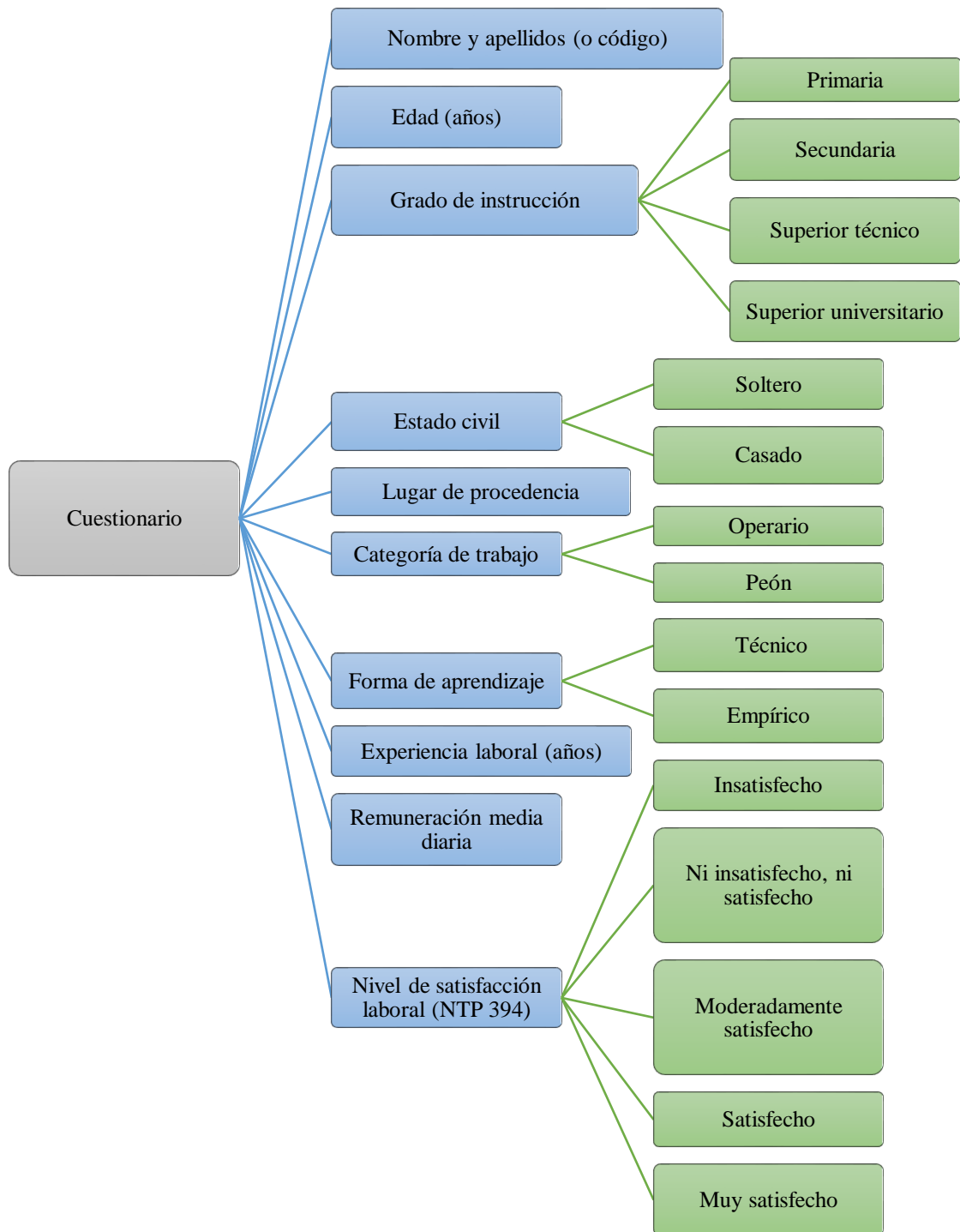
Aplicación del cuestionario a trabajadores durante la fase de habilitación de acero



Nota. La imagen muestra a los operarios durante el proceso de habilitación de acero en obra, momento en el cual se aplicó el cuestionario para registrar información sobre experiencia laboral, especialización y condiciones operativas de la cuadrilla participante en la construcción de cisternas en la ciudad de Chota.

Figura 12

Información solicitada en el cuestionario a los trabajadores de construcción civil



Nota. Adaptado de la NTP 394 "Satisfacción laboral: escala general de satisfacción" (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, 2019).

3.6.3. *Identificación de las características generales de las cisternas*

En cada vivienda se realizó una inspección técnica detallada, tomando mediciones con herramientas físicas como flexómetro Stanley de 8 m, regla metálica Truper y nivel de burbuja Surtek. Con estos instrumentos se registraron el largo, ancho y altura de las cisternas, así como el espesor de muros y losa, el volumen útil y la ubicación con respecto a la vivienda. También se evaluaron las condiciones del terreno, el tipo de suelo, la distancia de transporte de materiales, la disponibilidad de espacio y el nivel freático, dejando constancia de cada aspecto en los formatos impresos elaborados para esta fase. Todas las observaciones fueron complementadas con fotografías tomadas desde el celular del investigador.

Figura 13

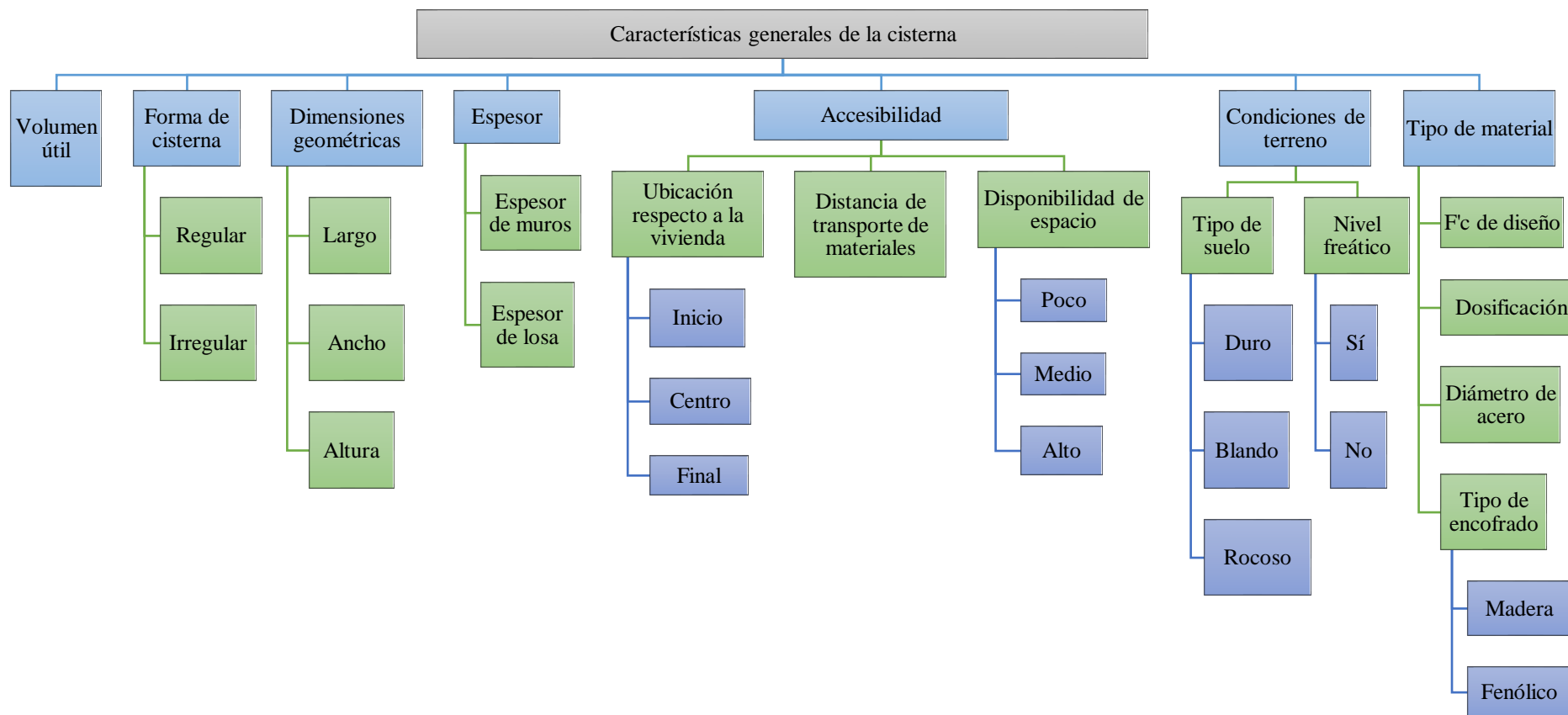
Identificación de las características técnicas de la cisterna durante la inspección



Nota. La imagen muestra el proceso de verificación de las dimensiones, elementos estructurales y condiciones del encofrado de la cisterna, realizado mediante inspección directa y registro técnico en campo para la recopilación de información geométrica y constructiva relevante para el estudio.

Figura 14

Características generales registradas de las cisternas



3.6.4. Determinación del rendimiento de la mano de obra

3.6.4.1. Registro del rendimiento de la mano de obra en campo.

El rendimiento se midió mediante observación directa del avance diario ejecutado por las cuadrillas en las partidas de encofrado, habilitación de acero y vaciado de concreto. El investigador registró los tiempos de trabajo utilizando un cronómetro digital Casio, anotando el inicio, fin y duración de cada actividad en los formatos físicos de rendimiento. También se documentó la composición de la cuadrilla, el metrado ejecutado y las condiciones operativas. Luego, toda esta información fue digitalizada en una computadora MSI, desde donde se procedió al cálculo del aporte unitario, velocidad de producción y rendimiento diario siguiendo las ecuaciones definidas para cada partida. Las fotografías capturadas con el celular sirvieron como soporte visual del avance registrado.

$$\text{Velocidad cuadrilla} = \text{Producción horaria} = \frac{\text{Metrado de partida}}{\text{Tiempo de duración (horas)}} \quad (12)$$

$$\text{Rendimiento diario} = \text{Velocidad cuadrilla} \times \text{Tiempo jornada laboral} \quad (13)$$

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Rendimiento diario}}{\text{M.O. (N° obreros)} \times \text{Tiempo (8 horas)}} \quad (14)$$

$$\text{Aporte de la mano de obra} = \frac{\text{M.O. (N° obreros)} \times \text{Tiempo (de trabajo)}}{\text{Metrado}} \quad (15)$$

$$\text{Aporte CAP} = \frac{\text{N° de capataces} \times \text{Tiempo (de trabajo)}}{\text{Metrado}} \quad (16)$$

$$\text{Aporte OF} = \frac{\text{N° de oficiales} \times \text{Tiempo (de trabajo)}}{\text{Metrado}} \quad (17)$$

$$\text{Aporte OP} = \frac{\text{N° de operarios} \times \text{Tiempo (de trabajo)}}{\text{Metrado}} \quad (18)$$

$$\text{Aporte PE} = \frac{\text{N° de peones} \times \text{Aporte total}}{\text{Metrado}} \quad (19)$$

$$\text{Aporte M. O.} = \text{Aporte CAP} + \text{OF} + \text{OP} + \text{PE} \quad (20)$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{M.O. (N° obreros)} \times \text{Tiempo (8 horas)}}{\text{Aporte M.O.}} \quad (21)$$

Figura 15

Visita de campo durante la construcción de cisternas



Nota. La imagen muestra el registro directo de datos en obra durante la etapa de vaciado y nivelación del concreto, realizado como parte del proceso de selección y verificación de las viviendas del estudio.

Figura 16

Medición de avance para el cálculo del rendimiento de la mano de obra en la construcción de la cisterna



Nota. Proceso de medición directa del avance de obra, utilizado para calcular el metrado ejecutado y el tiempo empleado por la cuadrilla en las actividades de encofrado y habilitación de acero.

3.6.4.2. Rendimientos dados por CAPECO (2006).

La recolección de datos se inició con la revisión del *Compendio de Costos y Presupuestos en Edificaciones* de CAPECO (2006), el cual establece rendimientos referenciales de la mano de obra para las partidas de encofrado y desencofrado, habilitación y colocación de acero, y preparación y vaciado de concreto en cisternas. CAPECO presenta estos rendimientos por subpartidas; sin embargo, el aporte unitario proporcionado corresponde a un valor global que integra todas las actividades de cada partida. En la presente investigación, cada subpartida fue analizada de forma independiente, por lo que se calcularon aportes unitarios específicos por actividad y por categoría de trabajador, utilizando las ecuaciones de rendimiento.

$$\text{Aporte CAP} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de capataces} \times \text{Jornada laboral}}{\text{Rendimiento}} \quad (22)$$

$$\text{Aporte OF} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de oficiales} \times \text{Jornada laboral}}{\text{Rendimiento}} \quad (23)$$

$$\text{Aporte OP} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de operarios} \times \text{Jornada laboral}}{\text{Rendimiento}} \quad (24)$$

$$\text{Aporte PE} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de peones} \times \text{Jornada laboral}}{\text{Rendimiento}} \quad (25)$$

$$\text{Aporte M. O.} = \text{Aporte CAP} + \text{OF} + \text{OP} + \text{PE} \quad (26)$$

a) Aportes unitarios para la partida de habilitación, encofrado y desencofrado de cisterna (1 cara interior)

Habilitación de encofrado

Cuadrilla: 0.10 CAP + 1 OF + 1 OP = 2.10 trabajadores

Rendimiento: 45 m²/día

- Aporte total de mano de obra

$$\text{Aporte M. O.} = \frac{2.10 \times 8}{45} = 0.373 \text{ hh} \quad (27)$$

- Distribución por categoría

$$\text{Aporte CAP} = \frac{0.10 \times 8}{45} = 0.018 \text{ hh} \quad (28)$$

$$\text{Aporte } OF = \frac{1 \times 8}{45} = 0.178 \text{ hh} \quad (29)$$

$$\text{Aporte } OP = \frac{1 \times 8}{45} = 0.178 \text{ hh} \quad (30)$$

Encofrado

Cuadrilla: 0.10 CAP + 1 OF + 1 OP = 2.10 trabajadores

Rendimiento: 14 m²/día

- Aporte total de mano de obra

$$\text{Aporte } M. O. = \frac{2.10 \times 8}{14} = 1.20 \text{ hh} \quad (31)$$

- Distribución por categoría

$$\text{Aporte } CAP = \frac{0.10 \times 8}{14} = 0.057 \text{ hh} \quad (32)$$

$$\text{Aporte } OF = \frac{1 \times 8}{14} = 0.571 \text{ hh} \quad (33)$$

$$\text{Aporte } OP = \frac{1 \times 8}{14} = 0.571 \text{ hh} \quad (34)$$

Desencofrado

Cuadrilla: 1 OF + 2 PE = 3 trabajadores

Rendimiento: 30 m²/día

- Aporte total de mano de obra

$$\text{Aporte } M. O. = \frac{3.0 \times 8}{30} = 0.80 \text{ hh} \quad (35)$$

- Distribución por categoría

$$\text{Aporte } OF = \frac{1 \times 8}{30} = 0.267 \text{ hh} \quad (36)$$

$$\text{Aporte } PE = \frac{2 \times 8}{30} = 0.533 \text{ hh} \quad (37)$$

b) Aportes unitarios para la partida de habilitación, encofrado y desencofrado de cisterna (1 cara interior y una cara exterior)

Habilitación de encofrado

Cuadrilla: 0.10 CAP + 1 OF + 1 OP = 2.10 trabajadores

Rendimiento: 40 m²/día

- Aporte total de mano de obra

$$Aporte M.O. = \frac{2.10 \times 8}{40} = 0.420 \text{ hh} \quad (38)$$

- Distribución por categoría

$$Aporte CAP = \frac{0.10 \times 8}{40} = 0.020 \text{ hh} \quad (39)$$

$$Aporte OF = \frac{1 \times 8}{40} = 0.200 \text{ hh} \quad (40)$$

$$Aporte OP = \frac{1 \times 8}{40} = 0.200 \text{ hh} \quad (41)$$

Encofrado

Cuadrilla: 0.10 CAP + 1 OF + 1 OP = 2.10 trabajadores

Rendimiento: 12 m²/día

- Aporte total de mano de obra

$$Aporte M.O. = \frac{2.10 \times 8}{12} = 1.40 \text{ hh} \quad (42)$$

- Distribución por categoría

$$Aporte CAP = \frac{0.10 \times 8}{12} = 0.067 \text{ hh} \quad (43)$$

$$Aporte OF = \frac{1 \times 8}{12} = 0.667 \text{ hh} \quad (44)$$

$$Aporte OP = \frac{1 \times 8}{12} = 0.667 \text{ hh} \quad (45)$$

Desencofrado

Cuadrilla: 1 OF + 2 PE = 3 trabajadores

Rendimiento: 24 m²/día

- Aporte total de mano de obra

$$Aporte M.O. = \frac{3 \times 8}{24} = 1.00 \text{ hh} \quad (46)$$

- Distribución por categoría

$$Aporte OF = \frac{1 \times 8}{24} = 0.333 \text{ hh} \quad (47)$$

$$\text{Aporte PE} = \frac{2 \times 8}{24} = 0.667 \text{ hh} \quad (48)$$

c) Aportes unitarios para habilitación y colocación de acero

Cuadrilla: 0.10 CAP + 1 OF + 1 OP = 2.10 trabajadores

Rendimiento: 250 kg/día

- Aporte total

$$\text{Aporte M.O.} = \frac{2.10 \times 8}{250} = 0.067 \text{ hh} \quad (49)$$

- Distribución por categoría

$$\text{Aporte CAP} = \frac{0.10 \times 8}{250} = 0.0032 \text{ hh} \quad (50)$$

$$\text{Aporte OF} = \frac{1 \times 8}{250} = 0.032 \text{ hh} \quad (51)$$

$$\text{Aporte OP} = \frac{1 \times 0.8}{250} = 0.032 \text{ hh} \quad (52)$$

d) Aportes unitarios para concreto f'c 140 kg/cm²

Preparación y vaciado de concreto

Cuadrilla: 0.20 CAP + 2 OF + 2 OP + 10 Pe + 1 OP equipo liviano = 15.20 trabajadores

Rendimiento: 10 m³/día

- Aporte total

$$\text{Aporte M.O.} = \frac{15.2 \times 8}{10} = 12.16 \text{ hh} \quad (53)$$

- Distribución por categoría

$$\text{Aporte CAP} = \frac{0.20 \times 8}{10} = 0.160 \text{ hh} \quad (54)$$

$$\text{Aporte OF} = \frac{2 \times 8}{10} = 1.600 \text{ hh} \quad (55)$$

$$\text{Aporte OP} = \frac{2 \times 8}{10} = 1.600 \text{ hh} \quad (56)$$

$$\text{Aporte PE} = \frac{10 \times 8}{10} = 8.000 \text{ hh} \quad (57)$$

$$\text{Aporte OP equipo} = \frac{1 \times 8}{10} = 0.800 \text{ hh} \quad (58)$$

Curado de concreto

Cuadrilla: 0.10 CAP + 1 Pe = 1.10 trabajadores

Rendimiento: 30 m³/día

- Aporte total

$$Aporte M.O. = \frac{15.2 \times 8}{30} = 0.293 \text{ hh} \quad (59)$$

- Distribución por categoría

$$Aporte CAP = \frac{0.10 \times 8}{30} = 0.027 \text{ hh} \quad (60)$$

$$Aporte PE = \frac{1 \times 8}{30} = 0.267 \text{ hh} \quad (61)$$

e) Resumen del aporte unitario

La tabla muestra los aportes unitarios y totales de la mano de obra calculados para cada subpartida de la construcción de cisternas, a partir de los rendimientos y cuadrillas establecidos por CAPECO (2006). Los valores se encuentran desagregados por categoría de trabajador, lo que permite identificar el tiempo en horas-hombre requerido en actividades de habilitación, encofrado, desencofrado, vaciado de concreto y colocación de acero, sirviendo como referencia técnica para la comparación con los rendimientos reales obtenidos en obra.

Tabla 7*Resumen de rendimientos de la mano de obra en cisterna (CAPECO, 2006)*

Partida	Cuadrilla					Número de trabajadores	Aporte unitario (hh)					Aporte total (hh)	Rendimiento
	CAP	OP	OF	PE	OP equipo		CAP	OP	OF	PE	OP equipo		
Encofrado y desencofrado de cisterna (1 cara interior)							0.075	0.749	1.016	0.533			
Habilitación de encofrado	0.1	1	1			2.1	0.018	0.178	0.178		0.373	45 m ² /día	
Encofrado de cisterna	0.1	1	1			2.1	0.057	0.571	0.571		1.200	14 m ² /día	
Desencofrado de cisterna			1	2		3			0.267	0.533	0.800	30 m ² /día	
Encofrado y desencofrado de cisterna (1 cara interior y una cara exterior)							0.087	0.867	1.200	0.667			
Habilitación de encofrado	0.1	1	1			2.1	0.020	0.200	0.200		0.420	40 m ² /día	
Encofrado de cisterna	0.1	1	1			2.1	0.067	0.667	0.667		1.400	12 m ² /día	
Desencofrado de cisterna			1	2		3			0.333	0.667	1.000	24 m ² /día	
Cisterna de fc 140 kg/cm ²							0.187	1.600	1.600	8.267	0.800		
Preparación y vaciado de concreto	0.2	2	2	10	1	15.2	0.160	1.600	1.600	8.000	0.800	12.160	10 m ³ /día
Curado	0.1			1		1.1	0.027	0.000	0.000	0.267	0.293	30 m ³ /día	
Habilitación y colocación de acero													
Habilitación de acero grado 60	0.1	1	1			2.1	0.003	0.032	0.032		0.067	250 kg/día	
Colocación de acero grado 60	0.1	1	1			2.1	0.003	0.032	0.032		0.067	250/kg/día	

Nota. CAP: capataz; OF.: oficial; OP: operario; PE: peón. Fuente: CAPECO (2006).

3.6.4.3. Cálculo de los aportes unitarios y rendimientos en obra

El aporte unitario de la mano de obra se calculó en función del número de trabajadores, el tiempo de trabajo y el metrado ejecutado, diferenciando el aporte de operarios y peones. El aporte total de la cuadrilla se obtuvo como la suma de ambos aportes, y con este valor se determinó el rendimiento real, relacionando el número de trabajadores y la jornada laboral con el aporte total calculado.

Para la partida de encofrado, el rendimiento se expresó en m²/día, calculándose el metrado a partir del área encofrada. A fin de comparar los resultados con CAPECO (2006), los rendimientos se ajustaron al tamaño de la cuadrilla oficial equivalente. De manera similar, en la habilitación de acero, el rendimiento se expresó en kg/día, considerando el peso nominal del acero según su diámetro, y ajustándose también a la cuadrilla referencial de CAPECO. Finalmente, para la preparación y vaciado de concreto, el rendimiento se expresó en m³/día, calculando el volumen vaciado y ajustando los resultados a la cuadrilla normativa. De este modo, los valores obtenidos resultan directamente comparables con los rendimientos establecidos por CAPECO (2006).

a) Rendimiento para encofrado

El rendimiento de encofrado y desencofrado se expresó en metros cuadrados por día (m²/día). El metrado correspondiente se calculó multiplicando el largo por el ancho de los elementos encofrados:

$$\text{Metrado} = \text{Largo} \times \text{ancho} \text{ (m}^2\text{)} \quad (62)$$

Encofrado

El cálculo del aporte unitario se ha realizado con las ecuaciones:

$$\text{Aporte OP} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de operarios} \times \text{Tiempo de trabajo}}{\text{Metrado}} \quad (63)$$

$$\text{Aporte PE} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de peones} \times \text{Tiempo de trabajo}}{\text{Metrado}} \quad (64)$$

El aporte total de la cuadrilla se obtuvo como la suma de ambos aportes:

$$Aporte\ total = Aporte\ OP + Aporte\ PE \quad (65)$$

Con este valor se calculó el rendimiento real de la cuadrilla observada:

$$Rendimiento = \frac{Número\ de\ trabajadores \times Jornada\ laboral}{Aporte\ total} \quad (66)$$

Para hacer comparable el rendimiento con CAPECO (2006), se ajustó al tamaño de cuadrilla oficial:

Cuadrilla CAPECO para encofrado: 0.1 CAP. + 1 OF + 1 OP = 2.1 trabajadores

$$Rendimiento\ ajustado = \frac{2.1 \times 8}{Aporte\ total} \quad (67)$$

Una vez que se tiene el rendimiento adaptado a CAPECO, también se deben adaptar los aportes unitarios:

$$Aporte\ ajustado\ CAP = \frac{0.10 \times 8}{Rendimiento\ ajustado} \quad (68)$$

$$Aporte\ ajustado\ OF = \frac{1 \times 8}{Rendimiento\ ajustado} \quad (69)$$

$$Aporte\ ajustado\ OP = \frac{1 \times 8}{Rendimiento\ ajustado} \quad (70)$$

$$Aporte\ ajustado\ M.\ O. = Aporte\ CAP + OF + OP \quad (71)$$

Desencofrado

El cálculo del aporte unitario se ha realizado con las ecuaciones:

$$Aporte\ OP = \frac{N^\circ\ de\ operarios \times Tiempo\ de\ trabajo}{Metrado} \quad (72)$$

$$Aporte\ PE = \frac{N^\circ\ de\ peones \times Tiempo\ de\ trabajo}{Metrado} \quad (73)$$

El aporte total de la cuadrilla se obtuvo como la suma de ambos aportes:

$$Aporte\ total = Aporte\ OP + Aporte\ PE \quad (74)$$

Con este valor se calculó el rendimiento real de la cuadrilla observada:

$$Rendimiento = \frac{Número\ de\ trabajadores \times Jornada\ laboral}{Aporte\ total} \quad (75)$$

Para hacer comparable el rendimiento con CAPECO (2006), se ajustó al tamaño de cuadrilla oficial:

Cuadrilla: 1 OF + 2 OP = 3 trabajadores

$$Rendimiento = \frac{3 \times 8}{Aporte\ total} \quad (76)$$

Una vez que se tiene el rendimiento adaptado a CAPECO, también se deben adaptar los aportes unitarios:

$$Aporte\ ajustado\ OF = \frac{1 \times 8}{Rendimiento\ ajustado} \quad (77)$$

$$Aporte\ ajustado\ PE = \frac{2 \times 8}{Rendimiento\ ajustado} \quad (78)$$

$$Aporte\ ajustado\ M.\ O. = Aporte\ OF + PE \quad (79)$$

b) Rendimiento para habilitación de acero

El rendimiento de habilitación de acero se expresó en kg por día ($m^2/día$). El metrado correspondiente se calculó multiplicando el número de elementos por el peso nominal para el diámetro de acero que se está utilizando por el número de varillas y longitud de acero utilizado:

$$Metrado = Longitud \times \text{Número de varillas} \times \text{Peso nominal (kg)} \quad (80)$$

Tabla 8

Peso nominal de acuerdo al diámetro del acero

Diámetro	Área nominal (mm ²)	Peso nominal (kg/m)	Peso mínimo (kg/m)
6 mm	28	0.222	0.207
8 mm	50	0.395	0.371
3/8"	71	0.56	0.526
12 mm	113	0.888	0.835
1/2"	129	0.994	0.934
5/8"	199	1.552	1.459
3/4"	284	2.235	2.101
1"	510	3.973	3.735
1 3/8"	1006	7.907	7.433

Nota. Tomado de Aceros Arequipa (2025).

El cálculo del aporte unitario se ha realizado con las ecuaciones:

$$Aporte\ OP = \frac{N^{\circ}\ de\ operarios \times Tiempo\ de\ trabajo}{Metrado} \quad (81)$$

$$Aporte\ PE = \frac{N^{\circ}\ de\ peones \times Tiempo\ de\ trabajo}{Metrado} \quad (82)$$

El aporte total de la cuadrilla se obtuvo como la suma de ambos aportes:

$$Aporte\ total = Aporte\ OP + Aporte\ PE \quad (83)$$

Con este valor se calculó el rendimiento real de la cuadrilla observada:

$$Rendimiento = \frac{Número\ de\ trabajadores \times Jornada\ laboral}{Aporte\ total} \quad (84)$$

Para compararlo con CAPECO (2006), se ajustó a:

Cuadrilla CAPECO acero: 0.1 CAP + 1 OF + 1 OP = 2.1 trabajadores

$$Rendimiento\ ajustado = \frac{2.1 \times 8}{Aporte\ total} \quad (85)$$

Una vez que se tiene el rendimiento adaptado a CAPECO, también se deben adaptar los aportes unitarios:

$$Aporte\ ajustado\ CAP = \frac{0.10 \times 8}{Rendimiento\ ajustado} \quad (86)$$

$$Aporte\ ajustado\ OF = \frac{1 \times 8}{Rendimiento\ ajustado} \quad (87)$$

$$Aporte\ ajustado\ OP = \frac{1 \times 8}{Rendimiento\ ajustado} \quad (88)$$

$$Aporte\ ajustado\ M.\ O. = Aporte\ CAP + OF + OP \quad (89)$$

c) Rendimiento para preparación y vaciado de concreto

El rendimiento del vaciado se expresó en m³/día:

$$Metrado\ L1 = Largo \times ancho \times altura\ (m^3) \quad (90)$$

$$Metrado\ L2 = Largo \times ancho \times altura\ (m^3) \quad (91)$$

$$Metrado\ L3 = Largo \times ancho \times altura\ (m^3) \quad (92)$$

$$Metrado\ L4 = Largo \times ancho \times altura\ (m^3) \quad (93)$$

$$Metrado\ Base = Largo \times ancho \times altura\ (m^3) \quad (94)$$

$$\text{Metrado cisterna} = \text{Metrado} (L1 + L2 + L3 + L4 + \text{Base}) \quad (95)$$

El cálculo del aporte unitario se ha realizado con las ecuaciones:

$$\text{Aporte OP} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de operarios} \times \text{Tiempo de trabajo}}{\text{Metrado}} \quad (96)$$

$$\text{Aporte PE} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de peones} \times \text{Tiempo de trabajo}}{\text{Metrado}} \quad (97)$$

El aporte total de la cuadrilla se obtuvo como la suma de ambos aportes:

$$\text{Aporte total} = \text{Aporte OP} + \text{Aporte PE} \quad (98)$$

Con este valor se calculó el rendimiento real de la cuadrilla observada:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Número de trabajadores} \times \text{Jornada laboral}}{\text{Aporte total}} \quad (99)$$

Para compararlo con el rendimiento normativo de CAPECO, se ajustó a:

Cuadrilla CAPECO concreto: 0.2 CAP + 2 OF + 2 OP + 10 PE + 1 OP equipo liviano =
15.2 trabajadores

$$\text{Rendimiento suministro} = \frac{15.2 \times 8}{\text{Aporte total}} \quad (100)$$

Una vez que se tiene el rendimiento adaptado a CAPECO, también se deben adaptar los aportes unitarios:

$$\text{Aporte ajustado CAP} = \frac{0.20 \times 8}{\text{Rendimiento ajustado}} \quad (101)$$

$$\text{Aporte ajustado OF} = \frac{2 \times 8}{\text{Rendimiento ajustado}} \quad (102)$$

$$\text{Aporte ajustado OP} = \frac{2 \times 8}{\text{Rendimiento ajustado}} \quad (103)$$

$$\text{Aporte ajustado PE} = \frac{10 \times 8}{\text{Rendimiento ajustado}} \quad (104)$$

$$\text{Aporte ajustado OP equipo liviano} = \frac{1 \times 8}{\text{Rendimiento ajustado}} \quad (105)$$

$$\text{Aporte ajustado M. O.} = \text{Aporte CAP} + \text{OF} + \text{OP} + \text{PE} + \text{OP equipo liv.} \quad (106)$$

Los valores obtenidos son comparables con los rendimientos y aportes unitarios de CAPECO (2006).

3.6.4.4. Consideraciones y limitaciones del ajuste de rendimientos al compendio CAPECO por tamaño de cuadrilla

Para efectos de comparación con los rendimientos normativos establecidos por CAPECO (2006), los rendimientos reales obtenidos en obra fueron ajustados al tamaño de la cuadrilla referencial mediante una relación proporcional directa entre número de trabajadores y producción diaria. Este procedimiento asume, de manera operativa, una eficiencia promedio constante por trabajador; sin embargo, se reconoce como limitación metodológica que dicho ajuste no considera los efectos de saturación del espacio de trabajo ni la posible presencia de rendimientos decrecientes, especialmente en estructuras sanitarias confinadas como las cisternas, donde el incremento del personal no necesariamente se traduce en un aumento proporcional de la producción. En cisternas de dimensiones reducidas, una menor cantidad de trabajadores puede incluso favorecer la eficiencia operativa debido a restricciones de movilidad y seguridad. No obstante, el ajuste lineal adoptado resulta técnicamente válido para establecer una base homogénea de comparación con los valores normativos de CAPECO, los cuales se definen para cuadrillas tipo y condiciones ideales. En este sentido, los rendimientos ajustados cumplen una función estrictamente analítica y comparativa, mientras que para fines de planificación y ejecución real de obras similares en Chota se recomienda utilizar prioritariamente los rendimientos y aportes unitarios reales determinados en campo, sin ajuste por cuadrilla normativa.

3.6.5. Determinación de la productividad

La productividad se evaluó mediante el registro del uso del tiempo a través del método de carta balance, aplicando intervalos de observación de 15 segundos durante una hora continua por partida. Para ello se utilizó un cronómetro Casio, junto con los formatos físicos de carta balance y observación codificada. Cada trabajador fue observado individualmente, clasificando sus actividades como tiempo productivo (TP), tiempo contributorio (TC) o tiempo no contributorio (TNC). Paralelamente se tomaron notas complementarias y, cuando fue pertinente, se registraron videos cortos con la cámara del celular para reforzar la clasificación de actividades. Todos los datos fueron posteriormente digitalizados en la computadora MSI, donde se generaron tablas y gráficos de distribución del tiempo para cada partida y cuadrilla.

Tabla 9

Actividades consideradas para la partida de encofrado y desencofrado

	Tiempo productivo (TP)		Tiempo contributorio (TC)		Tiempo no contributorio
1	Trazo de cisterna	16	Aseguramiento y clavado de encofrado	50	Tiempo ocioso y/o conversaciones
2	Habilitación de encofrado	17	Habilitación, cortado y aseguramiento de elementos con alambre de amarra	51	Esperas y/u observación de procesos de ejecución
3	Encofrado	19	Carrear y colocar piedra o suelo	52	Trabajos rehechos
4	Desencofrado	21	Cortado de tacos	53	Descanso
		22	Colocación del listón de refuerzo	54	Necesidades fisiológicas
		23	Transporte de materiales, equipos y herramientas	55	Uso de dispositivos móviles en horas de trabajo
		24	Limpieza	56	Reparaciones de equipos
		25	Instrucciones	57	Otras actividades
		26	Mediciones y toma de niveles	58	Traer equipo de otro lugar (diferente a la obra)
		38	Ingreso y salida de la cisterna	59	Botar agua de interior de cisterna
		39	Preparación y colocación de mezcla de yeso		
		40	Excavación y extracción de tierra en cisterna		
		41	Extracción de clavos		
		42	Picar pared con cincel		
		43	Almacenamiento y protección de materiales		
		44	Suministro de energía eléctrica		
		45	Armar tubería de agua		
		46	Acomodando escalera		

Tabla 10*Actividades consideradas para la partida de habilitación y colocación de acero*

Tiempo productivo (TP)		Tiempo contributorio (TC)		Tiempo no contributorio	
5	Habilitación de acero	17	Habilitación, cortado y aseguramiento de elementos con alambre de amarra	50	Tiempo ocioso y/o conversaciones
6	Colocación del acero longitudinal	27	Colocación de datos de concreto	51	Esperas y/u observación de procesos de ejecución
7	Colocación del acero transversal	28	Transporte de materiales, equipos y herramientas	52	Trabajos rehechos
8	Colocación de acero superior	29	Limpieza	53	Descanso
14	Armado de acero	30	Instrucciones	54	Necesidades fisiológicas
15	Amarre de acero	31	Mediciones y toma de niveles	55	Uso de dispositivos móviles en horas de trabajo
		38	Ingreso y salida de la cisterna	56	Reparaciones de equipos y/o herramientas
		43	Almacenamiento y protección de materiales	57	Otras actividades
		44	Suministro de energía eléctrica	58	Traer equipo de otro lugar (diferente a la obra)
		45	Armar tubería de agua	59	Botar agua de interior de cisterna
		46	Acomodando escalera		

Tabla 11*Actividades consideradas para la partida de vaciado de concreto*

Tiempo productivo (TP)		Tiempo contributorio (TC)		Tiempo no contributorio	
9	Preparación del concreto	18	Nivelación de concreto	50	Tiempo ocioso y/o conversaciones
10	Vaciado de la mezcla	19	Carrear y colocar piedra o suelo	51	Esperas y/u observación de procesos de ejecución
11	Chuzado de la mezcla	32	Humedecer el encofrado	52	Trabajos rehechos
12	Curado del concreto	33	Transporte de materiales, equipos y herramientas	53	Descanso
13	Manejo de trompo	34	Transporte de mezcla	54	Necesidades fisiológicas
		35	Limpieza	55	Uso de dispositivos móviles en horas de trabajo
		36	Instrucciones	56	Reparaciones de equipos y/o herramientas
		37	Mediciones y toma de niveles	57	Otras actividades
		38	Ingreso y salida de la cisterna	58	Traer equipo de otro lugar (diferente a la obra)
		42	Picar pared con cincel	59	Botar agua de interior de cisterna
		43	Almacenamiento y protección de materiales		
		44	Suministro de energía eléctrica		
		45	Armar tubería de agua		
		46	Acomodando escalera		

Figura 17

Determinación de la productividad durante el vaciado y encofrado de la cisterna



Nota. Se observa a la cuadrilla de trabajo ejecutando las actividades de encofrado y vaciado de concreto en la cisterna, durante las cuales se realizó el registro el uso de los tiempos de la mano de obra.

Figura 18

Registro en campo de la productividad de la mano de obra en cisternas



Nota. Tesista realizando la observación directa y el registro sistemático de las actividades ejecutadas por la cuadrilla, mediante el uso de la carta balance.

3.7. Procedimientos de análisis de datos

El procesamiento de los datos se llevó a cabo utilizando el software Excel 2016. En primer lugar, se ingresaron todos los datos recolectados durante las visitas de campo, incluyendo los registros de rendimiento, los tiempos observados en la carta balance y la información obtenida mediante encuestas, en hojas de cálculo organizadas por tipo de partida y por vivienda. Posteriormente, se realizó un proceso de depuración que consistió en la verificación de coherencia numérica, la corrección de valores atípicos y la eliminación de registros incompletos, garantizando la integridad y consistencia de la base de datos. Una vez ordenada y depurada la información, se aplicaron fórmulas para calcular los indicadores básicos del estudio, como aportes unitarios, rendimientos diarios, proporciones de tiempos productivos, contributivos y no contributivos, y velocidades de cuadrilla. Finalmente, se generaron tablas y gráficos preliminares que facilitaron la estructuración del análisis estadístico posterior.

El análisis estadístico se realizó utilizando el software Minitab 22. En una primera etapa, se efectuó un análisis descriptivo que incluyó medias, desviaciones estándar, rangos y percentiles de las variables principales (rendimiento por partida, tiempos de productividad y características técnicas de la cisterna). Asimismo, se confeccionaron gráficos de cajas y dispersión para visualizar tendencias, variabilidad y posibles valores atípicos. Luego, se desarrolló un análisis comparativo entre los rendimientos obtenidos en obra y los valores referenciales establecidos por CAPECO (2006), identificando brechas y comportamientos divergentes. Finalmente, se aplicaron pruebas inferenciales, principalmente la prueba t de Student para una muestra, con el fin de determinar si las diferencias entre los rendimientos reales y los valores de referencia eran estadísticamente significativas.

3.8. Material y equipos (descripción del uso)

Durante la investigación se utilizaron materiales y equipos que permitieron el registro ordenado de la información en obra, empleándose un teléfono celular para la documentación fotográfica, formatos impresos para el registro de cuestionarios, cartas balance y fichas de rendimiento, así como cronómetros y relojes para la medición de tiempos de trabajo. Las dimensiones geométricas de las cisternas se midieron con cinta métrica y flexómetro, y los datos recolectados fueron digitalizados y procesados en una computadora portátil mediante Microsoft Excel 2024 y Minitab 22.

Tabla 12

Materiales y equipos utilizados en la investigación

Material / Equipo	Función dentro de la investigación
Teléfono celular con cámara	Registrar evidencia fotográfica del proceso constructivo, condiciones de la obra y características geométricas de las cisternas.
Cronómetro digital / reloj analógico	Medir tiempos exactos de trabajo y registrar intervalos de 15 segundos en la carta balance para el análisis de productividad.
Cinta métrica y flexómetro	Medir dimensiones reales de la cisterna (largo, ancho, altura, espesor, distancia de transporte, accesibilidad).
Formatos impresos de instrumentos	Registrar datos en campo sobre características técnicas, tiempos, actividades, composición de cuadrillas y métricas de rendimiento. (cuestionarios, ficha de cisterna, ficha de mano de obra, carta balance, registro de rendimiento)
Archivadores y portaplanos	Mantener la documentación organizada y protegida durante la toma de datos en obra.
Computadora portátil MSI	Digitalizar los datos, organizar bases de datos y procesar estadísticamente la información utilizando Excel 2024 y Minitab 22.
Bolígrafos y material de escritura	Registrar manualmente observaciones, tiempos, metrados y respuestas del cuestionario.

Nota. La tabla resume los equipos utilizados y su función específica durante el trabajo de campo.

3.9. Aspectos éticos

Durante la ejecución de la investigación se aplicaron principios éticos esenciales para garantizar el respeto, la seguridad y la protección de los participantes, así como la integridad del estudio, siguiendo las recomendaciones de Noreña et al. (2012).

Consentimiento informado. Se obtuvo el consentimiento informado de propietarios y trabajadores antes de iniciar cualquier actividad. A cada participante se le explicó de manera clara el propósito del estudio, los procedimientos a realizar y su derecho a retirarse en cualquier momento. La participación fue completamente voluntaria y basada en una decisión informada.

Confidencialidad y anonimato. Se aseguró la confidencialidad de toda la información recopilada mediante la codificación de datos y la eliminación de cualquier elemento que permitiera identificar a los participantes. Ningún resultado se asoció a nombres de propietarios o trabajadores, garantizando su anonimato en todas las fases del estudio sí así fue solicitado por ellos.

Respeto a los derechos laborales. La investigación se desarrolló sin alterar las rutinas de trabajo ni interferir con las tareas asignadas a los trabajadores. Se respetaron sus horarios, funciones y condiciones laborales, asegurando que las mediciones no generaran cargas adicionales ni afectaran sus obligaciones.

Seguridad y bienestar de los participantes. Todas las observaciones e interacciones se realizaron siguiendo normas básicas de seguridad en obra. No se sometió a los participantes a riesgos físicos ni se interfirió con procedimientos constructivos que pudieran comprometer su bienestar. Asimismo, se respetaron las áreas de trabajo y las medidas de prevención existentes en cada obra.

Transparencia y veracidad. El registro y procesamiento de los datos se realizaron con objetividad, sin manipulación o alteración de valores. Se garantizó que los resultados presentados reflejaran fielmente las condiciones observadas en obra.

Uso adecuado de los datos. La información se utilizó exclusivamente para los fines planteados en la investigación. No se compartió ni se aplicó para otros propósitos sin autorización, manteniendo la ética en el manejo responsable de los datos obtenidos.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. Características técnicas de las cisternas y de la mano de obra que participó en su construcción en la ciudad de Chota

a) Características de la mano de obra

La preparación y vaciado de concreto concentra la mayor cantidad de trabajadores, con 59 personas que representan el 34.91% del total, lo que confirma que esta partida es la más intensiva en mano de obra. Le siguen el encofrado con 42 trabajadores (24.85%) y la habilitación y colocación de acero con 39 trabajadores (23.08%), mientras que el desencofrado presenta la menor participación, con 29 trabajadores (17.16%).

Tabla 13

Distribución de trabajadores por partida en la construcción de cisternas

Partida	Número de trabajadores	%
Desencofrado	29	17.16%
Encofrado	42	24.85%
Habilitación y colocación de acero	39	23.08%
Vaciado de concreto	59	34.91%
Total	169	100.00%

La categoría de los trabajadores con mayor proporción corresponde a peones con 50.00%, seguida por operarios 42.26%, mientras que los maestros representan solo el 7.74%, la estructura laboral está dominada por personal no semicalificado.

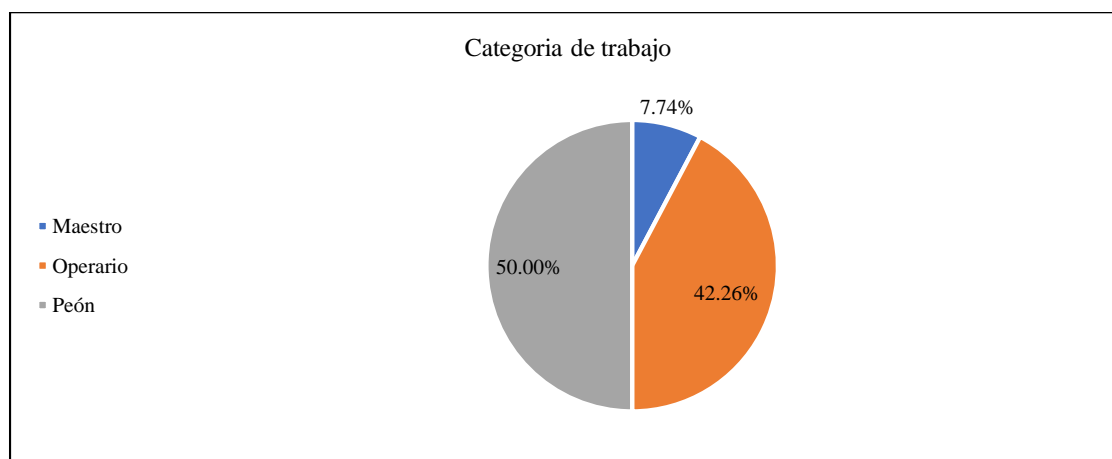
Tabla 14

Categoría de los trabajadores en la construcción de cisternas

Categoría de trabajo	Número de personas	%
Maestro	13	7.74%
Operario	71	42.26%
Peón	84	50.00%

Figura 19

Categoría de los trabajadores en la construcción de cisternas



La composición de la mano de obra por categoría indica un claro predominio de peones en todas las partidas, sumando 85 trabajadores, seguidos de los operarios con 71 y una participación reducida de maestros de obra con solo 13. El vaciado de concreto registra la mayor cantidad de operarios y peones, lo que refleja la necesidad de cuadrillas numerosas para actividades de alta demanda física y ritmo continuo.

Tabla 15

Categoría de trabajo por partida en la construcción de cisternas

Partida	Maestro de obra	Operario	Peón	Total
Encofrado	3	19	20	42
Desencofrado	2	11	16	29
Habilitación y colocación de acero	4	15	20	39
Vaciado de concreto	4	26	29	59
Total	13	71	85	169

La mayor parte de trabajadores tienen de 31 a 45 años de edad (44.97%), seguida por el grupo de 17 a 30 años 31.95%, más del 76% de la mano de obra se encuentra en edad productiva, en menor proporción se ubican los trabajadores de 46 a 60 años 20.71%, mientras que los mayores de 61 años representan 2.37%.

Tabla 16*Edad de los trabajadores en la construcción de cisternas*

Edad	Número personas	%
17-30	54	31.95%
31-45	76	44.97%
46-60	35	20.71%
> 61	4	2.37%

La edad promedio general de la mano de obra es de 36.69 años, observándose que los maestros de obra presentan las edades más altas, con un promedio de 39.31 años, lo que sugiere mayor experiencia y trayectoria profesional. Los operarios y peones registran edades similares, de 36.21 y 36.81 años, respectivamente. Por partidas, la habilitación y colocación de acero presenta los promedios de edad más elevados, lo está asociado a la necesidad de mayor destreza y conocimiento técnico.

Tabla 17*Edad promedio por categoría y partida en la construcción de cisternas*

Partida	Maestro de obra	Operario	Peón	Edad promedio (años)
Desencofrado	37.00	34.18	36.81	35.83
Encofrado	39.00	36.05	36.40	36.43
Habilitación y colocación de acero	40.00	37.93	38.32	38.03
Vaciado de concreto	40.00	36.19	36.10	36.41
Edad promedio (años)	39.31	36.21	36.81	36.69

Predomina la experiencia de 1 a 10 años representado por el 65.48%, seguida de 11 a 20 años indicando el 20.83%, en menor proporción se encuentran los trabajadores con 21 a 30 años expresado en 10.12% y aquellos con menos de 1 año de experiencia 3.57%, lo que indica que la mayoría cuenta con experiencia previa en obras de construcción.

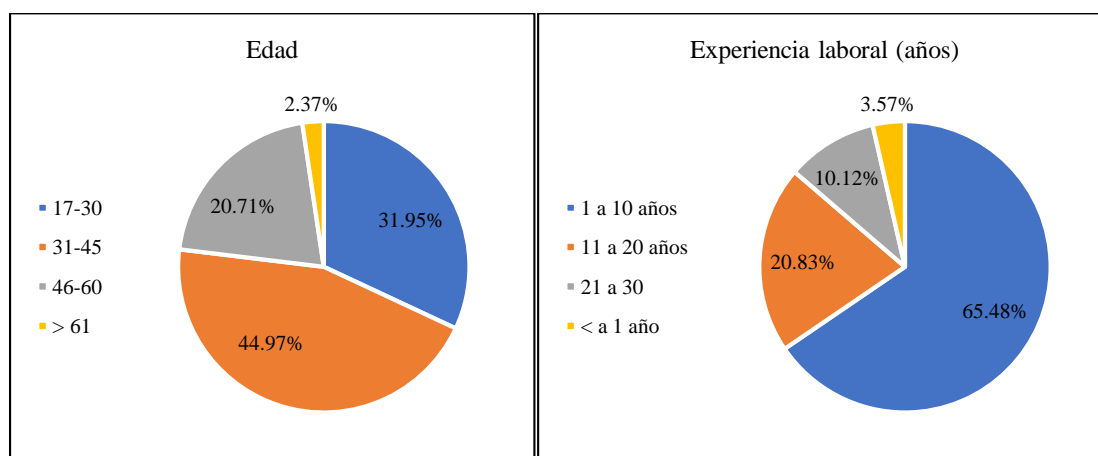
Tabla 18*Experiencia laboral de los trabajadores en la construcción de cisternas*

Experiencia laboral (años)	Número de personas	%
1 a 10 años	110	65.48%
11 a 20 años	35	20.83%
21 a 30	17	10.12%
< a 1 año	6	3.57%
	168	

Los maestros de obra presentan promedio de 20.50 años de experiencia, independientemente de la partida. Los operarios muestran un promedio de 6.50 años, mientras que los peones alcanzan 12.89 años, reflejando una experiencia práctica acumulada principalmente en labores manuales.

Experiencia laboral promedio por categoría y partida en la construcción de cisternas

Partida	Maestro de obra	Operario	Peón	Experiencia laboral promedio (años)
Desencofrado	20.50	6.50	13.50	13.50
Encofrado	20.50	6.50	12.40	12.89
Habilitación y colocación de acero	20.50	6.50	13.50	13.50
Vaciado de concreto	20.50	6.50	12.40	12.89
Experiencia laboral promedio (años)	20.50	6.50	12.89	13.18

Figura 20*Edad y experiencia laboral de los trabajadores en la construcción de cisternas*

Predomina el nivel de educación secundaria con 48.52%, seguido de educación primaria 30.18%, asimismo, el 18.34% cuenta con educación superior, mientras que solo el 2.96% no presenta estudios, lo la mayoría posee formación básica.

Tabla 19

Grado de instrucción de los trabajadores en la construcción de cisternas

Grado de instrucción	Número personas	%
Primaria C- I	51	30.18%
Secundaria C-I	82	48.52%
Sin estudios	5	2.96%
Superior C- I-E	31	18.34%

La mayor parte de los trabajadores son solteros (45.56%), seguido por los casados con 37.28%, en menor proporción los convivientes 13.02%, mientras que los divorciados, separado y viudos presentan porcentajes inferiores al 3%.

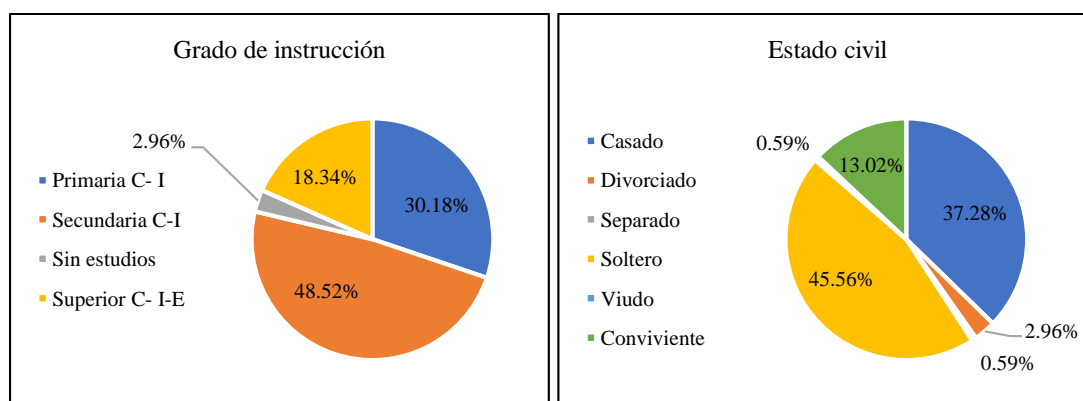
Tabla 20

Estado civil de los trabajadores en la construcción de cisternas

Estado civil	Número personas	%
Casado	63	37.28%
Divorciado	5	2.96%
Separado	1	0.59%
Soltero	77	45.56%
Viudo	1	0.59%
Conviviente	22	13.02%

Figura 21

Grado de instrucción y estado civil de los trabajadores



La principal comunidad de procedencia es Chota con 21.38%, seguido por Cutaxi 11.72% y Progreso 8.28%, el resto de comunidades presenta porcentajes individuales menores al 7%, evidenciando una procedencia mayoritariamente local.

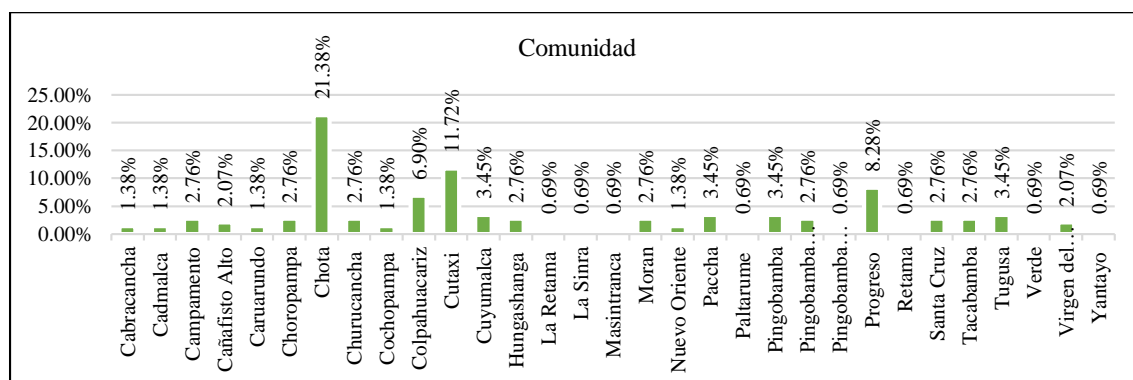
Tabla 21

Comunidad de los trabajadores en la construcción de cisternas

Comunidad	Número personas	%
Cabracancha	2	1.38%
Cadmalca	1	1.38%
Campamento	4	2.76%
Cañafisto Alto	3	2.07%
Caruarundo	2	1.38%
Choropampa	4	2.76%
Chota	31	21.38%
Churucancha	4	2.76%
Chopampa	2	1.38%
Colpahuacariz	10	6.90%
Cutaxi	17	11.72%
Cuyumalca	5	3.45%
Hungashanga	4	2.76%
La Retama	1	0.69%
La Sinra	1	0.69%
Masintranca	1	0.69%
Moran	4	2.76%
Nuevo Oriente	2	1.38%
Paccha	5	3.45%
Paltarume	1	0.69%
Pingobamba	5	3.45%
Pingobamba Alto	4	2.76%
Pingobamba Bajo	1	0.69%
Progreso	12	8.28%
Retama	1	0.69%
Santa Cruz	4	2.76%
Tacabamba	4	2.76%
Tugusa	5	3.45%
Verde	1	0.69%
Virgen del Carmen Bajo	3	2.07%
Yantayo	1	0.69%

Figura 22

Comunidad de los trabajadores en la construcción de cisternas



El mayor porcentaje de trabajadores pertenece al distrito de Chota con el 47.20%, seguido Lajas 6.21%, los demás distritos registran aportaciones menores a 4%.

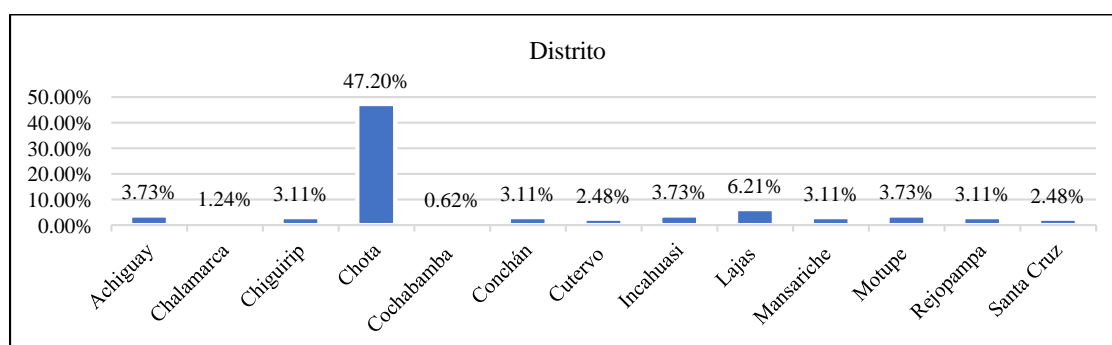
Tabla 22

Distrito de los trabajadores en la construcción de cisternas

Distrito	Número de personas	%
Achiguay	6	3.73%
Chalamarca	2	1.24%
Chiguirip	5	3.11%
Chota	102	47.20%
Cochabamba	1	0.62%
Conchán	5	3.11%
Cutervo	4	2.48%
Incahuasi	6	3.73%
Lajas	10	6.21%
Mansariche	5	3.11%
Motupe	6	3.73%
Rejopampa	5	3.11%
Santa Cruz	4	2.48%

Figura 23

Distrito de los trabajadores en la construcción de cisternas



La mayoría de los trabajadores proviene de la provincia de Chota (82.21%), en proporciones menores se ubican Ferreñafe y La Mar con 3.68% cada una, mientras que las demás provincias no superan el 3.10%.

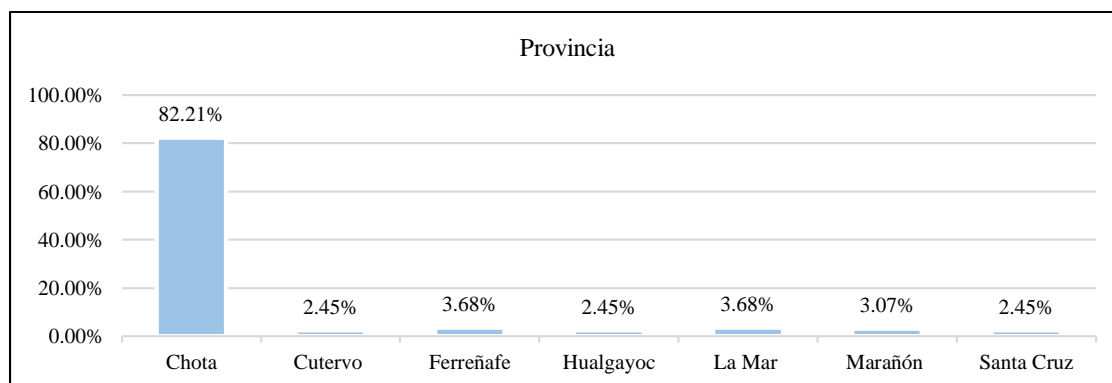
Tabla 23

Provincia de los trabajadores en la construcción de cisternas

Provincia	Número de personas	%
Chota	134	82.21%
Cutervo	4	2.45%
Ferreñafe	6	3.68%
Hualgayoc	4	2.45%
La Mar	6	3.68%
Marañón	5	3.07%
Santa Cruz	4	2.45%
	163	

Figura 24

Provincia de los trabajadores en la construcción de cisternas



Predomina ampliamente el departamento de Cajamarca con el 86.39%, luego Lambayeque 7.10%, Ayacucho 3.55% y Loreto con 2.96%.

