

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y
CIVIL**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana
aplicando la metodología del AACE en la provincia de
Huamanga, Ayacucho, 2018 - 2023**

Para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. Ivan Hanover VELARDE FERNANDEZ

ASESOR:

Dr. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCON

AYACUCHO - PERÚ

2024

RESUMEN

El objetivo principal de la presente investigación consiste en estimar los sobrecostos de obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga – Ayacucho, mediante análisis de costos unitarios, ya que los reportes gubernamentales han registrado el incremento anual de los impactos negativos económicos y sociales de las obras paralizadas, por la falta de contemplación del mejoramiento y ampliación de redes de agua potable y alcantarillado en los expedientes técnicos de proyectos de pavimentación urbana. Pretendiendo, de esta manera, proveer modelos de estimación de costos que ofrezcan información temprana y oportuna para una mejor toma de decisiones de las entidades públicas y empresas constructoras. Para tal fin, se ha considerado una investigación de tipo aplicada, bajo el enfoque cuantitativo, con un nivel de investigación descriptivo y de diseño no experimental – longitudinal, usando una muestra de 60 proyectos recolectados entre 2018 y 2023, bajo un muestreo del tipo probabilístico, con el instrumento de fichas técnicas de registro de datos y sostenido en la técnica de documentación. De los resultados se evidenció que, para los modelos generados, los coeficientes de determinación cumplen ($R^2 > 0.7$), los estadísticos F cumplen ($F > 5.0$) y los valores p cumplen ($p < 0.05$), por lo que se concluye que a través de una estimación paramétrica, los modelos generados para estimados de clase 4 representan una estimación fiable de los sobrecostos con un rango de precisión que comprende valores inferiores de entre -15 % al -30 % y valores superiores de entre +20 % al +50 %, los cuales conforman la variación típica porcentual de rangos bajos y altos en un intervalo de confianza de 80 % de la metodología del AACE.

Palabras Claves: Estimación de costos, AACE, pavimentación urbana, sobrecostos y estimación paramétrica.

Abstract

The main objective of this research is to estimate the cost overruns of urban paving works using the AACE methodology in the province of Huamanga - Ayacucho, since government reports have recorded the annual increase of the negative economic and social impacts of the paralyzed works, due to the lack of contemplation of the improvement and expansion of drinking water and sewage networks in the technical files of urban paving projects. The aim is to provide cost estimation models that offer early and timely information for better decision making by public entities and construction companies. For this purpose, an applied type of research has been considered, under the quantitative approach, with a descriptive level of research and non-experimental - longitudinal design, using a sample of 60 projects collected between 2018 and 2023, under a probabilistic type of sampling, with the instrument of technical data recording sheets and sustained in the documentary analysis technique. From the results it was evidenced that, for the generated models, the determination coefficients meet ($R^2 > 0.7$), the F statistics meet ($F > 5.0$) and the p values meet ($p < 0.05$), so it is concluded that through a parametric estimation, the generated models for class 4 estimates represent a reliable estimation of the cost overruns with a precision range comprising lower values between: -15 % to -30 % and upper values of between +20 % to 50 %, which make up the typical percentage variation of low and high ranges in a confidence interval of 80 % of the AACE methodology.

KEY WORDS: Cost estimation, AACE, urban paving, cost overruns and parametric estimation.

INTRODUCCIÓN

El trabajo presentado aborda el tema de la estimación de los sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE, debido al número creciente de obras de pavimentación urbana en la región que se ven interrumpidas durante su etapa de ejecución física, terminando en condiciones de paralización, de acuerdo a los reportes anuales de la Contraloría General de la República del Perú. En la región Ayacucho se ha reportado un total de 118 obras paralizadas que representan el 5 % de lo registrado a nivel nacional para el 2022 y que asciende a un monto de inversión superior a S/. 70 millones. [\(Comisión de Vivienda y Construcción del Congreso de la República, 2022\)](#)

Entre las causas principales de estas paralizaciones, que involucran el incumplimiento de los plazos y los montos contractuales para la ejecución de las obras, figuran los conflictos sociales, la falta de recursos financieros y liquidez, eventos climatológicos desfavorables, incumplimiento de contrato, así como deficiencias en el expediente técnico. Se ha identificado que una causa principal de las deficiencias en los expedientes técnicos, para proyectos de pavimentación urbana, es la omisión frecuente de partidas que involucren el mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado, y que, en consecuencia, requieren el financiamiento urgente de los sobrecostos generados para su culminación. [\(Comisión de Vivienda y Construcción del Congreso de la República, 2022\)](#)

Por ello el objetivo del presente estudio es estimar los sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga - Ayacucho y, de forma similar, estimar cada uno de los componentes de los sobrecostos de mano de obra, materiales y equipos.

Para tal fin, se ha considerado necesario la recolección de datos conformada por proyectos de obras principales y adicionales de obra que hayan sido anteriormente ejecutados, para el análisis de costos unitarios de las partidas de mejoramiento y ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado.

Los impactos negativos de índole económico y social, para los diferentes niveles de gobierno, y de manera específica en la región, justifican el desarrollo del presente de estudio. Por ese motivo, se pretende mejorar la gestión de estos conflictos, al obtener una estimación preliminar y aproximada de los sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE para la provincia de Huamanga en la región de Ayacucho, y que, de forma oportuna, las empresas constructoras puedan tomar decisiones más acertadas, en la

etapa de licitación y en la etapa de compatibilidad del proyecto, así como, la posibilidad de que las entidades gubernamentales mejoren sus capacidades institucionales.

La importancia de esta investigación se sustenta en la utilidad y los beneficios que conseguirán las entidades públicas, las empresas constructoras y los proyectistas de obras, pues se obtendrá una herramienta estratégica que permita obtener estimaciones aproximadas y fiables de futuros sobrecostos, disponiendo de información temprana y oportuna.

En el presente estudio se ha considerado una investigación de tipo aplicada, con un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo, con un diseño no experimental y longitudinal. Se ha utilizado la técnica de análisis documental, con el uso del instrumento de las fichas técnicas de registro de datos y cuyo muestreo se basó en el tipo probabilístico.

Para la obtención de modelos de estimaciones de costos que permitan alcanzar resultados fiables, en el presente trabajo de investigación, se aplica la metodología desarrollada por la Asociación para el Avance de la Ingeniería de Costos (AACE) que proporciona técnicas de estimación de acuerdo al nivel de desarrollo y alcance de cada tipo de proyecto.

De igual manera, se aplica la metodología del Principio de Pareto a cada uno de los proyectos de la base de datos, con el fin de identificar las partidas que representan el mayor porcentaje del costo directo total. Este análisis se realiza a los proyectos de saneamiento de agua potable y alcantarillado. Así mismo, se vio necesario la aplicación de Principio de Pareto de segundo orden debido a la existencia de partidas secundarias que difieren unas de otras, y que constituyen las partidas principales de mayor incidencia.

Previo al análisis de datos del presente estudio, se ha procedido a realizar la normalización de datos, debido a que la base de datos se encuentra conformada por proyectos que datan desde el año 2018 hasta el 2023, por lo que fue necesario proceder con los reajustes de los costos de su año de elaboración a un año base (2023). Para ello se utilizó las tasas de inflación registradas por el Banco Central de Reserva del Perú hasta el año 2023.

Finalmente, cada modelo generado para la estimación de sobrecostos es evaluado a partir de los resultados del análisis de regresión y varianza y que, a su vez, es verificado su cumplimiento dentro los márgenes de aprobación que se estipulan en la contrastación de hipótesis.

El desarrollo de la estructura de la presente investigación está organizado de la siguiente manera:

- **Capítulo 1 – Planteamiento del problema:** Contiene lo referente a la descripción y formulación del problema, la justificación correspondiente y los objetivos establecidos para el presente trabajo de investigación.

- **Capítulo 2 – Marco teórico:** Comprende esencialmente los puntos relevantes de investigaciones actuales sobre el tema a nivel internacional, nacional y local, así como la presentación de las bases teóricas y el marco conceptual.
- **Capítulo 3 – Método de investigación:** Se presenta el diseño de la investigación, la definición de las variables a estudiar y el proceso de obtención de modelos de estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana.
- **Capítulo 4 – Resultados:** En este capítulo se analiza los resultados obtenidos de cada análisis y medición desarrollada y la comprobación de las hipótesis planteadas.
- **Capítulo 5 – Conclusiones:** Se presenta las conclusiones de la investigación, las recomendaciones según la experiencia adquirida durante el proceso de estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana y las propuestas del desarrollo de nuevas líneas de investigación.
- **Referencias bibliográficas:** Se presenta información de los materiales consultados y citados durante el desarrollo de la tesis.
- **Anexos:** Contiene la matriz de consistencia de la tesis desarrollada, además de las tablas y figuras generadas en el desarrollo del trabajo de tesis.

A mi madre, Gladys Ofelia, quien me ha demostrado su inagotable fortaleza e inquebrantable fe para superar las adversidades de la vida.

A mi padre, Iván Yuri, quien me ha permitido desarrollar habilidades para poder valirme por mí mismo y no caer en el conformismo.

A mis hermanos, Emma y Gabriel, quienes generan en mí las más profundas reflexiones y que, a pesar de sus cortas edades, me han tendido sus manos cuando más los necesitaba.

AGRADECIMIENTOS

- ⇒ A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, mi alma máter y sus profesionales como docentes ingenieros y trabajadores administrativos de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil. Especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por contribuir y ser parte de mi formación académica profesional durante mi vida universitaria.
- ⇒ Al Dr. Ing. Hemerson Lizarbe Alarcón, mi asesor, por su apoyo y orientación durante el desarrollo de la presente tesis.
- ⇒ Al Ing. Gregorio Leguía Damiano, quien me ha brindado la plantilla de la presente tesis en L^AT_EX.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
AYACUCHO, 2024

Iván Hánover Velarde Fernández

ÍNDICE GENERAL

	<i>Página</i>
Portada	I
Resumen	I
Introducción	III
Dedicatoria	VI
Agradecimientos	VII
Índice general	VIII
Índice de figuras	XI
Índice de tablas	XIV
Glosario	XVIII
Acrónimos	XIX
I Planteamiento del problema	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Delimitación del Problema	8
1.2.1 Espacial	8
1.2.2 Temporal	8
1.2.3 Temática y unidad de análisis	8
1.3 Formulación del problema	9
1.3.1 Problema general	9
1.3.2 Problemas específicos	9
1.4 Justificación e importancia	9
1.5 Limitaciones de la investigación	10
1.6 Objetivos	10
1.6.1 Objetivo general	10
1.6.2 Objetivos específicos	11

II	Marco teórico	12
2.1	Antecedentes	12
2.1.1	Investigaciones internacionales	12
2.1.2	Investigaciones nacionales	13
2.1.3	Investigaciones regionales	13
2.2	Bases teóricas	14
2.2.1	Estimación de costos	14
2.2.1.1	AACE (Advancement of Cost Engineering International)	15
2.2.1.2	Clasificación de estimado de costo	16
2.2.1.3	Relación con los métodos de entrega de proyectos	22
2.2.1.4	Metodología de estimación de costo	25
2.2.2	Principio de Pareto	31
2.2.2.1	Análisis y diagrama de Pareto	33
2.2.2.2	Interpretación de resultados	34
2.3	Marco conceptual	35
III	Método de la investigación	36
3.1	Enfoque	36
3.2	Alcance	36
3.3	Diseño de investigación	36
3.4	Población y muestra	37
3.4.1	Población	37
3.4.2	Muestra	37
3.5	Hipótesis	38
3.5.1	Hipótesis general	38
3.5.2	Hipótesis específicas	39
3.6	Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional	39
3.6.1	Identificación de variables	39
3.6.2	Definición conceptual de variables	39
3.6.3	Definición operacional de variables	40
3.7	Técnicas e instrumentos	40
3.7.1	Técnicas de recolección de datos	40
3.7.2	Instrumentos de medición	40
3.8	Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	41
3.9	Desarrollo del trabajo de tesis	41
3.9.1	Determinación del alcance del modelo	41
3.9.2	Recopilación de datos	42

3.9.3	Normalización de datos	48
3.9.4	Análisis de datos	58
IV	Resultados	93
4.1	Contrastación de hipótesis	93
4.2	Análisis e interpretación	102
V	Conclusiones	106
5.1	Conclusiones	106
5.2	Recomendaciones	108
5.3	Trabajos futuros	110
	Referencias bibliográficas	111
	Anexos	122
A	Matriz de consistencia	122
B	Base de datos recopilada	125
C	Análisis numérico del principio de Pareto	135
D	Análisis de regresión	144
E	Aplicación de fórmulas de estimación de costos	164

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Obras paralizadas distribuidas por nivel de gobierno.	2
2.	Obras paralizadas distribuidas por sector de intervención.	2
3.	Obras paralizadas distribuidas por región.	3
4.	Rotura de tubería matriz superficial de alcantarillado en la obra de pavimentación urbana de la Av. del Deporte.	5
5.	Paralización de trabajos en la obra de pavimentación urbana de la Av. Independencia.	6
6.	Paralización de trabajos en la obra de pavimentación urbana de la Av. Masprone.	7
7.	Línea de tiempo de asociaciones internacionales dedicados a las estimaciones de costos	14
8.	Ubicación de asociaciones internacionales dedicadas al desarrollo de gestión de costos.	15
9.	Interrelación entre las etapas de un proyecto y las estimaciones de costos . .	22
10.	Formas de relación y ajuste paramétrico.	29
11.	Relación 80-20 del Principio de Pareto	32
12.	Otras relaciones de producto-ganancia del Principio de Pareto	32
13.	Ejemplo del Diagrama de Pareto	34
14.	Captura de la página del Portal de Transparencia Estándar	37
15.	Captura de la plataforma del Aplicativo Informativo del Sistema de Seguimiento de Inversiones (SSI)	43
16.	Captura del Sistema de Información de Obras Públicas (INFOBRAS) . . .	43
17.	Captura de la plataforma de Consulta de Inversiones	44
18.	Captura del Sistema de Seguimiento de Proyectos (SSP)	44
19.	Captura del Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SEACE) . .	45
20.	Captura del Portal de Transparencia Estándar (PTE)	45

21.	Diagrama de Pareto aplicado a partidas principales de los proyectos de saneamiento de agua potable	51
22.	Diagrama de Pareto aplicado a partidas secundarias de las actividades de movimiento de tierras	53
23.	Diagrama de Pareto aplicado a partidas principales de los proyectos de saneamiento de alcantarillado	56
24.	Tendencia de los costos de mano de obra en instalación de tuberías de agua potable	59
25.	Tendencia de los costos de materiales en instalación de tuberías de alcantarillado	62
26.	Tendencia de los costos de mano de obra en excavación manual en material suelto	66
27.	Tendencia de los costos de mano de obra en excavación manual en roca suelta	68
28.	Tendencia de los costos de mano de obra en excavación manual en roca fija	70
29.	Tendencia de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en material suelto	72
30.	Tendencia de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en roca suelta	74
31.	Tendencia de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en roca fija	76
32.	Tendencia de los costos de mano de obra en colocación de cama con material propio zarandeado	78
33.	Tendencia de los costos de mano de obra en colocación de cama con arena gruesa	80
34.	Tendencia de los costos de mano de obra en encimado con material propio zarandeado	82
35.	Tendencia de los costos de mano de obra en encimado con arena gruesa . .	84
36.	Tendencia de los costos de mano de obra en encimado con material de préstamo	86
37.	Tendencia de los costos de mano de obra en relleno con material propio zarandeado	89
38.	Tendencia de los costos de construcción de buzones	91
39.	Tendencia de los costos de materiales en instalación de tuberías de agua potable	144

40.	Tendencia de los costos de equipos en instalación de tuberías de agua potable	145
41.	Tendencia de los costos de mano de obra en instalación de tuberías de alcantarillado	146
42.	Tendencia de los costos de equipos en instalación de tuberías de alcantarillado	147
43.	Tendencia de los costos de equipos en excavación manual en material suelto	148
44.	Tendencia de los costos de equipos en excavación manual en roca suelta . .	149
45.	Tendencia de los costos de equipos en excavación manual en roca fija	150
46.	Tendencia de los costos de equipos en excavación con maquinaria en material suelto	151
47.	Tendencia de los costos de equipos en excavación con maquinaria en roca suelta	152
48.	Tendencia de los costos de equipos en excavación con maquinaria en roca fija	153
49.	Tendencia de los costos de equipos en colocación de cama con material propio zarandeado	154
50.	Tendencia de los costos de materiales en colocación de cama con arena gruesa	155
51.	Tendencia de los costos de equipos en colocación de cama con arena gruesa	156
52.	Tendencia de los costos de equipos en encimado con material propio zarandeado	157
53.	Tendencia de los costos de materiales en encimado con arena gruesa	158
54.	Tendencia de los costos de equipos en encimado con arena gruesa	159
55.	Tendencia de los costos de materiales en encimado con material de préstamo	160
56.	Tendencia de los costos de equipos en encimado con material de préstamo .	161
57.	Tendencia de los costos de equipos en relleno con material propio zarandeado	162

ÍNDICE DE TABLAS

1.	Clasificación de estimado de costos	16
2.	Ejemplo de la tabla de frecuencias del Principio de Pareto	34
3.	Operacionalización de variables	40
4.	Tamaño de muestra de la base de datos recolectada	46
5.	Base de datos recolectada de proyectos de construcción en la provincia de Huamanga	47
6.	Datos de partidas de saneamiento de agua potable extraídos de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2300996	48
7.	Partidas principales de saneamiento de agua potable extraídos de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2300996	51
8.	Análisis de incidencia de las partidas principales de los proyectos de sanea- miento de agua potable - CUI: 2300996	51
9.	Datos extraídos de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2300996	52
10.	Datos extraídos de partidas secundarias pertenecientes a la partida de movi- miento de tierras de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2300996 . . .	53
11.	Análisis de incidencia de las partidas secundarias de las actividades de movimiento de tierras - CUI: 2300996	53
12.	Datos de partidas de saneamiento de alcantarillado extraídos de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2331397	54
13.	Partidas principales de saneamiento de alcantarillado extraídos de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2331397	56
14.	Análisis de incidencia de las partidas principales de los proyectos de sanea- miento de alcantarillado - CUI: 2331397	56
15.	Tasas de inflación desde el año 2018 al 2023	57
16.	Costos de la partida de instalación de tuberías para redes de agua potable .	59
17.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en instalación de tuberías de agua potable	60
18.	Costos de la partida de instalación de tuberías para redes de alcantarillado	62

19.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de materiales en instalación de tuberías de alcantarillado	63
20.	Costos de la partida de movimiento de tierras	64
21.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación manual en material suelto	66
22.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación manual en roca suelta	68
23.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación manual en roca fija	70
24.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en material suelto	72
25.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en roca suelta	74
26.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en roca fija	76
27.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en colocación de cama con material propio zarandeado	79
28.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en colocación de cama con arena gruesa	80
29.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en encimado con material propio zarandeado	83
30.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en encimado con arena gruesa	85
31.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en encimado con material de préstamo	87
32.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en relleno con material propio zarandeado	89
33.	Costos de la construcción de buzones por unidad	91
34.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de construcción de buzones	92
35.	Resumen de estadísticas de regresión y el análisis de varianza	94

36.	Resumen de estadísticas de regresión y el análisis de varianza en los costos de mano de obra	97
37.	Resumen de estadísticas de regresión y el análisis de varianza en los costos de materiales	99
38.	Resumen de estadísticas de regresión y el análisis de varianza en los costos de equipos	101
39.	Resumen de los modelos de estimación de costos desarrollados	103
40.	Características de diseño y metrados para el proyecto CUI: 2512186	104
41.	Verificación de estimación de costos - CUI: 2512186	104
42.	Características de diseño y metrados para el proyecto CUI: 2512186	104
43.	Verificación de estimación de costos - CUI: 2512186	104
44.	Características de diseño y metrados para el proyecto CUI: 2512181	105
45.	Verificación de estimación de costos - CUI: 2512181	105
46.	Características de diseño y metrados para el proyecto CUI: 2512181	105
47.	Verificación de estimación de costos - CUI: 2512181	105
48.	Matriz de consistencia	123
49.	Operacionalización de variables	124
50.	Base de datos recopilada de proyectos de agua potable	126
51.	Base de datos recopilada de proyectos de alcantarillado	131
52.	Análisis numérico de partidas de redes de agua potable del principio de Pareto	135
53.	Análisis numérico del partidas de redes de alcantarillado principio de Pareto	140
54.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de materiales en instalación de tuberías de agua potable	145
55.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en instalación de tuberías de agua potable	146
56.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en instalación de tuberías de alcantarillado	147
57.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en instalación de tuberías de alcantarillado	148

58.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación manual en material suelto	149
59.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación manual en roca suelta	150
60.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación manual en roca fija	151
61.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación con maquinaria en material suelto	152
62.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación con maquinaria en roca suelta	153
63.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación con maquinaria en roca fija	154
64.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en colocación de cama con material propio zarandeado	155
65.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de materiales en colocación de cama con arena gruesa	156
66.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en colocación de cama con arena gruesa	157
67.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en encimado con material propio zarandeado	158
68.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de materiales en encimado con arena gruesa	159
69.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en encimado con arena gruesa	160
70.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de materiales en encimado con material de préstamo	161
71.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en encimado con material de préstamo	162
72.	Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en relleno con material propio zarandeado	163
73.	Aplicación de fórmulas de estimación de costos en proyectos de agua potable	165
74.	Aplicación de fórmulas de estimación de costos en proyectos de alcantarillado	167

GLOSARIO

- **Generador de costo:** Factor o variable que tiene una relación de causa y efecto con el costo total.
- **Costo:** Inversión de recursos en activos estratégicos, incluidos recursos de tiempo, monetarios, humanos y físicos.
- **Estimación de costo:** Proceso predictivo utilizado para cuantificar, valorar y fijar el precio de los recursos necesarios.
- **Estimación paramétrica:** Representación matemática de relaciones de costos que proporciona una correlación lógica y predecible entre las características físicas o funcionales de un proyecto y su costo resultante.
- **Estimado de costo:** Predicción de los costos probables de un proyecto, para un alcance determinado y documentado, una ubicación definida y un momento en el futuro.
- **Inflación:** Aumento persistente en el nivel de los precios al consumidor, causado por un aumento en la moneda y el crédito disponibles más allá de la proporción de bienes y servicios disponibles.
- **Ingeniería de costo:** Práctica ingenieril que se enfoca en la gestión de proyectos relacionados a los costos, su estimación, control, evaluación de inversiones y análisis de riesgos.
- **Normalización de datos:** Proceso utilizado para modificar datos para que se ajusten a un estándar o norma (por ejemplo, a una base común en tiempo, moneda, ubicación, etc.)
- **Pavimentación urbana:** Estructura compuesta por capas que va apoyado sobre el terreno para soportar cargas durante un lapso y que está circunscrito al ámbito urbano.
- **Relación de estimación de costo:** Algoritmo o fórmula que se utiliza para realizar la operación de cálculo de costos y que muestran algún recurso como una función de uno o más parámetros.
- **Sobrecosto:** Diferencia entre los costos reales de un proyecto, incurridos hasta su término, menos la estimación inicial de ese mismo proyecto.

ACRÓNIMOS

A

AACE

Association for the Advancement of Cost Engineering

ACostE

Association of Cost Engineers

C

CUI

Código único de inversiones

I

INFOBRAS

Sistema de Información de Obras Públicas

IPMA

International Project Management Association

N

NTP

Norma Técnica Peruana

P

PMI

Project Management Institute

PTE

Portal de Transparencia Estándar

PVC

Policloruro de vinilo

R

REC

Relación de estimación de costos

S

SEACE

Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado

SSI

Sistema de Seguimiento de Inversiones

SSP

Sistema de Seguimiento de Proyectos

“Sea que pienses que puedes o que no puedes, estarás en lo cierto.”

— Henry Ford

Capítulo

I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

La presentación de un expediente técnico revisado y aprobado es un requisito indispensable para dar inicio a la ejecución de una obra, ya sea mediante una ejecución presupuestaria directa (ejecución por administración directa), como se indica en la Resolución No. 432-2023-CG de la [Contraloría General de la República del Perú \(2023a\)](#), o mediante una ejecución presupuestaria indirecta (ejecución por contrata), como se indica en el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado del [Ministerio de Economía y Finanzas \(2018\)](#). Además, se detalla que el expediente técnico aprobado debería contener información definida sobre las actividades a ejecutar, el plazo de ejecución y el presupuesto requerido.

Sin embargo, se ha evidenciado que no se llega a cumplir dichos plazos y montos establecidos de los expedientes técnicos, además de la existencia de obras que de estar en la etapa de ejecución física pasaron a una condición de paralización, de acuerdo al reporte presentado por la [Comisión de Vivienda y Construcción del Congreso de la República \(2022\)](#). La cantidad de las obras que se encuentran en esta situación asciende a un total 2376 a nivel nacional, alcanzando un monto de inversión superior a los S/. 21 mil millones, tal como se muestra en la figura 1. Los sectores económicos con mayor cantidad de obras paralizadas son el sector de Transportes y Comunicaciones y el sector de Vivienda, Construcción y Saneamiento, tal como se plasma en la figura 2.

 Nivel de gobierno	 N° obras	 Costo actualizado S/.
Gobierno nacional	410	5 070 512 139
Gobierno regional	249	9 263 138 911
Gobierno local	1717	6 740 806 042
Total general	2376	21 074 457 092

Figura 1: Obras paralizadas distribuidas por nivel de gobierno.

Fuente: [Comisión de Vivienda y Construcción del Congreso de la República \(2022\)](#)

SECTORES		OBRAS	PORCENTAJE
	TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	586	24.7%
	VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO	554	23.3%
	EDUCACIÓN	398	16.8%
	AGRICULTURA	284	12.0%
	SALUD	88	3.7%
	FONAFE	42	1.8%
	ENERGÍA Y MINAS	40	1.7%
	DESARROLLO E INCLUSIÓN SOCIAL	28	1.2%
	ORDEN PÚBLICO/DEFENSA Y SEGURIDAD	25	1.1%
	CULTURA	16	0.7%
	OTRAS INFRAESTRUCTURAS	315	13.3%

Figura 2: Obras paralizadas distribuidas por sector de intervención.

Fuente: [Comisión de Vivienda y Construcción del Congreso de la República \(2022\)](#)

La región de Ayacucho no es ajena a esta realidad, la cual contiene un total de 118 obras paralizadas, que representa el 5 % de las obras a nivel nacional y que asciende a un monto de inversión mayor a los S/. 70 millones ([Comisión de Vivienda y Construcción del Congreso de la República, 2022](#)), tal como se presenta en la figura 3:

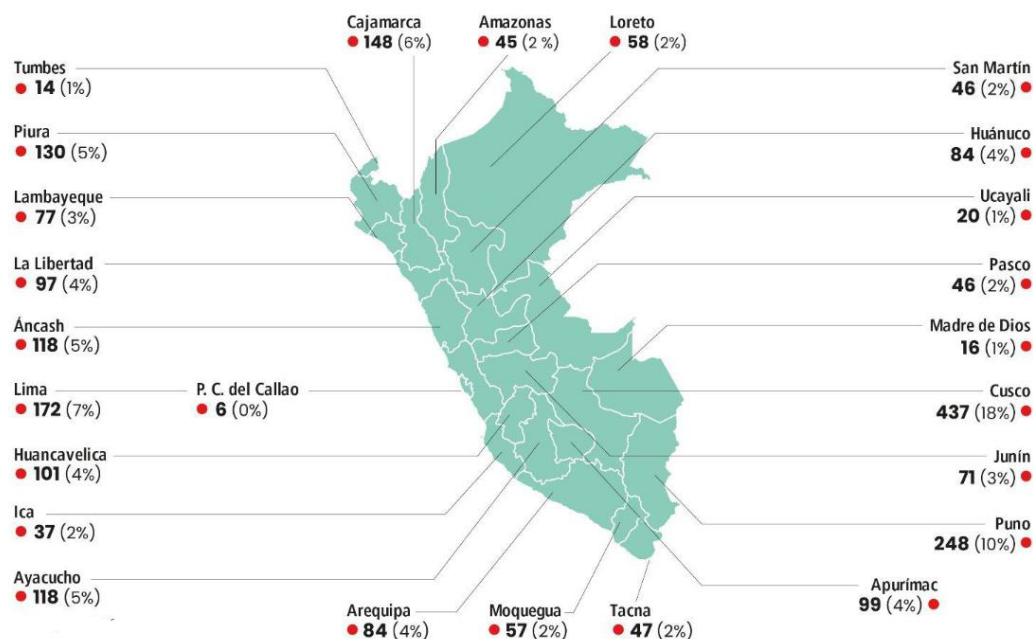


Figura 3: Obras paralizadas distribuidas por región.

Fuente: [Comisión de Vivienda y Construcción del Congreso de la República \(2022\)](#)

De igual forma, la [Comisión de Vivienda y Construcción del Congreso de la República \(2022\)](#) ha identificado que entre las causas principales del incumplimiento en los plazos y en los montos de ejecución de las obras, se encuentran:

1. Conflictos sociales.
2. Falta de recursos financieros y liquidez.
3. Eventos climatológicos desfavorables.
4. Incumplimiento de contrato.
5. Discrepancias, controversias y arbitrajes por deficiencias del expediente técnico.

Por otro lado, el [Ministerio de Economía y Finanzas \(2020\)](#), a través de sus ciclos de capacitaciones, ha indicado que, las deficiencias de los expediente técnicos se generan por condiciones no previstas en el terreno, errores u omisiones en la elaboración de estudios, incumplimiento de marcos normativos, falta de saneamiento físico legal de los predios y falta de evaluación de riesgos ante desastres naturales. Es así que, para las obras del sector Transportes, las causas primarias que dan origen a los sobrecostos en obras viales, son: la omisión de información sobre las condiciones geotécnicas del área de trabajo, la necesidad de construir obras complementarias y la necesidad de mejorar o ampliar los sistemas de agua potable y alcantarillado. ([Mena, 2014](#))

Tales resultados también se presentan en la realidad local de estudio, ya que, durante los últimos 5 años, se evidenció una notoria dificultad para concluir la ejecución de obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga de la región de Ayacucho, lo que ha ido generando sobrecostos imprevistos. A modo de muestra, se expone una breve descripción de 03 casos de proyectos, cuya información se obtuvo del Reporte de Seguimiento a la Ejecución de Inversiones del Formato No. 12-B del [INVIERTE.PE \(2023\)](#):

1. Obra: Pavimentación urbana en la Av. del Deporte.

- ⇒ Nombre de la inversión: Construcción de señales de tráfico y vereda; reparación de calzada; en el(la) Av. del Deporte (desde la Av. Independencia hasta el Estadio Ciudad De Cumaná) y la Av. Venezuela (desde Electrocentro hasta la Av. Los Incas) distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.
- ⇒ CUI: 2492087 - 2512186
- ⇒ Fecha de ejecución: diciembre de 2020.
- ⇒ Actividades:
 - Programadas: Construcción de señales de tráfico, construcción de vereda y reparación de calzada. (Ejecución por contrata)
 - Faltantes: Renovación de redes de alcantarillado y conexiones domiciliarias. (Ejecución por administración directa)
- ⇒ Plazo total:
 - Programado: 03 meses.
 - Ejecutado: 10 meses. (Con un 100 % de avance físico).
- ⇒ Costo total:
 - Programado: S/. 1,084,727.83
 - Actualizado: S/. 1,006,342.43 + S/. 160,322.53 = S/. 1,166,664.96



Figura 4: Rotura de tubería matriz superficial de alcantarillado en la obra de pavimentación urbana de la Av. del Deporte.

2. Obra: Pavimentación urbana en la Av. Independencia.

- ⇒ Nombre de la inversión: Reparación de pavimento; construcción de vereda; en el(la) la Av. Independencia distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.
- ⇒ CUI: 2492093 - 2512186
- ⇒ Fecha de ejecución: diciembre de 2020.
- ⇒ Actividades:
 - Programadas: Construcción de vereda y reparación de pavimento. (Ejecución por contrata - Ejecución por administración directa)
 - Faltantes: Renovación de redes de alcantarillado. (Ejecución por administración directa)
- ⇒ Plazo:
 - Programado: 03 meses.
 - Ejecutado: 11 meses. (Con un 94 % de avance físico).
- ⇒ Costo:
 - Programado: S/. 1,200,000.00
 - Ejecutado: S/. 932,488.00 + S/. 198,882.23 = S/. 1,116,141.78



Figura 5: Paralización de trabajos en la obra de pavimentación urbana de la Av. Independencia.

3. Obra: Pavimentación urbana en la Urb. Luis Carranza.

⇒ Nombre de la inversión: Reparación de calzada, vereda y área verde; en el(la) urbanización Luis Carranza distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, departamento Ayacucho.

⇒ CUI: 2492097 - 2512181.

⇒ Fecha de ejecución: diciembre de 2020.

⇒ Actividades:

- Programadas: Reparación de calzada, vereda y área verde. (Ejecución por contrata - Ejecución por administración directa)
- Faltantes: Reposición de tuberías de agua y alcantarillado. (Ejecución por administración directa)

⇒ Plazo:

- Programado: 03 meses.
- Ejecutado: 13 meses. (Con un 54 % de avance físico).

⇒ Costo:

- Programado: S/. 1,135,211.79
- Ejecutado: S/. 1,047,691.20 + S/. 621,838.52 = S/. 1,669,529.72



Figura 6: Paralización de trabajos en la obra de pavimentación urbana de la Av. Masprone.

Lo lamentable de esta situación, es que la identificación de las necesidades adicionales se dio durante los trabajos de movimiento de tierras de la obra principal, lo que conllevó a la suspensión de estos trabajos y a la urgencia de acelerar los cálculos de los nuevos costos que pudieran contemplar todas las partidas necesarias, con el fin de dar continuidad al avance de ejecución y programación de la obra principal. Es evidente que estos escenarios se convierten en situaciones perjudiciales para las empresas constructoras, las mismas que pudieron verse beneficiadas con una toma de decisiones más temprana y oportuna, si se tuviese la posibilidad de obtener dicha información económica (sobrecostos) de forma preliminar y aproximada mucho antes de la etapa de ejecución física e incluso durante la etapa de licitación, ya que se lograría comparar si los costos propuestos del proyecto inicial difieren con los costos estimados considerando sus rangos típicos de variación.

De acuerdo con [Monteverde y Pereyra \(2019\)](#), las entidades gubernamentales, ante esta problemática, se ven en la obligación de encontrar, lo antes posible, la forma de financiar los sobrecostos de la obra inicial. No obstante, la falta o escasa capacidad institucional de las entidades, para gestionar y alertar este tipo de eventos, generan que el financiamiento tarde demasiado, lo que a su vez provoca que la culminación de estas obras de pavimentación urbana se paralice, trayendo consigo conflictos entre los pobladores beneficiarios, las empresas constructoras y las mismas entidades públicas. Es preocupante reconocer que la asignación de los fondos adicionales solicitados, se obtienen con el perjuicio de otros proyectos de

inversión que requieren, también, su propio financiamiento, pues es necesario restringir, postergar o descartar algunos de estos proyectos en espera.

Es por ese motivo que, mediante el presente estudio de investigación se busca mejorar la gestión de los conflictos ya mencionados (sobrecostos originados por la necesidad de mejorar o ampliar los sistemas de agua potable y alcantarillado), al hacer posible la obtención de una estimación preliminar, aproximada y oportuna de sobrecostos en obras de pavimentación urbana para la provincia de Huamanga en la región de Ayacucho, aplicando para ello la metodología del AACE, y de esta forma, las empresas constructoras puedan tomar decisiones más acertadas, durante la etapa de licitación y la etapa de compatibilidad del proyecto, así como, ofrecer una herramienta a las entidades gubernamentales para mejorar sus capacidades institucionales.