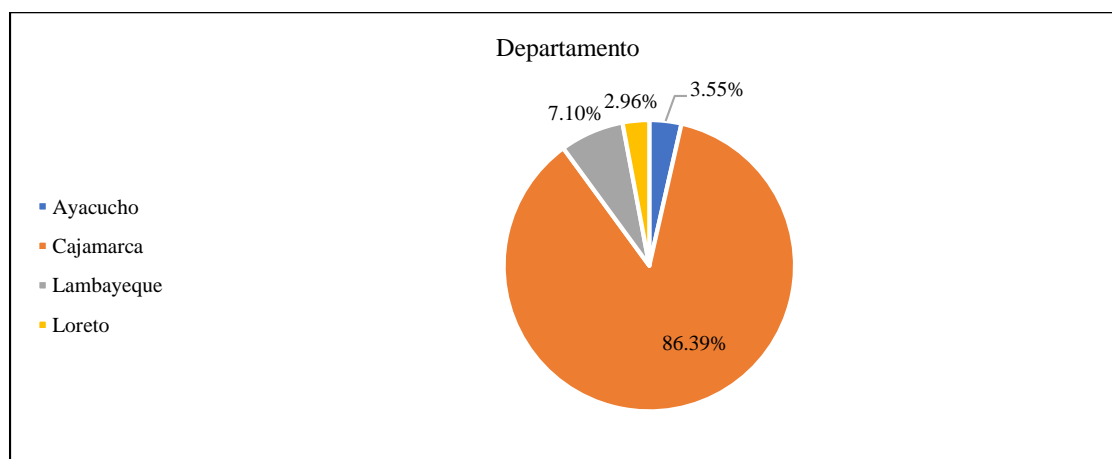
Tabla 24

Departamento de los trabajadores en la construcción de la cisterna

Departamento	Número de personas	%
Ayacucho	6	3.55%
Cajamarca	146	86.39%
Lambayeque	12	7.10%
Loreto	5	2.96%

Figura 25

Departamento de los trabajadores en la construcción de la cisterna

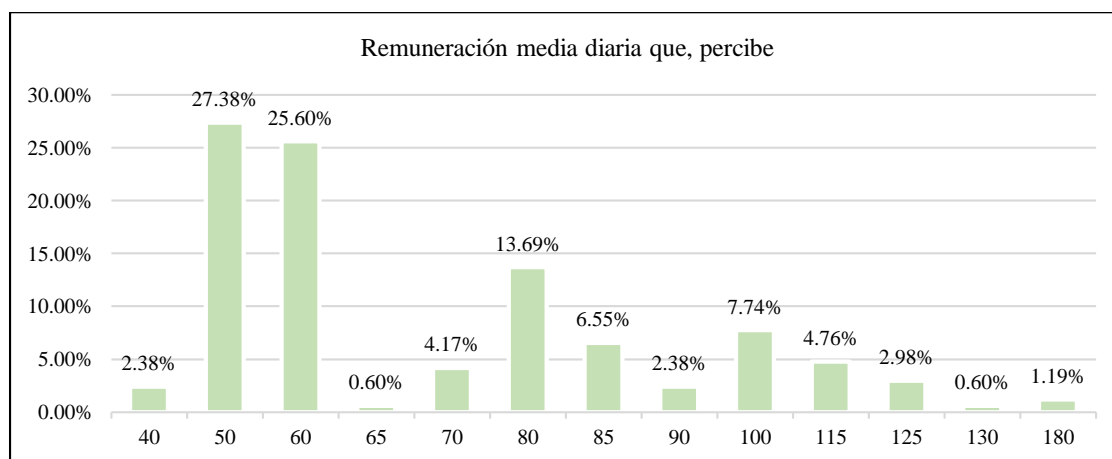


Las remuneraciones más frecuentes son de S/ 50 expresada en 27.38% y S/ 60 expresada con el 25.60%, seguidas por S/ 80 con el 13.69%, las remuneraciones iguales o superiores a S/ 100 presentan porcentajes menores al 8%, reflejando una estructura salarial acorde con la categoría laboral predominante.

Tabla 25

Remuneración media diaria de los trabajadores en la construcción de cisternas

Remuneración media diaria que, percibe	Número de personas	%
40	4	2.38%
50	46	27.38%
60	43	25.60%
65	1	0.60%
70	7	4.17%
80	23	13.69%
85	11	6.55%
90	4	2.38%
100	13	7.74%
115	8	4.76%
125	5	2.98%
130	1	0.60%
180	2	1.19%

Figura 26*Remuneración media diaria de los trabajadores en la construcción de cisternas*

La remuneración promedio diaria varía en función de la categoría ocupacional y, en menor medida, de la partida ejecutada. Los maestros de obra perciben los mayores ingresos, con promedio general de S/ 94.23, alcanzando los valores más altos en la habilitación y colocación de acero y el vaciado de concreto (S/ 100.00), lo que refleja la mayor responsabilidad técnica asociada a estas partidas. Los operarios presentan remuneración promedio de S/ 88.24, con valores relativamente homogéneos entre partidas, mientras que los peones registran el menor ingreso promedio, con S/ 54.46, evidenciando una menor valorización económica de las labores no especializadas. En conjunto, la remuneración promedio diaria global asciende a S/ 71.82 en la construcción de cisternas en la ciudad de Chota.

Tabla 26*Remuneración promedio diaria por categoría y partida en la construcción de cisternas*

Partida	Maestro de obra	Operario	Peón	Remuneración promedio diaria (soles)
Desencofrado	75.00	82.27	54.69	66.55
Encofrado	91.67	88.95	54.50	72.74
Habilitación y colocación de acero	100.00	89.00	53.16	72.24
Vaciado de concreto	100.00	89.81	55.17	73.47
Remuneración promedio diaria (soles)	94.23	88.24	54.46	71.82

El 90.29% de los trabajadores se encuentran satisfechos con su trabajo actual y solo el 9.71% manifiesta estar muy satisfecho, lo que confirma un alto nivel de satisfacción laboral entre la mano de obra empleada.

Tabla 27

Satisfacción de los trabajadores en la construcción de cisternas

Satisfacción en su trabajo actual	Número de personas	%
Satisfecho	93	90.29%
Muy Satisfecho	10	9.71%

Figura 27

Satisfacción de los trabajadores en la construcción de cisternas



La satisfacción laboral de los trabajadores es mayoritariamente positiva en todas las partidas, predominando el nivel “Satisfecho” frente al “Muy satisfecho”. La partida de vaciado de concreto concentra el mayor número de trabajadores satisfechos, seguida por encofrado y habilitación y colocación de acero, lo que sugiere mejores condiciones operativas y continuidad de trabajo. El desencofrado presenta el menor número de trabajadores y menor nivel de alta satisfacción, posiblemente asociado a su menor duración y mayor presencia de tiempos no productivos. En general, los resultados muestran una percepción favorable del trabajo, aunque con una limitada proporción de trabajadores muy satisfechos.

Tabla 28

Nivel de satisfacción laboral de los trabajadores según partida en la construcción de cisternas

Partida	Satisfecho	Muy Satisfecho	Total
Desencofrado	15	1	16
Encofrado	23	3	26
Habilitación y colocación de acero	22	3	25
Vaciado de concreto	33	3	36
Total	93	10	103

b) Características técnicas de las cisternas

La mayoría de las cisternas construidas en la ciudad de Chota presentan forma regular (8 de 9), con dimensiones geométricas variables que generan volúmenes útiles entre 3.96 y 27.31 m³, siendo esta variabilidad un factor determinante en la cantidad de materiales y el tiempo de ejecución; los espesores de muros y losa oscilan entre 0.10 y 0.25 m, observándose mayores espesores incluso en cisternas de menor volumen, lo que refleja criterios constructivos empíricos. En cuanto a la ubicación, las cisternas se distribuyen entre el inicio, centro y fondo de la vivienda, con distancias de transporte de materiales de 1.20 a 12.00 m, lo que condiciona la accesibilidad y el esfuerzo de la mano de obra; además, 8 cisternas se ejecutaron sobre suelo blando y solo una sobre suelo duro, presentándose nivel freático en un solo caso. Respecto a los materiales, predominó el uso de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, con dos casos de 175 kg/cm^2 , una dosificación mayoritaria de 1 cemento : 4 latas de piedra : 4 latas de arena, el empleo de acero de $\frac{1}{2}$ " complementado con $\frac{3}{8}$ " y $\frac{5}{8}$ ", y el uso predominante de encofrado fenólico, especialmente en cisternas de mayor volumen.

Tabla 29

Características técnicas de las cisternas en construcción en la ciudad de Chota

N° de viv.	Forma de cisterna	Dimensiones geométricas (m)			Espesor (cm)		Volumen útil (m ³)	Ubicación respecto a la vivienda	Accesibilidad		Condiciones de terreno			Tipo de material		
		Largo	Ancho	Altura	Espesor de muros	Espesor de losa			Distancia de transporte de materiales (m)	Disponibilidad de espacio	Tipo de suelo (duro, blando, rocoso)	Nivel freático	F'c de diseño (kg/cm ²)	Dosificación	Acero (pulg)	Encofrado utilizado
1	Regular	2.35	1.75	2.20	0.15	0.15	9.05	Inicio	1.20	Poco	Blando	No	210	1 cemento, 4 latas de piedra, 4 latas de arena	3/8	Madera
2	Regular	2.25	1.15	1.53	0.10	0.12	3.96	Inicio	4.00	Poco	Blando	No	210	1 cemento, 4 latas de piedra, 4 latas de arena	3/8	Madera
3	Regular	4.47	2.60	2.35	0.15	0.20	27.31	Fondo	12.00	Bastante	Blando	No	210	1 cemento, 4 latas de piedra, 4 latas de arena	1/2 y 5/8	Fenólico
4	Regular	2.85	2.80	1.80	0.15	0.15	14.36	Tras la parte frontal de la vivienda	2.50	Poco	Blando	Si	210	1 cemento, 4 latas de piedra, 4 latas de arena	1/2	Fenólico
5	Regular	1.80	1.80	1.80	0.15	0.10	5.83	Centro	3.00	Poco	Blando	No	210	1 cemento, 4 latas de piedra, 4 latas de arena	1/2 y 3/8	Fenólico
6	Regular	2.30	2.30	2.20	0.15	0.20	11.64	Centro	8.00	Poco	Blando	No	210	1 cemento, 4 latas de piedra, 4 latas de arena	1/2	Madera
7	Regular	2.21	1.28	2.25	0.12	0.10	6.36	Fondo	5.00	Bastante	Blando	No	210	1 cemento, 4 latas de piedra, 4 latas de arena	1/2	Fenólico
8	Irregular	2.00	2.50	2.00	0.15	0.15	7.50	Fondo	11.00	Poco	Blando	No	175	1 cemento, 4 latas de piedra, 4 latas de arena	1/2	Fenólico
9	Regular	2.00	1.75	1.70	0.25	0.25	5.00	Centro	3.00	Regular	Duro	No	175	1 cemento, 5 latas de piedra, 5 latas de arena	1/2	Fenólico

4.1.2. Aporte unitario (producción) de la mano de obra en cisternas

La tabla comparativa evidencia diferencias claras en el consumo de horas-hombre y el rendimiento de la mano de obra según la partida ejecutada, observándose que el encofrado presenta un aporte total promedio de 1.07 hh/m² con un rendimiento observado de 26.20 m²/día, que al ajustarse a la cuadrilla dada por CAPECO se reduce a 16.48 m²/día, reflejando la influencia del tamaño de cuadrilla normativa; en el desencofrado, el aporte total promedio es menor (0.82 hh/m²), lo que se traduce en mayores rendimientos (29.63 m²/día observado y 29.34 m²/día ajustado), confirmando que es una partida de menor complejidad. La habilitación y colocación de acero muestra el menor aporte unitario total (0.10 hh/kg) y, en consecuencia, el mayor rendimiento observado (274.80 kg/día), aunque el rendimiento ajustado a la partida dada por CAPECO disminuye a 181.70 kg/día. En contraste, la preparación y vaciado de concreto es la partida más intensiva en mano de obra, con un aporte total promedio de 8.06 hh/m³ y un rendimiento observado de 3.97 m³/día, que al ajustarse a la cuadrilla CAPECO se incrementa a 15.63 m³/día, evidenciando el efecto directo del tamaño de cuadrilla sobre el rendimiento; en conjunto, los resultados confirman que a menor aporte unitario total corresponde un mayor rendimiento, y que la eficiencia de la mano de obra varía significativamente según el tipo de partida ejecutada.

Tabla 30

Tabla comparativa de aporte unitario promedio por partida (encofrado, desencofrado, acero y concreto)

Partida	OP	PE	Cuadrilla	Metrado	Horas de trabajo	Aporte OP	Aporte PE	Aporte total (hh)	Aporte CAP_ajustado	Aporte OP_ajustado	Aporte OF_ajustado	Aporte PE_ajustado	Aporte OP-Liv_ajustado	Aporte total (hh)_ajustado	Rendimiento	Rendimiento ajustado	
Encofrado	1.75	1.80	3.25	13.55	4.47	0.60	0.46	1.07	0.05	0.51	0.51			1.07	26.20	16.48	m2/día
Desencofrado	1.33	1.88	3.00	18.07	5.04	0.36	0.46	0.82		0.27	0.55			0.82	29.63	29.34	m2/día
Acero	1.63	1.56	3.19	144.60	4.69	0.05	0.05	0.10	0.00	0.05	0.05			0.10	274.80	181.70	kg/día
Concreto	1.88	2.36	3.82	1.95	3.84	4.30	3.77	8.06	0.11	1.06	1.06	5.31	0.53	8.06	3.97	15.63	m3/día

a) Encofrado de cisternas

Las estadísticas descriptivas del aporte unitario en encofrado de cisternas muestran que la cuadrilla promedio estuvo conformada por 3.25 trabajadores, con un metrado medio de 13.55 m² ejecutado en 4.47 horas, lo que generó un aporte total promedio de 1.07 hh/m² (mediana 1.05 hh/m²) y una variabilidad moderada (DE = 0.24), con valores entre 0.82 y 1.47 hh/m². El aporte medio del operario (0.60 hh/m²) fue mayor que el del peón (0.46 hh/m²), evidenciando su mayor participación en la actividad. Al ajustar a la cuadrilla CAPECO, el aporte total promedio se mantiene en 1.07 hh/m², lo que se traduce en rendimiento promedio de 16.48 m²/día para comparación normativa, mientras que el rendimiento observado alcanzó 26.20 m²/día (máximo 49.04 m²/día).

Tabla 31

Estadísticas descriptivas del aporte unitario de la mano de obra en encofrado de cisternas

Estadísticas	N	Media	Error	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
OP	12	1.75	0.25	0.87	1.00	1.00	1.50	2.75	3.00
PE	10	1.80	0.25	0.79	1.00	1.00	2.00	2.25	3.00
Cuadrilla	12	3.25	0.31	1.06	2.00	2.25	3.00	4.00	5.00
Metrado (m ²)	12	13.55	2.13	7.39	4.59	9.65	12.31	15.28	33.11
Horas de trabajo	12	4.47	0.58	2.01	1.27	3.34	4.05	5.30	8.20
Aporte OP	12	0.60	0.10	0.35	0.28	0.34	0.49	0.72	1.28
Aporte PE	12	0.46	0.08	0.26	0.00	0.26	0.55	0.66	0.79
Aporte total (hh)	12	1.07	0.07	0.24	0.82	0.83	1.05	1.28	1.47
Aporte CAP_CAPECO	12	0.05	0.00	0.01	0.04	0.04	0.05	0.06	0.07
Aporte OP_CAPECO	12	0.51	0.03	0.11	0.39	0.40	0.50	0.61	0.70
Aporte OF_CAPECO	12	0.51	0.03	0.11	0.39	0.40	0.50	0.61	0.70
Aporte total_CAPECO	12	1.07	0.07	0.24	0.82	0.83	1.05	1.28	1.47
Rendimiento (m ² /día)	12	26.20	3.42	11.85	10.88	18.80	24.48	36.05	49.04
Rendimiento para comparar con CAPECO (m ² /día)	12	16.48	1.04	3.61	11.42	13.16	16.10	20.22	20.60

Los resultados muestran que el aporte unitario total en encofrado varía entre 0.82 y 1.47 hh/m², evidenciando una marcada variabilidad asociada al tamaño de la cuadrilla, el metrado ejecutado y el tiempo efectivo de trabajo; los valores más altos se registran en viviendas con menor metrado y mayor tiempo empleado, como la vivienda 8, mientras que los menores aportes se observan en viviendas con mayor superficie encofrada y cuadrillas más equilibradas. Asimismo, se identifica que el aporte del operario predomina cuando no se emplean peones, mientras que en cuadrillas mixtas el aporte se distribuye, reflejando diferencias en la organización del trabajo y en la eficiencia del proceso de encofrado.

Tabla 32

Aporte unitario de la mano de obra en encofrado de cisternas

Vivienda	Cuadrilla		Número de trabajadores	Metrado (m ²)	Horas de trabajo	Aporte unitario de mano de obra		Aporte total (hh)
	OP	PE				OP	PE	
1	3		3	19.27	8.20	1.28	0.00	1.28
1	3		3	9.40	4.00	1.28	0.00	1.28
2	1	2	3	10.40	4.10	0.39	0.79	1.18
3	2	3	5	33.11	5.40	0.33	0.49	0.82
4	1	2	3	4.59	1.27	0.28	0.55	0.83
4	1	2	3	13.60	3.75	0.28	0.55	0.83
5	1	1	2	11.88	5.00	0.42	0.42	0.84
6	2	2	4	15.05	4.20	0.56	0.56	1.12
7	3	1	4	15.36	3.20	0.63	0.21	0.83
8	1	1	2	11.80	8.00	0.68	0.68	1.36
8	1	1	2	5.44	4.00	0.74	0.74	1.47
9	2	3	5	12.75	2.50	0.39	0.59	0.98

La comparación entre el aporte unitario ajustado a CAPECO y el aporte normativo de CAPECO (2006) para la partida de encofrado evidencia que, en la mayoría de las viviendas evaluadas, el aporte total real ajustado es menor al valor referencial de 1.400 hh (CAP = 0.067; OP = 0.667; OF = 0.667), lo que indica mayores

rendimientos de la mano de obra respecto al estándar normativo. Los aportes totales ajustados varían entre 0.816 y 1.471 hh, destacando las viviendas 3, 4, 5 y 7 con valores cercanos a 0.83 hh, que representan los mejores desempeños productivos, mientras que las viviendas 8 y 1 presentan aportes totales de 1.356 a 1.471 hh, iguales o superiores al valor CAPECO, reflejando menor eficiencia en el encofrado, asociada a condiciones particulares de obra y organización de la cuadrilla. En términos generales, los resultados confirman que a menor aporte unitario total corresponde un mayor rendimiento, y que la mayoría de las cisternas construidas en Chota alcanzaron niveles de productividad iguales o superiores a los establecidos por CAPECO, validando la eficiencia observada en campo para esta partida.

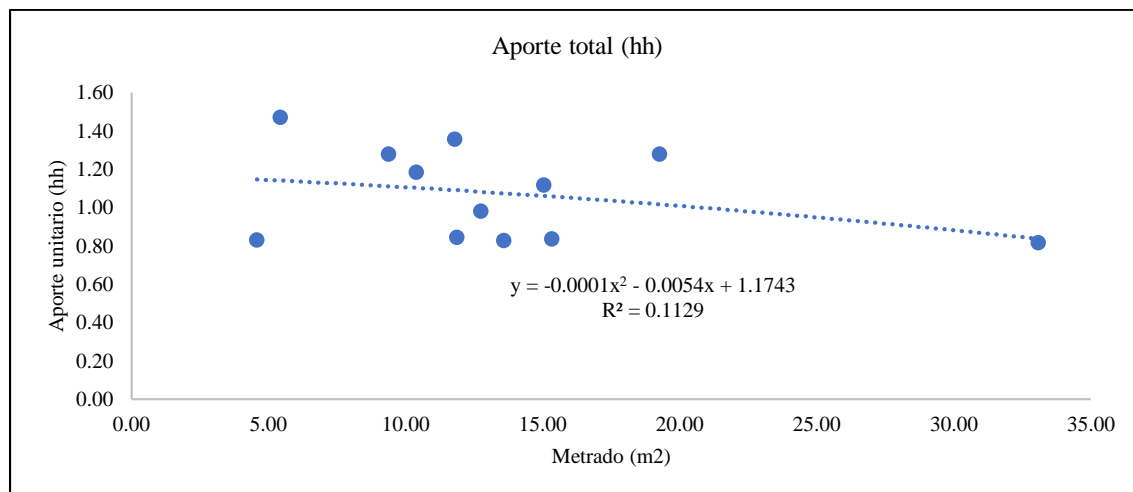
Tabla 33

Aporte unitario de la mano de obra en encofrado de cisternas ajustado a la cuadrilla de CAPECO para la jornada laboral de 8 horas

Vivienda	Cuadrilla CAPECO			Aporte unitario ajustado a CAPECO			Aporte total (hh)
	CAP	OP	OF	CAP	OP	OF	
1	0.1	1	1	0.061	0.608	0.608	1.277
1	0.1	1	1	0.061	0.608	0.608	1.277
2	0.1	1	1	0.056	0.563	0.563	1.183
3	0.1	1	1	0.039	0.388	0.388	0.816
4	0.1	1	1	0.040	0.395	0.395	0.830
4	0.1	1	1	0.039	0.394	0.394	0.827
5	0.1	1	1	0.040	0.401	0.401	0.842
6	0.1	1	1	0.053	0.531	0.531	1.116
7	0.1	1	1	0.040	0.397	0.397	0.834
8	0.1	1	1	0.065	0.646	0.646	1.356
8	0.1	1	1	0.070	0.700	0.700	1.471
9	0.1	1	1	0.047	0.467	0.467	0.980

Figura 28

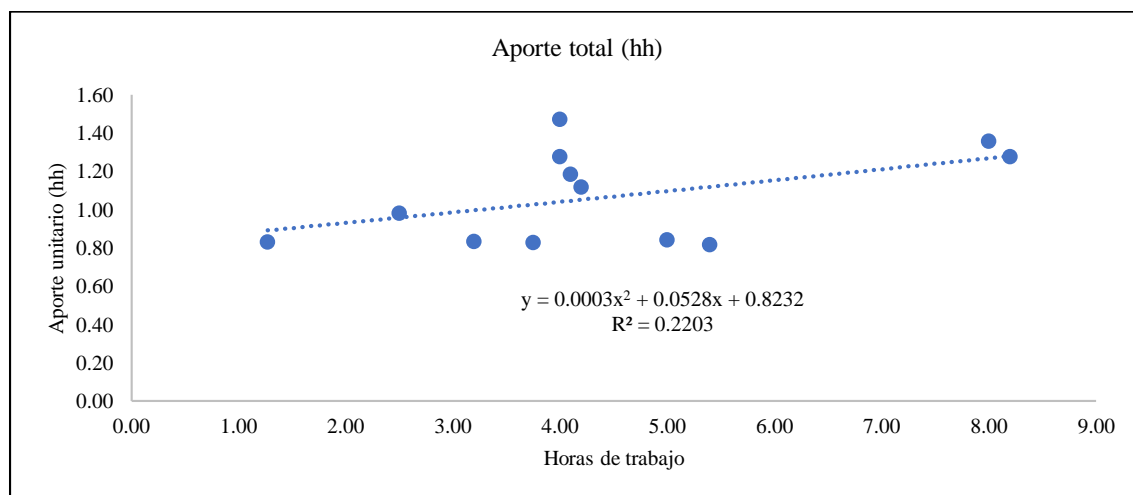
Relación entre el metrado y el aporte unitario total de la mano de obra en el encofrado de cisternas



Nota. Relación inversa débil entre el metrado ejecutado y el aporte unitario total de la mano de obra, coeficiente de determinación bajo ($R^2 = 0.1129$), a medida que aumenta el área encofrada, el aporte unitario tiende a disminuir ligeramente, sugiriendo economías de escala; sin embargo, la dispersión de los datos refleja que el metrado por sí solo no explica de manera significativa el aporte unitario.

Figura 29

Relación entre las horas de trabajo y el aporte unitario total de la mano de obra en el encofrado de cisternas

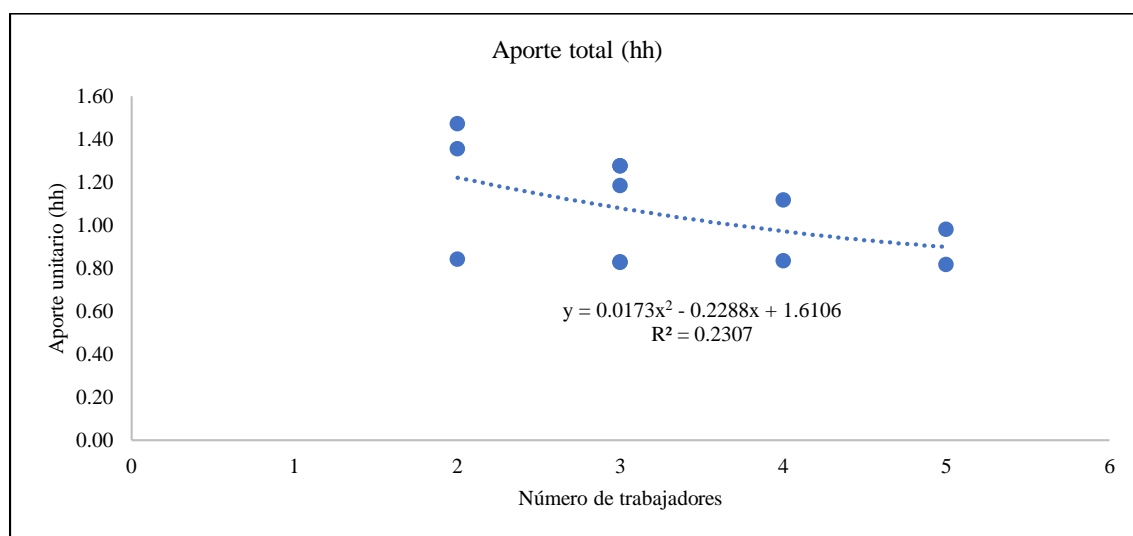


Nota. Tendencia directa débil entre las horas de trabajo y el aporte unitario total, con coeficiente de determinación $R^2 = 0.2203$. Esto indica que jornadas más prolongadas tienden a incrementar el aporte

unitario, reflejando una reducción del rendimiento asociada a mayores tiempos de ejecución; no obstante, la baja correlación evidencia que otros factores influyen en la productividad del encofrado.

Figura 30

Relación entre el número de trabajadores y el aporte unitario total de la mano de obra en el encofrado de cisternas



Nota. La figura evidencia una relación inversa moderada entre el número de trabajadores y el aporte unitario total, con un $R^2 = 0.2307$. Esto sugiere que el incremento del tamaño de la cuadrilla tiende a reducir el aporte unitario, mejorando el rendimiento del encofrado; sin embargo, la dispersión observada indica que un mayor número de trabajadores no garantiza necesariamente una mayor eficiencia si no existe una adecuada organización del trabajo.

b) Desencofrado de cisternas

Las estadísticas descriptivas del aporte unitario en el desencofrado de cisternas indican que la cuadrilla promedio estuvo conformada por 3.00 trabajadores, ejecutando un metrado medio de 18.07 m² en 5.04 horas, lo que generó un aporte total promedio de 0.82 hh/m² (mediana 0.82 hh/m²) con baja variabilidad (DE = 0.08), y un rango acotado entre 0.73 y 0.96 hh/m². El aporte del peón (0.46 hh/m²) fue ligeramente mayor que el del operario (0.36 hh/m²), confirmando el carácter predominantemente manual de esta partida. Al ajustar a la cuadrilla CAPECO, el aporte total promedio se mantiene en 0.82 hh/m², lo que se traduce en un rendimiento promedio de 29.34 m²/día, muy

cercano al rendimiento observado de 29.63 m²/día, evidenciando consistencia operativa.

Tabla 34

Estadísticas descriptivas del aporte unitario de la mano de obra en desencofrado de cisternas

Estadísticas	N	Media	Error	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
OP	9	1.33	0.29	0.87	0.00	1.00	1.00	2.00	3.00
PE	8	1.88	0.35	0.99	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00
Cuadrilla	9	3.00	0.29	0.87	2.00	2.50	3.00	3.00	5.00
Metrado (m2)	9	18.07	2.58	7.75	10.39	12.31	15.36	23.43	33.11
Horas de trabajo	9	5.04	0.62	1.86	2.70	3.70	4.70	6.75	8.00
Aporte OP	9	0.36	0.08	0.24	0.00	0.21	0.32	0.50	0.84
Aporte PE	9	0.46	0.09	0.27	0.00	0.25	0.55	0.62	0.90
Aporte total (hh)	9	0.82	0.03	0.08	0.73	0.75	0.82	0.89	0.96
Aporte OP_CAPECO	9	0.27	0.01	0.03	0.24	0.25	0.27	0.30	0.32
Aporte OF_CAPECO	9	0.55	0.02	0.05	0.48	0.50	0.55	0.59	0.64
Aporte total_CAPECO	9	0.82	0.03	0.08	0.73	0.75	0.82	0.89	0.96
Rendimiento (m2/día)	9	29.63	3.46	10.38	17.69	22.65	28.67	32.30	53.90
Rendimiento ajustado (m2/día)	9	29.34	0.91	2.72	25.08	26.96	29.14	31.92	33.11

En el desencofrado, el aporte unitario total oscila entre 0.72 y 0.96 hh/m², valores generalmente menores que los del encofrado, lo que confirma que se trata de una actividad de menor complejidad y menor demanda de tiempo. Se observa que el trabajo es realizado principalmente por peones, con aportes reducidos del operario, especialmente en viviendas con cuadrillas pequeñas, mientras que los mayores aportes se presentan cuando el metrado es reducido o el tiempo de trabajo se incrementa, evidenciando una relación directa entre superficie desencofrada y eficiencia de la mano de obra.

Tabla 35*Aporte unitario de la mano de obra en desencofrado de cisternas*

Vivienda	Cuadrilla		Número de trabajadores	Metrado (m ²)	Horas de trabajo	Aporte unitario de mano de obra		Aporte total (hh)
	OP	PE				OP	PE	
1	3		3	28.67	8.00	0.84	0.00	0.84
2	0	2	2	10.40	4.70	0.00	0.90	0.90
3	2	1	3	33.11	8.00	0.48	0.24	0.72
4	1	4	5	18.19	2.70	0.15	0.59	0.74
5	1	1	2	11.88	4.70	0.40	0.40	0.79
6	1	2	3	15.05	4.40	0.29	0.58	0.88
7	2	1	3	15.36	3.90	0.51	0.25	0.76
8	1	2	3	17.24	5.50	0.32	0.64	0.96
9	1	2	3	12.75	3.50	0.27	0.55	0.82

La comparación entre el aporte unitario ajustado a CAPECO y el aporte normativo de CAPECO (2006) para la partida de desencofrado muestra que, en todas las viviendas evaluadas, el aporte total real es menor al valor referencial de 1.00 hh (OP = 0.333; PE = 0.667), lo que evidencia rendimientos superiores al estándar normativo. Los aportes totales ajustados oscilan entre 0.725 y 0.957 hh, destacando las viviendas 3 y 4 con los menores valores (≈ 0.73 – 0.74 hh), que representan los mejores niveles de productividad, mientras que la vivienda 8 presenta el mayor aporte (0.957 hh), cercano al valor CAPECO, reflejando un menor rendimiento relativo. En conjunto, los resultados confirman que el desencofrado de cisternas en Chota se ejecutó con mayor eficiencia que la prevista por CAPECO, validando que a menor aporte unitario total corresponde un mayor rendimiento de la mano de obra en esta partida.

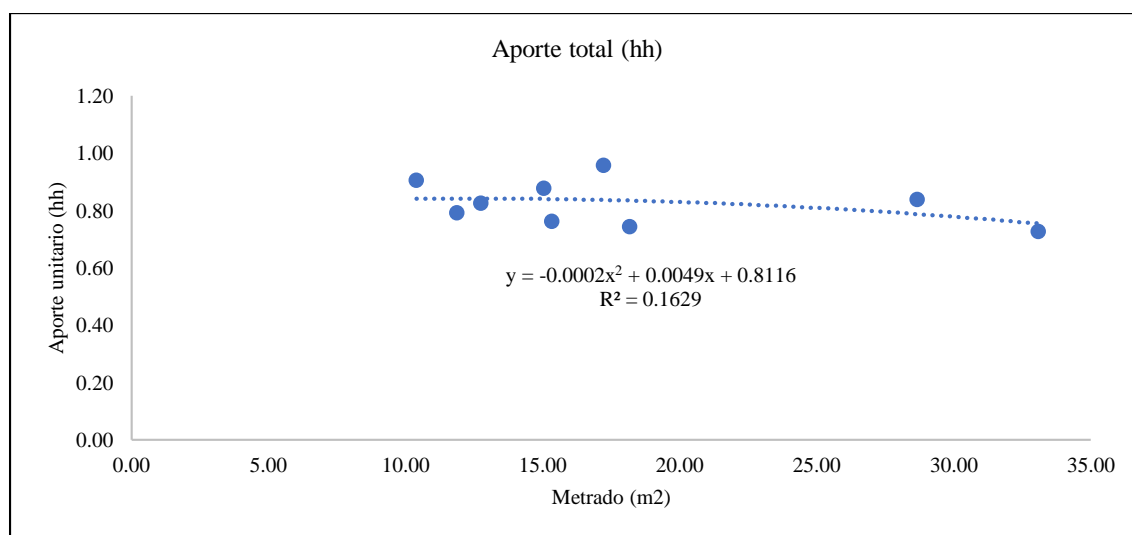
Tabla 36

Aporte unitario de la mano de obra en desencofrado de cisternas ajustado a la cuadrilla de CAPECO para la jornada laboral de 8 horas

Vivienda	Cuadrilla CAPECO		Aporte unitario ajustado a CAPECO			Aporte total (hh)
	OP	PE	CAP	OP	OF	
1	1	2	0.000	0.279	0.558	0.837
2	1	2	0.000	0.301	0.603	0.904
3	1	2	0.000	0.242	0.483	0.725
4	1	2	0.000	0.247	0.495	0.742
5	1	2	0.000	0.264	0.527	0.791
6	1	2	0.000	0.292	0.585	0.877
7	1	2	0.000	0.254	0.508	0.762
8	1	2	0.000	0.319	0.638	0.957
9	1	2	0.000	0.275	0.549	0.824

Figura 31

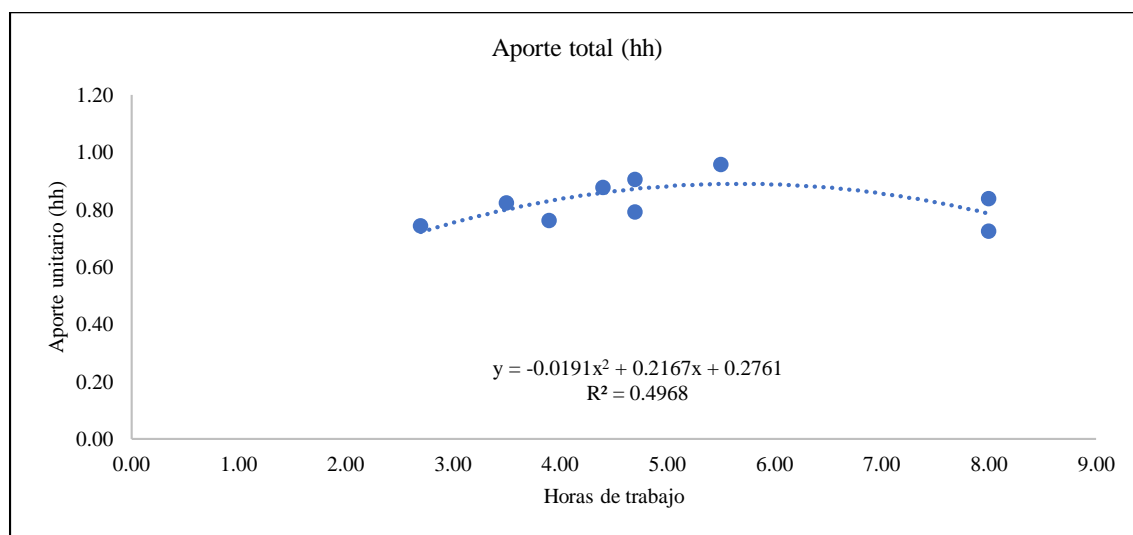
Relación entre el metrado y el aporte unitario total en el desencofrado de cisternas



Nota. La figura muestra una relación débil e inversa entre el metrado desencofrado y el aporte unitario total ($R^2 = 0.1629$), indicando que, a medida que aumenta el área de desencofrado, el aporte unitario tiende a disminuir ligeramente. Este comportamiento sugiere una mejor eficiencia de la mano de obra en mayores metrados, aunque la dispersión de los datos evidencia que el metrado no es el único factor que explica el rendimiento en esta partida.

Figura 32

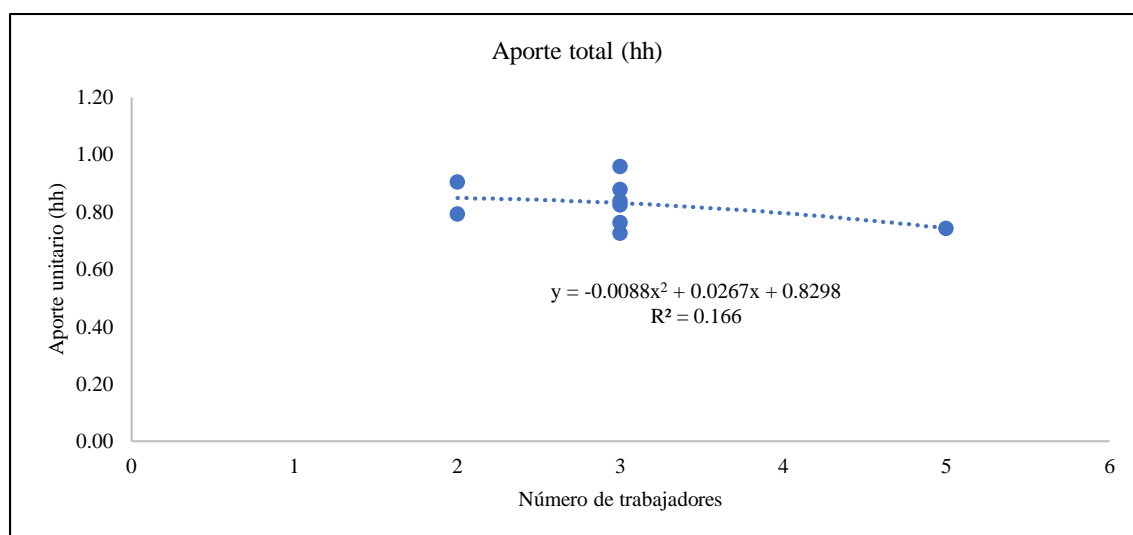
Relación entre horas de trabajo y aporte unitario en el desencofrado de cisternas



Nota. Relación moderada entre las horas de trabajo y el aporte unitario total, con coeficiente de determinación $R^2 = 0.4968$. Inicialmente, el incremento de las horas de trabajo se asocia a un aumento del aporte unitario; sin embargo, a partir de cierto umbral, el aporte tiende a estabilizarse o disminuir, lo que evidencia variaciones en la eficiencia asociadas a la organización del trabajo y la fatiga laboral.

Figura 33

Relación entre número de trabajadores y aporte unitario en desencofrado de cisternas



Nota. Relación inversa débil entre el número de trabajadores y el aporte unitario total ($R^2 = 0.166$), indicando que el incremento del tamaño de la cuadrilla no garantiza una mejora significativa en el aporte.

c) **Habilitación y colocación de acero en cisternas**

Las estadísticas descriptivas del aporte unitario en la habilitación y colocación de acero de cisternas muestran que la cuadrilla promedio estuvo conformada por 3.19 trabajadores, con predominio de operarios (1.63) y peones (1.56), trabajando principalmente con diámetros de acero cercanos a ½” (media 0.48 pulg) y un metrado promedio de 144.60 kg ejecutado en 4.69 horas. El aporte total promedio fue de 0.10 hh/kg (mediana 0.09 hh/kg), con una variabilidad moderada (DE = 0.03) y valores entre 0.07 y 0.15 hh/kg, confirmando que se trata de una partida con bajo consumo de horas-hombre. El aporte del operario y del peón es prácticamente equivalente (≈ 0.05 hh/kg cada uno), lo que refleja una distribución equilibrada del trabajo. Al ajustar a la cuadrilla CAPECO, el aporte total promedio se mantiene en 0.10 hh/kg, lo que se traduce en un rendimiento promedio observado de 274.80 kg/día, superior al rendimiento ajustado para comparación con CAPECO de 181.70 kg/día.

Tabla 37

Estadísticas descriptivas de aporte unitario de la mano de obra en habilitación y colocación de acero en cisternas

Estadísticas	N	Media	Error	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
OP	16	1.63	0.13	0.50	1.00	1.00	2.00	2.00	2.00
PE	16	1.56	0.22	0.89	0.00	1.00	2.00	2.00	3.00
Cuadrilla	16	3.19	0.26	1.05	2.00	2.00	3.00	4.00	5.00
Diámetro del acero (pulg)	16	0.48	0.02	0.06	0.38	0.50	0.50	0.50	0.63
Metrado (kg)	16	144.60	23.70	94.80	29.80	89.60	100.80	207.10	341.30
Horas de trabajo	16	4.69	0.72	2.86	0.60	2.36	3.43	7.75	9.00
Aporte OP	16	0.05	0.00	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.07
Aporte PE	16	0.05	0.01	0.02	0.00	0.03	0.06	0.07	0.07
Aporte total (hh)	16	0.10	0.01	0.03	0.07	0.08	0.09	0.12	0.15
Aporte CAP_ajustado	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Aporte OP_ajustado	16	0.05	0.00	0.01	0.03	0.04	0.04	0.06	0.07
Aporte OF_ajustado	16	0.05	0.00	0.01	0.03	0.04	0.04	0.06	0.07
Aporte total_CAPECO	16	0.10	0.01	0.03	0.07	0.08	0.09	0.12	0.15
Rendimiento (Kg/día)	16	274.80	24.20	96.90	107.70	241.40	286.80	333.00	416.00
Rendimiento ajustado CAPECO (m2)	16	181.70	11.30	45.20	113.10	145.70	189.00	211.40	253.50

Los aportes unitarios totales en la habilitación y colocación de acero se sitúan entre 0.07 y 0.15 hh/kg, siendo la partida con menor aporte unitario entre las analizadas, lo que indica una mayor eficiencia relativa de la mano de obra. Los valores se mantienen relativamente constantes independientemente del diámetro del acero (3/8”, 1/2” y 5/8”), aunque se observa un ligero incremento del aporte total cuando el metrado es bajo o el tiempo de trabajo se prolonga, confirmando que la productividad en esta partida depende más de la continuidad del trabajo y la experiencia operativa que del diámetro del refuerzo.

Tabla 38

Aporte unitario de la mano de obra en habilitación y colocación de acero en cisternas

Vivienda	Cuadrilla		Número de trabajadores	Diámetro del acero (pulg)	Metrado (kg)	Horas de trabajo	Aporte unitario de mano de obra		Aporte total (hh)
	OP	PE					OP	PE	
1	2	1	3	3/8	89.10	2.35	0.05	0.03	0.08
2	2	1	3	3/8	89.10	2.20	0.05	0.02	0.07
3	2	2	4	5/8	341.33	9.00	0.05	0.05	0.11
3	2	2	4	1/2	91.19	2.40	0.05	0.05	0.11
4	1	2	3	1/2	304.16	9.00	0.03	0.06	0.09
4	1	2	3	1/2	304.16	9.00	0.03	0.06	0.09
4	1	2	3	1/2	126.44	3.75	0.03	0.06	0.09
5	2	2	4	3/8	29.79	0.60	0.04	0.04	0.08
5	2	2	4	1/2	107.35	2.20	0.04	0.04	0.08
6	2	3	5	1/2	234.03	4.50	0.04	0.06	0.10
7	2	0	2	1/2	93.56	3.10	0.07	0.00	0.07
7	2	0	2	1/2	93.56	3.10	0.07	0.00	0.07
8	1	1	2	1/2	94.23	7.00	0.07	0.07	0.15
8	1	1	2	1/2	82.80	6.00	0.07	0.07	0.14
8	1	1	2	1/2	111.39	8.00	0.07	0.07	0.14
9	2	3	5	1/2	121.80	2.90	0.05	0.07	0.12

La comparación entre el aporte unitario ajustado a CAPECO y el aporte normativo de CAPECO (2006) para la partida de habilitación y colocación de acero evidencia que solo en la vivienda 7 el aporte total ajustado (0.066 hh) es prácticamente

igual al valor referencial de 0.067 hh (CAP = 0.003; OP = 0.032; OF = 0.032), indicando un rendimiento equivalente al estándar normativo. En la mayoría de las viviendas, los aportes totales ajustados son mayores, variando entre 0.074 y 0.105 hh, lo que refleja rendimientos inferiores a CAPECO, asociados principalmente a mayores tiempos de trabajo y a la variabilidad del metrado ejecutado. Los valores más altos se registran en la vivienda 8 (0.144–0.149 hh), evidenciando el menor rendimiento relativo en esta partida, mientras que las viviendas 1, 2 y 5 presentan aportes cercanos a 0.08 hh, mostrando un desempeño más eficiente, aunque aún por debajo del estándar. En conjunto, los resultados confirman que, dado que a menor aporte unitario total corresponde un mayor rendimiento, la habilitación y colocación de acero en cisternas en Chota presenta, en general, rendimientos menores a los establecidos por CAPECO, con excepciones puntuales donde se alcanza el valor normativo.

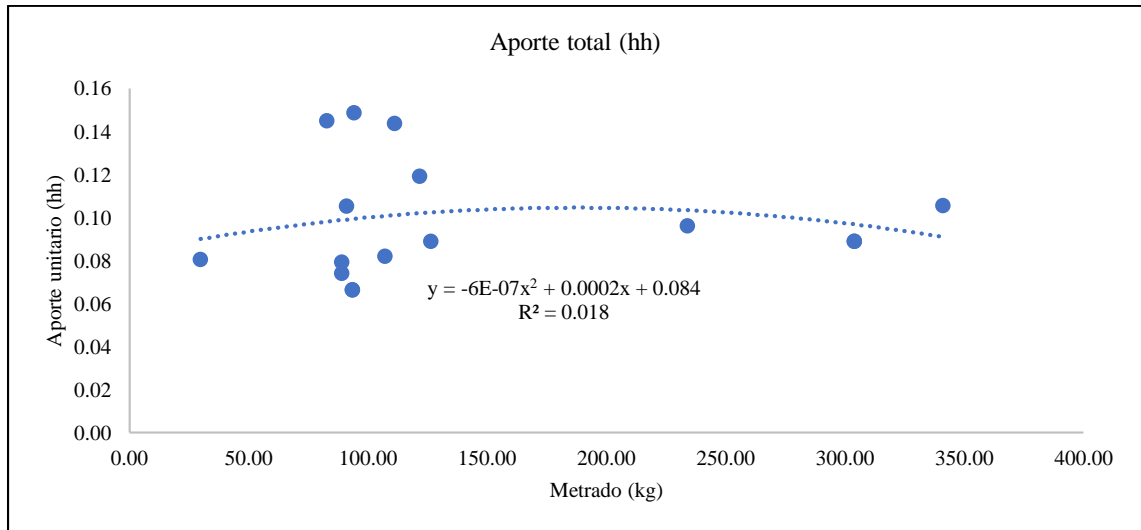
Tabla 39

Aporte unitario de la mano de obra en habilitación y colocación de acero en cisternas ajustado a la cuadrilla de CAPECO para la jornada laboral de 8 horas

Vivienda	Cuadrilla CAPECO			Aporte unitario ajustado a CAPECO			Aporte total (hh)
	CAP	OP	OF	CAP	OP	OF	
1	0.1	1	1	0.004	0.038	0.038	0.079
2	0.1	1	1	0.004	0.035	0.035	0.074
3	0.1	1	1	0.005	0.050	0.050	0.105
3	0.1	1	1	0.005	0.050	0.050	0.105
4	0.1	1	1	0.004	0.042	0.042	0.089
4	0.1	1	1	0.004	0.042	0.042	0.089
4	0.1	1	1	0.004	0.042	0.042	0.089
5	0.1	1	1	0.004	0.038	0.038	0.081
5	0.1	1	1	0.004	0.039	0.039	0.082
6	0.1	1	1	0.005	0.046	0.046	0.096
7	0.1	1	1	0.003	0.032	0.032	0.066
7	0.1	1	1	0.003	0.032	0.032	0.066
8	0.1	1	1	0.007	0.071	0.071	0.149
8	0.1	1	1	0.007	0.069	0.069	0.145
8	0.1	1	1	0.007	0.068	0.068	0.144
9	0.1	1	1	0.006	0.057	0.057	0.119

Figura 34

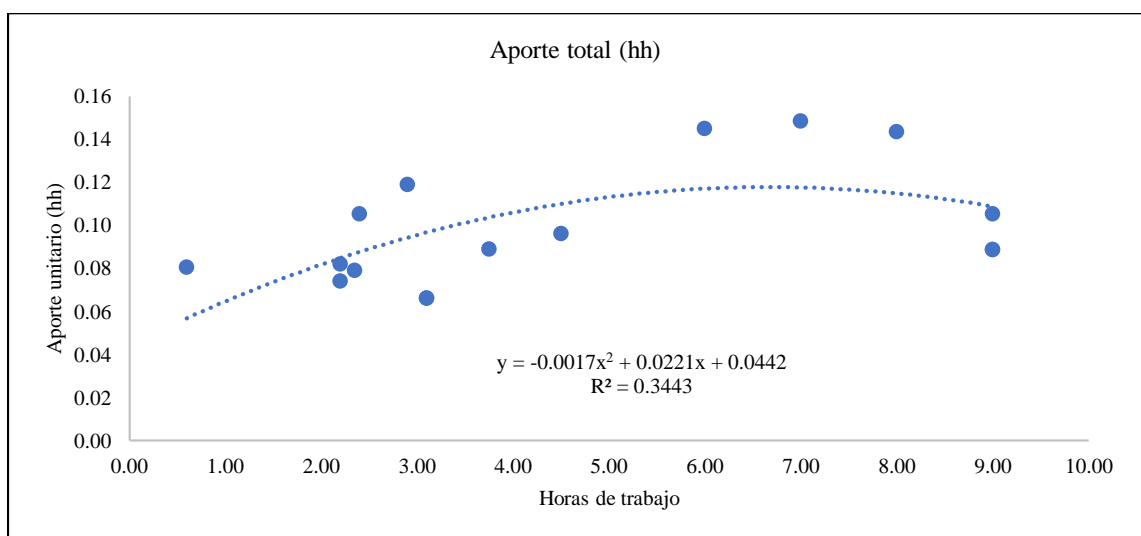
Relación entre el metrado de acero y el aporte unitario total en la habilitación y colocación de acero de cisternas



Nota. Relación débil entre el metrado de acero (kg) y el aporte unitario total (hh), con coeficiente de determinación bajo ($R^2 = 0.018$), lo que indica que el incremento del volumen de acero habilitado no reduce de manera significativa el aporte unitario.

Figura 35

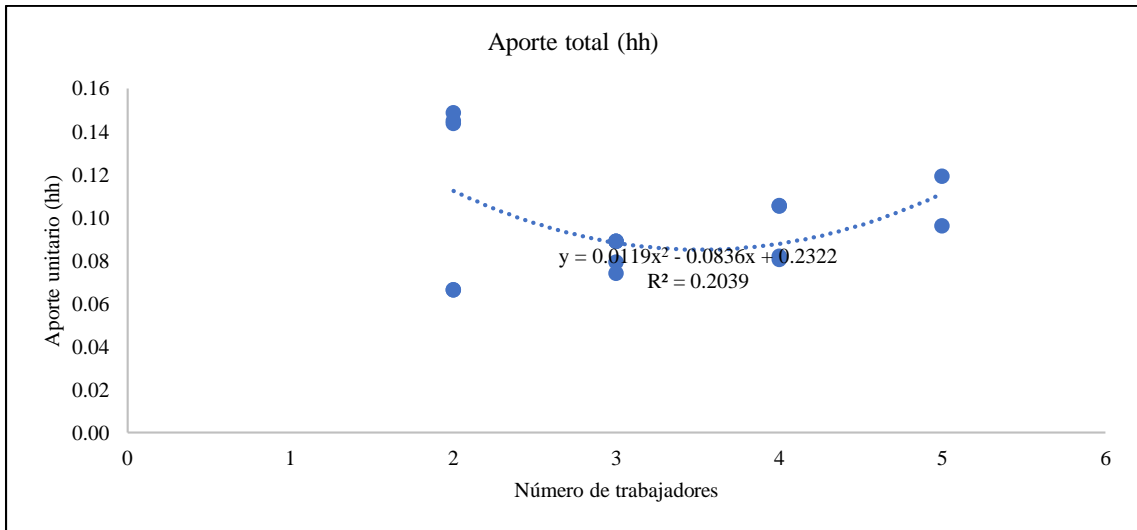
Relación entre las horas de trabajo y el aporte unitario total en la habilitación y colocación de acero de cisternas



Nota. Relación moderada entre las horas de trabajo y el aporte unitario total ($R^2 = 0.3443$), evidenciando que jornadas más prolongadas tienden a incrementar el aporte unitario.

Figura 36

Relación entre el número de trabajadores y el aporte unitario total en la habilitación y colocación de acero de cisternas



Nota. La figura evidencia una relación débil entre el número de trabajadores y el aporte unitario total ($R^2 = 0.2039$), mostrando que el aumento de la cuadrilla no garantiza una mejora en el rendimiento. En algunos casos, la incorporación de más trabajadores incrementa el aporte unitario debido a interferencias, descoordinación y limitaciones de espacio propias de la construcción de cisternas.

d) Preparación y vaciado de concreto en cisternas

Las estadísticas descriptivas del aporte unitario en la preparación y vaciado de concreto de cisternas muestran que la cuadrilla promedio estuvo conformada por 3.82 trabajadores, con mayor participación de peones (2.36) que de operarios (1.88), ejecutando un metrado medio de 1.95 m^3 en 3.84 horas, lo que generó un aporte total promedio de 8.06 hh/m^3 (mediana 7.88 hh/m^3) y una variabilidad moderada ($DE = 1.67$), con valores entre 6.03 y 12.53 hh/m^3 . El aporte del operario (4.30 hh/m^3) fue ligeramente mayor que el del peón (3.77 hh/m^3), reflejando la necesidad de coordinación y control en esta partida; al ajustar a la cuadrilla CAPECO, el aporte total promedio se mantiene en 8.06 hh/m^3 , evidenciando consistencia metodológica.

Tabla 40

Estadísticas descriptivas de aporte unitario de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto en cisternas

Estadísticas	N	Media	Error	Desv.Est.	Mínimo	Q1	Mediana	Q3	Máximo
OP	17	1.88	0.19	0.78	1.00	1.00	2.00	2.50	3.00
PE	14	2.36	0.31	1.15	1.00	1.75	2.00	3.00	5.00
Cuadrilla	17	3.82	0.32	1.33	2.00	3.00	4.00	4.50	6.00
Metrado (m3)	17	1.95	0.34	1.41	0.27	0.64	1.84	2.97	5.19
Horas de trabajo	17	3.84	0.62	2.54	1.20	1.73	3.00	5.85	8.50
Aporte OP	17	4.30	0.51	2.09	1.15	3.09	3.79	6.41	7.91
Aporte PE	17	3.77	0.58	2.41	0.00	2.14	3.94	5.71	8.35
Aporte total (hh)	17	8.06	0.40	1.67	6.03	6.84	7.88	9.22	12.53
Aporte CAP_ajustado	17	0.11	0.01	0.02	0.08	0.09	0.10	0.12	0.16
Aporte OP_ajustado	17	1.06	0.05	0.22	0.79	0.90	1.04	1.21	1.65
Aporte OF_ajustado	17	1.06	0.05	0.22	0.79	0.90	1.04	1.21	1.65
Aporte PE_ajustado	17	5.31	0.27	1.10	3.97	4.50	5.18	6.07	8.24
Aporte OP-Liv_ajustado	17	0.53	0.03	0.11	0.40	0.45	0.52	0.61	0.82
Aporte total (hh)_ajustado	17	8.06	0.40	1.67	6.03	6.84	7.88	9.22	12.53
Rendimiento (m3/día)	17	3.97	0.40	1.65	1.74	2.30	3.76	5.19	6.99
Rendimiento ajustado (m3/día)	17	15.63	0.71	2.91	9.71	13.19	15.43	17.78	20.18

En la preparación y vaciado de concreto, el aporte unitario total presenta los valores más altos, con rangos entre 6.03 y 12.53 hh/m³, reflejando que esta es la partida más intensiva en mano de obra. Los mayores aportes se registran en viviendas con bajo volumen vaciado y cuadrillas numerosas, como la vivienda 8, mientras que los menores aportes corresponden a vaciados más continuos y con mejor distribución del trabajo. Asimismo, se evidencia que el aporte del peón es predominante, lo que responde a la alta demanda de actividades auxiliares como transporte, mezclado y colocación del concreto, condicionando directamente la productividad global de la partida.

Tabla 41

Aporte unitario de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto en cisternas

Vivienda	Cuadrilla		Número de trabajadores	Metrado (m ³)	Horas de trabajo	Aporte unitario de mano de obra		Aporte total (hh)
	OP	PE				OP	PE	
1	2		2	0.81	3.00	7.36	0.00	7.36
1	3		3	3.10	7.75	7.50	0.00	7.50
2	2		2	0.37	1.45	7.91	0.00	7.91
2	2	2	4	1.32	2.60	3.94	3.94	7.88
3	2	2	4	2.54	4.00	3.15	3.15	6.30
3	2	2	4	5.19	8.00	3.09	3.09	6.17
4	1	3	4	1.33	2.00	1.51	4.52	6.03
4	1	5	6	2.88	3.30	1.15	5.73	6.87
5	2	4	6	1.94	3.00	3.09	6.17	9.26
5	1	1	2	0.27	1.25	4.59	4.59	9.18
6	1	2	3	0.53	1.20	2.27	4.54	6.81
6	3	3	6	3.05	3.50	3.44	3.44	6.88
7	3	1	4	1.84	3.90	6.38	2.13	8.50
7	3	1	4	0.56	1.20	6.44	2.15	8.59
8	1	2	3	0.72	3.00	4.18	8.35	12.53
8	1	2	3	2.59	8.5	3.29	6.57	9.86
9	2	3	5	4.06	7.7	3.79	5.69	9.48

La comparación entre el aporte unitario ajustado a CAPECO y el aporte normativo de CAPECO (2006) para la partida de preparación y vaciado de concreto evidencia que, en la mayoría de las viviendas evaluadas, el aporte total ajustado es menor al valor referencial de 12.16 hh (CAP = 0.160; OP = 1.60; OF = 1.60; PE = 8.267; OP Liv. = 0.80), lo que indica rendimientos superiores al estándar normativo. Los aportes totales ajustados oscilan entre 6.026 y 9.861 hh en la mayoría de los casos, destacando las viviendas 3, 4 y 6 con los menores aportes (\approx 6.03–6.88 hh), que representan los mejores niveles de productividad en esta partida. En contraste, la vivienda 8 registra un aporte total de 12.526 hh, valor ligeramente superior al de CAPECO, reflejando el menor rendimiento relativo, asociado a menor eficiencia operativa.

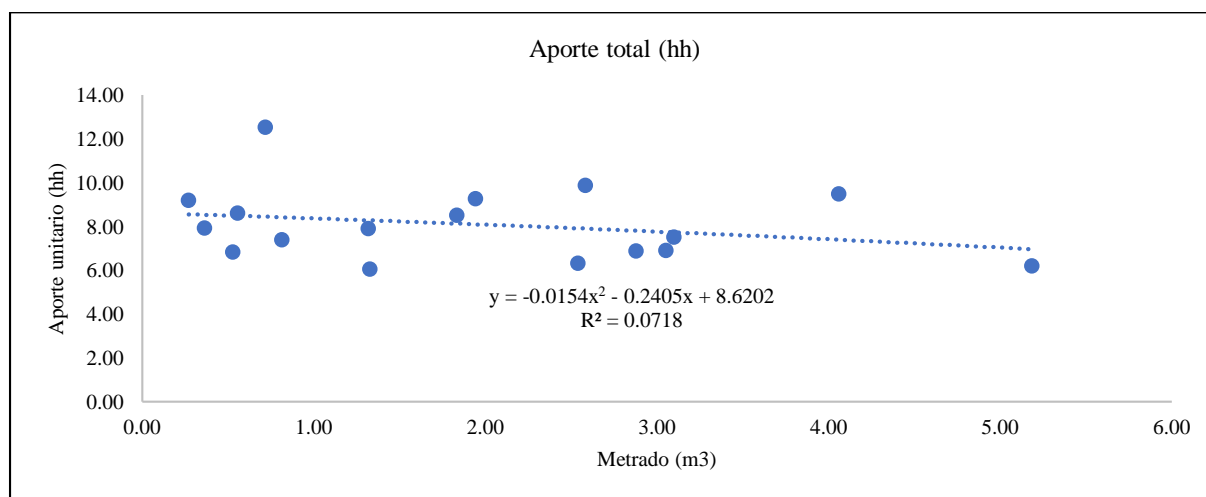
Tabla 42

Aporte unitario de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto en cisternas ajustado a la cuadrilla de CAPECO para la jornada laboral de 8 horas

Vivienda	Cuadrilla CAPECO					Aporte unitario ajustado a CAPECO					Aporte total (hh)
	CAP	OP	OF	PE	OP-Liv	CAP	OP	OF	PE	OP-Liv	
1	0.2	2	2	10	1	0.097	0.969	0.969	4.844	0.484	7.363
1	0.2	2	2	10	1	0.099	0.986	0.986	4.931	0.493	7.495
2	0.2	2	2	10	1	0.104	1.041	1.041	5.204	0.520	7.911
2	0.2	2	2	10	1	0.104	1.037	1.037	5.183	0.518	7.879
3	0.2	2	2	10	1	0.083	0.829	0.829	4.143	0.414	6.297
3	0.2	2	2	10	1	0.081	0.812	0.812	4.060	0.406	6.171
4	0.2	2	2	10	1	0.079	0.793	0.793	3.965	0.396	6.026
4	0.2	2	2	10	1	0.090	0.904	0.904	4.521	0.452	6.871
5	0.2	2	2	10	1	0.122	1.218	1.218	6.092	0.609	9.259
5	0.2	2	2	10	1	0.121	1.208	1.208	6.041	0.604	9.183
6	0.2	2	2	10	1	0.090	0.895	0.895	4.477	0.448	6.805
6	0.2	2	2	10	1	0.091	0.905	0.905	4.526	0.453	6.879
7	0.2	2	2	10	1	0.112	1.119	1.119	5.593	0.559	8.501
7	0.2	2	2	10	1	0.113	1.131	1.131	5.653	0.565	8.593
8	0.2	2	2	10	1	0.165	1.648	1.648	8.241	0.824	12.526
8	0.2	2	2	10	1	0.130	1.297	1.297	6.487	0.649	9.861
9	0.2	2	2	10	1	0.125	1.247	1.247	6.235	0.623	9.477

Figura 37

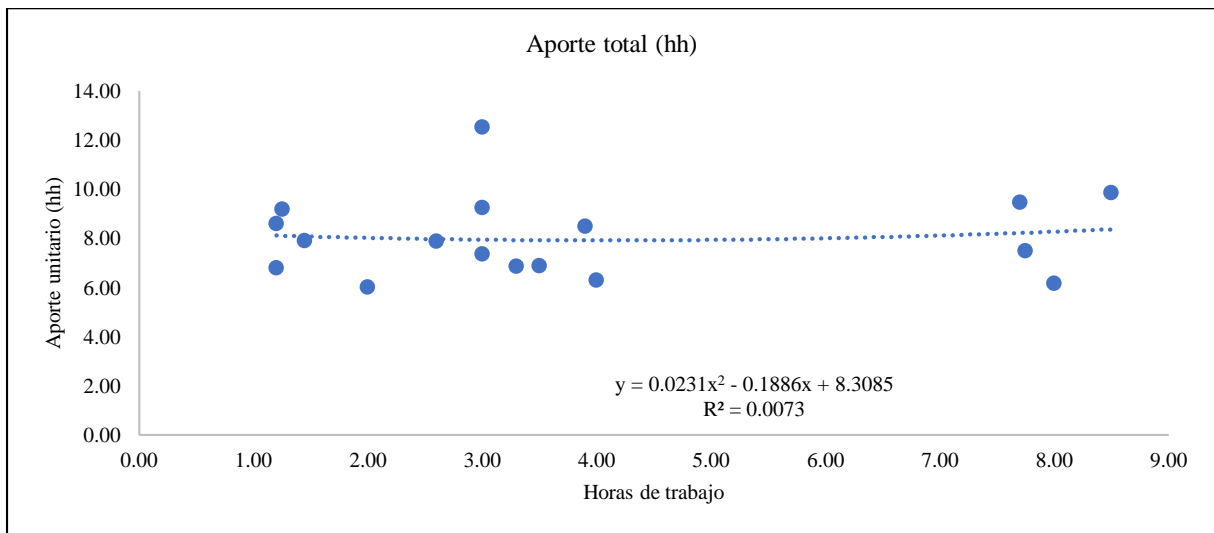
Relación entre el metrado ejecutado y el aporte unitario total en la preparación y vaciado de concreto de cisternas



Nota. Tendencia ligeramente decreciente entre metrado de concreto (m³) y aporte unitario total (hh), indicando que, a medida que aumenta el volumen de concreto vaciado, el aporte unitario tiende a disminuir; sin embargo, el coeficiente de determinación es bajo ($R^2 = 0.0718$), lo que evidencia relación débil y alta dispersión de los datos.

Figura 38

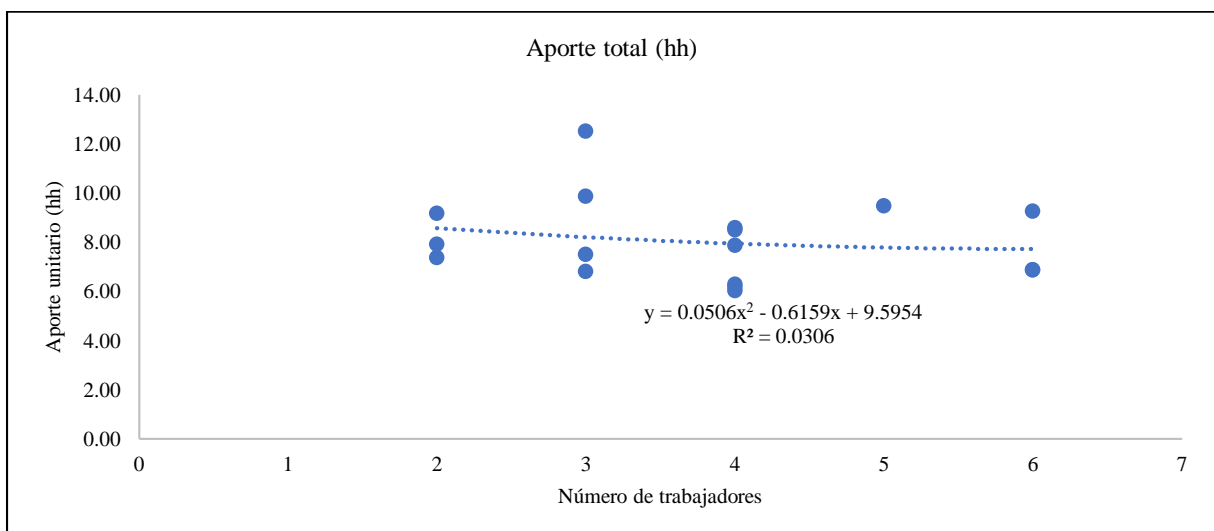
Relación entre horas de trabajo y aporte unitario en vaciado de concreto de cisternas



Nota. Relación prácticamente nula entre las horas de trabajo y el aporte unitario total, reflejada en coeficiente de determinación muy bajo ($R^2 = 0.0073$), lo que indica que el incremento del tiempo de trabajo no se traduce necesariamente en una mejora del rendimiento.

Figura 39

Relación entre el número de trabajadores y el aporte unitario total en la preparación y vaciado de concreto de cisternas



Nota. Tendencia levemente decreciente del aporte unitario total conforme aumenta el número de trabajadores; no obstante, el valor de $R^2 = 0.0306$ confirma que la relación es débil, lo que indica que el incremento de la cuadrilla no garantiza una mayor productividad.

4.1.3. Rendimientos de la mano de obra en la ejecución de cisternas

Los resultados muestran que los rendimientos promedio ajustados de la mano de obra en la ejecución de cisternas en Chota presentan comportamientos diferenciados según la partida constructiva. En encofrado, el rendimiento promedio fue de 16.48 m²/día, con valores que oscilaron entre 11.91 y 20.60 m²/día, evidenciando una adecuada capacidad productiva en la mayoría de viviendas. En desencofrado, el promedio alcanzó 29.34 m²/día, con una dispersión moderada, lo que indica una ejecución relativamente homogénea entre las viviendas evaluadas.

Para la habilitación y colocación de acero, el rendimiento promedio fue de 181.73 kg/día, registrándose una variabilidad significativa entre viviendas, asociada principalmente a diferencias en la cantidad de acero, diámetro de barras y condiciones de trabajo. Finalmente, en la preparación y vaciado de concreto, el rendimiento promedio fue de 15.63 m³/día, destacándose que esta partida presenta los valores más altos en términos relativos, lo cual sugiere una elevada eficiencia operativa en campo, pese a que las dosificaciones empleadas fueron empíricas.

Tabla 43

Rendimientos de la mano de obra en la ejecución de cisternas en Chota

Vivienda	Promedio de rendimiento ajustado			
	Encofrado (m ² /día)	Desencofrado (m ² /día)	Habilitación y colocación de acero (kg/día)	Preparación y vaciado de concreto (m ³ /día)
1	13.16	28.67	212.31	16.37
2	14.20	26.54	226.79	15.40
3	20.60	33.11	159.43	19.51
4	20.27	32.34	189.11	18.94
5	19.96	30.33	206.74	13.19
6	15.05	27.37	174.74	17.77
7	20.15	31.50	253.50	14.23
8	11.91	25.08	115.32	11.02
9	17.14	29.14	141.12	12.83
Total	16.48	29.34	181.73	15.63

La comparación con los estándares de CAPECO (2006) evidencia que los rendimientos de la mano de obra en Chota superan, los valores de referencia para varias partidas. En encofrado, el rendimiento promedio representa el 117.73% del estándar CAPECO (14 m²/día), lo que indica desempeño superior. En desencofrado, el rendimiento promedio alcanzó el 97.81% del estándar CAPECO (30 m²/día), mostrando un comportamiento cercano al valor de referencia. En contraste, la habilitación y colocación de acero presentó un rendimiento promedio equivalente al 72.69% del estándar CAPECO (250 kg/día), evidenciando menor productividad relativa en esta partida, esta reducción se asocia a la mayor complejidad operativa, al carácter artesanal del trabajo y a que CAPECO considera un rendimiento general para todas las actividades de habilitación de acero y no lo separa por tipo de elemento, como en este caso cisternas. Por otro lado, la preparación y vaciado de concreto mostró el mayor desempeño relativo, con promedio del 156.28% respecto al estándar CAPECO (10 m³/día), este resultado indica que la mano de obra local logra rendimientos significativamente superiores, atribuibles al uso de métodos empíricos, mayor flexibilidad operativa y adaptación de las cuadrillas a volúmenes reducidos de vaciado.

Tabla 44

Porcentaje que representan los rendimientos respecto a CAPECO (2006)

Vivienda	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO			
	Encofrado (14 m ² /día)	Desencofrado (30 m ² /día)	Habilitación y colocación de acero (250 kg/día)	Preparación y vaciado de concreto (10 m ³ /día)
1	94.00%	95.57%	84.93%	163.69%
2	101.41%	88.47%	90.72%	154.03%
3	147.13%	110.35%	63.77%	195.09%
4	144.82%	107.79%	75.64%	189.37%
5	142.56%	101.11%	82.70%	131.88%
6	107.53%	91.24%	69.90%	177.73%
7	143.96%	105.00%	101.40%	142.28%
8	85.05%	83.59%	46.13%	110.20%
9	122.40%	97.14%	56.45%	128.31%
Total	117.73%	97.81%	72.69%	156.28%

a) Encofrado de cisternas

Los resultados muestran que el rendimiento promedio ajustado del encofrado en Chota fue de 16.48 m²/día, superando el estándar de CAPECO en 17.73%, evidenciando una mayor eficiencia global de la mano de obra local; sin embargo, se identifican variaciones por vivienda, donde los rendimientos oscilaron entre 85.05% y 147.13% del valor de referencia, lo que indica que las características particulares de cada cisterna influyen directamente en el desempeño productivo.

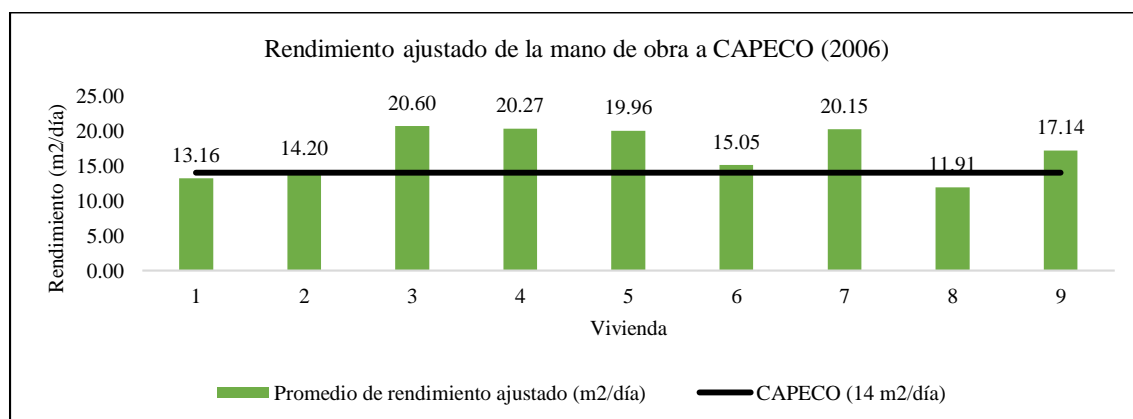
Tabla 45

Comparación del rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de cisternas

Vivienda	Número de trabajadores	Metrado (m ²)	Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO	Encofrado	
						Promedio de rendimiento ajustado (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1	3	14.335	6.1	18.80	2.1	13.16	94.00%
2	3	10.395	4.1	20.28	2.1	14.20	101.41%
3	5	33.1053	5.4	49.04	2.1	20.60	147.13%
4	3	9.095	2.51	28.96	2.1	20.27	144.82%
5	2	11.88	5	19.01	2.1	19.96	142.56%
6	4	15.0544	4.2	28.68	2.1	15.05	107.53%
7	4	15.356	3.2	38.39	2.1	20.15	143.96%
8	2	8.62	6	11.34	2.1	11.91	85.05%
9	5	12.75	2.5	40.80	2.1	17.14	122.40%
Total	3.25	13.55	4.47	26.20	2.1	16.48	117.73%

Figura 40

Comparación del rendimiento de la mano de obra en el encofrado de cisternas



Los rendimientos reales del encofrado variaron entre 10.88 y 49.04 m²/día, y al ser ajustados a la cuadrilla estándar de CAPECO (2.1 trabajadores), los valores se sitúan entre 11.42 y 20.60 m²/día, superando en la mayoría de casos el rendimiento normativo de 14.00 m²/día, lo que confirma una productividad favorable de la mano de obra en Chota.

Tabla 46

Rendimiento de la mano de obra en el encofrado de cisternas

Vivienda	Número de trabajadores	Metrado	Horas de trabajo	Rendimiento (m ² /día)	Número de trabajadores de acuerdo con CAPECO	Rendimiento ajustado (m ² /día)
1	3	19.27	8.20	18.80	2.1	13.16
1	3	9.40	4.00	18.80	2.1	13.16
2	3	10.40	4.10	20.28	2.1	14.20
3	5	33.11	5.40	49.04	2.1	20.60
4	3	4.59	1.27	28.91	2.1	20.24
4	3	13.60	3.75	29.01	2.1	20.31
5	2	11.88	5.00	19.01	2.1	19.96
6	4	15.05	4.20	28.68	2.1	15.05
7	4	15.36	3.20	38.39	2.1	20.15
8	2	11.80	8.00	11.80	2.1	12.39
8	2	5.44	4.00	10.88	2.1	11.42
9	5	12.75	2.50	40.80	2.1	17.14
CAPECO (2006)						14.00

Las cisternas de forma regular alcanzaron un rendimiento promedio ajustado de 17.40 m²/día, superando en 24.26 % el estándar de CAPECO, mientras que la cisterna de forma irregular presentó un rendimiento inferior (85.05 % del estándar), evidenciando que la regularidad geométrica facilita el proceso de encofrado y mejora la productividad de la mano de obra.

Tabla 47

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la forma de la cisterna

Forma de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Encofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Irregular	2.00	8.62	6.00	11.34	2.10	11.91	85.05%
Regular	3.50	14.54	4.16	29.17	2.10	17.40	124.26%
Total	3.25	13.55	4.47	26.20	2.10	16.48	117.73%

Se observa que las cisternas con mayor longitud (≥ 2.21 m) alcanzaron rendimientos significativamente superiores al estándar de CAPECO, con valores de hasta 147.13 %, mientras que longitudes menores o intermedias mostraron rendimientos cercanos o ligeramente inferiores al estándar, indicando que mayores áreas continuas de trabajo favorecen la eficiencia del encofrado.

Tabla 48

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la longitud de la cisterna

Largo (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Encofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1.8	2.00	11.88	5.00	19.01	2.10	19.96	142.56%
2	3.00	10.00	4.83	21.16	2.10	13.65	97.50%
2.21	4.00	15.36	3.20	38.39	2.10	20.15	143.96%
2.25	3.00	10.40	4.10	20.28	2.10	14.20	101.41%
2.3	4.00	15.05	4.20	28.68	2.10	15.05	107.53%
2.35	3.00	14.34	6.10	18.80	2.10	13.16	94.00%
2.85	3.00	9.10	2.51	28.96	2.10	20.27	144.82%
4.47	5.00	33.11	5.40	49.04	2.10	20.60	147.13%
Total	3.25	13.55	4.47	26.20	2.10	16.48	117.73%

Los mayores rendimientos ajustados se registraron en cisternas con anchos entre 1.28 m y 2.60 m, superando el estándar de CAPECO hasta en 47.13 %, mientras que anchos mayores o con restricciones de espacio redujeron la productividad, lo que sugiere que un ancho intermedio optimiza la maniobrabilidad y el ritmo de trabajo en el encofrado.

Tabla 49

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo al ancho de la cisterna

Ancho (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Encofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1.15	3.00	10.40	4.10	20.28	2.10	14.20	101.41%
1.28	4.00	15.36	3.20	38.39	2.10	20.15	143.96%
1.75	3.00	14.34	6.10	18.80	2.10	13.16	94.00%
1.75	5.00	12.75	2.50	40.80	2.10	17.14	122.40%
1.8	2.00	11.88	5.00	19.01	2.10	19.96	142.56%
2.3	4.00	15.05	4.20	28.68	2.10	15.05	107.53%
2.5	2.00	8.62	6.00	11.34	2.10	11.91	85.05%
2.6	5.00	33.11	5.40	49.04	2.10	20.60	147.13%
2.8	3.00	9.10	2.51	28.96	2.10	20.27	144.82%
Total	3.25	13.55	4.47	26.20	2.10	16.48	117.73%

Las cisternas con alturas entre 1.80 m y 2.35 m alcanzaron rendimientos ajustados superiores al estándar de CAPECO, llegando hasta 147.13 %, mientras que alturas menores o con mayor dificultad operativa presentaron rendimientos inferiores, evidenciando que una mayor altura, asociada a mayor metrado, mejora el aprovechamiento de la jornada laboral.

Tabla 50

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la altura de la cisterna

Altura (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m2)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m2/día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Encofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m2/día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1.53	3.00	10.40	4.10	20.28	2.10	14.20	101.41%
1.70	5.00	12.75	2.50	40.80	2.10	17.14	122.40%
1.80	2.67	10.02	3.34	25.64	2.10	20.17	144.06%
2.00	2.00	8.62	6.00	11.34	2.10	11.91	85.05%
2.20	3.33	14.57	5.47	22.09	2.10	13.79	98.51%
2.25	4.00	15.36	3.20	38.39	2.10	20.15	143.96%
2.35	5.00	33.11	5.40	49.04	2.10	20.60	147.13%
Total	3.25	13.55	4.47	26.20	2.10	16.48	117.73%

A mayor volumen útil de la cisterna se incrementa el rendimiento del encofrado, destacando volúmenes mayores a 14.36 m³, con rendimientos superiores al 140 % del estándar de CAPECO, mientras que volúmenes pequeños presentan rendimientos menores debido a tiempos fijos y menor continuidad del trabajo.

Tabla 51

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo al volumen útil de la cisterna

Volumen útil (m3) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m2)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m2/día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Encofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m2/día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
3.96	3.00	10.40	4.10	20.28	2.10	14.20	101.41%
5.00	5.00	12.75	2.50	40.80	2.10	17.14	122.40%
5.83	2.00	11.88	5.00	19.01	2.10	19.96	142.56%
6.36	4.00	15.36	3.20	38.39	2.10	20.15	143.96%
7.50	2.00	8.62	6.00	11.34	2.10	11.91	85.05%
9.05	3.00	14.34	6.10	18.80	2.10	13.16	94.00%
11.64	4.00	15.05	4.20	28.68	2.10	15.05	107.53%
14.36	3.00	9.10	2.51	28.96	2.10	20.27	144.82%
27.31	5.00	33.11	5.40	49.04	2.10	20.60	147.13%
Total	3.25	13.55	4.47	26.20	2.10	16.48	117.73%

Las cisternas ubicadas en el centro, fondo o tras la parte frontal de la vivienda presentaron rendimientos superiores al estándar de CAPECO, destacando esta última con 144.82 %, mientras que las ubicadas al inicio mostraron un rendimiento ligeramente inferior (96.47 %), evidenciando la influencia de la accesibilidad y disposición del área de trabajo.

Tabla 52

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la ubicación de la cisterna

Ubicación de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Encofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Inicio	3.00	13.02	5.43	19.29	2.10	13.51	96.47%
Centro	3.67	13.23	3.90	29.49	2.10	17.38	124.16%
Fondo	3.25	16.43	5.15	27.53	2.10	16.14	115.30%
Tras la parte frontal de la vivienda	3.00	9.10	2.51	28.96	2.10	20.27	144.82%
Total	3.25	13.55	4.47	26.20	2.10	16.48	117.73%

Se observa que distancias intermedias de transporte (entre 2.5 m y 5.0 m) alcanzan rendimientos superiores al 130 % del estándar de CAPECO, mientras que distancias muy cortas o muy largas reducen la productividad, lo que sugiere que una logística equilibrada favorece el flujo continuo del encofrado.

Tabla 53

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la distancia de transporte de los materiales de la cisterna

Distancia de transporte de materiales (m)	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Encofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1.20	3.00	14.34	6.10	18.80	2.10	13.16	94.00%
2.50	3.00	9.10	2.51	28.96	2.10	20.27	144.82%
3.00	3.50	12.32	3.75	29.90	2.10	18.55	132.48%
4.00	3.00	10.40	4.10	20.28	2.10	14.20	101.41%
5.00	4.00	15.36	3.20	38.39	2.10	20.15	143.96%
8.00	4.00	15.05	4.20	28.68	2.10	15.05	107.53%
11.00	2.00	8.62	6.00	11.34	2.10	11.91	85.05%
12.00	5.00	33.11	5.40	49.04	2.10	20.60	147.13%
Total	3.25	13.55	4.47	26.20	2.10	16.48	117.73%

La mayor productividad se registró en cisternas con disponibilidad de espacio bastante, alcanzando 145.55 % del rendimiento CAPECO, mientras que espacios reducidos disminuyen el rendimiento a 111.03 %, confirmando que el espacio disponible es un factor determinante en la eficiencia del encofrado.

Tabla 54

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el encofrado de acuerdo a la disponibilidad de espacio de la cisterna

Disponibilidad de espacio	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Encofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Bastante	4.50	24.23	4.30	43.72	2.1	20.38	145.55%
Poco	2.78	11.27	4.72	20.69	2.1	15.54	111.03%
Regular	5.00	12.75	2.50	40.80	2.1	17.14	122.40%
Total	3.25	13.55	4.47	26.20	2.1	16.48	117.73%

El uso de encofrado fenólico permitió alcanzar un rendimiento ajustado de 17.78 m²/día, superando el estándar de CAPECO en 26.97 %, mientras que el encofrado de madera presentó un rendimiento cercano al estándar (99.24 %), evidenciando que materiales más eficientes contribuyen a una mayor productividad de la mano de obra.

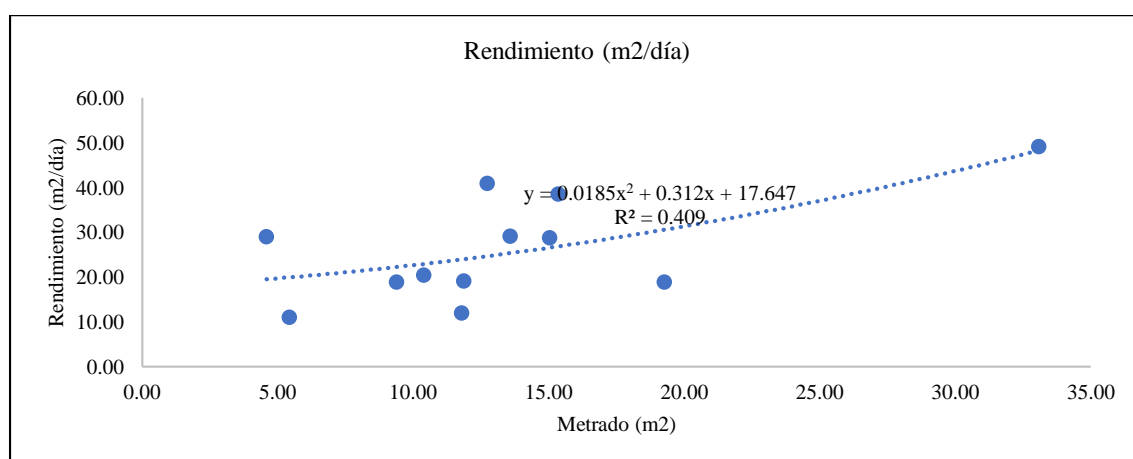
Tabla 55

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO de acuerdo al tipo de material utilizado en el encofrado de la cisterna

Tipo de encofrado	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Encofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Fenólico	3.25	13.57	4.14	28.48	2.1	17.78	126.97%
Madera	3.25	13.53	5.13	21.64	2.1	13.89	99.24%
Total	3.25	13.55	4.47	26.20	2.1	16.48	117.73%

Figura 41

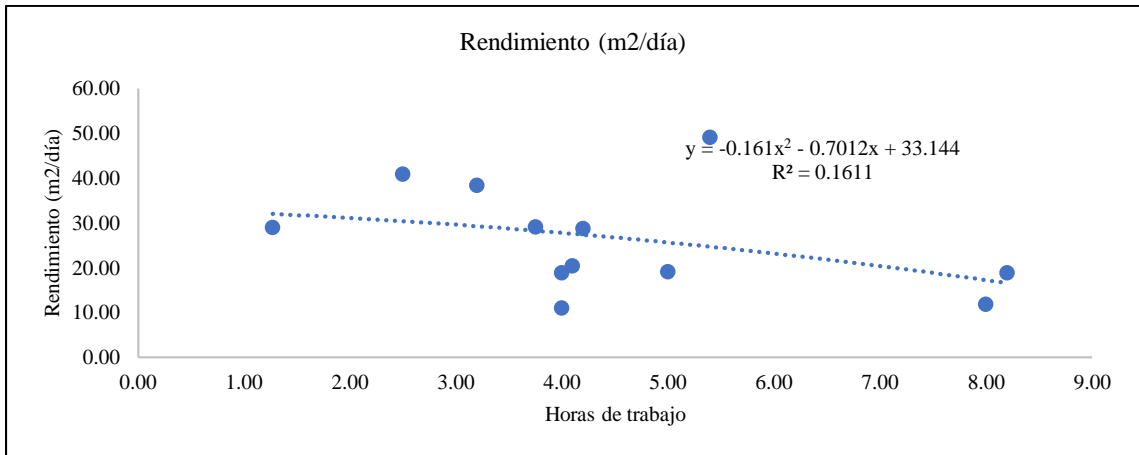
Relación entre el metrado y el rendimiento de la mano de obra en el encofrado de cisternas



Nota. La figura muestra una relación positiva moderada entre el metrado de encofrado y el rendimiento ($R^2 = 0.409$), indicando que a mayor área encofrada se incrementa el rendimiento diario, lo que evidencia economías de escala y una mejor continuidad operativa en frentes de trabajo con mayor volumen de encofrado.

Figura 42

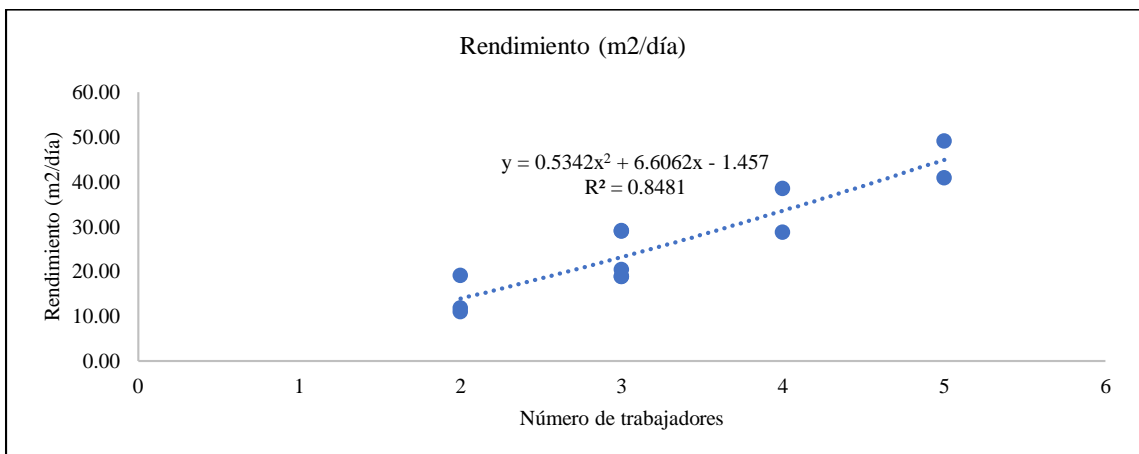
Relación entre las horas de trabajo y el rendimiento de la mano de obra en el encofrado de cisternas



Nota. Se observa una tendencia decreciente débil ($R^2 = 0.1611$), lo que indica que el aumento de las horas de trabajo no garantiza un mayor rendimiento, sugiriendo la presencia de tiempos improductivos, fatiga laboral o ineficiencias operativas conforme se prolonga la jornada.

Figura 43

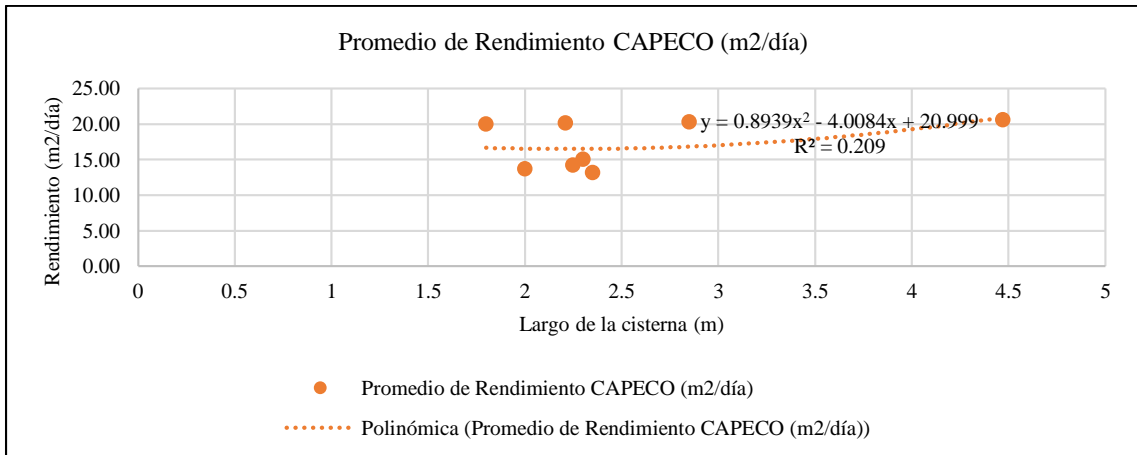
Relación entre el número de trabajadores y el rendimiento de la mano de obra en el encofrado de cisternas



Nota. La relación es positiva y fuerte ($R^2 = 0.8481$), evidenciando que el incremento del número de trabajadores en la cuadrilla mejora significativamente el rendimiento del encofrado, siempre que exista una adecuada organización y disponibilidad de espacio.

Figura 44

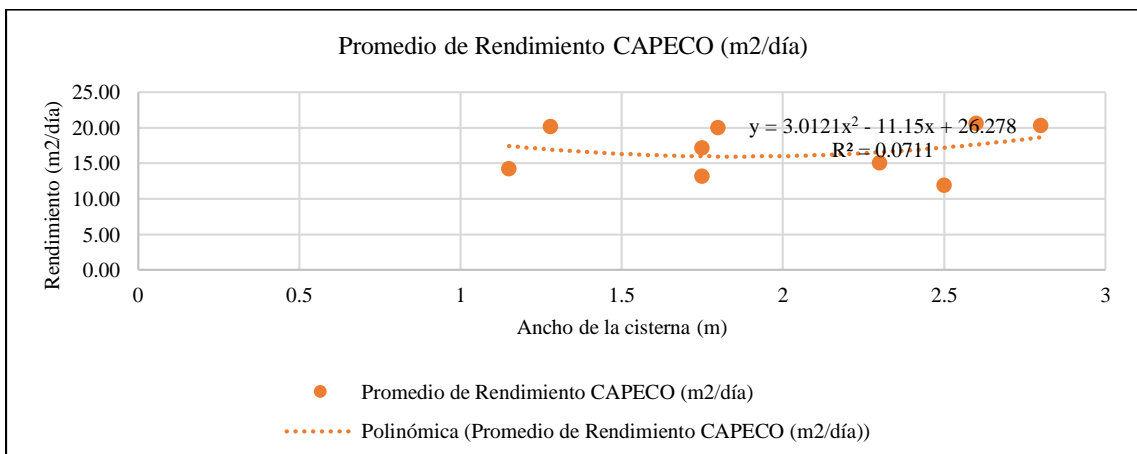
Relación entre la longitud de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado



Nota. La figura muestra una tendencia ligeramente creciente ($R^2 = 0.209$), indicando que cisternas de mayor longitud tienden a presentar rendimientos ajustados superiores, aunque la relación no es fuerte, lo que sugiere que otros factores constructivos también influyen en el desempeño de la mano de obra.

Figura 45

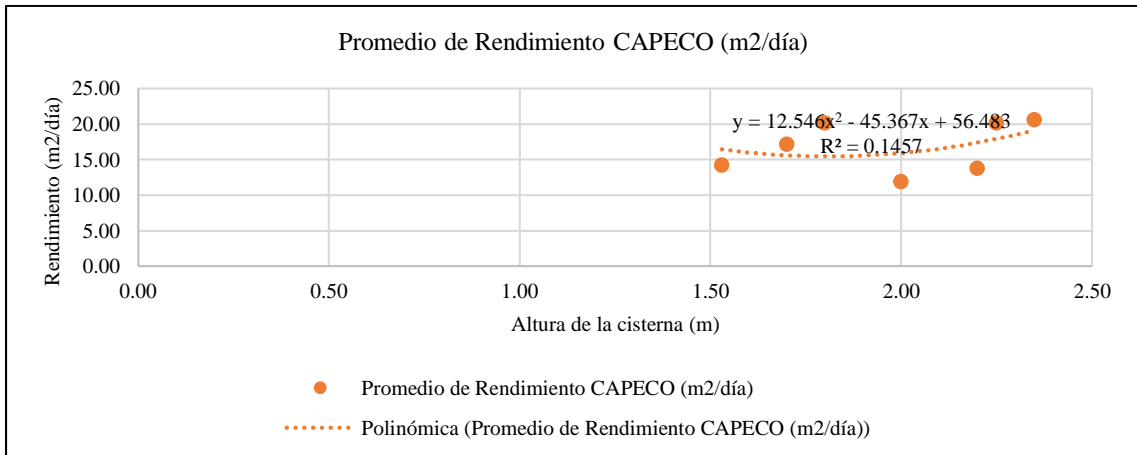
Relación entre el ancho de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado



Nota. La dispersión presenta una relación muy débil ($R^2 = 0.0711$), lo que indica que el ancho de la cisterna no es un factor determinante en el rendimiento del encofrado, predominando la influencia de la organización de la cuadrilla y la accesibilidad al área de trabajo.

Figura 46

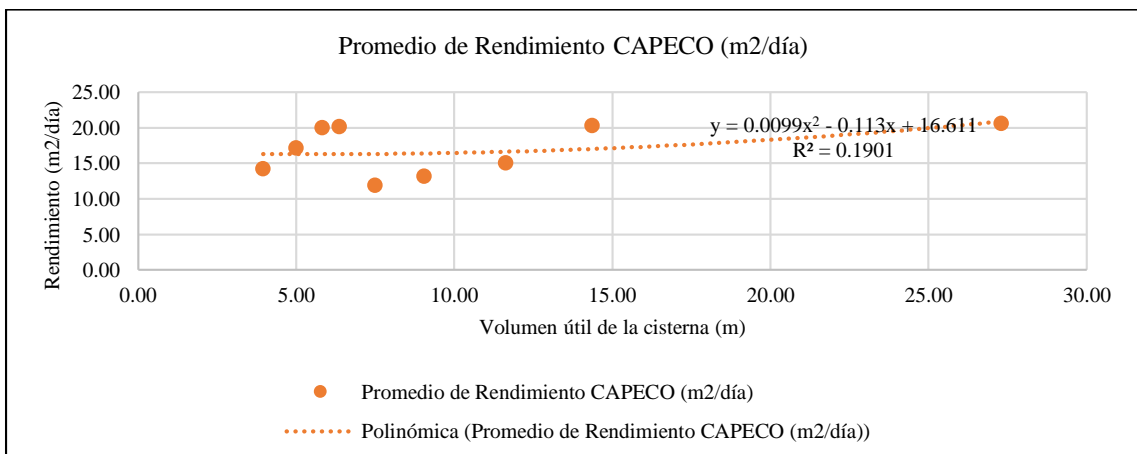
Relación entre la altura de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado



Nota. La figura evidencia una relación débil ($R^2 = 0.1457$), mostrando que variaciones en la altura de la cisterna no generan cambios significativos en el rendimiento, debido a que el sistema de encofrado y los procedimientos constructivos se mantienen similares para distintas alturas.

Figura 47

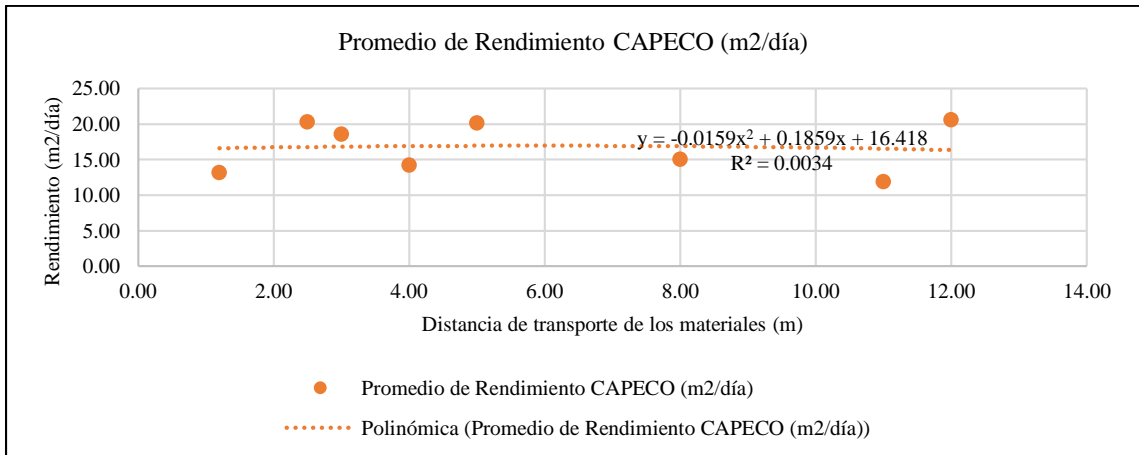
Relación entre el volumen útil de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado



Nota. Se observa una tendencia ligeramente creciente ($R^2 = 0.1901$), indicando que cisternas con mayor volumen útil tienden a presentar rendimientos superiores, asociado a una mayor continuidad de trabajo y menor proporción de tiempos improductivos.

Figura 48

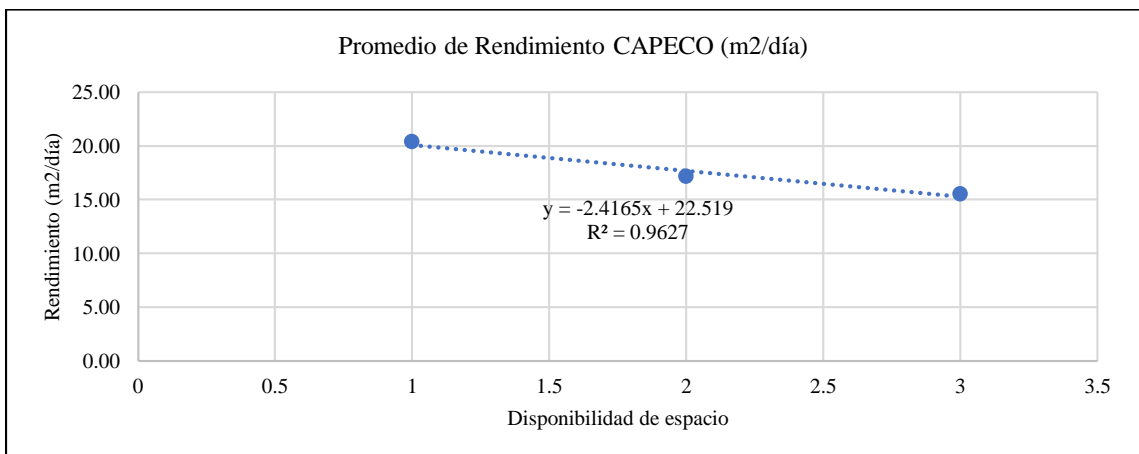
Relación entre la distancia de transporte de materiales y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado



Nota. La relación es prácticamente nula ($R^2 = 0.0034$), lo que indica que, en los casos analizados, la distancia de transporte de materiales no influyó de manera significativa en el rendimiento del encofrado, debido a que se mantuvieron distancias relativamente cortas y controladas.

Figura 49

Relación entre la disponibilidad de espacio y el rendimiento ajustado según CAPECO en el encofrado



Nota. La figura muestra una relación negativa fuerte ($R^2 = 0.9627$), evidenciando que una menor disponibilidad de espacio reduce significativamente el rendimiento del encofrado, confirmando que el espacio de trabajo es un factor crítico para la productividad de la mano de obra.

b) Desencofrado de cisternas

El rendimiento promedio del desencofrado en Chota fue de 29.63 m²/día, valor muy cercano al rendimiento ajustado CAPECO de 29.34 m²/día, alcanzando un 97.81 % del estándar normativo, lo que evidencia que, en promedio, la mano de obra local presenta un desempeño técnicamente comparable al estándar de Lima, con variaciones puntuales asociadas a características específicas de cada vivienda.

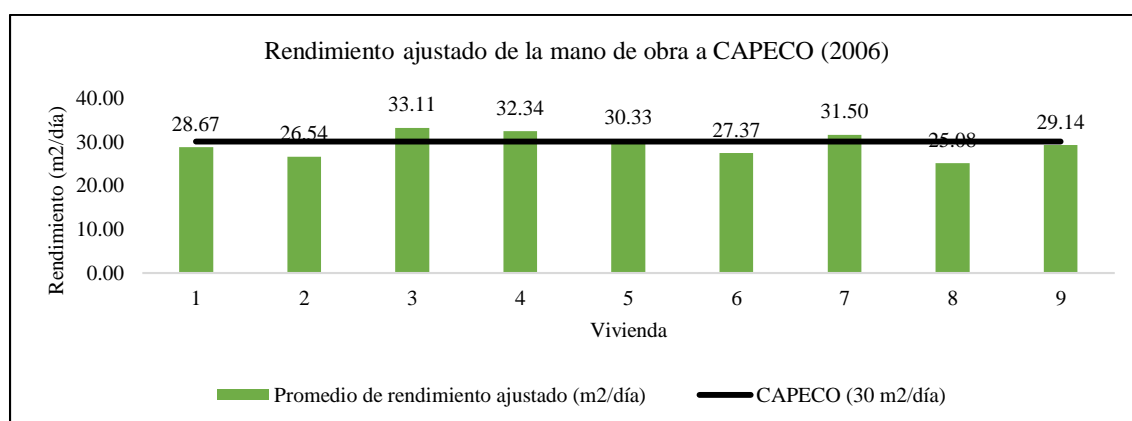
Tabla 56

Comparación del rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de cisternas

Vivienda	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Desencofrado	
						Promedio de rendimiento ajustado (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1	3	28.67	8	28.67	3	28.67	95.57%
2	2	10.395	4.7	17.69	3	26.54	88.47%
3	3	33.1053	8	33.11	3	33.11	110.35%
4	5	18.19	2.7	53.90	3	32.34	107.79%
5	2	11.88	4.7	20.22	3	30.33	101.11%
6	3	15.0544	4.4	27.37	3	27.37	91.24%
7	3	15.356	3.9	31.50	3	31.50	105.00%
8	3	17.24	5.5	25.08	3	25.08	83.59%
9	3	12.75	3.5	29.14	3	29.14	97.14%
Total	3	18.07	5.04	29.63	3	29.34	97.81%

Figura 50

Comparación del rendimiento de la mano de obra en el desencofrado de cisternas



Los rendimientos individuales variaron entre 17.69 y 53.90 m²/día, observándose que viviendas con menor tiempo de ejecución y mayor número de trabajadores alcanzaron los valores más altos; al ajustar la cuadrilla al estándar CAPECO, los rendimientos se mantienen dentro de un rango similar, confirmando que el desencofrado es una partida menos sensible a ajustes de cuadrilla que otras actividades constructivas.

Tabla 57

Rendimiento de la mano de obra en el desencofrado de cisternas

Vivienda	Número de trabajadores	Metrado	Horas de trabajo	Rendimiento (m ² /día)	Número de trabajadores de acuerdo con CAPECO	Rendimiento ajustado (m ² /día)
1	3	28.67	8.00	28.67	3	28.67
2	2	10.40	4.70	17.69	3	26.54
3	3	33.11	8.00	33.11	3	33.11
4	5	18.19	2.70	53.90	3	32.34
5	2	11.88	4.70	20.22	3	30.33
6	3	15.05	4.40	27.37	3	27.37
7	3	15.36	3.90	31.50	3	31.50
8	3	17.24	5.50	25.08	3	25.08
9	3	12.75	3.50	29.14	3	29.14
CAPECO (2006)						30.00

Las cisternas de forma regular alcanzaron un rendimiento promedio de 30.20 m²/día, equivalente al 99.58 % del estándar CAPECO, mientras que las cisternas irregulares presentaron un rendimiento menor (25.08 m²/día, 83.59 %), evidenciando que la regularidad geométrica favorece la rapidez del desencofrado.

Tabla 58

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la forma de la cisterna

Forma de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Desencofrado	
						Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Irregular	3.00	17.24	5.50	25.08	3	25.08	83.59%
Regular	3.00	18.18	4.99	30.20	3	29.87	99.58%
Total	3	18.07	5.04	29.63	3	29.34	97.81%

Se observa que cisternas con mayores longitudes (2.85 m y 4.47 m) alcanzaron rendimientos superiores al estándar CAPECO, con valores de hasta 110.35 %, mientras que longitudes menores presentaron rendimientos inferiores, lo que sugiere un efecto de mayor continuidad operativa en elementos de mayor desarrollo longitudinal.

Tabla 59

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la longitud de la cisterna

Largo (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Desencofrado	
						Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1.8	2.00	11.88	4.70	20.22	3	30.33	101.11%
2	3.00	15.00	4.50	27.11	3	27.11	90.37%
2.21	3.00	15.36	3.90	31.50	3	31.50	105.00%
2.25	2.00	10.40	4.70	17.69	3	26.54	88.47%
2.3	3.00	15.05	4.40	27.37	3	27.37	91.24%
2.35	3.00	28.67	8.00	28.67	3	28.67	95.57%
2.85	5.00	18.19	2.70	53.90	3	32.34	107.79%
4.47	3.00	33.11	8.00	33.11	3	33.11	110.35%
Total	3	18.07	5.04	29.63	3	29.34	97.81%

Los mayores rendimientos se registraron en cisternas con anchos de 2.6 m y 2.8 m, superando el 107 % del estándar CAPECO, mientras que anchos intermedios y menores mostraron rendimientos más bajos, indicando que mayores superficies laterales facilitan el desmontaje del encofrado.

Tabla 60

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo al ancho de la cisterna

Ancho (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Desencofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1.15	2.00	10.40	4.70	17.69	3	26.54	88.47%
1.28	3.00	15.36	3.90	31.50	3	31.50	105.00%
1.75	3.00	28.67	8.00	28.67	3	28.67	95.57%
1.75	3.00	12.75	3.50	29.14	3	29.14	97.14%
1.8	2.00	11.88	4.70	20.22	3	30.33	101.11%
2.3	3.00	15.05	4.40	27.37	3	27.37	91.24%
2.5	3.00	17.24	5.50	25.08	3	25.08	83.59%
2.6	3.00	33.11	8.00	33.11	3	33.11	110.35%
2.8	5.00	18.19	2.70	53.90	3	32.34	107.79%
Total	3	18.07	5.04	29.63	3	29.34	97.81%

Las cisternas con alturas entre 2.25 m y 2.35 m presentaron rendimientos superiores al estándar CAPECO (hasta 110.35 %), mientras que alturas menores a 2.0 m mostraron rendimientos inferiores, evidenciando que una mayor altura incrementa el área continua de desencofrado y reduce interrupciones.

Tabla 61

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la altura de la cisterna

Altura (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Desencofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1.53	2.00	10.40	4.70	17.69	3	26.54	88.47%
1.70	3.00	12.75	3.50	29.14	3	29.14	97.14%
1.80	3.50	15.04	3.70	37.06	3	31.33	104.45%
2.00	3.00	17.24	5.50	25.08	3	25.08	83.59%
2.20	3.00	21.86	6.20	28.02	3	28.02	93.40%
2.25	3.00	15.36	3.90	31.50	3	31.50	105.00%
2.35	3.00	33.11	8.00	33.11	3	33.11	110.35%
Total	3	18.07	5.04	29.63	3	29.34	97.81%

El rendimiento tiende a incrementarse conforme aumenta el volumen útil, alcanzando valores superiores al estándar CAPECO en cisternas mayores a 14.36 m³, mientras que volúmenes pequeños presentan rendimientos inferiores, confirmando la influencia positiva del tamaño del elemento en la eficiencia del desencofrado.

Tabla 62

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo al volumen útil de la cisterna

Volumen útil (m ³) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Desencofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
3.96	2.00	10.40	4.70	17.69	3	26.54	88.47%
5.00	3.00	12.75	3.50	29.14	3	29.14	97.14%
5.83	2.00	11.88	4.70	20.22	3	30.33	101.11%
6.36	3.00	15.36	3.90	31.50	3	31.50	105.00%
7.50	3.00	17.24	5.50	25.08	3	25.08	83.59%
9.05	3.00	28.67	8.00	28.67	3	28.67	95.57%
11.64	3.00	15.05	4.40	27.37	3	27.37	91.24%
14.36	5.00	18.19	2.70	53.90	3	32.34	107.79%
27.31	3.00	33.11	8.00	33.11	3	33.11	110.35%
Total	3	18.07	5.04	29.63	3	29.34	97.81%

Las cisternas ubicadas tras la parte frontal de la vivienda alcanzaron el mayor rendimiento (53.90 m²/día, 107.79 %), mientras que las ubicadas al inicio y centro mostraron valores inferiores, evidenciando que la accesibilidad y el entorno inmediato influyen directamente en el desempeño de la cuadrilla durante el desencofrado.

Tabla 63

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la ubicación de la cisterna

Ubicación de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Desencofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Centro	2.67	13.23	4.20	25.58	3	28.95	96.50%
Fondo	3.00	21.90	5.80	29.89	3	29.89	99.65%
Inicio	2.50	19.53	6.35	23.18	3	27.61	92.02%
Tras la parte frontal	5.00	18.19	2.70	53.90	3	32.34	107.79%
Total	3	18.07	5.04	29.63	3	29.34	97.81%

No se observa una tendencia lineal clara entre la distancia de transporte y el rendimiento; sin embargo, distancias intermedias (5.0 m y 12.0 m) alcanzaron rendimientos superiores al estándar CAPECO, lo que indica que, en el desencofrado, el transporte de materiales tiene una incidencia secundaria frente a la organización de la cuadrilla.

Tabla 64

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la distancia de transporte de los materiales de la cisterna

Distancia de transporte de materiales (m)	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Desencofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1.20	3.00	28.67	8.00	28.67	3	28.67	95.57%
2.50	5.00	18.19	2.70	53.90	3	32.34	107.79%
3.00	2.50	12.32	4.10	24.68	3	29.74	99.12%
4.00	2.00	10.40	4.70	17.69	3	26.54	88.47%
5.00	3.00	15.36	3.90	31.50	3	31.50	105.00%
8.00	3.00	15.05	4.40	27.37	3	27.37	91.24%
11.00	3.00	17.24	5.50	25.08	3	25.08	83.59%
12.00	3.00	33.11	8.00	33.11	3	33.11	110.35%
Total	3	18.07	5.04	29.63	3	29.34	97.81%

Las cisternas con bastante disponibilidad de espacio presentaron el mayor rendimiento (32.30 m²/día, 107.67 %), mientras que espacios regulares y reducidos mostraron valores cercanos al estándar CAPECO, confirmando que el espacio disponible es un factor relevante para optimizar el desencofrado.

Tabla 65

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en el desencofrado de acuerdo a la disponibilidad de espacio de la cisterna

Disponibilidad de espacio	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Desencofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Bastante	3.00	24.23	5.95	32.30	3	32.30	107.67%
Regular	3.00	12.75	3.50	29.14	3	29.14	97.14%
Poco	3.00	16.90	5.00	28.82	3	28.39	94.63%
Total	3	18.07	5.04	29.63	3	29.34	97.81%

El uso de encofrado fenólico permitió alcanzar un rendimiento promedio de 32.16 m²/día, superando ligeramente el estándar CAPECO (100.83 %), mientras que el encofrado de madera registró un menor desempeño (91.76 %), evidenciando la ventaja operativa del material fenólico en la etapa de desencofrado.

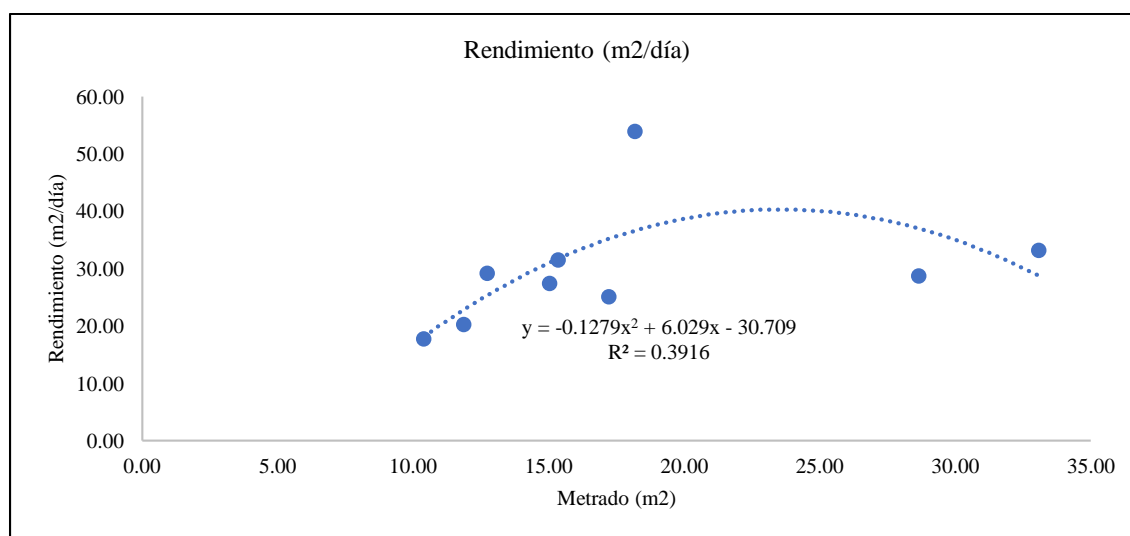
Tabla 66

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO de acuerdo al tipo de material utilizado en el desencofrado de la cisterna

Tipo de encofrado	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ²)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Desencofrado	
						Promedio de Rendimiento CAPECO (m ² /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Fenólico	3.167	18.087	4.717	32.157	3	30.25	100.83%
Madera	2.667	18.040	5.700	24.578	3	27.53	91.76%
Total	3	18.07	5.04	29.63	3	29.34	97.81%

Figura 51

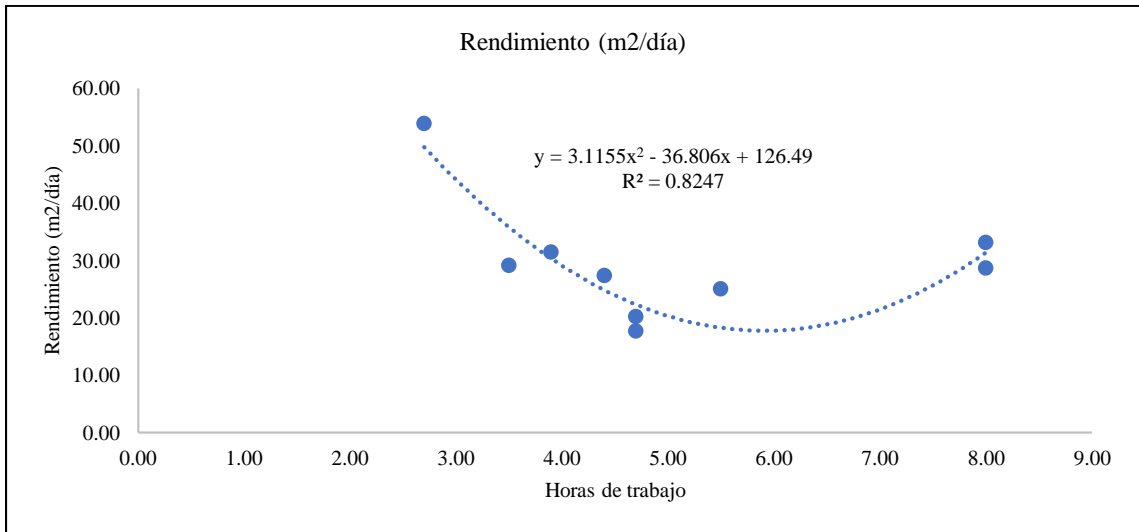
Relación entre el metrado y el rendimiento de la mano de obra en el desencofrado de cisternas



Nota. El coeficiente de determinación obtenido indica que el 39.16 % de la variabilidad del rendimiento del desencofrado es explicada por el metrado ejecutado. Este valor evidencia una relación moderada, lo que sugiere que el área desencofrada influye en el rendimiento, aunque no es el único factor determinante.

Figura 52

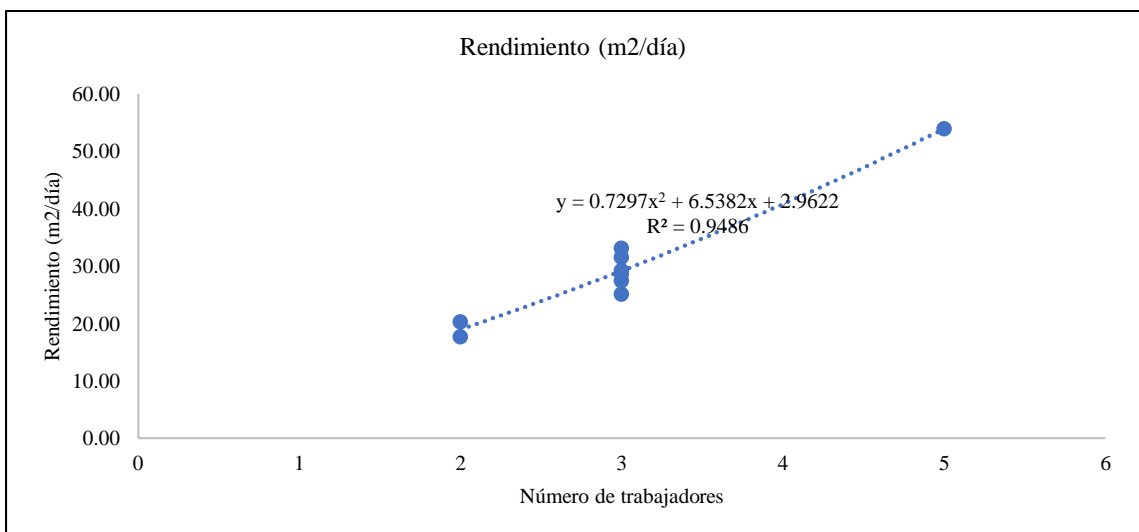
Relación entre las horas de trabajo y el rendimiento de la mano de obra en el desencofrado de cisternas



Nota. El valor de $R^2=0.8247$ refleja una relación fuerte, indicando que el 82.47 % de la variación del rendimiento se explica por las horas de trabajo empleadas.