1.2 Delimitación del Problema

1.2.1 Espacial

El presente estudio de investigación hace uso de información recopilada de costos unitarios de proyectos de mejoramiento, ampliación o reposición de los sistemas de agua potable y alcantarillado en la provincia de Huamanga de la región de Ayacucho, que pertenecen al sector económico de Transportes y Comunicaciones y al sector de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

1.2.2 Temporal

El presente estudio de investigación hace uso de información recopilada de costos unitarios de proyectos de mejoramiento, ampliación o reposición de los sistemas de agua potable y alcantarillado entre los años 2018 y 2023, que pertenecen al sector económico de Transportes y Comunicaciones y al sector de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

1.2.3 Temática y unidad de análisis

El área de investigación del presente estudio de investigación es la ingeniería de costos y, por consiguiente, el tema de investigación que se desarrolla es la estimación de sobrecostos.

La unidad de análisis está conformada por obras ejecutadas, tanto en el sector económico de Transportes y Comunicaciones y en el sector de Vivienda, Construcción y Saneamiento, que contengan actividades de mejoramiento, ampliación o reposición de los sistemas de

agua potable y alcantarillado en la provincia de Huamanga de la región de Ayacucho, comprendido entre los años 2018 y 2023.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema general

- ⇒ ¿De qué manera se puede estimar los sobrecostos en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga?

1.3.2 Problemas específicos

- ⇒ ¿De qué manera se puede estimar los sobrecostos de mano de obra en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga?
- ⇒ ¿De qué manera se puede estimar los sobrecostos de materiales en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga?
- ⇒ ¿De qué manera se puede estimar los sobrecostos de equipos en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga?

1.4 Justificación e importancia

Justificación.

Mediante los estudios y reportes de carácter internacional, nacional y local, se ha evidenciado que las deficiencias en la elaboración de los proyectos de pavimentación urbana generan un impacto negativo y significativo en las economías de los diferentes niveles de gobierno. Una de las razones de esta problemática, es la de haber omitido información sobre la necesidad de actividades de mejoramiento, ampliación o reposición de los sistemas de agua potable y alcantarillado, lo que genera sobrecostos al proyecto principal.

Por ese motivo, mediante el presente estudio de investigación se pretende mejorar la gestión de estos conflictos, al lograr la obtención de una estimación preliminar y aproximada de los sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE para la provincia de Huamanga en la región de Ayacucho, y que, de forma oportuna, las empresas constructoras puedan tomar decisiones más acertadas, en la etapa de licitación y la etapa

de compatibilidad del proyecto, y de igual forma, las entidades gubernamentales puedan mejorar sus capacidades institucionales.

Importancia.

La información usada en la descripción del problema muestra que durante la etapa de ejecución de las obras de pavimentación urbana se ha requerido sobrecostos para alcanzar los objetivos iniciales del proyecto. Estos sobrecostos, al no haber sido considerados por las entidades públicas y debido a su falta o escasa capacidad institucional de gestión y prevención de estos eventos, generan escenarios de dificultad para obtener fondos adicionales, lo que conlleva a una serie de conflictos con las empresas constructoras. Es por esa razón que, el presente estudio de investigación será útil para las entidades públicas, las empresas constructoras y los proyectistas de obras, pues se obtendrá una estimación preliminar y aproximada de estos sobrecostos de forma temprana y oportuna.

1.5 Limitaciones de la investigación

1. El presente estudio se limita a la información pública y actualizada vertida por las entidades gubernamentales sobre costos unitarios de los proyectos de mejoramiento o ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado entre los años 2018 y 2023. Los cuales fueron ejecutados del sector económico de Transportes y Comunicaciones y del sector Vivienda, Construcción y Saneamiento.
2. El presente estudio se desarrolla sobre la base de la información recopilada de los costos unitarios de los costos directos de los trabajos de mejoramiento o ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado en la provincia de Huamanga, Región de Ayacucho.
3. La presente investigación no tiene el financiamiento de ninguna entidad pública ni privada, por lo que los gastos realizados son propios, lo que amerita una limitante irremediable.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

1. Estimar los sobrecostos en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga.

1.6.2	Objetivos específicos
--------------	------------------------------

1. Estimar los sobrecostos de mano de obra en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga.
2. Estimar los sobrecostos de materiales en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga.
3. Estimar los sobrecostos de equipos en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga.

“La gente que combate el fuego con fuego, usualmente termina con solo cenizas.”

— Abigail Van Buren

Capítulo

II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1 Investigaciones internacionales

El estudio realizado por [Marchionni et al. \(2016\)](#), bajo el título: “*Estimación del costo de la infraestructura de suministro de agua mediante técnicas de regresión*”, realizado en Portugal, concluye que se han determinado funciones de costo y bandas de predicción para diferentes sistemas de suministro de agua (es decir, almacenamiento subterráneo y tanques elevados, estaciones de bombeo y tuberías) en función de los aspectos hidráulicos (caudal, altura de la bomba, potencia de la bomba) y aspectos físicos (volumen, material, diámetro), mediante un análisis de regresión lineal múltiple. Las funciones de costos desarrolladas han sido probadas y validadas utilizando el 10 % de los datos seleccionados al azar.

Un estudio similar, titulado: “*Modelado de costos de sistemas de alcantarillado con regresión lineal múltiple*”, realizado en Portugal por [Marchionni et al. \(2014\)](#), cuyos resultados indican que se han determinado funciones de costo para diferentes tipos de sistemas de alcantarillado (líneas de alcantarillado por gravedad y estaciones de bombeo), mediante un análisis de regresión lineal múltiple, cuyos modelos de costos también incluyen la estimación de bandas de predicción para describir la incertidumbre de los costos.

[Peinado y Saldarriaga \(2016\)](#), realizó el estudio “*Ecuaciones de costo para el diseño optimizado de redes de agua potable y alcantarillado*” en el país de Colombia, que con base en la información analizada proveniente de proyectos aprobados y ejecutados, obtuvo resultados de modelos econométricos que se pudieron ajustar y validar para describir el costo total de redes de agua potable, redes de alcantarillado y sus bandas de predicción. Los mejores ajustes se consiguieron a partir de modelos de forma potencial y polinómica,

los cuales pueden ser utilizados en la implementación de metodologías de optimización de diseño.

2.1.2 Investigaciones nacionales

El estudio realizado por [Díaz \(2014\)](#), bajo el título: “*Diseño de funciones de costo que identifican las variables que explican el costo directo de los proyectos de inversión de agua y saneamiento urbano en el periodo 2014-2016*”, en la región de Piura, cuyos resultados presentan 20 funciones de costos para los componentes de agua y saneamiento, para los cuales se identificó variables influyentes constituidos por: diámetro, longitud, caudal, cantidad, volumen, zona geográfica, altitud, accesibilidad y tipo de proyecto. Estas funciones de costos se desarrollaron basándose en un análisis de regresión lineal múltiple.

Un estudio similar, titulado: “*Aplicación de la Teoría de Restricciones en la estimación de costos de una red de agua potable*”, realizado en la región de Lima por [Pillaca Sicha \(2018\)](#), concluye que se logró estimar el costo de una obra, de manera que se tenga una mejor aproximación al costo real de ejecución de la obra en un futuro, y además, se calculó los costos de contingencia que se podrían generar durante la etapa de ejecución de la obra por diferentes razones no controlables al proyecto, a partir de la aplicación de los Fundamentos de la Construcción en Cadena y la Teoría de Restricciones.

[Castañeda Muñoz y Liñan Ponce \(2015\)](#), realizó el estudio “*Automatización del proceso de estimación de costos en proyectos de ingeniería adoptando las recomendaciones de AACE International para GMI SAC usando un sistema web*” en la región de Trujillo, obtuvo resultados de mejoría y automatización en el proceso de estimación de costos, adoptando las recomendaciones de AACE International y la metodología de desarrollo ICONIX en un sistema informático web, permitiendo reducir tiempos de cálculo y márgenes de error.

2.1.3 Investigaciones regionales

El estudio realizado por [Palomino \(2018\)](#), bajo el título: “*Determinación de función de costo en sistemas de agua potable y alcantarillado*”, concluye que es posible y necesario construir un sistema de información o base de datos para determinar las funciones de costo y el análisis de costos unitarios para los ítems relevantes en los sistemas de agua potable y alcantarillado, aplicando para ello el principio de Pareto como complemento al análisis de regresión lineal múltiple.

2.2 Bases teóricas

Con la finalidad de dar cumplimiento a los objetivos del presente trabajo de tesis, fue necesaria la aplicación de un conjunto de conocimientos (bases teóricas), relacionados con el tema de investigación. Dichas bases teóricas se conforman por el desarrollo de la estimación de costos y el principio de Pareto, los cuales, a continuación, son descritos con mayor detalle:

2.2.1 Estimación de costos

Desde el año 1950 hasta la actualidad, han ido surgiendo diversas organizaciones internacionales dedicadas a la estimación de costos y que, a través de sus publicaciones, difunden los procedimientos de la obtención de estimados de costos, considerando el tipo de proyecto o la industria en la que se desarrolla. En la figura 7 se muestra la línea de tiempo del año de creación de estas asociaciones internacionales.

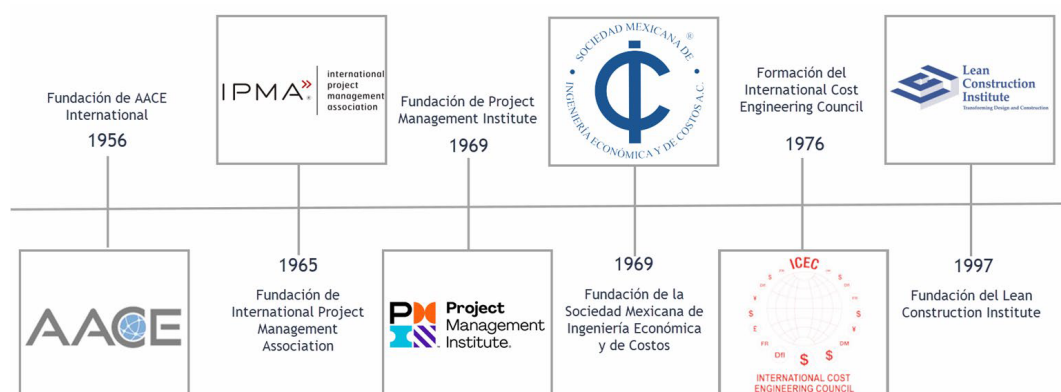


Figura 7: Línea de tiempo de asociaciones internacionales dedicados a las estimaciones de costos

Fuente: [Rodríguez \(2021\)](#)

La figura 8 presenta, la ubicación y distribución de los países de origen de las asociaciones internacionales enfocadas en la estimación de costos. Se destaca a: ACostE, IBEC, CCEA, AACE, entre otros.

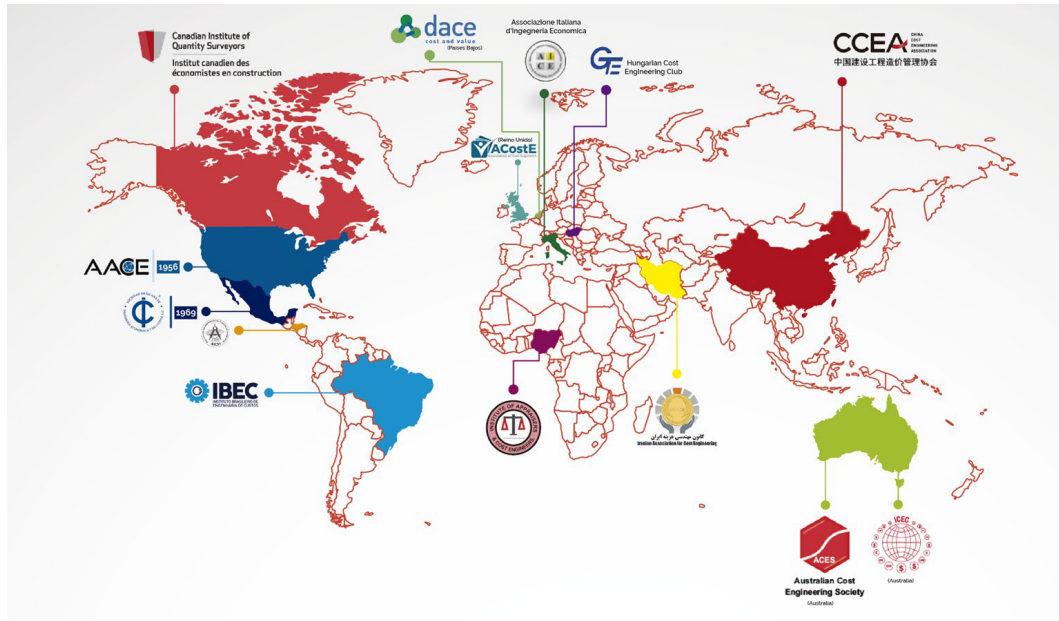


Figura 8: Ubicación de asociaciones internacionales dedicadas al desarrollo de gestión de costos.

Fuente: Rodríguez (2021)

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se sigue los procedimientos e indicaciones de la AACE (Association for the Advancement of Cost Engineering), pues las fases de ejecución de un proyecto de ingeniería civil se ajustan de mejor forma a la metodología planteada, con el fin de obtener un estimado de costos más aproximado considerando el grado de definición del proyecto.

2.2.1.1 AACE (Advancement of Cost Engineering International)

Es una organización profesional sin fines de lucro fundada en 1956 en Estados Unidos. Su objetivo es promover la gestión del costo y la ingeniería de costos, ofreciendo guías, estándares y certificaciones para los profesionales de estas áreas. La AACE se centra en la mejora de la planificación, estimación de costos, control de proyectos, gestión del riesgo y toma de decisiones en los campos de la ingeniería y la construcción. ([Association for the Advancement of Cost Engineering, 2020](#))

En la actualidad, la AACE cuenta con una extensa información sobre la estimación de costos, tales como: un manual denominado “*Total Cost Management Framework*”, un material complementario titulado “*Skills & knowledge of cost engineering*”, varias guías de práctica profesional, y más de un centenar de prácticas recomendadas, las cuales son usadas para el estimado de costos en distintos sectores económicos, como: Ingeniería civil,

industria petrolera, gas, energía, minería, industria de procesos, entre otros. (Association for the Advancement of Cost Engineering, 2020)

Una de las principales aportaciones de la AACE es su sistema de clasificación de estimados de costos, que establece diferentes niveles de precisión y desarrollo de los estimados de costos durante las distintas etapas de un proyecto. Este sistema es usado en sectores como la construcción, la ingeniería y otros proyectos industriales para definir el grado de precisión esperada y la cantidad de información disponible al momento de realizar una estimación. (Association for the Advancement of Cost Engineering, 2020)

2.2.1.2 Clasificación de estimado de costo

Association for the Advancement of Cost Engineering (2020) mediante su práctica recomendada “97R-18 - Sistema de Clasificación de Estimaciones de Costos - Aplicado en Ingeniería, Procura, y Construcción para la Industria de Infraestructura de Transporte por Ductos”, indica que el propósito de clasificar un estimado de costo es alinear el proceso de estimación con el desarrollo del alcance de la etapa del proyecto.

Association for the Advancement of Cost Engineering (2020) menciona que, se ha establecido cinco clases de estimado de costos en función de una característica primaria (nivel de definición del proyecto) y otras características secundarias (uso final, metodología y rango de precisión esperado). A través de la tabla 1 se pretende resumir las características para estas cinco clases de estimados.

Tabla 1: Clasificación de estimado de costos

Clase de estimado	Nivel de definición de proyecto (expresado como % de definición completa)	Uso final de etapa (finalidad típica de estimado)	Metodología (método típico de estimación)	Rango de precisión esperado (intervalos típicos en rangos mínimos y máximos con un intervalo de confianza del 80 %)
Clase 5	0 % a 2 %	Proyección conceptual	Factores de capacidad, modelos paramétricos o analogías	mín: -20 % a -50 % máx: +30 % a +100 %
Clase 4	1 % a 15 %	Estudios de factibilidad	Factorización de equipos o modelos paramétricos	mín: -15 % a -30 % máx: +20 % a +50 %
Clase 3	10 % a 40 %	Estimado, autorización o control	Unidades de costos semi-detallados	mín: -10 % a -20 % máx: +10 % a +30 %
Clase 2	30 % a 75 %	Control u oferta	Unidades de costos detalladas con lista de materiales preliminar	mín: -5 % a -15 % máx: +5 % a +20 %
Clase 1	65 % a 100 %	Chequeo de estimado u oferta	Unidades de costos detalladas con lista de materiales preliminar	mín: -3 % a -10 % máx: +3 % a +15 %

Fuente: Association for the Advancement of Cost Engineering (2020)

A continuación, se describe detalladamente las cinco clases de estimado de costos, presentados en la tabla 1, teniendo en cuenta un orden de estimado con definición más baja a la más alta, recopilados de [Association for the Advancement of Cost Engineering \(2020\)](#):

Estimado clase 5

*** Descripción**

Los estimados clase 5 son comúnmente desarrollados sobre una información muy escasa y, en consecuencia, tienen rangos de precisión muy amplios. Debido a los requerimientos de uso final, los estimados clase 5 pueden ser preparados en un corto tiempo y con un mínimo esfuerzo, llegando a incluso requerir menos de una hora. Generalmente, la información disponible para la preparación de esta clase de estimado es la capacidad de rendimiento, diámetro y longitud de tubería, zonas sugeridas de instalación.

*** Nivel de madurez de los entregables de definición del proyecto**

Los entregables principales y el estado de los objetivos, tales como: capacidad de rendimiento de tubería, conceptos generales de diseño y rutas para la instalación; deben comprender del 0 % al 2 % de la definición del proyecto total.

*** Uso final**

Los estimados clase 5 son preparados para propósitos de planeamiento de negocios estratégicos, estudio de mercados, evaluación de viabilidad inicial, evaluación de esquemas alternativos, selección de proyectos, estudios de rutas, evaluación de necesidades de recursos y presupuesto, planificación de capital a largo plazo.

*** Metodología de estimación**

Los estimados clase 5 generalmente usan métodos de estimación estocásticas costos unitarios aproximados (costo/longitud), técnicas de modelado, paramétricas y de factores.

*** Rango de precisión esperado**

Los rangos típicos de precisión para estimados clase 5 son de entre el -20 % y -50 % en el caso más bajo y de entre el +30 % al +100 % en el caso más alto. Estos valores dependen de la complejidad tecnológica, información de referencia apropiada y otros riesgos, como la adecuada determinación de contingencia.

Estimado clase 4

*** Descripción**

Los estimados clase 4 son comúnmente desarrollados sobre una información limitada y, en consecuencia, tienen rangos de precisión amplios. Se suelen utilizar para la selección de proyectos, determinación de la factibilidad, la evaluación de conceptos, y aprobación del presupuesto preliminar. Generalmente, la información disponible para la preparación

de esta clase de estimado está entre el 1 % al 15 % de ingeniería desarrollada completa y que contiene como mínimo: capacidad de producción, diseño hidráulico preliminar, tipo y diámetro de la tubería, mapeo topográfico de la ruta con fotografía aérea, características preliminares de cruce y control identificadas, y las principales preocupaciones ambientales, comunitarias, regulatorias y de derecho de vía identificadas.

*** Nivel de madurez de los entregables de definición del proyecto**

Los entregables principales y el estado de los objetivos, tales como: Diseño hidráulico preliminar, lineamientos definidos con optimización en curso, con cruce preliminar e identificación de válvulas principales y condiciones geotécnicas asumidas; deben comprender entre el 1 % al 15 % de la definición del proyecto total.

*** Uso final**

Los estimados clase 4 son preparados para propósitos de planificación estratégica detallada, desarrollo comercial, selección de proyectos en etapas más desarrolladas, análisis de esquemas alternativos, confirmación de factibilidad económica y/o técnica y aprobación preliminar del presupuesto o aprobación para pasar a la siguiente etapa o para establecer contratos vinculantes con los transportistas.

*** Metodología de estimación**

Los estimados clase 4 generalmente usan métodos de estimación estocásticos, como costos unitarios brutos ajustados (costo/longitud) con ajustes para elementos de diseño específicos o costos unitarios o de ensamblaje aproximados para cruces principales, controles y otros elementos importantes, costos factorizados de diseño e instalación y otros costos paramétricos y técnicas de modelado.

*** Rango de precisión esperado**

Los rangos típicos de precisión para estimados clase 4 son de entre el -15 % y -30 % en el caso más bajo y de entre el +20 % al +50 % en el caso más alto. Estos valores dependen de la complejidad tecnológica, información de referencia apropiada y otros riesgos, como la adecuada determinación de contingencia.

Estimado clase 3

*** Descripción**

Los estimados de clase 3 generalmente se preparan para formar la base para la autorización, apropiación y/o financiación del presupuesto. Como tal, típicamente forman la estimación de control inicial contra la cual se monitorearán todos los costos y recursos reales. Por lo general, la ingeniería tiene entre un 10 % y un 40 % de avance y comprendería como mínimo lo siguiente: estudio hidráulico completo, estudio geotécnico completo, ruta optimizada confirmada, tubería específica y materiales de control, pedidos de largo plazo listos para

colocarse, controles y supervisión control y adquisición de datos definidos, cruces específicos conocidos. Las cantidades se identifican a un nivel razonable de detalle. Titulares de derecho de vía definidos y negociación en curso, y preocupaciones reglamentarias, de permisos y de las partes interesadas abordadas. Adecuada definición para obtener precio unitario de oferta firme de construcción con planes de ejecución y contratación definidos.

*** Nivel de madurez de los entregables de definición del proyecto**

Los entregables principales y el estado de los objetivos, tales como: estudio hidráulico completado, estudio geotécnico completado, condiciones de la ruta confirmadas por estudio; tubería, revestimientos, válvulas y cruces definidos; tubo de plomo largo cotizado y listo para ordenar, todos los titulares de derecho de vía identificados y listos para comenzar las negociaciones, las principales solicitudes de permisos preparadas, las solicitudes de licencia y la declaración de impacto ambiental preparadas, y los planes de ejecución acordados; deben comprender entre el 10 % al 40 % de la definición del proyecto total.

*** Uso final**

Los estimados clase 3 son preparados para respaldar solicitudes de financiamiento de proyectos completos y se convierten en los primeros de los estimados de control de fase del proyecto contra los cuales se monitorearán todos los costos y recursos reales para detectar variaciones en el presupuesto. Se utilizan como presupuesto de control del proyecto hasta que se reemplazan por estimaciones más detalladas. En muchas organizaciones de propietarios, un presupuesto de clase 3 suele ser el último presupuesto requerido y muy bien podría constituir la única base para el control de costos/programación.

*** Metodología de estimación**

Los estimados clase 3 generalmente usan métodos de estimación más deterministas que los métodos estocásticos. Por lo general, involucran el uso predominante de elementos de línea de costo unitario, aunque estos pueden estar en un nivel de detalle de ensamblaje en lugar de componentes individuales. La factorización y otros métodos estocásticos pueden usarse para estimar áreas menos significativas del proyecto.

*** Rango de precisión esperado**

Los rangos típicos de precisión para estimados clase 3 son de entre el -10 % y -20 % en el caso más bajo y de entre el +10 % al +30 % en el caso más alto. Estos valores dependen de la complejidad tecnológica, información de referencia apropiada y otros riesgos, como la adecuada determinación de contingencia.

Estimado clase 2

*** Descripción**

Los estimados de clase 2 generalmente se preparan para formar una línea base de control detallada del contratista (y actualizar la línea base de control del propietario) contra la cual se monitorea todo el trabajo del proyecto en términos de control de costos y progreso. Para los contratistas, esta clase de estimación se utiliza a menudo como estimación de oferta para establecer el valor del contrato. Por lo general, la ingeniería está completa entre un 30 % y un 75 % y comprende, como mínimo, lo siguiente: tubería y válvulas ordenadas y fabricación iniciada, enrutamiento final, diseños de cruces específicos, la mayor parte del derecho de vía obtenido, permisos y licencias obtenidos, contratos vigentes y construcción en curso.

*** Nivel de madurez de los entregables de definición del proyecto**

Los entregables principales y el estado de los objetivos, tales como: condiciones específicas de la ruta inspeccionadas, diseños de cruce específicos; la mayoría de los derechos de vía, permisos y licencias obtenidos; y contratos de suministro e instalación emitidos; deben comprender entre el 30 % al 75 % de la definición del proyecto total.

*** Uso final**

Los estimados clase 2 se preparan como la línea base detallada del control del contratista (y actualizan la línea base del control del propietario) contra la cual todos los costos y recursos reales ahora se monitorearán en busca de variaciones en el presupuesto y formarán parte del programa de gestión de cambios.

*** Metodología de estimación**

Los estimados clase 2 generalmente implican un alto grado de métodos de estimación deterministas. Los estimados de clase 2 se preparan con gran detalle y, a menudo, involucran decenas de miles de partidas de costos unitarios. Para aquellas áreas del proyecto que aún no están definidas, se puede desarrollar un despegue de nivel de detalle supuesto (detalle forzado) para usarlo como elementos de línea en la estimación en lugar de depender de métodos de factorización.

*** Rango de precisión esperado**

Los rangos típicos de precisión para estimados clase 2 son de entre el -5 % y -15 % en el caso más bajo y de entre el +5 % al +20 % en el caso más alto. Estos valores dependen de la complejidad tecnológica, información de referencia apropiada y otros riesgos, como la adecuada determinación de contingencia.

Estimado clase 1

*** Descripción**

Los estimados de clase 1 generalmente se preparan para partes o secciones discretas del proyecto total en lugar de generar este nivel de detalle para todo el proyecto. Las partes del proyecto estimadas a este nivel de detalle normalmente serán utilizadas por los subcontratistas para las ofertas, o por los propietarios para los cheques estimados. La estimación actualizada a menudo se denomina estimación de control actual y se convierte en la nueva línea de base para el control de costos/programación del proyecto. Se pueden preparar estimaciones de clase 1 para partes del proyecto para comprender una estimación de precio justo o una estimación de verificación de oferta para compararla con la estimación de oferta de un contratista, o para evaluar/disputar órdenes de cambio y reclamos. Por lo general, la ingeniería general está completa del 65 % al 100 % (algunas partes o paquetes pueden estar completos y otros no) y comprendería prácticamente toda la documentación de ingeniería y diseño del proyecto, y los planes completos de ejecución y puesta en marcha del proyecto.

*** Nivel de madurez de los entregables de definición del proyecto**

Los entregables principales y el estado de los objetivos con un nivel de madurez completa; deben comprender entre el 65 % al 100 % de la definición del proyecto total.

*** Uso final**

Los propietarios y los contratistas de utilizan estimaciones de clase 1 para respaldar su proceso de gestión de cambios. Se pueden usar para evaluar la verificación de ofertas, para respaldar las negociaciones entre proveedores y contratistas, o para evaluar reclamos y resolver disputas. Los contratistas de la construcción pueden preparar estimaciones de clase 1 para respaldar su oferta y actuar como su línea base de control final contra la cual todos los costos y recursos reales ahora serán monitoreados para detectar variaciones en su oferta. Durante la construcción, se pueden preparar estimaciones clase 1 para apoyar la gestión del cambio.

*** Metodología de estimación**

Las estimaciones de clase 1 generalmente involucran el grado más alto de métodos de estimación deterministas y requieren la mayor cantidad de esfuerzo. Las estimaciones de clase 1 se preparan con gran detalle y, por lo tanto, generalmente se realizan solo en las áreas más importantes o críticas del proyecto. Todos los elementos del presupuesto suelen ser elementos de línea de costo unitario basados en cantidades de diseño reales.

*** Rango de precisión esperado**

Los rangos típicos de precisión para estimados clase 1 son de entre el -3 % y -10 % en el caso más bajo y de entre el +3 % al +15 % en el caso más alto. Estos valores dependen de

la complejidad tecnológica, información de referencia apropiada y otros riesgos, como la adecuada determinación de contingencia.

Para una mejor comprensión del contenido de la tabla 1, se presenta la figura 9, donde se interrelaciona las etapas de un proyecto y las estimaciones de costos, desde una estimación de clase 5 que se basa en el nivel más bajo de definición del proyecto y una estimación de clase 1 que es la más cercana a la definición completa del proyecto. En otras palabras, a mayor grado de definición se obtiene una mayor precisión. (Ruiz, 2018)

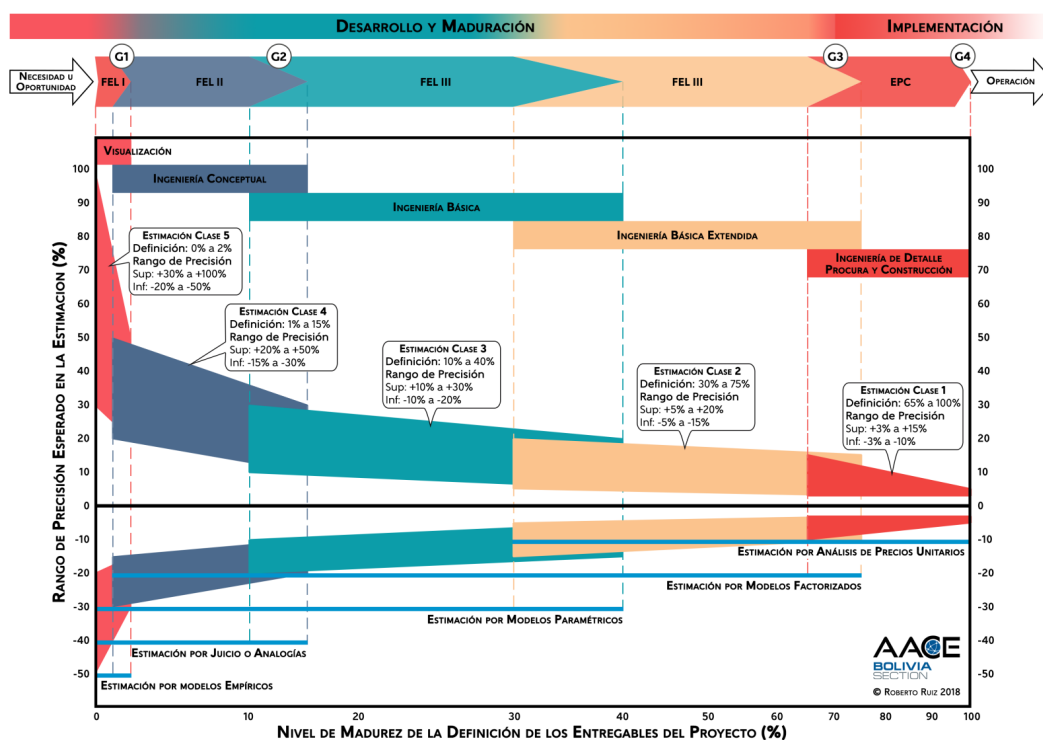


Figura 9: Interrelación entre las etapas de un proyecto y las estimaciones de costos

Fuente: Ruiz (2018)

2.2.1.3 Relación con los métodos de entrega de proyectos

Association for the Advancement of Cost Engineering (2020) mediante su práctica recomendada “97R-18 - Sistema de Clasificación de Estimaciones de Costos - Aplicado en Ingeniería, Procura, y Construcción para la Industria de Infraestructura de Transporte por Ductos”, indica que los enfoques de estimación de costos, control presupuestario y gestión de riesgos de la AACE se aplican y a una variedad de métodos de entrega de proyectos, como el diseño-licitación-construcción tradicional (Design- Bid- Build DBB), el diseño-construcción (Design-Build DB), la gestión de la construcción por honorarios (Construction management for fee CM-fee), la gestión de la construcción con riesgo (Construction management at risk CM-at risk) y los métodos de contratación de asociaciones público-privadas (Private-Public

Partnerships PPP). A continuación, se detalla la relación de cada método de entrega de proyecto con la AACE, según [Association for the Advancement of Cost Engineering \(2020\)](#):

1. Diseño-licitación-construcción (DBB)

⇒ **Descripción:** Es el método tradicional en el que el proyecto se divide en tres fases secuenciales: primero se completa el diseño, luego se licita la construcción, y finalmente se ejecuta la construcción.

⇒ **Relación con la AACE:**

- En este enfoque, la AACE ofrece metodologías para realizar estimaciones de costos detalladas durante la fase de diseño, como los estimados de Clase 3 y Clase 2, que son más precisos ya que el diseño está bien definido antes de licitar la construcción.
- La AACE también ayuda a establecer el control presupuestario mediante el seguimiento del costo real frente al costo estimado en la fase de ejecución del proyecto.
- Este método tiende a distribuir el riesgo mayormente al propietario en la fase de diseño, y la AACE ofrece guías para gestionar esos riesgos mediante técnicas de estimación basadas en la madurez del diseño.

2. Diseño-construcción (DB)

⇒ **Descripción:** En este método, el diseño y la construcción se integran bajo un solo contrato, lo que permite que ambas fases ocurran de manera simultánea o superpuesta.

⇒ **Relación con la AACE:**

- Debido a la superposición de fases, las estimaciones de costos en un modelo DB deben adaptarse a un diseño que todavía está en evolución. La AACE sugiere el uso de estimados de Clase 4 y Clase 3 en las etapas tempranas del proyecto, ya que la información sobre el diseño es limitada, pero con el tiempo se puede mejorar la precisión.
- La gestión de riesgos es fundamental en este modelo, ya que el contratista asume un papel más importante en la gestión tanto del diseño como de la construcción. La AACE proporciona herramientas para mitigar estos riesgos, como las análisis de riesgos y simulaciones Monte Carlo.

- Este método tiende a simplificar los procesos de licitación, y la AACE facilita la adaptación de las estrategias de costos al avance del diseño y la construcción.

3. Gerencia de construcción con honorarios (CM-fe)

⇒ **Descripción:** En este enfoque, un gerente de construcción se involucra durante la fase de diseño para asesorar sobre aspectos constructivos y de costos, pero no asume el riesgo de construcción. El gerente actúa como asesor del propietario.

⇒ **Relación con la AACE:**

- La participación temprana del gerente de construcción permite que las estimaciones de costos sean más precisas desde las primeras etapas del diseño. Aquí se emplean estimados de Clase 4 durante la preconstrucción y, conforme avanza el proyecto, se utilizan estimados más detallados (Clase 3 y Clase 2).
- La AACE apoya la gestión de cambios y la optimización de costos durante la fase de preconstrucción, ayudando a los equipos a ajustar los costos según las decisiones de diseño y construcción.
- Dado que el gerente de construcción no asume el riesgo del proyecto, la AACE recomienda enfoques de estimación y control que permitan realizar ajustes antes de que se finalice el diseño y se inicie la construcción.

4. Gerencia de Construcción con riesgo (CM-at risk)

⇒ **Descripción:** En este modelo, el gerente de construcción se convierte en el contratista general y asume el riesgo por el costo y el cronograma del proyecto, ofreciendo una suma máxima garantizada (GMP).

⇒ **Relación con la AACE:**

- La AACE proporciona guías para la gestión de riesgos financieros en este modelo, ya que el gerente de construcción asume el riesgo de sobrecostos. El uso de herramientas como el análisis de contingencias es esencial para estimar costos que incluyan márgenes para posibles riesgos.
- Aquí, los estimados de costos deben ser lo suficientemente precisos como para garantizar un presupuesto controlado y, por lo general, las estimaciones de Clase 2 y Clase 1 se utilizan antes de firmar el contrato para definir la suma máxima garantizada.

- La AACE también recomienda metodologías para el control de costos durante la ejecución, dada la responsabilidad financiera asumida por el gerente de construcción.

5. Asociaciones Público-Privadas (PPP)

⇒ **Descripción:** En un modelo de PPP, entidades privadas financian, diseñan, construyen, operan y mantienen un proyecto que típicamente es de carácter público. El sector privado asume muchos de los riesgos, incluyendo los costos de construcción y operación.