Figura 53

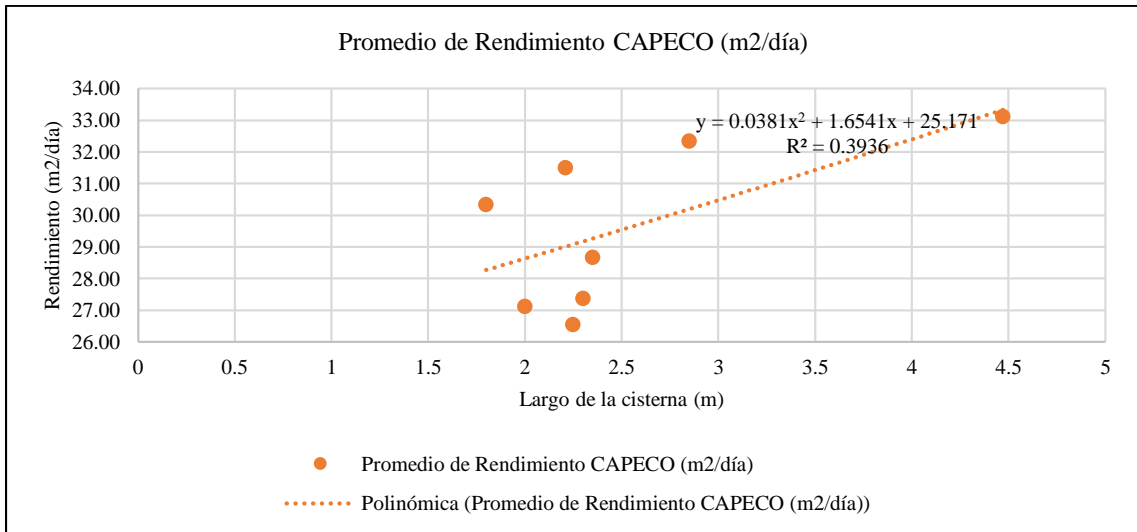
Relación entre el número de trabajadores y el rendimiento de la mano de obra en el desencofrado de cisternas



Nota. El coeficiente $R^2=0.9486$ evidencia una relación muy fuerte, mostrando que el 94.86% de la variabilidad del rendimiento está directamente asociada al número de trabajadores. Este resultado confirma que el tamaño de la cuadrilla es el factor más influyente en esta partida.

Figura 54

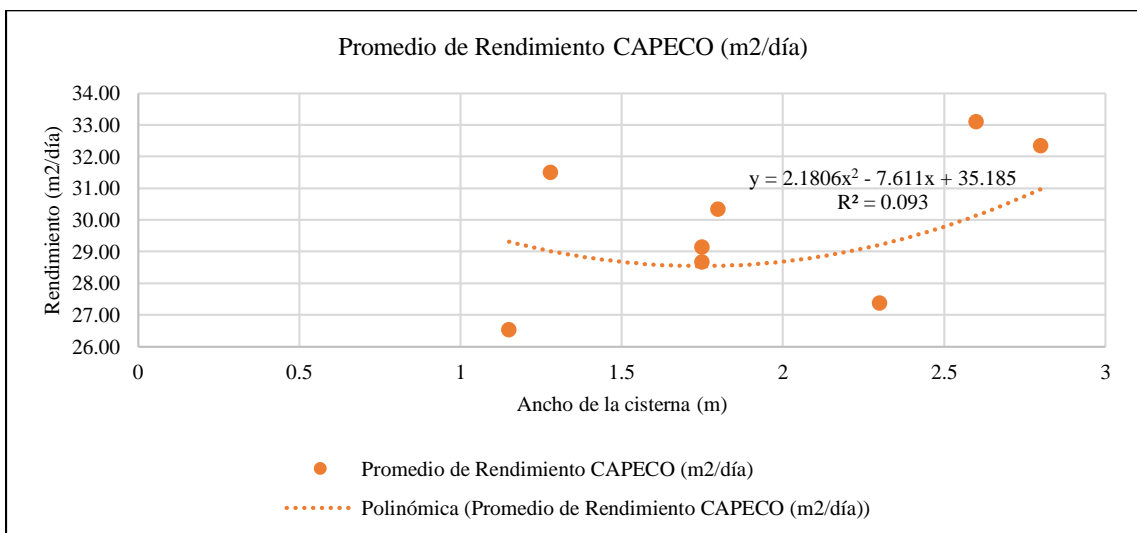
Relación entre la longitud de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado



Nota. El valor $R^2=0.3936$ indica que la longitud de la cisterna explica el 39.36 % del rendimiento, lo que representa una relación moderada. Esto sugiere que mayores longitudes favorecen el rendimiento, aunque con influencia limitada.

Figura 55

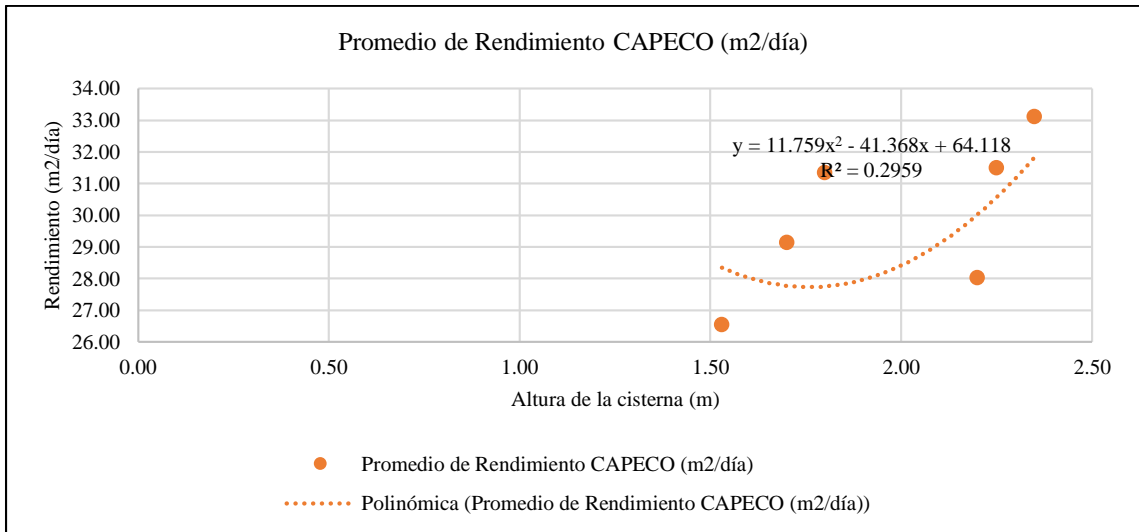
Relación entre el ancho de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado



Nota. El coeficiente $R^2=0.0930$ muestra relación débil, indicando que el ancho explica solo el 9.30% de la variación del rendimiento, por lo que su influencia en el desencofrado es poco significativa.

Figura 56

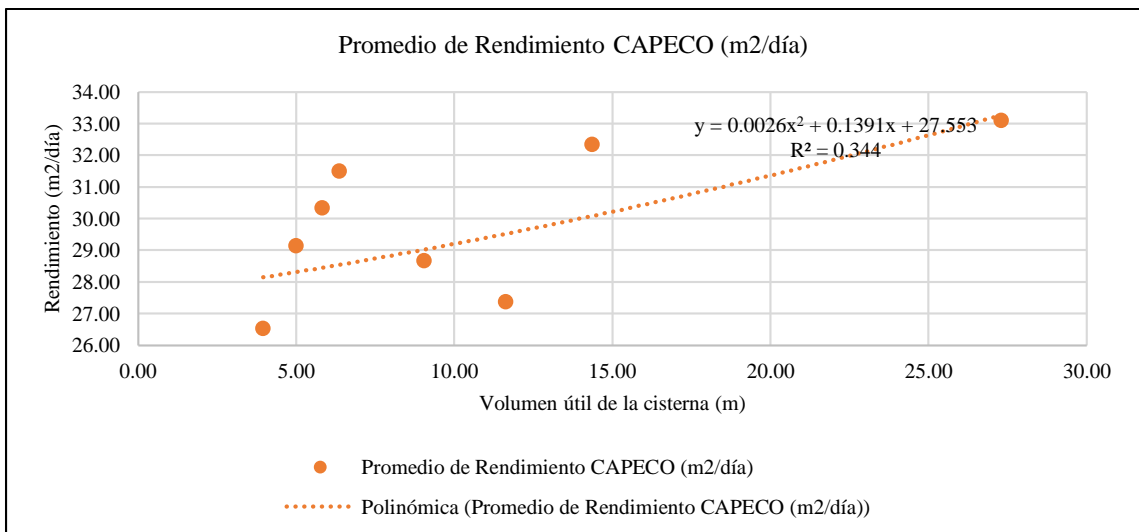
Relación entre la altura de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado



Nota. El valor $R^2=0.2959$ evidencia una relación baja a moderada, donde la altura explica el 29.59 % del rendimiento, asociándose a la continuidad vertical del trabajo, pero sin ser un factor determinante.

Figura 57

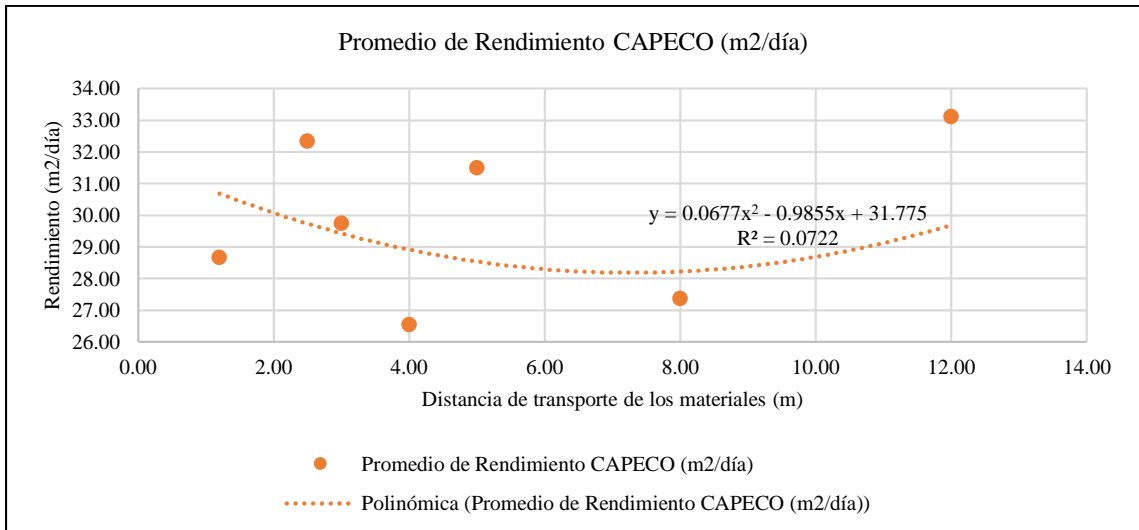
Relación entre el volumen útil de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado



Nota. El coeficiente $R^2=0.3440$ indica que el volumen útil explica el 34.40 % de la variabilidad del rendimiento, mostrando una relación moderada entre ambas variables.

Figura 58

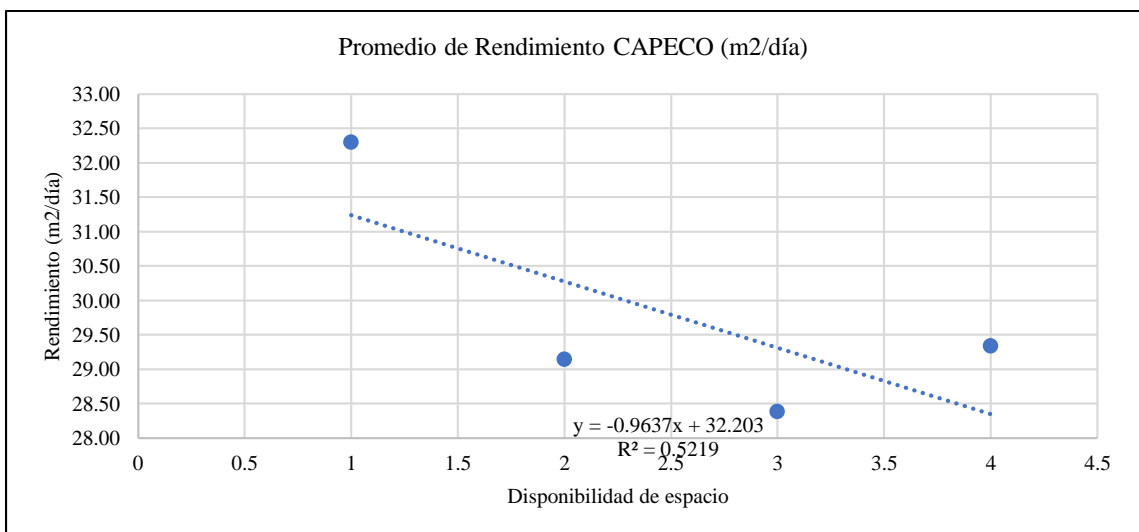
Relación entre la distancia de transporte de materiales y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado



Nota. El valor $R^2=0.0722$ refleja una relación muy débil, ya que la distancia de transporte explica solo el 7.22 % del rendimiento, evidenciando una incidencia mínima en esta partida.

Figura 59

Relación entre la disponibilidad de espacio y el rendimiento ajustado según CAPECO en el desencofrado



Nota. El coeficiente $R^2=0.5219$ indica una relación moderada a fuerte, donde la disponibilidad de espacio explica el 52.19 % de la variación del rendimiento, confirmando su influencia en la eficiencia operativa del desencofrado.

c) **Habilitación y colocación de acero en cisternas**

El rendimiento promedio observado en la habilitación y colocación de acero fue de 274.82 kg/día, inferior al rendimiento promedio CAPECO de 181.73 kg/día ajustado por cuadrilla, alcanzando solo el 72.69% del estándar, lo que evidencia una menor productividad global en Chota respecto a Lima, asociada a mayores horas de trabajo y variabilidad en el tamaño de cuadrillas.

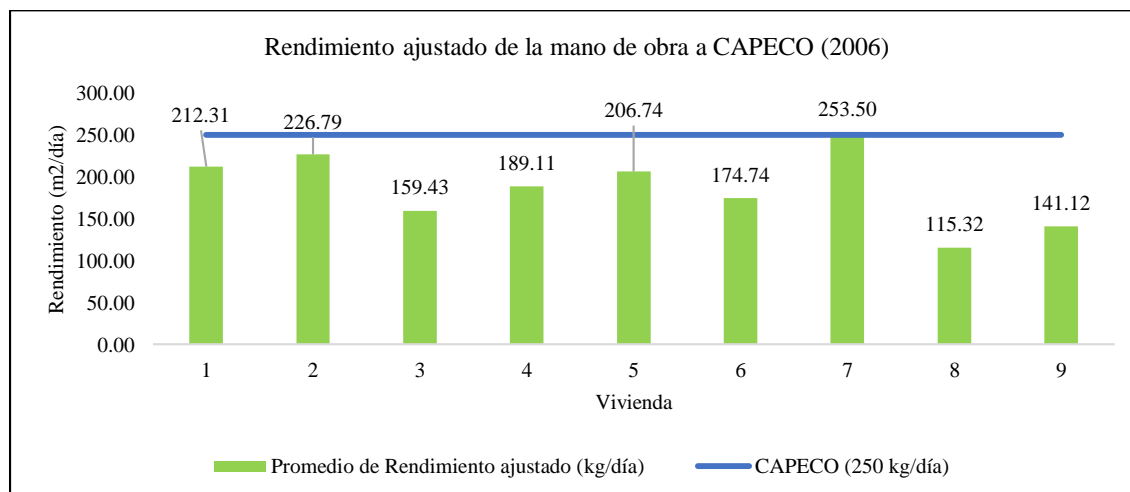
Tabla 67

Comparación del rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero en cisternas

Vivienda	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero Rendimiento ajustado (kg/día)	% respecto al rendimiento de CAPECO
1	3	89.10	2.35	303.31	2.10	212.31	84.93%
2	3	89.10	2.2	323.99	2.10	226.79	90.72%
3	4	216.26	5.7	303.69	2.10	159.43	63.77%
4	3	244.92	7.25	270.16	2.10	189.11	75.64%
5	4	68.57	1.4	393.80	2.10	206.74	82.70%
6	5	234.03	4.5	416.05	2.10	174.74	69.90%
7	2	93.56	3.1	241.43	2.10	253.50	101.40%
8	2	96.14	7	109.83	2.10	115.32	46.13%
9	5	121.80	2.9	336.00	2.10	141.12	56.45%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

Figura 60

Comparación del rendimiento de la mano de obra en acero en cisternas



Los rendimientos por vivienda muestran una alta dispersión, con valores entre 109.83 kg/día y 416.05 kg/día, lo que refleja diferencias significativas en condiciones operativas, diámetro del acero y organización de cuadrillas; el valor de referencia CAPECO de 250 kg/día solo es superado en algunos casos puntuales.

Tabla 68

Rendimiento de la mano de obra en la habilitación y colocación de acero en cisternas

Vivienda	Número de trabajadores	Diámetro del acero (pulg)	Metrado	Horas de trabajo	Rendimiento (Kg/día)	Número de trabajadores según CAPECO	Rendimiento (m ² /día)
1	3	3/8	89.10	2.35	303.3	2.1	212.31
2	3	3/8	89.10	2.20	324.0	2.1	226.79
3	4	5/8	341.33	9.00	303.4	2.1	159.29
3	4	1/2	91.19	2.40	304.0	2.1	159.58
4	3	1/2	304.16	9.00	270.4	2.1	189.26
4	3	1/2	304.16	9.00	270.4	2.1	189.26
4	3	1/2	126.44	3.75	269.7	2.1	188.81
5	4	3/8	29.79	0.60	397.2	2.1	208.54
5	4	1/2	107.35	2.20	390.4	2.1	204.94
6	5	1/2	234.03	4.50	416.0	2.1	174.74
7	2	1/2	93.56	3.10	241.4	2.1	253.50
7	2	1/2	93.56	3.10	241.4	2.1	253.50
8	2	1/2	94.23	7.00	107.7	2.1	113.08
8	2	1/2	82.80	6.00	110.4	2.1	115.92
8	2	1/2	111.39	8.00	111.4	2.1	116.96
9	5	1/2	121.80	2.90	336.0	2.1	141.12
CAPECO (2006)							250.00

Las cisternas de forma regular alcanzan un rendimiento promedio de 312.90 kg/día, equivalente al 78.82% del estándar CAPECO, mientras que las irregulares solo logran 109.83 kg/día (46.13%), evidenciando que la geometría regular favorece la eficiencia en la habilitación y colocación del acero.

Tabla 69

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la forma de la cisterna

Forma de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero	
						Rendimiento ajustado (kg/día)	Porcentaje respecto a CAPECO
Irregular	2.00	96.14	7.00	109.83	2.10	115.32	46.13%
Regular	3.46	155.81	4.16	312.90	2.10	197.05	78.82%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

Los rendimientos no presentan una tendencia lineal clara con la longitud; sin embargo, se observan mejores desempeños relativos en longitudes intermedias (2.21–2.35 m), alcanzando hasta 101.40%, mientras que longitudes mayores (4.47 m) reducen el rendimiento relativo a 63.77%, indicando mayor complejidad operativa.

Tabla 70

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la longitud de la cisterna

Largo (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero	
						Rendimiento ajustado (kg/día)	Porcentaje respecto a CAPECO
1.8	4.00	68.57	1.40	393.80	2.10	206.74	82.70%
2	2.75	102.55	5.98	166.37	2.10	121.77	48.71%
2.21	2.00	93.56	3.10	241.43	2.10	253.50	101.40%
2.25	3.00	89.10	2.20	323.99	2.10	226.79	90.72%
2.3	5.00	234.03	4.50	416.05	2.10	174.74	69.90%
2.35	3.00	89.10	2.35	303.31	2.10	212.31	84.93%
2.85	3.00	244.92	7.25	270.16	2.10	189.11	75.64%
4.47	4.00	216.26	5.70	303.69	2.10	159.43	63.77%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

El rendimiento relativo disminuye conforme aumenta el ancho, pasando de 101.40% en 1.28 m a 46.13% en 2.50 m, lo que sugiere que mayores anchos incrementan la dificultad de manipulación y armado del acero, reduciendo la productividad frente al estándar CAPECO.

Tabla 71

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo al ancho de la cisterna

Ancho (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero	
						Rendimiento ajustado (kg/día)	Porcentaje respecto a CAPECO
1.15	3.00	89.10	2.20	323.99	2.10	226.79	90.72%
1.28	2.00	93.56	3.10	241.43	2.10	253.50	101.40%
1.75	3.00	89.10	2.35	303.31	2.10	212.31	84.93%
1.75	5.00	121.80	2.90	336.00	2.10	141.12	56.45%
1.8	4.00	68.57	1.40	393.80	2.10	206.74	82.70%
2.3	5.00	234.03	4.50	416.05	2.10	174.74	69.90%
2.5	2.00	96.14	7.00	109.83	2.10	115.32	46.13%
2.6	4.00	216.26	5.70	303.69	2.10	159.43	63.77%
2.8	3.00	244.92	7.25	270.16	2.10	189.11	75.64%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

Las mayores alturas tienden a reducir el rendimiento relativo; mientras alturas cercanas a 2.25 m alcanzan hasta 101.40%, alturas de 2.00 m y mayores presentan valores inferiores al 80%, reflejando mayores exigencias físicas y tiempos muertos en el armado vertical.

Tabla 72

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la altura de la cisterna

Altura (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero	
						Promedio de Rendimiento ajustado (kg/día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
1.53	3.00	89.10	2.20	323.99	2.10	226.79	90.72%
1.70	5.00	121.80	2.90	336.00	2.10	141.12	56.45%
1.80	3.40	174.38	4.91	319.61	2.10	196.16	78.47%
2.00	2.00	96.14	7.00	109.83	2.10	115.32	46.13%
2.20	4.00	161.56	3.43	359.68	2.10	193.53	77.41%
2.25	2.00	93.56	3.10	241.43	2.10	253.50	101.40%
2.35	4.00	216.26	5.70	303.69	2.10	159.43	63.77%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

No se observa una relación directa entre volumen útil y rendimiento; sin embargo, volúmenes intermedios (6.36 m³) alcanzan el 101.40%, mientras que volúmenes mayores o menores reducen el rendimiento relativo hasta 46.13%, evidenciando influencia combinada de geometría y logística.

Tabla 73

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo al volumen útil de la cisterna

Volumen útil (m ³) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero Rendimiento ajustado (kg/día)	Acero Porcentaje respecto a CAPECO
3.96	3.00	89.10	2.20	323.99	2.10	226.79	90.72%
5.00	5.00	121.80	2.90	336.00	2.10	141.12	56.45%
5.83	4.00	68.57	1.40	393.80	2.10	206.74	82.70%
6.36	2.00	93.56	3.10	241.43	2.10	253.50	101.40%
7.50	2.00	96.14	7.00	109.83	2.10	115.32	46.13%
9.05	3.00	89.10	2.35	303.31	2.10	212.31	84.93%
11.64	5.00	234.03	4.50	416.05	2.10	174.74	69.90%
14.36	3.00	244.92	7.25	270.16	2.10	189.11	75.64%
27.31	4.00	216.26	5.70	303.69	2.10	159.43	63.77%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

El incremento del espesor de muros reduce el rendimiento relativo, pasando de 101.40% en muros de 0.12 m a 56.45% en 0.25 m, debido al mayor consumo de acero y complejidad en el armado.

Tabla 74

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo al espesor de muros de la cisterna

Espesor de muros (m)	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero Rendimiento ajustado (kg/día)	Acero Porcentaje respecto a CAPECO
0.10	3	89.1	2.2	324.0	2.1	226.79	90.72%
0.12	2	93.6	3.1	241.4	2.1	253.50	101.40%
0.15	3.25	159.7	5.3	271.2	2.1	169.39	67.76%
0.25	5	121.8	2.9	336.0	2.1	141.12	56.45%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

Los mayores espesores de losa presentan rendimientos significativamente menores, alcanzando solo 56.45% en losas de 0.25 m, mientras que espesores delgados (0.10–0.12 m) se aproximan al estándar CAPECO con valores superiores al 90%.

Tabla 75

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo al espesor de losa de la cisterna

Espesor de losa (m)	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero	
						Promedio de Rendimiento ajustado (kg/día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
0.10	3.00	81.06	2.25	317.62	2.10	230.12	92.05%
0.12	3.00	89.10	2.20	323.99	2.10	226.79	90.72%
0.15	2.57	158.90	6.44	206.18	2.10	160.80	64.32%
0.20	4.33	222.18	5.30	341.14	2.10	164.54	65.81%
0.25	5.00	121.80	2.90	336.00	2.10	141.12	56.45%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

Las cisternas ubicadas al inicio muestran el mejor desempeño relativo (87.82%), mientras que las ubicadas al fondo reducen el rendimiento a 66.96%, evidenciando el efecto negativo del acceso y la logística interna en la productividad del acero.

Tabla 76

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la ubicación de la cisterna

Ubicación de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero	
						Promedio de Rendimiento ajustado (kg/día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Inicio	3.00	89.10	2.28	313.65	2.10	219.55	87.82%
Centro	4.50	123.24	2.55	384.91	2.10	182.34	72.93%
Fondo	2.57	129.72	5.51	202.82	2.10	167.40	66.96%
Tras la parte frontal de la vivienda	3.00	244.92	7.25	270.16	2.10	189.11	75.64%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

El rendimiento disminuye conforme aumenta la distancia de transporte, alcanzando solo 46.13% a 11.00 m, mientras que distancias cortas (5.00 m) permiten superar el estándar con 101.40%, confirmando su influencia en el acarreo.

Tabla 77

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la distancia de transporte de los materiales de la cisterna

Distancia de transporte (m)	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero	
						Rendimiento ajustado (kg/día)	Porcentaje respecto a CAPECO
1.20	3.00	89.10	2.35	303.31	2.10	212.31	84.93%
2.50	3.00	244.92	7.25	270.16	2.10	189.11	75.64%
3.00	4.33	86.31	1.90	374.53	2.10	184.87	73.95%
4.00	3.00	89.10	2.20	323.99	2.10	226.79	90.72%
5.00	2.00	93.56	3.10	241.43	2.10	253.50	101.40%
8.00	5.00	234.03	4.50	416.05	2.10	174.74	69.90%
11.00	2.00	96.14	7.00	109.83	2.10	115.32	46.13%
12.00	4.00	216.26	5.70	303.69	2.10	159.43	63.77%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

Una mayor disponibilidad de espacio mejora el rendimiento relativo (82.59%), mientras que espacios regulares reducen la productividad hasta 56.45%, evidenciando que la congestión limita la correcta habilitación y colocación del acero.

Tabla 78

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la habilitación y colocación de acero de acuerdo a la disponibilidad de espacio de la cisterna

Disponibilidad de espacio	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ² /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero	
						Promedio de Rendimiento ajustado (kg/día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Bastante	3.00	154.91	4.40	272.56	2.10	206.47	82.59%
Regular	5.00	121.80	2.90	336.00	2.10	141.12	56.45%
Poco	3.09	142.96	4.96	270.08	2.10	176.42	70.57%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

El rendimiento relativo disminuye al aumentar el diámetro del acero, pasando de 86.35% en barras de 3/8” a 63.72 % en 5/8”, debido al mayor peso, rigidez y tiempo requerido para el armado.

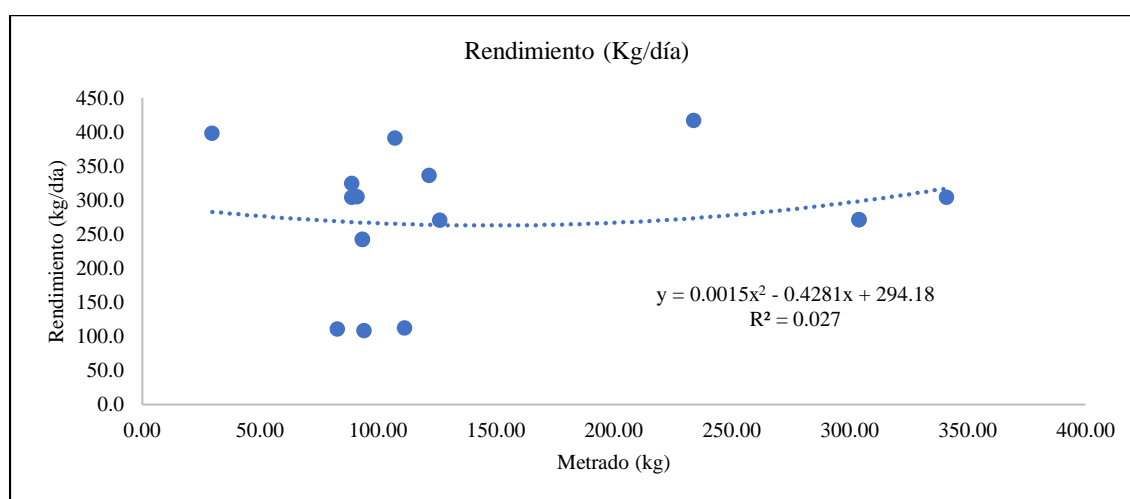
Tabla 79

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO de acuerdo al diámetro de acero utilizado en la habilitación y colocación de acero de la cisterna

Diámetro de acero	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (kg)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m2/día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Acero Rendimiento ajustado (kg/día)	Acero Porcentaje respecto a CAPECO
3/8	3.33	69.33	1.72	341.51	2.1	215.88	86.35%
1/2	3.08	147.06	5.08	255.77	2.1	175.06	70.02%
5/8	4	341.33	9.00	303.41	2.1	159.29	63.72%
Total	3.19	144.62	4.69375	274.82	2.10	181.73	72.69%

Figura 61

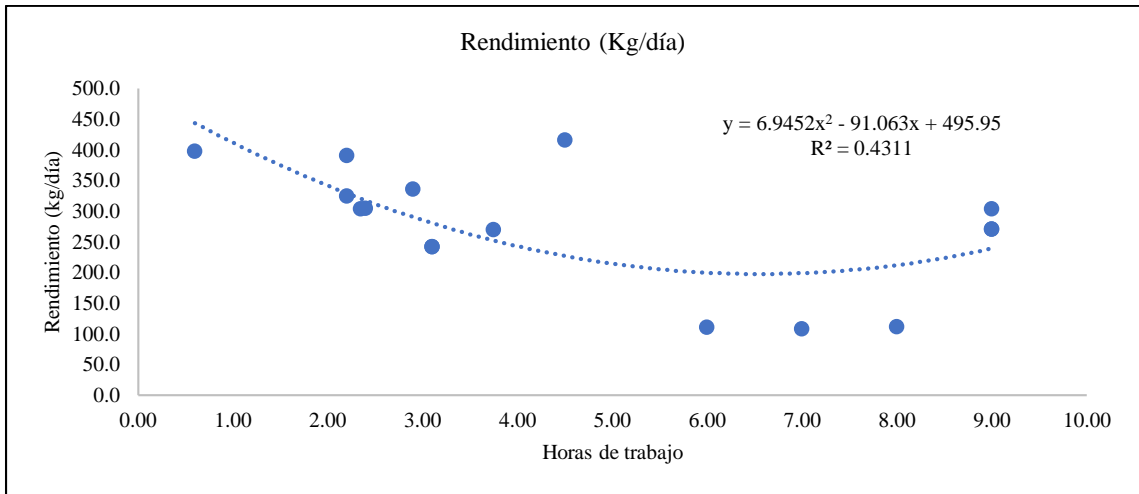
Relación entre el metrado y el rendimiento de la mano de obra en la habilitación y colocación de acero de cisternas



Nota. El coeficiente de determinación $R^2 = 0.027$ indica una relación prácticamente inexistente entre el metrado de acero (kg) y el rendimiento (kg/día), evidenciando que la variabilidad del rendimiento no es explicada por la cantidad de acero habilitado, sino por otros factores operativos como organización de cuadrilla, método de trabajo o condiciones del entorno.

Figura 62

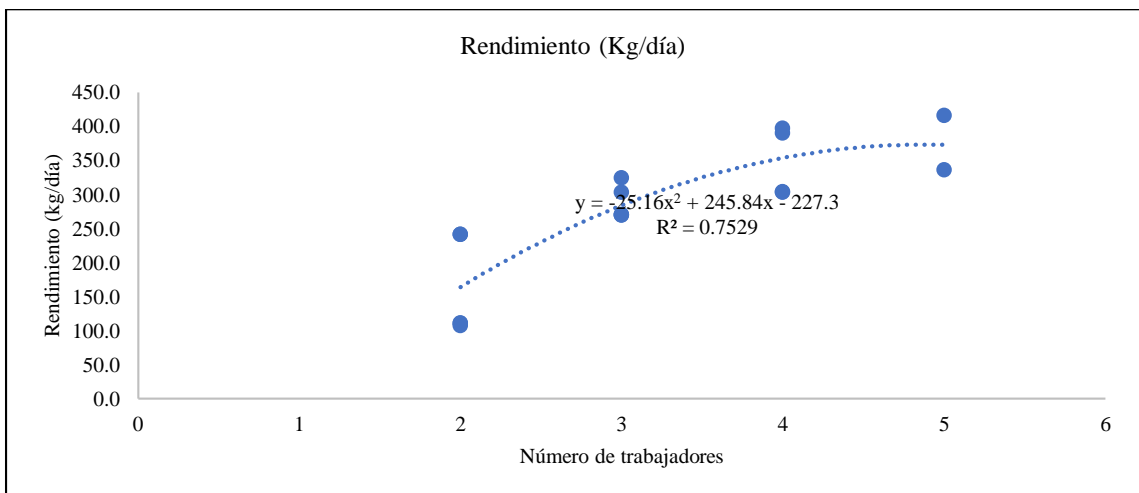
Relación entre las horas de trabajo y el rendimiento de la mano de obra en la habilitación y colocación de acero de cisternas



Nota. El valor $R^2 = 0.4311$ muestra una relación moderada entre las horas de trabajo y el rendimiento, lo que indica que el tiempo de ejecución explica parcialmente la variación del rendimiento, aunque aún existe una proporción importante atribuible a factores adicionales como eficiencia individual y logística.

Figura 63

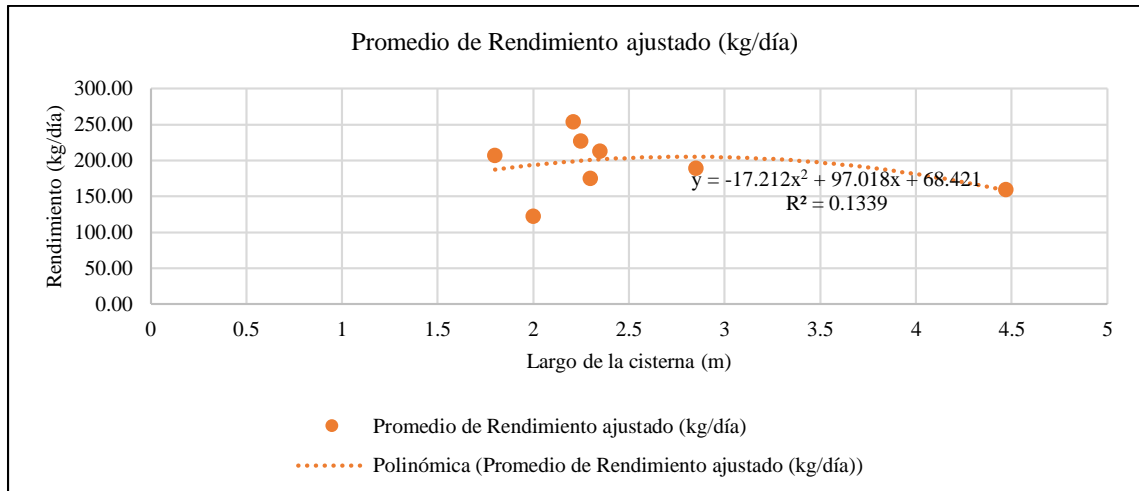
Relación entre el número de trabajadores y el rendimiento de la mano de obra en la habilitación y colocación de acero de cisternas



Nota. El coeficiente $R^2 = 0.7529$ evidencia una relación fuerte entre el número de trabajadores y el rendimiento, indicando que el incremento de la cuadrilla tiene una influencia significativa en el aumento del rendimiento diario, especialmente en configuraciones de trabajo colaborativo.

Figura 64

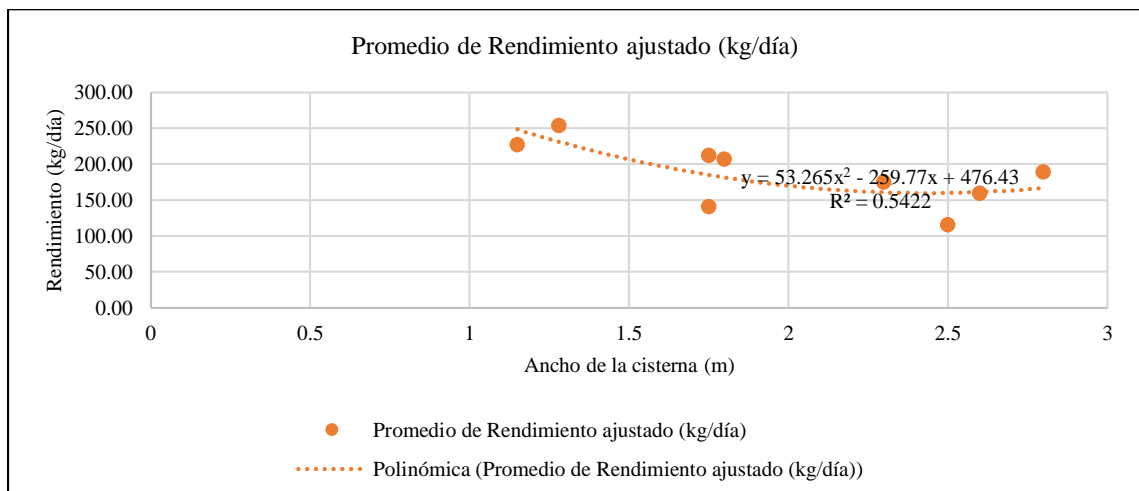
Relación entre la longitud de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero



Nota. El valor $R^2 = 0.1339$ indica una relación débil entre el largo de la cisterna y el rendimiento ajustado, lo que sugiere que esta dimensión geométrica tiene poca incidencia directa sobre la productividad del acero.

Figura 65

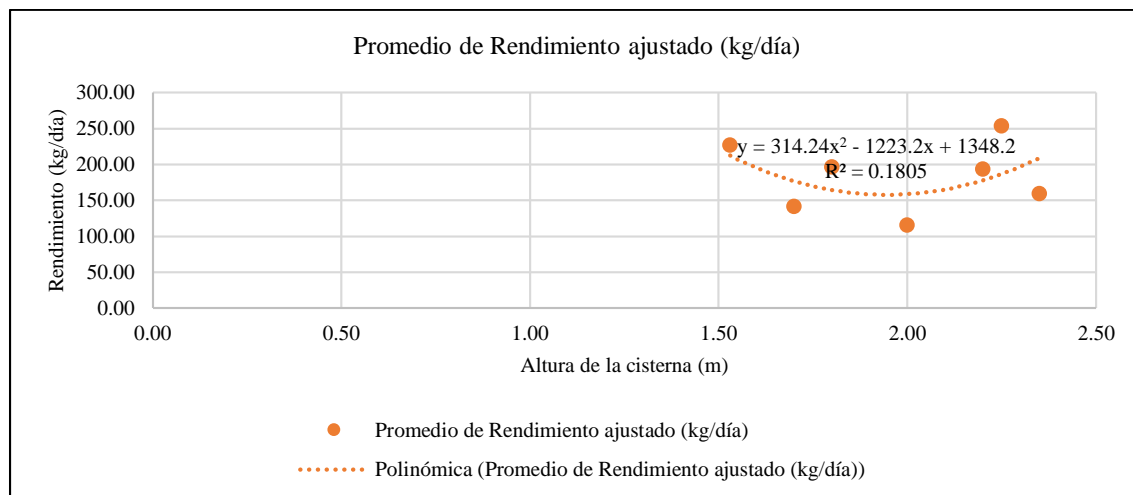
Relación entre el ancho de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero



Nota. El coeficiente $R^2 = 0.5422$ muestra una relación moderada, indicando que el ancho de la cisterna influye de manera apreciable en el rendimiento, posiblemente por facilitar la maniobrabilidad y el armado del acero.

Figura 66

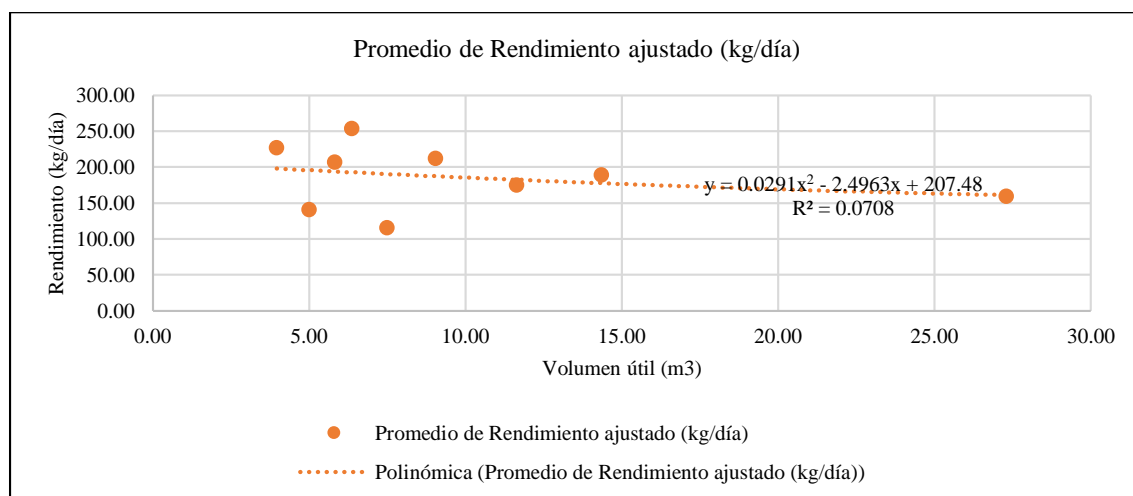
Relación entre la altura de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero



Nota. El valor $R^2 = 0.1805$ evidencia una relación débil entre la altura de la cisterna y el rendimiento ajustado, lo que indica que esta variable geométrica no explica de forma significativa la variación del rendimiento.

Figura 67

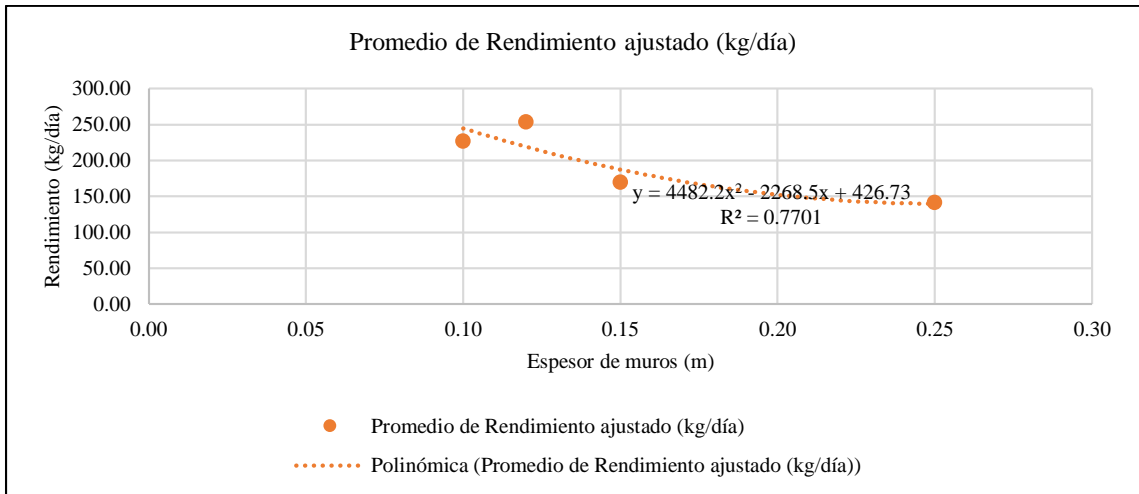
Relación entre el volumen útil de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero



Nota. El coeficiente $R^2 = 0.0708$ confirma una relación muy baja entre el volumen útil y el rendimiento, mostrando que el tamaño volumétrico de la cisterna no es un factor determinante en la productividad del acero.

Figura 68

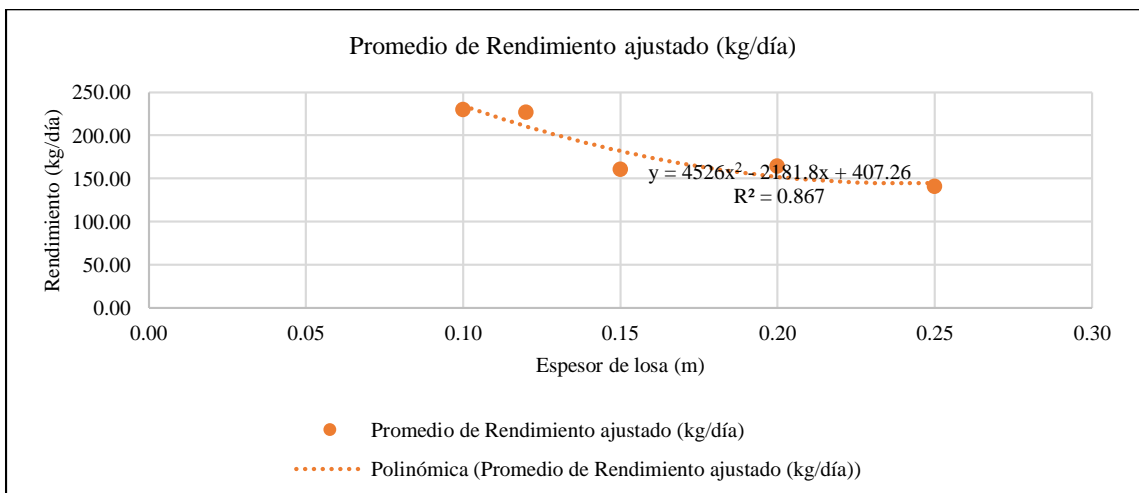
Relación entre espesor de muros y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero



Nota. El valor $R^2 = 0.7701$ indica una relación fuerte, evidenciando que el espesor de muros influye significativamente en el rendimiento, debido al incremento de complejidad y cantidad de acero a habilitar.

Figura 69

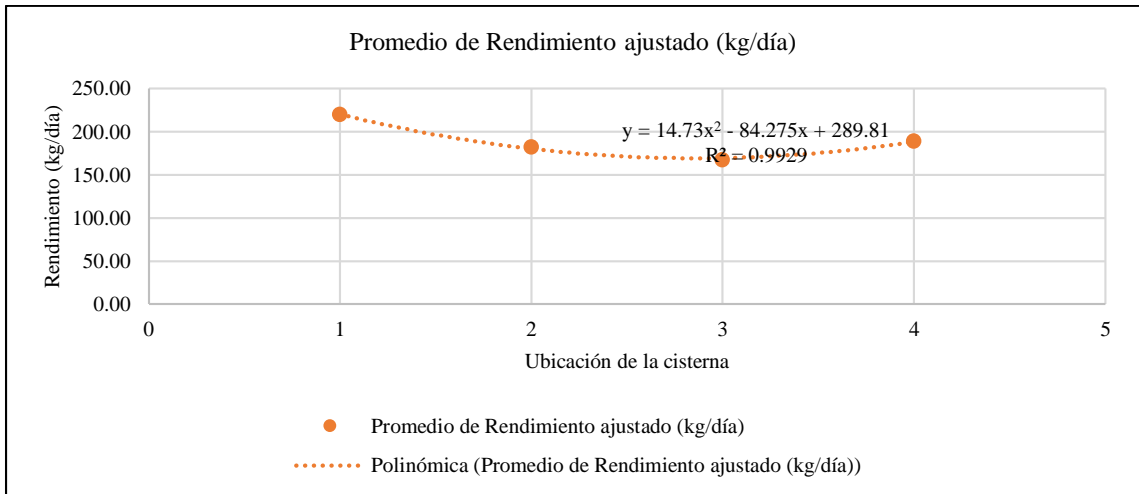
Relación entre espesor de losas y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero



Nota. El coeficiente $R^2 = 0.867$ muestra una relación muy fuerte entre el espesor de losa y el rendimiento, lo que confirma que el aumento del espesor impacta directamente en la productividad del acero.

Figura 70

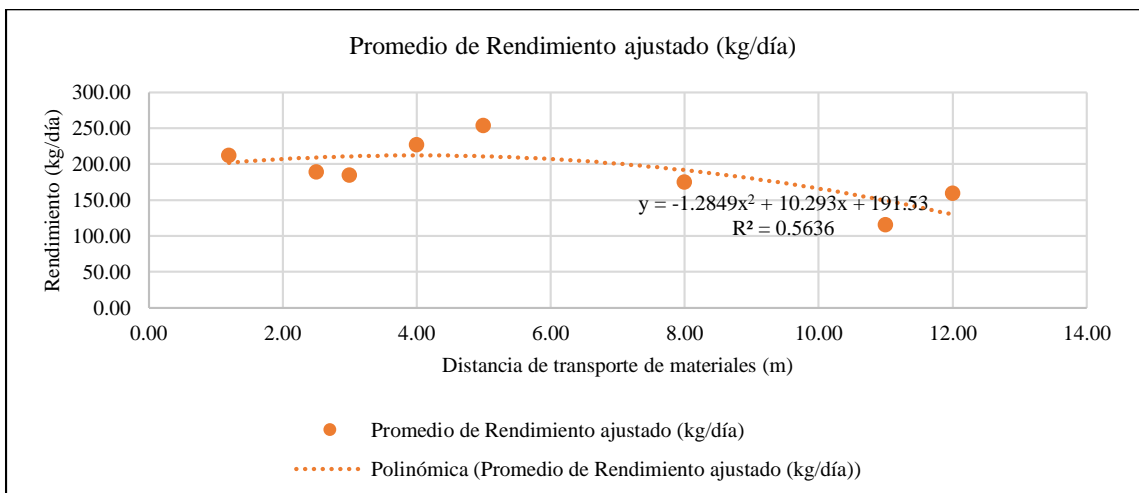
Relación entre ubicación de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero



Nota. El valor $R^2 = 0.9929$ representa una relación extremadamente fuerte, indicando que la ubicación de la cisterna explica casi la totalidad de la variabilidad del rendimiento, asociada principalmente a accesibilidad y condiciones de trabajo.

Figura 71

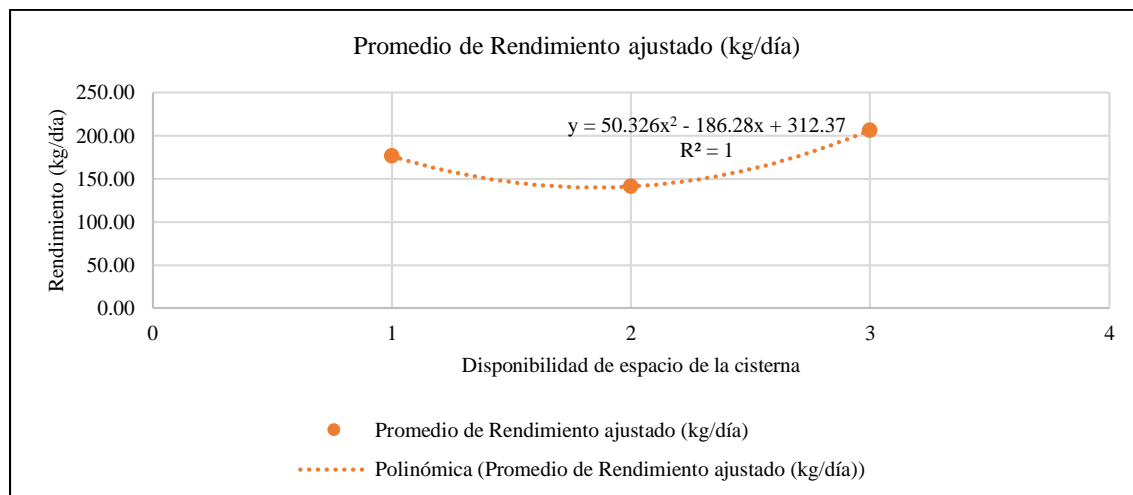
Relación entre la distancia de transporte de materiales y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero



Nota. La relación entre la distancia de transporte de materiales y el rendimiento ajustado es moderada, con coeficiente de determinación $R^2 = 0.5636$, lo que indica que aproximadamente el 56.36% de la variabilidad del rendimiento puede explicarse por la distancia de transporte.

Figura 72

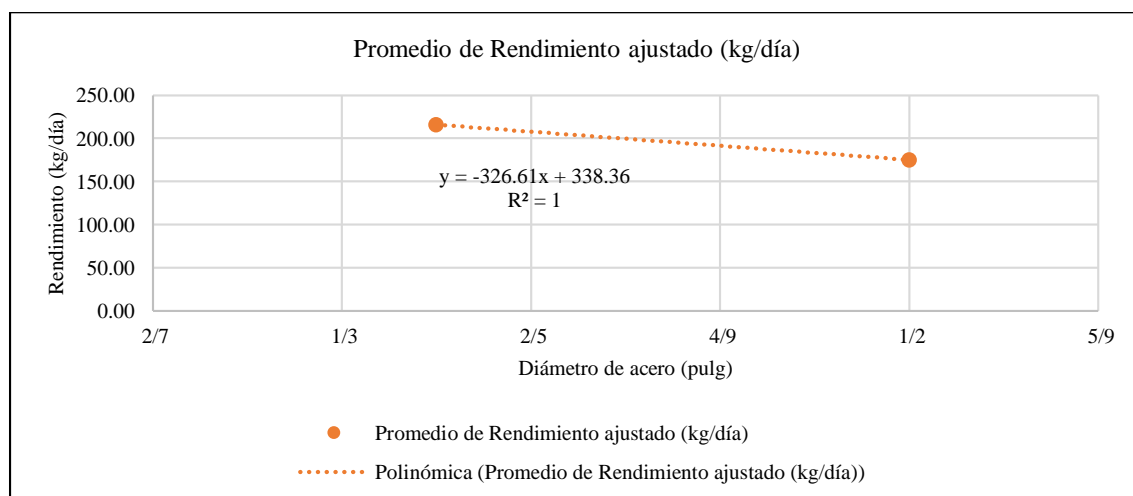
Relación entre la disponibilidad de espacio y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero



Nota. El coeficiente de determinación obtenido ($R^2 = 1.00$) indica que, dentro de la muestra analizada, el rendimiento ajustado aumenta conforme mejora la disponibilidad de espacio. No obstante, este valor elevado responde al reducido tamaño muestral.

Figura 73

Relación entre el diámetro de acero y el rendimiento ajustado según CAPECO en la habilitación y colocación de acero



Nota. El valor $R^2 = 1.00$ refleja una correspondencia total entre el diámetro del acero y el rendimiento ajustado en la muestra estudiada; sin embargo, este resultado está condicionado por el número reducido de observaciones.

d) Preparación y vaciado de concreto en cisternas

El rendimiento promedio ajustado total fue de 15.63 m³/día, lo que representa el 156.28% del estándar CAPECO (10.00 m³/día), evidenciando que, pese al uso de dosificaciones empíricas, la mano de obra en Chota presenta desempeño superior al referente de Lima, asociado a menores volúmenes por jornada y a una ejecución intensiva en cisternas de pequeña escala.

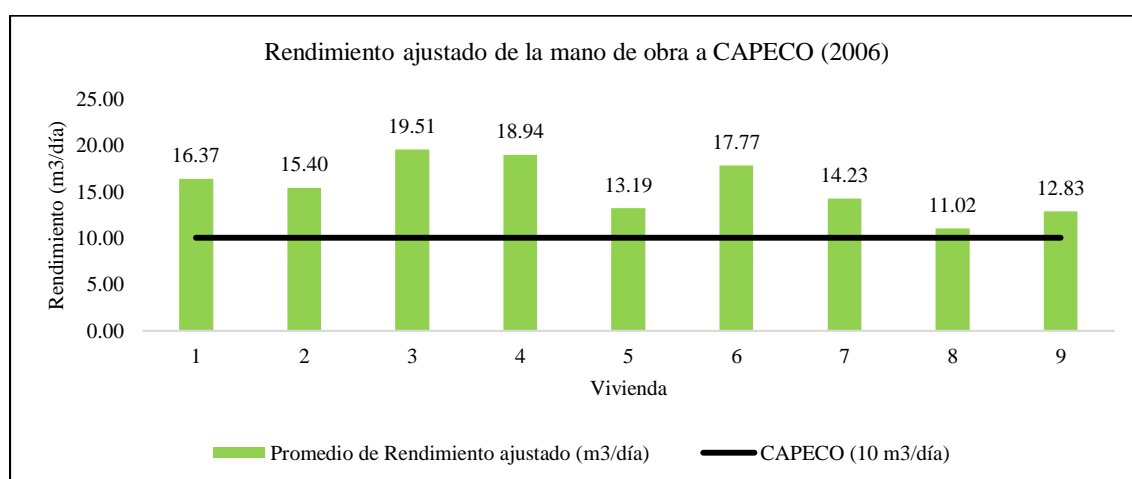
Tabla 80

Comparación del rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto en cisternas

Vivienda	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ³)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ³ /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto Promedio de Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto a CAPECO
1	2.5	1.96	5.375	2.69	15.20	16.37	163.69%
2	3	0.84	2.025	3.04	15.20	15.40	154.03%
3	4	3.86	6	5.13	15.20	19.51	195.09%
4	5	2.10	2.65	6.15	15.20	18.94	189.37%
5	4	1.11	2.125	3.46	15.20	13.19	131.88%
6	4.5	1.79	2.35	5.25	15.20	17.77	177.73%
7	4	1.20	2.55	3.74	15.20	14.23	142.28%
8	3	1.65	5.75	2.17	15.20	11.02	110.20%
9	5	4.06	7.7	4.22	15.20	12.83	128.31%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

Figura 74

Comparación del rendimiento de la mano de obra en concreto en cisternas



Los rendimientos individuales variaron entre 1.74 y 6.99 m³/día, observándose que incrementos en el número de trabajadores y en el metrado ejecutado por jornada tienden a mejorar el rendimiento, aunque con dispersión atribuible a condiciones operativas y a la falta de estandarización en las mezclas de concreto.

Tabla 81

Rendimiento de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto en cisternas

Vivienda	Número de trabajadores	Metrado	Horas de trabajo	Rendimiento (m ³ /día)	Número de trabajadores de acuerdo con CAPECO	Rendimiento (m ³ /día)
1	2	0.81	3.00	2.173	15.2	16.51
1	3	3.10	7.75	3.202	15.2	16.22
2	2	0.37	1.45	2.023	15.2	15.37
2	4	1.32	2.60	4.062	15.2	15.43
3	4	2.54	4.00	5.082	15.2	19.31
3	4	5.19	8.00	5.186	15.2	19.71
4	4	1.33	2.00	5.310	15.2	20.18
4	6	2.88	3.30	6.985	15.2	17.70
5	6	1.94	3.00	5.184	15.2	13.13
5	2	0.27	1.25	1.742	15.2	13.24
6	3	0.53	1.20	3.527	15.2	17.87
6	6	3.05	3.50	6.978	15.2	17.68
7	4	1.84	3.90	3.764	15.2	14.30
7	4	0.56	1.20	3.724	15.2	14.15
8	3	0.72	3.00	1.916	15.2	9.71
8	3	2.59	8.5	2.434	15.2	12.33
9	5	4.06	7.7	4.221	15.2	12.83
CAPECO (2006)						10.00

Las cisternas de forma regular alcanzaron un rendimiento ajustado de 16.24 m³/día (162.43 % CAPECO), superior al de cisternas irregulares (11.02 m³/día; 110.20 %), indicando que la regularidad geométrica facilita el vaciado y la continuidad del proceso constructivo.

Tabla 82

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la forma de la cisterna

Forma de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ³)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ³ /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto Promedio de Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto a CAPECO
Irregular	3.00	1.65	5.75	2.17	15.20	11.02	110.20%
Regular	3.93	1.99	3.59	4.21	15.20	16.24	162.43%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

Se observa un incremento progresivo del rendimiento ajustado conforme aumenta la longitud de la cisterna, alcanzando valores máximos de 19.51 m³/día (195.09%) en longitudes mayores, lo que sugiere economías operativas por mayor volumen continuo de vaciado.

Tabla 83

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la longitud de la cisterna

Largo (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ³)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ³ /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto Promedio de Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto a CAPECO
1.8	4.00	1.11	2.13	3.46	15.20	13.19	131.88%
2	3.67	2.46	6.40	2.86	15.20	11.62	116.24%
2.21	4.00	1.20	2.55	3.74	15.20	14.23	142.28%
2.25	3.00	0.84	2.03	3.04	15.20	15.40	154.03%
2.3	4.50	1.79	2.35	5.25	15.20	17.77	177.73%
2.35	2.50	1.96	5.38	2.69	15.20	16.37	163.69%
2.85	5.00	2.10	2.65	6.15	15.20	18.94	189.37%
4.47	4.00	3.86	6.00	5.13	15.20	19.51	195.09%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

Los mayores rendimientos ajustados se registraron en anchos entre 2.6 y 2.8 m, con valores de hasta 19.51 m³/día (195.09%), mientras que anchos menores presentaron rendimientos inferiores, evidenciando que mayores secciones favorecen la eficiencia del vaciado.

Tabla 84

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo al ancho de la cisterna

Ancho (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ³)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ³ /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto	
						Promedio de Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto a CAPECO
1.15	3.00	0.84	2.03	3.04	15.20	15.40	154.03%
1.28	4.00	1.20	2.55	3.74	15.20	14.23	142.28%
1.75	2.50	1.96	5.38	2.69	15.20	16.37	163.69%
1.75	5.00	4.06	7.70	4.22	15.20	12.83	128.31%
1.8	4.00	1.11	2.13	3.46	15.20	13.19	131.88%
2.3	4.50	1.79	2.35	5.25	15.20	17.77	177.73%
2.5	3.00	1.65	5.75	2.17	15.20	11.02	110.20%
2.6	4.00	3.86	6.00	5.13	15.20	19.51	195.09%
2.8	5.00	2.10	2.65	6.15	15.20	18.94	189.37%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

Las cisternas con alturas entre 2.20 y 2.35 m alcanzaron los mayores rendimientos ajustados, hasta 19.51 m³/día (195.09%), indicando que alturas intermedias permiten una mejor organización del vaciado sin penalizar la productividad.

Tabla 85

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la altura de la cisterna

Altura (m) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ³)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ³ /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto	
						Promedio de Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto a CAPECO
1.53	3.00	0.84	2.03	3.04	15.20	15.40	154.03%
1.70	5.00	4.06	7.70	4.22	15.20	12.83	128.31%
1.80	4.50	1.61	2.39	4.81	15.20	16.06	160.62%
2.00	3.00	1.65	5.75	2.17	15.20	11.02	110.20%
2.20	3.50	1.87	3.86	3.97	15.20	17.07	170.71%
2.25	4.00	1.20	2.55	3.74	15.20	14.23	142.28%
2.35	4.00	3.86	6.00	5.13	15.20	19.51	195.09%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

El rendimiento ajustado aumenta con el volumen útil de la cisterna, alcanzando valores máximos en volúmenes superiores a 14.36 m³, lo que confirma que mayores volúmenes continuos optimizan el uso de la mano de obra durante el vaciado.

Tabla 86

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo al volumen útil de la cisterna

Volumen útil (m ³) de la cisterna	Promedio de Cuadrilla	Promedio de	Promedio	Promedio de	Cuadrilla	Concreto	
	(Número de trabajadores)	Metrado (m ³)	de Horas de trabajo	Rendimiento (m ³ /día)	(Número de trabajadores)	Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto a CAPECO
3.96	3.00	0.84	2.03	3.04	15.20	15.40	154.03%
5.00	5.00	4.06	7.70	4.22	15.20	12.83	128.31%
5.83	4.00	1.11	2.13	3.46	15.20	13.19	131.88%
6.36	4.00	1.20	2.55	3.74	15.20	14.23	142.28%
7.50	3.00	1.65	5.75	2.17	15.20	11.02	110.20%
9.05	2.50	1.96	5.38	2.69	15.20	16.37	163.69%
11.64	4.50	1.79	2.35	5.25	15.20	17.77	177.73%
14.36	5.00	2.10	2.65	6.15	15.20	18.94	189.37%
27.31	4.00	3.86	6.00	5.13	15.20	19.51	195.09%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

Las cisternas ubicadas tras la parte frontal de la vivienda presentaron el mayor rendimiento ajustado (18.94 m³/día; 189.37%), evidenciando que una ubicación favorable reduce interferencias y facilita el suministro de materiales durante el vaciado.

Tabla 87

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la ubicación de la cisterna

Ubicación de la cisterna	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m3)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m3/día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto	
						Promedio de Rendimiento ajustado (m3/día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Inicio	2.75	1.40	3.70	2.86	15.20	15.89	158.86%
Centro	4.40	1.97	3.33	4.33	15.20	14.95	149.50%
Fondo	3.67	2.24	4.77	3.68	15.20	14.92	149.19%
Tras la parte frontal de la vivienda	5.00	2.10	2.65	6.15	15.20	18.94	189.37%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

Los mayores rendimientos se registraron en muros de 0.15 m, con 16.13 m³/día (161.33%), mientras que espesores mayores mostraron ligeras reducciones, asociadas a mayores tiempos de colocación y compactación del concreto.

Tabla 88

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo al espesor de muros de la cisterna

Espesor de muros (m)	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m3)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m3/día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto	
						Promedio de Rendimiento ajustado (m3/día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
0.10	3	0.8	2.0	3.0	15.2	15.40	154.03%
0.12	4	1.2	2.6	3.7	15.2	14.23	142.28%
0.15	3.83	2.1	4.0	4.1	15.2	16.13	161.33%
0.25	5	4.1	7.7	4.2	15.2	12.83	128.31%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

El rendimiento máximo se obtuvo en losas de 0.20 m, con 18.64 m³/día (186.41 %), indicando que espesores intermedios optimizan el equilibrio entre volumen colocado y esfuerzo operativo durante el vaciado.

Tabla 89

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo al espesor de losa de la cisterna

Espesor de losa (m)	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ³)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ³ /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto	
						Promedio de Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto a CAPECO
0.10	4.00	1.15	2.34	3.60	15.20	13.71	137.08%
0.12	3.00	0.84	2.03	3.04	15.20	15.40	154.03%
0.15	3.50	1.91	4.59	3.67	15.20	15.44	154.42%
0.20	4.25	2.83	4.18	5.19	15.20	18.64	186.41%
0.25	5.00	4.06	7.70	4.22	15.20	12.83	128.31%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

La distancia de transporte mostró una relación no lineal con el rendimiento; sin embargo, incluso a 12.00 m se alcanzaron rendimientos elevados (19.51 m³/día; 195.09%), lo que sugiere una adecuada adaptación operativa de las cuadrillas pese al incremento en desplazamientos.

Tabla 90

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la distancia de transporte de los materiales de la cisterna

Distancia de transporte de materiales (m)	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ³)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ³ /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto	
						Promedio de Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto a CAPECO
1.20	2.50	1.96	5.38	2.69	15.20	16.37	163.69%
2.50	5.00	2.10	2.65	6.15	15.20	18.94	189.37%
3.00	4.33	2.09	3.98	3.72	15.20	13.07	130.69%
4.00	3.00	0.84	2.03	3.04	15.20	15.40	154.03%
5.00	4.00	1.20	2.55	3.74	15.20	14.23	142.28%
8.00	4.50	1.79	2.35	5.25	15.20	17.77	177.73%
11.00	3.00	1.65	5.75	2.17	15.20	11.02	110.20%
12.00	4.00	3.86	6.00	5.13	15.20	19.51	195.09%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

La mayor disponibilidad de espacio generó el mejor rendimiento ajustado (16.87 m³/día; 168.68%), confirmando que espacios amplios facilitan la maniobrabilidad y continuidad del vaciado, mientras que espacios reducidos disminuyen la eficiencia.

Tabla 91

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO en la preparación y vaciado de concreto de acuerdo a la disponibilidad de espacio de la cisterna

Disponibilidad de espacio	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ³)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ³ /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto	
						Promedio de Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
Bastante	4.00	2.53	4.28	4.44	15.20	16.87	168.68%
Regular	5.00	4.06	7.70	4.22	15.20	12.83	128.31%
Poco	3.67	1.58	3.38	3.79	15.20	15.45	154.48%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

El concreto con f'c esperado de 210 kg/cm² presentó mayor rendimiento ajustado (16.49 m³/día; 164.87%) frente al de 175 kg/cm², lo que indica que, aunque las mezclas son empíricas, las percepciones de mayor resistencia no penalizaron la productividad.

Tabla 92

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO de acuerdo a la resistencia esperada en la preparación y vaciado de concreto de la cisterna

F'c del concreto	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ³)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ³ /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto	
						Promedio de Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto al rendimiento de CAPECO
175	3.67	2.46	6.40	2.86	15.2	11.62	116.24%
210	3.86	1.84	3.30	4.21	15.2	16.49	164.87%
Total	3.82	1.95	3.84	3.97	15.20	15.63	156.28%

La dosificación 1:4:4 alcanzó un rendimiento ajustado de 15.80 m³/día (158.03 %), superior a la dosificación 1:5:5, evidenciando que mezclas empíricas más ricas en cemento favorecen una colocación más rápida y continua durante el vaciado.

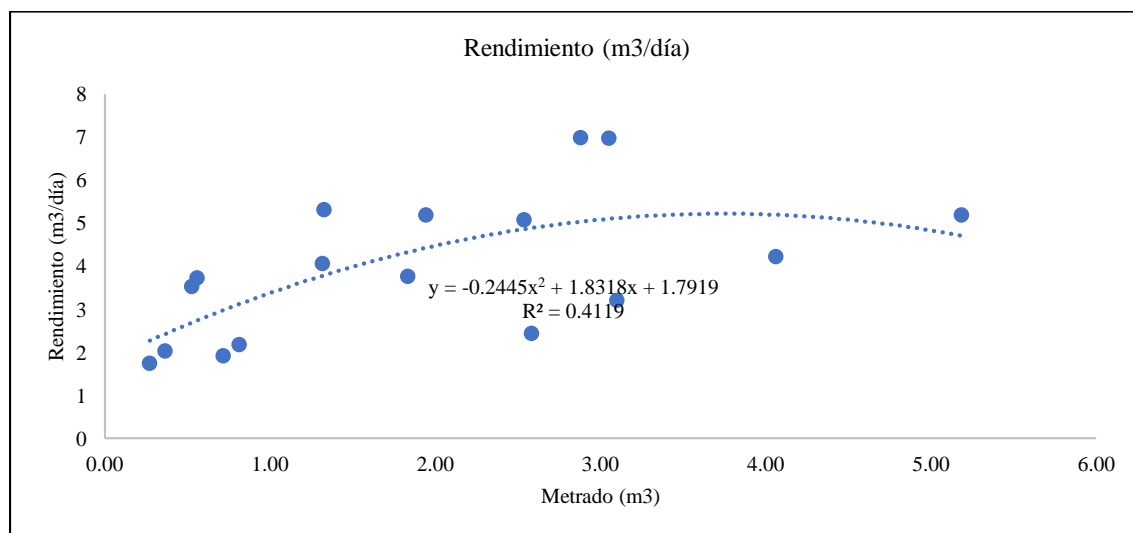
Tabla 93

Rendimiento de la mano de obra con los estándares de CAPECO de acuerdo a la dosificación de materiales en la preparación y vaciado de concreto de la cisterna

Dosificación	Promedio de Cuadrilla (Número de trabajadores)	Promedio de Metrado (m ³)	Promedio de Horas de trabajo	Promedio de Rendimiento (m ³ /día)	Cuadrilla CAPECO (Número de trabajadores)	Concreto Rendimiento ajustado (m ³ /día)	Porcentaje respecto a CAPECO
1 cemento, 4 latas de piedra, 4 latas de arena	3.75	1.81	3.60	3.96	15.2	15.80	158.03%
1 cemento, 5 latas de piedra, 5 latas de arena	5.00	4.06	7.70	4.22	15.2	12.83	128.31%
Total	3.82	1.95	3.8441176	3.97	15.20	15.63	156.28%

Figura 75

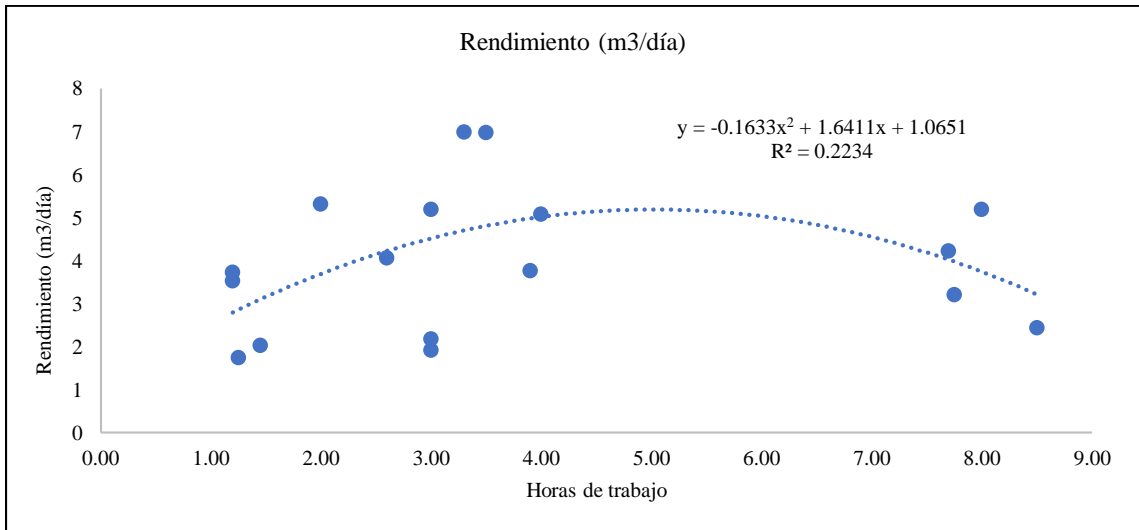
Relación entre el metrado y el rendimiento de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto de cisternas



Nota. El coeficiente de determinación $R^2 = 0.4119$ indica una relación moderada entre el metrado de concreto y el rendimiento diario. Esto evidencia que el volumen vaciado influye parcialmente en el rendimiento, aunque intervienen otros factores operativos como la cuadrilla, logística y método de colocación.

Figura 76

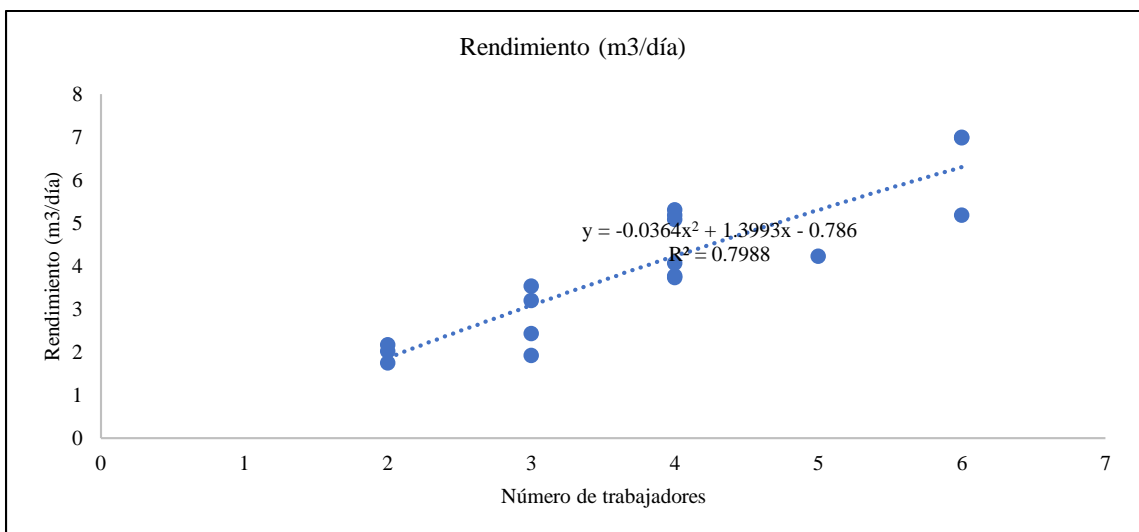
Relación entre las horas de trabajo y el rendimiento de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto de cisternas



Nota. $R^2 = 0.2234$ muestra relación débil, lo que indica que el incremento de horas trabajadas no garantiza un aumento proporcional del rendimiento diario, debido a tiempos improductivos y pausas operativas.

Figura 77

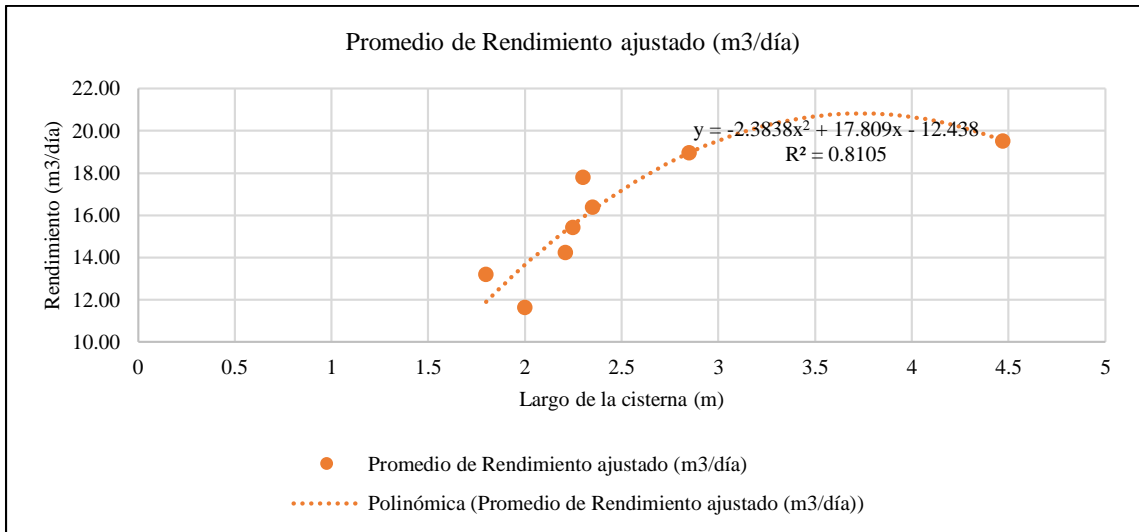
Relación entre el número de trabajadores y el rendimiento de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto de cisternas



Nota. Con $R^2 = 0.7988$, se evidencia una relación fuerte, indicando que el tamaño de la cuadrilla explica gran parte de la variabilidad del rendimiento. A mayor número de trabajadores, mayor producción diaria de concreto.

Figura 78

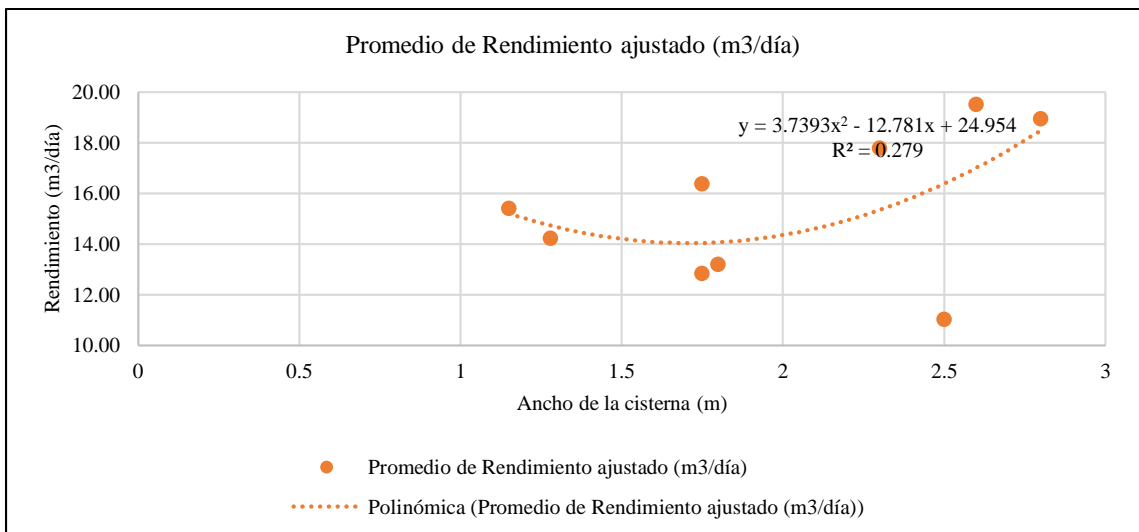
Relación entre la longitud de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto



Nota. El coeficiente $R^2 = 0.8105$ indica una relación fuerte, mostrando que cisternas de mayor longitud tienden a registrar mayores rendimientos ajustados, asociados a economías de escala en el vaciado.

Figura 79

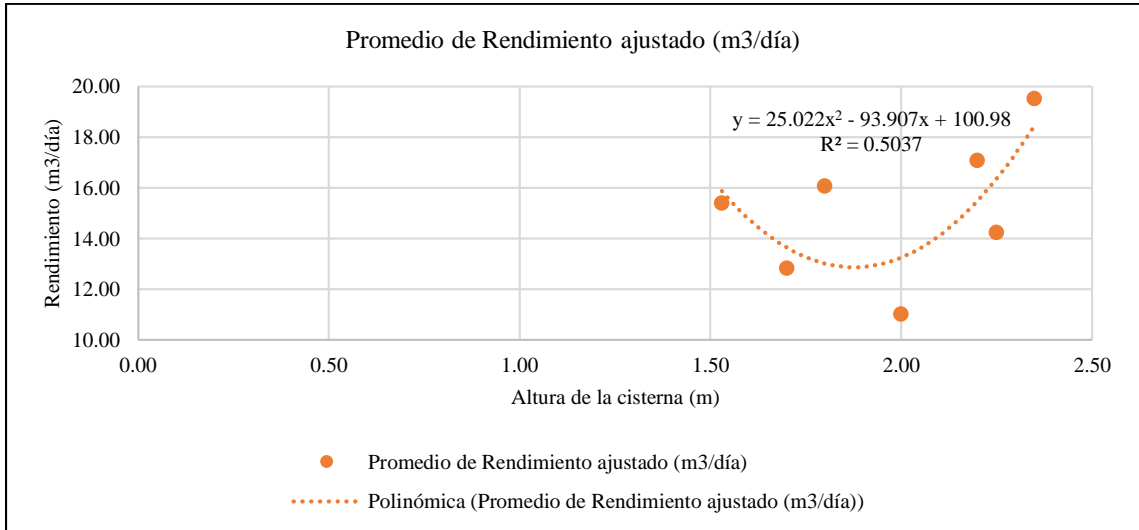
Relación entre el ancho de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto



Nota. El valor $R^2 = 0.279$ refleja una relación débil, por lo que el ancho de la cisterna no constituye un factor determinante del rendimiento ajustado en esta partida.

Figura 80

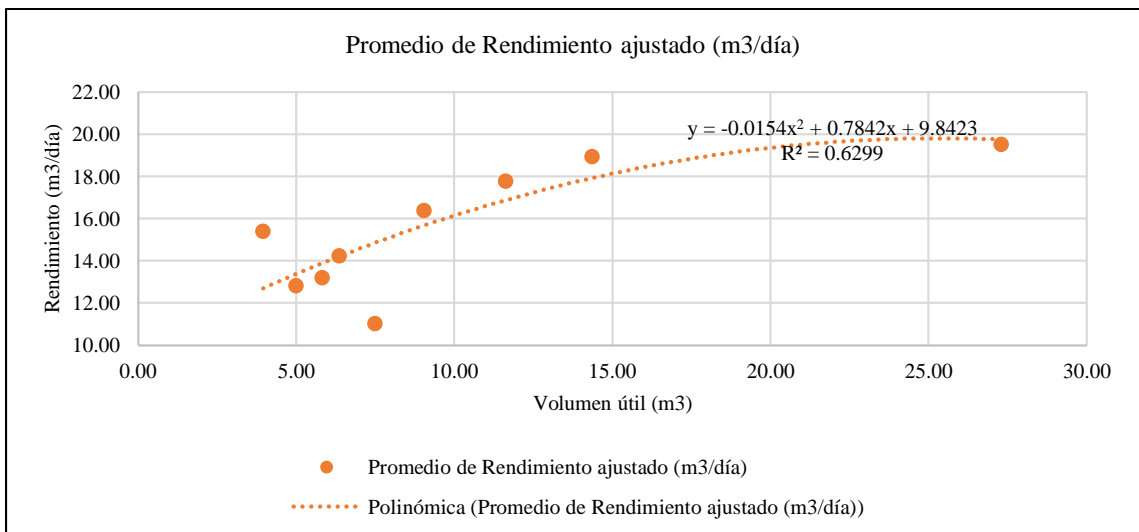
Relación entre la altura de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto



Nota. Con $R^2 = 0.5037$, se identifica una relación moderada, sugiriendo que alturas intermedias favorecen el rendimiento, mientras que alturas extremas reducen la eficiencia por mayor dificultad constructiva.

Figura 81

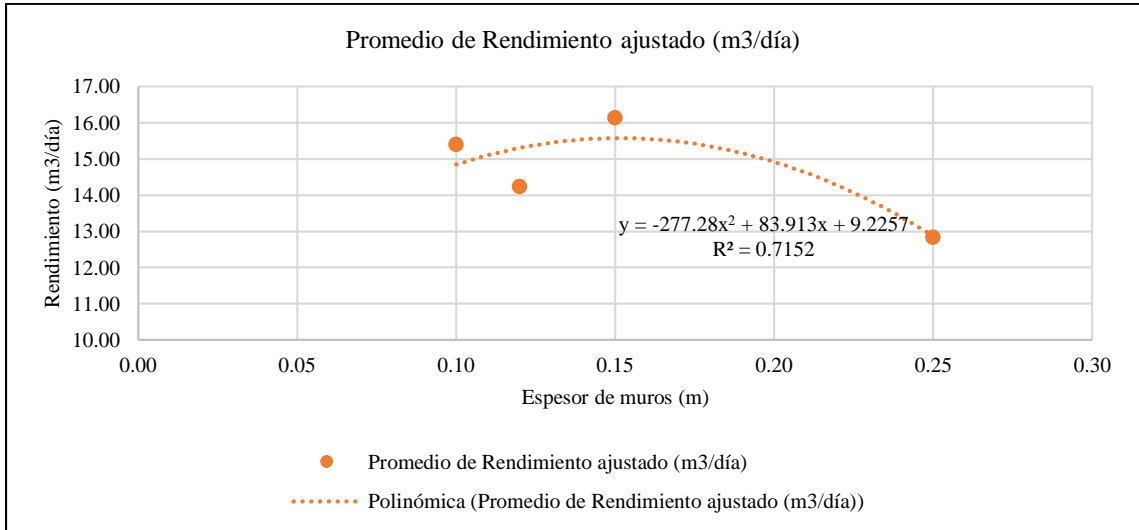
Relación entre el volumen útil de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto



Nota. El coeficiente $R^2 = 0.6299$ indica una relación moderada a fuerte, evidenciando que cisternas de mayor volumen útil presentan mayores rendimientos ajustados.

Figura 82

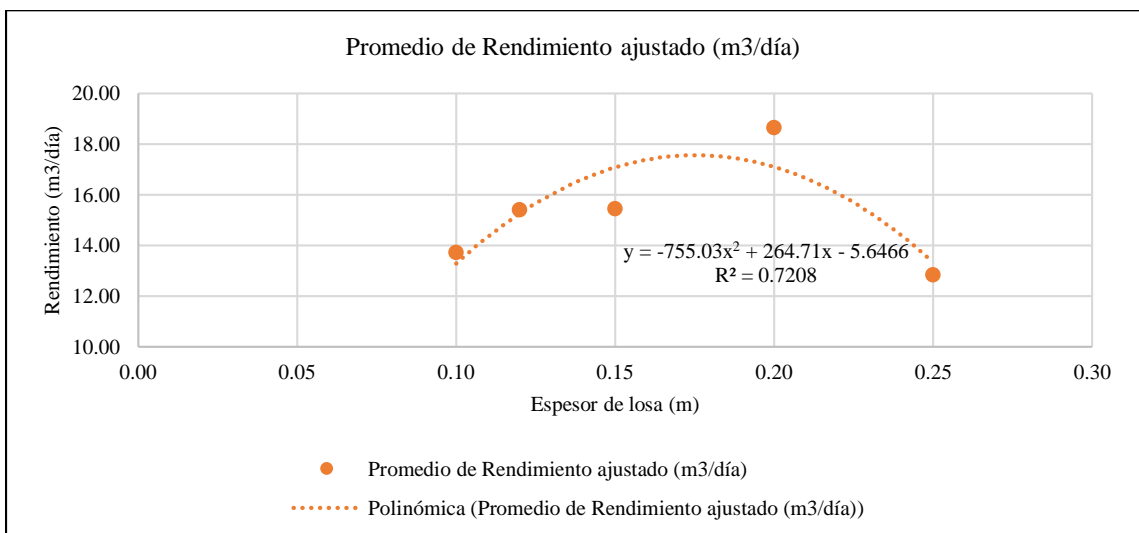
Relación entre el espesor de muros y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto



Nota. El valor $R^2 = 0.7152$ muestra una relación fuerte, indicando que el aumento del espesor de muros reduce el rendimiento ajustado debido al mayor volumen por unidad de avance y mayor esfuerzo de colocación.

Figura 83

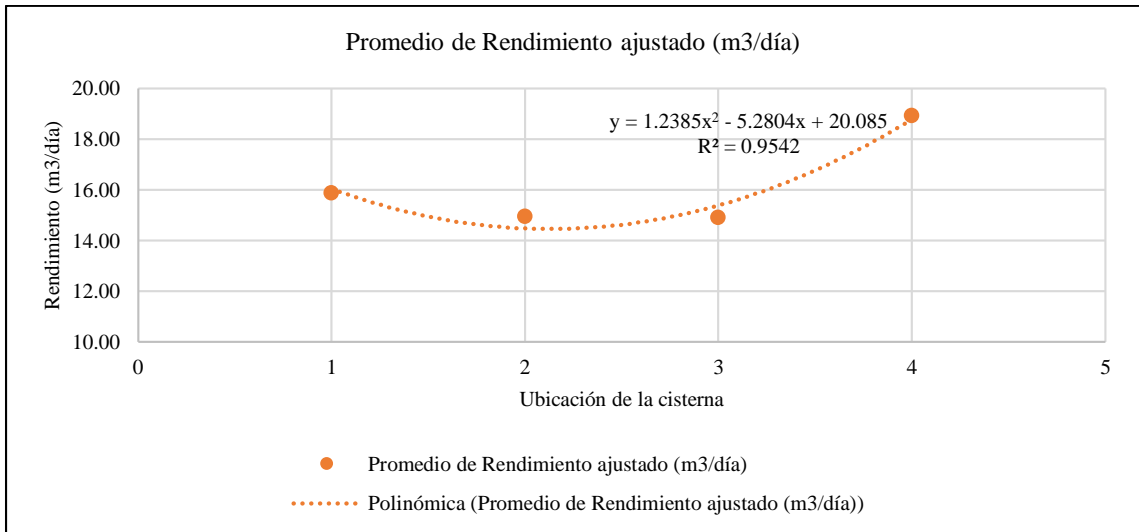
Relación entre el espesor de losa y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto



Nota. Con $R^2 = 0.7208$, existe una relación fuerte, donde espesores de losa intermedias maximizan el rendimiento, mientras que espesores mayores incrementan la complejidad del vaciado.

Figura 84

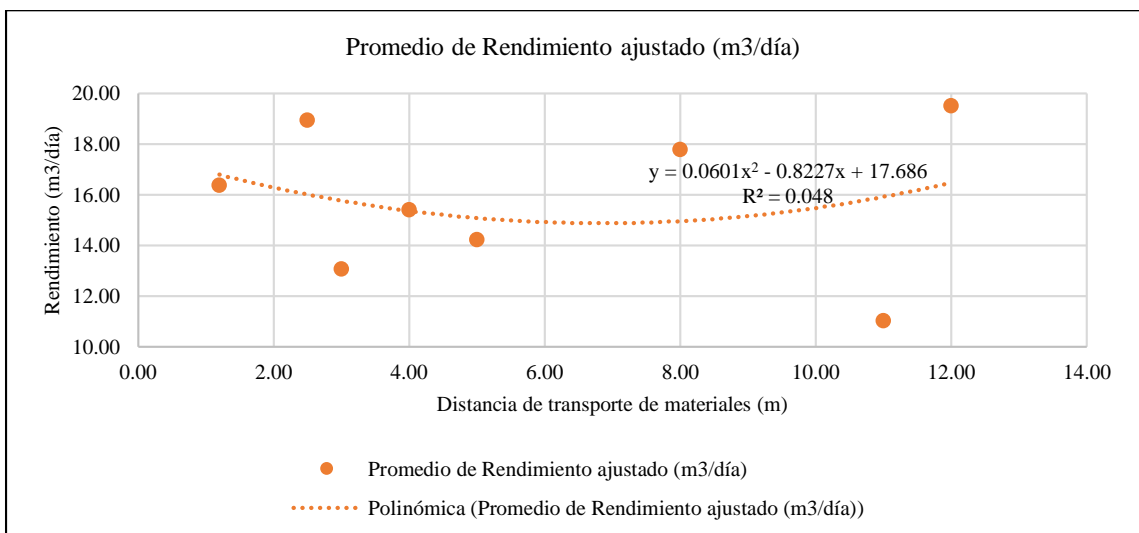
Relación entre la ubicación de la cisterna y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto



Nota. Donde 1 inicio, 2 centro, 3 fondo y 4 detrás de la parte frontal de la edificación. El coeficiente $R^2 = 0.9542$ evidencia una relación muy fuerte, demostrando que la ubicación de la cisterna es un factor crítico en el rendimiento, siendo las ubicadas tras la parte frontal de la vivienda las más eficientes.

Figura 85

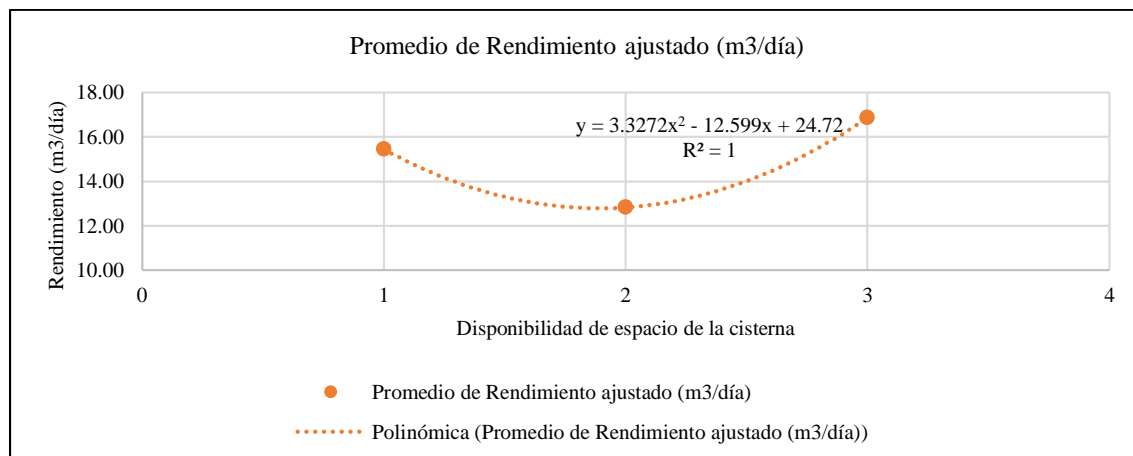
Relación entre la distancia de transporte de materiales y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto



Nota. La relación entre la distancia de transporte de materiales y el rendimiento ajustado es muy débil, con un coeficiente de determinación $R^2 = 0.048$.

Figura 86

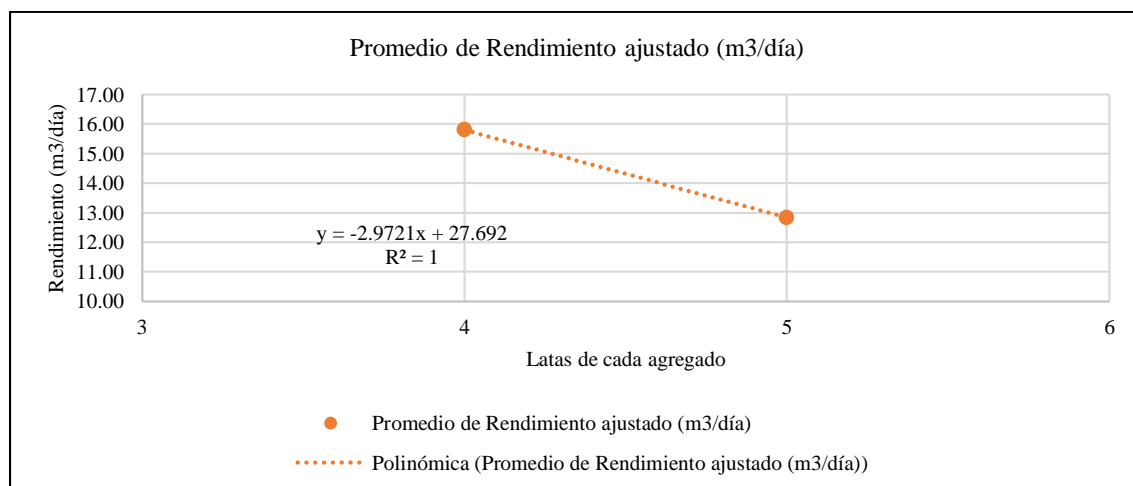
Relación entre la disponibilidad de espacio y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto



Nota. El coeficiente de determinación $R^2 = 1.00$ obtenido para la relación entre disponibilidad de espacio y rendimiento ajustado evidencia una asociación fuerte en la muestra analizada; sin embargo, dada la naturaleza categórica de la variable y el tamaño muestral limitado, este resultado no debe interpretarse como una relación perfecta ni extrapolarse como una ley general.

Figura 87

Relación entre las latas de cada agregado y el rendimiento ajustado según CAPECO en la preparación y vaciado de concreto



Nota. El valor $R^2 = 1.00$ indica que, para las dos configuraciones de dosificación evaluadas, el rendimiento ajustado varía de manera consistente dentro de la muestra. Este comportamiento responde a una relación determinística generada por un número reducido de alternativas de dosificación.

4.1.4. *Uso de los tiempos de producción en la ejecución de cisternas*

El uso de los tiempos de ejecución de cisternas evidencia que la habilitación y colocación de acero es la partida con mayor eficiencia productiva, al registrar el mayor tiempo productivo (51.40%) y el menor tiempo no contributorio (14.56); el desencofrado presenta también un desempeño favorable, con tiempo productivo de 47.33% y menor dependencia de actividades auxiliares; en contraste, el encofrado muestra el menor tiempo productivo (30.19%) y el mayor tiempo contributorio (46.56%), evidenciando una alta incidencia de actividades de apoyo que reducen la producción directa; por su parte, la preparación y vaciado de concreto presenta una distribución más equilibrada entre tiempo productivo (37.65%) y contributorio (39.39%), con un tiempo no contributorio relevante (22.96%).

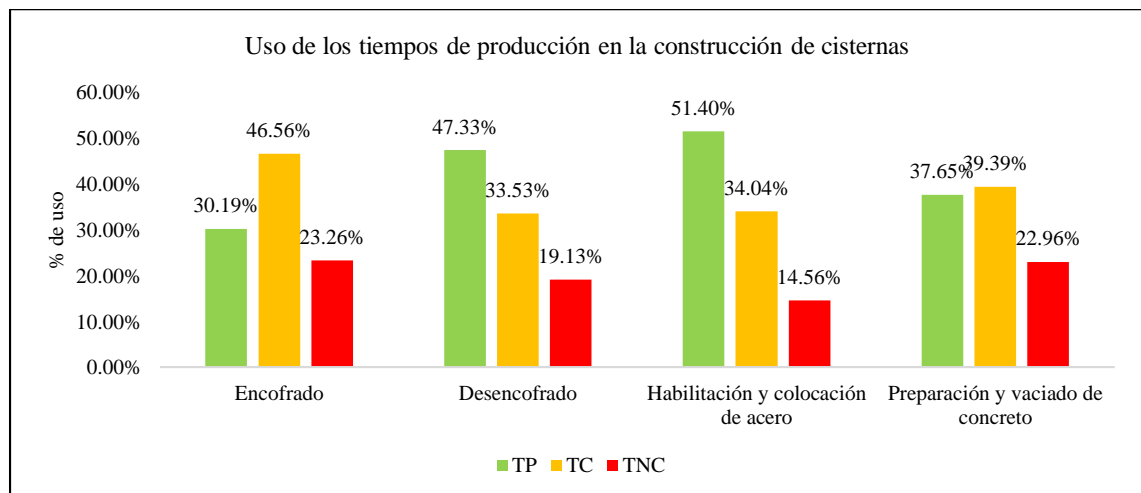
Tabla 94

Uso de los tiempos de producción en la construcción de cisternas

Partida	TP	TC	TNC
Encofrado	30.19%	46.56%	23.26%
Desencofrado	47.33%	33.53%	19.13%
Habilitación y colocación de acero	51.40%	34.04%	14.56%
Preparación y vaciado de concreto	37.65%	39.39%	22.96%

Figura 88

Uso de los tiempos de producción en la construcción de cisternas



a) Encofrado

Los resultados indican que, en la partida de encofrado, el tiempo contributorio (46.56%) predomina sobre el tiempo productivo (30.19%), lo que evidencia que una proporción significativa de la jornada se destina a actividades de apoyo como transporte de materiales, ajustes y preparación de elementos. El tiempo no contributorio alcanza un 23.26%, reflejando la presencia de esperas e ineficiencias operativas. El encofrado es una partida con alta dependencia de actividades auxiliares.

Tabla 95

Uso de los tiempos de ejecución por parte de la mano de obra en el encofrado de cisternas

Vivienda	TP	TC	TNC
1	22.71%	51.46%	25.83%
2	8.75%	59.03%	32.22%
3	37.97%	40.82%	21.20%
4	41.01%	44.49%	14.50%
5	27.10%	46.65%	26.25%
6	37.92%	43.85%	18.23%
7	51.35%	30.42%	18.23%
8	32.29%	39.17%	28.54%
9	12.57%	63.12%	24.31%
Promedio	30.19%	46.56%	23.26%

Figura 89

Resumen del uso de los tiempos de producción en el encofrado en cisternas.

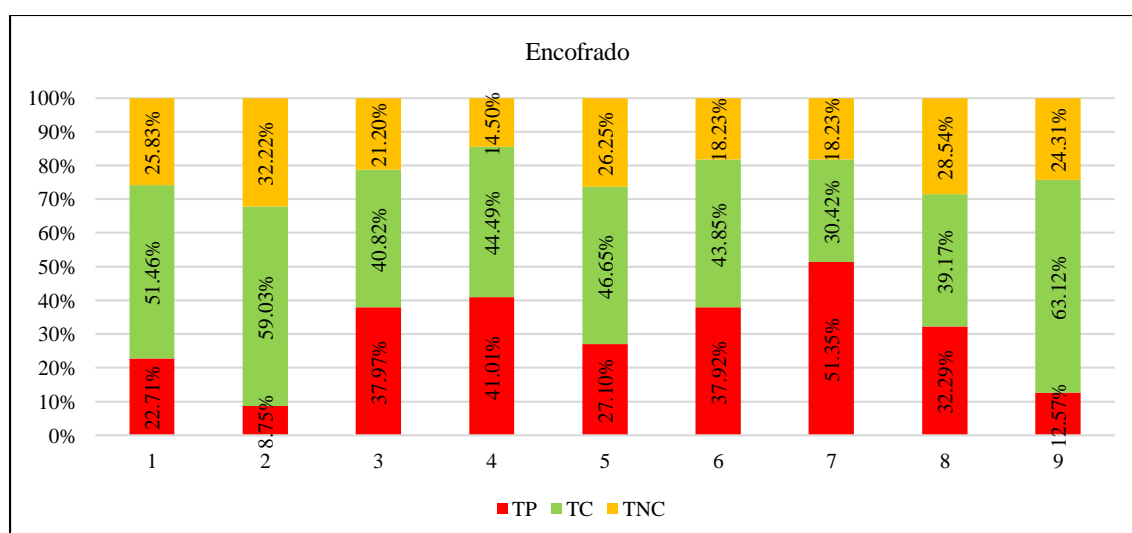


Figura 90

Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 1

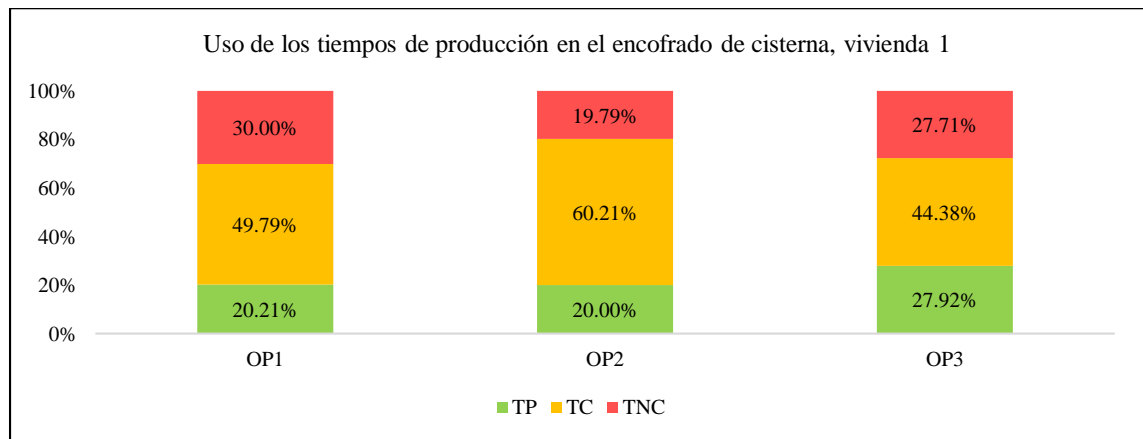


Figura 91

Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 2

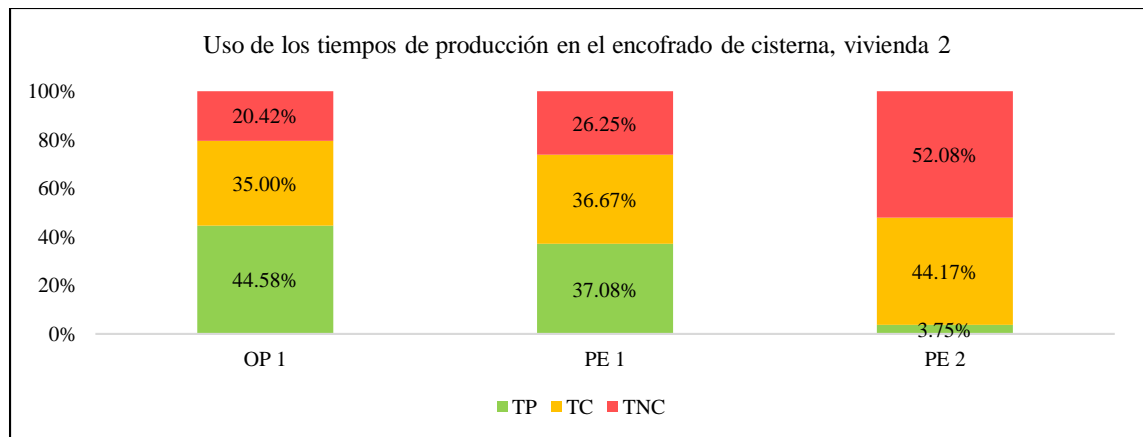


Figura 92

Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 3

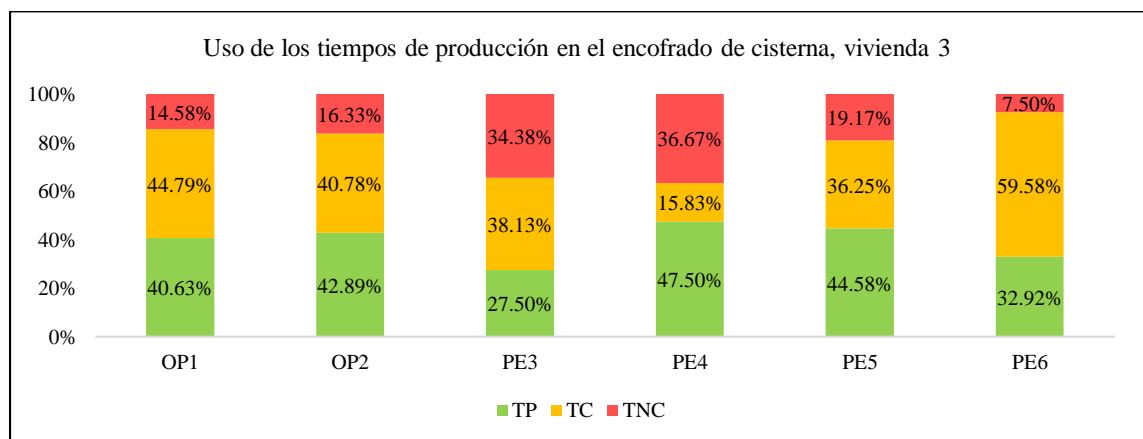


Figura 93

Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 4

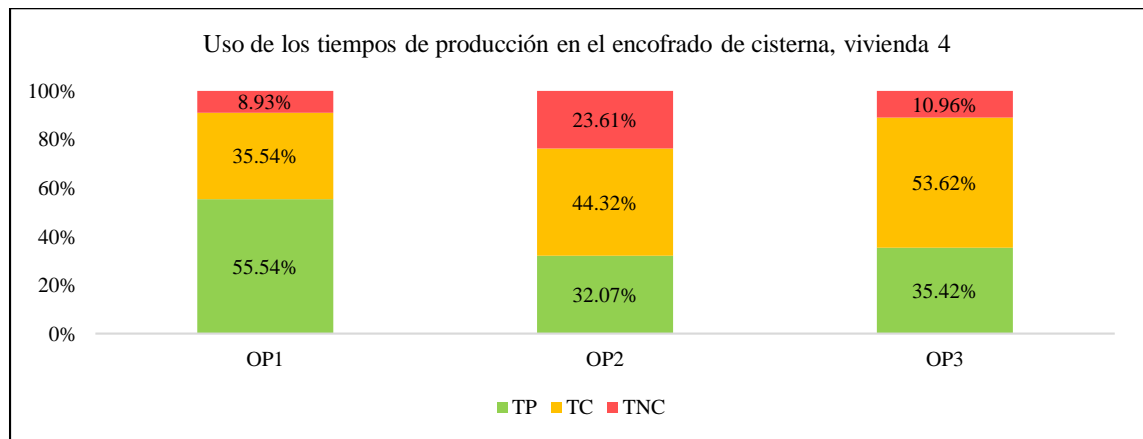


Figura 94

Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 5

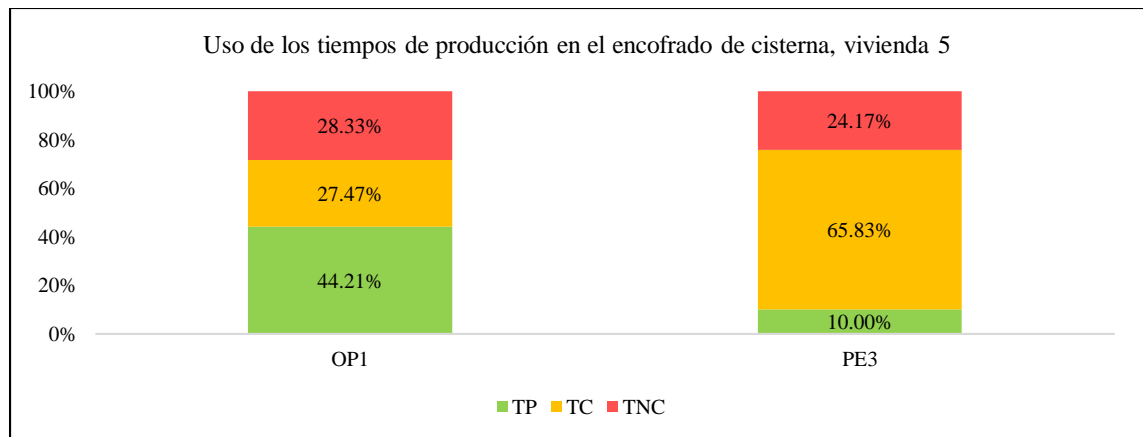


Figura 95

Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 6

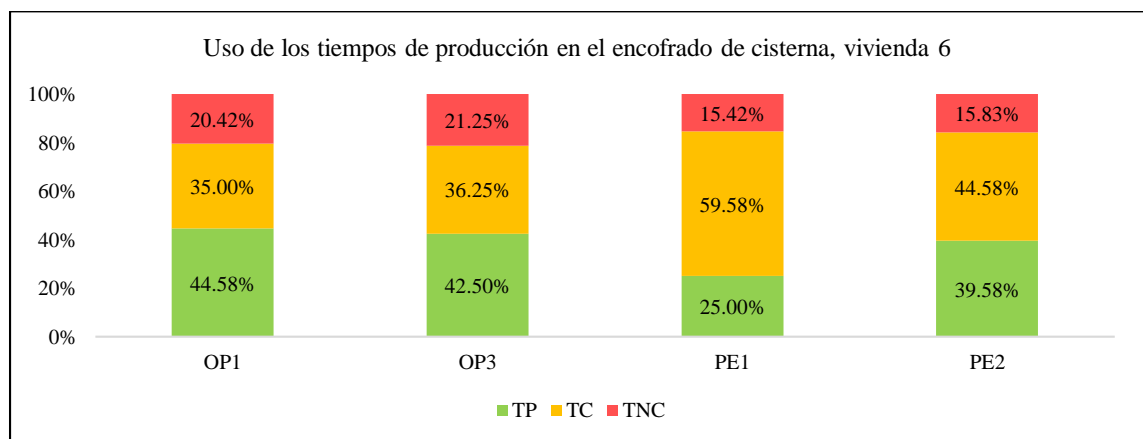


Figura 96

Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 7

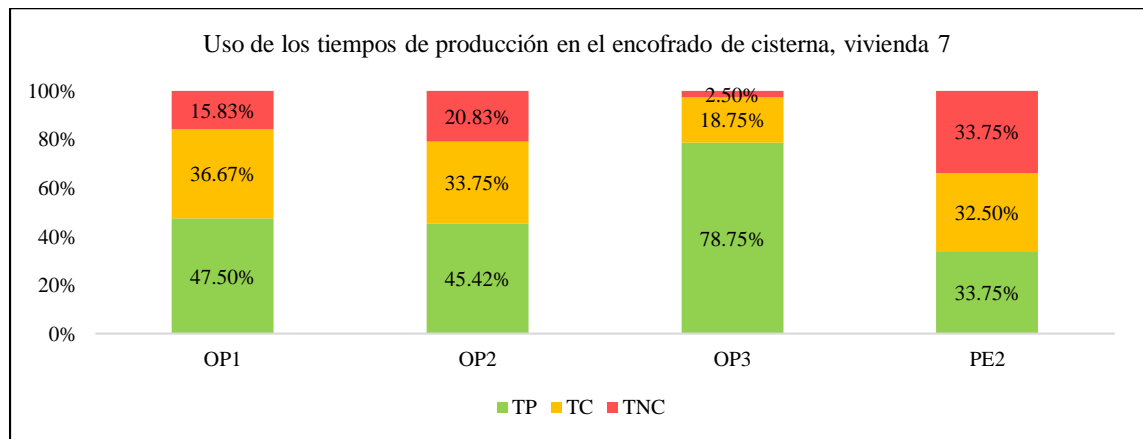


Figura 97

Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 8

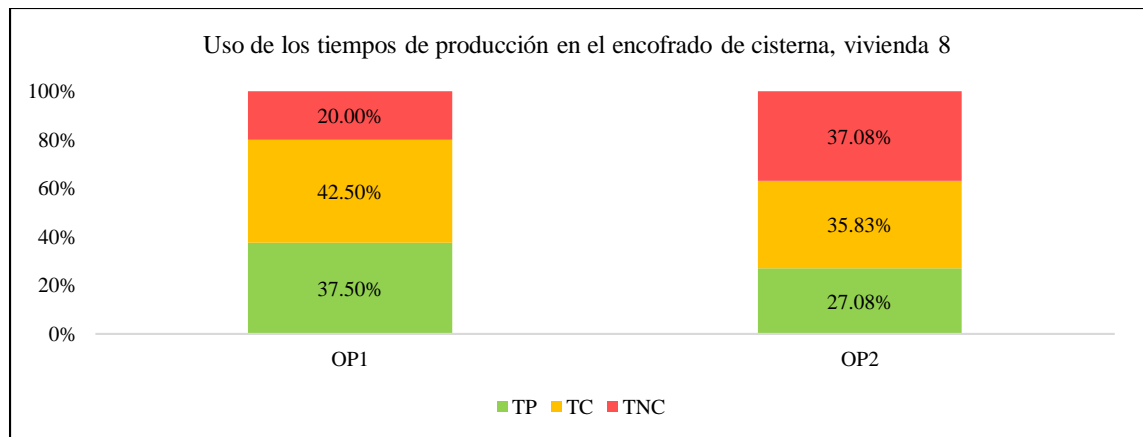
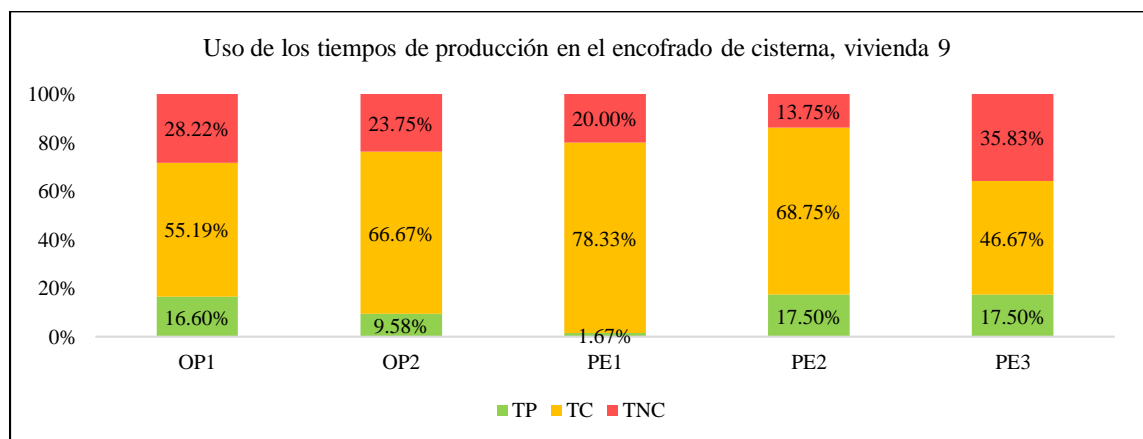


Figura 98

Uso de los tiempos de producción en el encofrado de cisterna, vivienda 9



b) Desencofrado

En el desencofrado se observa un mayor predominio del tiempo productivo (47.33%), acompañado de una reducción del tiempo contributivo (33.53%) y del tiempo no contributivo (19.13%). Estos resultados evidencian que el desencofrado es una partida más directa y menos compleja, donde las actividades se concentran principalmente en la ejecución efectiva.

Tabla 96

Uso de los tiempos de ejecución por parte de la mano de obra en el desencofrado de cisternas

Vivienda	TP	TC	TNC
1	75.14%	18.75%	6.11%
2	58.59%	13.54%	27.86%
3	24.07%	62.64%	13.28%
4	55.58%	28.08%	16.33%
5	53.96%	37.71%	8.33%
6	61.30%	27.41%	11.30%
7	40.12%	54.23%	5.65%
8	28.61%	29.72%	41.67%
9	28.61%	29.72%	41.67%
Promedio	47.33%	33.53%	19.13%

Figura 99

Resumen del uso de los tiempos de producción en desencofrado en cisternas.