⇒ **Relación con la AACE:**

- Las estimaciones de costos de ciclo de vida son clave en este tipo de proyectos, y la AACE ofrece marcos para evaluar no solo el costo de construcción, sino también los costos operativos y de mantenimiento a largo plazo.
- La AACE ayuda a estructurar la gestión de riesgos financieros y contractuales, ya que en una PPP el sector privado asume el riesgo tanto de costos como de ingresos futuros. Los análisis de sensibilidad y las evaluaciones de retorno de inversión (ROI) recomendados por la AACE son cruciales para determinar la viabilidad financiera a largo plazo.
- El control de costos y presupuestos en las PPP a menudo se apoya en los estimados de Clase 1 y Clase 2, dado que estos proyectos suelen requerir una alta precisión antes de iniciar las obras debido a su estructura financiera compleja.

2.2.1.4 Metodología de estimación de costo

La obtención de estimados de costos se logra con el uso de metodologías basadas en modelos empíricos, modelos de juicio o analogías, modelos paramétricos, modelos factorizados y modelos por análisis de precios unitarios. El empleo de cada uno de ellos dependerá de la clase de estimado elegida. A continuación, se abordará con mayor detalle la metodología basada en modelos paramétricos, en concordancia con la información indicada en tabla 1, en el que la AACE la recomienda para estimados de costos de clase 4, mediante el análisis de costos unitarios.

Estimación paramétrica de costos

Es una metodología que consiste en obtener una representación matemática elaborada con base en relaciones estadísticas entre las características físicas o funcionales de un proyecto

(variables independientes) y su costo final (variable dependiente). ([Association for the Advancement of Cost Engineering, 2011](#))

Estas relaciones estadísticas son lógicas y repetibles, denominadas como “Relaciones de Estimación de Costos (REC)”, las que se obtienen mediante un análisis de regresión. Un estimado paramétrico puede estar compuesto por más de una REC. ([Dysert, 2008](#)).

De acuerdo con [Dysert \(2008\)](#), las estimaciones paramétricas presentan las siguientes características:

- * **Eficientes:** Además de permitir la preparación de estimaciones en mucho menos tiempo que el requerido por técnicas más detalladas, también requieren menos ingeniería y nivel de definición del proyecto para respaldar la estimación.
- * **Objetivas:** Los modelos paramétricos requieren entradas cuantitativas que están vinculadas a algoritmos que proporcionan salidas cuantitativas. Todos los costos son rastreables.
- * **Consistentes:** Cuando dos estimadores ingresen los mismos valores para los parámetros, obtendrán el mismo costo resultante. Los modelos paramétricos también proporcionan un formato de estimación consistente y documentación de estimación.
- * **Flexibles:** Los modelos paramétricos brindan costos para un rango de valores de entrada, extrapolándolos para derivar costos para proyectos de un tamaño o naturaleza diferente de los que puede tener en su historial. Los modelos se pueden ajustar fácilmente para proporcionar un análisis de sensibilidad de costos para los cambios de diseño propuestos.
- * **Defendibles:** Los modelos resaltan los parámetros de diseño utilizados y pueden proporcionar relaciones estadísticas y métricas clave para la comparación con otros proyectos. Las medidas estadísticas, como R^2 y las estadísticas t y F para REC's individuales pueden proporcionar validez al modelo.

En concordancia con [Hastak \(2015\)](#), el desarrollo de un modelo de estimación paramétrica puede aparentar ser una tarea desalentadora; sin embargo, el uso de la tecnología informática moderna (incluidos los populares programas de hojas de cálculo) pueden hacer que el proceso sea tolerable y mucho más fácil de lo que hubiera sido hace años. El proceso de desarrollo de un modelo paramétrico generalmente debe incluir los siguientes pasos:

- * **Determinación del alcance del modelo paramétrico**

El primer paso en el desarrollo de un modelo paramétrico es establecer su alcance. Esto incluye definir el uso final del modelo, las características físicas del modelo, la

base de costos del modelo y los componentes críticos y los generadores de costos. Por ejemplo, el uso final del modelo suele ser preparar estimaciones conceptuales para una planta o sistema de proceso. El tipo de proceso que cubrirá el modelo, el tipo de costos que estimará el modelo, el rango de precisión previsto del modelo. Todo debe determinarse como parte de la definición de uso final.

El modelo debe basarse en los costos reales de proyectos completos y generar costos del año en curso o tener la capacidad de escalar a los costos del año en curso. El modelo debe basarse en parámetros de diseño clave que puedan definirse con una precisión razonable en las primeras etapas del desarrollo del alcance del proyecto, y proporcionar la capacidad para que el estimador ajuste fácilmente los costos derivados según la complejidad específica u otros factores que afecten a un proyecto en particular. Deben definirse los rangos de parámetros a los que se aplicará el modelo (es decir, el modelo no debe usarse para proyectos en los que los parámetros están muy por fuera del rango de parámetros utilizados para desarrollar el modelo).

*** Recopilación de datos para apoyar el desarrollo del modelo**

La recopilación y el desarrollo de datos para un modelo de estimación paramétrica requiere un esfuerzo significativo. La calidad del modelo resultante no puede ser mejor que la calidad de los datos en los que se basa. Tanto la información de costo como la del alcance deben ser identificadas y recopiladas. El nivel en el que se recopilan los datos de costos afectará el nivel en el que el modelo puede generar costos y puede afectar la derivación de las REC's.

Lo mejor es recopilar datos de costos con un nivel de detalle bastante bajo. Los datos de costos siempre se pueden resumir más tarde si un nivel agregado de información de costos proporciona un mejor modelo. Obviamente, es importante incluir el año de los datos de costos para normalizar los costos más adelante. La ubicación también puede ser importante para apoyar la normalización de costos.

La información del alcance debe incluir todos los parámetros de diseño propuestos o factores clave de costos para el modelo, así como cualquier otra información que pueda afectar los costos (nivel de complejidad, tipo de cronograma, entre otros). El tipo de datos que se recopilarán generalmente se decide en cooperación con las comunidades de ingeniería y control de proyectos. Se recomienda crear un formulario formal de recopilación de datos que se pueda usar de manera consistente y revisar si es necesario.

*** Normalización de datos para apoyar el desarrollo de modelos**

Una vez recopilados los datos, el siguiente paso en el proceso de desarrollo de un modelo paramétrico es normalizar los datos antes de la etapa de análisis de datos. La

normalización de los datos se refiere a realizar ajustes en los datos de costo base para tener en cuenta las diferencias entre la base real de los datos para cada proyecto y la base estándar deseada de datos que se utilizará para el modelo paramétrico.

Por lo general, la normalización de datos implica realizar ajustes de escalamiento, ubicación, alcance de costos, condiciones del sitio y especificaciones del sistema. Los costos de los proyectos históricos deben ajustarse a un marco de tiempo común y una ubicación común que sirva como base estándar para el modelo. La normalización para el alcance del costo implica hacer ajustes (es decir, eliminar costos) para el alcance único en el que incurrió un proyecto histórico específico pero que no está incluido en la base estándar para el modelo paramétrico. Es posible que se requiera una sección de comentarios en los formularios de recopilación de datos para anotar tales ocurrencias.

* **Análisis de datos para respaldar el desarrollo de modelos**

El análisis de datos es el siguiente paso en el desarrollo de un modelo paramétrico. Por lo general, el análisis de datos consiste en realizar un análisis de regresión de costos frente a parámetros de diseño seleccionados para determinar los factores de costo clave para el modelo. Es posible que se deba usar hipótesis razonadas u opiniones de expertos para identificar y probar inicialmente los mejores generadores de costos.

La mayoría de las aplicaciones de hojas de cálculo proporcionan análisis de regresión y funciones de simulación que son razonablemente fáciles de usar. Los programas estadísticos y de regresión más avanzados tienen capacidades de búsqueda de objetivos, lo que también puede facilitar el proceso.

Generalmente, se ejecutará una serie de casos de análisis de regresión (lineal y no lineal) contra los datos para determinar los mejores algoritmos que finalmente comprenderán el modelo paramétrico. Los algoritmos generalmente tomarán una de las siguientes formas:

$$\text{Relación lineal : } Y = a + b * X_1 + c * X_2 \quad (1)$$

$$\text{Relación no lineal : } Y = a + b * X_1^i + c * X_2^j \quad (2)$$

Donde: “Y” es la variable de salida, “X₁” y “X₂” son variables de entrada; “a”, “b” y “c” son constantes derivadas de la regresión; y “i” e “j” son exponentes derivados de la regresión. Se toma en cuenta que hay muchas formas de que las relaciones no lineales pueden aplicarse.

Las diversas relaciones (*costo VS parámetros de diseño*) se examinan primero para determinar el mejor ajuste buscando el valor “ R^2 ” más alto. R^2 lleva el nombre de “coeficiente de determinación”, y se usa comúnmente como una medida de la bondad de ajuste para una ecuación de regresión. En términos simples, es una medida de cuán bien la ecuación explica la variabilidad de los datos. Los algoritmos resultantes del análisis de regresión se aplican luego a los conjuntos de datos de entrada para determinar, proyecto por proyecto, cuán bien el algoritmo de regresión predice el costo real.

El análisis de regresión puede ser un proceso lento (especialmente con las herramientas de regresión simple de un programa de hoja de cálculo), ya que se realizan experimentos iterativos para descubrir los algoritmos que mejor se ajustan. A medida que se descubre un algoritmo que parece proporcionar buenos resultados, debe probarse para asegurarse de que explica correctamente los datos. Las herramientas estadísticas avanzadas pueden acelerar el proceso, pero pueden ser más difíciles de usar. A veces, se encontrará que los puntos de datos erráticos o atípicos deberán eliminarse de los datos de entrada para evitar distorsiones en los resultados.

También es muy importante tomar en cuenta que muchas relaciones de costos no son lineales y, por lo tanto, una o más de las variables de entrada se elevarán a una potencia (como en la ecuación 2). La figura 10 muestra el comportamiento de los datos en cada uno de los casos posibles.

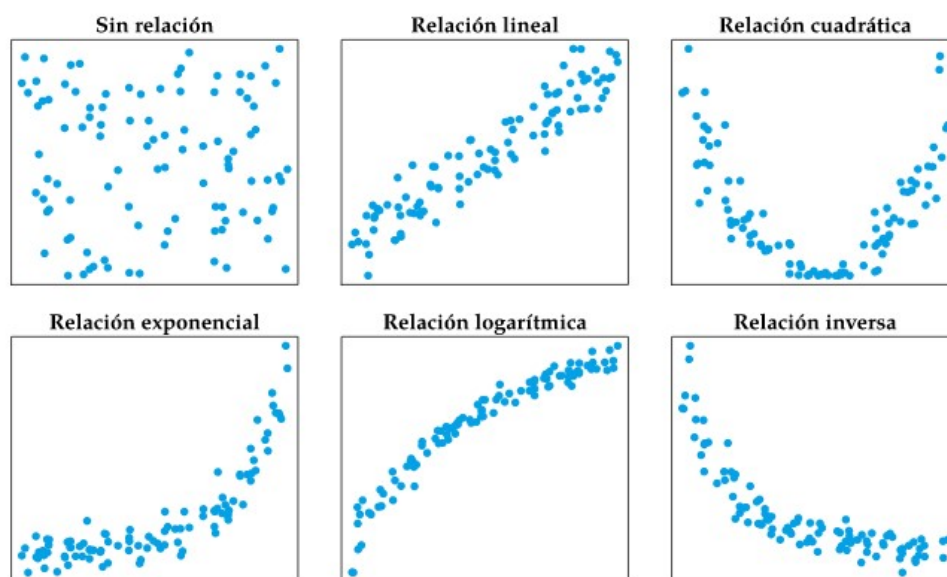


Figura 10: Formas de relación y ajuste paramétrico.

Fuente: [Sullivan et al. \(2004\)](#)

Se deberá experimentar tanto con las variables con las que está probando como con las potencias exponenciales utilizadas para las variables. El análisis de regresión tiende a ser un proceso continuo de prueba y error hasta que se obtienen los resultados adecuados que parecen explicar los datos. Se pueden generar varios algoritmos individuales y luego combinarlos en un modelo paramétrico completo.

* **Creación de la aplicación del modelo paramétrico**

La etapa de aplicación de datos del proceso de desarrollo implica establecer la interfaz de usuario y el formulario de presentación para el modelo de costos paramétricos. Utilizando los algoritmos matemáticos y estadísticos desarrollados en la etapa de análisis de datos, se identifican las distintas entradas al modelo de costos; y se desarrolla una interfaz para proporcionar al estimador una manera fácil y directa de ingresar esta información. Las hojas de cálculo electrónicas como Excel brindan un excelente mecanismo para aceptar la entrada del estimador, calcular los costos en función de los algoritmos y mostrar la salida resultante.

* **Revisión del modelo paramétrico**

Uno de los pasos más importantes en el desarrollo de un modelo de costos es probar su precisión y validez. Como se mencionó anteriormente, uno de los indicadores clave de qué tan bien una ecuación de regresión explica los datos es el valor R^2 . El coeficiente de determinación R^2 proporciona una medida de qué tan bien el modelo explica la variabilidad en los datos subyacentes, y se usa comúnmente como un indicador de qué tan bien el algoritmo predice los costos calculados. Sin embargo, un valor alto de R^2 por sí solo no implica que las relaciones entre las entradas de los parámetros y el costo resultante sean estadísticamente significativas.

Una vez que se haya realizado el análisis de regresión y obtenido un algoritmo con un valor de R^2 razonablemente alto, todavía se necesita examinar el algoritmo para asegurarse de que tiene sentido común. En otras palabras, realizar un examen superficial del modelo para buscar las relaciones obvias que se espera ver. Si las relaciones del modelo parecen ser razonables, se puede ejecutar pruebas adicionales de significación estadística (*prueba t* y *prueba F*) y verificar que el modelo proporciona resultados dentro de un rango de error aceptable. Brevemente, la estadística *t* ayuda a identificar si cada variable independiente individual es un buen predictor de costos, y la estadística *F* indica si la regresión en su conjunto es un buen modelo paramétrico.

Una de las verificaciones rápidas para ejecutar es probar los resultados de la regresión directamente contra los datos de entrada para ver el porcentaje de error para cada una de las entradas. Esto permite determinar rápidamente el rango de error e interpretar

los resultados puede ayudar a determinar problemas y refinar los algoritmos. Después de que todos los algoritmos individuales hayan sido desarrollados y ensamblados en un modelo de costo paramétrico completo, es importante probar el modelo como un todo contra nuevos datos (datos no utilizados en el desarrollo del modelo).

* **Documentación del modelo paramétrico**

Por último, el modelo de costos resultante y la aplicación de estimación paramétrica deben documentarse minuciosamente. Se debe preparar un manual de usuario que muestre los pasos involucrados en la preparación de una estimación utilizando el modelo de costos y que describa claramente las entradas requeridas para el modelo de costos. Los datos utilizados para crear el modelo deben documentarse, incluida una discusión sobre cómo se ajustaron o normalizaron los datos para su uso en la etapa de análisis de datos.

Por lo general, es deseable poner a disposición los conjuntos de datos de regresión reales, las ecuaciones de regresión resultantes y los resultados de las pruebas. Todas las suposiciones y asignaciones diseñadas en el modelo de costos deben documentarse, al igual que cualquier exclusión. También se debe explicar el rango de valores de entrada aplicables y las limitaciones de los algoritmos del modelo.

2.2.2 Principio de Pareto

Como indica Koch (2013), el Principio de Pareto fue descubierto en 1897, por el economista italiano Vilfredo Pareto (1848-1923). Desde entonces, su descubrimiento ha recibido muchos nombres, incluidos el Principio 80/20, la Ley de Pareto, la Regla 80-20, el Principio del menor esfuerzo y el Principio del desequilibrio. El Principio de Pareto, afirma que una minoría de causas, aportes o esfuerzos generalmente conducen a la mayoría de los resultados, productos o recompensas.

Esto significa que, por ejemplo, el 80 por ciento de lo que se logra en el trabajo proviene del 20 por ciento del tiempo invertido. Por lo que, el Principio de Pareto establece que existe un desequilibrio inherente entre las causas y los resultados, las entradas y salidas, y el esfuerzo y la recompensa. La relación 80-20 proporciona un buen punto de referencia para este desequilibrio: un patrón típico mostrará que el 80 por ciento de los productos provienen del 20 por ciento de los insumos; que el 80 por ciento de las consecuencias fluyen del 20 por ciento de las causas; o que el 80 por ciento de los resultados provienen del 20 por ciento del esfuerzo. A través de la figura 11 se pretende mejorar el entendimiento de la relación 80-20.

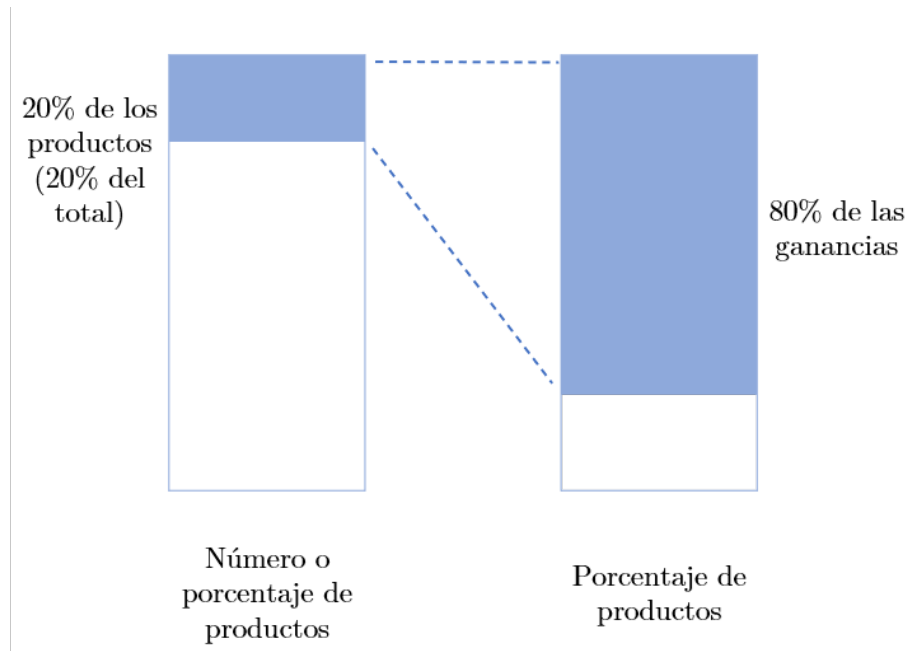


Figura 11: Relación 80-20 del Principio de Pareto

Fuente: Koch (2013)

El Principio de Principio afirma que cuando se pueden examinar y analizar dos conjuntos de datos, relacionados con las causas y los resultados, el resultado más probable es que habrá un patrón de desequilibrio. El desequilibrio puede ser 65-35, 70-30, 75-25, 80-20, 95-5 o 99,9-0,1, o cualquier conjunto de números intermedios, tal como se ilustra en la figura 12. (Koch, 2013)

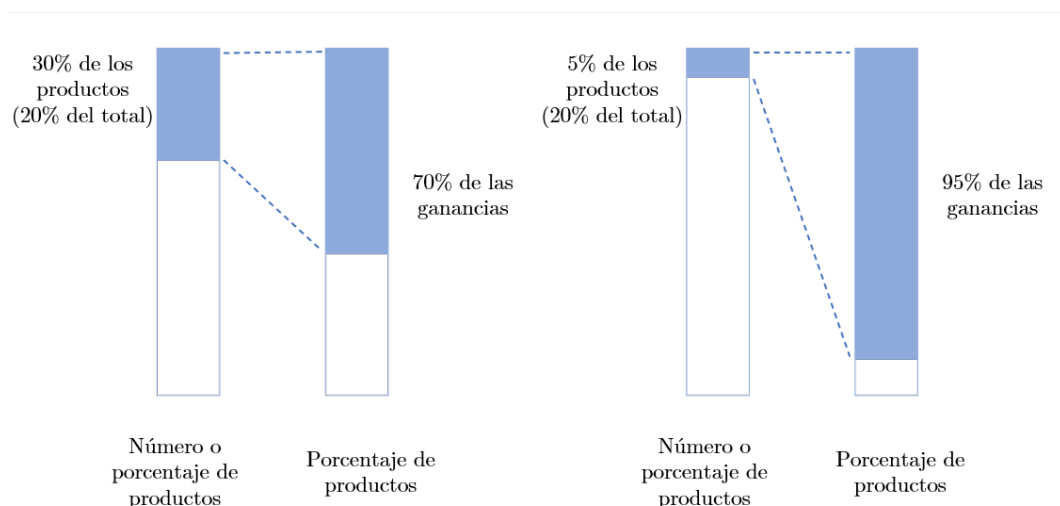


Figura 12: Otras relaciones de producto-ganancia del Principio de Pareto

Fuente: Koch (2013)

Además, Koch (2013) menciona que los números 80-20 son solo un punto de referencia, y

la relación real puede ser más o menos desequilibrada que 80-20. El Principio de Pareto afirma, sin embargo, que en la mayoría de los casos es mucho más probable que la relación se acerque más al 80-20 que al 50-50. Además, es necesario precisar que a veces el 80 % de las ganancias provienen del 15 % o incluso del 10 % de los productos. Los números comparados no tienen que sumar 100 % exactamente.

2.2.2.1 **Análisis y diagrama de Pareto**

El análisis de Pareto examina la relación entre dos conjuntos de datos comparables. Un conjunto de datos es siempre un universo de personas u objetos, generalmente un gran número de 100 o más, que se puede convertir en un porcentaje. El otro conjunto de datos se relaciona con alguna característica interesante de las personas u objetos, que se puede medir y también convertir en un porcentaje. Lo que hace que el análisis de Pareto sea único es que la medición clasifica el segundo conjunto de datos en orden descendente de importancia y hace comparaciones entre los porcentajes de los dos conjuntos de datos, mediante un gráfico de distribución de frecuencias, denominado diagrama de Pareto. (Koch, 2013)

De acuerdo con [Delers \(2016\)](#) , la preparación del diagrama de Pareto se realiza mediante los siguientes pasos:

1. Elaborar una base de datos presentada mediante una tabla, cuya primera columna incluye una lista de factores, personas u objetos.
2. En la segunda columna se debe constar las variables o características que les corresponden.
3. En la tercera columna se debe indicar el porcentaje de cada variable con respecto al total.
4. En la cuarta columna se debe calcular el porcentaje acumulado a partir de los datos de la columna 03.
5. Elaborar el diagrama de Pareto con los datos de la columna 01 (eje de las abscisas), columna 02 (eje de la ordenada-lado izquierdo) y columna 04 (eje de la ordenada-lado derecho) de la tabla presentada.

La tabla 2 muestra la preparación de una base de datos típica de una lista de objetos o productos y sus características cuantitativas de cada uno de ellos. Así mismo, la figura 13 presenta un diagrama de Pareto típico obtenido con la información indicada en la base de datos.

Tabla 2: Ejemplo de la tabla de frecuencias del Principio de Pareto

CAUSAS		Frecuencia	Frec. Normaliz	Frec. Acumulada
Mov. Tierras		2,363,611.35	69.2 %	69.2 %
Tuberías		780,005.63	14.8 %	84.0 %
Trab. Prelim.		159,061.76	7.2 %	91.2 %
Prueba hidráulica		55,893.11	6.9 %	98.2 %
Accesorios y válvulas		38,400.10	1.8 %	100.0 %

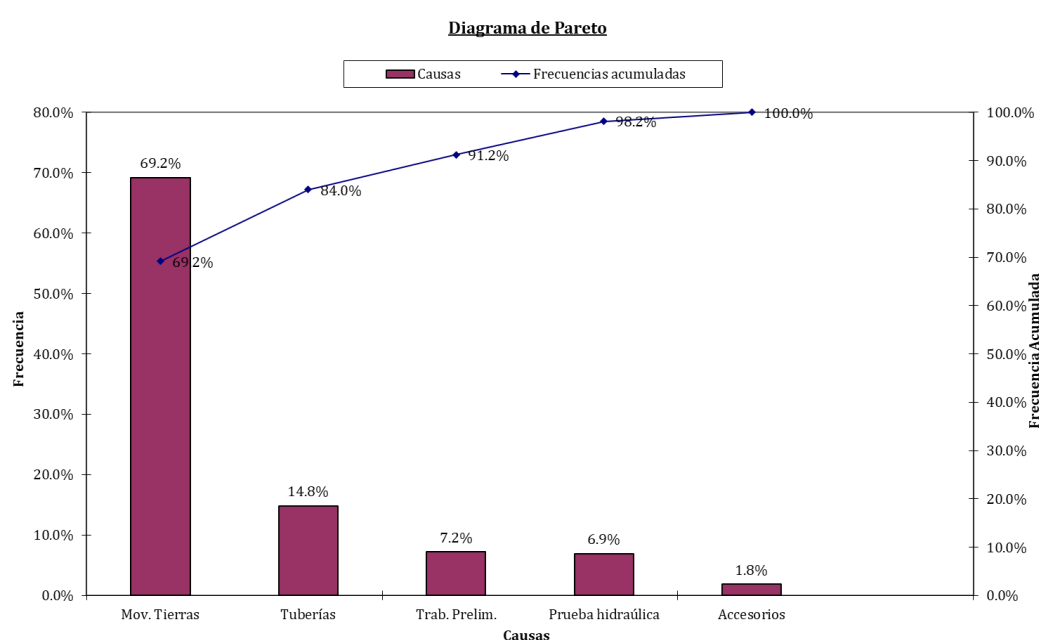


Figura 13: Ejemplo del Diagrama de Pareto

2.2.2.2 Interpretación de resultados

Delers (2016) indica que el estudio del diagrama de Pareto, como en la figura 13, evidenciará el comportamiento de los datos recopilados y conllevará a obtener las siguientes interpretaciones:

- * El gráfico de barras del diagrama de Pareto indicará la jerarquización de las causas, los aportes o los esfuerzos de mayor a menor, de forma que se pueda identificar y priorizar la atención de algunos de estos (los más importantes) con el fin de mejorar de la calidad o situación actual.
- * A través de la línea de porcentaje acumulada se identificará la contribución agregada de cada causa, aportes o esfuerzo (eje de las abscisas de la figura 13), con el fin de

distinguir a aquellos que repercuten en la mayor parte de los resultados, productos o recompensas.

2.3 Marco conceptual

Estimación de costos

La [Association for the Advancement of Cost Engineering \(2019\)](#) indica que, la estimación de costos es un procedimiento predictivo utilizado para cuantificar, calcular y fijar el valor de los recursos requeridos para la realización de una inversión, actividad o proyecto.

Sobrecosto

Un sobrecosto es la diferencia existente entre el costo final de la inversión necesaria para realizar un proyecto versus el estimado inicial del mismo con el cual se firma el contrato y que corresponderá a un estudio previo cuyo nivel será de perfil; factibilidad o estudio constructivo que será contrastado con la realidad en el momento de la ejecución de las obras. ([Moreno y Tamayo, 2020](#))

Costos directos

Es la sumatoria de la mano de obra, equipos, herramientas y materiales necesarios para la realización de un proceso productivo. ([Ibañez, 2012](#))

Costos indirectos

Es la sumatoria de gastos técnico-administrativos que no tienen relación directa en la ejecución de un proceso constructivo, pero son indispensables para su realización. ([Ibañez, 2012](#))

Mano de obra

Grupo de trabajadores determinado por categorías de construcción civil (capataz, operario, oficial y peón). ([Ibañez, 2012](#))

Maquinarias y equipos

Elementos de gran incidencia en los costos de actividades de movimiento de tierras. ([Ibañez, 2012](#))

Materiales

Componentes semi-elaborados, elaborados que forman parte de la fabricación de un bien o construcción de una obra. ([Ibañez, 2012](#))

Herramientas

Utensilios pequeños que sirven al personal en la ejecución de trabajos simples y/o complementarios a los que se hace uso de equipo pesado. ([Ibañez, 2012](#))

“Aquellas personas que son buenas dando excusas, es probablemente para lo único que son buenas.”

— Benjamín Franklin

Capítulo

III

MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque

De acuerdo con [Borja \(2012\)](#), el estudio de la investigación “Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023”, está más interesada en “la aplicación inmediata de conocimientos sobre un problema antes que el desarrollo de un conocimiento de valor universal”, por lo que se le considera una investigación científica de tipo aplicada.

Asimismo, [Borja \(2012\)](#) indica que, el enfoque de investigación del presente estudio es cuantitativo, pues “se plantea que una forma confiable para conocer la realidad es a través de la recolección y análisis de datos, con lo que se podría contestar las preguntas de la investigación y contrastar las hipótesis”.

3.2 Alcance

De acuerdo con [Supo \(2014\)](#), el presente estudio de investigación “describe fenómenos en una circunstancia temporal y geografía determinada, con la finalidad de describir y/o estimar parámetros. Se describen frecuencias y/o promedios; y se estiman parámetros con intervalos de confianza”, por lo que se le considera una investigación científica de nivel descriptivo.

3.3 Diseño de investigación

De acuerdo con [Hernández et al. \(2004\)](#), el estudio de investigación “Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023”, estudia las variables sin manipularla deliberadamente,

vale decir que, solo se observa los fenómenos en su ambiente natural y por tal motivo se le considera una investigación científica no experimental.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Borja (2012) afirma que, “desde un punto de vista estadístico, se denomina población o universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivos de estudio”. De ello, en la presente investigación, la población está constituida por los proyectos ejecutados del sector Transportes y Comunicaciones y el sector Vivienda, Construcción y Saneamiento que contengan trabajos de mejoramiento o ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado en la provincia de Huamanga, Región de Ayacucho, entre los períodos 2018 al 2023.

El tamaño de la población se logró obtener con el conteo de proyectos ejecutados lo cuales fueron recopilados en una base de datos desde la plataforma pública y actualizada del Portal de Transparencia Estándar, cuya ventana se muestra en la figura 14.



Figura 14: Captura de la página del Portal de Transparencia Estándar

Los resultados del conteo indican que el tamaño de la población es de $N = 70$.

3.4.2 Muestra

Borja (2012), afirma que, “la muestra de estudio es un subgrupo representativo de la población, sobre la cual se habrán de recolectar datos”. Es por ello que, para obtener el tamaño de la muestra más representativo, se toma las siguientes consideraciones, indicado por Fernández (1996):

- ⇒ El tamaño de la población es finita, siendo este $N = 70$.
- ⇒ Puesto que el enfoque de investigación es cuantitativo, la variable de estudio es cuantitativa.
- ⇒ El cálculo del tamaño de la muestra se realiza para la determinación de parámetros.
- ⇒ El cálculo del tamaño de la muestra indica una media muestral.
- ⇒ El nivel de confianza del 95 %, por lo que $Z = 1,96$.
- ⇒ Los estudios previos no contemplaron la desviación estándar por lo que se asume $\sigma^2 = 0,25$ %, tal como indica [Borja \(2012\)](#).
- ⇒ La precisión con la que se desea obtener la estimación es de $d = \pm 0,05$ %.

El cálculo del tamaño de la muestra se presenta a continuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * \sigma^2}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * \sigma^2} \quad (3)$$

$$n = \frac{70 * 1,96^2 * 0,25}{0,05^2 * (70 - 1) + 1,96^2 * 0,25} \quad (4)$$

$$n = 59,34 \quad (5)$$

Por lo que se tomará un tamaño muestral de $n = 60$.

El tipo de muestreo a realizar será probabilístico, con el fin de que todos elementos de la muestra tengan la misma probabilidad de formar parte del estudio y de esta forma sea representativa. Para proceder con la selección muestral se empleará la técnica de muestreo aleatorio estratificado, pues interesa mantener los estratos (subgrupos con características similares) en la muestra, para que mantenga la misma composición que la población. ([Gallego, 2004](#))

3.5 Hipótesis

3.5.1 Hipótesis general

- ⇒ Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

3.5.2 Hipótesis específicas

- ⇒ Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de mano de obra en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.
- ⇒ Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de materiales en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.
- ⇒ Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de equipos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

3.6 Operacionalización de variables, definición conceptual y operacional

3.6.1 Identificación de variables

Existen diferentes clasificaciones de las variables, en este trabajo se usan las más operativas para el nivel de investigación que se propone (nivel descriptivo).

De acuerdo con [Supo \(2014\)](#), para el presente estudio de investigación, la clasificación de variable, que se emplea para la descripción de fenómenos o hechos, es denominada variable de estudio: sobrecostos.

La tabla 3 muestra la operacionalización de variables, el mismo que es detallado en el anexo A.

3.6.2 Definición conceptual de variables

Variable de estudio: Sobrecostos

Diferencia existente entre el costo final de la inversión necesaria para realizar un proyecto menos el estimado inicial del mismo con el cual se firma el contrato.

3.6.3 Definición operacional de variables

Variable de estudio: Sobrecostos

Los sobrecostos conforman un nuevo presupuesto, cuya estructura se agrupa en costos directos e indirectos. Los costos directos están integrados por los costos de mano de obra, maquinarias, equipos, materiales y herramientas.

Tabla 3: Operacionalización de variables

Título: Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023.			
Variable de estudio	Sub-variable	Dimensión	Indicador
Sobrecostos	Sobrecostos directos	Sobrecostos de mano de obra	Costo unitario de mano de obra
		Sobrecostos de materiales	Costo unitario de materiales
		Sobrecostos de equipos	Costo unitario de equipos

3.7 Técnicas e instrumentos

3.7.1 Técnicas de recolección de datos

De acuerdo con [Supo \(2014\)](#), el estudio de investigación “Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023”, recopila información previamente registrada en una base de datos (presentados en el anexo B y anexo E); por tal motivo, se empleará la técnica de recolección de datos denominada documentación, con el fin de recolectar información digital de proyectos aprobados y ejecutados de distintos sectores (transporte y saneamiento) que contengan trabajos de mejoramiento o ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado en la provincia de Huamanga, Región de Ayacucho.

3.7.2 Instrumentos de medición

De acuerdo con [Supo \(2014\)](#), debido a que el estudio de investigación “Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023” emplea la técnica de recolección de datos

denominada documentación, entonces no se requiere instrumentos de medición, puestos que los datos ya se encuentran medidos y registrados de forma física y/o virtual. Además, Supo (2014) menciona que si la base de datos recopilada es digital o virtual, es posible omitir las fichas de registro de datos, por lo que se opta por la omisión debido a que se recopila información digital de proyectos aprobados y ejecutados de distintos sectores (transporte y saneamiento) que contengan trabajos de mejoramiento o ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado en la provincia de Huamanga, Región de Ayacucho.

3.8 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

El análisis de datos que el estudio de investigación “Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023” abordará, son basados en la estadística descriptiva e inferencial, cuyos análisis de datos serán desarrollados con el uso de Microsoft Excel.

3.9 Desarrollo del trabajo de tesis

3.9.1 Determinación del alcance del modelo

El modelo de estimación paramétrica de costos, mediante análisis de costos unitarios, que se obtendrá al finalizar el proceso de investigación, se empleará, exclusivamente, para la obtención del costo directo de cualquier proyecto que contenga actividades referentes al mejoramiento y ampliación de sistemas de agua potable y alcantarillado, inmerso en el ámbito de la provincia Huamanga de la región Ayacucho.

El costo directo, resultante de la estimación paramétrica, deberá estar comprendido en el rango de precisión esperada, en concordancia con el nivel de madurez del proyecto y, por consiguiente, con la clase de estimado de costo que se desee alcanzar.

La determinación del costo directo se compondrá por la suma de los estimados de costos de la mano de obra, materiales y equipos, los cuales resultarán de la aplicación de modelos paramétricos diseñados para cada componente del costo directo.

Para la obtención de la estimación de costos, se requerirá el ingreso de valores y características de diseño de aquellas actividades más prescindibles o de mayor incidencia en el costo total de un proyecto de mejoramiento y ampliación de sistemas de agua potable o alcantarillado. Estas partidas de mayor incidencia serán identificadas con la aplicación del principio de

Pareto, de tal manera que se optimice recursos, al centrarse solo en aquellas actividades que representen un mayor porcentaje del costo total de dichos proyectos.