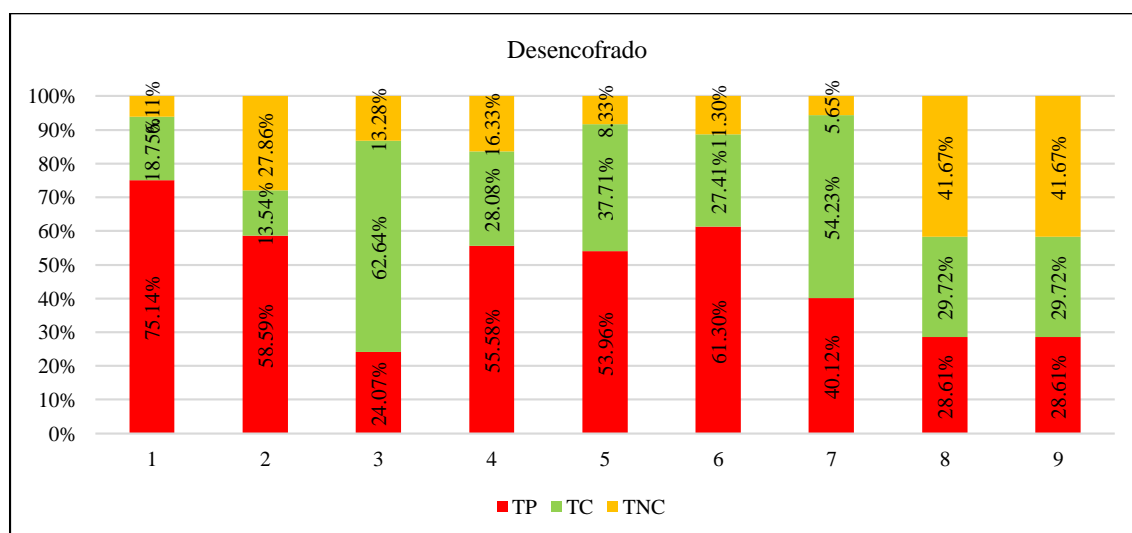


Figura 100

Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 1

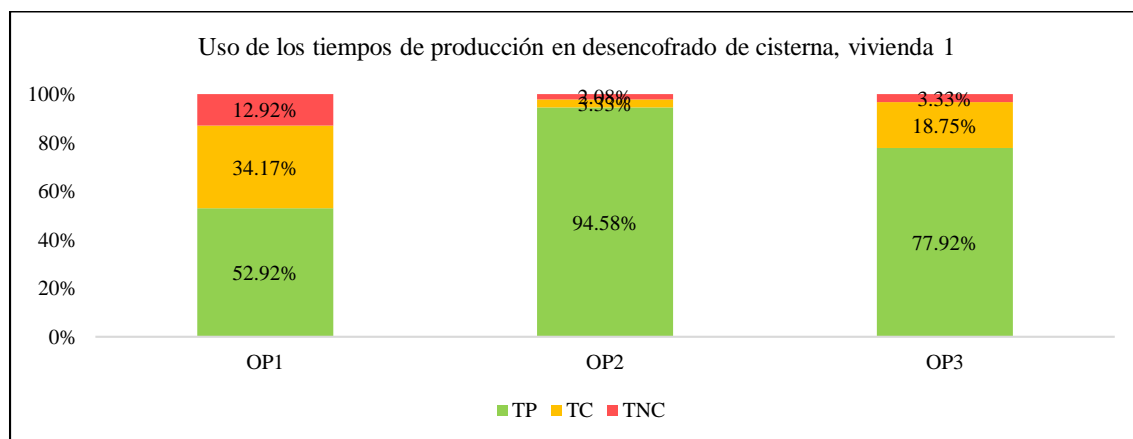


Figura 101

Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 2

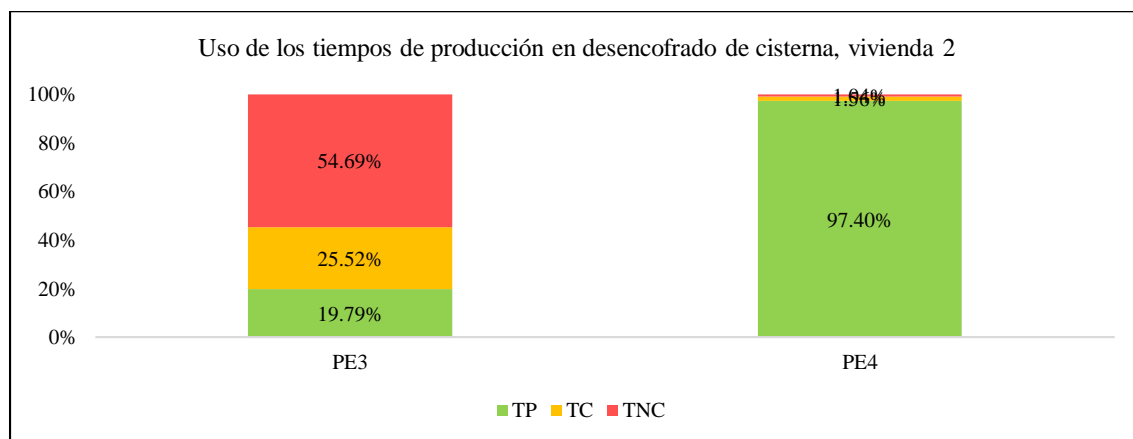


Figura 102

Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 3

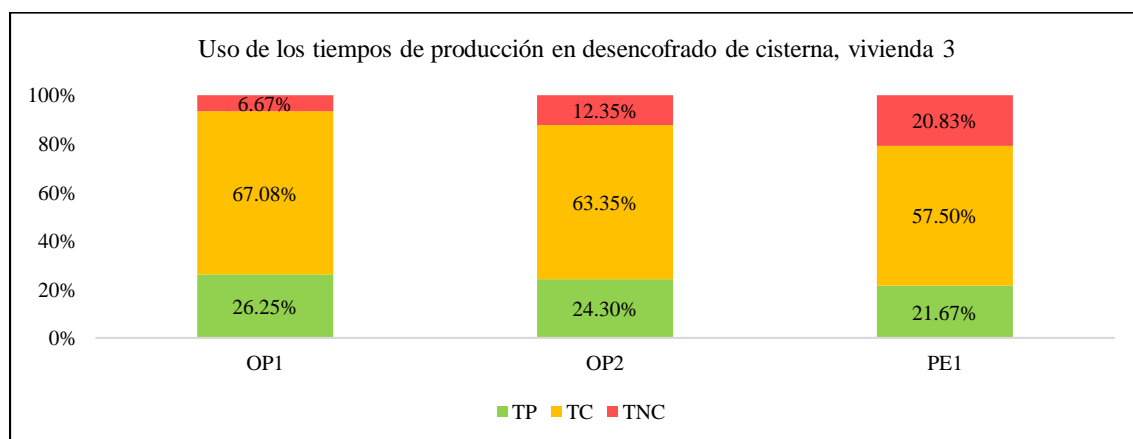


Figura 103

Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 4

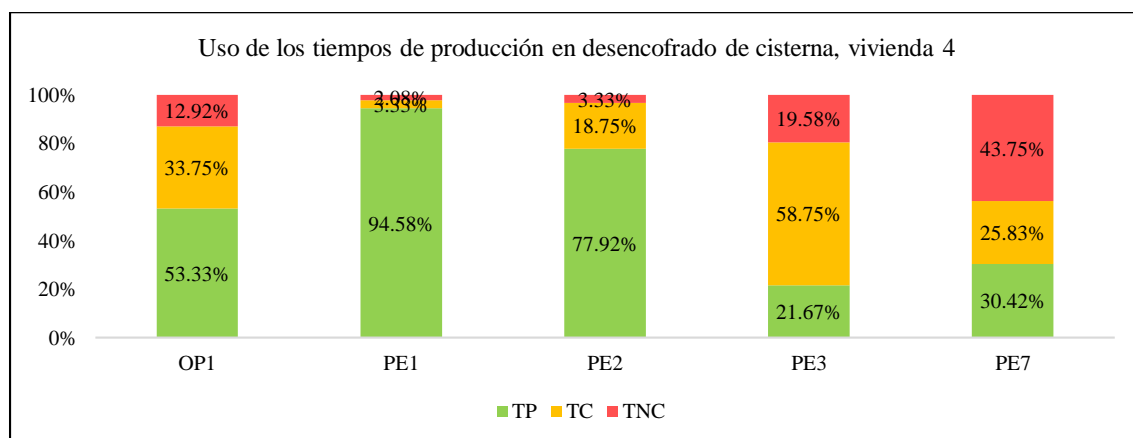


Figura 104

Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, viviendas 5

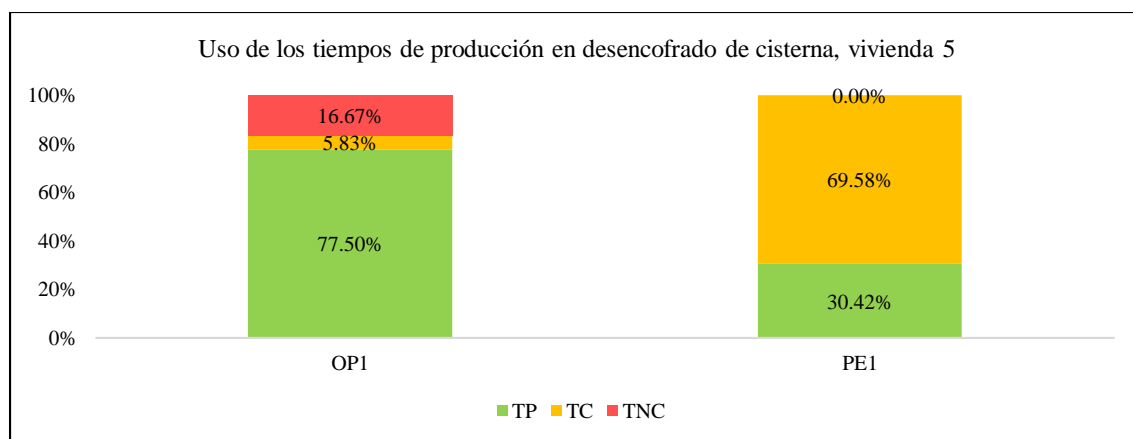


Figura 105

Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 6

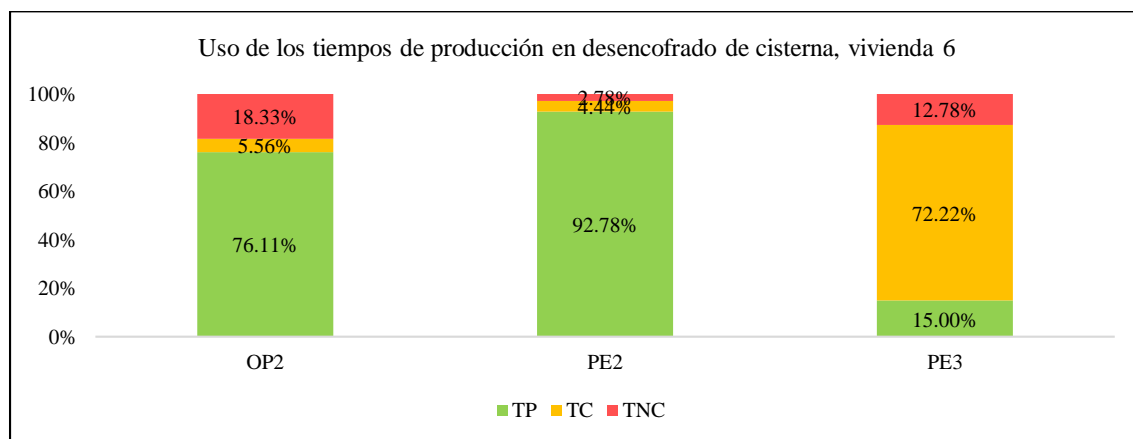


Figura 106

Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 7

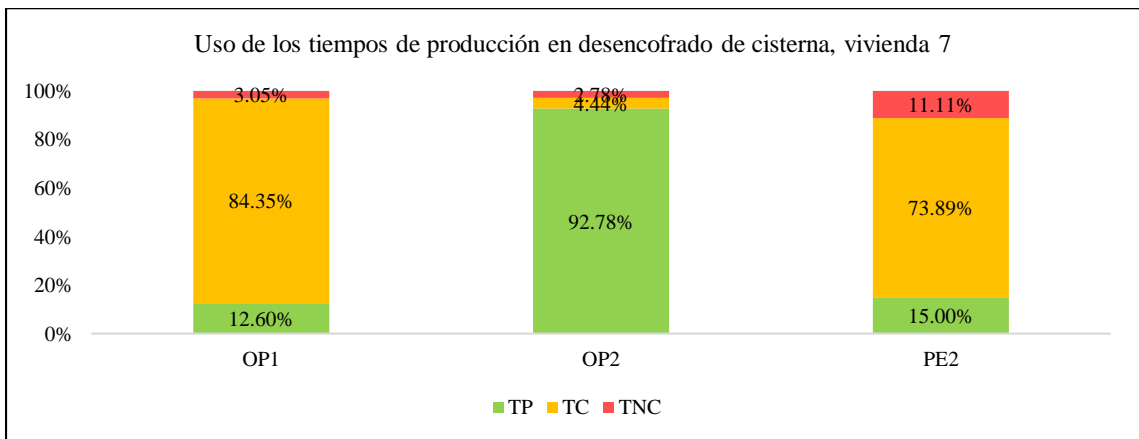


Figura 107

Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 8

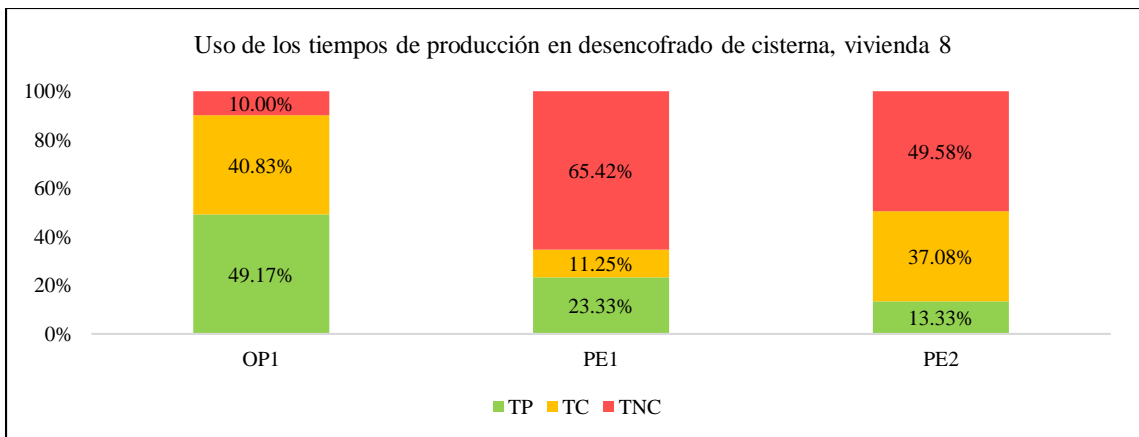
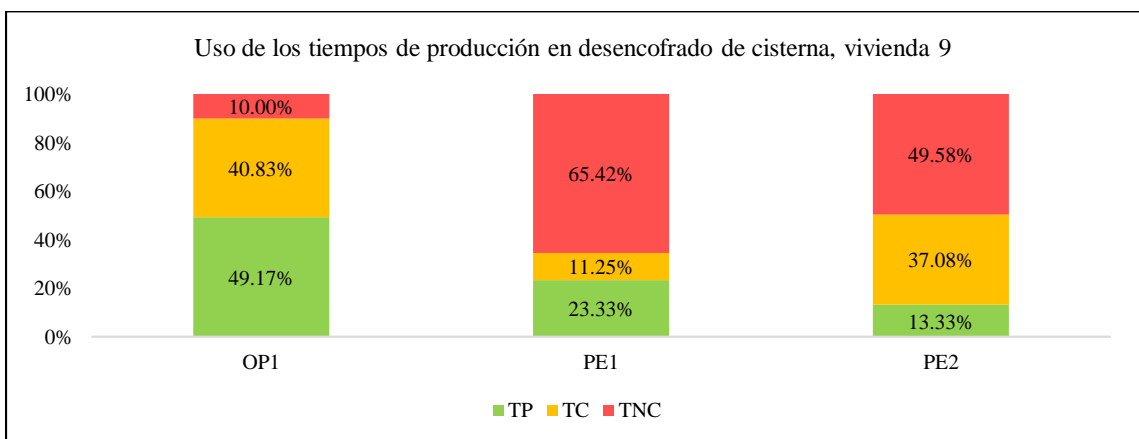


Figura 108

Uso de los tiempos de producción en desencofrado de cisterna, vivienda 9



c) **Habilitación y colocación de acero**

Para la habilitación y colocación de acero, el tiempo productivo promedio alcanza el 51.40%, siendo el más alto entre las partidas analizadas, lo que refleja una mayor dedicación al trabajo directo de corte, doblado y colocación de barras. El tiempo contributorio (34.04%) permanece relevante debido a la manipulación y traslado del acero, mientras que el tiempo no contributorio se reduce a 14.56%, indicando mejor aprovechamiento de la jornada laboral de las cuadrillas en esta partida.

Tabla 97

Uso de los tiempos de ejecución por parte de la mano de obra en la habilitación y colocación de acero en cisternas

Vivienda	TP	TC	TNC
1	64.97%	19.14%	15.90%
2	31.88%	52.50%	15.63%
3	61.98%	20.94%	17.08%
4	57.52%	25.82%	16.67%
5	72.40%	13.75%	13.85%
6	50.08%	37.75%	12.17%
7	27.79%	65.89%	6.32%
8	66.46%	10.00%	23.54%
9	29.50%	60.58%	9.92%
Promedio	51.40%	34.04%	14.56%

Figura 109

Resumen del uso de los tiempos de producción en acero en cisternas.

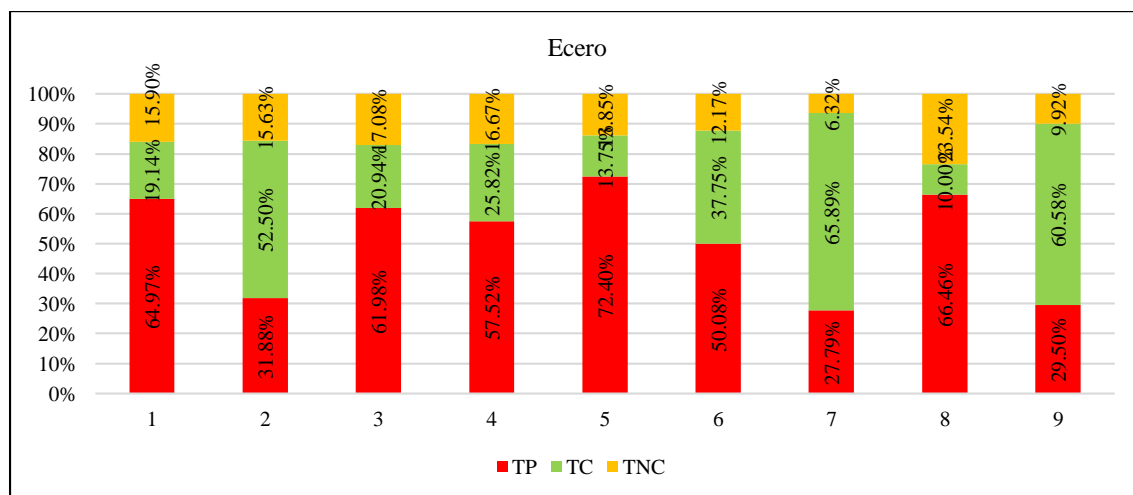


Figura 110

Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 1

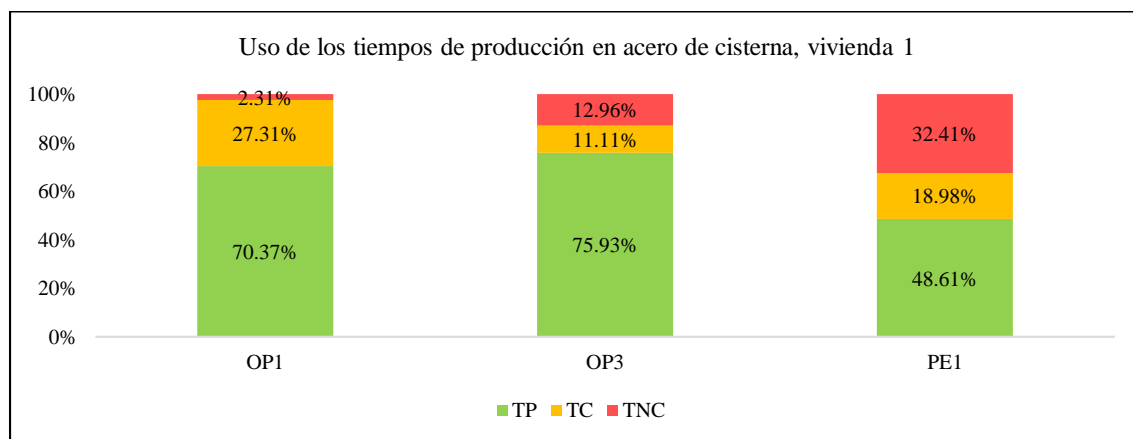


Figura 111

Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 2

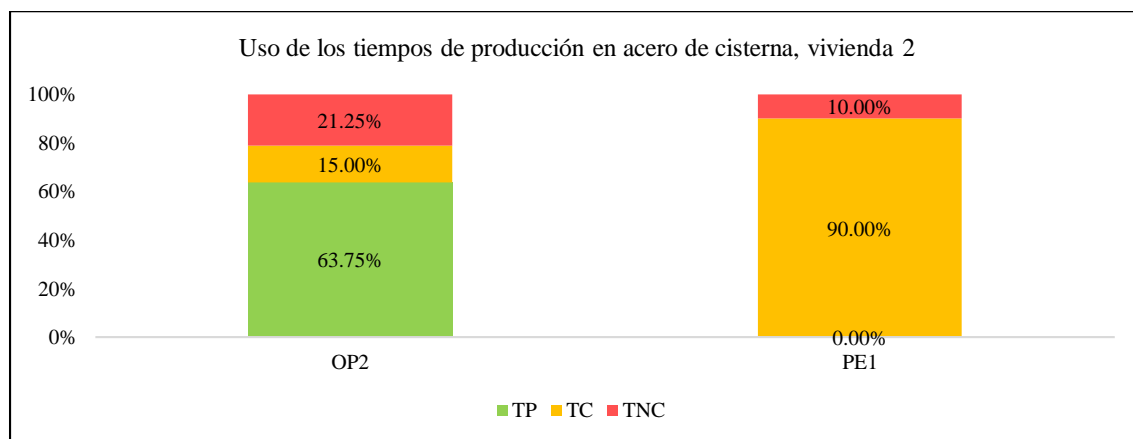


Figura 112

Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 3

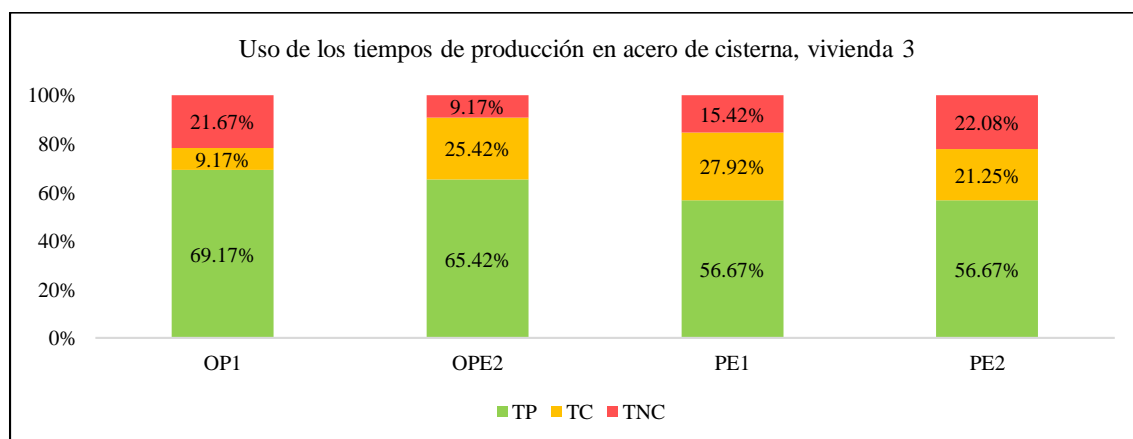


Figura 113

Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 4

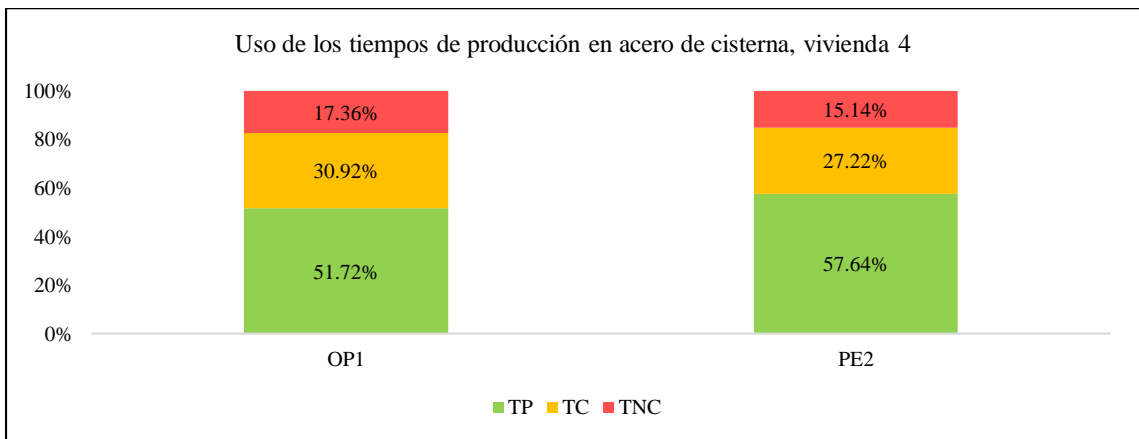


Figura 114

Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 5

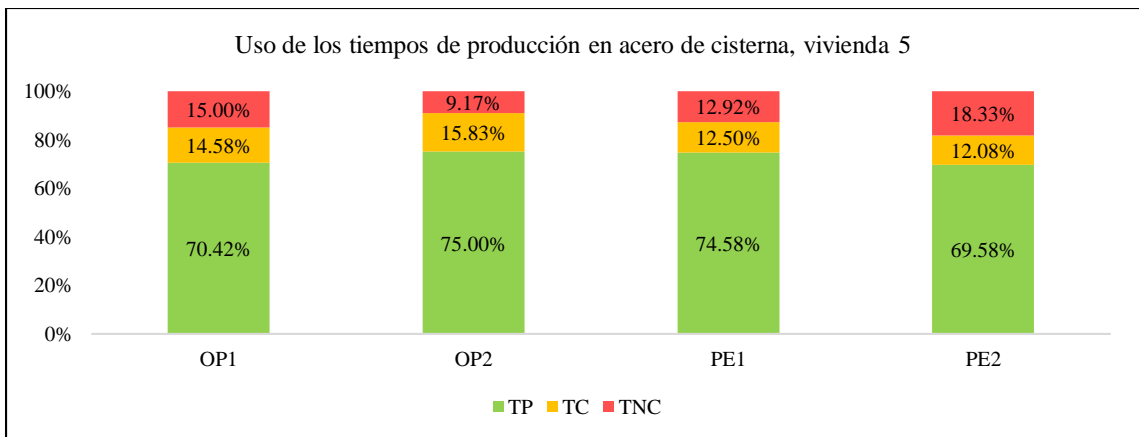


Figura 115

Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 6

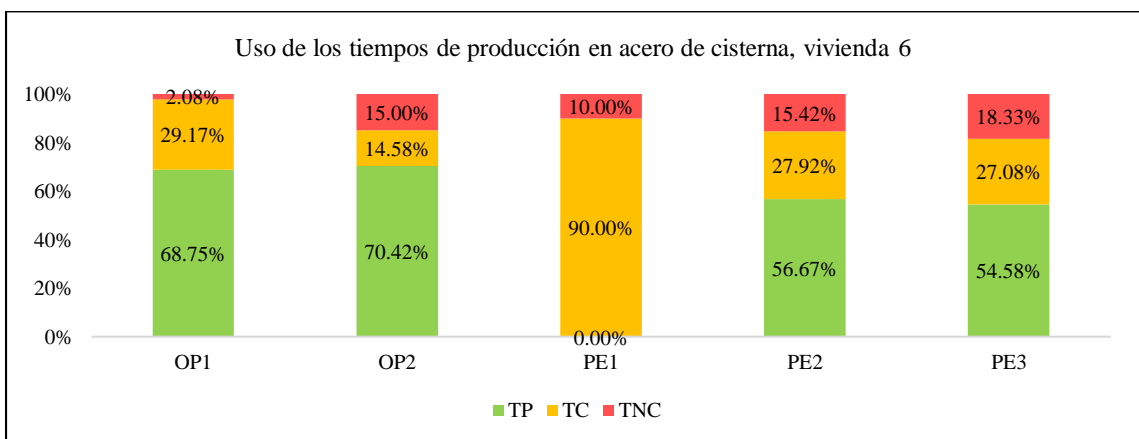


Figura 116

Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 7

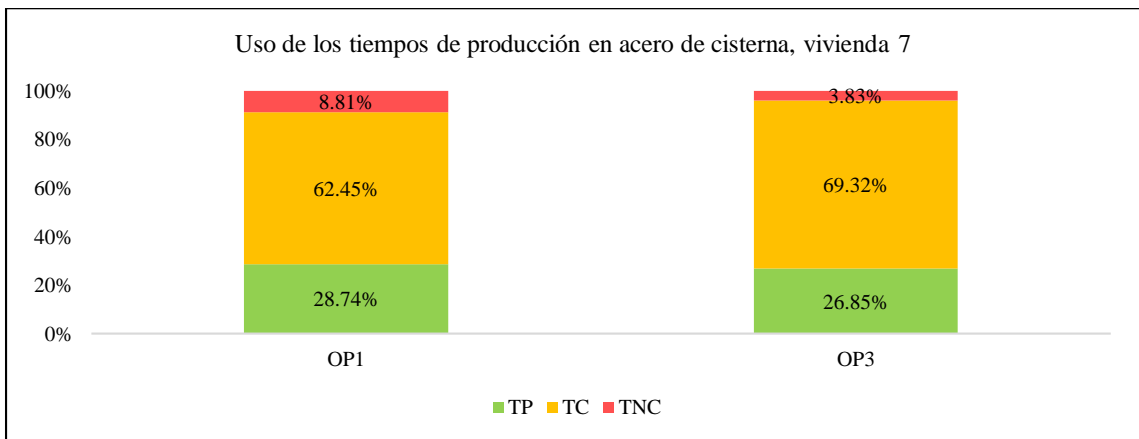


Figura 117

Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, viviendas 8

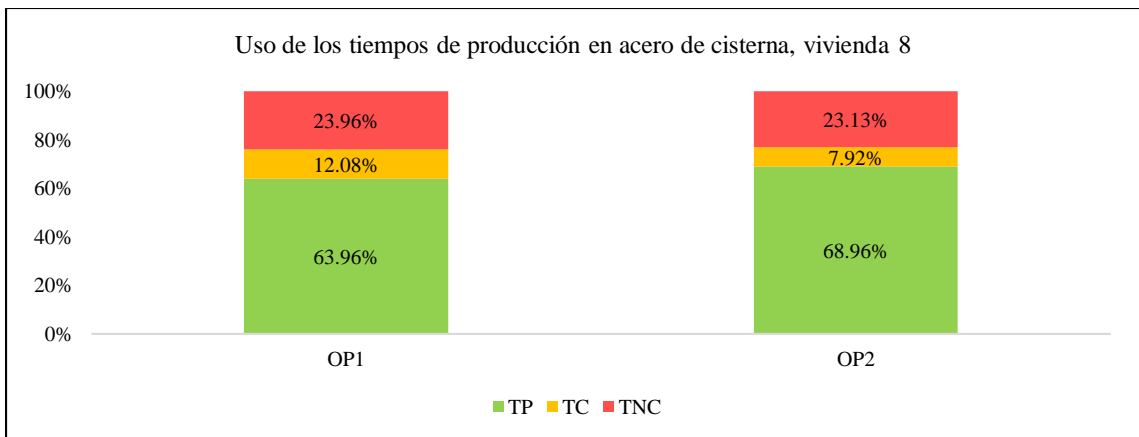
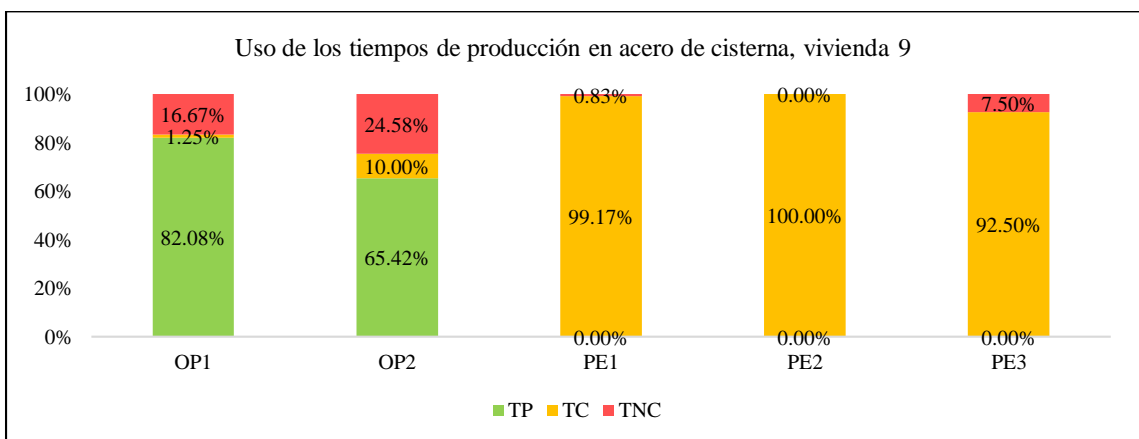


Figura 118

Uso de los tiempos de producción en acero de cisterna, vivienda 9



d) Preparación y vaciado de concreto

En la preparación y vaciado de concreto, el tiempo contributorio (39.39%) es ligeramente superior al tiempo productivo (37.65%), evidenciando que las actividades previas y de apoyo, como preparación de materiales, mezclado y transporte, demandan una fracción importante del tiempo. El tiempo no contributorio (22.96%) se mantiene elevado, lo que sugiere interrupciones asociadas a la disponibilidad de materiales, coordinación de cuadrillas y pausas operativas.

Tabla 98

Uso de los tiempos de ejecución por parte de la mano de obra en la preparación y vaciado de concreto en cisternas

Vivienda	TP	TC	TNC
1	39.79%	38.96%	21.25%
2	39.57%	37.79%	22.64%
3	26.22%	47.88%	25.89%
4	17.57%	44.17%	38.26%
5	21.89%	51.12%	27.00%
6	42.88%	30.47%	26.65%
7	51.56%	31.20%	17.24%
8	52.08%	37.85%	10.07%
9	47.25%	35.07%	17.68%
Promedio	37.65%	39.39%	22.96%

Figura 119

Resumen del uso de los tiempos de producción en concreto en cisternas.

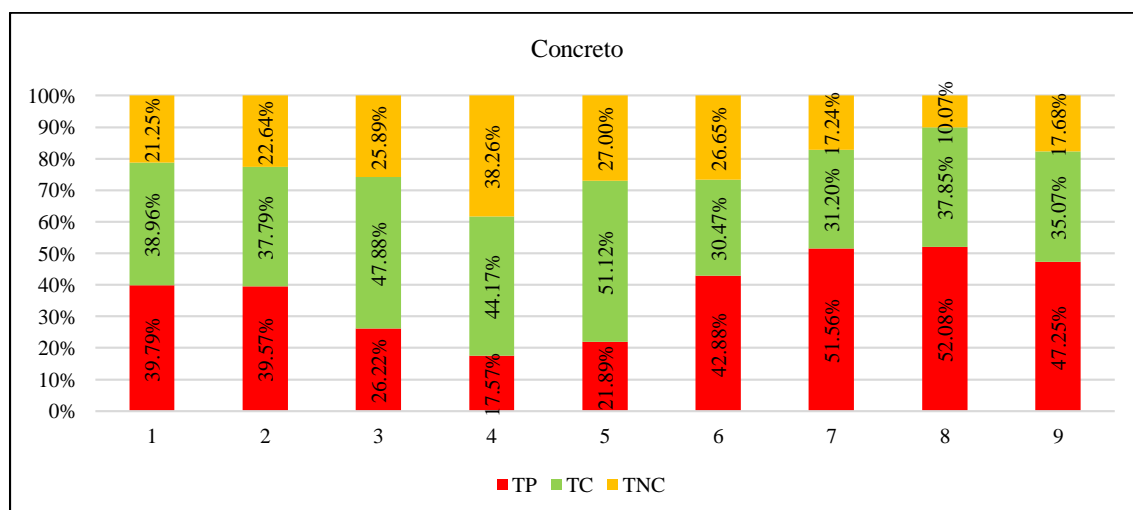


Figura 120

Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 1

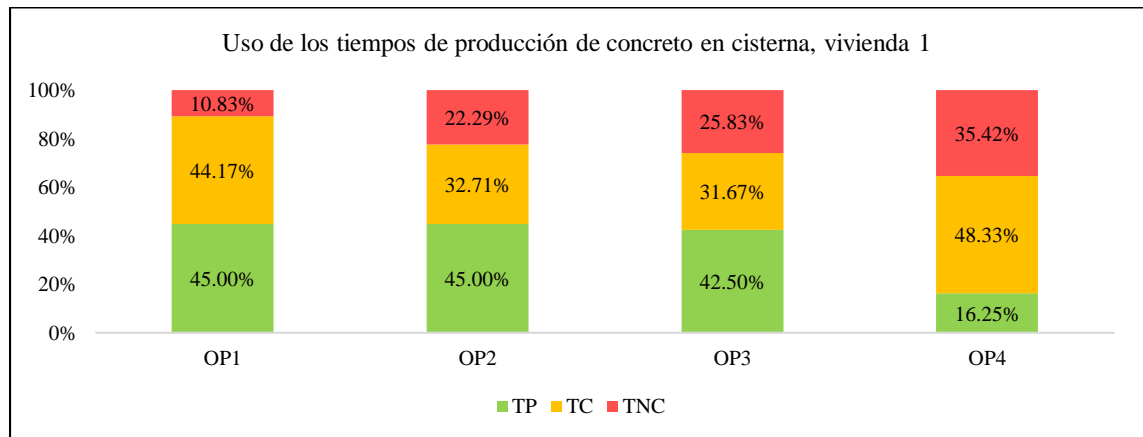


Figura 121

Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 2

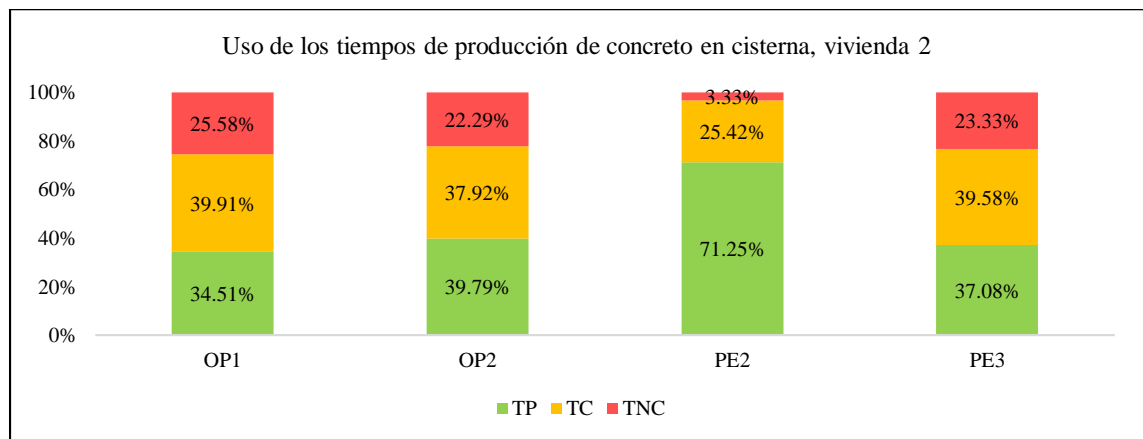


Figura 122

Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 3

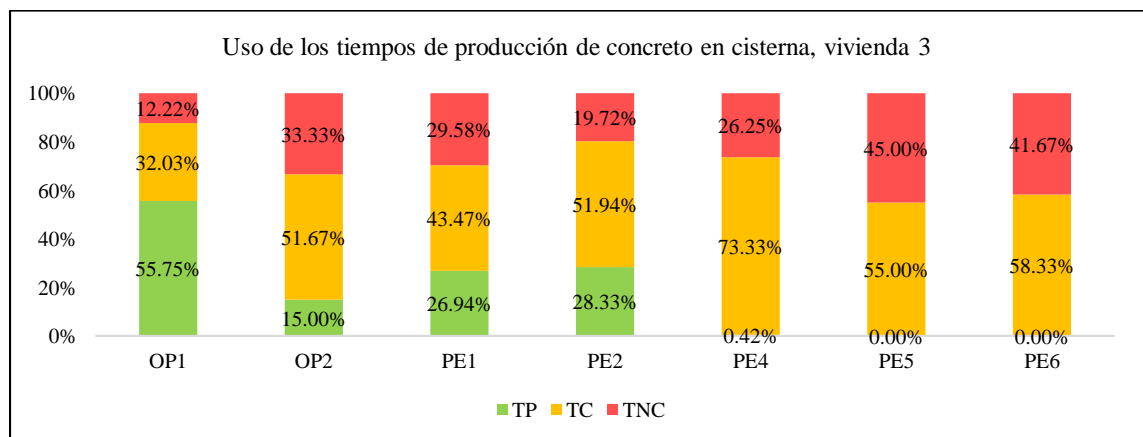


Figura 123

Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 4

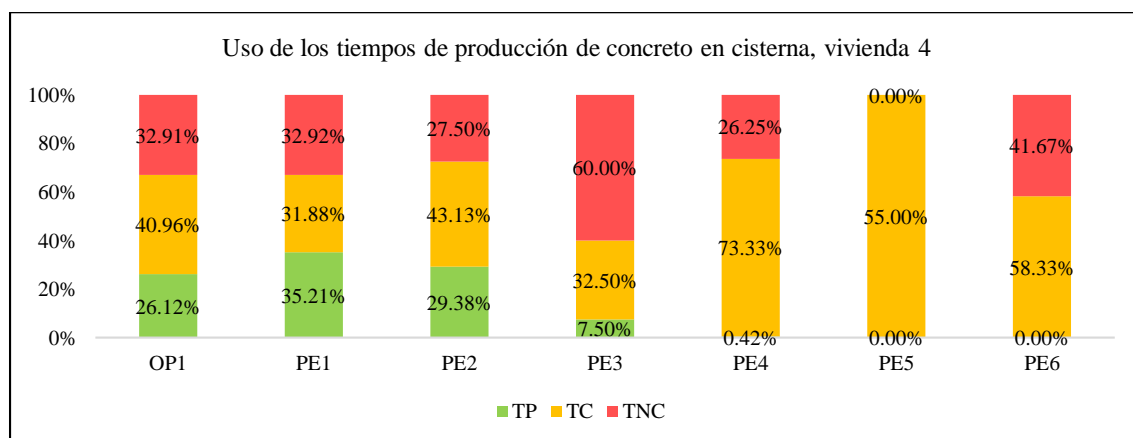


Figura 124

Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 5

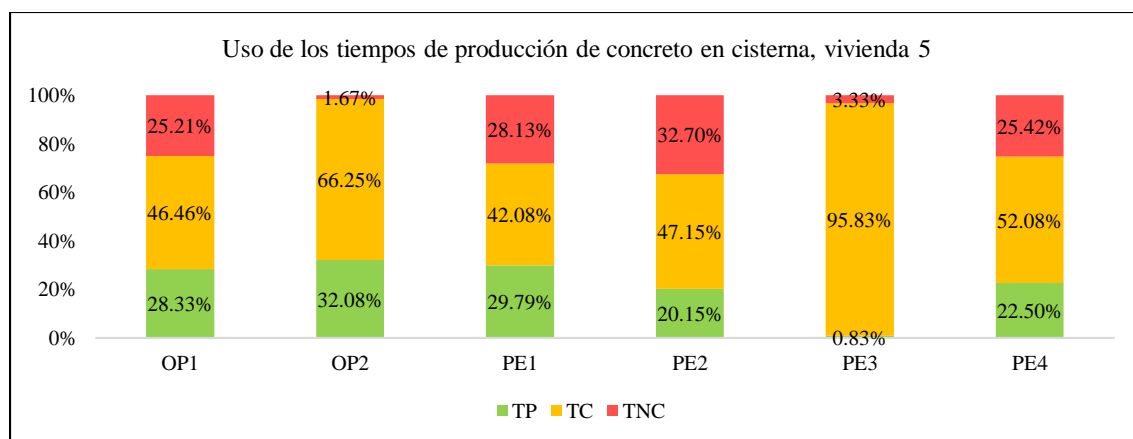


Figura 125

Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 6

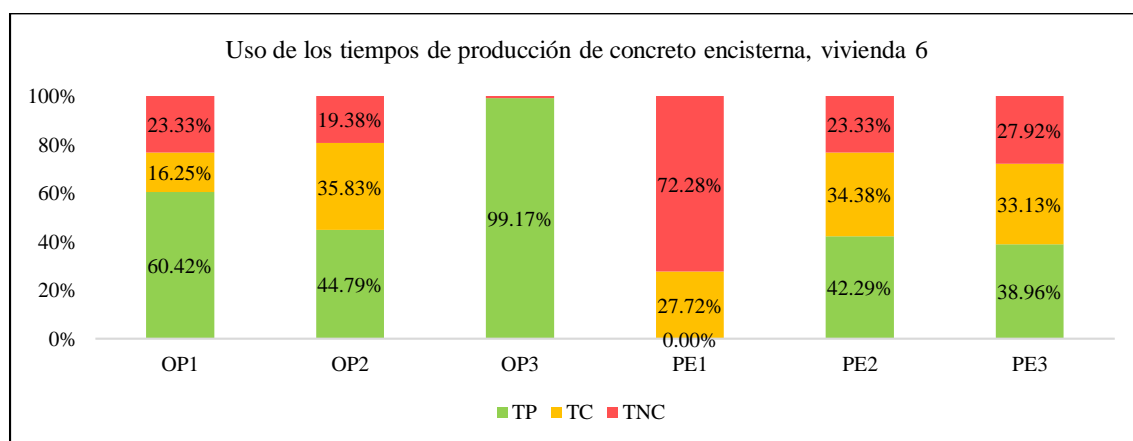


Figura 126

Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 7

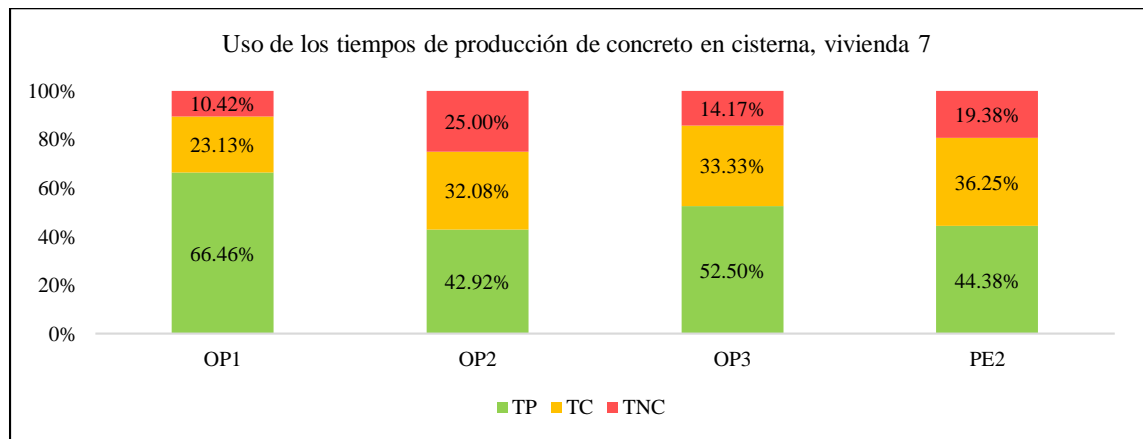


Figura 127

Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 8

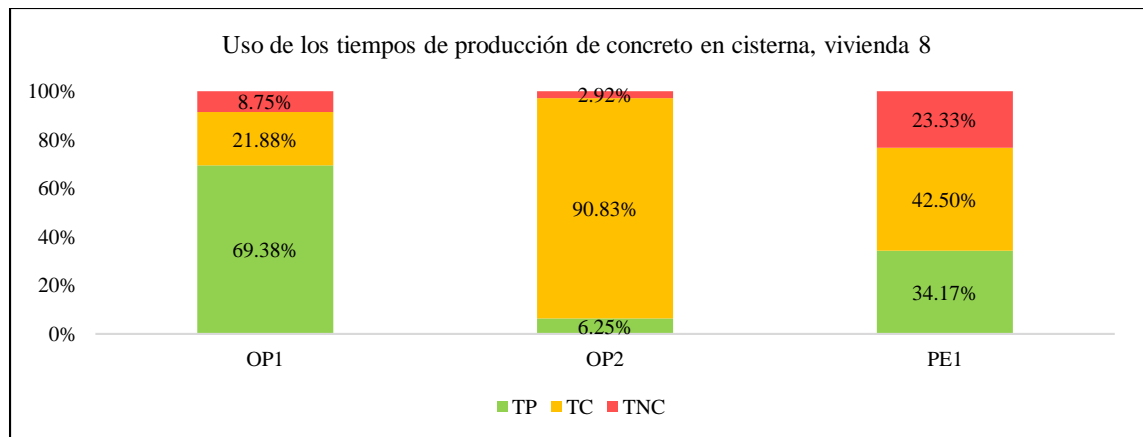
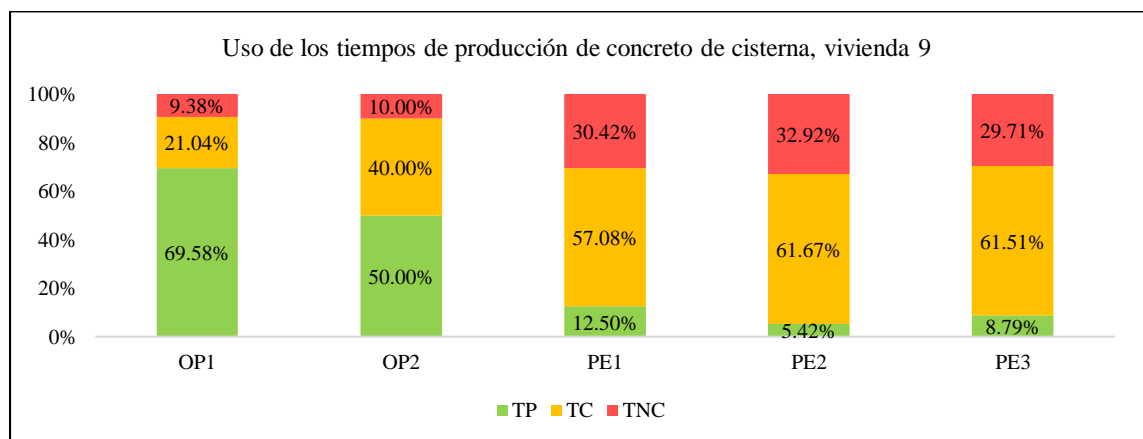


Figura 128

Uso de los tiempos de producción de concreto en cisterna, vivienda 9



4.2. Contrastación de hipótesis

La contrastación de hipótesis de la investigación se realizó para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los rendimientos y niveles de productividad de la mano de obra observados en campo y los valores de referencia establecidos por la *Cámara Peruana de la Construcción* (CAPECO, 2006), así como con los estándares de uso de tiempos propuestos por Ghio Castillo (2001). Para ello, se emplearon los programas Minitab 22 y SPSS v.26.0, trabajando con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$).

a) Hipótesis general

Ho: La productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota no es menor a los estimados en la ciudad de Lima de Ghio Castillo (2001) y CAPECO (2006), respectivamente.

H1: La productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota es menor a los estimados en la ciudad de Lima de Ghio Castillo (2001) y CAPECO (2006).

b) Criterio de contrastación

La contrastación de hipótesis se realizó bajo los siguientes criterios estadísticos:

- Nivel de confianza: 95%
- Nivel de significancia: $\alpha = 0.05$
- Regla de decisión:
 - Si $p < 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).
 - Si $p \geq 0.05$, se acepta la hipótesis nula (H_0).

Los valores de referencia considerados fueron los establecidos por CAPECO (2006):

Tabla 99*Rendimiento de la mano de obra según CAPECO (2006)*

Partida	Encofrado (m²/día)	Desencofrado (m²/día)	Acero (kg/día)	Concreto (m³/día)
Rendimiento diario	14	30	250	10

Nota. (CAPECO, 2006).

Asimismo, para el análisis de productividad se consideraron los porcentajes óptimos de uso del tiempo propuestos por Ghio Castillo (2001):

Tabla 100*Ocupación del tiempo de trabajo*

Productividad	TP (%)	TC (%)	TNC (%)
Promedio, Lima	28	36	36
Promedio Chile	47	28	25
Con manejo optimizado	60	25	15

Nota. (Ghio, 2001).**c) Prueba de normalidad**

Previo a la aplicación de pruebas paramétricas, se evaluó la normalidad de los datos de rendimiento de la mano de obra mediante pruebas de normalidad en el programa Minitab 22. Los resultados evidenciaron que los valores de p fueron mayores a 0.05, lo que indica que los datos presentan una distribución aproximadamente normal, cumpliéndose así el supuesto de normalidad necesario para la aplicación del análisis t-Student.

Tabla 101*Prueba de normalidad del rendimiento de la mano de obra*

Partida	Valor p
Encofrado	0.337
Desencofrado	0.068
Habilitación y colocación de acero	0.097
Preparación y vaciado de concreto	0.418

Figura 129

Prueba de normalidad del rendimiento en encofrado en la construcción de cisternas

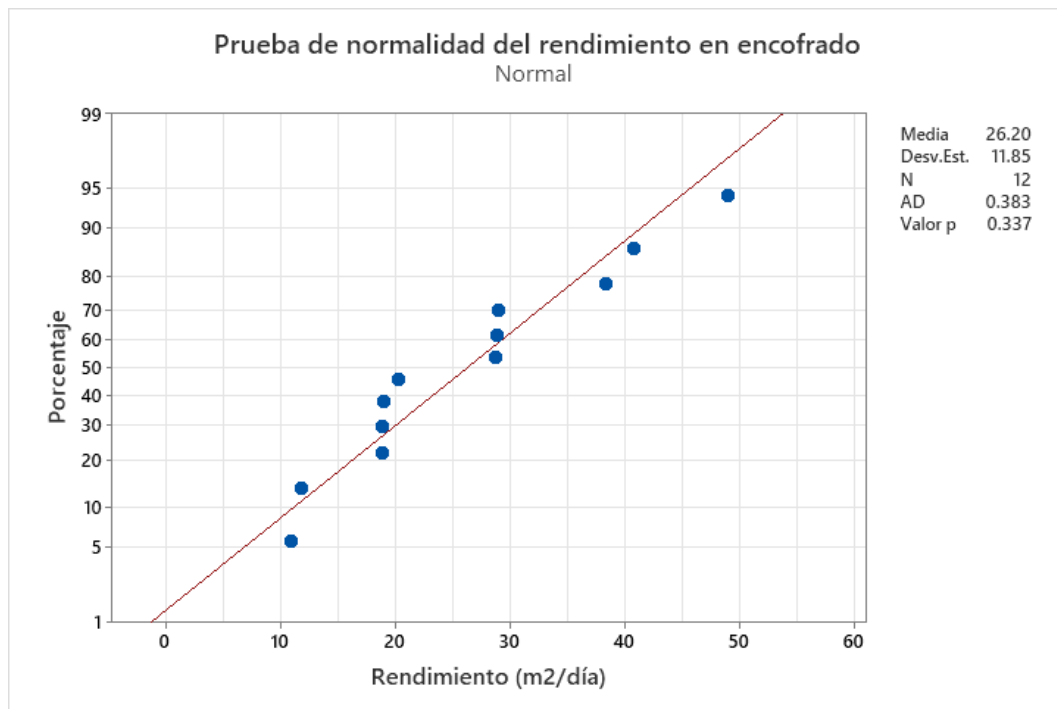


Figura 130

Prueba de normalidad del rendimiento en desencofrado en la construcción de cisternas

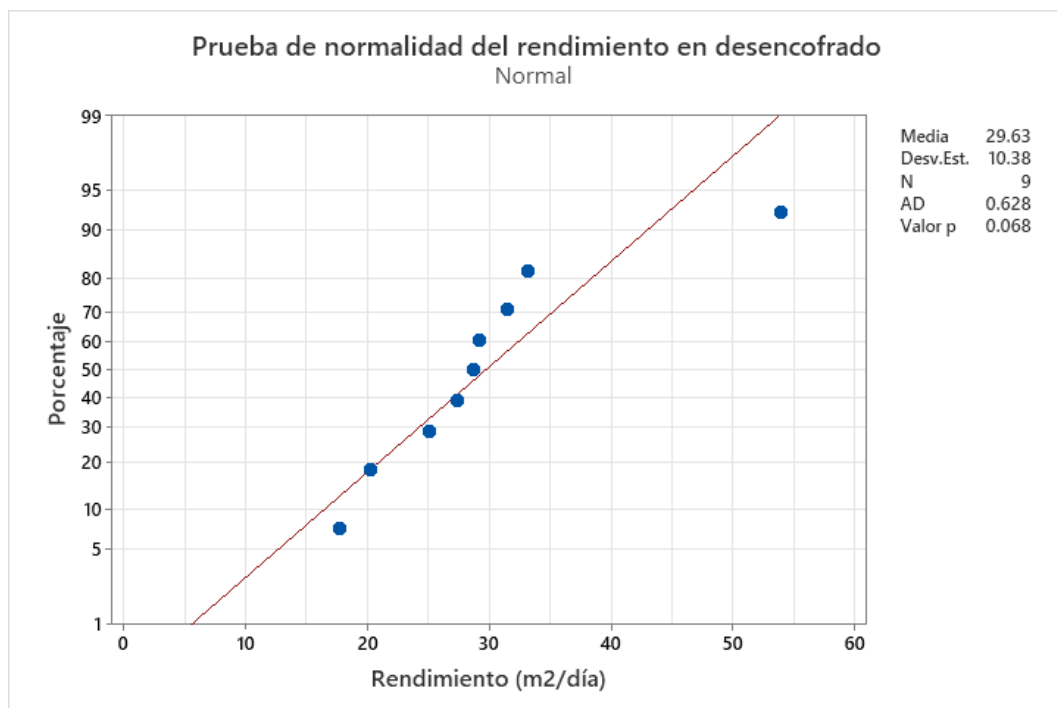


Figura 131

Prueba de normalidad del rendimiento en habilitación y colocación de acero en la construcción de cisternas

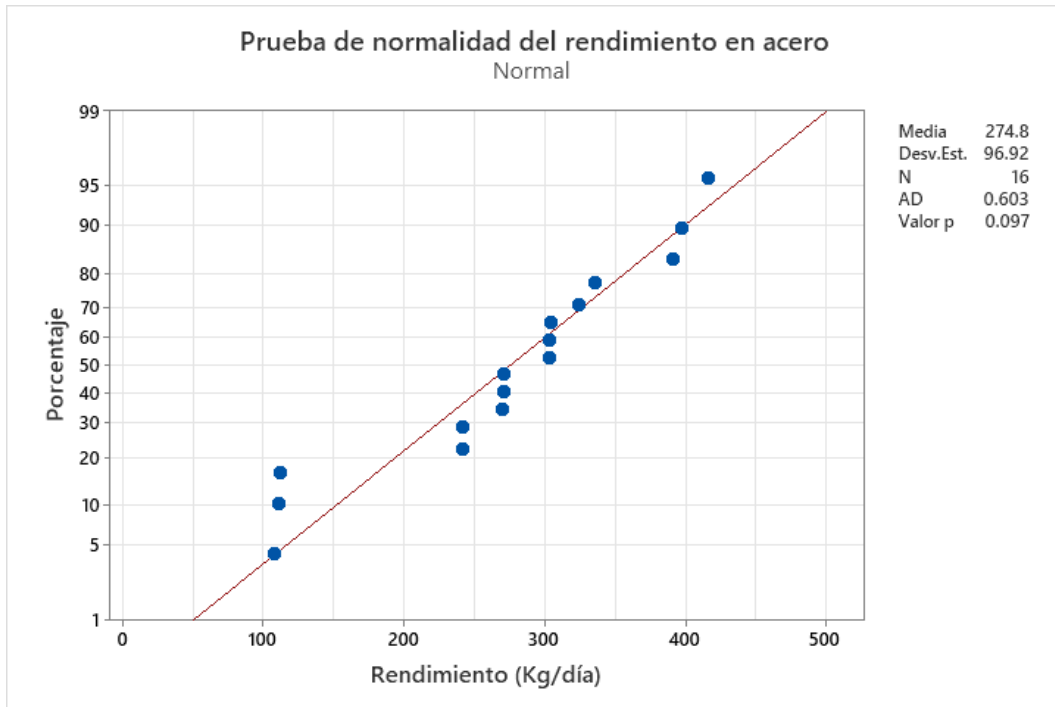
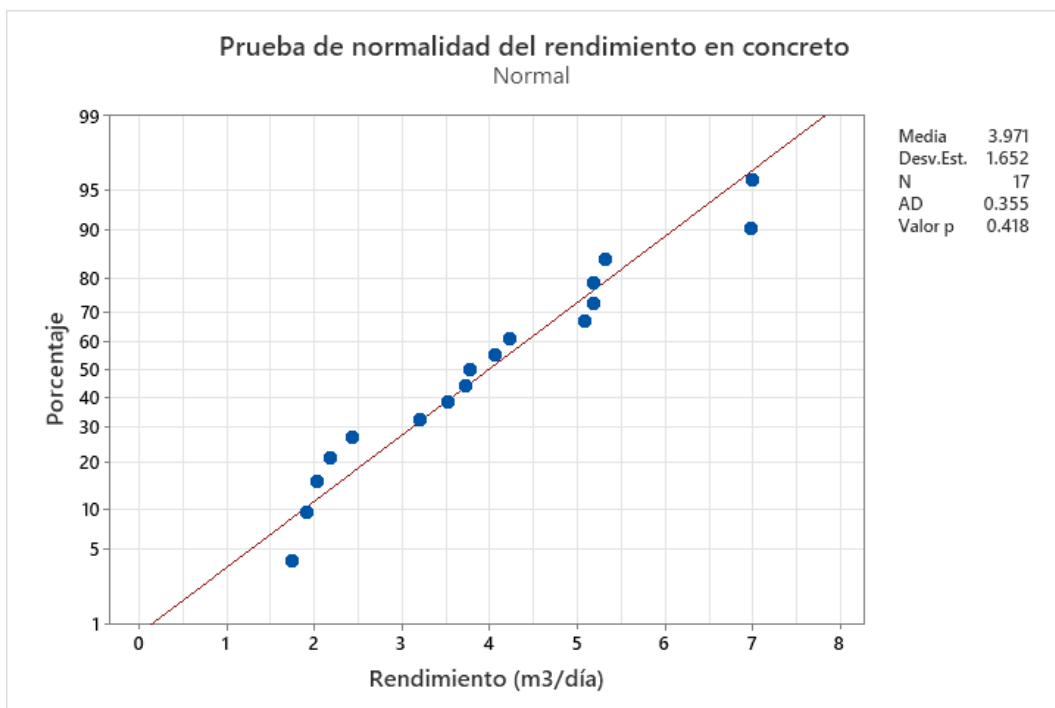


Figura 132

Prueba de normalidad del rendimiento en concreto en la construcción de cisternas



d) Análisis t-student del rendimiento por partida

La Tabla 102 muestra que, para la partida de encofrado, el valor $p = 0.018$ es menor que 0.05 , por lo que se rechaza la hipótesis nula y se concluye que el rendimiento promedio es significativamente mayor a $14 \text{ m}^2/\text{día}$ establecido por CAPECO; en el desencofrado, el valor $p = 0.756$ indica que no existen diferencias significativas respecto al estándar de $30 \text{ m}^2/\text{día}$, aceptándose la hipótesis nula; en la habilitación y colocación de acero, el valor $p = 1.000$ evidencia que el rendimiento promedio es significativamente menor al valor de referencia de $250 \text{ kg}/\text{día}$, por lo que no se supera el estándar de CAPECO; finalmente, en la preparación y vaciado de concreto, el valor $p = 0.000$ confirma que el rendimiento promedio es significativamente mayor a $10 \text{ m}^3/\text{día}$, rechazándose la hipótesis nula y evidenciando desempeño superior al estándar.

Tabla 102

Análisis t-studen del rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas por partida

Partida	Prueba	Valor T	Valor p
Encofrado	$H_0: \mu = 14 \text{ m}^2/\text{día}$	2.38	0.018
	$H_1: \mu > 14 \text{ m}^2/\text{día}$		
Desencofrado	$H_0: \mu = 30 \text{ m}^2/\text{día}$	-0.73	0.756
	$H_1: \mu > 30 \text{ m}^2/\text{día}$		
Habilitación y colocación de acero	$H_0: \mu = 250 \text{ kg}/\text{día}$	-6.04	1.000
	$H_1: \mu > 250 \text{ kg}/\text{día}$		
Preparación y vaciado de concreto	$H_0: \mu = 10 \text{ m}^3/\text{día}$	7.98	0.000
	$H_1: \mu > 10 \text{ m}^3/\text{día}$		

e) Análisis t-student de la productividad (tiempo productivo) por partida

Los resultados del análisis t-Student indican que, al comparar el tiempo productivo (TP) con el valor de referencia del 28% propuesto por Ghio (2001) para Lima, las partidas de desencofrado ($p = 0.006$), habilitación y colocación de acero ($p = 0.000$) y preparación y vaciado de concreto ($p = 0.004$) presentan valores de TP

significativamente mayores, rechazándose la hipótesis nula y evidenciando una productividad superior al estándar básico. En contraste, en la partida de encofrado ($p = 0.239$) no se identifican diferencias estadísticamente significativas respecto a dicho umbral, a pesar de registrar un TP promedio de 30.19%, apenas superior al valor de referencia.

Este resultado es técnicamente relevante, dado que el encofrado constituye la ruta crítica en la construcción de cisternas, al condicionar directamente el inicio de las partidas de acero y concreto. La baja ganancia marginal de TP en esta actividad se explica por el uso predominante de encofrados de madera no modulados, característicos de la autoconstrucción, los cuales demandan mayores tiempos contributorios asociados al corte, ajuste, alineamiento y sellado de juntas, reduciendo el tiempo efectivo de producción directa. A diferencia de sistemas industrializados o paneles modulares, la madera genera una mayor variabilidad operativa y limita la eficiencia del proceso, especialmente en estructuras confinadas como cisternas.

Por otro lado, al comparar el TP con el 60% correspondiente a un manejo optimizado propuesto por Ghio (2001), ninguna de las partidas alcanza este nivel, ya que en todos los casos los valores p son mayores a 0.05, aceptándose la hipótesis nula. Este resultado confirma que, si bien la productividad observada supera el estándar básico de Lima en la mayoría de partidas, aún se encuentra por debajo de un escenario óptimo, principalmente debido a restricciones geométricas, ausencia de sistemas constructivos industrializados y organización empírica de la mano de obra, propias del contexto local de ejecución de cisternas en la ciudad de Chota.

Tabla 103

Análisis t-Student del tiempo productivo (TP) de la mano de obra en la construcción de cisternas por partida de acuerdo con los tiempos de Ghio (2001) para Lima

Partida	Prueba	Valor T	Valor p
Encofrado	H ₀ : $\mu = 28\%$ H ₁ : $\mu > 28\%$	0.74	0.239
Desencofrado	H ₀ : $\mu = 28\%$ H ₁ : $\mu > 28\%$	3.28	0.006
Habilitación y colocación de acero	H ₀ : $\mu = 28\%$ H ₁ : $\mu > 28\%$	6.58	0.000
Preparación y vaciado de concreto	H ₀ : $\mu = 28\%$ H ₁ : $\mu > 28\%$	2.98	0.004

Tabla 104

Análisis t-Student del tiempo productivo (TP) de la mano de obra en la construcción de cisternas por partida de acuerdo con los tiempos de manejo optimizado de Ghio (2001)

Partida	Prueba	Valor T	Valor p
Encofrado	H ₀ : $\mu = 60\%$ H ₁ : $\mu > 60\%$	-8.18	1.000
Desencofrado	H ₀ : $\mu = 60\%$ H ₁ : $\mu > 60\%$	-2.15	0.968
Habilitación y colocación de acero	H ₀ : $\mu = 60\%$ H ₁ : $\mu > 60\%$	-1.35	0.902
Preparación y vaciado de concreto	H ₀ : $\mu = 60\%$ H ₁ : $\mu > 60\%$	-7.52	1.000

f) Análisis inferencial

Con base en los resultados del análisis estadístico realizado con un nivel de confianza del 95% ($\alpha = 0.05$), se concluye que la hipótesis nula (H₀) se acepta y la hipótesis alternativa (H₁) se rechaza. Los ensayos t-Student evidencian que el rendimiento de la mano de obra en Chota no es menor a los valores de referencia de CAPECO (2006), ya que en partidas como encofrado y preparación y vaciado de concreto se obtuvieron rendimientos significativamente mayores, mientras que en desencofrado y habilitación y colocación de acero no se registraron diferencias

estadísticamente significativas en sentido desfavorable. Asimismo, el análisis del tiempo productivo muestra que, aunque no se alcanza el nivel de manejo optimizado propuesto por Ghio Castillo (2001), en la mayoría de partidas el tiempo productivo es igual o superior al estándar base de Lima, por lo que no se demuestra una productividad inferior. En consecuencia, se confirma que la productividad y el rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas en la ciudad de Chota no son menores a los estimados para la ciudad de Lima.

g) Análisis de correlación de Pearson

Finalmente, se evaluó el grado de relación existente entre las variables de rendimiento, productividad y características de ejecución de las cisternas mediante el coeficiente de correlación de Pearson, empleando el programa SPSS v.26.0. Este análisis permitió identificar la intensidad y dirección de las relaciones lineales entre las variables analizadas.

A partir del análisis de correlación de Pearson, se identifican relaciones consistentes y estadísticamente significativas entre variables geométricas, operativas y de organización de cuadrillas con el rendimiento de la mano de obra, diferenciadas por partida. En encofrado, el rendimiento presenta una correlación positiva alta con el tamaño de la cuadrilla ($r \approx 0.92$) y con el metrado ejecutado ($r \approx 0.63$), así como con la disponibilidad de espacio ($r \approx 0.82$), mientras que se observa una correlación negativa relevante con el aporte total y variables ajustadas de aporte ($r \approx -0.75$ a -0.99), lo que evidencia que un mayor peso de actividades auxiliares reduce directamente el rendimiento. Asimismo, las dimensiones geométricas asociadas al volumen (largo–volumen $r \approx 0.96$) influyen indirectamente en el rendimiento al incrementar las horas y la necesidad de apoyo operativo.

En desencofrado, habilitación y colocación de acero, y preparación y vaciado de concreto, se mantiene el mismo patrón general: el rendimiento se asocia positivamente con variables de organización del trabajo (cuadrilla, metrado y, en algunos casos, horas efectivas), alcanzando correlaciones altas ($r > 0.80$), mientras que los aportes no productivos y ajustados presentan correlaciones negativas muy fuertes (hasta $r \approx -0.97$), todas estadísticamente significativas ($p < 0.05$). En particular, en acero y concreto, las variables geométricas (volumen y dimensiones) muestran correlaciones altas entre sí ($r \approx 0.95$), pero su influencia sobre el rendimiento es secundaria frente a factores operativos. En conjunto, los resultados confirman que el rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas depende principalmente de la gestión de cuadrillas, el metrado ejecutado y la reducción de tiempos y aportes no productivos, más que de las características geométricas de la cisterna.

Figura 133

Coficiente de correlación de Pearson para encofrado en la construcción de cisternas

Correlación de Pearson	Vivienda	Forma	Largo	Ancho	Alto	Espesor_muro	Espesor_losa	Volumen	Ubicación	Distancia	Espacio	Fc	Latas	Encofrado	OP	Cuadrilla	Metrado	Horas	Aporte_OP	Aporte_PE	Aporte_total	Rendimiento	Rendimiento_ajustado	AP_CAP_Ajustado	AP_OP_ajustado	AP_OF_ajustado	Aporte_ajustado
Vivienda	1.000	0.530	-0.392	0.158	-0.128	0.461	0.265	-0.296	0.416	0.454	0.199	-0.756	0.470	0.618	-0.282	0.046	-0.241	-0.185	-0.351	0.503	0.033	0.060	-0.012	0.042	0.037	0.037	0.036
Forma	0.530	1.000	-0.297	0.341	0.026	-0.022	-0.063	-0.195	0.251	0.653	-0.245	-0.775	-0.135	0.316	-0.405	-0.553	-0.312	0.356	0.140	0.433	0.670	-0.586	-0.592	0.674	0.670	0.670	0.670
Largo	-0.392	-0.297	1.000	0.443	0.384	-0.102	0.293	0.956	0.338	0.299	0.499	0.383	-0.200	0.145	0.076	0.520	0.720	-0.027	-0.286	-0.026	-0.439	0.638	0.473	-0.445	-0.447	-0.447	-0.445
Ancho	0.158	0.341	0.443	1.000	0.122	0.170	0.315	0.635	0.735	0.409	-0.180	-0.177	-0.182	0.443	-0.462	-0.115	0.035	-0.026	-0.305	0.325	-0.085	0.023	0.159	-0.090	-0.093	-0.093	-0.092
Alto	-0.128	0.026	0.384	0.122	1.000	-0.139	0.082	0.473	-0.019	0.355	0.431	0.200	-0.349	-0.133	0.682	0.264	0.560	0.359	0.506	-0.583	0.092	0.217	-0.058	0.095	0.086	0.086	0.087
Espesor_muro	0.461	-0.022	-0.102	0.170	-0.139	1.000	0.778	-0.038	0.028	-0.102	0.104	-0.548	0.888	0.300	0.075	0.408	0.008	-0.182	-0.086	0.039	-0.078	0.306	0.050	-0.072	-0.080	-0.080	-0.081
Espesor_losa	0.265	-0.063	0.293	0.315	0.082	0.778	1.000	0.333	0.002	0.211	0.188	-0.384	0.687	0.014	0.116	0.664	0.302	-0.121	-0.139	0.189	0.011	0.472	-0.052	0.010	0.005	0.005	0.005
Volumen	-0.296	-0.195	0.956	0.635	0.473	-0.038	0.333	1.000	0.438	0.372	0.388	0.331	-0.255	0.201	0.024	0.423	0.674	0.016	-0.261	-0.026	-0.404	0.554	0.450	-0.410	-0.413	-0.413	-0.411
Ubicación	0.416	0.251	0.338	0.735	-0.019	0.028	0.002	0.438	1.000	0.328	0.203	-0.139	-0.121	0.795	-0.460	-0.020	-0.054	-0.334	-0.592	0.383	-0.445	0.263	0.528	-0.442	-0.446	-0.446	-0.446
Distancia	0.454	0.653	0.299	0.409	0.355	-0.102	0.211	0.372	0.328	1.000	0.289	-0.444	-0.185	0.324	-0.273	0.041	0.325	0.278	-0.212	0.515	0.250	0.043	-0.188	0.249	0.247	0.247	0.248
Espacio	0.199	-0.245	0.499	-0.180	0.431	0.104	0.188	0.388	0.203	0.289	1.000	0.063	0.232	0.388	0.430	0.733	0.650	-0.151	-0.234	-0.145	-0.503	0.819	0.515	-0.495	-0.503	-0.503	-0.502
Fc	-0.756	-0.775	0.383	-0.177	0.200	-0.548	-0.384	0.331	-0.139	-0.444	0.063	1.000	-0.522	-0.408	0.290	0.143	0.290	-0.110	0.003	-0.468	-0.503	0.257	0.473	-0.512	-0.505	-0.505	-0.504
Latas	0.470	-0.135	-0.200	-0.182	-0.349	0.888	0.687	-0.255	-0.121	-0.185	0.232	-0.522	1.000	0.213	0.091	0.522	-0.034	-0.308	-0.193	0.149	-0.115	0.388	0.057	-0.107	-0.113	-0.113	-0.114
Encofrado	0.618	0.316	0.145	0.443	-0.133	0.300	0.014	0.201	0.795	0.324	0.388	-0.408	0.213	1.000	-0.426	0.000	0.002	-0.241	-0.574	0.357	-0.448	0.284	0.530	-0.439	-0.446	-0.446	-0.447
OP	-0.282	-0.405	0.076	-0.462	0.682	0.075	0.116	0.024	-0.460	-0.273	0.430	0.290	0.091	-0.426	1.000	0.472	0.383	0.140	0.663	-0.845	0.037	0.308	-0.076	0.043	0.035	0.035	0.035
Cuadrilla	0.046	-0.553	0.520	-0.115	0.264	0.408	0.664	0.423	-0.020	0.041	0.733	0.143	0.522	0.000	0.472	1.000	0.610	-0.309	-0.252	-0.100	-0.472	0.920	0.417	-0.470	-0.475	-0.475	-0.475
Metrado	-0.241	-0.312	0.720	0.035	0.560	0.008	0.302	0.674	-0.054	0.325	0.650	0.290	-0.034	0.002	0.383	0.610	1.000	0.410	-0.053	-0.232	-0.327	0.629	0.325	-0.333	-0.333	-0.333	-0.333
Horas	-0.185	0.356	-0.027	-0.026	0.359	-0.182	-0.121	0.016	-0.334	0.278	-0.151	-0.110	-0.308	-0.241	0.140	-0.309	0.410	1.000	0.491	-0.221	0.474	-0.396	-0.460	0.470	0.470	0.470	0.470
Aporte_OP	-0.351	0.140	-0.286	-0.305	0.506	-0.086	-0.139	-0.261	-0.592	-0.212	-0.234	0.003	-0.193	-0.574	0.663	-0.252	-0.053	0.491	1.000	-0.723	0.659	-0.472	-0.662	0.662	0.657	0.657	0.657
Aporte_PE	0.503	0.433	-0.026	0.325	-0.583	0.039	0.189	-0.026	0.383	0.515	-0.145	-0.468	0.149	0.357	-0.845	-0.100	-0.232	-0.221	-0.723	1.000	0.044	-0.059	-0.031	0.039	0.046	0.046	0.046
Aporte_total	0.033	0.670	-0.439	-0.085	0.092	-0.078	0.011	-0.404	-0.445	0.250	-0.503	-0.503	-0.115	-0.448	0.037	-0.472	-0.472	0.474	0.659	0.044	1.000	-0.748	-0.991	1.000	1.000	1.000	1.000
Rendimiento	0.060	-0.586	0.638	0.023	0.217	0.306	0.472	0.554	0.263	0.043	0.819	0.257	0.388	0.284	0.308	0.920	0.629	-0.396	-0.472	-0.059	-0.748	1.000	0.723	-0.746	-0.750	-0.750	-0.750
Rendimiento_ajustado	-0.012	-0.592	0.473	0.159	-0.058	0.050	-0.052	0.450	0.528	-0.188	0.515	0.473	0.057	0.530	-0.076	0.417	0.325	-0.460	-0.662	-0.031	-0.991	0.723	1.000	-0.990	-0.991	-0.991	-0.991
AP_CAP_Ajustado	0.042	0.674	-0.445	-0.090	0.095	-0.072	0.010	-0.410	-0.442	0.249	-0.495	-0.512	-0.107	-0.439	0.043	-0.470	-0.333	0.470	0.662	0.039	1.000	-0.746	-0.990	1.000	1.000	1.000	1.000
AP_OP_ajustado	0.037	0.670	-0.447	-0.093	0.086	-0.080	0.005	-0.413	-0.446	0.247	-0.503	-0.505	-0.113	-0.446	0.035	-0.475	-0.333	0.470	0.657	0.046	1.000	-0.750	-0.991	1.000	1.000	1.000	1.000
AP_OF_ajustado	0.037	0.670	-0.447	-0.093	0.086	-0.080	0.005	-0.413	-0.446	0.247	-0.503	-0.505	-0.113	-0.446	0.035	-0.475	-0.333	0.470	0.657	0.046	1.000	-0.750	-0.991	1.000	1.000	1.000	1.000
Aporte_ajustado	0.036	0.670	-0.445	-0.092	0.087	-0.081	0.005	-0.411	-0.446	0.248	-0.502	-0.504	-0.114	-0.447	0.035	-0.475	-0.333	0.470	0.657	0.046	1.000	-0.750	-0.991	1.000	1.000	1.000	1.000

Figura 134

Nivel de significancia para encofrado en la construcción de cisternas

Sig. (bilateral)	Vivienda	Forma	Largo	Ancho	Alto	Espesor_muro	Espesor_losa	Volumen	Ubicación	Distancia	Espacio	Fc	Latas	Encofrado	OP	Cuadrilla	Metrado	Horas	Aporte_OP	Aporte_PE	Aporte_total	Rendimiento	Rendimiento_ajustado	AP_CAP_Ajustado	AP_OP_ajustado	AP_OF_ajustado	Aporte_ajustado
Vivienda		0.076	0.207	0.625	0.691	0.131	0.404	0.350	0.179	0.139	0.536	0.004	0.123	0.032	0.374	0.886	0.450	0.566	0.263	0.095	0.918	0.853	0.971	0.897	0.910	0.910	0.912
Forma	0.076		0.348	0.278	0.937	0.945	0.845	0.544	0.430	0.021	0.442	0.003	0.676	0.317	0.192	0.062	0.324	0.256	0.664	0.159	0.017	0.045	0.043	0.016	0.017	0.017	0.017
Largo	0.207	0.348		0.149	0.218	0.752	0.356	0.000	0.282	0.345	0.099	0.219	0.533	0.652	0.814	0.083	0.008	0.933	0.368	0.936	0.153	0.025	0.120	0.148	0.146	0.146	0.147
Ancho	0.625	0.278	0.149		0.706	0.597	0.319	0.027	0.007	0.187	0.577	0.582	0.571	0.149	0.130	0.722	0.914	0.937	0.334	0.302	0.793	0.942	0.621	0.780	0.775	0.775	0.775
Alto	0.691	0.937	0.218	0.706		0.668	0.799	0.121	0.953	0.258	0.162	0.532	0.267	0.679	0.015	0.406	0.058	0.252	0.093	0.047	0.775	0.497	0.858	0.770	0.790	0.790	0.788
Espesor_muro	0.131	0.945	0.752	0.597	0.668		0.003	0.907	0.931	0.753	0.747	0.065	0.000	0.343	0.816	0.188	0.980	0.571	0.791	0.905	0.809	0.333	0.876	0.823	0.805	0.805	0.802
Espesor_losa	0.404	0.845	0.356	0.319	0.799	0.003		0.290	0.996	0.510	0.558	0.218	0.014	0.965	0.721	0.019	0.340	0.707	0.668	0.555	0.972	0.121	0.873	0.975	0.987	0.987	0.987
Volumen	0.350	0.544	0.000	0.027	0.121	0.907	0.290		0.155	0.233	0.213	0.294	0.424	0.531	0.942	0.170	0.016	0.960	0.412	0.936	0.193	0.061	0.142	0.185	0.182	0.182	0.184
Ubicación	0.179	0.430	0.282	0.007	0.953	0.931	0.996	0.155		0.298	0.527	0.666	0.708	0.002	0.132	0.951	0.868	0.289	0.042	0.219	0.148	0.078	0.150	0.146	0.146	0.146	0.146
Distancia	0.139	0.021	0.345	0.187	0.258	0.753	0.510	0.233	0.298		0.362	0.148	0.565	0.305	0.390	0.900	0.302	0.383	0.509	0.087	0.433	0.895	0.558	0.435	0.439	0.439	0.437
Espacio	0.536	0.442	0.099	0.577	0.162	0.747	0.558	0.213	0.527	0.362		0.845	0.469	0.213	0.163	0.007	0.022	0.640	0.464	0.652	0.095	0.001	0.086	0.102	0.096	0.096	0.096
Fc	0.004	0.003	0.219	0.582	0.532	0.065	0.218	0.294	0.666	0.148	0.845		0.082	0.188	0.360	0.658	0.360	0.735	0.993	0.125	0.096	0.421	0.121	0.089	0.094	0.094	0.095
Latas	0.123	0.676	0.533	0.571	0.267	0.000	0.014	0.424	0.708	0.565	0.469	0.082		0.506	0.779	0.082	0.916	0.329	0.547	0.644	0.722	0.212	0.859	0.740	0.727	0.724	0.724
Encofrado	0.032	0.317	0.652	0.149	0.679	0.343	0.965	0.531	0.002	0.305	0.213	0.188	0.506		0.167	1.000	0.994	0.450	0.051	0.255	0.144	0.370	0.077	0.153	0.146	0.146	0.146
OP	0.374	0.192	0.814	0.130	0.015	0.816	0.721	0.																			

Figura 135

Coefficiente de correlación de Pearson para desencofrado en la construcción de cisternas

Correlación de Pearson	Vivienda	Forma	Largo	Ancho	Altura	Espesor_muro	Espesor_losa	Volumen	Ubicación	Distancia	Espacio	Fc	Latas_agregado	Encofrado	OP	Cuadrilla	Metrado	Horas	Aporte_OP	Aporte_PE	Aporte_total	Rendimiento	Rendimiento_ajustado	AP_OP_ajustado	AP_OF_ajustado	Aporte_ajustado
Vivienda	1.000	0.411	-0.409	0.071	-0.062	0.547	0.308	-0.316	0.365	0.231	0.207	-0.725	0.548	0.548	-0.264	0.053	-0.481	-0.544	-0.214	0.244	0.183	-0.025	-0.179	0.189	0.183	0.185
Forma	0.411	1.000	-0.219	0.325	0.025	-0.020	-0.058	-0.135	0.250	0.528	-0.236	-0.661	-0.125	0.250	-0.144	0.000	-0.040	0.092	-0.066	0.251	0.643	-0.164	-0.587	0.641	0.638	0.639
Largo	-0.409	-0.219	1.000	0.496	0.478	-0.107	0.300	0.957	0.368	0.505	0.529	0.331	-0.219	0.158	0.308	0.296	0.776	0.493	0.123	-0.281	-0.566	0.411	0.603	-0.561	-0.561	-0.561
Ancho	0.071	0.325	0.496	1.000	0.294	0.205	0.389	0.683	0.662	0.484	-0.109	-0.129	-0.155	0.331	0.062	0.653	0.445	0.088	-0.040	-0.016	-0.160	0.608	0.218	-0.172	-0.171	-0.171
Altura	-0.062	0.025	0.478	0.294	1.000	-0.146	0.090	0.580	0.230	0.489	0.493	0.260	-0.369	0.012	0.771	0.136	0.706	0.560	0.718	-0.728	-0.269	0.161	0.307	-0.289	-0.290	-0.289
Espesor_muro	0.547	-0.020	-0.107	0.205	-0.146	1.000	0.779	-0.038	0.041	-0.126	0.100	-0.663	0.897	0.347	0.047	0.177	-0.027	-0.170	0.057	-0.077	-0.087	0.145	0.062	-0.079	-0.087	-0.084
Espesor_losa	0.308	-0.058	0.300	0.389	0.090	0.779	1.000	0.346	0.017	0.250	0.172	-0.475	0.686	0.017	0.019	0.229	0.238	0.061	-0.056	0.039	-0.004	0.178	-0.003	0.003	0.000	0.001
Volumen	-0.316	-0.135	0.957	0.683	0.580	-0.038	0.346	1.000	0.458	0.565	0.426	0.302	-0.264	0.196	0.348	0.377	0.793	0.477	0.188	-0.332	-0.540	0.468	0.585	-0.542	-0.542	-0.542
Ubicación	0.365	0.250	0.368	0.662	0.230	0.041	0.017	0.458	1.000	0.361	0.331	-0.094	-0.125	0.750	0.000	0.722	0.142	-0.339	-0.166	0.012	-0.455	0.749	0.512	-0.461	-0.458	-0.459
Distancia	0.231	0.528	0.505	0.484	0.489	-0.126	0.250	0.565	0.361	1.000	0.342	-0.215	-0.243	0.216	-0.043	-0.074	0.337	0.350	-0.062	0.098	0.165	-0.108	-0.104	0.169	0.166	0.167
Espacio	0.207	-0.236	0.529	-0.109	0.493	0.100	0.172	0.426	0.331	0.342	1.000	0.036	0.189	0.472	0.382	0.000	0.353	0.159	0.260	-0.411	-0.599	0.139	0.607	-0.586	-0.591	-0.589
Fc	-0.725	-0.661	0.331	-0.129	0.260	-0.663	-0.475	0.302	-0.094	-0.215	0.036	1.000	-0.661	-0.378	0.218	0.000	0.225	0.166	0.159	-0.284	-0.474	0.138	0.465	-0.487	-0.479	-0.482
Latas_agregado	0.548	-0.125	-0.219	-0.155	-0.369	0.897	0.686	-0.264	-0.125	-0.243	0.189	-0.661	1.000	0.250	-0.144	0.000	-0.257	-0.312	-0.145	0.125	-0.016	-0.018	-0.028	0.003	-0.004	-0.002
Encofrado	0.548	0.250	0.158	0.331	0.012	0.347	0.017	0.196	0.750	0.216	0.472	-0.378	0.250	1.000	0.000	0.289	0.003	-0.265	-0.045	-0.090	-0.471	0.365	0.500	-0.461	-0.468	-0.465
OP	-0.264	-0.144	0.308	0.062	0.771	0.047	0.019	0.348	0.000	-0.043	0.382	0.218	-0.144	0.000	1.000	0.167	0.767	0.628	-0.956	-0.967	-0.380	0.214	0.392	-0.398	-0.401	-0.400
Cuadrilla	0.053	0.000	0.296	0.653	0.136	0.177	0.229	0.377	0.722	-0.074	0.000	0.000	0.000	0.289	0.167	1.000	0.262	-0.311	-0.060	-0.065	-0.380	0.971	0.414	-0.396	-0.388	-0.391
Metrado	-0.481	-0.040	0.776	0.445	0.706	-0.027	0.238	0.793	0.142	0.337	0.353	0.225	-0.257	0.003	0.767	0.262	1.000	0.810	0.654	-0.698	-0.377	0.315	0.415	-0.386	-0.388	-0.388
Horas	-0.544	0.092	0.493	0.088	0.560	-0.170	0.061	0.477	-0.339	0.350	0.159	0.166	-0.312	-0.265	0.628	-0.311	0.810	1.000	0.668	-0.589	0.023	-0.286	-0.002	0.021	0.015	0.017
Aporte_OP	-0.214	-0.066	0.123	-0.040	0.718	0.057	-0.056	0.188	-0.166	-0.062	0.260	0.159	-0.145	-0.045	0.956	-0.060	0.654	0.668	1.000	-0.958	-0.226	-0.028	0.230	-0.244	-0.250	-0.248
Aporte_PE	0.244	0.251	-0.281	-0.016	-0.728	-0.077	0.039	-0.332	0.012	0.098	-0.411	-0.284	0.125	-0.090	-0.967	-0.065	-0.698	-0.589	-0.958	1.000	0.494	-0.152	-0.497	0.510	0.515	0.514
Aporte_total	0.183	0.643	-0.566	-0.160	-0.269	-0.087	-0.004	-0.540	-0.455	0.165	-0.599	-0.474	-0.016	-0.471	-0.380	-0.380	-0.377	0.023	-0.226	0.494	1.000	-0.584	-0.997	0.999	0.999	0.999
Rendimiento	-0.025	-0.164	0.411	0.608	0.161	0.145	0.178	0.468	0.749	-0.108	0.139	0.138	-0.018	0.365	0.214	0.971	0.315	-0.286	-0.028	-0.152	-0.584	1.000	0.613	-0.597	-0.590	-0.592
Rendimiento_ajusto	-0.179	-0.587	0.603	0.218	0.307	0.062	-0.003	0.585	0.512	-0.104	0.607	0.465	-0.028	0.500	0.392	0.414	0.415	-0.002	0.230	-0.497	-0.997	0.613	1.000	-0.997	-0.997	-0.997
AP_OP_ajustado	0.189	0.641	-0.561	-0.172	-0.289	-0.079	0.003	-0.542	-0.461	0.169	-0.586	-0.487	0.003	-0.461	-0.398	-0.396	-0.386	0.021	-0.244	0.510	0.999	-0.597	-0.997	1.000	1.000	1.000
AP_OF_ajustado	0.183	0.638	-0.561	-0.171	-0.290	-0.087	0.000	-0.542	-0.458	0.166	-0.591	-0.479	-0.004	-0.468	-0.401	-0.388	-0.388	0.015	-0.250	0.515	0.999	-0.590	-0.997	1.000	1.000	1.000
Aporte_ajustado	0.185	0.639	-0.561	-0.171	-0.289	-0.084	0.001	-0.542	-0.459	0.167	-0.589	-0.482	-0.002	-0.465	-0.400	-0.391	-0.388	0.017	-0.248	0.514	0.999	-0.592	-0.997	1.000	1.000	1.000

Figura 136

Nivel de significancia para desencofrado en la construcción de cisternas

Sig. (bilateral)	Vivienda	Forma	Largo	Ancho	Altura	Espesor_muro	Espesor_losa	Volumen	Ubicación	Distancia	Espacio	Fc	Latas_agregado	Encofrado	OP	Cuadrilla	Metrado	Horas	Aporte_OP	Aporte_PE	Aporte_total	Rendimiento	Rendimiento_ajustado	AP_OP_ajustado	AP_OF_ajustado	Aporte_ajustado
Vivienda	0.272	0.274	0.856	0.873	0.127	0.421	0.407	0.334	0.550	0.593	0.027	0.127	0.127	0.127	0.493	0.893	0.189	0.130	0.581	0.527	0.637	0.949	0.644	0.627	0.637	0.633
Forma	0.272	1.000	0.572	0.393	0.950	0.883	0.729	0.516	0.144	0.541	0.052	0.749	0.749	0.516	0.711	1.000	0.918	0.814	0.866	0.515	0.062	0.673	0.096	0.063	0.065	0.064
Largo	0.274	0.572	1.000	0.174	0.194	0.784	0.433	0.000	0.330	0.165	0.143	0.385	0.572	0.684	0.420	0.440	0.014	0.178	0.753	0.464	0.112	0.272	0.085	0.116	0.116	0.116
Ancho	0.856	0.393	0.174	1.000	0.443	0.597	0.300	0.043	0.052	0.186	0.780	0.742	0.690	0.384	0.873	0.057	0.230	0.822	0.919	0.967	0.682	0.082	0.572	0.657	0.660	0.659
Altura	0.873	0.950	0.194	0.443	1.000	0.708	0.817	0.102	0.551	0.182	0.177	0.499	0.328	0.976	0.015	0.726	0.033	0.117	0.029	0.026	0.484	0.678	0.421	0.451	0.450	0.450
Espesor_muro	0.127	0.958	0.784	0.597	0.708	1.000	0.013	0.922	0.917	0.747	0.798	0.052	0.001	0.361	0.904	0.649	0.946	0.662	0.884	0.844	0.824	0.710	0.874	0.840	0.824	0.829
Espesor_losa	0.421	0.883	0.433	0.300	0.817	0.013	1.000	0.362	0.966	0.516	0.659	0.197	0.041	0.966	0.961	0.554	0.538	0.875	0.887	0.920	0.992	0.646	0.993	0.993	0.999	0.998
Volumen	0.407	0.729	0.000	0.043	0.102	0.922	0.362	1.000	0.215	0.113	0.253	0.430	0.492	0.613	0.359	0.317	0.011	0.194	0.629	0.383	0.134	0.204	0.098	0.131	0.132	0.131
Ubicación	0.334	0.516	0.330	0.052	0.551	0.917	0.966	0.215	1.000	0.340	0.385	0.809	0.749	0.020	1.000	0.028	0.716	0.372	0.670	0.975	0.219	0.020	0.159	0.212	0.215	0.214
Distancia	0.550	0.144	0.165	0.186	0.182	0.747	0.516	0.113	0.340	1.000	0.368	0.578	0.529	0.576	0.912	0.850	0.376	0.355	0.875	0.802	0.672	0.782	0.790	0.664	0.670	0.668
Espacio	0.593	0.541	0.143	0.780	0.177	0.798	0.659	0.253	0.385	0.368	1.000	0.927	0.626	0.199	0.310	1.000	0.351	0.683	0.499	0.272	0.088	0.721	0.083	0.097	0.094	0.095
Fc	0.027	0.052	0.385	0.742	0.499	0.052	0.197	0.430	0.809	0.578	0.927	1.000	0.052	0.316	0.573	1.000	0.561	0.669	0.682	0.460	0.197	0.724	0.207	0.184	0.192	0.189
Latas_agregado	0.127	0.749	0.572	0.690	0.328	0.001	0.041	0.492	0.749	0.529	0.626	0.052	1.000	0.516	0.711	1.000	0.504	0.413	0.710	0.750	0.968	0.964	0.943	0.993	0.992	0.997
Encofrado	0.127	0.516	0.684	0.384	0.976	0.361	0.966	0.613	0.020	0.576	0.199	0.316	0.516	1.000	0.451	0.994	0.491	0.908	0.817	0.201	0.334	0.170	0.212	0.204	0.207	0.207
OP	0.493	0.711	0.420	0.873	0.015	0.904	0.961	0.359	1.000	0.912	0.310	0.573	0.711	1.000	0.668	0.016	0.070	0.000	0.000	0.313	0.581	0.297	0.289	0.284	0.286	0.286
Cuadrilla	0.893	1.000	0.440	0.057	0.726	0.649	0.554	0.317	0.028	0.850	1.000	1.000	1.000	0.451	0.668	0.495	0.495	0.415	0.877	0.869	0.313	0.000	0.268	0.291	0.302	0.298
Metrado	0.189	0.918	0.014	0.230	0.033	0.946	0.538	0.011	0.716	0.376	0.351	0.561	0.504	0.994	0											

Figura 137

Coefficiente de correlación de Pearson para habilitación y colocación de acero en la construcción de cisternas

Correlación de Pearson	Vivienda	Forma	Largo	Ancho	Altura	Espesor_muro	Espesor_losa	Volumen	Ubicación	Distancia	Espacio	Fc	Latas_agregado	Encofrado	OP	PE	Cuadrilla	Diámetro	Metrado	Horas	Aporte_OP	Aporte_PE	Aporte_total	Rendimiento	Rendimiento_ajustado	AP_CAP_ajustado	AP_OP_ajustado	AP_OF_ajustado	Aporte_ajustado
Vivienda	1.000	0.567	-0.517	-0.042	-0.016	0.388	0.086	-0.456	0.212	0.292	0.054	-0.743	0.415	0.464	-0.249	-0.101	-0.205	0.287	-0.246	0.118	0.558	0.261	0.536	-0.456	-0.411	0.516	0.546	0.546	0.537
Forma	0.567	1.000	-0.313	0.307	0.021	0.010	-0.014	-0.232	0.164	0.610	-0.313	-0.832	-0.124	0.231	-0.620	-0.313	-0.563	0.116	-0.254	0.400	0.630	0.486	0.825	-0.845	-0.729	0.832	0.858	0.858	0.859
Largo	-0.517	-0.313	1.000	0.467	0.477	-0.051	0.447	0.971	0.345	0.388	0.538	0.377	-0.168	0.134	0.097	0.228	0.240	0.513	0.517	0.298	-0.246	0.079	0.030	0.111	-0.091	-0.089	-0.042	-0.042	-0.040
Ancho	-0.042	0.307	0.467	1.000	0.076	0.229	0.431	0.621	0.679	0.370	-0.252	-0.178	-0.177	0.343	-0.700	0.446	0.046	0.492	0.543	0.697	-0.352	0.799	0.564	-0.288	-0.655	0.448	0.527	0.527	0.539
Altura	-0.016	0.021	0.477	0.076	1.000	-0.185	0.147	0.508	0.108	0.542	0.649	0.152	-0.305	0.025	0.283	-0.267	-0.093	0.426	0.096	0.082	0.416	-0.240	0.100	-0.133	0.009	-0.014	0.033	0.033	0.017
Espesor_muro	0.388	0.010	-0.051	0.229	-0.185	1.000	0.721	0.009	-0.007	-0.075	-0.035	-0.495	0.869	0.258	-0.016	0.643	0.540	0.206	0.081	0.031	-0.169	0.592	0.432	0.126	-0.508	0.431	0.417	0.417	0.412
Espesor_losa	0.086	-0.014	0.447	0.431	0.147	0.721	1.000	0.477	0.026	0.327	0.152	-0.326	0.605	-0.062	0.023	0.668	0.580	0.408	0.384	0.255	-0.152	0.615	0.516	0.095	-0.599	0.497	0.469	0.469	0.462
Volumen	-0.456	-0.232	0.971	0.621	0.508	0.009	0.477	1.000	0.420	0.436	0.429	0.330	-0.217	0.183	-0.004	0.329	0.278	0.567	0.564	0.373	-0.301	0.230	0.134	0.098	-0.207	0.003	0.058	0.058	0.061
Ubicación	0.212	0.164	0.345	0.679	0.108	-0.007	0.026	0.420	1.000	0.180	0.143	-0.039	-0.194	0.710	-0.687	-0.015	-0.341	0.605	0.452	0.638	-0.124	0.312	0.231	-0.443	-0.205	0.039	0.189	0.189	0.196
Distancia	0.292	0.610	0.388	0.370	0.542	-0.075	0.327	0.436	0.180	1.000	0.308	-0.437	-0.201	0.202	-0.140	-0.091	-0.144	0.528	0.046	0.370	0.552	0.332	0.720	-0.489	-0.646	0.671	0.689	0.689	0.685
Espacio	0.054	-0.313	0.538	-0.252	0.649	-0.035	0.152	0.429	0.143	0.308	1.000	0.209	0.131	0.313	0.504	-0.257	0.022	0.473	0.047	-0.108	0.364	-0.481	-0.154	0.033	0.260	-0.265	-0.216	-0.216	-0.231
Fc	-0.743	-0.832	0.377	-0.178	0.152	-0.495	-0.326	0.330	-0.039	-0.437	0.209	1.000	-0.447	-0.277	0.447	0.042	0.249	-0.139	0.265	-0.267	-0.562	-0.585	-0.859	0.667	0.791	-0.889	-0.889	-0.889	-0.885
Latas_agregado	0.415	-0.124	-0.168	-0.177	-0.305	0.869	0.605	-0.217	-0.194	-0.201	0.131	-0.447	1.000	0.124	0.200	0.430	0.062	0.462	-0.064	-0.167	-0.011	0.261	0.208	0.168	-0.240	0.248	0.207	0.207	0.199
Encofrado	0.464	0.231	0.134	0.343	0.025	0.258	-0.062	0.183	0.710	0.202	0.313	-0.277	0.124	1.000	-0.372	-0.058	-0.227	0.529	0.038	0.291	0.129	0.215	0.301	-0.373	-0.251	0.154	0.279	0.279	0.283
OP	-0.249	-0.620	0.097	-0.700	0.283	-0.016	0.023	-0.004	-0.687	-0.140	0.504	0.447	0.200	-0.372	1.000	0.056	0.525	-0.187	-0.219	-0.680	0.033	-0.615	-0.523	0.700	0.523	-0.447	-0.539	-0.539	-0.552
PE	-0.101	-0.313	0.228	0.446	-0.267	0.643	0.668	0.329	-0.015	-0.091	-0.257	0.042	0.430	-0.058	0.056	1.000	0.879	0.169	0.416	0.060	-0.713	0.628	0.157	0.581	-0.349	0.181	0.130	0.130	0.138
Cuadrilla	-0.205	-0.563	0.240	0.046	-0.093	0.540	0.580	0.278	-0.341	-0.144	0.022	0.249	0.462	-0.227	0.525	0.879	1.000	0.055	0.250	-0.273	-0.592	0.241	-0.116	0.829	-0.048	-0.059	-0.147	-0.147	-0.146
Diámetro	0.287	0.116	0.513	0.492	0.426	0.206	0.408	0.567	0.605	0.528	0.473	-0.139	0.062	0.529	-0.187	0.169	0.055	1.000	0.602	0.618	0.095	0.298	0.391	-0.227	-0.365	0.244	0.333	0.333	0.327
Metrado	-0.246	-0.254	0.517	0.543	0.096	0.081	0.384	0.564	0.452	0.046	0.047	0.265	-0.064	0.038	-0.219	0.416	0.250	0.602	1.000	0.755	-0.477	0.297	0.014	0.136	-0.100	-0.077	-0.034	-0.034	-0.030
Horas	0.118	0.400	0.298	0.697	0.082	0.031	0.255	0.373	0.638	0.370	-0.108	-0.267	-0.167	0.291	-0.680	0.060	-0.273	0.618	0.755	1.000	-0.017	0.518	0.490	-0.511	-0.491	0.385	0.466	0.466	0.472
Aporte_OP	0.558	0.630	-0.246	-0.352	0.416	-0.169	-0.152	-0.301	-0.124	0.552	0.364	-0.562	-0.011	0.129	0.033	-0.713	-0.592	0.095	-0.477	-0.017	1.000	-0.235	0.397	-0.665	-0.192	0.399	0.412	0.412	0.396
Aporte_PE	0.261	0.486	0.079	0.799	-0.240	0.592	0.615	0.230	0.312	0.332	-0.481	-0.585	0.261	0.215	-0.615	0.628	0.241	0.298	0.297	0.518	-0.235	1.000	0.787	-0.248	-0.894	0.774	0.783	0.783	0.792
Aporte_total	0.536	0.825	0.030	0.564	0.100	0.432	0.516	0.134	0.231	0.720	-0.154	-0.859	0.208	0.301	-0.523	0.157	-0.116	0.391	0.014	-0.490	0.397	0.787	1.000	-0.633	-0.971	0.972	0.995	0.995	0.993
Rendimiento	-0.456	-0.845	0.111	-0.288	-0.133	0.126	0.095	0.098	-0.443	-0.489	0.033	0.667	0.168	-0.373	0.700	0.581	0.829	-0.227	0.136	-0.511	-0.665	-0.248	-0.633	1.000	0.491	-0.562	-0.649	-0.649	-0.647
Rendimiento_ajustado	-0.411	-0.729	-0.091	-0.655	0.009	-0.508	-0.599	-0.207	-0.205	-0.646	0.260	0.791	-0.240	-0.251	0.523	-0.349	-0.048	-0.365	-0.100	-0.491	-0.192	-0.894	-0.971	0.491	1.000	-0.961	-0.968	-0.968	-0.971
AP_CAP_ajustado	0.516	0.832	-0.089	0.448	-0.014	0.431	0.497	0.003	0.039	0.671	-0.265	-0.889	0.248	0.154	-0.447	0.181	-0.059	0.244	-0.077	0.385	0.399	0.774	0.972	-0.562	-0.961	1.000	0.985	0.985	0.985
AP_OP_ajustado	0.546	0.858	-0.042	0.527	0.033	0.417	0.469	0.058	0.189	0.689	-0.216	-0.889	0.207	0.279	-0.539	0.130	-0.147	0.333	-0.034	0.466	0.412	0.783	0.995	-0.649	-0.968	0.985	1.000	1.000	1.000
AP_OF_ajustado	0.546	0.858	-0.042	0.527	0.033	0.417	0.469	0.058	0.189	0.689	-0.216	-0.889	0.207	0.279	-0.539	0.130	-0.147	0.333	-0.034	0.466	0.412	0.783	0.995	-0.649	-0.968	0.985	1.000	1.000	1.000
APORTE_ajustado	0.537	0.859	-0.040	0.539	0.017	0.412	0.462	0.061	0.196	0.685	-0.231	-0.885	0.199	0.283	-0.552	0.138	-0.146	0.327	-0.030	0.472	0.396	0.792	0.993	-0.647	-0.971	0.985	1.000	1.000	1.000

Figura 138

Nivel de significancia para habilitación y colocación de acero en la construcción de cisternas

Sig. (bilateral)	Vivienda	Forma	Largo	Ancho	Altura	Espesor_muro	Espesor_losa	Volumen	Ubicación	Distancia	Espacio	Fc	Latas_agregado	Encofrado	OP	PE	Cuadrilla	Diámetro	Metrado	Horas	Aporte_OP	Aporte_PE	Aporte_total	Rendimiento	Rendimiento_ajustado	AP_CAP_ajustado	AP_OP_ajustado	AP_OF_ajustado	Aporte_ajustado
Vivienda		0.022	0.040	0.878	0.953	0.138	0.752	0.076	0.430	0.272	0.842	0.001	0.110	0.071	0.352	0.710	0.446	0.282	0.359	0.664	0.025	0.329	0.032	0.076	0.114	0.041	0.029	0.029	0.032
Forma	0.022		0.237	0.248	0.939	0.971	0.958	0.387	0.544	0.012	0.238	0.000	0.647	0.390	0.010	0.238	0.023	0.669	0.343	0.125	0.009	0.056	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Largo	0.040	0.237		0.068	0.062	0.850	0.082	0.000	0.190	0.137	0.032	0.151	0.533	0.619	0.722	0.396	0.370	0.042	0.040	0.263	0.359	0.771	0.911	0.683	0.738	0.744	0.878	0.878	0.883
Ancho	0.878	0.248	0.068		0.781	0.393	0.095	0.010	0.004	0.158	0.347	0.510	0.512	0.193	0.003	0.083	0.865	0.053	0.030	0.003	0.181	0.000	0.023	0.279	0.006	0.081	0.036	0.036	0.031
Altura	0.953	0.939	0.062	0.781		0.494	0.586	0.044	0.691	0.030	0.007	0.575	0.250	0.927	0.289	0.317	0.733	0.100	0.723	0.762	0.109	0.371	0.714	0.624	0.973	0.958	0.903	0.903	0.950
Espesor_muro	0.138	0.971	0.850	0.393	0.494		0.002	0.974	0.979	0.783	0.898	0.051	0.000	0.335	0.953	0.007	0.031	0.445	0.765	0.910	0.532	0.016	0.095	0.641	0.045	0.096	0.108	0.108	0.112
Espesor_losa	0.752	0.958	0.082	0.095	0.586	0.002		0.062	0.923	0.217	0.573	0.218	0.013	0.820	0.933	0.005	0.018	0.116	0.142	0.341	0.574	0.011	0.041	0.725	0.014	0.050	0.067	0.067	0.071
Volumen	0.076	0.387	0.000	0.010	0.044	0.974	0.062		0.106	0.092	0.097	0.212	0.420	0.498	0.987	0.214	0.297	0.022	0.023	0.155	0.258	0.392	0.622	0.719	0.441	0.993	0.832	0.832	0.823
Ubicación	0.430	0.544	0.190	0.004	0.691	0.979	0.923	0.106		0.504	0.597	0.885	0.472	0.002	0.003	0.957	0.197	0.013	0.079	0.008	0.647	0.240	0.389	0.086	0.446	0.885	0.484	0.484	0.467
Distancia	0.272	0.012	0.137	0.158	0.030	0.783	0.217	0.092																					

Figura 139

Coeficiente de correlación de Pearson para preparación y vaciado de concreto en la construcción de cisternas

Correlación de Pearson	Viv.	Forma	Largo	Ancho	Altura	Espesor		Volumen	Ubicación	Distancia	Espacio	FC	Latas_agregado	Acero	Encofrado	OP	PE	Cuadrilla	Metrado	Horas	Aporte_OP	Aporte_PE	Aporte_total	Rendimiento	Rendimiento_ajustado	AP_CAP_ajustado	AP_OP_ajustado	AP_OF_ajustado	AP_PE_ajustado	AP_OPLiv_ajustado	Aporte_ajustado
						Muro	Losa																								
Vivienda	1.000	0.480	-0.385	0.120	0.037	0.433	0.160	-0.272	0.430	0.321	0.172	-0.671	0.430	0.282	0.529	-0.141	0.332	0.264	0.034	0.108	-0.283	0.660	0.600	-0.019	-0.566	0.600	0.599	0.599	0.600	0.600	0.599
Forma	0.480	1.000	-0.235	0.319	0.003	0.041	-0.020	-0.154	0.244	0.523	-0.228	-0.789	-0.091	0.098	0.270	-0.425	0.016	-0.232	-0.078	0.283	-0.102	0.577	0.707	-0.409	-0.596	0.706	0.706	0.706	0.707	0.708	0.707
Largo	-0.385	-0.235	1.000	0.488	0.460	-0.019	0.425	0.956	0.360	0.493	0.560	0.298	-0.161	-0.040	0.189	0.027	0.095	0.114	0.506	0.248	-0.288	-0.183	-0.627	0.425	0.725	-0.629	-0.626	-0.626	-0.627	-0.627	
Ancho	0.120	0.319	0.488	1.000	0.277	0.345	0.501	0.679	0.659	0.476	-0.097	-0.199	-0.113	-0.246	0.357	-0.560	0.555	0.251	0.374	0.237	-0.752	0.507	-0.211	0.425	0.382	-0.214	-0.212	-0.212	-0.211	-0.212	
Altura	0.037	0.003	0.460	0.277	1.000	0.013	0.245	0.561	0.217	0.468	0.549	0.169	-0.278	-0.310	0.058	0.375	-0.238	-0.028	0.254	0.231	0.097	-0.259	-0.253	0.114	0.301	-0.250	-0.253	-0.253	-0.252	-0.253	
Espesor_muro	0.433	0.041	-0.019	0.345	0.013	1.000	0.704	0.095	0.119	-0.030	0.026	-0.546	0.829	-0.501	0.311	-0.167	0.358	0.276	0.503	0.493	-0.316	0.151	0.155	-0.115	0.152	0.150	0.150	0.151	0.151	0.151	
Espesor_losa	0.160	-0.020	0.425	0.501	0.245	0.704	1.000	0.497	0.065	0.378	0.127	-0.332	0.565	-0.132	-0.074	-0.081	0.265	0.228	0.608	0.477	-0.387	0.151	-0.267	0.339	0.348	-0.264	-0.268	-0.268	-0.267	-0.268	
Volumen	-0.272	-0.154	0.956	0.679	0.561	0.095	0.497	1.000	0.451	0.552	0.461	0.251	-0.196	-0.129	0.235	-0.078	0.211	0.174	0.520	0.253	-0.433	-0.039	-0.600	0.481	0.721	-0.602	-0.600	-0.600	-0.600	-0.600	
Ubicación	0.430	0.244	0.360	0.659	0.217	0.119	0.065	0.451	1.000	0.353	0.346	-0.150	-0.091	-0.033	0.779	-0.345	0.557	0.379	0.203	0.033	-0.620	0.505	-0.049	0.433	0.172	-0.055	-0.049	-0.049	-0.048	-0.049	
Distancia	0.321	0.523	0.493	0.476	0.468	-0.030	0.378	0.552	0.353	1.000	0.372	-0.331	-0.179	0.368	0.252	-0.155	0.080	-0.007	0.264	0.265	-0.322	0.350	0.102	0.046	0.031	0.103	0.101	0.101	0.103	0.101	
Espacio	0.172	-0.228	0.560	-0.097	0.549	0.026	0.127	0.461	0.346	0.372	1.000	0.107	0.139	0.149	0.461	0.463	-0.127	0.139	0.344	0.206	0.110	-0.213	-0.171	0.173	0.175	-0.173	-0.170	-0.171	-0.171	-0.171	
FC	-0.671	-0.789	0.298	-0.199	0.169	-0.546	-0.332	0.251	-0.150	-0.331	0.107	1.000	-0.540	-0.098	-0.342	0.335	-0.135	0.056	-0.172	-0.481	0.125	-0.614	-0.733	0.322	0.657	-0.732	-0.732	-0.732	-0.732	-0.732	
Latas_agregado	0.430	-0.091	-0.161	-0.113	-0.278	0.829	0.565	-0.196	-0.091	-0.179	0.139	-0.540	1.000	.	.	0.185	0.039	0.196	0.227	0.385	0.392	-0.063	0.206	0.219	0.039	-0.248	0.220	0.219	0.218	0.218	
Acero	0.282	0.098	-0.040	-0.246	-0.310	-0.501	-0.132	-0.129	-0.033	0.368	0.149	-0.098	.	1.000	0.067	-0.041	-0.118	-0.149	-0.276	-0.298	0.035	0.086	0.169	-0.190	-0.158	0.169	0.170	0.170	0.169	0.169	
Encofrado	0.529	0.270	0.189	0.357	0.058	0.311	-0.074	0.235	0.779	0.252	0.461	-0.342	0.185	0.067	1.000	-0.277	0.424	0.280	0.225	0.178	-0.402	0.563	0.309	0.143	-0.232	0.302	0.309	0.309	0.308	0.309	
OP	-0.141	-0.425	0.027	-0.560	0.375	-0.167	-0.081	-0.078	-0.345	-0.155	0.463	0.345	0.039	-0.041	-0.277	1.000	-0.352	0.219	0.233	0.151	0.588	-0.632	-0.177	0.179	0.071	-0.173	-0.176	-0.176	-0.176	-0.176	
PE	0.332	0.016	0.095	0.555	-0.238	0.358	0.265	0.211	0.557	0.080	-0.127	-0.135	0.196	-0.118	0.424	-0.352	1.000	0.836	0.371	0.039	-0.866	0.710	-0.060	0.756	0.120	-0.063	-0.061	-0.061	-0.060	-0.060	
Cuadrilla	0.264	-0.232	0.114	0.251	-0.028	0.276	0.228	0.174	0.379	-0.007	0.139	0.056	0.227	-0.149	0.280	0.219	0.836	1.000	0.524	0.129	-0.559	0.370	-0.166	0.893	0.167	-0.167	-0.166	-0.166	-0.166	-0.166	
Metrado	0.034	-0.078	0.506	0.374	0.254	0.503	0.608	0.520	0.203	0.264	0.344	-0.172	0.385	-0.276	0.225	0.233	0.371	0.524	1.000	0.832	-0.305	0.080	-0.267	0.558	0.293	-0.267	-0.267	-0.266	-0.266	-0.267	
Horas	0.108	0.283	0.248	0.237	0.231	0.493	0.477	0.253	0.033	0.265	0.206	-0.481	0.392	-0.298	0.178	0.151	0.039	0.129	0.832	1.000	-0.033	0.067	0.055	0.078	-0.044	0.057	0.055	0.055	0.056	0.055	
Aporte_OP	-0.283	-0.102	-0.288	-0.752	0.097	-0.316	-0.387	-0.433	-0.620	-0.322	0.110	0.125	-0.063	0.035	-0.402	0.588	-0.866	-0.559	-0.305	-0.033	1.000	-0.735	0.192	-0.617	-0.299	0.194	0.193	0.193	0.193	0.192	0.193
Aporte_PE	0.660	0.577	-0.183	0.507	-0.259	0.378	0.151	-0.039	0.505	0.350	-0.213	-0.614	0.206	0.086	0.563	-0.632	0.710	0.370	0.080	0.067	-0.735	1.000	0.525	0.152	-0.413	0.523	0.524	0.524	0.525	0.524	
Aporte_total	0.600	0.707	-0.627	-0.211	-0.253	0.151	-0.267	-0.600	-0.049	0.102	-0.171	-0.733	0.219	0.169	0.309	-0.177	-0.060	-0.166	-0.267	0.055	0.192	0.525	1.000	-0.555	-0.972	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
Rendimiento	-0.019	-0.409	0.425	0.425	0.114	0.155	0.339	0.481	0.433	0.046	0.173	0.322	0.039	-0.190	0.143	0.179	0.756	0.893	0.558	0.078	-0.617	0.152	-0.555	1.000	0.579	-0.556	-0.555	-0.555	-0.555	-0.555	
Rendimiento_ajustado	-0.566	-0.091	-0.161	-0.113	-0.278	0.829	0.565	-0.196	-0.091	-0.179	0.139	-0.540	1.000	.	.	0.185	0.039	0.196	0.227	0.385	0.392	-0.063	0.206	0.219	0.039	-0.248	0.220	0.219	0.218	0.218	
AP_CAP_ajustado	0.600	0.706	-0.629	-0.214	-0.250	0.152	-0.264	-0.602	-0.055	0.103	-0.173	-0.732	0.220	0.169	0.302	-0.173	-0.063	-0.167	-0.267	0.057	0.194	0.523	1.000	-0.556	-0.973	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
AP_OP_ajustado	0.599	0.706	-0.626	-0.212	-0.253	0.150	-0.268	-0.600	-0.049	0.101	-0.170	-0.732	0.219	0.170	0.309	-0.176	-0.061	-0.166	-0.267	0.055	0.193	0.524	1.000	-0.555	-0.973	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
AP_OF_ajustado	0.599	0.706	-0.626	-0.212	-0.253	0.150	-0.268	-0.600	-0.049	0.101	-0.170	-0.732	0.219	0.170	0.309	-0.176	-0.061	-0.166	-0.267	0.055	0.193	0.524	1.000	-0.555	-0.973	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
AP_PE_ajustado	0.600	0.707	-0.627	-0.212	-0.253	0.151	-0.268	-0.600	-0.048	0.101	-0.171	-0.732	0.218	0.169	0.309	-0.176	-0.060	-0.166	-0.267	0.055	0.193	0.524	1.000	-0.555	-0.973	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
AP_OPLiv_ajustado	0.600	0.708	-0.627	-0.211	-0.252	0.151	-0.267	-0.600	-0.048	0.103	-0.171	-0.732	0.218	0.169	0.308	-0.177	-0.060	-0.166	-0.266	0.056	0.192	0.525	1.000	-0.555	-0.973	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
Aporte_ajustado	0.599	0.707	-0.627	-0.212	-0.253	0.151	-0.268	-0.600	-0.049	0.101	-0.171	0.732	0.218	0.169	0.309	-0.176	-0.060	-0.166	-0.267	0.055	0.193	0.524	1.000	-0.555	-0.973	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	

Figura 140

Nivel de significancia para preparación y vaciado de concreto en la construcción de cisternas

Sig. (bilateral)	Viv.	Forma	Largo	Ancho	Altura	Espesor		Volumen	Ubicación	Distancia	Espacio	FC	Latas_agregado	Acero	Encofrado	OP	PE	Cuadrilla	Metrado	Horas	Aporte_OP	Aporte_PE	Aporte_total	Rendimiento	Rendimiento_ajustado	AP_CAP_ajustado	AP_OP_ajustado	AP_OF_ajustado	AP_PE_ajustado	AP_OPLiv_ajustado	Aporte_ajustado
						Muro	Losa																								
Vivienda		0.051	0.127	0.646	0.889	0.083	0.539	0.291	0.085	0.209	0.508	0.003	0.085	0.290	0.029	0.590	0.193	0.306	0.897	0.680	0.271	0.004	0.011	0.942	0.018	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
Forma	0.051	1.000	0.364	0.212	0.990	0.875	0.940	0.556	0.344	0.031	0.379	0.000	0.728	0.719	0.295	0.089	0.952	0.369	0.767	0.272	0.698	0.015	0.002	0.103	0.012	0.002	0.002	0.002	0.001	0.002	
Largo	0.127	0.364	1.000	0.047	0.063	0.943	0.089	0.000	0.156	0.045	0.019	0.245	0.537	0.884	0.468	0.919	0.718	0.662	0.038	0.337	0.263	0.481	0.007	0.089	0.001	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	
Ancho	0.646	0.212	0.047	1.000	0.281	0.175	0.041	0.003	0.004	0.053	0.712	0.443	0.665	0.357	0.160	0.019	0.021	0.331	0.140	0.360	0.000	0.038	0.415	0.089	0.130	0.409	0.413	0.413	0.415	0.417	0.414
Altura	0.889	0.990	0.063	0.281	1.000	0.960	0.342	0.019	0.404	0.058	0.023	0.518	0.281	0.243	0.826	0.138	0.358	0.914	0.326	0.372	0.710	0.315	0.327	0.664	0.240	0.332	0.327	0.327	0.329	0	

4.3. Discusión

La caracterización de la mano de obra que participó en la construcción de cisternas en la ciudad de Chota evidencia un predominio de cuadrillas intensivas en personal no semicalificado, donde los peones representan el 50.00% y los operarios el 42.26%, con una participación reducida de maestros de obra (7.74%). Esta estructura laboral coincide con lo reportado por Moscoso-Tello et al. (2023) y Medina y Romero (2024), quienes identifican que la ejecución de partidas hidráulicas y estructurales en contextos urbanos intermedios se sustenta principalmente en experiencia empírica más que en formación técnica formal. Asimismo, la edad promedio global de 36.69 años y la experiencia laboral media de 13.18 años reflejan una mano de obra mayoritariamente en etapa productiva, comparable con los resultados de Torres-Torres et al. (2024) en viviendas de Chota, aunque con mayor experiencia acumulada en peones, lo que sugiere un aprendizaje progresivo por repetición de tareas. Este perfil humano respalda lo señalado por Behiry et al. (2025), quienes destacan que la experiencia práctica es uno de los factores humanos más influyentes en la productividad en zonas con baja tecnificación y planificación empírica.

En cuanto a las características técnicas, las cisternas construidas en Chota presentan mayoritariamente formas regulares, volúmenes útiles variables entre 3.96 y 27.31 m³, espesores de muros y losas entre 0.10 y 0.25 m, y una ubicación condicionada por la disposición de la vivienda y la accesibilidad, con distancias de transporte de hasta 12 m. Estos resultados guardan coherencia con lo descrito por Castro (2024) respecto a la variabilidad geométrica de las cisternas en contextos domésticos, aunque a menor escala que las estructuras históricas o industriales reportadas por Carranza (2022). El uso predominante de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con dosificaciones empíricas y encofrado fenólico en cisternas de mayor volumen coincide con lo observado por More

(2024) y Pérez y Campos (2023), quienes destacan que la selección del sistema de encofrado y el criterio constructivo influyen directamente en la organización del trabajo y la demanda de mano de obra. En conjunto, los resultados confirman que tanto las características técnicas de las cisternas como el perfil de la mano de obra en Chota responden a prácticas constructivas locales, con criterios empíricos consolidados, similares a los reportados en antecedentes nacionales y regionales, pero adaptados a las condiciones socioeconómicas y operativas propias del contexto urbano chotano.