Los valores y las características de diseño a usarse, para la estimación paramétrica de costos, estarán restringidos por límites máximos y mínimos, así como listas predeterminadas de diseño, los que serán claramente identificados de la base de datos recolectada (presentados en el anexo B y anexo E).

La base de datos recolectada contemplará información normalizada, es decir, información que haya sufrido un reajuste por motivos de estandarización de ubicación, tiempo, características, entre otros. Esto debido a que la base de datos proviene de proyectos que contemplen instalaciones sanitarias de agua potable o alcantarillado en zonas distintas unas de otras, así como en diferentes años de proyección y con un alcance variable.

La base de datos a recolectar, para el presente trabajo de investigación, se obtendrá de los proyectos de saneamiento entre los años 2018 y 2023, dentro de la jurisdicción de la provincia de Huamanga en la región Ayacucho, para lo cual se realizará el análisis de costos unitarios de cada uno de dichos proyectos.

3.9.2 **Recopilación de datos**

La recopilación de datos se desarrolló con base en la información pública de costos unitarios de proyectos de construcción que contenían actividades de ejecución en saneamiento (agua potable y alcantarillado).

Es por ello que, se empleó el uso de las plataformas públicas de seguimiento y control de obras para la identificación, selección y obtención de todos los datos necesarios para el desarrollo de los modelos de estimación paramétrica. Las plataformas que fueron consultadas están conformadas por: Aplicativo Informativo del Sistema de Seguimiento de Inversiones (SSI) - figura 15, Consulta de Inversiones, Sistema de Información de Obras Públicas (INFOBRAS) - figura 16, Sistema de Seguimiento de Proyectos (SSP) - figura 17 y 18, Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SEACE) - figura 19 y Portal de transparencia estándar (PTE) - figura 20.



Figura 15: Captura de la plataforma del Aplicativo Informativo del Sistema de Seguimiento de Inversiones (SSI)

Fuente: [Ministerio de Economía y Finanzas \(2023b\)](#)

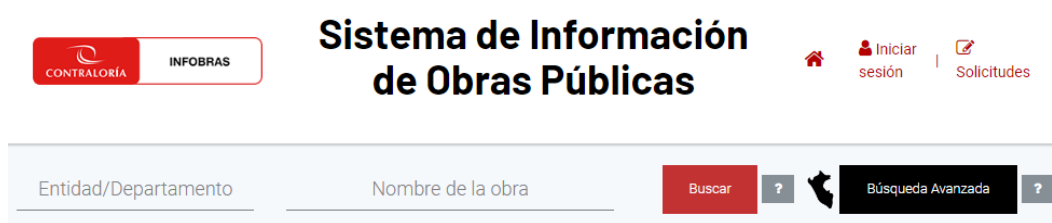


Figura 16: Captura del Sistema de Información de Obras Públicas (INFOBRAS)

Fuente: [Contraloría General de la República del Perú \(2023b\)](#)

Banco de Inversiones

Consulta de Inversiones



Figura 17: Captura de la plataforma de Consulta de Inversiones

Fuente: [Ministerio de Economía y Finanzas \(2023a\)](#)

SSP - CONSULTA PÚBLICA DE PROYECTOS



Figura 18: Captura del Sistema de Seguimiento de Proyectos (SSP)

Fuente: [Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento \(2023\)](#)

Figura 19: Captura del Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado (SEACE)

Fuente: [Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado \(2023\)](#)



Figura 20: Captura del Portal de Transparencia Estándar (PTE)

Fuente: [Gobierno del Perú \(2023\)](#)

Se procuró reunir, exclusivamente, los proyectos civiles que hayan sido ejecutados y aprobados durante el período comprendido por los años 2018 y 2023. Además, el límite espacial

para recolección abarca todo el territorio de la provincia Huamanga de la región Ayacucho.

Los datos recolectados se agruparon según el ubigeo de los 16 distritos que conforman la provincia Huamanga. Estos distritos llevan los siguientes nombres: Ayacucho, Acocro, Acos Vinchos, Carmen Alto, Chiara, Ocros, Pacaycasa, Quinua, San José de Ticllas, San Juan Bautista, Santiago de Pischa, Socos, Tambillo, Vinchos, Jesús Nazareno y Andrés Avelino Cáceres Dorregaray.

Tal como se indica en la sección 3.4 del presente trabajo de investigación, se logró reunir un total de 70 proyectos ejecutados de distintos sectores (transporte y saneamiento) que contengan trabajos de mejoramiento o ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado. Al mismo tiempo, se sustenta que el tamaño de muestra, para un muestreo aleatorio probabilístico, es de 60 proyectos recopilados.

Para proceder con la selección muestral se empleó la técnica de muestreo aleatorio estratificado, pues se requirió mantener los estratos (subgrupos con características similares) en la muestra, para conservar la misma composición que la población.

La tabla 4 presenta la cantidad de proyectos de construcción recolectados, durante el período comprendido por los años 2018 y 2023, clasificados por cada distrito de la provincia Huamanga. Así mismo, la tabla contiene la columna de porcentaje representativo de cada distrito respecto al tamaño total de la población (70) y, en consecuencia, el muestreo necesario por cada distrito, con base en el tamaño de muestra (60).

Tabla 4: Tamaño de muestra de la base de datos recolectada

Ubigeo	Distrito	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total	Porcentaje	Tamaño de muestra	Muestreo
50101	01 Ayacucho	3	2	2	4	5	4	20	29 %	59.34151293	18
50102	02 Acocro	1	1		1	2	1	6	9 %		5
50103	03 Acos Vinchos					1	1	2	3 %		2
50104	04 Carmen Alto	1			1	1	1	4	6 %		3
50105	05 Chiara	1			1	1	1	4	6 %		3
50106	06 Ocros	1			1	1	1	4	6 %		3
50107	07 Pacaycasa							0	0 %		0
50108	08 Quinua	1			1	1	2	5	7 %		4
50109	09 San José de Ticllas	1			1	1	1	4	6 %		3
50110	10 San Juan Bautista	1		1	1	2	1	6	9 %		5
50111	11 Santiago de Pischa						1	1	1 %		1
50112	12 Socos	1		1	1	2	1	6	9 %		6
50113	13 Tambillo						1	1	1 %		1
50114	14 Vinchos	1		1	1	2	1	6	9 %		5
50115	15 Jesús Nazareno						1	1	1 %		1
50116	16 Andrés Avelino Cáceres Dorregaray							0	0 %		0
TOTAL								70	100 %		60

En la tabla 5 se presenta una extracción de los proyectos que forman parte de la muestra, clasificados por su Código Único de Inversiones (CUI), la modalidad de ejecución, el año de aprobación del expediente técnico y el nombre del proyecto. La base de datos completa se presenta en el anexo B.

Tabla 5: Base de datos recolectada de proyectos de construcción en la provincia de Huamanga

AÑO	CUI	MODALIDAD DE EJECUCIÓN	PROYECTO	DISTRITO
2022	2242451	ADM. DIRECTA	CREACION DE PISTAS Y VEREDAS EN LOS JR. ARRIBA PERÚ, JR. LOS ÁNGELES, JR.RASUHUILLCA, JR. DOMINGO NIETO, JR. BERLÍN, JR.CALLE S/N DEL DISTRITO DE AYACUCHO - PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO	AYACUCHO
2021	2472161	ADM. DIRECTA	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LA LA AV. PROGRESO, CALLE S/N 02, CALLE S/N 04, JR. PISCO, JR. CÓRDOVA, PSJE. FORESTALES Y CALLE S/N 03 DEL PUEBLO JOVEN BARRIOS ALTOS DEL DISTRITO DE AYACUCHO - PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO	AYACUCHO
2019	2204729	POR CONTRATA	CONSTRUCCION DE PISTAS, VEREDAS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS EN LA VIA SANTA ANA - ANDAMARCA, DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA - AYACUCHO	AYACUCHO
2020	2464610	POR CONTRATA	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LOS JIRONES PACHACUTEC, ALFONSO UGARTE, LA HUACA, ESMERALDA, ACOBAMBA, 21 DE JUNIO, PJE. S/N, CALLE S/N 0016, CALLE S/N 0018, CALLE S/N 0022, CALLE S/N 0060, CALLE S/N 0062, CALLE S/N 0194, CALLE S/N 196 Y LA CALLE S/N 0208, DEL SECTOR HUAYCHAOPAMPA DEL BARRIO DE ANDAMARCA DEL DISTRITO DE AYACUCHO - PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO	AYACUCHO
2021	2504784	POR CONTRATA	CREACION DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL EN LA QUEBRADA CHAQUIHUAYCCO ENTRE EL PUENTE APURÍMAC Y EL RÍO ALAMEDA EN LOS DISTRITOS DE AYACUCHO Y ANDRES AVELINO CACERES DE LA PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO	ANDRES AVELINO CÁCERES
2019	2430226	ADM. DIRECTA	CREACION DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDA WARPAPICCHU DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA - PROVINCIA DE HUAMANGA - DEPARTAMENTO DE AYACUCHO	SAN JUAN BAUTISTA

3.9.3 Normalización de datos

El primer paso de la normalización de datos fue la identificación y definición de las actividades que representan el mayor porcentaje significativo del costo total de cada uno de los proyectos. Para tal objetivo, fue necesaria la aplicación del principio de Pareto, en el que se asegura que la mayor parte de los resultados son obtenidos por un grupo pequeño de recursos.

Se identificó las partidas principales (o partidas de primer orden) de los distintos proyectos que contenían actividades de ejecución en saneamiento (agua potable y alcantarillado). Es por ello que, la aplicación se realizó de forma independiente, para actividades de saneamiento de redes de agua potable y de redes de alcantarillado.

A continuación, se describe detalladamente el proceso con los datos del proyecto CUI: 2300996, haciendo uso de la información contenida en las hojas de presupuesto. Para el caso de saneamiento de redes de agua potable, se determinó que las partidas principales está conformada por: Trabajos preliminares, movimiento de tierras, instalación de tuberías, pruebas hidráulicas, accesorios y válvulas. Las tablas 6 y 7 muestran el costo parcial para las partidas principales (o partidas de primer orden) y la tabla 8 muestra los análisis de incidencia de las partidas principales en el costo directo del proyecto CUI: 2300996. Es así que, mediante la columna de frecuencia acumulada (porcentaje acumulado) se logró constatar que las partidas de movimiento de tierras e instalación de tuberías representan, al menos, el 92 % del costo directo.

De forma similar, se procedió a realizar el cálculo para cada muestra, cuyos resultados se presentan en el Anexo C, y se evidenció que las partidas de movimiento de tierras e instalación de tuberías representan entre el 72 % y 96 % del costo directo, por lo que fueron suficientes y necesarios para cumplir con los objetivos de la aplicación del principio de Pareto.

Tabla 6: Datos de partidas de saneamiento de agua potable extraídos de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2300996

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.07	Redes de distribucion (l=38,236.00m)				3,880,433.55
01.07.01	Trabajos preliminares				159,061.76
01.07.01.01	Limpieza de terreno manual	m2	38236	0.59	22,559.24
01.07.01.02	Trazo de niveles y replanteo preliminar	m2	38236	3.57	136,502.52
01.07.02	Movimiento de tierras				2,363,611.35

Tabla 6: Continúa en la siguiente página

Tabla 6: Continúa de la página anterior

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.07.02.01	Excavacion de zanja				581,882.29
01.07.02.01.01	Excavacion de zanja c/maq. en terreno suelto	m3	7378.94	9.86	72,756.35
01.07.02.01.02	Excavacion de zanja c/maq. en terreno semi rocoso	m3	15128.56	17.54	265,354.94
01.07.02.01.03	Excavacion de zanja c/maq. en terreno rocoso	m3	4497.62	54.20	243,771.00
01.07.02.02	Refine y cama de apoyo				276,613.96
01.07.02.02.01	Refine y nivelacion de zanja en terreno semi rocoso (ancho=0.50m)	m	5029.4	1.48	7,443.51
01.07.02.02.02	Refine y nivelacion de zanja en terreno semi rocoso (ancho=0.60m)	m	380.1	1.85	703.19
01.07.02.02.03	Refine y nivelacion de zanja en terreno rocoso (ancho=0.50m)	m	31492.9	1.85	58,261.87
01.07.02.02.04	Refine y nivelacion de zanja en terreno rocoso (ancho=0.60m)	m	1333.6	2.27	3,027.27
01.07.02.02.05	Cama de apoyo con arena gruesa (ancho=0.50, e=0.15m)	m	36522.3	5.37	196,124.75
01.07.02.02.06	Cama de apoyo con arena gruesa (ancho=0.60, e=0.15m)	m	1713.7	6.45	11,053.37
01.07.02.03	Relleno y compactacion de zanja				1,192,130.00
01.07.02.03.01	Encimado con arena gruesa (ancho=0.50m, e=0.30m sobre la clave del tubo) dn 110mm	m	36522.3	15.68	572,669.66
01.07.02.03.02	Encimado con arena gruesa (ancho=0.60m, e=0.30m sobre la clave del tubo) dn 160mm	m	1713.7	20.36	34,890.93
01.07.02.03.03	Relleno compactado final con material propio seleccionado	m3	4386.5	26.49	116,198.39
01.07.02.03.04	Relleno compactado final con material de prestamo	m3	11765.16	39.81	468,371.02
01.07.02.04	Eliminacion de desmonte				312,985.10
01.07.02.04.01	Eliminacion de desmonte con equipo	m3	28273.27	11.07	312,985.10
01.07.03	Red de agua potable pvc				780,005.63
01.07.03.01	Suministro e instalacion de tuberia de pvc uf iso 1452 dn 110mm c-7.5 (inc. anillo)	m	34556.6	19.39	670,052.47
01.07.03.02	Suministro e instalacion de tuberia de pvc uf iso 1452 dn 110mm c-10 (inc. anillo)	m	1965.7	24.15	47,471.66
01.07.03.03	Suministro e instalacion de tuberia de pvc uf iso 1452 dn 160mm c-7.5 (inc. anillo)	m	1713.7	36.46	62,481.50
01.07.04	Prueba hidraulica				55,893.11
01.07.04.01	Prueba hidraulica tuberia pvc dn 110mm agua	m	36522.3	1.46	53,322.56
01.07.04.02	Prueba hidraulica tuberia pvc dn 160mm agua	m	1713.7	1.50	2,570.55
01.07.05	Accesorios y valvulas				38,400.10

Tabla 6: Continúa en la siguiente página

Tabla 6: Continúa de la página anterior

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.07.05.01	Codos				8,857.57
01.07.05.01.01	Suministro e instalacion de codo de h°d° con enchufes dn 110mmx11.25° p/pvc	und	26	106.68	2,773.68
01.07.05.01.02	Suministro e instalacion de codo de h°d° con enchufes dn 110mmx22.5° p/pvc	und	22	106.47	2,342.34
01.07.05.01.03	Suministro e instalacion de codo de h°d° con enchufes dn 110mmx45° p/pvc	und	14	116.72	1,634.08
01.07.05.01.04	Suministro e instalacion de codo de h°d° con enchufes dn 110mmx90° p/pvc	und	6	129.55	777.30
01.07.05.01.05	Suministro e instalacion de codo de h°d° con enchufes dn 160mmx11.25° p/pvc	und	1	175.15	175.15
01.07.05.01.06	Suministro e instalacion de codo de h°d° con enchufes dn 160mmx45° p/pvc	und	2	199.99	399.98
01.07.05.01.07	Suministro e instalacion de codo de h°d° con enchufes dn 160mmx90° p/pvc	und	4	188.76	755.04
01.07.05.02	Cruses				8,646.18
01.07.05.02.01	Suministro e instalacion de cruz de h°d° con enchufes dn 110mm p/pvc	und	35	237.26	8,304.10
01.07.05.02.02	Suministro e instalacion de cruz de h°d° con enchufes dn 160x110mm p/pvc	und	1	342.08	342.08
01.07.05.03	Tees				13,037.13
01.07.05.03.01	Suministro e instalacion de tee de h°d° con enchufes dn 110mm p/pvc	und	73	149.28	10,897.44
01.07.05.03.02	Suministro e instalacion de tee de h°d° con enchufes dn 160x110mm p/pvc	und	9	212.11	1,908.99
01.07.05.03.03	Suministro e instalacion de tee de h°d° con enchufes dn 160mm p/pvc	und	1	230.70	230.70
01.07.05.04	Reducciones				150.17
01.07.05.04.01	Suministro e instalacion de reduccion de h°d° con enchufes dn 160 a 110mm p/pvc	und	1	150.17	150.17
01.07.05.05	Uniones				6,099.78
01.07.05.05.01	Suministro e instalacion de union de amplio rango de h°d° con enchufes dn 110mm pvc - pvc	und	34	143.73	4,886.82
01.07.05.05.02	Suministro e instalacion de union de amplio rango de h°d° con enchufes dn 160mm pvc - pvc	und	7	173.28	1,212.96
01.07.05.06	Tapones				1,609.27
01.07.05.06.01	Suministro e instalacion de tapon de pvc uf iso 1452 dn 110mm c-10	und	45	32.97	1,483.65
01.07.05.06.02	Suministro e instalacion de tapon de pvc uf iso 1452 dn 160mm c-10	und	2	62.81	125.62

Tabla 6: Final de la página anterior

La figura 21, resultado de la tabla 8, verifica que las primeras partidas son suficientes para identificar el rápido escalamiento del comportamiento de costos vs partidas.

Tabla 7: Partidas principales de saneamiento de agua potable extraídos de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2300996

Item	Descripción	Parcial S/.
01.07	Redes de distribucion (L=38,236.00m)	3,880,433.55
01.07.01	Trabajos preliminares	159,061.76
01.07.02	Movimiento de tierras	2,363,611.35
01.07.03	Red de agua potable pvc	780,005.63
01.07.04	Prueba hidraulica	55,893.11
01.07.05	Accesorios y válvulas	38,400.10

Tabla 8: Análisis de incidencia de las partidas principales de los proyectos de saneamiento de agua potable - CUI: 2300996

Causas	Frecuencia	Frecuencia Normalizada	Frecuencia Acumulada
Mov. Tierras	2,363,611.35	69.6 %	69.6 %
Redes de ruberías	780,005.63	23.0 %	92.5 %
Trab. Prelim.	159,061.76	4.7 %	97.2 %
Prueba hidráulica	55,893.11	1.6 %	98.9 %
Accesorios y válvulas	38,400.10	1.1 %	100.0 %

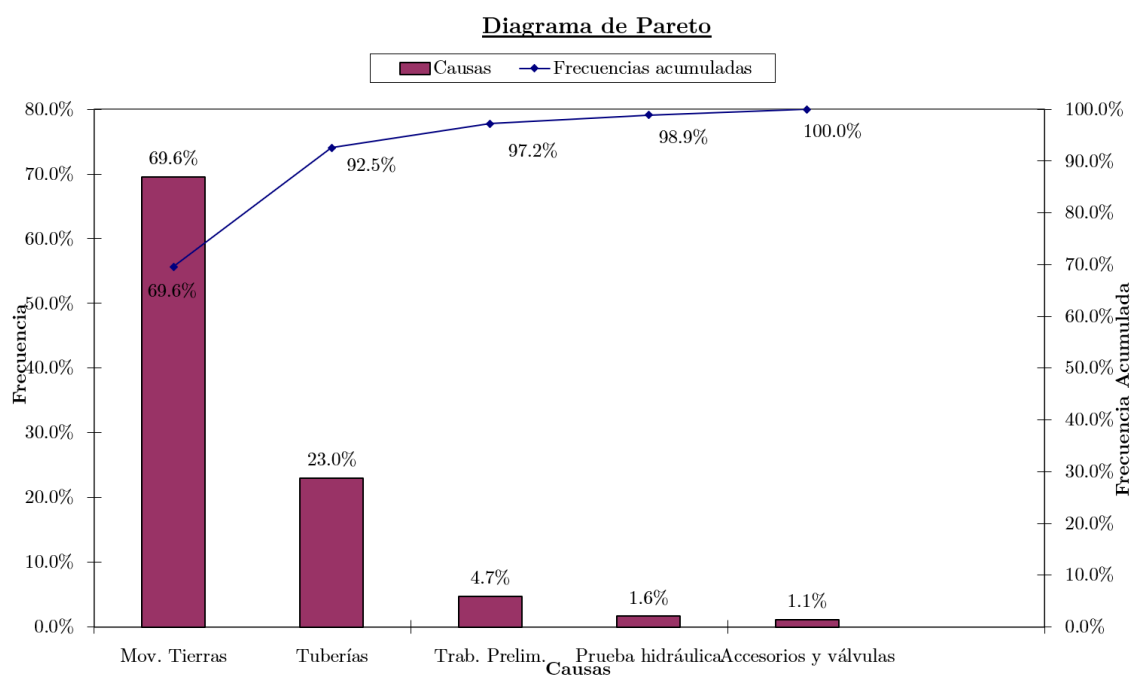


Figura 21: Diagrama de Pareto aplicado a partidas principales de los proyectos de saneamiento de agua potable

Debido a que la partida principal denominada “Movimiento de tierras” se subdivide en muchas otras partidas secundarias, fue necesario aplicar el principio de Pareto de segundo orden.

Se determinó que las partidas secundarias de las actividades de movimiento de tierras son: Excavación, relleno, acarreo, cama, refine y nivelación. Las tablas 9 y 10 muestran los datos

extraídos de la partida “Movimiento de tierras” de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2300996. Y también , la tabla 11 muestra los análisis de incidencia de cada partida secundaria en el costo de movimiento de tierras del proyecto CUI: 2300996.

Es así que, mediante la columna de frecuencia acumulada (porcentaje acumulado) se logró constatar que las partidas de las partidas de excavación, colocación de cama, encimado y relleno representan, al menos, el 92 % del costo directo.

Sin embargo, para los fines del presente estudio de investigación se usará todas las partidas secundarias de la partida principal “Movimiento de tierras” para los análisis de estimación paramétrica.

Tabla 9: Datos extraídos de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2300996

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.07.02	Movimiento de tierras				2,363,611.35
01.07.02.01	Excavacion de zanja				581,882.29
01.07.02.01.01	Excavacion de zanja c/maq. en terreno suelto	m3	7378.94	9.86	72,756.35
01.07.02.01.02	Excavacion de zanja c/maq. en terreno semi rocoso	m3	15128.56	17.54	265,354.94
01.07.02.01.03	Excavacion de zanja c/maq. en terreno rocoso	m3	4497.62	54.20	243,771.00
01.07.02.02	Refine y cama de apoyo				276,613.96
01.07.02.02.01	Refine y nivelacion de zanja en terreno semi rocoso (ancho=0.50m)	m	5029.4	1.48	7,443.51
01.07.02.02.02	Refine y nivelacion de zanja en terreno semi rocoso (ancho=0.60m)	m	380.1	1.85	703.19
01.07.02.02.03	Refine y nivelacion de zanja en terreno rocoso (ancho=0.50m)	m	31492.9	1.85	58,261.87
01.07.02.02.04	Refine y nivelacion de zanja en terreno rocoso (ancho=0.60m)	m	1333.6	2.27	3,027.27
01.07.02.02.05	Cama de apoyo con arena gruesa (ancho=0.50, e=0.15m)	m	36522.3	5.37	196,124.75
01.07.02.02.06	Cama de apoyo con arena gruesa (ancho=0.60, e=0.15m)	m	1713.7	6.45	11,053.37
01.07.02.03	Relleno y compactacion de zanja				1,192,130.00
01.07.02.03.01	Encimado con arena gruesa (ancho=0.50m, e=0.30m sobre la clave del tubo) dn 110mm	m	36522.3	15.68	572,669.66
01.07.02.03.02	Encimado con arena gruesa (ancho=0.60m, e=0.30m sobre la clave del tubo) dn 160mm	m	1713.7	20.36	34,890.93
01.07.02.03.03	Relleno compactado final con material propio seleccionado	m3	4386.5	26.49	116,198.39
01.07.02.03.04	Relleno compactado final con material de prestamo	m3	11765.16	39.81	468,371.02
01.07.02.04	Eliminacion de desmonte				312,985.10
01.07.02.04.01	Eliminacion de desmonte con equipo	m3	28273.27	11.07	312,985.10

Tabla 9: Final de la página anterior

Tabla 10: Datos extraídos de partidas secundarias pertenecientes a la partida de movimiento de tierras de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2300996

Item	Descripción	Parcial S/.
01.07.02	Movimiento de tierras	2,363,611.35
01.07.02.01	Excavacion de zanja	581,882.29
01.07.02.02	Refine y cama de apoyo	276,613.96
01.07.02.03	Relleno y compactacion de zanja	1,192,130.00
01.07.02.04	Eliminacion de desmonte	312,985.10

Tabla 11: Análisis de incidencia de las partidas secundarias de las actividades de movimiento de tierras - CUI: 2300996

Causas	Frecuencia	Frecuencia Normalizada	Frecuencia Acumulada
Relleno	1,192,130.00	50.4 %	50.4 %
Excavación	581,882.29	24.6 %	75.1 %
Acarreo	312,985.10	13.2 %	88.3 %
Cama	207,178.12	8.8 %	97.1 %
Refine y nivelación	69,435.84	2.9 %	100.0 %

La figura 22, resultado de la tabla 11, verifica que el comportamiento e incidencia de las partidas secundarias (relleno, excavación, acarreo, colocación de cama, refine y nivelación), en la partida principal de movimiento de tierras.

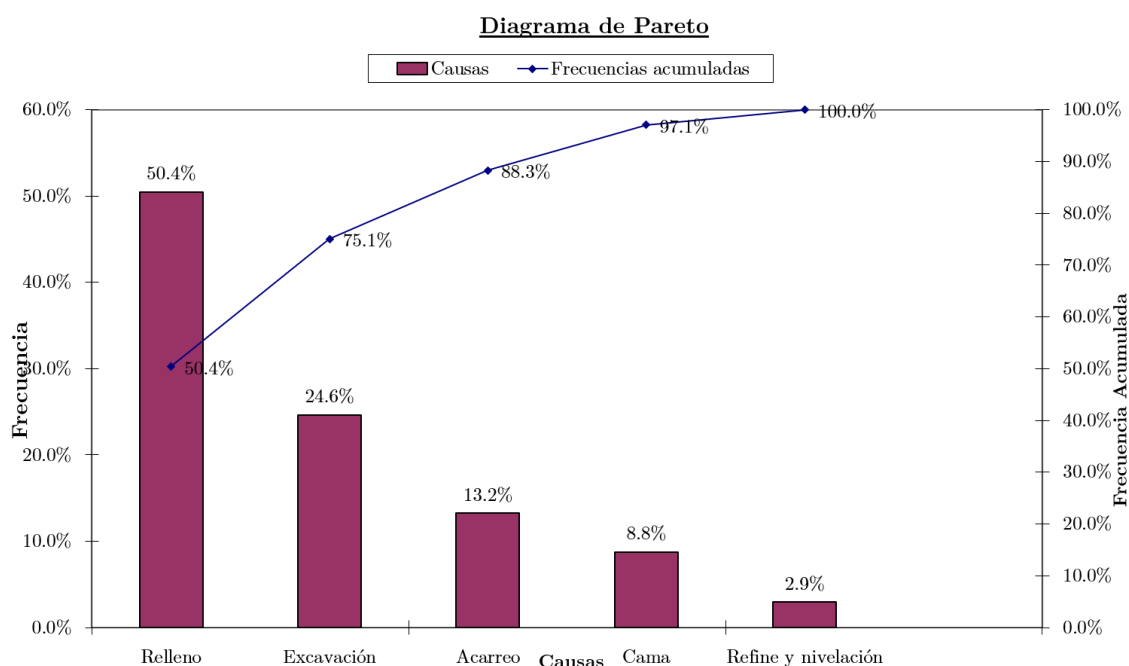


Figura 22: Diagrama de Pareto aplicado a partidas secundarias de las actividades de movimiento de tierras

Por otro lado, a continuación, se describe de manera detallada la aplicación del principio de Pareto, usando la información contenida en la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2331397. Es así que, para el caso de saneamiento de redes de alcantarillado, se determinó que las partidas principales son: Trabajos preliminares, movimiento de tierras, instalación de tuberías, conexiones domiciliarias y construcción de buzones.

Las tablas 12 y 13 muestran el costo parcial para las partidas principales (o partidas de primer orden) y la tabla 14 muestra los análisis de incidencia de cada partida principal en el costo total de del proyecto CUI: 2331397. Es así que, mediante la columna de frecuencia acumulada se logró constatar que las partidas de movimiento de tierras, instalación de tuberías y construcción de buzones representan, al menos, el 83 % del costo directo.

De forma similar, se procedió a realizar el cálculo para cada muestra, cuyos resultados se presentan en el Anexo C, y se evidenció que las partidas de movimiento de tierras, instalación de tuberías y construcción de buzones representan entre el 74 % y 83 % del costo directo, por lo que fueron suficientes y necesarios para cumplir con los objetivos de la aplicación del principio de Pareto.

Tabla 12: Datos de partidas de saneamiento de alcantarillado extraídos de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2331397

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03	Sistema de alcantarillado (Waychaopampa)				1,150,940.30
03.01	Red colector				601,544.52
03.01.01	Trabajos preliminares				30,434.35
03.01.01.01	Limpieza de de terreno	m	4306.91	3.28	14,133.56
03.01.01.02	Trazo, nivelacion y replanteo de zanjas	m	4306.91	1.90	8,195.62
03.01.01.03	Control topografico durante el proceso de ejecucion	mes	2	4,052.59	8,105.18
03.01.02	Movimiento de tierras				395,251.40
03.01.02.01	Excavacion de zanja con equipo en material suelto	m3	3013.79	13.34	40,192.51
03.01.02.02	Excavacion de zanja con equipo en roca suelta	m3	3013.79	19.05	57,425.36
03.01.02.03	Refine de zanja en tereno normal	m	4306.91	1.64	7,066.78
03.01.02.04	Cama de apoyo para tuberia de desaague, e=20 cm	m	4306.91	11.34	48,860.17
03.01.02.05	Relleno lateral y encimado con material propio zaran-deado	m3	1292.07	26.48	34,216.99
03.01.02.06	Relleno y compactado con.material.propio	m3	3100.98	21.97	68,124.19
03.01.02.07	Extendido de material propio manual	m3	3100.98	21.88	67,839.21
03.01.02.08	Acarreo de material excedente manual	m3	1805.93	21.88	39,507.79
03.01.02.09	Eliminacion de material excedente	m3	1805.93	17.73	32,018.42
03.01.03	Suministro e instalacion tuberias (4306.91)				175,858.77
03.01.03.01	Tuberia pvc ntp iso 4435 s-25 dn 200mm	m	3692.03	36.12	133,343.20

Tabla 12: Continúa en la siguiente página

Tabla 12: Continúa de la página anterior

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
03.01.03.02	Tubería pvc ntp iso 4435 s-20 dn 200mm	m	614.88	46.28	28,456.95
03.01.03.03	Prueba hidráulica	m	4306.91	3.26	14,058.62
03.02	Construcción de buzones				390,406.60
03.02.01	Trabajos preliminares				423.47
03.02.01.01	Trazo y replanteo preliminar	m2	247.8	1.7089	423.47
03.02.02	Movimiento de tierras				25,427.50
03.02.02.01	Excavación manual en terreno de material suelto	m3	428.52	32.8158	14,062.23
03.02.02.02	Acarreo de material excedente manual	m3	146	21.8767	3,194.00
03.02.02.03	Eliminación de material excedente	m3	146	11.6516	1,701.13
03.02.02.04	Refino y nivelación y compactado piso pared	m2	428.52	15.0988	6,470.14
03.02.03	Obras de concreto armado (140 und)				356,931.57
03.02.03.01	Buzón tipo i rango (h=1.20m a 1.50m)	und	109	2097.1804	228,592.66
03.02.03.02	Buzón tipo i : rango (h=1.50 a 2.00m)	und	11	2441.8566	26,860.42
03.02.03.03	Buzón tipo i : rango (h=2.00 m a 2.50m)	und	5	2838.391	14,191.96
03.02.03.04	Buzón tipo ii :rango (h=2.50m a 3.00m)	und	4	4988.6161	19,954.46
03.02.03.05	Buzón tipo ii :rango (h=3.00m a 3.50m)	und	4	5610.8301	22,443.32
03.02.03.06	Buzón tipo ii :rango (h=3.50m a 4.00m)	und	3	6176.8186	18,530.46
03.02.03.07	Buzón tipo iii :rango (h=4.00m a 4.50m)	und	2	6266.1354	12,532.27
03.02.03.08	Buzón tipo iii :rango (h=4.50m a 5.00m)	und	2	6913.0092	13,826.02
03.02.04	Revoques enlucidos y molduras (tapa y medias cañas)				6,149.33
03.02.04.01	Tarrajeo acabado tapa y media caña (cemento-arena, 1:5)	m2	235.8	26.0786	6,149.33
03.02.05	Otros				1,474.73
03.02.05.01	Empalme a buzón y/o red existente en diámetro 8 - 12 "	und	5	294.9468	1,474.73
03.03	Conexiones domiciliarias (waychaopampa 255 und)				158,989.17
03.03.01	Excavación de zanja con equipo en material suelto	m3	367.2	13.3362	4,897.05
03.03.02	Excavación de zanja con equipo en roca suelta	m3	367.2	19.0542	6,996.70
03.03.03	Refino de zanja en terreno normal	m	1530	1.6408	2,510.42
03.03.04	Cama de apoyo para tubería de desague, e=10 cm	m	1530	9.1171	13,949.16
03.03.05	Relleno lateral y encimado con material propio zarandeado	m3	477.86	26.4823	12,654.83
03.03.06	Relleno y compactado con material propio	m3	137.7	26.4036	3,635.78
03.03.07	Acarreo de material excedente manual	m3	32.44	21.8767	709.68
03.03.08	Eliminación de material excedente	m3	32.44	17.7296	575.15
03.03.09	Acometida p/conexión domiciliar de alcantarillado	und	255	219.1368	55,879.88
03.03.10	Instalación domiciliar de alcantarillado	und	255	224.2373	57,180.51

Tabla 12: Final de la página anterior

La figura 23, resultado de la tabla 14, verifica que las primeras partidas son suficientes para evidenciar el rápido escalamiento del comportamiento de costos vs partidas.

Tabla 13: Partidas principales de saneamiento de alcantarillado extraídos de la hoja de presupuesto del proyecto CUI: 2331397

Item	Descripción	Parcial S/.
03	Sistema de alcantarillado (Waychaopampa)	1,150,940.30
03.01.01	Trabajos preliminares	30,434.35
03.01.02	Movimiento de tierras	395,251.40
03.01.03	Suministro e instalacion tuberias (4306.91)	175,858.77
03.02	Construccion de buzones	390,406.60
03.03	Conexiones domiciliarias (waychaopampa 255 und)	158,989.17

Tabla 14: Análisis de incidencia de las partidas principales de los proyectos de saneamiento de alcantarillado - CUI: 2331397

Causas	Frecuencia	Frecuencia Normalizada	Frecuencia Acumulada
Mov. tierras	395,251.40	34.30 %	34.30 %
Buzones	390,406.60	33.90 %	68.30 %
Tuberías	175,858.77	15.30 %	83.50 %
Conex. domiciliarias	158,989.17	13.80 %	97.40 %
Trab. Prelim.	30,434.35	2.60 %	100.00 %

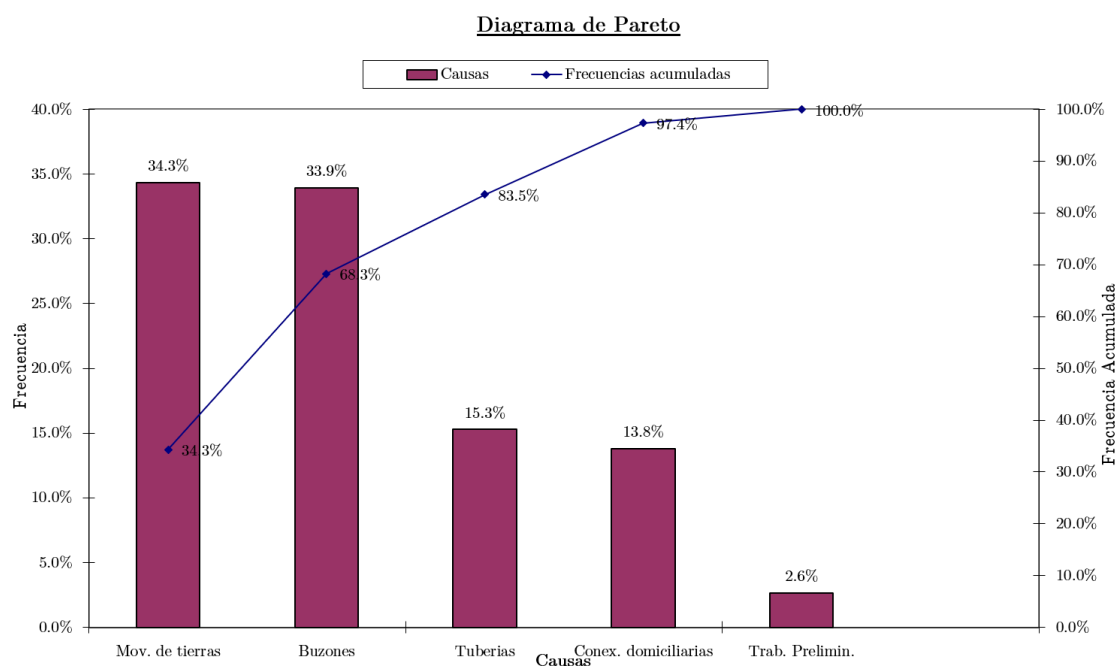


Figura 23: Diagrama de Pareto aplicado a partidas principales de los proyectos de saneamiento de alcantarillado

Mediante estos ajustes realizados se tuvo por objetivo la normalización de los datos recopiladas, para estandarizar a un marco de tiempo común, una ubicación común y características similares de diseño que sirva como base estándar para el modelo. La normalización para el alcance del costo implicó hacer ajustes (es decir, eliminar costos atípicos) para que el alcance de cada proyecto histórico sea similar para el desarrollo del modelo paramétrico.

Tabla 15: Tasas de inflación desde el año 2018 al 2023

TASAS DE INFLACIÓN DESDE EL 2018 HASTA EL 2023			
AÑO	INFLACIÓN	1+INFLACIÓN	FACTOR DE INFLACIÓN ACUMULADA
2017	1.40 %	1.014	1.243
2018	2.20 %	1.022	1.226
2019	1.90 %	1.019	1.2
2020	2.00 %	1.02	1.178
2021	6.40 %	1.064	1.154
2022	8.50 %	1.085	1.085
2023	0	1	1

Fuente: [Banco Central de Reserva del Perú \(2023\)](#)

Para la normalización de datos por tiempo, se utilizaron las tasas de inflación registradas desde el año 2018 al año 2023, las mismas que se presentan en la tabla 15 y que fueron usados para la actualización de los costos desde el año de elaboración del proyecto hacia el año actual.

3.9.4 Análisis de datos

Los resultados de la aplicación del Principio de Pareto indican que la ecuación resultante de la estimación de costos en saneamiento de agua potable y alcantarillado estará bajo la siguiente estructura:

$$C_d = C_tub + C_mt + C_bz \quad (6)$$

Donde:

C_d : Es el costo directo total estimado por unidad de longitud (S/./m).

C_tub : Es el costo estimado de la instalación de tuberías por unidad de longitud (S/./m).

C_mt : Es el costo estimado del movimiento de tierras por unidad de longitud (S/./m).

C_bz : Es el costo estimado de los buzones por unidad (S/./und).

La ecuación 6 muestra que el modelo de estimación de costos se obtendrá a partir de los resultados estimados por cada costo (C_tub , C_mt). Por ello fue necesario desarrollar el análisis de regresión para cada componente del costo directo total (C_d), considerando los parámetros o generador de costo que se identifican en las características de diseño de la base de datos.

INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE AGUA POTABLE

Como se muestra en la tabla 16, los costos de las partidas de instalación de tuberías de agua potable dependen únicamente del diámetro de tubería a emplear, siendo este el parámetro o generador de costo. Por lo tanto, el modelo de estimación se confeccionará bajo la estructura de ecuación lineal (Ecuac. 7):

$$Y = b_0 + b_1 * X \quad (7)$$

Donde:

Y =Variable dependiente (costo estimado)

b_i =Coeficientes de estimación

X =Variable independiente (parámetro o generador de costo)

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de la instalación de tuberías de agua potable conllevó al desarrollo de la figura 24 y la tabla 17. En la figura 24 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el diámetro de tubería se incrementa. Por otro lado, la tabla 17 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

Tabla 16: Costos de la partida de instalación de tuberías para redes de agua potable

DATOS DE INSTALACION DE TUBERIAS PARA AGUA POTABLE							
ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO				COSTO AL AÑO ACTUAL			
CUI	MATERIA L	DIÁMETRO NOMINAL		NTP	MANO DE OBRA	MATERIALES	PRECIO UNITARIO
		(in)	(mm)		SOLES/M	SOLES/M	SOLES/M
2201545	TUBERIA DE PVC	1		399.002	0.27	5.21	5.48
	TUBERIA DE PVC	3/4		399.002	0.27	4.22	4.49
2356153	TUBERIA DE PVC		63	1452	1.30	10.03	11.38
	TUBERIA DE PVC	1		399.002	1.30	9.86	11.21
	TUBERIA DE PVC	1/2					
	TUBERIA DE PVC	1		399.002	1.30	7.19	8.54
	TUBERIA DE PVC	3/4		399.002	1.30	6.27	7.62
2300996	TUBERIA DE PVC		110	1452	3.20	18.63	21.92
	TUBERIA DE PVC		110	1452	3.20	24.01	27.30
	TUBERIA DE PVC		160	1452	3.20	37.92	41.21
	TUBERIA DE PVC						

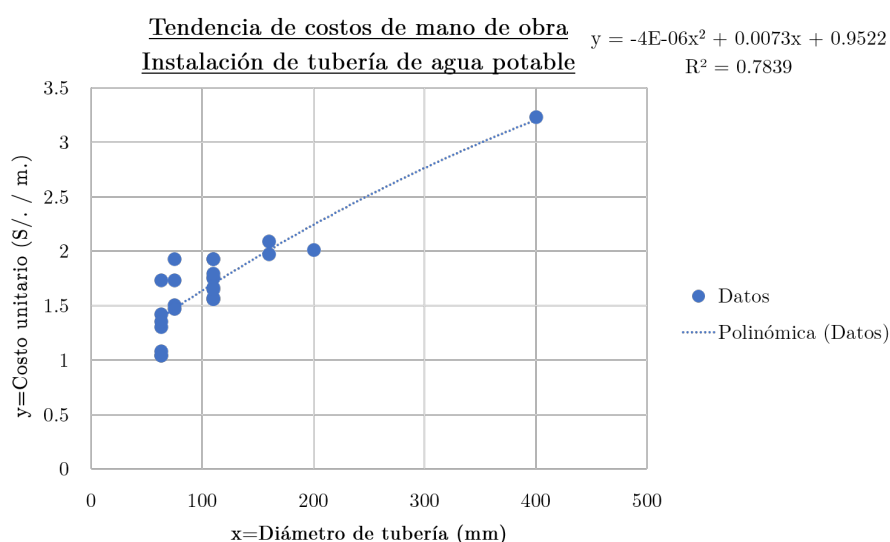


Figura 24: Tendencia de los costos de mano de obra en instalación de tuberías de agua potable
 Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de la instalación de tuberías de agua potable, el cual es expresado en la ecuación 8.

$$C_{tub_MO} = 4E - 06D^2 + 0,0073D + 0,9522 \quad (8)$$

Tabla 17: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en instalación de tuberías de agua potable

<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente de correlación múltiple	0.88215147				
Coefficiente de determinación R ²	0.77819122				
R ² ajustado	0.76854736				
Error típico	0.21054471				
Observaciones	25				

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	3.5770426	3.577042555	80.69291838	5.55572E-09
Residuos	23	1.0195688	0.044329077		
Total	24	4.5966113			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	1.07677233	0.0798275	13.48873805	2.07038E-12	0.911636552	1.2419081	0.9116366	1.2419081
Diámetro de tubería	0.00551614	0.0006141	8.98292371	5.55572E-09	0.004245844	0.0067864	0.0042458	0.0067864

Donde:

C_{tub_MO} = Costo estimado de mano de obra en la instalación de tuberías de agua potable por unidad de longitud (S/./m).

D =Diámetro de tubería (mm).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de materiales y costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

A partir del análisis de regresión aplicado a los costos de materiales se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de la instalación de tuberías de agua potable, el cual es expresado en la ecuación 9.

$$C_{tub_MA} = 0,0013D^2 + 0,0092D + 5,638 \quad (9)$$

Donde:

C_{tub_MA} = Costo estimado de materiales en la instalación de tuberías de agua potable por unidad de longitud (S/./m).

D =Diámetro de tubería (mm).

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de la instalación de tuberías de agua potable, el cual es

expresado en la ecuación 10.

$$C_tub_EQ = -1E - 07D^2 + 0,0003D + 0,0204 \quad (10)$$

Donde:

C_tub_EQ = Costo estimado de equipos en la instalación de tuberías de agua potable por unidad de longitud (S/./m).

D =Diámetro de tubería (mm).

INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE ALCANTARILLADO

Como se muestra en la tabla 18, los costos de las partidas de instalación de tuberías de alcantarillado dependen únicamente del diámetro de tubería a emplear, siendo este el parámetro o generador de costo. Por lo tanto, el modelo de estimación se confeccionará bajo la estructura de ecuación lineal (Ecuac. 11):

$$Y = b_0 + b_1 * X \quad (11)$$

Donde:

Y =Variable dependiente (costo estimado)

b_i =Coeficientes de estimación

X =Variable independiente (parámetro o generador de costo)

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de materiales para la obtención del costo estimado de la instalación de tuberías de alcantarillado conllevó al desarrollo de la figura 25 y la tabla 19. En la figura 25 se identifica la dispersión de los datos de costos de materiales, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el diámetro de tubería se incrementa. Por otro lado, la tabla 19 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

Tabla 18: Costos de la partida de instalación de tuberías para redes de alcantarillado

DATOS DE INSTALACION DE TUBERIAS PARA ALCANTARILLADO							
ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO				COSTO AL AÑO ACTUAL			
CUI	MATERIAL	DIÁMETRO NOMINAL		NTP	MANO DE OBRA	MATERIALES	PRECIO UNITARIO
		(in)	(mm)		SOLES/M	SOLES/M	SOLES/M
2301890	TUBERIA DE PVC	6	160	4435	3.79	25.44	0.11
	TUBERIA DE PVC	8	200	4435	3.86	39.69	0.11
2235398	TUBERIA DE PVC	6	160	4435	1.96	21.65	0.10
2327008	TUBERIA DE PVC		160	4435	3.69	29.51	0.11
	TUBERIA DE PVC		200	4435	3.69	40.04	0.11
2309963	TUBERIA DE PVC		160	4435	3.94	23.93	0.12
	TUBERIA DE PVC		200	4435	3.94	35.65	0.12
2324863	TUBERIA DE PVC		160	4435	5.01	27.07	0.25
	TUBERIA DE PVC		200	4435	6.31	38.42	0.32

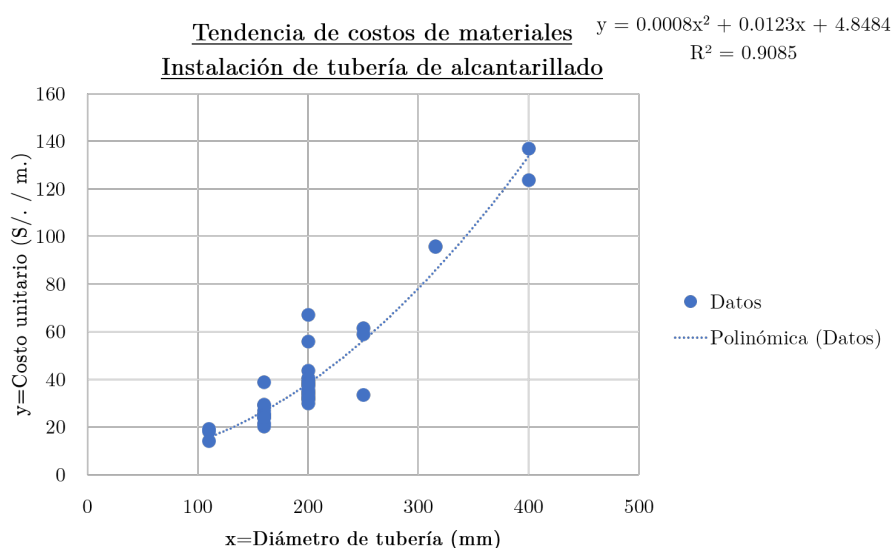


Figura 25: Tendencia de los costos de materiales en instalación de tuberías de alcantarillado
 Del análisis de regresión aplicado a los costos de materiales se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de la instalación de tuberías de alcantarillado, el cual es expresado en la ecuación 12.

Tabla 19: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de materiales en instalación de tuberías de alcantarillado

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.93618958							
Coefficiente de determinación R^2	0.87645094							
R^2 ajustado	0.873643							
Error típico	9.04159055							
Observaciones	46							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	25517.052	25517.05247	312.133825	1.33515E-21			
Residuos	44	3597.0158	81.7503597					
Total	45	29114.068						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-39.6353233	4.7627762	-8.32189496	1.39805E-10	-49.23406799	-30.03658	-49.23407	-30.03658
Variable X 1	0.40259734	0.0227877	17.6673095	1.33515E-21	0.356671753	0.4485229	0.3566718	0.4485229

$$C_{tub_MA} = 0,0008D^2 + 0,0123D + 4,8484 \quad (12)$$

Donde:

C_{tub_MA} = Costo estimado de materiales en la instalación de tuberías de alcantarillado por unidad de longitud (S/./m).

D =Diámetro de tubería (mm).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra y costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

A partir del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de la instalación de tuberías de alcantarillado, el cual es expresado en la ecuación 13.

$$C_{tub_MO} = -5E - 05D^2 + 0,0447D - 3,758 \quad (13)$$

Donde:

C_{tub_MO} = Costo estimado de mano de obra en la instalación de tuberías de alcantarillado por unidad de longitud (S/./m).

D =Diámetro de tubería (mm).

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de la instalación de tuberías de alcantarillado, el cual es expresado en la ecuación 14.

$$C_{tub_EQ} = 3E - 06D^2 - 0,0008D + 0,156 \quad (14)$$

Donde:

C_{tub_EQ} = Costo estimado de equipos en la instalación de tuberías de alcantarillado por unidad de longitud (S/./m).

D =Diámetro de tubería (mm).

MOVIMIENTO DE TIERRAS

Como se muestra en la tabla 20, los costos de las partidas de movimiento de tierras están conformadas por actividades de excavación, conformación de cama, encimado y relleno, las mismas que se agrupan de acuerdo a las características propias del terreno y características de diseño, tales como: tipo de suelo, forma de trabajo, tipo de material de relleno, entre otros. En consecuencia, fue necesario confeccionar los modelos de estimación por separado para no excluir los parámetros identificados en la base de datos.

Tabla 20: Costos de la partida de movimiento de tierras

DATOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS									
ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO						COSTO AL AÑO ACTUAL			
CUI	MOVIMIENTO	FORMA	SUELO	UND.	ANCHO	ALTURA	MANO DE OBRA	MATERIALES	PRECIO UNITARIO
							SOLES/M3	SOLES/M3	SOLES/M3
2201545	EXCAVACION	MAQUINA	MATERIAL SUELTO	m3			3.14	0.00	10.87
	RELLENO			m3			28.79	0.00	30.56
	CAMA		ARENA	m	0.4	0.1	71.49	33.91	106.81
	ENCIMADO		ARENA	m	0.4	0.1	71.49	33.91	106.81
2356153	EXCAVACION	MANUAL	MATERIAL SUELTO	m	0.4	0.6	44.74	0.00	47.00
	EXCAVACION	MANUAL	ROCA SUELTA	m	0.4	0.6	67.14	0.00	70.50
	EXCAVACION	MANUAL	ROCA FIJA	m	0.4	0.6	147.55	0.00	196.99
	RELLENO			m	0.2	0.4	38.29	0.00	39.40
	CAMA		PROPIO	m	0.4	0.1	106.17	0.00	111.42

Por lo tanto, el modelo de estimación se confeccionará bajo la estructura de ecuación lineal (Ecuac. 15):

$$C_{mt} = C_{excavación} + C_{cama} + C_{encimado} + C_{relleno} \quad (15)$$

Excavaciones

Los costos de las partidas de excavación dependen únicamente del volumen a extraer, siendo este el parámetro o generador de costo. Por lo tanto, el modelo de estimación se confeccionará bajo la estructura de ecuación lineal (Ecuac. 16):

$$Y = b_0 + b_1 * X \quad (16)$$

Donde:

Y =Variable dependiente (costo estimado)

b_i =Coeficientes de estimación

X =Variable independiente (parámetro o generador de costo)

Con base a los datos recolectados, se identificó que los trabajos de excavación se agrupan de acuerdo a las características del tipo de suelo y la forma de trabajo. Por tanto, los modelos de estimación de costos fueron generados para excavaciones en material suelto, roca suelta y roca fija, además de considerar trabajos de forma manual y con maquinarias.

⇒ Excavación manual en material suelto

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de excavación manual en material suelto conllevó al desarrollo de la figura 26 y la tabla 21. En la figura 26 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 21 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

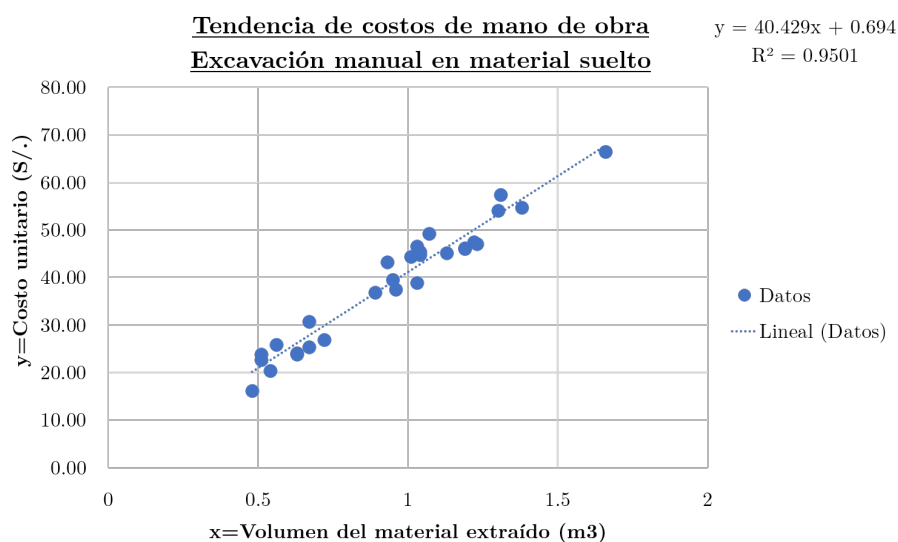


Figura 26: Tendencia de los costos de mano de obra en excavación manual en material suelto

Tabla 21: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación manual en material suelto

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.97472998							
Coefficiente de determinación R^2	0.95009853							
R^2 ajustado	0.94825033							
Error típico	2.89377254							
Observaciones	29							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	4304.7493	4304.749348	514.0662453	4.14095E-19			
Residuos	27	226.09583	8.373919485					
Total	28	4530.8452						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.69402073	1.773043	0.391429148	0.698552214	-2.943963086	4.3320045	-2.943963	4.3320045
Variable X 1	40.4285554	1.7831122	22.67302903	4.14095E-19	36.76991135	44.0872	36.769911	44.0872

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación manual en material suelto, el cual es expresado en la ecuación 17.

$$C_{exc_manu_suel_MO} = 40,429 * V + 0,694 \quad (17)$$

Donde:

$C_exc_manu_suel_MO$ = Costo estimado de mano de obra de excavación manual en material suelto (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación manual en material suelto, el cual es expresado en la ecuación 18.

$$C_exc_manu_suel_EQ = 1,4626 * V + 0,0739 \quad (18)$$

Donde:

$C_exc_manu_suel_EQ$ = Costo estimado de equipos de excavación manual en material suelto (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

⇒ **Excavación manual en roca suelta**

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de excavación manual en roca suelta conllevó al desarrollo de la figura 27 y la tabla 22. En la figura 27 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 22 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

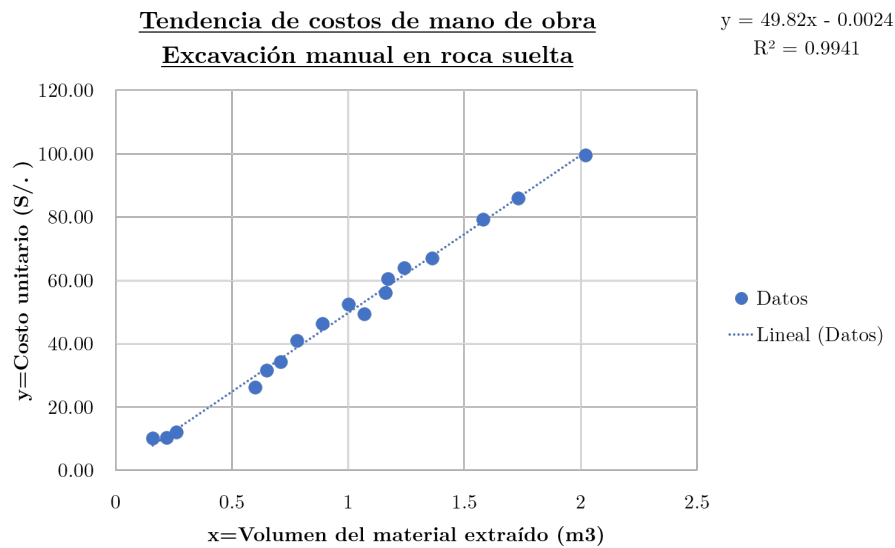


Figura 27: Tendencia de los costos de mano de obra en excavación manual en roca suelta

Tabla 22: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación manual en roca suelta

Estadísticas de la regresión								
Coficiente de correlación múltiple	0.99704499							
Coficiente de determinación R^2	0.99409871							
R^2 ajustado	0.99370529							
Error típico	2.08732426							
Observaciones	17							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	11009.14	11009.14001	2526.815627	3.88955E-18			
Residuos	15	65.353838	4.356922561					
Total	16	11074.494						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.00244836	1.0921877	-0.0022417	0.998240925	-2.330391391	2.3254947	-2.330391	2.3254947
Variable X 1	49.8196975	0.9910928	50.26744103	3.88955E-18	47.70723325	51.932162	47.707233	51.932162

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación manual en roca suelta, el cual es expresado en la ecuación 19.

$$C_{exc_manu_rocasuelta_MO} = 49,82 * V - 0,0024 \quad (19)$$

Donde:

$C_exc_manu_rocasuelta_MO$ = Costo estimado de mano de obra de excavación manual en roca suelta (S/.).

V = Volumen de excavación (m³).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación manual en roca suelta, el cual es expresado en la ecuación 20.

$$C_exc_manu_rocasuelta_EQ = 13,133 * V + 0,0523 \quad (20)$$

Donde:

$C_exc_manu_rocasuelta_EQ$ = Costo estimado de equipos de excavación manual en roca suelta (S/.).

V = Volumen de excavación (m³).

⇒ **Excavación manual en roca fija**

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de excavación manual en roca fija conllevó al desarrollo de la figura 28 y la tabla 23. En la figura 28 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 23 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

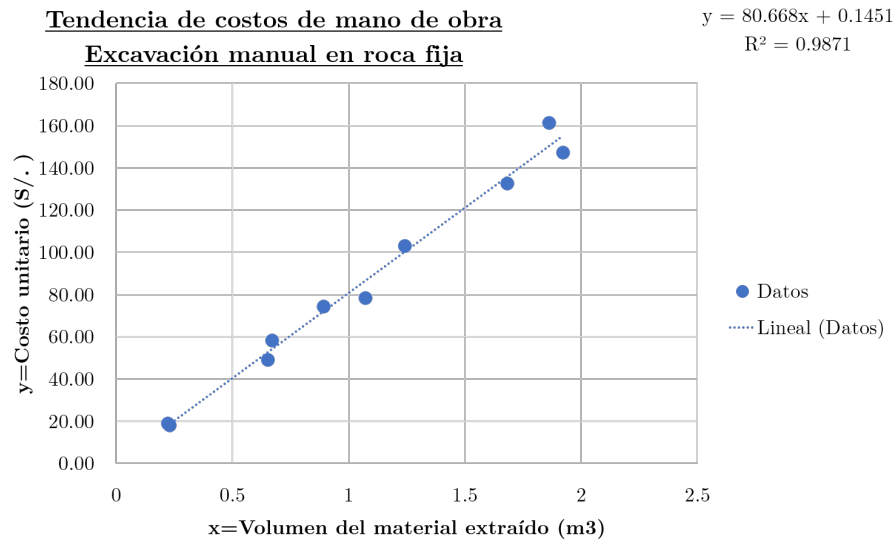


Figura 28: Tendencia de los costos de mano de obra en excavación manual en roca fija

Tabla 23: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación manual en roca fija

Estadísticas de la regresión								
Coficiente de correlación múltiple	0.99354866							
Coficiente de determinación R^2	0.98713894							
R^2 ajustado	0.9855313							
Error típico	6.12261222							
Observaciones	10							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	23017.857	23017.85691	614.032528	7.5199E-09			
Residuos	8	299.89104	37.48638039					
Total	9	23317.748						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.14509129	3.9086267	0.037120783	0.971298274	-8.868218158	9.1584007	-8.868218	9.1584007
Variable X 1	80.6681358	3.2554148	24.77967974	7.5199E-09	73.16113588	88.175136	73.161136	88.175136

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación manual en roca fija, el cual es expresado en la ecuación 21.

$$C_{exc_manu_roca fija_MO} = 80,668 * V + 0,1451 \quad (21)$$

Donde:

$C_exc_manu_rocafijs_MO$ = Costo estimado de mano de obra de excavación manual en roca fija (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación manual en roca fija, el cual es expresado en la ecuación 22.

$$C_exc_manu_rocafijs_EQ = 47,373 * V + 0,0347 \quad (22)$$

Donde:

$C_exc_manu_rocafijs_EQ$ = Costo estimado de equipos de excavación manual en roca fija (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

⇒ **Excavación con maquinaria en material suelto**

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de excavación con maquinaria en material suelto conllevó al desarrollo de la figura 29 y la tabla 24. En la figura 29 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 24 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

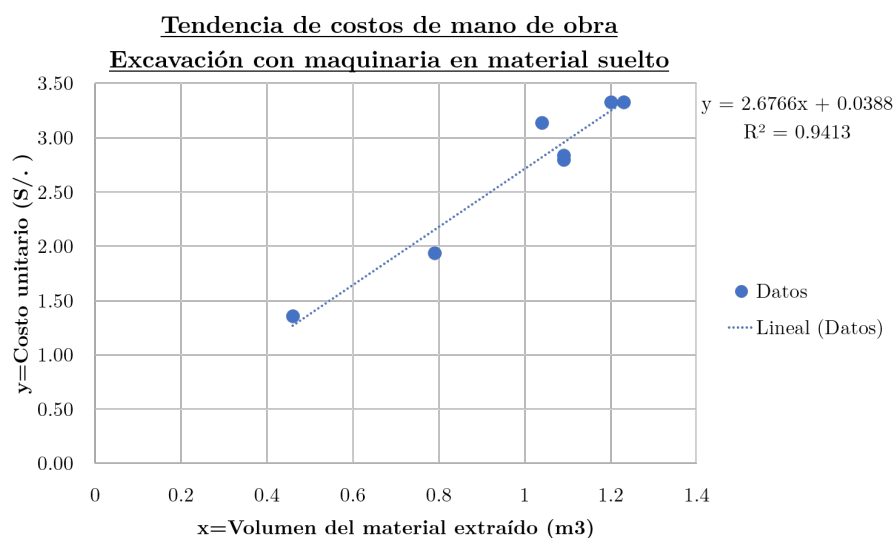


Figura 29: Tendencia de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en material suelto

Tabla 24: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en material suelto

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.97022535							
Coefficiente de determinación R^2	0.94133724							
R^2 ajustado	0.92960469							
Error típico	0.19933086							
Observaciones	7							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	3.1878789	3.187878901	80.23294628	0.00028914			
Residuos	5	0.198664	0.039732791					
Total	6	3.3865429						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.03877167	0.3040329	0.127524582	0.903495309	-0.742769823	0.8203132	-0.74277	0.8203132
Variable X 1	2.67660845	0.2988192	8.957284537	0.00028914	1.908469285	3.4447476	1.9084693	3.4447476

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación con maquinaria en material suelto, el cual es expresado en la ecuación 23.

$$C_{exc_maquin_suel_MO} = 2,6766 * V + 0,0388 \quad (23)$$

Donde:

$C_exc_maquin_suel_MO$ = Costo estimado de mano de obra de excavación con maquinaria en material suelto (S/.).

V = Volumen de excavación (m³).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación con maquinaria en material suelto, el cual es expresado en la ecuación 24.

$$C_exc_maquin_suel_EQ = 10,828 * V - 0,0068 \quad (24)$$

Donde:

$C_exc_maquin_suel_EQ$ = Costo estimado de equipos de excavación con maquinaria en material suelto (S/.).

V = Volumen de excavación (m³).

⇒ **Excavación con maquinaria en roca suelta**

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de excavación con maquinaria en roca suelta conllevó al desarrollo de la figura 30 y la tabla 25. En la figura 30 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 25 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

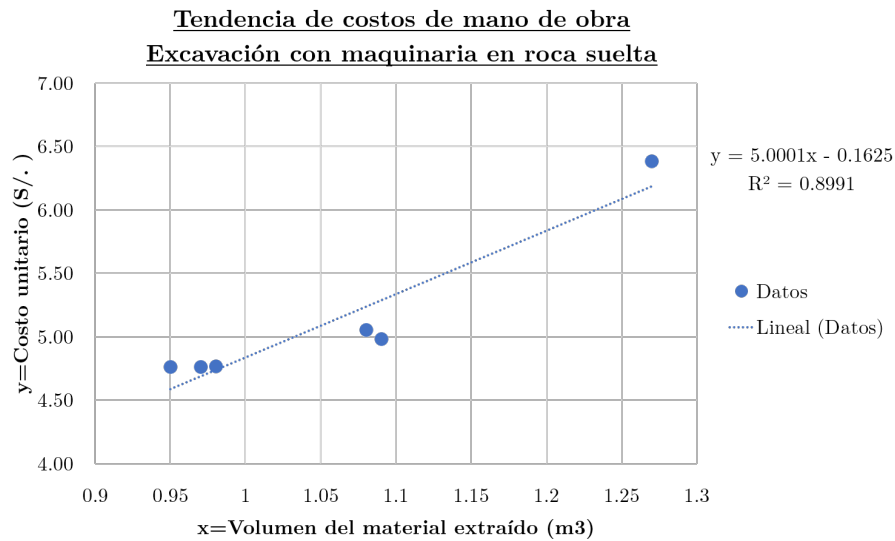


Figura 30: Tendencia de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en roca suelta

Tabla 25: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en roca suelta

Estadísticas de la regresión								
Coeeficiente de correlación múltiple	0.94818966							
Coeeficiente de determinación R^2	0.89906364							
R^2 ajustado	0.87382955							
Error típico	0.22466841							
Observaciones	6							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	1.7984022	1.798402214	35.62893061	0.003956929			
Residuos	4	0.2019036	0.050475897					
Total	5	2.0003058						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.16245961	0.8898855	-0.18256238	0.864020693	-2.633177815	2.3082586	-2.633178	2.3082586
Variable X 1	5.00009576	0.8376776	5.968997454	0.003956929	2.674329747	7.3258618	2.6743297	7.3258618

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación con maquinaria en roca suelta, el cual es expresado en la ecuación 25.

$$C_{exc_maquin_rocasuelta_MO} = 5,0001 * V - 0,1625 \quad (25)$$

Donde:

$C_exc_maquin_rocasuelta_MO$ = Costo estimado de mano de obra de excavación con maquinaria en roca suelta (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación con maquinaria en roca suelta, el cual es expresado en la ecuación 26.

$$C_exc_maquin_rocasuelta_EQ = 15,025 * V + 1,2396 \quad (26)$$

Donde:

$C_exc_maquin_rocasuelta_EQ$ = Costo estimado de equipos de excavación con maquinaria en roca suelta (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

⇒ **Excavación con maquinaria en roca fija**

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de excavación con maquinaria en roca fija conllevó al desarrollo de la figura 31 y la tabla 26. En la figura 31 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 26 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

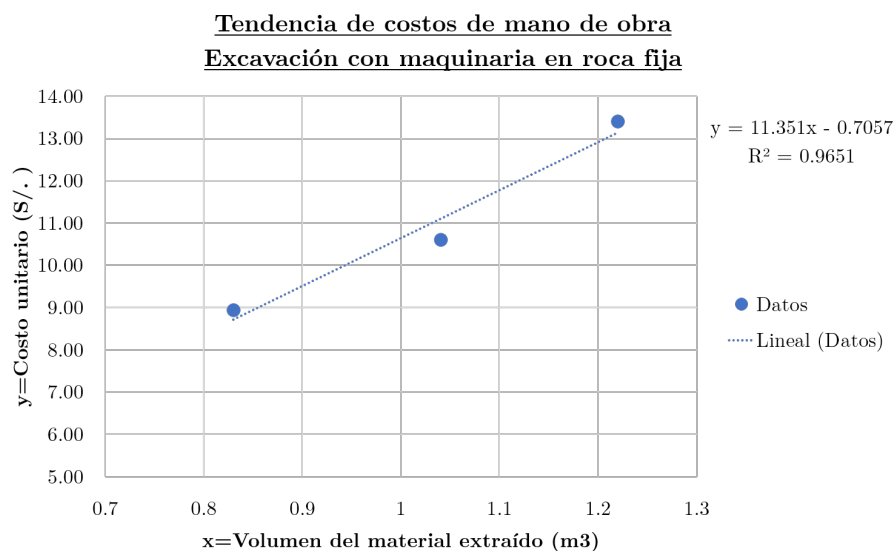


Figura 31: Tendencia de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en roca fija

Tabla 26: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en excavación con maquinaria en roca fija

<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.98241929							
Coefficiente de determinación R^2	0.96514767							
R^2 ajustado	0.93029534							
Error típico	0.59545103							
Observaciones	3							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>			
Regresión	1	9.8187011	9.818701082	27.69248575	0.119550557			
Residuos	1	0.3545619	0.354561926					
Total	2	10.173263						
	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-0.70571552	2.2482441	-0.31389631	0.806367991	-29.27236473	27.860934	-29.27236	27.860934
Variable X 1	11.3514028	2.1570915	5.262365034	0.119550557	-16.05704319	38.759849	-16.05704	38.759849

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación con maquinaria en roca fija, el cual es expresado en la ecuación 27.

$$C_{exc_maquin_rocafija_MO} = 11,351 * V - 0,7057 \quad (27)$$

Donde:

$C_exc_maquin_rocafijs_MO$ = Costo estimado de mano de obra de excavación con maquinaria en roca fija (S/.).

V =Volumen de excavación (m³).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de excavación con maquinaria en roca fija, el cual es expresado en la ecuación 28.

$$C_exc_maquin_rocafijs_EQ = 59,831 * V - 1,5553 \quad (28)$$

Donde:

$C_exc_maquin_rocafijs_EQ$ = Costo estimado de equipos de excavación con maquinaria en roca fija (S/.).

V =Volumen de excavación (m³).