Los resultados obtenidos evidencian que el aporte unitario de la mano de obra en la construcción de cisternas en la ciudad de Chota presenta un comportamiento diferenciado según la partida ejecutada, confirmándose que a menor aporte unitario total corresponde un mayor rendimiento. En el encofrado, el aporte promedio fue de 1.07 hh/m², con rendimientos observados de 26.20 m²/día y ajustados de 16.48 m²/día, valores que resultan superiores a los reportados por Pérez y Campos (2023) para Trujillo (12 m²/día) y comparables con los hallazgos de Medina y Romero (2024) en Chota (25.13 m²/día), aunque inferiores a los alcanzados con sistemas metálicos reportados por More (2024), quien obtuvo hasta 30 m²/día. En el desencofrado, el bajo aporte unitario promedio de 0.82 hh/m² permitió rendimientos ajustados cercanos a 29.34 m²/día, prácticamente equivalentes al estándar de CAPECO, lo que confirma que se trata de una partida de menor complejidad técnica y mayor eficiencia relativa, en concordancia con lo señalado por Pérez y Campos (2023).

En la habilitación y colocación de acero, el aporte unitario promedio fue de 0.10 hh/kg, generando un rendimiento observado de 274.80 kg/día, valor similar al reportado por Torres-Torres et al. (2024) en Chota (275.72 kg/día) y superior a los rangos señalados por Vargas (2025) en Ecuador; sin embargo, al ajustarse a la cuadrilla CAPECO, el rendimiento disminuyó a 181.70 kg/día, evidenciando una eficiencia

menor al estándar normativo, situación también observada por Medina y Romero (2024). En la preparación y vaciado de concreto, el mayor aporte unitario promedio (8.06 hh/m^3) confirma que es la partida más intensiva en mano de obra; no obstante, los rendimientos ajustados alcanzaron $15.63 \text{ m}^3/\text{día}$, superando ampliamente el valor referencial de CAPECO ($10 \text{ m}^3/\text{día}$) y los resultados de Cieza (2023), lo que coincide con lo señalado por Vargas (2025) y Behiry et al. (2025) respecto a que la productividad real depende fuertemente de la organización de la cuadrilla, continuidad del trabajo y condiciones locales, más que de los valores normativos generales.

En las partidas de encofrado y preparación y vaciado de concreto, los rendimientos ajustados superan claramente los valores de referencia, alcanzando $16.48 \text{ m}^2/\text{día}$ (117.73% CAPECO) y $15.63 \text{ m}^3/\text{día}$ (156.28% CAPECO), respectivamente. Este desempeño es coherente con lo reportado por Vargas (2025) y Torres-Torres et al. (2024), quienes señalan que los rendimientos reales suelen variar y, en contextos locales, pueden superar los valores institucionales cuando existe continuidad de trabajo, adaptación empírica de las cuadrillas y elementos de pequeña o mediana escala.

El rendimiento promedio obtenido en la partida de preparación y vaciado de concreto fue de $15.63 \text{ m}^3/\text{día}$, lo que representa el 156.28% del rendimiento referencial establecido por CAPECO (2006), equivalente a un incremento aproximado del 56% respecto al valor normativo de $10 \text{ m}^3/\text{día}$. Este resultado no implica necesariamente una ejecución acelerada en detrimento de la calidad del concreto, sino que debe interpretarse en función de las condiciones particulares de obra evaluadas.

Durante el trabajo de campo no se identificaron evidencias visibles de deficiencias constructivas asociadas a un vaciado inadecuado, tales como cangrejeras, segregación del material o fallas aparentes de consolidación al momento del desencofrado. En consecuencia, el mayor rendimiento observado se atribuye

principalmente a la continuidad operativa, al volumen relativamente reducido de las cisternas, y a la experiencia empírica de la mano de obra local, factores que permitieron mantener un ritmo de vaciado sostenido. No obstante, se reconoce que, en contextos de autoconstrucción, rendimientos elevados podrían estar asociados a prácticas constructivas que requieren control técnico riguroso, aspecto que se desarrolla con mayor detalle en la discusión de resultados.

Asimismo, los valores obtenidos en vaciado de concreto son comparables y superiores a los registrados por Pérez y Campos (2023) en Trujillo (12.5 m³/día) y Medina y Romero (2024) en Chota (13.47 m³/día), lo que confirma una alta eficiencia operativa de la mano de obra local en esta partida.

En contraste, la habilitación y colocación de acero presentó un rendimiento promedio ajustado de 181.73 kg/día, equivalente al 72.69% del estándar CAPECO (250 kg/día), lo que evidencia una productividad relativa menor respecto al valor referencial utilizado para edificaciones convencionales en Lima. Sin embargo, este resultado debe interpretarse considerando que el rendimiento normativo de CAPECO representa un promedio global, usualmente asociado a elementos estructurales repetitivos como vigas y losas, donde predominan longitudes estándar, menor densidad de refuerzo y procesos más lineales de habilitación. En el caso específico de las cisternas, la alta cuantía de acero, la geometría cerrada y confinada, así como la diversidad de longitudes, cortes y dobleces requeridos en muros, losa de fondo y losa de tapa, incrementan significativamente el tiempo destinado a trazado, corte, doblado y ajuste manual, reduciendo de forma inherente el rendimiento diario medido en kg/día.

Este comportamiento es coherente con lo señalado por Moscoso-Tello et al. (2023) y Behiry et al. (2025), quienes atribuyen los bajos rendimientos del acero a factores técnicos y operativos como la ausencia de estandarización, mayores exigencias

físicas, restricciones de espacio y deficiencias logísticas, condiciones que se acentúan en estructuras hidráulicas de pequeña escala ejecutadas bajo esquemas de autoconstrucción. Asimismo, los valores obtenidos se aproximan a los reportados por Pérez y Campos (2023), quienes registraron rendimientos del orden de 200 kg/día en cisternas, y a los de Torres-Torres et al. (2024) para elementos estructurales en viviendas de Chota, confirmando que el acero constituye la partida más sensible a la complejidad geométrica y organizativa de la obra.

Desde una perspectiva de costos y presupuestación, estos resultados validan que no es técnicamente apropiado aplicar de manera directa el rendimiento estándar de CAPECO para edificaciones convencionales en la construcción de cisternas, ya que ello conduciría a subestimaciones de mano de obra y distorsiones en el análisis económico. En consecuencia, el rendimiento determinado en esta investigación constituye un valor referencial más realista para la formulación de presupuestos y programación de obras similares en contextos locales, reforzando la necesidad de emplear rendimientos específicos por tipología estructural y condición de ejecución.

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que el uso de los tiempos de producción en la construcción de cisternas en la ciudad de Chota presenta comportamientos diferenciados según la partida constructiva, lo cual coincide con lo reportado por diversos antecedentes nacionales e internacionales. En la habilitación y colocación de acero, el tiempo productivo alcanzó el 51.40 %, siendo el más alto entre las partidas analizadas, con un tiempo no contributivo reducido (14.56 %), resultado comparable con lo señalado por Torres-Torres et al. (2024) y Medina y Romero (2024), quienes reportan valores de tiempo productivo superiores al 57 % y cercanos al 60 % en partidas de acero, atribuidos a la naturaleza directa del trabajo y a una menor dependencia de actividades auxiliares. De manera similar, el desencofrado

mostró un predominio del tiempo productivo (47.33 %) y una reducción del tiempo contributorio y no contributorio, comportamiento coherente con lo descrito por Pérez y Campos (2023), quienes identifican al desencofrado como una actividad de ejecución más directa y con menor complejidad operativa. Estos resultados también guardan relación con lo señalado por Behiry et al. (2025), quienes destacan que la simplicidad técnica y la continuidad del proceso influyen positivamente en el aprovechamiento del tiempo productivo.

En contraste, el encofrado y la preparación y vaciado de concreto presentan una mayor incidencia de tiempos contributorios y no contributorios, situación que concuerda con los hallazgos de Torres y Cañazaca (2024) y Medina y Romero (2024), quienes reportan para el vaciado de concreto distribuciones del tiempo con predominio del componente contributorio (hasta 61.6%) y niveles relevantes de tiempo no contributorio. En el caso del encofrado de cisternas en Chota, el tiempo productivo fue de solo 30.19 %, mientras que el tiempo contributorio alcanzó el 46.56%, evidenciando una fuerte dependencia de actividades de apoyo como transporte, preparación y ajustes, resultado similar al reportado por Torres-Torres et al. (2024) en partidas de encofrado de vigas y columnas. Asimismo, en la preparación y vaciado de concreto, la distribución relativamente equilibrada entre tiempo productivo (37.65%) y contributorio (39.39%), junto con un tiempo no contributorio de 22.96%, refleja patrones comparables a los observados por Cieza (2023) en obras de saneamiento, donde las interrupciones, la logística y la coordinación de cuadrillas influyen significativamente en la eficiencia temporal. En conjunto, la comparación con los antecedentes confirma que, aunque los rendimientos pueden ser competitivos, la productividad en la construcción de cisternas en Chota sigue condicionada por una elevada proporción de tiempos no directamente productivos, especialmente en partidas con mayor complejidad logística y operativa.

Finalmente, en términos de planificación y control del cronograma, los rendimientos reales determinados en esta investigación tienen implicancias directas en la duración de las partidas críticas y, por ende, en el cumplimiento de los plazos contractuales en obras ejecutadas en la ciudad de Chota. En particular, la habilitación y colocación de acero presentó un rendimiento promedio de 181.73 kg/día, equivalente al 72.69% del estándar CAPECO (250 kg/día), lo que evidencia que el uso de bases de datos referenciales desarrolladas para Lima, sin ajustes al contexto local, conduce a una subestimación sistemática de la duración de esta partida. Dado que el acero constituye una actividad clave en la secuencia constructiva de cisternas y suele formar parte de la ruta crítica, programar su ejecución en herramientas como MS Project empleando rendimientos normativos no representativos incrementa la probabilidad de retrasos acumulativos en el cronograma. En este sentido, el rendimiento real obtenido en el estudio se constituye en un insumo técnico relevante para recalibrar la duración de la partida de acero en la programación de obras sanitarias en Chota, permitiendo cronogramas más realistas, coherentes con las condiciones locales de ejecución y alineados con una gestión del plazo técnicamente sustentada.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

La productividad y el rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota responde principalmente a condiciones locales de organización del trabajo, disponibilidad de recursos y características operativas de las obras, con rendimientos que en algunos casos igualan o superan los estándares de referencia y en otros se sitúan por debajo, lo que demuestra la necesidad de emplear rendimientos reales obtenidos en campo para la planificación, programación y control de obras similares en el contexto de Chota. Las conclusiones específicas son:

- 1) Las cisternas construidas en la ciudad de Chota presentan mayoritariamente forma regular (8 de 9), con volúmenes útiles que varían entre 3.96 y 27.31 m³, espesores de muros y losas entre 0.10 y 0.25 m, y un predominio del uso de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, ejecutadas principalmente sobre suelo blando y con distancias de transporte de materiales de 1.20 a 12.00 m. La mano de obra estuvo conformada por 169 trabajadores, concentrándose el 34.91% en la partida de vaciado de concreto, con predominio de peones (50.00%) y operarios (42.26%), con edad promedio de 36.69 años y experiencia laboral media de 13.18 años.
- 2) El aporte unitario de la mano de obra en la construcción de cisternas en la ciudad de Chota varía significativamente según la partida ejecutada, confirmándose que a menor consumo de horas-hombre corresponde mayor rendimiento. El encofrado registró aporte promedio de 1.07 hh/m²; mientras que, el desencofrado presentó menor aporte (0.82 hh/m²). La habilitación y colocación de acero fue la partida más eficiente en términos de aporte unitario (0.10 hh/kg), en contraste, la preparación y vaciado de concreto fue la más intensiva en mano de obra, con aporte de 8.06 hh/m³.

- 3) Los rendimientos de la mano de obra en la ejecución de cisternas en la ciudad de Chota presentan valores iguales o superiores a los estándares de CAPECO (2006) en la mayoría de actividades. El encofrado alcanzó un rendimiento promedio ajustado de 16.48 m²/día, equivalente al 117.73 % del estándar (14 m²/día), mientras que el desencofrado registró 29.34 m²/día, valor cercano al referente normativo (97.81% de 30 m²/día). En contraste, la habilitación y colocación de acero presentó rendimiento promedio de 181.73 kg/día, correspondiente al 72.69% del estándar CAPECO (250 kg/día), evidenciando menor productividad relativa en esta partida. Por su parte, la preparación y vaciado de concreto mostró el mejor desempeño, con 15.63 m³/día, superando ampliamente el estándar de 10 m³/día al alcanzar el 156.28%.
- 4) El uso de los tiempos de producción en la construcción de cisternas en la ciudad de Chota presenta diferencias significativas según la partida ejecutada: la habilitación y colocación de acero registró la mayor eficiencia, con 51.40% de tiempo productivo y el menor tiempo no contributorio (14.56%); el desencofrado mostró también desempeño favorable, con 47.33% de tiempo productivo y 19.13% de tiempo no contributorio. En contraste, el encofrado evidenció la menor eficiencia, con solo 30.19% de tiempo productivo y el mayor tiempo contributorio (46.56%), mientras que la preparación y vaciado de concreto presentó una distribución equilibrada entre tiempo productivo (37.65%) y contributorio (39.39%), con un tiempo no contributorio aún relevante de 22.96%.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda estandarizar criterios básicos de diseño y ejecución de cisternas, particularmente en espesores de muros y losas y en la dosificación del concreto, a fin de reducir la variabilidad constructiva observada. Asimismo, se sugiere mejorar la planificación logística del transporte de materiales, especialmente en viviendas con distancias mayores a 10.00 m, y fortalecer la capacitación técnica de peones y operarios, considerando que constituyen más del 92% de la mano de obra.

Se recomienda optimizar la organización de las cuadrillas en función del tipo de partida, priorizando la continuidad del trabajo y la adecuada distribución de tareas, con el fin de reducir el consumo de horas-hombre.

Se recomienda utilizar los rendimientos reales obtenidos en la ciudad de Chota (Tabla 105, Tabla 106, Tabla 107, Tabla 108) como valores de referencia para la elaboración de presupuestos, cronogramas y análisis de precios unitarios en obras similares, en lugar de aplicar directamente los estándares de CAPECO.

Se recomienda aplicar estrategias de mejora orientadas a incrementar el tiempo productivo, especialmente en la partida de encofrado, donde solo se registró 30.19% de TP y elevado tiempo contributorio (46.56%). Para ello, es necesario reforzar la planificación de actividades auxiliares, el abastecimiento oportuno de materiales y la coordinación de cuadrillas.

Tabla 105

Aportes unitarios recomendados para la partida de encofrado de cisternas en viviendas de la ciudad de Chota

Grupo (característica)	Rango volumen útil (m ³)	Rango dimensiones L×A×H (m)	Encofrado	Condición de obra (según tus datos)	Cuadrilla observada	Aporte OP rec. (hh/m ²)	Aporte PE rec. (hh/m ²)	Aporte total rec. (hh/m ²)	Conservador P75 (hh/m ²)	Rango observado (hh/m ²)	Rend. prom. (m ² /día)
Regular – pequeña	5.00–6.36	1.80–2.21 × 1.28– 1.80 × 1.70–2.25	Fenólico	Dist. 3.00–5.00 m; espacio variable	OP 1–3 + PE 1–3 (Total 2–5)	0.49	0.39	0.88	0.91	0.83–0.98	33.40
Irregular – pequeña	7.50–7.50	2.00–2.00 × 2.50– 2.50 × 2.00–2.00	Fenólico	Dist. 11.00 m; espacio poco	OP 1 + PE 1 (Total 2)	0.70	0.70	1.39	1.44	1.36–1.47	11.51
Regular – mediana	14.36–14.36	2.85–2.85 × 2.80– 2.80 × 1.80–1.80	Fenólico	Dist. 2.50 m; espacio poco; NF: Sí	OP 1 + PE 2 (Total 3)	0.28	0.55	0.83	0.83	0.83–0.83	28.98
Regular – grande	27.31–27.31	4.47–4.47 × 2.60– 2.60 × 2.35–2.35	Fenólico	Dist. 12.00 m; espacio bastante	OP 2 + PE 3 (Total 5)	0.33	0.49	0.82	0.82	0.82–0.82	49.04
Regular – pequeña	3.96–3.96	2.25–2.25 × 1.15– 1.15 × 1.53–1.53	Madera	Dist. 4.00 m; espacio poco	OP 1 + PE 2 (Total 3)	0.39	0.79	1.18	1.18	1.18–1.18	20.28
Regular – pequeña-media	9.05–9.05	2.35–2.35 × 1.75– 1.75 × 2.20–2.20	Madera	Dist. 1.20 m; espacio poco	OP 3 + PE 0 (Total 3)	1.28	0.00	1.28	1.28	1.28–1.28	18.80
Regular – mediana	11.64–11.64	2.30–2.30 × 2.30– 2.30 × 2.20–2.20	Madera	Dist. 8.00 m; espacio poco	OP 2 + PE 2 (Total 4)	0.56	0.56	1.12	1.12	1.12–1.12	28.68

Tabla 106

Aportes unitarios recomendados para APU – Desencofrado de cisternas en viviendas de la ciudad de Chota

Grupo	Forma	Encofrado	Volumen útil (m³)	Dimensiones L×A×H (m)	Metrado (m²)	Distancia (m)	Espacio	Suelo	Nivel freático	Cuadrilla observada	Aporte OP rec. (hh/m²)	Aporte PE rec. (hh/m²)	Aporte total rec. (hh/m²)	Conservador P75 (hh/m²)	Rango observado (hh/m²)	Rend. prom. (m³/día)
Regular – pequeña-media (Madera)	Regular	Madera	9.05– 11.64	2.30–2.35 × 1.75–2.30 × 2.20	15.05– 28.67	1.20– 8.00	Poco	Blando	No	OP 1–3; PE 0–2; Total 3–3	0.65	0.20	0.85	0.87	0.84– 0.88	28.02
Regular – muy pequeña (Madera)	Regular	Madera	3.96	2.25 × 1.15 × 1.53	10.40	4.00	Poco	Blando	No	OP 0–0; PE 2–2; Total 2–2	0.00	0.90	0.90	0.90	0.90	17.69
Regular – grande (Fenólico)	Regular	Fenólico	27.31	4.47 × 2.60 × 2.35	33.11	12.00	Bastante	Blando	No	OP 2–2; PE 1–1; Total 3–3	0.48	0.24	0.72	0.72	0.72	33.11
Regular – mediana (Fenólico)	Regular	Fenólico	14.36	2.85 × 2.80 × 1.80	18.19	2.50	Poco	Blando	Sí	OP 1–1; PE 4–4; Total 5–5	0.15	0.59	0.74	0.74	0.74	53.90
Regular – pequeña (Fenólico)	Regular	Fenólico	5.00– 6.36	1.80–2.21 × 1.28–1.80 × 1.70–2.25	11.88– 15.36	3.00– 5.00	Bastante, Poco, Regular	Blando, Duro	No	OP 1–2; PE 1–2; Total 2–3	0.40	0.39	0.79	0.81	0.76– 0.82	26.95
Irregular – pequeña (Fenólico)	Irregular	Fenólico	7.50	2.00 × 2.50 × 2.00	17.24	11.00	Poco	Blando	No	OP 1–1; PE 2–2; Total 3–3	0.32	0.64	0.96	0.96	0.96	25.08

Tabla 107

Aportes unitarios recomendados para APU – Habilitación y colocación de acero de cisternas en viviendas de la ciudad de Chota

Grupo (característica de cisterna y acero)	Vol. geom. (m ³)	Dimensiones L×A×H (m)	Espesores muros/losa (cm)	Condición de obra (distancia; espacio; NF)	Cuadrilla (OP; PE; total)	Aporte OP rec. (hh/kg)	Aporte PE rec. (hh/kg)	Aporte total rec. (hh/kg)	Conservador P75 (hh/kg)	Rango observado (hh/kg)	Rend. eq. (kg/día)
Regular – Ø 3/8"	3.96– 9.05	L 1.80–2.35; A 1.15–1.80; H 1.53–2.20	10–15 / 10–15	1.20–4.00 m; Poco; No	OP 2; PE 1– 2; Total 3–4	0.049	0.027	0.076	0.080	0.070–0.080	323.1
Regular – Ø 1/2" (con PE)	5.83– 27.31	L 1.80–4.47; A 1.75–2.80; H 1.70–2.35	15–25 / 10–25	2.50–12.00 m; Bastante/Poco/Regular; No–Sí	OP 1–2; PE 2–3; Total 3–5	0.036	0.059	0.095	0.105	0.080–0.120	305.6
Regular – Ø 1/2" (solo OP)	6.36– 6.36	L 2.21; A 1.28; H 2.25	12 / 10	5.00 m; Bastante; No	OP 2; PE 0; Total 2	0.070	0.000	0.070	0.070	0.070–0.070	241.4
Irregular – Ø 1/2" (OP+PE)	10.00– 10.00	L 2.00; A 2.50; H 2.00	15 / 15	11.00 m; Poco; No	OP 1; PE 1; Total 2	0.070	0.070	0.143	0.145	0.140–0.150	109.9
Regular – Ø 5/8"	27.31– 27.31	L 4.47; A 2.60; H 2.35	15 / 20	12.00 m; Bastante; No	OP 2; PE 2; Total 4	0.050	0.050	0.110	0.110	0.110–0.110	303.4

Tabla 108

Aportes unitarios recomendados para APU – Preparación y vaciado de concreto

Grupo	Volumen útil (m³)	Rango dimensiones (m)	Espesores (cm)	f'c (kg/cm²)	Dosificación en obra	Encofrado	Condición de obra	Cuadrilla observada (rangos)	Aporte OP rec. (hh/m³)	Aporte PE rec. (hh/m³)	Aporte total rec. (hh/m³)	Conservador P75 (hh/m³)	Rango obs. (hh/m³)	Rend. eq. (m³/día)
Irregular – <10 m³	7.50	L 2.00; A 2.50; H 2.00	Muros 15; Losa 15	175	1 cemento + 4 latas piedra + 4 latas arena	Fenólico	Dist. 11.00 m; Espacio: Poco; Suelo: Blando; NF: No	OP 1–1; PE 2–2; Total 3–3	3.48	6.96	10.44	11.86	9.86–12.53	2.30
Regular – <10 m³ (f'c 175)	5.00	L 2.00; A 1.75; H 1.70	Muros 25; Losa 25	175	1 cemento + 5 latas piedra + 5 latas arena	Fenólico	Dist. 3.00 m; Espacio: Regular; Suelo: Duro; NF: No	OP 2–2; PE 3–3; Total 5–5	3.79	5.69	9.48	9.48	9.48–9.48	4.22
Regular – <10 m³ (f'c 210)	5.83–6.36	L 1.80–2.21; A 1.28–1.80; H 1.80–2.25	Muros 12–15; Losa 10	210	1 cemento + 4 latas piedra + 4 latas arena	Fenólico	Dist. 3.00–5.00 m; Espacio: Bastante; Poco; Suelo: Blando; NF: No	OP 1–3; PE 1–4; Total 2–6	4.90	3.98	8.87	9.20	8.50–9.26	3.94
Regular – 10–<20 m³ (NF = Sí)	14.36	L 2.85; A 2.80; H 1.80	Muros 15; Losa 15	210	1 cemento + 4 latas piedra + 4 latas arena	Fenólico	Dist. 2.50 m; Espacio: Poco; Suelo: Blando; NF: Sí	OP 1–1; PE 3–5; Total 4–6	1.26	5.35	6.60	6.66	6.03–6.87	6.35
Regular – ≥20 m³	27.31	L 4.47; A 2.60; H 2.35	Muros 15; Losa 20	210	1 cemento + 4 latas piedra + 4 latas arena	Fenólico	Dist. 12.00 m; Espacio: Bastante; Suelo: Blando; NF: No	OP 2–2; PE 2–2; Total 4–4	3.11	3.11	6.21	6.27	6.17–6.30	5.15
Regular – <10 m³ (Madera)	3.96–9.05	L 2.25–2.35; A 1.15–1.75; H 1.53–2.20	Muros 10–15; Losa 12–15	210	1 cemento + 4 latas piedra + 4 latas arena	Madera	Dist. 1.20–4.00 m; Espacio: Poco; Suelo: Blando; NF: No	OP 2–3; PE 0–2; Total 2–4	6.67	0.93	7.60	7.89	7.36–7.91	3.03
Regular – 10–<20 m³ (Madera)	11.64	L 2.30; A 2.30; H 2.20	Muros 15; Losa 20	210	1 cemento + 4 latas piedra + 4 latas arena	Madera	Dist. 8.00 m; Espacio: Poco; Suelo: Blando; NF: No	OP 1–3; PE 2–3; Total 3–6	3.27	3.60	6.87	6.86	6.81–6.88	6.09

REFERENCIAS

- Aceros Arequipa. (2025). *Peso nominal del acero de acuerdo al diámetro del fierro*. Aceros Arequipa: <https://www.acerosarequipa.com/manuales/manual-del-maestro-constructor/el-acer>
- ACICAFOC. (2009). *Guía para construir una cisterna doméstica captación de agua de lluvia*. Asociación Coordinadora Indígena y Campesina de Agroforestería Comunitaria Centroamericana. <https://www.acicafoc.org/wp-content/uploads/2017/08/Manualcisternas-2009.pdf>
- Agudelo, L. G., Aignerren, J. M., & Ruiz, J. (2008). Diseños de investigación experimental y no-experimental. *La Sociología en sus Escenarios*, 1(18), 1-46. <https://hdl.handle.net/10495/2622>
- Aguilar, G. M., & Hernández, T. C. (2007). eguimiento de la productividad en obra: técnicas de medición de rendimientos de mano de obra. *Revista UIS ingenierías*, 6(2), 45-59.
- Aquaplas. (19 de Agosto de 2024). *¿En dónde puedo instalar una cisterna?* Aquaplas: <https://aquaplas.com/donde-instalar-una-cisterna/>
- Asrat, F. S., & Eshetu, M. T. (2024). Investigating the Factors Impacting the Performance of Small and Medium-Scale Irrigation Construction Projects in Eastern Amhara. *Adv Envi Wast Man Rec*, 7(1), 1-25. <https://www.opastpublishers.com/open-access-articles/investigating-the-factors-impacting-the-performance-of-small-and-mediumscale-irrigation-construction-projects-in-eastern.pdf>
- Behar, D. (2008). *Metodología de la Investigación. Clasificación de los tipos de estudio*. Editorial Shalom.
- Behiry, M. M., Abdel, R. K., & Abd, M. (2025). Analyzing of influencing factors affecting labor productivity in construction projects in remote areas. *ournal of Al-Azhar University Engineering Sector*, 20(75), 568-581. <https://doi.org/10.21608/aej.2025.351814.1753>
- Berrios, B. (2025). *Relación entre el rendimiento de mano de obra real y fijadospor CAPECO en la construcción del palacio municipal dedistrito de Santo Domingo de Anda - Huánuco - 2024*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Húanuco]. <https://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/6132/Berrios%20Crist%20c3%b3bal%2c%20Boumedienne.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Botero, L. F. (2002). Análisis de Rendimiento y Consumo de Mano de Obra en Activiades de Contrucción. *Universidad EAFIT*, 38(128), 9-21. <https://doi.org/https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/843>
- Burga, J. (2022). *Evaluación del rendimiento y productividad de la mano de obra en la partida de asentado de ladrillo en la construcción de viviendas de la ciudad de Chota*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://hdl.handle.net/20.500.14142/204>
- Bustamante, M. M., & Rodríguez, R. K. (2018). *Estudio de tiempos y movimientos para mejorar la productividad de la empresa Kuri Nectar SAC, 2017*. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/5067/Bustamante%20Rico%20%26%20Rodriguez%20Balcazar.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CAPECO. (2006). *Costos y presupuestos en edificaciones*. Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).
- Cardona, S., & Franco, T. (2024). *Teoría de recursos y capacidades*. Ensayos: Revista de Estudiantes de Administración de Empresas, 13. <https://doi.org/https://revistas.unal.edu.co/index.php/ensayos/article/view/113809>
- Carranza, K. J. (2022). *Construcción de una cisterna de agua contra incendio para una planta industrial en Lurin*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5661>
- Castillo, C. F. (2021). *Productividad y rendimiento de mano de obra en el proyecto de mejoramiento de la I.E. César A. Vallejo, de la ciudad de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <http://hdl.handle.net/20.500.14074/4151>
- Castro, M. M. (2024). The use of cisterns as a water supply system in Hispania Baetica: an overview. *an overview. Water History*, 16(2), 187-225. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12685-024-00350-9>
- Cauas, D. (2015). Definición de las variables, enfoque y tipo de investigación. *Biblioteca electrónica de la universidad Nacional de Colombia*, 2(1), 1-11. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/36805674/1-Variables-libre.pdf?1425133381=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3Dvariables_de_Daniel_Cauas.pdf&Expires=1677

861738&Signature=PtQCuDCHqLOlfvZGUHE~ULOJqamczGsPkXVFhokmc7Rk72
l9AoxpZb~Kkm7NnffMi

- Ccorahua , E. (2016). *Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del Condominio Residencial Torre Sol*. [Universidad Andina del Cusco]. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/351>
- Cerdas, C. (2009). *Productividad de la mano de obra en la construcción costarricense*. ULACIT. <https://repositorio.ulacit.ac.cr/bitstream/handle/123456789/190/045313.pdf?sequence=1>
- Cieza, K. Y. (2023). *Evaluación del rendimiento y productividad de la mano de obra en la partida de concreto en columnas, para una obra de saneamiento del distrito de Conchán*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://hdl.handle.net/20.500.14142/412>
- COMEXPERU. (09 de agosto de 2024). *Acceso al servicio de agua, pero sin calidad*. COMEXPERU: <https://www.comexperu.org.pe/articulo/acceso-al-servicio-de-agua-pero-sin-calidad>
- Cruzado, R. E. (2020). *Distribución de Trabajo según Carta Balance y el Rendimiento en la Construcción de Viviendas Unifamiliares-Cajamarca*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniera Civil, Univeraidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/24768>
- Flórez, D. (2021). *Medición de rendimientos de mano de obra para las actividades de construcción de vigas, repello, pintura y losas de concreto de residencias en Costa Rica y determinación de factores de ajuste para los publicados por el RSMMeans*. [Tesis de grado, Universidad de Costa Rica]. <http://repo.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/17639/1/46393.pdf>
- García-Leonard, Y., & Sorhegui-Rodríguez, R. A. (2020). La teoría de los recursos y capacidades como fundamento metodológico para el estudio de la gestión de la innovación empresarial. *Revista Científica Ecociencia*, 7, 1-15. <https://doi.org/https://doi.org/10.21855/ecociencia.70.304>
- Ghio, V. (2001). *Productividad en obras de construcción Diagnóstico, crítica y propuesta*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Gomel, A. J. (2021). *Análisis y formulación comparativa de rendimientos en la construcción de edificios multifamiliares en el distrito de Tacna*. [Tesis de grado, Universidad Privada de Tacna]. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/1877>
- Gómez , A., & Morales, D. C. (2016). Análisis de la Productividad en la Construcción de Vivienda basada en Rendimientos de Mano de Obra. *INGE CUC*, 12, 31. <http://dx.doi.org/10.17981/ingecuc.12.1.2016.02>
- Gomez, A., & Morales, D. (2016). Gomez Cabrera, A., & Morales Bocanegra, D. C. (2016). Análisis de la productividad en la construcción de vivienda basada en rendimientos de mano de obra. *Inge Cuc*, 12(1), 21-31.
- Gonzales, C. S. (2021). *Rendimiento y productividad en la ejecución de obras de viviendas familiares en la ciudad de Cajamarca-2018*. [Tesis de grado, UNiversidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/4540/Tesis%20Carlos%20Gonzales.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Gonzáles, V. (2018). *Análisis y propuesta de mejoramiento productivo en el rendimiento de mano de obra para la ejecución de pavimentos en Pucallpa, obra: Pavimentación de la avenida Yarinacocha 2017*. [Tesis para ptar el grado de magister, Universidad Alas Peruanas]. <https://hdl.handle.net/20.500.12990/7965>
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*. Efaind. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta · Parte 1. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGrawHill Education. <https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Huaman, J. L., & Tasayco, J. A. (2021). *Partidas de concreto, encofrado, habilitación de acero y calidad del sistema de captación de aguas subterráneas y superficiales, Humay–2020*. [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/69563>
- Iriarte, M. (20 de marzo de 2025). *El número de viviendas en construcción crece un 16,4% en 2024 pero son un 44% más caras, encorsetadas por la falta de suelo y mano de obra disponible*. El Mundo: <https://www.elmundo.es/economia/vivienda/2025/03/20/67dc4e7afdddff69a38b45b3.html>

- IUSA. (2025). *Cisternas Manual de instalación y póliza de garantía*. IUSA. <https://www.tiendaiusa.com/media/productattach/3/6/369029-manual.pdf?srsltid=AfmBOoq11LYwT-8O9Vy9bopDFetOE1yqZ2jOtg7KfHdF3d2ueCUMW0w4>
- Jiménez, G. K. (2020). *Rendimientos de mano de obra en obra gris para losas postensadas en edificios tipo ofi-centro para el caso de estudio, 100 Calle Blancos Corporate Business Center*. [Trabajo de grado para optar el grado de Ingeniero Civil, Universidad Latina de Costa Rica].
- Konstruentia. (1 de setiembre de 2020). *INSTALACIONES SANITARIAS, La cisterna y sus partes*. Facebook: https://web.facebook.com/konstrutecnia/posts/konstrudato-instalaciones-sanitarias-la-cisterna-y-sus-partessi-te-fue-u%CC%81til-com/1802192883251856/?_rdc=1&_rdr
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2016). *La encuesta. Metodología de la investigación social cuantitativa*. Bellaterra Universitat Autònoma de Barcelona. <https://ddd.uab.cat/record/163567>
- McGrattan, E. R., & Prescott, E. C. (2012). The Labor Productivity Puzzle. *Federal Reserve Bank of Minneapolis*, 1-43. https://red-files-public.s3.amazonaws.com/meetpapers/2012/paper_644.pdf
- Medina, J. A., & Romero, L. F. (2024). Rendimiento y productividad de mano de obra en losas aligeradas en la construcción de viviendas en Chota-Cajamarca. *Revista Ciencia Norandina*, 7(2), 214-234. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2024v7n2p214>
- Ministerio de Obras Públicas de Argentina. (2024). *Guía para ejecución de instalaciones sanitarias domiciliarias y asimilables a domiciliarias*. Ministerio de Obras Públicas de Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/if-2023-141050544-apn-dnapysmop-guia.pdf>
- Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. (2019). *NTP 394 Satisfacción laboral: escala general de satisfacción*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. <https://saludlaboralydiscapacidad.org/wp-content/uploads/2019/05/NTP-394-Satisfacci%C3%B3n-laboral-escala-general-de-satisfacci%C3%B3n.pdf>
- Morales, F. (2012). Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. [online], 11(3), 1-5.
- More, J. M. (2024). *Aplicación de una cisterna de elementos metálicos para la construcción de una cisterna a nivel frático ubicado en el distrito de Huarmey - Ancash*. [Tesis de

grado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/item/8c175c9b-530a-437d-bdf7-656072213873>

- Moscoso-Tello, A. R., Quizhpe-Campoverde, J. D., Avila-Calle, & M. (2023). Análisis y propuesta de mejora para los rendimientos de mano de obra en instalaciones hidrosanitarias en edificaciones de dos plantas en el cantón Cuenca. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 8(1), 1668-1689. <https://doi.org/10.23857/pc.v8i1>
- MPCH. (2018). *Plan de desarrollo urbano PDU Chota 2017-2027*. Chota: Municipalidad Provincial de Chota.
- MVCS. (2009). G.050 Seguridad durante la construcción. En Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-84). Instituto de la Construcción y Gerencia.
- MVCS. (2009). Norma E.060 Concreto armado. En Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (MVCS), *Reglamento Nacional de Edificaciones* (págs. 1-201). Instituto de Construcción y Gerencia. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/RNE2009_E_060.pdf
- MVCS. (2012). *Norma IS.010 Instalaciones sanitarias*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS). https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/03_IS/RNE2006_IS_010.pdf
- Navas, R. F., Ridl, M. R., & Torés, L. (2012). Mano de obra en la construcción: determinación de la cuadrilla óptima por medio de una herramienta de simulación. *Ingeniería*, 16(2), 151-163.
- Neffa, J. C. (1999). Actividad, trabajo y empleo: algunas reflexiones sobre un tema en debate. *Orientación y sociedad*, 1, 127-161. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-88931999000100007#:~:text=3.-,Una%20primera%20definici%C3%B3n%20del%20trabajo%20y%20sus%20componentes,de%20trabajo%20prescripta%20por%20otros.
- Noreña, A. L., Alcaraz-Moreno, N., Rojas, J. G., & Rebolledo-Malpica, D. (2012). Aplicabilidad de dos criterios de rigor e éticos en la investigación cualitativa. *Aquichan*, 12(3), 263-274. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1657-59972012000300006&script=sci_abstract&tlng=pt

- Padilla, A. A. (2016). *Productividad y rendimiento demano de obra para algunos procesos constructivosseleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR*. [Trabajo de grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6732/productividad_rendimiento_procesos_constructivos_islha.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Paucar, O. (2019). *Encofrado para tanques cisterna*. Universida Católica Los Ángeles Chimbote. <https://es.scribd.com/document/459868327/Encofrado-Para-Tanque-Cisterna>
- Pérez, M. A., & Campos, W. D. (2023). *Evaluación del rendimiento de mano de obra y maquinaria en la rehabilitación de la infraestructura del Colegio Modelo, Trujillo-2022*. [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/11049>
- Pinto, A. (2021). *Diseño de una cisterna y sus recomendaciones*. IngenieriaReal.com: https://ingenieriareal.com/disenoyconstrucciondeunacisterna/?srsltid=AfmBOopK0eBiCZzdgMPz-rZKZm33otGgEM0HrMdbHFer_90VduOPDfQK
- Rafael, B., & Tapia, N. O. (2025). *Nivel de relación entre las prácticas inseguras y percepción de riesgos laborales en trabajadores de la construcción civil informal, Chota, 2024*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/977>
- Rangasamy, V., & Yang, J. B. (2024). The convergence of BIM, AI and IoT: Reshaping the future of prefabricated construction. *Journal of Building Engineering*, 84, 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.job.2024.108606>
- Rojas, A. M. (2014). *Rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas en el distrito de Cajamarca en la partida: construcción de muros y tabiques de albañilería*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/4918/Rojas%20Montoya%20A nghela%20Magaly.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rojas, L. (2019). *Evaluación de productividad de mano de obra en construcción de edificio el Chotanito utilizando el sistema last planner Jaén Cajamarca 2017*. [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero civil, Universidad César Vallejo].
- Saavedra, L. (2023). *Optimización del costo, plazo de obra y nivel de sostenibilidad mediante la implementación de prelosas en el edificio mutifamiliar Sente*. [Tesis para optar el

- grado de magister, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
<https://hdl.handle.net/20.500.14005/13455>
- San José. (19 de Agosto de 2024). *Principales beneficios que ofrece la mano de obra experimentada*. M & T San José SAC: <https://mytsanjose.com.pe/principales-beneficios-que-ofrece-la-mano-de-obra-experimentada/#:~:text=Mayor%20eficiencia%20y%20aprovechamiento%20del,proyecto%20y%20agiliza%20distintas%20tareass>.
- Sánchez, J. C. (2014). *Análisis de Productividad, Rendimiento y Consumo de Mano de Obra en Procesos Constructivos, Elemento Fundamental en la Fase de Planeación*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].
- Sanchez, K., Sánchez, E., & Romero, L. F. (2023). Productividad de la mano de obra en el tarrajeo de: muros interiores, exteriores, columnas, vigas y cielorraso de viviendas, Chota. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 6(2), 246-260.
<https://doi.org/https://doi.org/10.37518/2663-6360X2023v6n2p246>
- Sanitary Engineer. (08 de octubre de 2021). *Instalaciones sanitarias*. Facebook: https://web.facebook.com/SanitaryEngineer7/photos/a.2389436014717381/3036491670011809/?type=3&_rdc=1&_rdr
- Sault, N. (2024). Water, Women, and Resilience in the Andes of Peru. *Digging Earth: Extractivism and Resistance on Indigenous Lands of the Americas*, 147, 147-172.
- Tabejamaat, S., Ahmadi, H., Barmayehvar, B., & Banihashemi, S. (2024). Enhancing Job Satisfaction and Productivity through Knowledge Management Infrastructure: A Case of Construction Industry. *Buildings*, 14(3), 790.
<https://doi.org/10.3390/edificios14030790>
- Tarrillo, R. (2024). *Satisfacción de los usuarios del sistema de agua potable y eficiencia de operación de la planta de tratamiento de agua potable (PTAP) "Santa Rosa", Chota, 2023*. [Tesis de grado para optar por el título de ingeniero civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <https://repositorio.unach.edu.pe/handle/20.500.14142/622>
- Tarrillo, R. H., & Collantes, D. G. (2024). Satisfacción del abastecimiento de agua potable en la ciudad de Chota- Cajamarca. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 7(2), 235-261.
<https://doi.org/10.37518/2663-6360X2024v7n2p235>
- Torres-Torres, R., Benavides Irigoín, L. F., Romero Chuquilín, L. F., & Cieza Sánchez, E. (2024). Productividad y rendimiento de mano de obra en la construcción de vigas y columnas en viviendas de Chota, Cajamarca. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 7(1), 33-42.
<https://doi.org/10.37518/2663-6360X2024v7n1p33>

Vargas, M. T. (2025). *Rendimiento y productividad de la mano de obra en la construcción de edificaciones de la ciudad de Riobamba*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo].

<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/14683/1/Vargas%20B.%2c%20Mateo%20T.%282025%29Rendimiento%20y%20productividad%20de%20la%20mano%20de%20obra%20en%20la%20construcci%3bn%20de%20edificaciones%20de%20la%20ciudad%20de%20Riobamba.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Título del Proyecto: Productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota, 2024

Tesista(s): Rosmery Tarrillo Saldaña

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿Cuánto es la productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota?	<p>Objetivo General Evaluar la productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota.</p> <p>Objetivos Específicos Describir las características de la mano de obra, como la edad, experiencia, y remuneración, así como, las especificaciones de la construcción de la cisterna, incluyendo dimensiones, ubicación respecto a la vivienda, resistencia del concreto (F'c de diseño), que influyen en la productividad durante las actividades de encofrado, habilitación de acero y vaciado de concreto en la construcción de cisternas en Chota. Determinar la productividad de la mano de obra obtenidos en las partidas de habilitación de acero, encofrado y vaciado de concreto en la construcción de cisternas en Chota. Comparar los rendimientos de la mano de obra obtenidos en las partidas de habilitación de acero, encofrado y vaciado de concreto en la construcción de cisternas en Chota con los estándares proporcionados por CAPECO para la ciudad de Lima. Analizar el uso de los tiempos de producción de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota, en las partidas de habilitación de acero, encofrado y vaciado de concreto.</p>	<p>Ho: La productividad de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota no es menor a los estimados en la ciudad de Lima de Ghio Castillo (2001), así mismo, el rendimiento también no es menor al dado por CAPECO (2006).</p> <p>H1: La productividad de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota es menor a los estimados en la ciudad de Lima de Ghio Castillo (2001), así mismo, el rendimiento también es menor al dado por CAPECO (2006).</p>	VI Mano de obra en la construcción de cisternas	Mano de obra	Edad	<p>Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicada Nivel: Explicativa Diseño de investigación: No experimental de corte transversal Población: Todas las viviendas que dispongan de mano de obra durante la construcción de cisternas en la ciudad de Chota. Muestreo: El muestreo es probabilístico de población finita, tomando en cuenta el número de viviendas en construcción que tengan cisterna. Según la Municipalidad Provincial de Chota (2023) en el mes de noviembre del 2023 han otorgado licencia de construcción a 9 viviendas que tienen proyectada la construcción de una cisterna. Muestra: La muestra de población finita, es igual a 09 viviendas que tienen proyectada la construcción de una cisterna en la ciudad de Chota.</p>
					Experiencia laboral individual	
					Remuneración	
				Construcción de la cisterna	Dimensiones (largo, ancho, altura)	
					Ubicación respecto a la vivienda	
					F'c de diseño	
			VD Rendimiento	Encofrado	Materiales	
					Herramientas y equipos	
					Aporte unitario	
				Acero	Consumo de mano de obra	
					Rendimiento diario	
					Aporte unitario	
				Concreto	Consumo de mano de obra	
					Rendimiento diario	
					Aporte unitario	
VD Productividad	Índice de productividad	Índice de productividad (IP = Rendimiento ejecutado / Rendimiento CAPECO)				
		Tiempo productivo				
	Tiempos productivos	Tiempo contributorio				
Tiempo no contributorio						

Anexo 2. Panel fotográfico

Fotografía 1. Habilitación de acero de refuerzo para cisterna en vivienda N° 1.



Fotografía 2. Encofrado de cisterna en la vivienda N° 1



Fotografía 3. Vaciado de concreto para cisterna en vivienda N° 1.

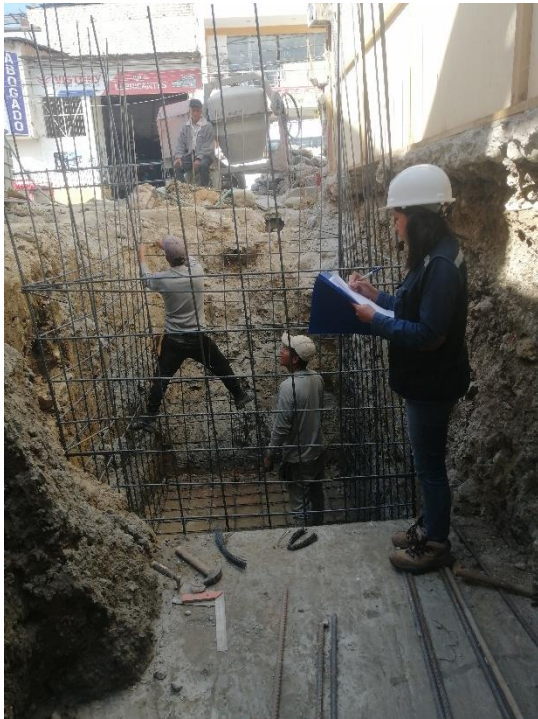


Fotografía 4. Desencofrado de cisterna en la vivienda N° 1



Fotografía 5. Evaluación de carta balance de cisterna y verificación de medidas en vivienda N°

1.



Fotografía 6. Amarrando las barras de acero de refuerzo para cisterna en vivienda N° 2.



Fotografía 7. Verificación del encofrado de cisterna en la vivienda N° 2.



Fotografía 8. Evaluación de carta balance de cisterna y verificación de medidas en vivienda N° 2.



Fotografía 9. Acero de refuerzo tanto vertical y horizontal para cisterna en vivienda N° 3.



Fotografía 10. Encofrado de cisterna en la vivienda N° 3



Fotografía 11. Vaciado de concreto para cisterna en vivienda N° 3.



Fotografía 12. Desencofrado de cisterna y encofrado de tapa en la vivienda N° 3



Fotografía 13. Evaluación de carta balance de cisterna en vivienda N° 3.



Fotografía 14. Amarrando las barras de acero de refuerzo para cisterna en vivienda N° 4.



Fotografía 15. Encofra de cisterna en la vivienda N° 4



Fotografía 16. Vaciado de concreto para cisterna en vivienda N° 4.



Fotografía 17. Amarado de acero en la tapa de cisterna en la vivienda N° 4



Fotografía 18. Evaluación de carta balance de cisterna en vivienda N° 4.



Fotografía 19. Amarando acero de refuerzo para cisterna en vivienda N° 5.



Fotografía 20. Encofrado de cisterna en la vivienda N° 5.



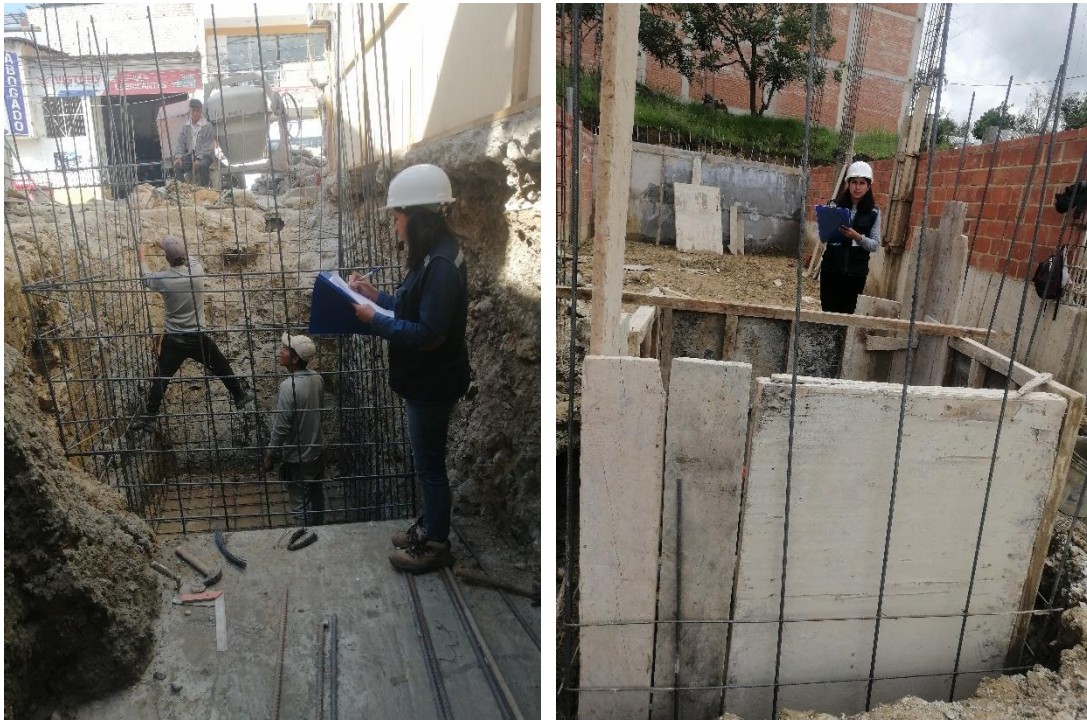
Fotografía 21. Vaciado de concreto para cisterna en vivienda N° 5.



Fotografía 22. Encofrado de tapa de cisterna en la vivienda N° 5.



Fotografía 23. Evaluación de carta balance de cisterna en vivienda N° 5.



Fotografía 24. Colocación de las barras de acero de refuerzo para cisterna en vivienda N° 6.



Fotografía 25. Encofrado de cisterna en la vivienda N° 6.



Fotografía 26. Verificación de recubrimiento para cisterna en vivienda N° 6.



Fotografía 27. Verificación del espaciamiento de cisterna en vivienda N° 6.



Fotografía 28. Vaciado de concreto para cisterna en vivienda N° 6.



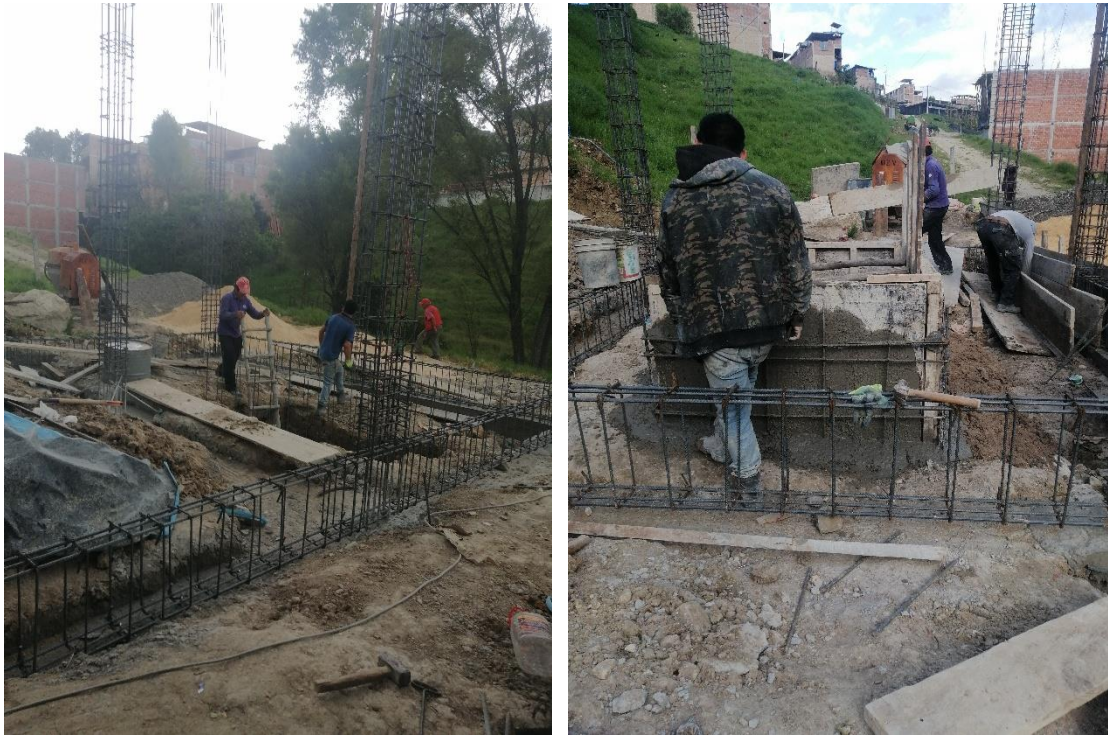
Fotografía 29. Habilitación de acero de refuerzo para cisterna en vivienda N° 7.



Fotografía 30. Encofrado para cisterna en vivienda N° 7.



Fotografía 31. Preparación y vaciado de concreto para cisterna en vivienda N° 7.



Fotografía 32. Desencofrado para cisterna en vivienda N° 7.



Fotografía 33. Habilitación de acero de refuerzo para cisterna en vivienda N° 8.



Fotografía 34. Amarrando las barras de acero de refuerzo para cisterna en vivienda N° 8.



Fotografía 35. Evaluación de carta balance de cisterna en vivienda N° 8.



Fotografía 36. Encofrado de cisterna en la vivienda N° 8.



Fotografía 37. Desencofrado de cisterna en la vivienda N° 8.



Fotografía 38. Acero de refuerzo para cisterna en vivienda N° 9.



Fotografía 39. Encofrado de cisterna en la vivienda N° 9



Fotografía 40. Vaciado de concreto para cisterna en vivienda N° 9.



Fotografía 41. Evaluación de carta balance de cisterna en vivienda N° 9.



Anexo 3. Validación de instrumentos

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo, BRAYAN CAMPOS MUÑOZ, con DNI 47913213, de profesión INGENIERO CIVIL, con código de colegiatura 198535, maestría en Ciencias con Mención en Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación contenido los instrumentos de la tesis "Productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota, 2024", cuyo propósito es Evaluar la productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota.

Anexo 1. Formato para registrar los datos de la vivienda

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.	x				
Congruencia con los indicadores.		x			
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	11				

Conclusión: MA (X) BA () A () No aporta: ()

Anexo 2. Formato para registrar los datos de la cisterna

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.		x			
Amplitud del contenido a evaluar.	x				
Congruencia con los indicadores.	x				
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	11				

Conclusión: MA (X) BA () A () No aporta: ()

Anexo 3. Formato de registro del cuestionario a la mano de obra

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.	x				
Congruencia con los indicadores.		x			
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	11				

Conclusión: MA () BA (X) A () No aporta: ()

Apellidos y nombres: Brayan Campos Muñoz DNI: 47913213

Firma:



Reg. Brayan Campos Muñoz
C.M. 47913

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Anexo 4. Formato de registro del rendimiento de la mano de obra

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.		x			
Congruencia con los indicadores.			x		
Coherencia con las dimensiones.		x			
Puntaje total:	8				

Conclusión: MA () BA (X) A () No aporta: ()

Anexo 5. Carta balance para análisis de productividad de la mano de obra

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.		x			
Congruencia con los indicadores.	x				
Coherencia con las dimensiones.		x			
Puntaje total:	10				

Conclusión: MA (X) BA () A () No aporta: ()

Chota, a los 23 días del mes de noviembre del 2024

Apellidos y nombres: Brayan Campos Muñoz DNI: 47913213

Firma:



Brayan Campos Muñoz
DNI: 47913213

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo, JOSELITO BURGA DÍAZ, con DNI 70744471, de profesión INGENIERO CIVIL, con código de colegiatura 321522, maestría en Ciencias con Mención en Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación contenido los instrumentos de la tesis "Productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota, 2024", cuyo propósito es Evaluar la productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota.

Anexo 1. Formato para registrar los datos de la vivienda

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.	x				
Congruencia con los indicadores.		x			
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	11				

Conclusión: MA (X) BA () A () No aporta: ()

Anexo 2. Formato para registrar los datos de la cisterna

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.	x				
Congruencia con los indicadores.		x			
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	11				

Conclusión: MA (X) BA () A () No aporta: ()

Anexo 3. Formato de registro del cuestionario a la mano de obra

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.		x			
Congruencia con los indicadores.		x			
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	10				

Conclusión: MA () BA (X) A () No aporta: ()

Apellidos y nombres: Burga Díaz Joselito

DNI: 70744471

Firma:


JOSELITO BURGA DÍAZ
Ingeniero Civil
Reg. CIP: N° 321522

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Anexo 4. Formato de registro del rendimiento de la mano de obra

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.		x			
Congruencia con los indicadores.		x			
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	10				

Conclusión: MA () BA (X) A () No aporta: ()

Anexo 5. Carta balance para análisis de productividad de la mano de obra

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.	x				
Congruencia con los indicadores.	x				
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	12				

Conclusión: MA (X) BA () A () No aporta: ()

Chota, a los 24 días del mes de noviembre del 2024

Apellidos y nombres: Burga Díaz Joselito

DNI: 70744471

Firma:


JOSELITO BURGA DÍAZ
Ingeniero Civil
Reg. CIP: N° 921622

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Yo, THALÍA NANCY DEL ROCÍO TICLLA RÍOS, con DNI 77565512, de profesión INGENIERO CIVIL, con código de colegiatura 321548, maestría en Ciencias con Mención en Ingeniería Civil. Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación contenido los instrumentos de la tesis "Productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota, 2024", cuyo propósito es Evaluar la productividad y rendimiento de la mano de obra en la construcción de cisternas para viviendas de la ciudad de Chota.

Anexo 1. Formato para registrar los datos de la vivienda

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.	x				
Congruencia con los indicadores.	x				
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	12				

Conclusión: MA (X) BA () A () No aporta: ()

Anexo 2. Formato para registrar los datos de la cisterna

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.	x				
Congruencia con los indicadores.	x				
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	12				

Conclusión: MA (X) BA () A () No aporta: ()

Anexo 3. Formato de registro del cuestionario a la mano de obra

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.	x				
Congruencia con los indicadores.	x				
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	12				

Conclusión: MA () BA (X) A () No aporta: ()

Apellidos y nombres: Ticlla Ríos Thalía Nancy del Rocío DNI: 77565512

Firma:


THALIA NANCY DEL ROCIO TICLLA RIOS
Ingeniera Civil
Reg CIP. N° 321548

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Anexo 4. Formato de registro del rendimiento de la mano de obra

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.		x			
Congruencia con los indicadores.		x			
Coherencia con las dimensiones.		x			
Puntaje total:	9				

Conclusión: MA () BA (X) A () No aporta: ()

Anexo 5. Carta balance para análisis de productividad de la mano de obra

Luego de valorar la adecuación de los ítems, concluyo en las siguientes apreciaciones.

MA= Muy adecuado / BA= Bastante adecuado / A = Adecuado / PA= Poco adecuado / NA= No adecuado

Criterios evaluados	Valoración positiva			Valoración negativa	
	MA (3)	BA (2)	A (1)	PA	NA
Calidad de redacción de los ítems.	x				
Amplitud del contenido a evaluar.	x				
Congruencia con los indicadores.	x				
Coherencia con las dimensiones.	x				
Puntaje total:	12				

Conclusión: MA (X) BA () A () No aporta: ()

Chota, a los 24 días del mes de noviembre del 2024

Apellidos y nombres: Ticlla Ríos Thalia Nancy del Rocío DNI: 77565512

Firma:


THALIA NANCY DEL ROCÍO TICLLA RÍOS
Ingeniera Civil
Reg CIP. N° 321648

Anexo 3. Datos recolectados en campo

Este anexo compila todos los datos primarios obtenidos durante la evaluación del rendimiento y productividad en la construcción de cisternas de las 09 viviendas seleccionadas para el estudio. Incluye la ubicación, datos de la cisterna, cuestionario a la mano de obra, así como los formatos utilizados para el cálculo del rendimiento y el análisis del uso de tiempos de producción. Su contenido permite reproducir el proceso metodológico y verificar la consistencia de los resultados. Se presentan los siguientes documentos por cada vivienda:

- Formato de ubicación de la vivienda
- Ficha de características técnicas de la cisterna
- Cuestionario aplicado a la mano de obra
- Formato para el cálculo del rendimiento de mano de obra.
- Carta balance para la determinación de los tiempos productivos, contributorios y no contributorios

La versión electrónica del anexo puede descargarse directamente mediante el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1mddQY66gyAe9IX7iWLIy515NJ8eltl-g?usp=sharing>

También se encuentra disponible a través del código QR adjunto.