Colocación de cama

Los costos de las partidas de colocación de cama dependen únicamente del volumen a colocar, siendo este el parámetro o generador de costo. Por lo tanto, el modelo de estimación se confeccionará bajo la estructura de ecuación lineal (Ecuac. 29):

$$Y = b_0 + b_1 * X \quad (29)$$

Donde:

Y =Variable dependiente (costo estimado)

b_i =Coeficientes de estimación

X =Variable independiente (parámetro o generador de costo)

Con base a los datos recolectados, se identificó que los trabajos de colocación de cama se agrupan de acuerdo a las características del tipo de material a emplear. Por tanto, los modelos de estimación de costos fueron generados para colocación de cama con material propio zarandeado y arena gruesa.

⇒ Colocación de cama con material propio zarandeado

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de colocación de cama con material propio zarandeado conllevó al desarrollo de la figura 32 y la tabla 27. En la figura 32 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 27 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

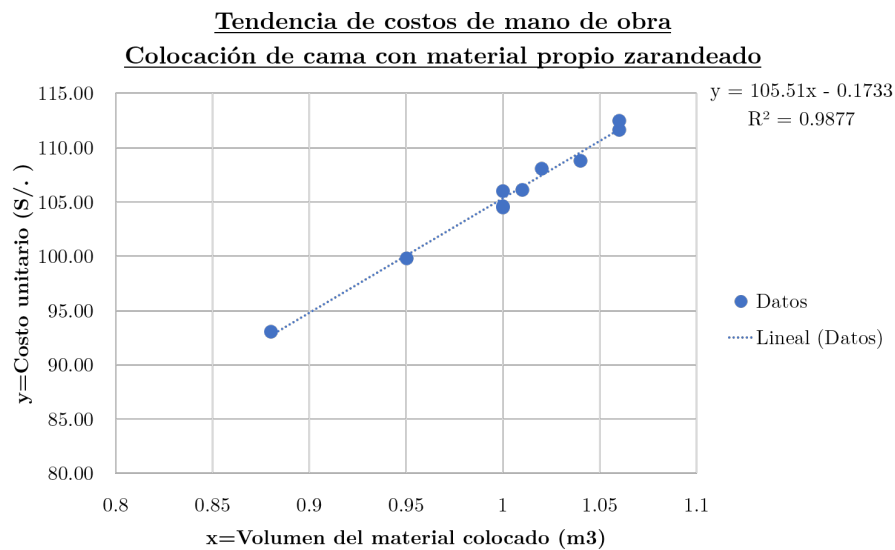


Figura 32: Tendencia de los costos de mano de obra en colocación de cama con material propio zarandeado

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de colocación de cama con material propio zarandeado, el cual es expresado en la ecuación 30.

$$C_cama_propio_MO = 105,51 * V - 0,1733 \quad (30)$$

Donde:

$C_cama_propio_MO$ = Costo estimado de mano de obra de colocación de cama con material propio zarandeado (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de colocación de cama con material propio zarandeado, el

Tabla 27: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en colocación de cama con material propio zarandeado

<i>Estadísticas de la regresión</i>								
Coefficiente de correlación múltiple	0.99384156							
Coefficiente de determinación R ²	0.98772104							
R ² ajustado	0.98618617							
Error típico	0.67270249							
Observaciones	10							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	291.21177	291.2117663	643.521187	6.24666E-09			
Residuos	8	3.6202291	0.452528638					
Total	9	294.832						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.17328338	4.1728901	-0.04152599	0.967894262	-9.795985097	9.4494183	-9.795985	9.4494183
Variable X 1	105.508048	4.159146	25.36771939	6.24666E-09	95.91704043	115.09906	95.91704	115.09906

cual es expresado en la ecuación 31.

$$C_cama_propio_EQ = 5,6385 * V + 0,0095 \quad (31)$$

Donde:

$C_cama_propio_EQ$ = Costo estimado de equipos de colocación de cama con material propio zarandeado (S/.).

V =Volumen de excavación (m³).

⇒ Colocación de cama con arena gruesa

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de colocación de cama con arena gruesa conllevó al desarrollo de la figura 33 y la tabla 28. En la figura 33 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 28 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

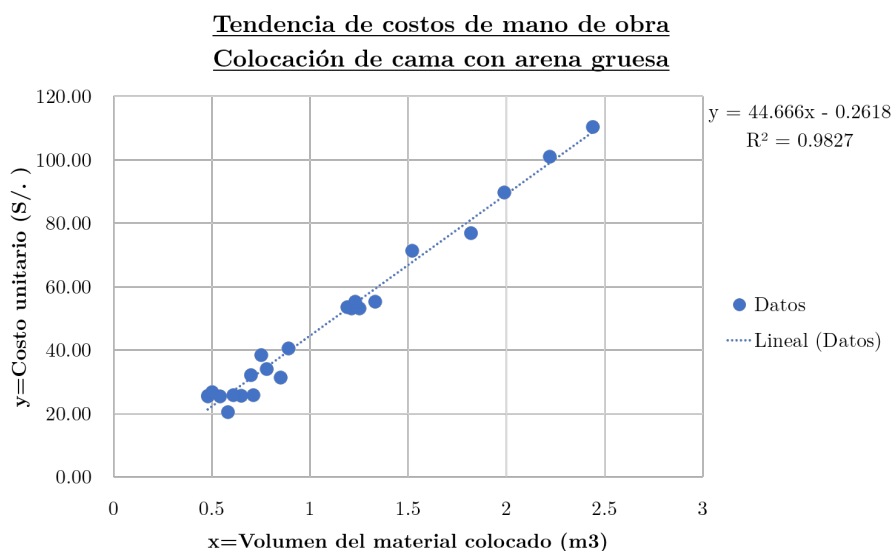


Figura 33: Tendencia de los costos de mano de obra en colocación de cama con arena gruesa

Tabla 28: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en colocación de cama con arena gruesa

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.99131359							
Coefficiente de determinación R^2	0.98270264							
R^2 ajustado	0.98191639							
Error típico	3.44999665							
Observaciones	24							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	14876.552	14876.55176	1249.870248	7.03145E-21			
Residuos	22	261.85449	11.90247691					
Total	23	15138.406						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.26181841	1.5368898	-0.17035601	0.866287122	-3.449132778	2.925496	-3.449133	2.925496
Variable X 1	44.6655896	1.2633992	35.35350404	7.03145E-21	42.04545998	47.285719	42.04546	47.285719

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de colocación de cama con arena gruesa, el cual es expresado en la ecuación 32.

$$C_{\text{cama_arena_MO}} = 44,666 * V - 0,2618 \quad (32)$$

Donde:

$C_cama_arena_MO$ = Costo estimado de mano de obra de colocación de cama con arena gruesa (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de materiales y costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de materiales se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de colocación de cama con arena gruesa, el cual es expresado en la ecuación 33.

$$C_cama_arena_MA = 55,551 * V + 0,224 \quad (33)$$

Donde:

$C_cama_arena_MA$ = Costo estimado de materiales de colocación de cama con arena gruesa (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de colocación de cama con arena gruesa, el cual es expresado en la ecuación 34.

$$C_cama_arena_EQ = 1,3038 * V - 0,0045 \quad (34)$$

Donde:

$C_cama_arena_EQ$ = Costo estimado de equipos de colocación de cama con arena gruesa (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

Encimado

Los costos de las partidas de encimado dependen únicamente del volumen a colocar, siendo este el parámetro o generador de costo. Por lo tanto, el modelo de estimación se confeccionará bajo la estructura de ecuación lineal (Ecuac. 35):

$$Y = b_0 + b_1 * X \quad (35)$$

Donde:

Y =Variable dependiente (costo estimado)

b_i =Coeficientes de estimación

X =Variable independiente (parámetro o generador de costo)

Con base a los datos recolectados, se identificó que los trabajos de encimado se agrupan de acuerdo a las características del tipo de material a emplear. Por tanto, los modelos de estimación de costos fueron generados para encimado con material propio zarandeado, arena gruesa y material de préstamo.

⇒ Encimado con material propio zarandeado

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de encimado con material propio zarandeado conllevó al desarrollo de la figura 34 y la tabla 29. En la figura 34 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 29 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

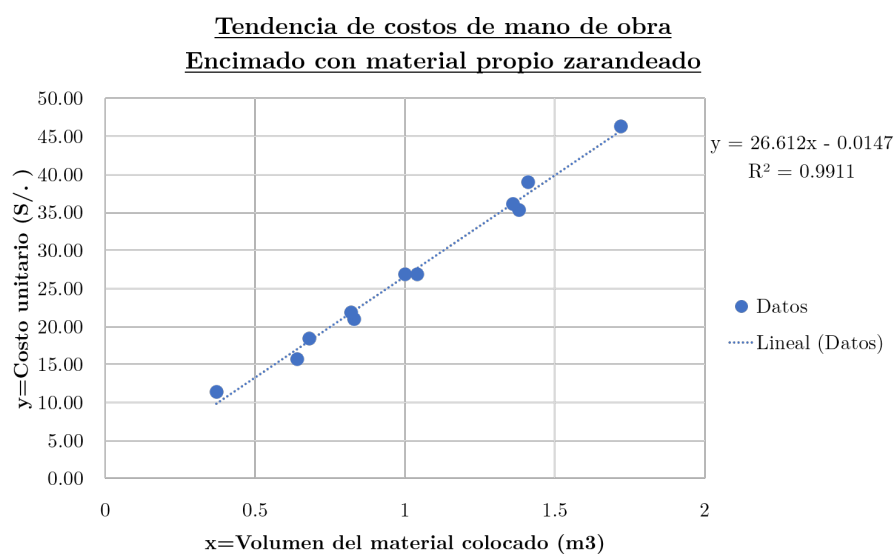


Figura 34: Tendencia de los costos de mano de obra en encimado con material propio zarandeado

Tabla 29: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en encimado con material propio zarandeado

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.99555888							
Coefficiente de determinación R^2	0.99113749							
R^2 ajustado	0.99015276							
Error típico	1.07638235							
Observaciones	11							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	1166.1454	1166.145421	1006.513432	1.50788E-10			
Residuos	9	10.427391	1.158598965					
Total	10	1176.5728						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.01467243	0.9172223	-0.01599659	0.98758612	-2.089573521	2.0602287	-2.089574	2.0602287
Variable X 1	26.6121463	0.8388226	31.72559586	1.50788E-10	24.71459779	28.509695	24.714598	28.509695

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de encimado con material propio zarandeado, el cual es expresado en la ecuación 36.

$$C_{encimado_propio_MO} = 26,612 * V - 0,0147 \quad (36)$$

Donde:

$C_{encimado_propio_MO}$ = Costo estimado de mano de obra de encimado con material propio zarandeado (S/.).

V =Volumen de excavación (m³).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de encimado con material propio zarandeado, el cual es expresado en la ecuación 37.

$$C_{encimado_propio_EQ} = 2,2035 * V + 0,0147 \quad (37)$$

Donde:

$C_{encimado_propio_EQ}$ = Costo estimado de equipos de encimado con material propio zarandeado (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

⇒ Encimado con arena gruesa

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de encimado con arena gruesa conllevó al desarrollo de la figura 35 y la tabla 30. En la figura 35 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 30 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

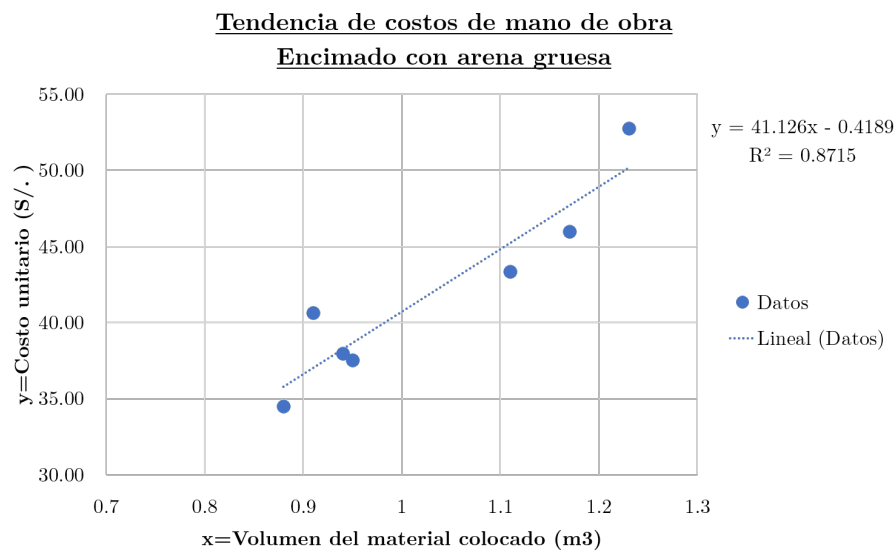


Figura 35: Tendencia de los costos de mano de obra en encimado con arena gruesa

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de encimado con arena gruesa, el cual es expresado en la ecuación 38.

$$C_{encimado_arena_MO} = 41,126 * V - 0,4189 \quad (38)$$

Donde:

$C_{encimado_arena_MO}$ = Costo estimado de mano de obra de encimado con arena gruesa (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

Tabla 30: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en encimado con arena gruesa

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0.93356726
Coefficiente de determinación R ²	0.87154782
R ² ajustado	0.84585739
Error típico	2.41871913
Observaciones	7

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	198.46807	198.4680662	33.92499249	0.002107538
Residuos	5	29.251011	5.850202214		
Total	6	227.71908			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.41894403	7.3098942	-0.05731191	0.95651659	-19.2096253	18.371737	-19.20963	18.371737
Variable X 1	41.1260491	7.060852	5.824516503	0.002107538	22.97555117	59.276547	22.975551	59.276547

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de materiales y costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de materiales se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de encimado con arena gruesa, el cual es expresado en la ecuación 39.

$$C_encimado_arena_MA = 81,523 * V - 0,3857 \quad (39)$$

Donde:

$C_encimado_arena_MA$ = Costo estimado de materiales de encimado con arena gruesa (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de encimado con arena gruesa, el cual es expresado en la ecuación 40.

$$C_encimado_arena_EQ = 1,2448 * V + 0,0487 \quad (40)$$

Donde:

$C_encimado_arena_EQ$ = Costo estimado de equipos de encimado con arena gruesa (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

⇒ Encimado con material de préstamo

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de encimado con material de préstamo conllevó al desarrollo de la figura 36 y la tabla 31. En la figura 36 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 31 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

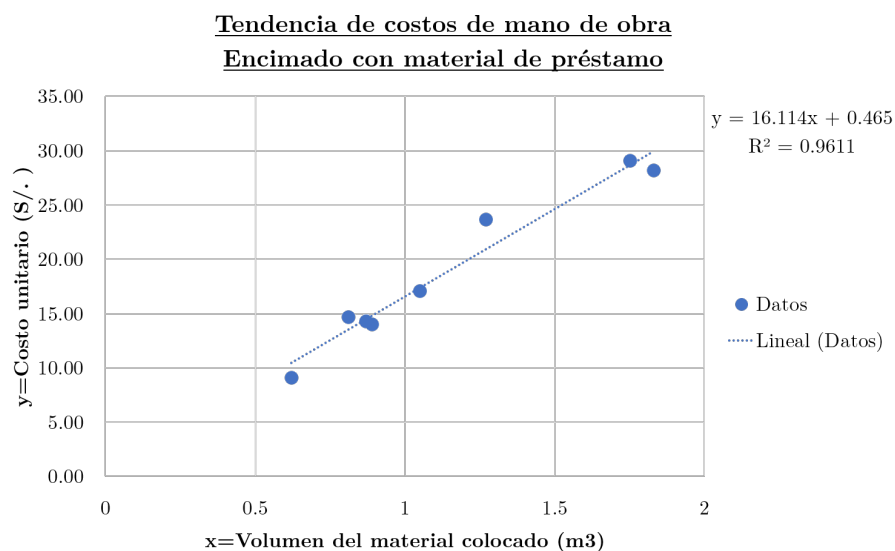


Figura 36: Tendencia de los costos de mano de obra en encimado con material de préstamo
Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de encimado con material de préstamo, el cual es expresado en la ecuación 41.

$$C_encimado_prestamo_MO = 16,114 * V + 0,465 \quad (41)$$

Donde:

$C_encimado_prestamo_MO$ = Costo estimado de mano de obra de encimado con material de préstamo (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

Tabla 31: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en encimado con material de préstamo

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.98036662							
Coefficiente de determinación R^2	0.96111871							
R^2 ajustado	0.9546385							
Error típico	1.55876293							
Observaciones	8							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	360.3693	360.3693046	148.3158802	1.86427E-05			
Residuos	6	14.578451	2.429741874					
Total	7	374.94776						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.46496501	1.6012857	0.290369795	0.781308024	-3.453240007	4.38317	-3.45324	4.38317
Variable X 1	16.1143358	1.323179	12.17850074	1.86427E-05	12.87663357	19.352038	12.876634	19.352038

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de materiales y costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de materiales se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de encimado con material de préstamo, el cual es expresado en la ecuación 42.

$$C_{encimado_prestamo_MA} = 51,181 * V - 0,6529 \quad (42)$$

Donde:

$C_{encimado_prestamo_MA}$ = Costo estimado de materiales de encimado con material de préstamo (S/.).

V =Volumen de excavación (m3).

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de encimado con material de préstamo, el cual es expresado en la ecuación 43.

$$C_{encimado_prestamo_EQ} = 3,1039 * V - 0,0753 \quad (43)$$

Donde:

$C_{encimado_prestamo_EQ}$ = Costo estimado de equipos de encimado con material de préstamo (S/.).

V =Volumen de excavación (m³).

Relleno y compactación

Los costos de las partidas de relleno dependen únicamente del volumen a colocar, siendo este el parámetro o generador de costo. Por lo tanto, el modelo de estimación se confeccionará bajo la estructura de ecuación lineal (Ecuac. 44):

$$Y = b_0 + b_1 * X \quad (44)$$

Donde:

Y =Variable dependiente (costo estimado)

b_i =Coeficientes de estimación

X =Variable independiente (parámetro o generador de costo)

Con base a los datos recolectados, se identificó que los trabajos de relleno se agrupan de acuerdo a las características del tipo de material a emplear. Por tanto, los modelos de estimación de costos fueron generados para relleno con material propio zarandeado.

⇒ Relleno con material propio zarandeado

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra para la obtención del costo estimado de relleno con material propio zarandeado conllevó al desarrollo de la figura 37 y la tabla 32. En la figura 37 se identifica la dispersión de los datos de costos de mano de obra, así como la tendencia lineal que presentan a medida que el volumen se incrementa. Por otro lado, la tabla 32 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

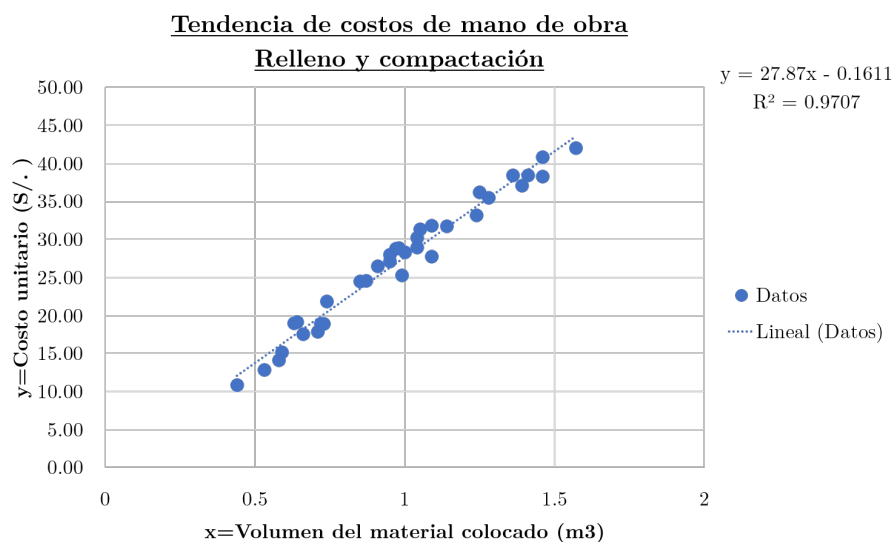


Figura 37: Tendencia de los costos de mano de obra en relleno con material propio zarandeado

Tabla 32: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en relleno con material propio zarandeado

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.98525715							
Coefficiente de determinación R^2	0.97073166							
R^2 ajustado	0.96984474							
Error típico	1.46939011							
Observaciones	35							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	2363.1389	2363.138925	1094.498149	6.93488E-27			
Residuos	33	71.25054	2.159107282					
Total	34	2434.3895						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.16111356	0.8623681	-0.18682691	0.852940214	-1.915614578	1.5933875	-1.915615	1.5933875
Variable X 1	27.8704392	0.8424348	33.08320041	6.93488E-27	26.15649269	29.584386	26.156493	29.584386

Del análisis de regresión aplicado a los costos de mano de obra se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de relleno con material propio zarandeado, el cual es expresado en la ecuación 45.

$$C_{relleno_propio_MO} = 27,87 * V - 0,1611 \quad (45)$$

Donde:

$C_relleno_propio_MO$ = Costo estimado de mano de obra de relleno con material propio zarandeado (S/.).

V = Volumen de excavación (m³).

De forma similar, se realizó el proceso de análisis de regresión aplicado a los costos de equipos, cuyas figuras y tablas de análisis se adjuntan en los anexos.

Del análisis de regresión aplicado a los costos de equipos se obtuvo el modelo parcial para la obtención del costo estimado de relleno con material propio zarandeado, el cual es expresado en la ecuación 46.

$$C_relleno_propio_EQ = 4,401 * V - 0,0724 \quad (46)$$

Donde:

$C_relleno_propio_EQ$ = Costo estimado de equipos de relleno con material propio zarandeado (S/.).

V = Volumen de excavación (m³).

CONSTRUCCIÓN DE BUZONES

Como se muestra en la tabla 33, los costos de la construcción de buzones dependen únicamente de la altura de diseño, siendo este el parámetro o generador de costo. Por lo tanto, el modelo de estimación se confeccionará bajo la estructura de ecuación lineal (Ecuac. 47):

$$Y = b_0 + b_1 * X \quad (47)$$

Donde:

Y = Variable dependiente (costo estimado)

b_i = Coeficientes de estimación

X = Variable independiente (parámetro o generador de costo)

El proceso de análisis de regresión aplicado a los costos unitarios de la construcción de buzones, conllevó al desarrollo de la figura 38 y la tabla 34. En la figura 38 se identifica la dispersión de los datos de costos unitarios, así como la tendencia lineal que presentan a medida que la altura de diseño se incrementa. Por otro lado, la tabla 34 indica los valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza.

Tabla 33: Costos de la construcción de buzones por unidad

DATOS DE CONSTRUCCIÓN DE BUZONES					
ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO			COSTO AL AÑO DE ELABORACIÓN		COSTO AL AÑO ACTUAL
CUI	ALTURA (m)	CANT.	PRECIO TOTAL	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNITARIO
			SOLES	SOLES/UND	SOLES/UND
2356153	1.5	25	40831.97	1633.28	3591.60
	3	3	9743.01	3247.67	5127.97
	4.5	3	13910.77	4636.92	1753.97
2300996	1.2	4	6207.48	1551.87	1791.69
	1.3	1	1585.24	1585.24	1830.89
	1.4	1	1619.93	1619.93	1870.14
	1.5	441	729700.65	1654.65	1909.39
	1.6	25	42234.50	1689.38	1948.60
	1.7	44	75859.08	1724.07	1986.71

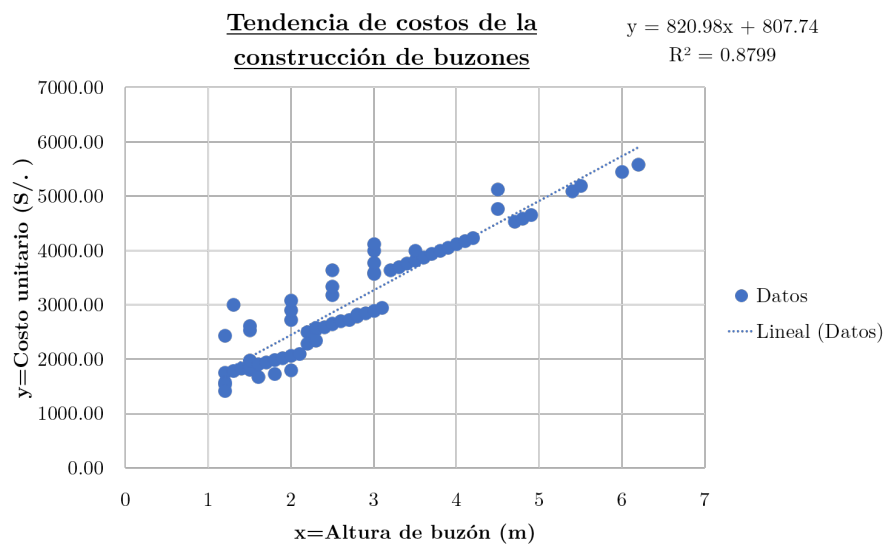


Figura 38: Tendencia de los costos de construcción de buzones

Del análisis de regresión aplicado a los costos de construcción de buzones por unidad se obtuvo el modelo parcial, el cual es expresado en la ecuación 48.

$$C_buzon = 820,98 * H + 807,74 \quad (48)$$

Tabla 34: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de construcción de buzones

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.93804081							
Coefficiente de determinación R^2	0.87992055							
R^2 ajustado	0.87818027							
Error típico	376.801231							
Observaciones	71							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	71787446	71787446.03	505.6195728	1.77647E-33			
Residuos	69	9796562.6	141979.1675					
Total	70	81584009						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	807.740071	110.31243	7.322294036	3.45489E-10	587.6727887	1027.8074	587.67279	1027.8074
Variable X 1	820.983663	36.510903	22.48598614	1.77647E-33	748.1464039	893.82092	748.1464	893.82092

Donde:

C_buzon = Costo estimado de la construcción de buzones por unidad (S/./m).

H =Altura de buzón (m).

La comprobación de la precisión y validez de los modelos paramétricos de estimación de costos, obtenidos en este capítulo, se desarrollará en la sección de “Contrastación de hipótesis” del capítulo de “Resultados”.

“El futuro pertenece a aquellos que creen en la belleza de sus sueños.”

— Eleanor Roosevelt

Capítulo

IV

RESULTADOS

4.1 Contrastación de hipótesis

De acuerdo con [Hernández et al. \(2004\)](#), para evaluar las hipótesis planteadas de un análisis de datos cuantitativos en el que se realiza la inferencia estadística haciendo uso del análisis paramétrico, se recomienda la aplicación de pruebas estadísticas como: coeficientes de correlación, regresión lineal, prueba t y análisis de varianza. Por tal motivo, se hará uso de dichas pruebas estadísticas para la evaluación de la hipótesis principal y las hipótesis secundarias.

Prueba de hipótesis principal

La hipótesis principal que se consideró fue: “Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga”.

Por lo tanto, la definición de la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1) se presentan de la siguiente manera:

- $\Rightarrow H_0$ = Los costos obtenidos, al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, NO representan una estimación fiable de los sobrecostos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.
- $\Rightarrow H_1$ = Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

A partir del análisis de datos desarrollado en el capítulo anterior, se obtuvo valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza. la tabla 35 resume los datos plasmados en las tablas 17 al 34.

Tabla 35: Resumen de estadísticas de regresión y el análisis de varianza

PARTIDAS	ANÁLISIS DE REGRESIÓN EN LOS COSTOS TOTALES							
	ECUAC.	R	R ²	ERROR TÍPICO	ESTADÍSTICO F	SIGNIFICANCIA F	ESTADÍSTICO t SIGNIFICANCIA t	
Instalación de tuberías de agua potable	y= 0.0013x ² + 0.021x + 6.7054	0.948	0.976	10.737	372.801	1.67E-22	19.308	1.67E-22
Instalación de tuberías de alcantarillado	y= 0.0008x ² - 0.0161x + 11.759	0.930	0.902	9.399	283.873	8.28E-21	16.849	8.28E-21
Excavación manual en material suelto	y= 42.3397x - 0.2033	0.968	0.937	3.414	404.275	8.90E-18	20.107	8.90E-18
Excavación manual en roca suelta	y= 65.8774x + 0.0217	0.982	0.964	4.844	399.517	3.18E-12	19.988	3.18E-12
Excavación manual en roca fija	y= 137.8315x -0.0804	0.968	0.937	14.399	119.984	4.28E-06	10.954	4.28E-06
Excavación con maquinaria en material suelto	y= 12.9892x -0.0446	0.968	0.937	0.775	74.618	3.43E-04	8.638	3.43E-04
Excavación con maquinaria en roca suelta	y= 19.9213x + 0.9673	0.942	0.888	0.332	23.704	1.66E-02	4.869	1.66E-02
Excavación con maquinaria en roca fija	y= 69.7169x -1.1153	0.966	0.934	4.015	14.129	1.66E-01	3.759	1.66E-01
Colocación de cama con material propio	y= 110.7838x + 0.3513	0.973	0.947	1.468	160.044	4.90E-07	12.651	4.90E-07
Colocación de cama con arena gruesa	y= 106.5603x -0.3683	0.985	0.969	5.736	698.829	3.65E-18	26.435	3.65E-18
Encimado con material propio zarandeado	y= 30.9517x -0.7664	0.984	0.968	1.855	275.496	4.67E-08	16.598	4.67E-08
Encimado con arena gruesa	y= 121.4817x + 0.5119	0.944	0.891	6.066	49.172	4.19E-04	7.012	4.19E-04
Encimado con material de préstamo	y= 69.459x -0.0557	0.973	0.948	3.623	90.475	2.17E-04	9.512	2.17E-04
Relleno y compactación	y= 32.832x -0.0104	0.981	0.962	1.984	931.694	7.77E-28	30.524	7.77E-28
Construcción de buzones	y= 820.9837x + 807.7401	0.938	0.880	376.801	505.620	1.78E-33	22.486	1.78E-33

Se evidencia en la tabla 35 que los valores del coeficiente de determinación son mayores a 0.80 ($R^2 > 0.80$), lo que indica que cada modelo de estimación de costos explica al menos el 80 % de la variabilidad del costo directo parcial de cada una de las partidas. Asimismo, se identifica que el modelo con menor coeficiente de determinación es la partida de construcción de buzones ($R^2 = 0.880$) y, por otro lado, el modelo con mayor coeficiente de instalación de tuberías de agua potable ($R^2 = 0.976$).

De igual manera, se evidencia en la tabla 35 que los valores del estadístico F son mayores a 5.0 ($F > 5.0$), lo que indica que cada modelo de estimación de costos contiene una pendiente estadísticamente significativa diferente de cero. Es decir, que todos los coeficientes, de forma conjunta, analizados para cada uno de los modelos de estimación de costos, son distintos de cero.

De forma continua, se evidencia en la tabla 35 que los valores de las significancias del estadístico t (o valores p) son menores a 0.05 ($p < 0.05$) lo que indica que los parámetros independientes, de cada modelo de estimación de costos, contienen un coeficiente significativamente diferente de cero, por lo que es un buen predictor de costos. Se precisa, también, que se excluye este último análisis al modelo de estimación de costos de la partida excavación con maquinaria en roca fija, producido por la cantidad de datos analizados para esta actividad.

En consecuencia, se decide rechazar la hipótesis nula (H_0) y se aceptar la hipótesis alternativa (H_1), por lo que se demuestra que los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobre costos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

Prueba de hipótesis secundaria No. 01

La hipótesis secundaria No. 01 que se consideró fue: “Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobre costos de mano de obra en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga”.

Por lo tanto, la definición de la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1) se presentan de la siguiente manera:

⇒ H_0 = Los costos obtenidos, al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, NO representan una estimación fiable de los sobre costos de mano de obra en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

⇒ $H1$ = Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de mano de obra en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

A partir del análisis de datos desarrollado en el capítulo anterior, se obtuvo valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza, es por ello que la tabla 36 resume los datos plasmados en las tablas 17 al 34.

Se evidencia en la tabla 36 que los valores del coeficiente de correlación son mayores a 0.85 ($R > 0.85$), lo que indica que en cada modelo de estimación de costos de mano de obra existe una correlación positiva muy fuerte entre las variables dependientes y las variables independientes.

Así mismo, se evidencia en la tabla 36 que los valores del coeficiente de determinación son mayores a 0.70 ($R^2 > 0.70$), lo que indica que cada modelo de estimación de costos de mano de obra explica al menos el 70 % de la variabilidad del costo directo parcial de cada una de las partidas. Asimismo, se identifica que el modelo con menor coeficiente de determinación es la partida de Instalación de tuberías de agua potable ($R^2 = 0.784$) y, por otro lado, el modelo con mayor coeficiente de Excavación manual en roca suelta ($R^2 = 0.994$).

De igual manera, se evidencia en la tabla 36 que los valores del estadístico F son mayores a 5.0 ($F > 5.0$), lo que indica que cada modelo de estimación de costos de mano de obra contiene una pendiente estadísticamente significativa diferente de cero. Es decir, que todos los coeficientes, de forma conjunta, analizados para cada uno de los modelos de estimación de costos, son distintos de cero.

De forma continua, se evidencia en la tabla 36 que los valores de las significancias del estadístico t (o valores p) son menores a 0.05 ($p < 0.05$) lo que indica que los parámetros independientes, de cada modelo de estimación de costos de mano de obra, contienen un coeficiente significativamente diferente de cero, por lo que es un buen predictor de costos. Se precisa, también, que se excluye este último análisis al modelo de estimación de costos de la partida excavación con maquinaria en roca fija, producido por la cantidad de datos analizados para esta actividad.

En consecuencia, se decide rechazar la hipótesis nula (H_0) y se aceptar la hipótesis alternativa (H_1), por lo que se demuestra que los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de mano de obra en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

Tabla 36: Resumen de estadísticas de regresión y el análisis de varianza en los costos de mano de obra

PARTIDAS	ANÁLISIS DE REGRESIÓN EN LOS COSTOS DE MANO DE OBRA						
	ECUAC.	R	R ²	ERROR TÍPICO	ESTADÍSTICO F	SIGNIFICANCIA F	SIGNIFICANCIA t
Instalación de tuberías de agua potable	$y = -4E-06x^2 + 0.0073x + 0.9522 + 5.638$	0.882	0.784	0.211	80.693	5.56E-09	5.56E-09
Instalación de tuberías de alcantarillado	$y = -5E-05x^2 + 0.0447x - 3.758 + 4.8484$	0.865	0.793	0.552	50.471	1.77E-06	1.77E-06
Excavación manual en material suelto	$y = 40.4286x + 0.694$	0.975	0.950	2.894	514.066	4.14E-19	4.14E-19
Excavación manual en roca suelta	$y = 49.8197x - 0.0024$	0.997	0.994	2.087	2526.816	3.89E-18	3.89E-18
Excavación manual en roca fija	$y = 80.6681x + 0.1451$	0.994	0.987	6.123	614.033	7.52E-09	7.52E-09
Excavación con maquinaria en material suelto	$y = 2.6766x + 0.0388$	0.970	0.941	0.199	80.233	2.89E-04	2.89E-04
Excavación con maquinaria en roca suelta	$y = 5.0001x - 0.1625$	0.948	0.899	0.225	35.629	3.96E-03	3.96E-03
Excavación con maquinaria en roca fija	$y = 11.3514x - 0.7057$	0.982	0.965	0.595	27.692	1.20E-01	1.20E-01
Colocación de cama con material propio	$y = 105.508x - 0.1733$	0.994	0.988	0.673	643.521	6.25E-09	6.25E-09
Colocación de cama con arena gruesa	$y = 44.6656x - 0.2618$	0.991	0.983	3.450	1249.870	7.03E-21	7.03E-21
Encinado con material propio zarandeado	$y = 26.6121x - 0.0147$	0.996	0.991	1.076	1006.513	1.51E-10	1.51E-10
Encinado con arena gruesa	$y = 41.126x - 0.4189$	0.934	0.872	2.419	33.925	2.11E-03	2.11E-03
Encinado con material de préstamo	$y = 16.1143x + 0.465$	0.980	0.961	1.559	148.316	1.86E-05	1.86E-05
Relleno y compactación	$y = 27.8704x - 0.1611$	0.985	0.971	1.469	1094.498	6.93E-27	6.93E-27

Prueba de hipótesis secundaria No. 02

La hipótesis secundaria No. 02 que se consideró fue: “Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de materiales en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga”.

Por lo tanto, la definición de la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1) se presentan de la siguiente manera:

$\Rightarrow H_0$ = Los costos obtenidos, al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, NO representan una estimación fiable de los sobrecostos de materiales en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

$\Rightarrow H_1$ = Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de materiales en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

A partir del análisis de datos desarrollado en el capítulo anterior, se obtuvo valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza, es por ello que la tabla 37 resume los datos plasmados en las tablas 17 al 34.

Se evidencia en la tabla 37 que los valores del coeficiente de determinación son mayores a 0.80 ($R^2 > 0.80$), lo que indica que cada modelo de estimación de costos de materiales explica al menos el 80 % de la variabilidad del costo directo parcial de cada una de las partidas. Asimismo, se identifica que el modelo con menor coeficiente de determinación es la partida de Instalación de tuberías de alcantarillado ($R^2 = 0.909$) y, por otro lado, el modelo con mayor coeficiente de instalación de tuberías de agua potable ($R^2 = 0.976$).

De igual manera, se evidencia en la tabla 37 que los valores del estadístico F son mayores a 5.0 ($F > 5.0$), lo que indica que cada modelo de estimación de costos de materiales contiene una pendiente estadísticamente significativa diferente de cero. Es decir, que todos los coeficientes, de forma conjunta, analizados para cada uno de los modelos de estimación de costos, son distintos de cero.

De forma continua, se evidencia en la tabla 37 que los valores de las significancias del estadístico t (o valores p) son menores a 0.05 ($p < 0.05$) lo que indica que los parámetros independientes, de cada modelo de estimación de costos de materiales, contienen un coeficiente significativamente diferente de cero, por lo que es un buen predictor de costos.

En consecuencia, se decide rechazar la hipótesis nula (H_0) y se aceptar la hipótesis alternativa (H_1), por lo que se demuestra que los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica

Tabla 37: Resumen de estadísticas de regresión y el análisis de varianza en los costos de materiales

PARTIDAS	ANÁLISIS DE REGRESIÓN EN LOS COSTOS DE MATERIALES							
	ECUAC.	R	R ²	ERROR TÍPICO	ESTADÍSTICO F	SIGNIFICANCIA F	ESTADÍSTICO t	SIGNIFICANCIA t
Instalación de tuberías de agua potable	$y = 0.0013x^2 + 0.0092x + 5.638$	0.946	0.976	10.832	357.583	3.67E-22	18.910	3.67E-22
Instalación de tuberías de alcantarillado	$y = 0.0008x^2 + 0.0123x + 4.8484$	0.936	0.909	9.042	312.134	1.34E-21	17.667	1.34E-21
Colocación de cama con arena gruesa	$y = 55.5507x + 0.224$	0.970	0.941	3.104	334.826	2.20E-14	18.298	2.20E-14
Encinado con arena gruesa	$y = 81.5234x - 0.3857$	0.972	0.946	2.816	86.984	2.39E-04	9.327	2.39E-04
Encinado con material de préstamo	$y = 51.1815x - 0.6529$	0.955	0.913	3.313	52.394	7.86E-04	7.238	7.86E-04

de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de materiales en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

Prueba de hipótesis secundaria No. 03

La hipótesis secundaria No. 03 que se consideró fue: “Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de equipos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga”.

Por lo tanto, la definición de la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1) se presentan de la siguiente manera:

- ⇒ H_0 = Los costos obtenidos, al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, NO representan una estimación fiable de los sobrecostos de equipos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.
- ⇒ H_1 = Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de equipos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

A partir del análisis de datos desarrollado en el capítulo anterior, se obtuvo valores resultantes de las estadísticas de regresión y el análisis de varianza, es por ello que la tabla 38 resume los datos plasmados en las tablas 17 al 34.

Se evidencia en la tabla 38 que los valores del coeficiente de determinación son mayores a 0.70 ($R^2 > 0.70$), lo que indica que cada modelo de estimación de costos de equipos explica al menos el 70 % de la variabilidad del costo directo parcial de cada una de las partidas. Asimismo, se identifica que el modelo con menor coeficiente de determinación es la partida de Instalación de tuberías de agua potable ($R^2 = 0.801$) y, por otro lado, el modelo con mayor coeficiente de Excavación con maquinaria en roca fija ($R^2 = 0.992$).

De igual manera, se evidencia en la tabla 38 que los valores del estadístico F son mayores a 5.0 ($F > 5.0$), lo que indica que cada modelo de estimación de costos de equipos contiene una pendiente estadísticamente significativa diferente de cero. Es decir, que todos los coeficientes, de forma conjunta, analizados para cada uno de los modelos de estimación de costos, son distintos de cero.

De forma continua, se evidencia en la tabla 38 que los valores de las significancias del estadístico t (o valores p) son menores a 0.05 ($p < 0.05$) lo que indica que los parámetros independientes, de cada modelo de estimación de costos de equipos, contienen un coeficiente significativamente diferente de cero, por lo que es un buen predictor de costos.

Tabla 38: Resumen de estadísticas de regresión y el análisis de varianza en los costos de equipos

PARTIDAS	ANÁLISIS DE REGRESIÓN EN LOS COSTOS DE EQUIPOS						
	ECUAC.	R	R ²	ERROR TÍPICO	ESTADÍSTICO F	SIGNIFICANCIA F	SIGNIFICANCIA t
Instalación de tuberías de agua potable	$y = -1E-07x^2 + 0.0003x + 0.0204$	0.882	0.801	0.211	80.693	5.56E-09	5.56E-09
Instalación de tuberías de alcantarillado	$y = 3E-06x^2 - 0.0008x + 0.156$	0.869	0.820	0.023	64.990	7.28E-08	7.28E-08
Excavación manual en material suelto	$y = 1.4626x + 0.0739$	0.991	0.983	0.108	1447.060	1.19E-23	1.19E-23
Excavación manual en roca suelta	$y = 13.133x + 0.0523$	0.967	0.935	4.785	200.382	1.09E-09	1.09E-09
Excavación manual en roca fija	$y = 47.3731x + 0.0347$	0.986	0.973	5.627	288.728	1.46E-07	1.46E-07
Excavación con maquinaria en material suelto	$y = 10.8285x - 0.0068$	0.935	0.875	0.953	34.994	1.97E-03	1.97E-03
Excavación con maquinaria en roca suelta	$y = 15.0247x + 1.2396$	0.904	0.817	0.491	13.406	3.52E-02	3.52E-02
Excavación con maquinaria en roca fija	$y = 59.8314x - 1.5553$	0.996	0.992	1.141	117.776	5.85E-02	5.85E-02
Colocación de cama con material propio	$y = 5.6385x + 0.0095$	0.991	0.982	0.121	389.874	2.14E-07	2.14E-07
Colocación de cama con arena gruesa	$y = 1.3038x - 0.0045$	0.993	0.986	0.073	1495.007	5.30E-21	5.30E-21
Encinado con material propio zarandeado	$y = 2.2035x + 0.0147$	0.987	0.974	0.316	529.899	1.59E-12	1.59E-12
Encinado con arena gruesa	$y = 1.2448x + 0.0487$	0.948	0.899	0.064	53.434	3.34E-04	3.34E-04
Encinado con material de préstamo	$y = 3.1039x - 0.0753$	0.993	0.985	0.101	202.700	7.51E-04	7.51E-04
Relleno y compactación	$y = 4.401x - 0.0724$	0.979	0.959	0.582	716.239	5.48E-23	5.48E-23

En consecuencia, se decide rechazar la hipótesis nula (H_0) y se aceptar la hipótesis alternativa (H_1), por lo que se demuestra que los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobre costos de equipos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

4.2 Análisis e interpretación

Como consecuencia de la aplicación del principio de Pareto, el análisis de regresión fue realizada para la partida de instalación de tuberías de agua potable y alcantarillado, y cada uno de los casos que conforman la partida de movimiento de tierras (excavación, cama, encimado y relleno), con la finalidad de no omitir ni alterar la base de datos recopilada en función a los parámetros identificados y que permitan la obtención de un costo estimado con mayor precisión y alta fiabilidad.

La tabla 39 muestra el resumen de los modelos de estimación de costos que fueron desarrollados. En la primera columna se indica la actividad que conforma un proyecto de saneamiento de agua potable y alcantarillado. En la segunda columna se presenta los modelos obtenidos del análisis de regresión para los 03 componentes de un costo directo (costo de mano de obra, costo de materiales y costo de equipos). De igual forma, en la tercera columna se muestra el rango de valores que puede asumir las variables independientes. Y finalmente, en la cuarta columna se indica el coeficiente de determinación y el valor p de significancia.

La verificación de los modelos de estimación de costos se realizó en los proyectos de pavimentación urbana que se vieron afectados por sobre costos. Son 04 los casos extraídos de la base de datos para la comparación de los resultados estimados y la información recopilada en la base de datos.

En las tablas 40, 42, 44 y 46 se presentan las características de terreno y características de diseño por cada proyecto, además de los metrados de cada partida. En las tablas 41, 43, 45 y 47, se presentan los sobre costos estimados, los sobre costos reales y el porcentaje de desviación y se evidencia que los sobre costos estimados se acercan a los datos recopilados de cada proyecto, desde un error porcentual de subestimación de -15 % a -5 %, cuyos valores se encuentran dentro del rango de esperado para un estimado de clase 4, según la clasificación del AACE. Dicho rango comprende los valores por el lado inferior: -15 % al -30 % y superior +20 % al +50 %, con un nivel de confianza de 80 %.

De esta manera, se puede afirmar que el modelo de estimación de sobre costos funciona satisfactoriamente, puesto que los casos de verificación tienen desviaciones inferiores al -30 %.

Tabla 39: Resumen de los modelos de estimación de costos desarrollados

RESUMEN DE LOS MODELOS DE ESTIMACIÓN DE SOBRECOSTOS				
No.	PARTIDA	MODELO	RANGO	R2 ; VALOR P
1	Instalación de tuberías de agua potable	MO: $C = -4E-06D^2 + 0.0073D + 0.9522(S/. / m)$ MA: $C = 0.0013D^2 + 0.0092D + 5.638(S/. / m)$ EQ: $C = -1E-07D^2 + 0.0003D + 0.0204(S/. / m)$	D (mm)= <63 ; 400 > D (mm)= <63 ; 400 > D (mm)= <63 ; 400 >	0.784 ; 5.56E-09 0.9756 ; 3.67E-22 0.801 ; 5.56E-09
2	Instalación de tuberías de alcantarillado	MO: $C = -5E-05D^2 + 0.0447D - 3.758(S/. / m)$ MA: $C = 0.0008D^2 + 0.0123D + 4.8484(S/. / m)$ EQ: $C = 3E-06D^2 - 0.0008D + 0.156(S/. / m)$	D (mm)= <160 ; 400 > D (mm)= <160 ; 400 > D (mm)= <160 ; 400 >	0.793 ; 1.77E-06 0.8765 ; 1.34E-21 0.8201 ; 7.28E-08
3	Excavación manual en material suelto	MO: $C = 40.4286V + 0.694(S/.)$ EQ: $C = 1.4626V + 0.0739(S/.)$	V (m3)= <0.35 ; 1.72 > V (m3)= <0.35 ; 1.72 >	0.9501 ; 4.14E-19 0.983 ; 1.19E-23
4	Excavación manual en roca suelta	MO: $C = 49.8197V - 0.0024(S/.)$ EQ: $C = 13.133V + 0.0523(S/.)$	V (m3)= <0.16 ; 2.02 > V (m3)= <0.16 ; 2.02 >	0.9941 ; 3.89E-18 0.9347 ; 1.09E-09
5	Excavación manual en roca fija	MO: $C = 80.6681V + 0.1451(S/.)$ EQ: $C = 47.3731V + 0.0347(S/.)$	V (m3)= <0.22 ; 1.92 > V (m3)= <0.22 ; 1.92 >	0.9871 ; 7.52E-09 0.973 ; 1.46E-07
6	Excavación con maquinaria en material suelto	MO: $C = 2.6766V + 0.0388(S/.)$ EQ: $C = 10.8285V - 0.0068(S/.)$	V (m3)= <0.46 ; 1.23 > V (m3)= <0.46 ; 1.23 >	0.9413 ; 2.89E-04 0.875 ; 1.97E-03
7	Excavación con maquinaria en roca suelta	MO: $C = 5.0001V - 0.1625(S/.)$ EQ: $C = 15.0247V + 1.2396(S/.)$	V (m3)= <0.95 ; 1.27 > V (m3)= <0.95 ; 1.27 >	0.8991 ; 3.96E-03 0.8171 ; 3.52E-02
8	Excavación con maquinaria en roca fija	MO: $C = 11.3514V - 0.7057(S/.)$ EQ: $C = 59.8314V - 1.5553(S/.)$	V (m3)= <0.83 ; 1.22 > V (m3)= <0.83 ; 1.22 >	0.9651 ; 1.20E-01 0.9916 ; 5.85E-02
9	Colocación de cama con material propio	MO: $C = 105.508V - 0.1733(S/.)$ EQ: $C = 5.6385V + 0.0095(S/.)$	V (m3)= <0.87 ; 1.06 > V (m3)= <0.87 ; 1.06 >	0.9877 ; 6.25E-09 0.9824 ; 2.14E-07
10	Colocación de cama con arena gruesa	MO: $C = 44.6656V - 0.2618(S/.)$ MA: $C = 55.5507V + 0.224(S/.)$ EQ: $C = 1.3038V - 0.0045(S/.)$	V (m3)= <0.48 ; 2.44 > V (m3)= <0.48 ; 2.44 > V (m3)= <0.48 ; 2.44 >	0.9827 ; 7.03E-21 0.941 ; 2.20E-14 0.9861 ; 5.30E-21
11	Encinado con material propio zarandeado	MO: $C = 26.6121V - 0.0147(S/.)$ EQ: $C = 2.2035V + 0.0147(S/.)$	V (m3)= <0.37 ; 1.72 > V (m3)= <0.37 ; 1.72 >	0.9911 ; 1.51E-10 0.9743 ; 1.59E-12
12	Encinado con arena gruesa	MO: $C = 41.126V - 0.4189(S/.)$ MA: $C = 81.5234V - 0.3857(S/.)$ EQ: $C = 1.2448V + 0.0487(S/.)$	V (m3)= <0.78 ; 1.21 > V (m3)= <0.78 ; 1.21 > V (m3)= <0.78 ; 1.21 >	0.8715 ; 2.11E-03 0.9456 ; 2.39E-04 0.899 ; 3.34E-04
13	Encinado con material de préstamo	MO: $C = 16.1143V + 0.465(S/.)$ MA: $C = 51.1815V - 0.6529(S/.)$ EQ: $C = 3.1039V - 0.0753(S/.)$	V (m3)= <0.62 ; 1.83 > V (m3)= <0.62 ; 1.83 > V (m3)= <0.62 ; 1.83 >	0.9611 ; 1.86E-05 0.9129 ; 7.86E-04 0.9854 ; 7.51E-04
14	Relleno y compactación	MO: $C = 27.8704V - 0.1611(S/.)$ EQ: $C = 4.401V - 0.0724(S/.)$	V (m3)= <0.41 ; 1.82 > V (m3)= <0.41 ; 1.82 >	0.9707 ; 6.93E-27 0.9585 ; 5.48E-23
15	Construcción de buzones	TOTAL: $C = 820.9837H + 807.7401(S/. / und)$	H (m)= <1.2 ; 6.2 >	0.8799 ; 1.78E-33

Tabla 40: Características de diseño y metrados para el proyecto CUI: 2512186

CUI: 2512186 - Alcantarillado Av. Independencia			
Partidas		Und.	Metrado
Movimiento de tierras			
Excavación de zanja en roca suelta		m3	36.19
Excavación de zanja en material suelto		m3	325.70
Cama de apoyo con arena gruesa 0.10 X0.80 m		m	365.93
Relleno lateral y encimado con material de préstamo h=30 cm de la clave de tubo		m3	144.72
Relleno y compactado de zanja con material propio		m3	75.67
Suministro e instalación de tuberías			
Sum. e Inst. de tubería PVC DN 400mm 4435 S-25 Inc./anillo		m	345.26
Sum. e Inst. de tubería PVC DN 200mm 4435 S-25 Inc./anillo		m	20.67
Buzones de concreto			
Buzón d=1.20m y Prof. hasta h=3.00m		und	9.00

Tabla 41: Verificación de estimación de costos - CUI: 2512186

Proyecto CUI	Actividad	Lugar	Costo directo		Desviación
			Real	Estimado	
2512186	Alcantarillado	Av. Independencia	S/110,593.89	S/98,718.97	-10.7 %

Tabla 42: Características de diseño y metrados para el proyecto CUI: 2512186

CUI: 2512186 - Alcantarillado Av. del Deporte			
Partidas		Und.	Metrado
Movimiento de tierras			
Excavación manual de zanja en terreno semi rocoso hasta h=2.50 m	m3		82.31
Excavación manual de zanja en terreno normal hasta h=2.50 m	m3		329.25
Cama de apoyo con arena gruesa 0.10 X0.60 m	m		229.35
Relleno lateral y encimado con material de préstamo h=30 cm de la clave de tubo	m3		86.58
Relleno y compactado de zanja con material propio	m3		350.75
Suministro e instalación de tuberías			
Sum. e Inst. de tubería PVC DN 250mm 4435 S-25 Inc./anillo	m		229.35
Buzones de concreto			
Buzón d=1.20m y Prof. hasta h=3.00m	und		7.00

Tabla 43: Verificación de estimación de costos - CUI: 2512186

Proyecto CUI	Actividad	Lugar	Costo directo		Desviación
			Real	Estimado	
2512186	Alcantarillado	Av. del Deporte	S/80,797.53	S/69,813.46	-13.6 %

Tabla 44: Características de diseño y metrados para el proyecto CUI: 2512181

CUI: 2512181 - Agua Potable Av. Masprone			
Partidas		Und.	Metrado
Movimiento de tierras			
Excavación de zanja en terreno roca suelta con equipo hasta h=1.20 m	m3		76.24
Excavación de zanja en terreno material suelto maquinaria hasta h=1.20 m	m3		686.12
Cama de apoyo con arena gruesa 0.10 x0.60 m	m		1,271.90
Relleno lateral y encimado con material de préstamo h=30 cm de la clave de tubo	m3		292.54
Relleno y compactado de zanja con material propio	m3		368.20
Suministro e instalación de tuberías			
Sum. e Inst. de tubería PVC-U UF NTP ISO 1452 110mm PN 7.5	m		852.30
Sum. e Inst. de tubería PVC-U UF NTP ISO 1452 160mm PN 7.5	m		419.60

Tabla 45: Verificación de estimación de costos - CUI: 2512181

Proyecto CUI	Actividad	Lugar	Costo directo		Desviación
			Real	Estimado	
2512181	Agua potable	Av. Masprone	S/111,317.49	S/105,299.47	-5.4 %

Tabla 46: Características de diseño y metrados para el proyecto CUI: 2512181

CUI: 2512181 - Alcantarillado Av. Masprone			
Partidas		Und.	Metrado
Movimiento de tierras			
Excavación de zanja en terreno roca suelta con equipos		m3	66.33
Excavación de zanja en terreno material suelto con maquinaria		m3	596.99
Cama de apoyo con arena gruesa 0.10 x0.70 m		m	427.33
Relleno lateral y encimado con material de préstamo h=30 cm de la clave de tubo		m3	143.55
Relleno y compactado de zanja con material propio		m3	489.86
Suministro e instalación de tuberías			
Sum. e Inst. de tubería PVC DN 250mm 4435 S-25 Inc./anillo		m	427.33
Buzones de concreto			
Buzón d=1.20m y Prof. Hasta h=3.00m		und	7.00

Tabla 47: Verificación de estimación de costos - CUI: 2512181

Proyecto CUI	Actividad	Lugar	Costo directo		Desviación
			Real	Estimado	
2512181	Alcantarillado	Av. Masprone	S/109,749.74	S/92,384.37	-15.8 %

“Descubrir significa mirar lo mismo que observan otras personas, pero ver algo diferente.”

— Albert Szent-Gyorgi

Capítulo

V

CONCLUSIONES

Una vez presentado el análisis e interpretación de los resultados del presente estudio de investigación, se puede afirmar que ya se cuenta con la información suficiente y necesaria para desarrollar las siguientes conclusiones y recomendaciones.

5.1 Conclusiones

- Se concluye que los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, mediante análisis de costos unitarios, representan una estimación fiable de los sobrecostos de las obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga, lo cual es demostrado con los valores del coeficiente de determinación (R^2) y p-valor, que prueban la validez de la hipótesis principal planteada. Asimismo, se verificó que la precisión y fiabilidad esperada de los modelos de estimación de costos desarrollados se obtienen solamente con los costos parciales de las actividades de movimiento de tierras e instalación de tuberías, debido a que estas partidas principales representan un porcentaje alto y confiable de los costos de proyectos de saneamiento.
- Se concluye que los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, mediante análisis de costos unitarios, representan una estimación fiable de los sobrecostos de mano de obra de las obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga, lo cual es demostrado con los valores del coeficiente de determinación (R^2) y valor p , que prueban la validez de la hipótesis secundaria planteada No. 01. Asimismo, se verificó que fue necesaria la aplicación del análisis de regresión para la partida de instalación de tuberías y cada uno de los trabajos que conforma la partida de movimiento de tierras, tales como: excavación, colocación de cama, encimado y relleno, y a su vez, se consideró cada uno de los casos identificados en la base de datos, tales como: tipo de suelo (material suelto, roca suelta y roca fija), forma de trabajo (manual y con maquinaria), tipo de material de relleno (material propio zarandeado, material de préstamo y arena gruesa). La consideración

y análisis de toda la información recopilada garantizó que no se omita datos de relevancia para la precisión y fiabilidad esperada.

- Se concluye que los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, mediante análisis de costos unitarios, representan una estimación fiable de los sobrecostos de materiales de las obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga, lo cual es demostrado con los valores del coeficiente de determinación (R^2) y valor p , que prueban la validez de la hipótesis secundaria planteada No. 02. Asimismo, se verificó que fue necesaria la aplicación del análisis de regresión para la partida de instalación de tuberías y cada uno de los trabajos que conforma la partida de movimiento de tierras, tales como: excavación, colocación de cama, encimado y relleno, y a su vez, se consideró cada uno de los casos identificados en la base de datos, tales como: tipo de suelo (material suelto, roca suelta y roca fija), forma de trabajo (manual), tipo de material de relleno (material de préstamo y arena gruesa). La consideración y análisis de toda la información recopilada garantizó que no se omita datos de relevancia para la precisión y fiabilidad esperada.

- Se concluye que los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, mediante análisis de costos unitarios, representan una estimación fiable de los sobrecostos de equipos de las obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga, lo cual es demostrado con los valores del coeficiente de determinación (R^2) y valor p , que prueban la validez de la hipótesis secundaria planteada No. 03. Asimismo, se verificó que fue necesaria la aplicación del análisis de regresión para la partida de instalación de tuberías y cada uno de los trabajos que conforma la partida de movimiento de tierras, tales como: excavación, colocación de cama, encimado y relleno, y a su vez, se consideró cada uno de los casos identificados en la base de datos, tales como: tipo de suelo (material suelto, roca suelta y roca fija), forma de trabajo (manual y con maquinaria), tipo de material de relleno (material propio zarandeado, material de préstamo y arena gruesa). La consideración y análisis de toda la información recopilada garantizó que no se omita datos de relevancia para la precisión y fiabilidad esperada.

5.2 Recomendaciones

- Se enfatiza que los modelos de estimación de sobrecostos de obras de pavimentación urbana, fueron desarrolladas con la base de datos recopilada de costos unitarios de proyectos de saneamiento, puesto que estas actividades son las principales causales de sobrecostos en obras de pavimentación urbana.
- Los modelos de estimación de sobrecostos permitirán obtener únicamente los costos directos, debido que el análisis realizado de la información recopilada consistió solamente en los costos directos de proyectos de saneamiento de agua potable y alcantarillado.
- Es necesario tomar en cuenta que los resultados obtenidos del uso del modelo de estimación de costos resultan fundamentalmente del cálculo de los costos de las partidas de instalación de tuberías, movimiento de tierras y construcción de buzones. Por lo que se omite el cálculo de otras partidas principales tales como: trabajos preliminares, pruebas hidráulicas y accesorios, debido a que estos últimos representan un porcentaje menor al 15 % del costo total de los proyectos de saneamiento.
- La normalización de datos se basó en la estandarización ubicación, tiempo, características, precisando así que se utilizó las tasas de inflación recogidas hasta el año 2023.
- Para el uso de los modelos de estimación de costos se debe ingresar valores de los parámetros o variables independientes que se encuentren dentro del rango de aplicación, los mismos que se indican en la tabla 39.
- Se debe precisar que los resultados estimados variarán a los costos reales de los proyectos de la base de datos, así como de futuros proyectos, puesto que existirá actividades que se requerirán para cada tipo de proyecto, según las necesidades de posibles trabajos tales como: colocación de válvulas, demolición y reposición de pavimentos, conexiones domiciliarias, construcción de canales, entre otros. Sin embargo, los errores de subestimación o sobreestimación se encontrarán dentro del rango esperado para un estimado de clase 4, según la clasificación del AACE, que comprende los valores por el lado inferior: -15 % al -30 % y superior +20 % al +50 %, con un nivel de confianza de 80 %.
- Se debe precisar que los principales usos de los modelos de estimación obtenidos se harán para calcular estimaciones preliminares y aproximadas de sobrecostos de forma temprana y oportuna, siendo información útil para las entidades públicas, las empresas constructoras y los proyectistas de obras.

- Se recomienda que los resultados de los modelos de estimación de clase 4 van orientados al método de entrega de obra de tipo Diseño-construcción (DB), ya que la información sobre el diseño es limitada, pero con el tiempo se puede mejorar la precisión.

5.3 Trabajos futuros

- Se propone el desarrollo de la línea de investigación sobre el tema de la estimación de tiempo para sobre costos en obras de pavimentación urbana.
- También, se recomienda el desarrollo del estudio de investigación sobre la creación de modelos de georreferenciación de catastro de redes para mejorar la estimación.
- Así mismo, se plantea el desarrollo del trabajo de tesis sobre la estimación de sobre costos a partir de redes neuronales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alroomi, A., Jeong, D., Chong, O., y Oberlender, G. (s.f.). Identification and assessment of cost estimating competencies [Conference paper]. En (p. 142 – 150). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-77956316176&doi=10.1061%2f41109%28373%2915&partnerID=40&md5=7b77ac557926053390a35e12195eb4c2> doi: 10.1061/41109(373)15
- Alroomi, A., Jeong, D. H. S., y Oberlender, G. D. (s.f.). Analysis of cost-estimating competencies using criticality matrix and factor analysis [Article]. , 138(11), 1270 – 1280. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84869478206&doi=10.1061%2f%28ASCE%29C0.1943-7862.0000351&partnerID=40&md5=e745a1d67bce222a7f4ff533e71df304> doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000351
- Association for the Advancement of Cost Engineering. (2011, agosto). AACE international recommended practice no. 59r-10 "development of factored cost estimates – as applied in engineering, procurement, and construction for the process industries" [Manual de software informático]. Descargado de <https://web.aacei.org/docs/default-source/rps/10s-90.pdf?sfvrsn=60>
- Association for the Advancement of Cost Engineering. (2019, abril). AACE international recommended practice no. 10s-90 cost engineering terminology" [Manual de software informático]. Descargado de <https://web.aacei.org/docs/default-source/rps/10s-90.pdf?sfvrsn=60>
- Association for the Advancement of Cost Engineering. (2020, junio). AACE international recommended practice no. 97r-18 cost estimate classification system – as applied in engineering, procurement, and construction for the pipeline transportation infrastructure industries" [Manual de software informático]. Descargado de <https://web.aacei.org/docs/default-source/rps/10s-90.pdf?sfvrsn=60>
- Bajaj, A., Gransberg, D. D., y Grenz, M. D. (s.f.). Parametric estimating for design costs [Conference paper]. En (p. EST081–EST086). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0036353696&partnerID=40&md5=cac17082db3415cbe53aa983e7999b12>

- Banco Central de Reserva del Perú. (2023). Índice de precios al consumidor (ipc) (Inf. Téc.). Autor. Descargado de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/pm05197pa/html>
- Becker, T. C., Jaselskis, E. J., El-Gafy, M., y Du, J. (s.f.). Industry practices for estimating, controlling and managing key indirect construction costs at the project level [Conference paper]. En (p. 2469 – 2478). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84866302162&doi=10.1061%2f9780784412329.248&partnerID=40&md5=da27af32272eefb8832bf00a3efb1db1> doi: 10.1061/9780784412329.248
- Bedarida, S., y Conti, S. (s.f.). Est.612: Cost estimating process and quality assurance [Conference paper]. En (Vol. 1, p. 605 – 612). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84860111335&partnerID=40&md5=7e78c4905fb30315c5c40b6d470703ab>
- Bhaumik, H. (s.f.). Avoid cost overrun for megaprojects [Conference paper]. En (Vol. 1, p. 454 – 462). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-78649310756&partnerID=40&md5=47795da7b5e40a6d0cf4832eb8c25f58>
- Borja, M. (2012). Metodología de investigacion ingenieria civil. Metodologia de Investigacion Ingenieria Civil. Descargado de <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>
- Castañeda Muñoz, S., y Liñan Ponce, L. (2015). Automatización del proceso de estimación de costos en proyectos de ingeniería adoptando las recomendaciones de aace international para gmi sac usando un sistema web (Tesis de Master no publicada). Universidad Privada Antenor Orrego-UPAO.
- Cha, Y., Park, T., Jin, Z., y Park, W. (s.f.). Determining the construction costs for basic type to estimate the sale prices of new multi-family housing projects [Article]. , 12(10). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85140731948&doi=10.3390%2fbuildings12101691&partnerID=40&md5=c49e8f8747ff7d7b6183970fd77c73b6> doi: 10.3390/buildings12101691
- Chou, J.-S. (s.f.). Generalized linear model-based expert system for estimating the cost of transportation projects [Article]. , 36(3 PART 1), 4253 – 4267. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-58349092544&doi=10.1016%2fj.eswa.2008.03.017&partnerID=40&md5=39dc5aec5eb48e30f9c0755e248f4ea3> doi: 10.1016/j.eswa.2008.03.017

- Comisión de Vivienda y Construcción del Congreso de la República. (2022). Obras y proyectos paralizados (Inf. Téc.). Contraloría General de la República del Perú.
- Contraloría General de la República del Perú. (2023a). Resolución de contraloría n 423-2023-cg - ejecución de obras públicas por administración directa.
- Contraloría General de la República del Perú. (2023b). Sistema de información de obras públicas (infobras). Descargado de <https://infobras.contraloria.gob.pe/infobrasweb>
- De Mare, G., Dolores, L., y Macchiaroli, M. (s.f.). Estimating the renovation cost of water, sewage, and gas pipeline networks: Multiple regression analysis to the appraisal of a reliable cost estimator for urban regeneration works [Article]. , 13(11). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85177612649&doi=10.3390%2fbuildings13112827&partnerID=40&md5=443f13e0f69c3c04a2c83fd5310b6386>
doi: 10.3390/buildings13112827
- Dean, E. B. (s.f.). Parametric cost estimating: a design function [Conference paper]. En (p. K.1.1–K.1.6). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0024867844&partnerID=40&md5=889524af0089ba170cfdcced19aef9c>
- Delers, A. (2016). El principio de pareto: Optimice su negocio con la regla del 80/20. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books>.
- Díaz, A. (2014). Análisis de los sobre costos producidos debido a deficiencias en los rendimientos; generados por efectos externos a la obra, mediante la metodología: Disruption-measured mile (Tesis de Master no publicada). Universidad de Piura.
- Duverlie, P., y Castelain, J. (s.f.). Cost estimation during design step: Parametric method versus case based reasoning method [Article]. , 15(12), 895 – 906. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0033354365&doi=10.1007%2fs001700050147&partnerID=40&md5=521176cc3c4209dcf408b2492ba09a47>
doi: 10.1007/s001700050147
- Dysert, L. R. (s.f.). Developing a parametric model for estimating process control costs [Conference paper]. En (p. EST.01.1–EST.01.4). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0033307987&partnerID=40&md5=58d481dd10ffb52f2b948c860a021cd4>
- Dysert, L. R. (2008). An introduction to parametric estimating. AACE International transactions, 3(1), 1–7.

- Eldieb, A., Marzouk, M., y Elsaid, M. (s.f.). Multi-attribute utility model for quantifying schedule and cost overruns in pipe-line projects [Conference paper]. En (p. 1 – 8). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-31844451888&partnerID=40&md5=2dba52332839c4346526f69295275fe0>
- Eric Anderson, R. (s.f.). Using conceptual cost estimating as a constraint and tool in design curriculum [Conference paper]. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85172147510&partnerID=40&md5=d83ab5878bf33a45e7dd1e16db25c209>
- Fernández, P. (1996). Determinación del tamaño muestral. *Cad Aten Primaria*, 3(138-14), 1–6.
- Flyvbjerg, B., Ansar, A., Budzier, A., Buhl, S., Cantarelli, C., Garbuio, M., ... van Wee, B. (s.f.). Five things you should know about cost overrun [Article]. , 118, 174 – 190. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85053110939&doi=10.1016%2fj.tra.2018.07.013&partnerID=40&md5=cd13f2be31569cb897bca8ba4317d0f1> doi: 10.1016/j.tra.2018.07.013
- Fragkakis, N., Lambropoulos, S., y Pantouvakis, J.-P. (s.f.). A computer-aided conceptual cost estimating system for pre-stressed concrete road bridges (Vol. 2) [Book chapter]. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84982920915&doi=10.4018%2f978-1-4666-9619-8.ch024&partnerID=40&md5=813082df57bd346577dfa4a0a2b5a4bc> doi: 10.4018/978-1-4666-9619-8.ch024
- Gallego, C. F. (2004). Cálculo del tamaño de la muestra. *Matronas profesión*, 5(18), 5–13.
- Gardner, B. J., Gransberg, D. D., y Jeong, H. D. (s.f.). Reducing data-collection efforts for conceptual cost estimating at a highway agency [Article]. , 142(11). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84991671388&doi=10.1061%2f%28ASCE%29C0.1943-7862.0001174&partnerID=40&md5=a3f3a3e19de15543a87803eb18595b60> doi: 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001174
- Gobierno del Perú. (2023). Portal de transparencia estándar. Descargado de <https://www.transparencia.gob.pe/>
- Hamilton, A. C., y Westney, R. E. (s.f.). Cost estimating best practices [Conference paper]. En (p. EST021–EST025). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0036350268&partnerID=40&md5=ab0bef9437363cc0a9d82f18baca675d>

- Hastak, M. (2015). Skills and knowledge of cost engineering. AACE International Morgantown, WV.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2004). Metodología de la investigación. McGraw-Hill Interamericana. Descargado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/38911499/Sampieri.pdf?response-content-disposition=inline;filename=Sampieri.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A/20191114/us-east-1/s3/aws4_request&X-Amz-Date=20191114T040308Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-Signature=fdc9164bf28106ccac2bd8276f2b0509b170f31b7c1515e904e436e303b040af
- Hollmann, J. K. (s.f.). Alternate methods for integrated cost & schedule contingency estimating [Conference paper]. En (Vol. 2, p. 1127 – 1136). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-78649269895&partnerID=40&md5=c3e6a42a429eed7f09cce9b67fcef21f>
- Hussain, O. A. I., Moehler, R. C., Walsh, S. D. C., y Ahiaga-Dagbui, D. D. (s.f.). Minimizing cost overrun in rail projects through 5d-bim: A systematic literature review [Review]. , 8(5). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85160245073&doi=10.3390%2finfrastructures8050093&partnerID=40&md5=de90dee06e8cf3f71fa81cb2790b33be> doi: 10.3390/infrastructures8050093
- Ibañez, W. (2012). Manual de costos y presupuestos de obras viales - tomo i (1.ª ed.). Empresa Editora Macro EIRL.
- INVIERTE.PE. (2023). Reporte de seguimiento a la ejecución de inversiones del formato No. 12-B (Inf. Téc.). Ministerio de Economía y Finanzas.
- Jrade, A., y Alkass, S. (s.f.-a). Automated parametric cost estimating model for building projects [Conference paper]. En (Vol. 2005, p. CT-126-1-CT-126-8). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33748959710&partnerID=40&md5=8c7c51404d5848dd9a54fd77dbab5174>
- Jrade, A., y Alkass, S. (s.f.-b). An integrated system for conceptual cost estimating of building projects [Article]. , 44(10), 28 – 35. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-58349095190&partnerID=40&md5=c5545f5070cf8b758f3dbd1c040d748a>
- Kim, H.-J., Seo, Y.-C., y Hyun, C.-T. (s.f.). A hybrid conceptual cost estimating model for large building projects [Article]. , 25, 72 – 81. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84861809811&doi=10.1016%2fj>

- .autcon.2012.04.006&partnerID=40&md5=3f9807ef412690967254b91a68b3bd0b
doi: 10.1016/j.autcon.2012.04.006
- Kinney, C. L., y Soubiran, N. (s.f.). Interactive roadmap to conceptual cost estimating [Article]. , 46(9), 31 – 40. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-75849137481&partnerID=40&md5=84ff01aaf8f63401115e5018602148f4>
- Kitson, B. (s.f.). Developing and calibrating a cost estimating tool-set: An owner's experience [Conference paper]. En (Vol. 1, p. 640 – 651). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84860188399&partnerID=40&md5=af8b7e9a35106665944b611c08a0257b>
- Koch, R. (2013). The 80/20 principle and 92 other powerful laws of nature: the science of success. Hachette UK.
- Lowe, D. J., Emsley, M. W., y Harding, A. (s.f.). Predicting construction cost using multiple regression techniques [Article]. , 132(7), 750 – 758. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-33745325166&doi=10.1061%2f%28ASCE%290733-9364%282006%29132%3a7%28750%29&partnerID=40&md5=41d0423b70cfa45c9d93ca1a4dc163cb> doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2006)132:7(750)
- Marchionni, V., Cabral, M., Amado, C., y Covas, D. (2016). Estimating water supply infrastructure cost using regression techniques. Journal of Water Resources Planning and Management, 142(4), 04016003.
- Marchionni, V., Lopes, N., Mamouros, L., y Covas, D. (2014). Modelling Sewer Systems Costs with Multiple Linear Regression. Water Resour. Manag., 28(13), 4415–4431. Descargado de <https://doi.org/10.1007/s11269-014-0759-z> doi: 10.1007/s11269-014-0759-z
- McCuen, T. L. (s.f.). Bim and cost estimating: A change in the process for determining project costs [Book chapter]. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85020811883&doi=10.1061%2f9780784413982.ch03&partnerID=40&md5=cad8d15b7305678e9dc59a3c34344f9e> doi: 10.1061/9780784413982.ch03
- McCuen, T. L., y Bredehoeft, P. R. (s.f.). Cost estimating in building information modeling: Process development report [Conference paper]. En (Vol. 1, p. 95 – 121). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84881605309&partnerID=40&md5=13b3c90a72c41b65c202a781ae63e9af>

- Membah, J., y Asa, E. (s.f.). Estimating cost for transportation tunnel projects: A systematic literature review [Article]. , 15(3), 196 – 218. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84939807590&doi=10.1080%2f15623599.2015.1067345&partnerID=40&md5=1a5e0b04ff9ba8cee9ac86fd150b82d1> doi: 10.1080/15623599.2015.1067345
- Mena, J. K. (2014). Análisis y propuesta de gestión de presupuestos adicionales para contratos de obras viales (Tesis de Master, Universidad de Piura). Descargado de <https://hdl.handle.net/11042/2443>
- Migliaccio, G., Zandbergen, P., y Martinez, A. (s.f.). Empirical comparison of methods for estimating location cost adjustments factors [Article]. , 31(2). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84988266364&doi=10.1061%2f%28ASCE%29ME.1943-5479.0000240&partnerID=40&md5=1f7f9e9611b1e3a63b86321f8acf0260> doi: 10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000240
- Mileham, A., Currie, G., Miles, A., y Bradford, D. (s.f.). A parametric approach to cost estimating at the conceptual stage of design [Article]. , 4(2), 117 – 125. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84972994832&doi=10.1080%2f09544829308914776&partnerID=40&md5=abd122b2c6e1c131ae0cfc40bf0391cd> doi: 10.1080/09544829308914776
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2018). Reglamento de la ley n-30225, ley de contrataciones de estado [Manual de software informático]. Descargado de https://diariooficial.elperuano.pe/pdf/0022/LEY_CONTRATACIONES_ESTADO_Y_REGLAMENTOv04.pdf
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2020). Pautas para elaborar un expediente técnico más eficiente (Inf. Téc.). Autor.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023a). Banco de inversiones. Descargado de <https://ofi5.mef.gob.pe/invierte/consultapublica/consultainversiones>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023b). Sistema de Seguimiento de Inversiones (SSI). Descargado de <https://ofi5.mef.gob.pe/ssi/ssi/Index>
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2023). Sistema de seguimiento de proyectos (ssp). Descargado de <https://sspfront.vivienda.gob.pe/publica/>
- Monteverde, H., y Pereyra, A. (2019). Reflexiones sobre costos (Vol. 665). Inter-American Development Bank. doi: <http://dx.doi.org/10.18235/0001978>

- Moreno, L., y Tamayo, D. (2020). Análisis de sobre costos presentados en los proyectos, caso contrato “construcción de la avenida tintal desde la avenida bosa hasta la avenida manuel cepeda vargas y obras complementarias–tramo 8, en bogotá, dc, año 2019”. (Tesis de Master no publicada). Universidad Católica de Colombia.
- Oberlender, G., y Trost, S. (s.f.). Predicting accuracy of early cost estimates based on estimate quality [Article]. , 127(3), 173 – 182. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0035335579&doi=10.1061%2f%28ASCE%290733-9364%282001%29127%3a3%28173%29&partnerID=40&md5=ac79b3a21ef4a78fc49ed8776d70a45e> doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2001)127:3(173)
- Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado. (2023). Sistema electrónico de contrataciones del estado (seace). Descargado de <https://prod2.seace.gob.pe/seacebus-uiwd-pub/buscadorPublico/buscadorPublico.xhtml>
- Palomino, W. (2018). Determinación de función de costo en sistemas de agua potable y alcantarillado (Tesis de Master, Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga). Descargado de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/2786>
- Peinado, C., y Saldarriaga, J. (2016). Ecuaciones de costo para el diseño optimizado de redes de agua potable y alcantarillado. Bogotá DC: Universidad de los Andes. Descargado de <http://hdl.handle.net/1992/13956>
- Phaobunjong, K., y Popescu, C. M. (s.f.). Parametric cost estimating model for buildings [Conference paper]. En (p. EST131–EST1312). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-18544393000&partnerID=40&md5=1158c741cb11fd028dd17ae305f7a42d>
- Pillaca Sicha, C. (2018). Aplicación de la teoría de restricciones en la estimación de costos de una red de agua potable (Tesis de Master no publicada). Facultad de Ingeniería Civil.
- Polla, D. (s.f.). Parametric factors as applied to pipeline cost estimating [Article]. , 49(7), 12 – 17. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-34547539263&partnerID=40&md5=9b38ede8a3f008c7bebf30251a047b85>
- Rezgui, Y., El-Sawah, H., y Moselhi, O. (s.f.). Comparative study in the use of neural networks for order of magnitude cost estimating in construction [Article]. , 19, 462 – 473. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84937199872&partnerID=40&md5=1202921def23f6408d205c90a209a842>
- Rodríguez, M. (2021). Reglas generales de presupuestación (Inf. Téc.). AACE.

- Ruiz, R. (2018). La estimación de costos para la toma de decisiones gerenciales (Inf. Téc.). AACE Bolivia Section. Descargado de <https://drive.google.com/file/d/1oq1CB6jGmxLQg9i0oCLPyDQrvKg0JHoK/view> (AACE)
- Sanodiya, J. S., y Rathore, H. (s.f.). Estimating the life cycle cost of a structures-case study [Conference paper]. , 352, 241 – 244. Descargado de https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85174436169&doi=10.1007%2f978-981-99-2676-3_21&partnerID=40&md5=40a68eba28697baf1ae09baf79dc2898 doi: 10.1007/978-981-99-2676-3_21
- Serpell, A. F. (s.f.-a). Improving conceptual cost estimating performance [Conference paper]. En (p. 1 – 6). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-31844454360&partnerID=40&md5=da7ababa11bd075b18290dea6d3508ff>
- Serpell, A. F. (s.f.-b). Modeling projects' scopes for conceptual cost estimating [Conference paper]. En (Vol. 1, p. 491 – 502). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-78649286088&partnerID=40&md5=7004b396a2b7ace0a453fca89fe589c5>
- Shah, J. S. (s.f.). The fifth dimension of bim - cost estimating [Conference paper]. En (Vol. 1, p. 46 – 58). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84860199229&partnerID=40&md5=2321ce05a42f5ca3cbe1612076f7ed35>
- Shehab, T., Farooq, M., Sandhu, S., Nguyen, T.-H., y Nasr, E. (s.f.). Cost estimating models for utility rehabilitation projects: Neural networks versus regression [Article]. , 1(3), 104 – 110. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-82355164236&doi=10.1061%2f%28ASCE%29PS.1949-1204.0000058&partnerID=40&md5=7649e629d18f189bb45af2a143cfb3c3> doi: 10.1061/(ASCE)PS.1949-1204.0000058
- Shehab, T., y Meisami-Fard, I. (s.f.). Cost-estimating model for rubberized asphalt pavement rehabilitation projects [Article]. , 19(4), 496 – 502. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84888034526&doi=10.1061%2f%28ASCE%29IS.1943-555X.0000146&partnerID=40&md5=612a6944bb288bf9014131537bc0acfd> doi: 10.1061/(ASCE)IS.1943-555X.0000146
- Shehab, T., Nasr, E., y Farooq, M. (s.f.). Conceptual cost estimating model for water and sewer projects [Conference paper]. En (p. 367 – 373). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84907352673&doi=10.1061%2f9780784413692.033&partnerID=40&md5=26e9de74409b93d7903cfa5ab95ed139> doi: 10.1061/9780784413692.033

- Sonmez, R. (s.f.). Parametric range estimating of building costs using regression models and bootstrap [Article]. , 134(12), 1011 – 1016. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-56349131859&doi=10.1061%2f%28ASCE%290733-9364%282008%29134%3a12%281011%29&partnerID=40&md5=1583bcace91f918627685a919640f893> doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2008)134:12(1011)
- Sullivan, W. G., Wicks, E. M., y Luxhoj, J. T. (2004). Técnicas de estimación de costos. En Ingeniería económica de degarmo (cap. Capítulo 7). Pearson Educación.
- Supo, J. (2014). Seminarios de investigación científica. Bioestadístico, EIRL.
- Tayefeh Hashemi, S., Ebadati, O. M., y Kaur, H. (s.f.). Cost estimation and prediction in construction projects: a systematic review on machine learning techniques [Review]. , 2(10). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85097756846&doi=10.1007%2fs42452-020-03497-1&partnerID=40&md5=e89445f475050abc6e773bbf39c1c87b> doi: 10.1007/s42452-020-03497-1
- Trost, S. M., y Oberlender, G. D. (s.f.). Predicting accuracy of early cost estimates using factor analysis and multivariate regression [Article]. , 129(2), 198 – 204. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-2642579411&doi=10.1061%2f%28ASCE%290733-9364%282003%29129%3a2%28198%29&partnerID=40&md5=d089d3670a088dc63db731181bd70cbc> doi: 10.1061/(ASCE)0733-9364(2003)129:2(198)
- Uher, T. E. (s.f.). A probabilistic cost estimating model [Article]. , 38(4), 33 – 40. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0030128197&partnerID=40&md5=2b602c5378927dc540d32fc6d0b73520>
- Uppal, K. B. (s.f.-a). Cost estimating, project performance and life cycle [Conference paper]. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84869669751&partnerID=40&md5=0b8da7e35f19ea0bcd37f19c78af7a73>
- Uppal, K. B. (s.f.-b). Project scope of work and cost estimating [Conference paper]. En (Vol. 2, p. 815 – 832). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84881589635&partnerID=40&md5=20a8da8b34670636bd492046a15691f6>
- Vojinovic, Z., y Kecman, V. (s.f.). Modelling empirical data to support project cost estimating: Neural networks versus traditional methods [Article]. , 1(4), 227 – 243. Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84993082457&doi=10.1108%2f14714170110814622&partnerID=40&md5=78d80f5f097a19640debfd3f6ecfd8f> doi: 10.1108/14714170110814622

Referencias bibliográficas

Yang, S.-W., Moon, S.-W., Jang, H., Choo, S., y Kim, S.-A. (s.f.). Parametric method and building information modeling-based cost estimation model for construction cost prediction in architectural planning [Article]. , 12(19). Descargado de <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85140013697&doi=10.3390%2fapp12199553&partnerID=40&md5=de524294754c98f9475787ff905d4ef9> doi: 10.3390/app12199553

*“Toda la miseria del hombre deriva de no poder sentarse
en silencio en un cuarto a solas.”*

— *Blas Pascal*

Anexo

A

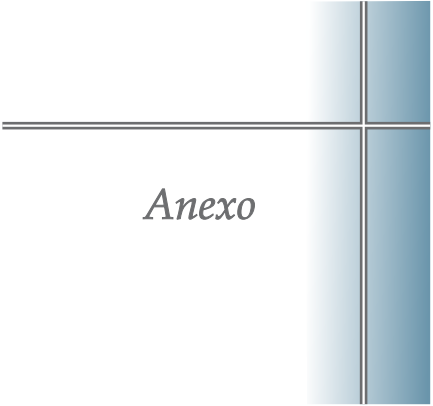
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 48: Matriz de consistencia

TÍTULO: Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023.		
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL
¿De qué manera se puede estimar los sobrecostos en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga?	Estimar los sobrecostos en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga.	Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.
SECUNDARIOS	SECUNDARIOS	SECUNDARIOS
¿De qué manera se puede estimar los sobrecostos de mano de obra en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga?	Estimar los sobrecostos de mano de obra en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga.	Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de mano de obra en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.
¿De qué manera se puede estimar los sobrecostos de materiales en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga?	Estimar los sobrecostos de materiales en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga.	Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de materiales en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.
¿De qué manera se puede estimar los sobrecostos de equipos en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga?	Estimar los sobrecostos de equipos en obras de pavimentación urbana haciendo uso de la metodología del AACE en la provincia de Huamanga.	Los costos obtenidos al aplicar una estimación paramétrica de la metodología del AACE, representan una estimación fiable de los sobrecostos de equipos en obras de pavimentación urbana en la provincia de Huamanga.

Tabla 49: Operacionalización de variables

TÍTULO: Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023.						
VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN OPERACIONAL	SUB-VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE
Sobrecostos	Diferencia existente entre el costo final de la inversión necesaria para realizar un proyecto versus el estimado inicial del mismo con el cual se firma el contrato.	Sobrecostos directos	Sobrecostos de mano de obra	Sobrecosto unitario de Horas Hombre	Sobrecosto en S/.	Numérica continua
			Sobrecostos de materiales	Sobrecosto unitario de materiales	Sobrecosto en S/.	Numérica continua
			Sobrecostos de equipos	Sobrecosto unitario de equipos	Sobrecosto en S/.	Numérica continua



Anexo

B

BASE DE DATOS RECOPIADA

Tabla 50: Base de datos recopilada de proyectos de agua potable

CUI	Modalidad	Proyecto
2201545	Contrata	Ampliacion y Mejoramiento de Agua Potable e Instalacion de Letrinas en Doce Anexos del Centro Poblado de Chontaca, Distrito de Acocro - Huamanga - Ayacucho
2356153	Contrata	Mejoramiento e Instalacion del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales en las Comunidades de Acraybamba Simita y Accoylla, Distrito de Socos - Huamanga - Ayacucho
2300996	Contrata	Creacion de Los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en 09 Asociaciones del Sector de Yanama, Distrito de Carmen Alto - Huamanga - Ayacucho
2304346	Contrata	Ampliacion y Mejoramiento del Servicio de Agua Potable e Instalacion del Servicio de Saneamiento en las Localidades de Cayramayo, Tocondolo, Huayraccasa, Piscococcocha, Huiricella, Minas Corral y Qasa Corral en el Centro Poblado de Ccoñani, Distrito de Ocros
2301890	Contrata	Ampliacion y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable, Instalacion del Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en las Localidades de Anchac Huasi, Mitapa Samanan y San José de Mayobamba, Distrito de Vinchos - Huamanga - Ayacucho
2235398	Contrata	Mejoramiento e Instalacion del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales en las Comunidades de Samana, Acco Capillapata, San Rafael, Luyanta, Sapsi, Cedro, San Lorenzo, Monjapata, Santa Rosa de Cochabamba y Santa Lucia, Distrito de Socos - Huamanga - Ayacucho
2235389	Contrata	Instalacion del Sistema de Alcantarillado y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable de las Comunidades de Qoya Qoya, Paqpapata, Ccollecabamba, Larampuquio, Maucallacta, Pucaloma y Marqari, Distrito de Socos - Huamanga - Ayacucho

Tabla 50: Continúa en la siguiente página

Tabla 50: Continúa de la página anterior

CUI	Modalidad	Proyecto
2337473	Contrata	Creacion , Mejoramiento y Ampliacion de Los Servicios de Agua Potable y Saneamiento Basico de Los Poblados de Ccoisa, Tarwiyucc, Trigoloma y Lecheccocha, Distrito de Acocro - Huamanga - Ayacucho
2327008	Contrata	Mejoramiento y Ampliacion de Los Servicios del Sistema de Agua Potable y Creacion de Saneamiento Rural en las Comunidades de Maraycera, Puitocc, Sallalli y Quishuarcancha, Distrito de Chiara - Huamanga - Ayacucho
2309963	Contrata	Mejoramiento y Creacion del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en las Comunidades de Pumapuquio, Pampamarca Baja y Ccochani, Distrito de Acocro - Huamanga - Ayacucho
2324863	Contrata	Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Creación del Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales en las Localidades de Llahueccmarca, Callejon, Caldera, San Francisco de Occechipa, Cusi Valle San Francisco y San Pedro de Vacahuasi, Distrito de Ocros - Huamanga - Ayacucho
2512181	Directa	Renovación de red de distribución, red de alcantarillado y conexiones domiciliarias; en el(la) Av. Masprone (desde la Av. 26 de enero hasta la Av. Independencia) distrito de Ayacucho, provincia Huamanga, departamento Ayacucho
2321900	Contrata	Mejoramiento y Ampliación de Los Servicios de Agua Potable e Instalación de Unidades Básicas de Saneamiento en las Comunidades de Ccanobamba, Matarilla, Paucarpata y Quichkapata, Distrito de Acos Vinchos - Huamanga - Ayacucho
2331397	Contrata	Mejoramiento y Ampliacion del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario en el Sector de Waychaopampa Parte Alta y Barrio Andamarca de la Comunidad Campesina Andamarca, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2301970	Contrata	Mejoramiento y Ampliacion Red de Agua y Desague en el Margen Derecho e Izquierdo de la Quebrada Chaquihuaycco Entre el Puente Apurimac y el Jr. Los Rosales 1+410M, Distrito de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho

Tabla 50: Continúa en la siguiente página

Tabla 50: Continúa de la página anterior

CUI	Modalidad	Proyecto
2241995	Contrata	Mejoramiento y Creacion del Sistema Drenaje Pluvial de la Av. Carmen Alto, Av. Peru y Jr. Cangallo, Distrito de Carmen Alto - Huamanga - Ayacucho
2330313	Contrata	Mejoramiento y Ampliación del Servicio de Agua Potable y Creación de Unidades Básicas de Saneamiento en 16 Localidades Rurales de la Comunidad de Vinchos, Distrito de Vinchos - Huamanga - Ayacucho
2309997	Contrata	Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Saneamiento Basico Rural en las Localidades de San Jose la Colpa, Chumbes Alta, Ibias, Punkus y Jacaspampa, Distrito de Ocros - Huamanga - Ayacucho
2304938	Contrata	Ampliacion y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable e Instalación del Servicio de Saneamiento en las Localidades de Pampamarca, Pucara, Ccoñani, Chuqllahuayqo y Huaylupata, en el Centro Poblado de Ccoñani, Distrito de Vinchos - Huamanga - Ayacucho
2447130	Contrata	Ampliacion y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable e Instalación del Servicio de Saneamiento en las Localidades de Pampamarca, Pucara, Ccoñani, Chuqllahuayqo y Huaylupata, en el Centro Poblado de Ccoñani, Distrito de Vinchos - Huamanga - Ayacucho
2461368	Contrata	Mejoramiento y Ampliacion del Servicio de Agua Potable y Ubs en las Localidades de Santa Rosa de Yanucasma, San Bartolome de Incapampa, San Jose de Bellavista, Virgen Asuncion de Chaca Puquio, Santa Cruz de Campi y San Juan de Orccohuasi del Distrito de San Jose de Ticllas - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2337867	Contrata	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y Creación de Unidades Básicas de Saneamiento en la Comunidad de Llachoccmayo, Distrito de Chiara - Huamanga - Ayacucho

Tabla 50: Continúa en la siguiente página

Tabla 50: Continúa de la página anterior

CUI	Modalidad	Proyecto
2461367	Contrata	Mejoramiento y Ampliación el Servicio de Agua Potable y Ubs en las Localidades de Villa Santa Rosa de Chulumpampa, Pueblo Libre de Rumihuasi, Buenos Aires de Cochapampa, San Pedro de Campamento, San Juan de Carmen Alto, Molinos y San Martín de Atamparo del Distrito de San José de Ticllas - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2238929	Directa	Creación del Servicio de Protección, Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el Jr. Marte, Primavera, Los Ángeles, Progreso, Luna, Psje las Estrellas, el Sol, Venus y Asteroide del Sector San José, Barrio Santa Ana del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2241941	Directa	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y el Sistema de Alcantarillado en Los Jirones: Arriba Perú, Los Angeles, Rasuwillca, Domingo Nieto, Berlín y Calle S/N, del Distrito de Ayacucho,, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2306561	Directa	Mejoramiento y Ampliación de Los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en el Jr. Argentina, Prol. Chorro, Jr. 1Ro de Mayo, Jr. San Cristobal y el Jr. Ciro Alegria del Barrio Belen del Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2309174	Directa	Creación de Graderías para el Servicio de Transitabilidad Peatonal en Los Pasajes José Olaya, Cerro Verde y Simón Bolívar del Sector Río Seco, Barrio Yuracc Yuracc en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2326378	Directa	Creación de Pistas y Veredas para Mejorar el Sistema de Transitabilidad Peatonal y Vehicular en la Asociación Pro-Vivienda Santa Lucía, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2339920	Directa	Mejoramiento del Servicio de Agua Potable en la Asociación Pobladores Sector Pisco Tambo del Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho

Tabla 50: Continúa en la siguiente página

Tabla 50: Continúa de la página anterior

CUI	Modalidad	Proyecto
2359203	Directa	Mejoramiento y Ampliación de Los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario Hatun Yaku para la Localidades de Mollepata Iii y Anexos, en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2471302	Directa	Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Peatonal y Vehicular en el Jr. Mariscal Cáceres, Pasaje Madrid del Barrio Santa Ana, Pasaje Crisostomo, Pasaje Tomás Bellido en el Aa.Hh. Túpac Amaru, Pasaje Los Licenciados en la Asoc Los Licenciados y Pasaje Amauta S/N - 091040 del Barrio la Libertad, Pasaje Cangallo de la Urb Maria Parado de Bellido del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2474271	Directa	Creacion de Pistas, Veredas y Graderías en Los Jirones Prol. Pokra, Santiago de Trigos, Mirador, Av. Perú y Calle S/N (02), Psje. S/N (08/) en el Aa.Hh Alto Perú del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2481658	Directa	Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal en la Asociación 16 de Abril del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2484809	Directa	Mejoramiento y Rehabilitación de la Av. Mariscal Cáceres de la Intersección Quebrada Tarahuaycco-Jr. Faucett Ultima Cuadra del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2179837	Directa	Creación de pistas y veredas en el Jr. Venezuela cuadras 2da, 3ra y 4ta del Pueblo Joven de La Libertad y Pueblo Joven El Calvario, del distrito de Ayacucho , provincia de Huamanga - Ayacucho
2236132	Directa	Creación de pistas y veredas en el jiron, pasaje y prolongacion Huanca solar, jiron Ucayali (1ra cuadra), pasajes Nery García Zarate, Los Rosales, Primavera y Quinuapata en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga - Ayacucho

Tabla 50: Final de la página anterior

Tabla 51: Base de datos recopilada de proyectos de alcantarillado

CUI	Modalidad	Proyecto
2356153	Contrata	Mejoramiento e Instalacion del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales en las Comunidades de Acraybamba Simita y Accoylla, Distrito de Socos - Huamanga - Ayacucho
2201545	Contrata	Ampliacion y Mejoramiento de Agua Potable e Instalacion de Letrinas en Doce Anexos del Centro Poblado de Chontaca, Distrito de Acocro - Huamanga - Ayacucho
2300996	Contrata	Creacion de Los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en 09 Asociaciones del Sector de Yanama, Distrito de Carmen Alto - Huamanga - Ayacucho
2301890	Contrata	Ampliacion y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable, Instalacion del Sistema de Alcantarillado y Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en las Localidades de Anchac Huasi, Mitapa Samanan y San José de Mayobamba, Distrito de Vinchos - Huamanga - Ayacucho
2235398	Contrata	Mejoramiento e Instalacion del Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales en las Comunidades de Samana, Acco Capillapata, San Rafael, Luyanta, Sapsi, Cedro, San Lorenzo, Monjapata, Santa Rosa de Cochabamba y Santa Lucia, Distrito de Socos - Huamanga - Ayacucho
2327008	Contrata	Mejoramiento y Ampliacion de Los Servicios del Sistema de Agua Potable y Creacion de Saneamiento Rural en las Comunidades de Maraycera, Puitocc, Sallalli y Quishuarcancha, Distrito de Chiara - Huamanga - Ayacucho
2309963	Contrata	Mejoramiento y Creacion del Servicio de Agua Potable y Saneamiento en las Comunidades de Pumapuquio, Pampamarca Baja y Ccochani, Distrito de Acocro - Huamanga - Ayacucho

Tabla 51: Continúa en la siguiente página

Tabla 51: Continúa de la página anterior

CUI	Modalidad	Proyecto
2324863	Contrata	Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Creación del Sistema de Alcantarillado y Tratamiento de Aguas Residuales en las Localidades de Llahueccmarca, Callejon, Caldera, San Francisco de Occechipa, Cusi Valle San Francisco y San Pedro de Vacahuasi, Distrito de Ocros - Huamanga - Ayacucho
2331397	Contrata	Mejoramiento y Ampliacion del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario en el Sector de Waychaopampa Parte Alta y Barrio Andamarca de la Comunidad Campesina Andamarca, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2301970	Contrata	Mejoramiento y Ampliacion Red de Agua y Desague en el Margen Derecho e Izquierdo de la Quebrada Chaquihuaycco Entre el Puente Apurimac y el Jr. Los Rosales 1+410M, Distrito de San Juan Bautista - Huamanga - Ayacucho
2241995	Contrata	Mejoramiento y Creacion del Sistema Drenaje Pluvial de la Av. Carmen Alto, Av. Peru y Jr. Cangallo, Distrito de Carmen Alto - Huamanga - Ayacucho
2309997	Contrata	Mejoramiento del Servicio de Agua Potable y Saneamiento Basico Rural en las Localidades de San Jose la Colpa, Chumbes Alta, Ibias, Punkus y Jacaspampa, Distrito de Ocros - Huamanga - Ayacucho
2461368	Contrata	Mejoramiento y Ampliacion del Servicio de Agua Potable y Ubs en las Localidades de Santa Rosa de Yanucasma, San Bartolome de Incapampa, San Jose de Bellavista, Virgen Asuncion de Chaca Puquio, Santa Cruz de Campi y San Juan de Orccohuasi del Distrito de San Jose de Ticllas - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2461367	Contrata	Mejoramiento y Ampliacion el Servicio de Agua Potable y Ubs en las Localidades de Villa Santa Rosa de Chullumpampa, Pueblo Libre de Rumihuasi, Buenos Aires de Cochapampa, San Pedro de Campamento, San Juan de Carmen Alto, Molinos y San Martin de Atamparo del Distrito de San Jose de Ticllas - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho

Tabla 51: Continúa en la siguiente página

Tabla 51: Continúa de la página anterior

CUI	Modalidad	Proyecto
2238929	Directa	Creacion del Servicio de Protección, Transitabilidad Vehicular y Peatonal en el Jr. Marte, Primavera, Los Ángeles, Progreso, Luna, Psje las Estrellas, el Sol, Venus y Asteroide del Sector San José, Barrio Santa Ana del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2241941	Directa	Mejoramiento y Ampliación del Sistema de Agua Potable y el Sistema de Alcantarillado en Los Jirones: Arriba Perú, Los Angeles, Rasuñilla, Domingo Nieto, Berlín y Calle S/N, del Distrito de Ayacucho,, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2306561	Directa	Mejoramiento y Ampliacion de Los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en el Jr. Argentina, Prol. Chorro, Jr. 1Ro de Mayo, Jr. San Cristobal y el Jr. Ciro Alegria del Barrio Belen del Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2309174	Directa	Creacion de Graderías para el Servicio de Transitabilidad Peatonal en Los Pasajes José Olaya, Cerro Verde y Simón Bolívar del Sector Río Seco, Barrio Yuracc Yuracc en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2326378	Directa	Creacion de Pistas y Veredas para Mejorar el Sistema de Transitabilidad Peatonal y Vehicular en la Asociacion Pro-Vivienda Santa Lucia, Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2359203	Directa	Mejoramiento y Ampliación de Los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario Hatun Yaku para la Localidades de Mollepata Iii y Anexos, en el Distrito de Ayacucho, Provincia de Huamanga - Ayacucho
2471302	Directa	Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Peatonal y Vehicular en el Jr. Mariscal Cáceres, Pasaje Madrid del Barrio Santa Ana, Pasaje Crisostomo, Pasaje Tomás Bellido en el Aa.Hh. Túpac Amaru, Pasaje Los Licenciados en la Asoc Los Licenciados y Pasaje Amauta S/N - 091040 del Barrio la Libertad, Pasaje Cangallo de la Urb Maria Parado de Bellido del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho

Tabla 51: Continúa en la siguiente página

Tabla 51: Continúa de la página anterior

CUI	Modalidad	Proyecto
2474271	Directa	Creacion de Pistas, Veredas y Graderías en Los Jirones Prol. Pokra, Santiago de Trigos, Mirador, Av. Perú y Calle S/N (02), Psje. S/N (08/) en el Aa.Hh Alto Perú del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2481658	Directa	Mejoramiento del Servicio de Transitabilidad Vehicular y Peatonal en la Asociación 16 de Abril del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho
2484809	Directa	Mejoramiento y Rehabilitación de la Av. Mariscal Cáceres de la Intersección Quebrada Tarahuaycco-Jr. Faucett Ultima Cuadra del Distrito de Ayacucho - Provincia de Huamanga - Departamento de Ayacucho

Tabla 51: Final de la página anterior

ANÁLISIS NUMÉRICO DEL PRINCIPIO DE PARETO

Tabla 52: Análisis numérico de partidas de redes de agua potable del principio de Pareto

CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2201545	Costo de partida	25,789.98	5,230.97	2,688.83	2,575.98	300.24	36,586.00
	Porcentaje de incidencia	70.5 %	14.3 %	7.3 %	7.0 %	0.8 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	70.5 %	84.8 %	92.1 %	99.2 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2356153	Costo de partida	59,795.95	13,951.69	2,254.46	2,012.92	164.02	78,179.02
	Porcentaje de incidencia	74.8 %	18.1 %	3.6 %	3.3 %	0.2 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	74.8 %	92.9 %	96.5 %	99.8 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2300996	Costo de partida	2,363,611.15	780,005.43	159,061.56	55,892.91	38,399.90	3,396,970.94
	Porcentaje de incidencia	69.6 %	23.0 %	4.7 %	1.6 %	1.1 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	69.6 %	92.5 %	97.2 %	98.9 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2304346	Costo de partida	45,170.85	13,617.85	7,307.39	998.08	847.72	67,941.88
	Porcentaje de incidencia	65.6 %	20.0 %	10.9 %	1.8 %	1.6 %	100.0 %

Donde: (1)-Trab. preliminar, (2)-Mov. de tierras, (3)-Inst. tuberías, (4)-Prueb. hidrául., (5)-Accesorios

Tabla 52: Continúa en la siguiente página

Tabla 52: Continúa de la página anterior

	Porcentaje acumulado	65.6 %	85.7 %	96.6 %	98.4 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2301890	Costo de partida	137763.26	20615.9	10505.34	9670.98	1496.17	180,051.65
	Porcentaje de incidencia	76.5 %	11.4 %	5.8 %	5.4 %	0.8 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	76.5 %	88.0 %	93.8 %	99.2 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2235398	Costo de partida	75,832.54	15,142.80	4,432.48	3,413.52	243.34	99,064.67
	Porcentaje de incidencia	74.3 %	15.7 %	5.4 %	4.4 %	0.2 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	74.3 %	90.0 %	95.4 %	99.8 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2235389	Costo de partida	28264.05	3357.12	2176.14	1901.57	1516.87	37,215.75
	Porcentaje de incidencia	75.9 %	9.0 %	5.8 %	5.1 %	4.1 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	75.9 %	85.0 %	90.8 %	95.9 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2337473	Costo de partida	78,262.78	11,189.75	5,389.90	4,628.84	130.41	99,601.69
	Porcentaje de incidencia	78.5 %	11.2 %	5.4 %	4.7 %	0.2 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	78.5 %	89.7 %	95.2 %	99.8 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2327008	Costo de partida	276,524.19	55,092.93	17,020.37	9,346.00	821.97	358,805.46
	Porcentaje de incidencia	75.3 %	15.7 %	5.4 %	3.4 %	0.2 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	75.3 %	91.0 %	96.4 %	99.8 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2309963	Costo de partida	751,182.72	139,835.22	52,516.31	23,844.61	329.3	967,708.17
	Porcentaje de incidencia	76.0 %	14.8 %	6.0 %	3.2 %	0.0 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	76.0 %	90.7 %	96.8 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(4)	(1)	(5)	Total
2324863	Costo de partida	165,605.23	55,767.88	7,526.26	3,881.40	1017.04	233,797.80
	Porcentaje de incidencia	68.9 %	23.9 %	4.1 %	2.6 %	0.4 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	68.9 %	92.8 %	97.0 %	99.6 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(4)	(1)	(5)	Total
2512181	Costo de partida	103,825.88	39,901.04	4,737.96	4,726.48	0	153,191.36
	Porcentaje de incidencia	67.8 %	26.0 %	3.1 %	3.1 %	0.0 %	100.0 %

Donde: (1)-Trab. preliminar, (2)-Mov. de tierras, (3)-Inst. tuberías, (4)-Prueb. hidrául., (5)-Accesorios

Tabla 52: Continúa en la siguiente página

Tabla 52: Continúa de la página anterior

	Porcentaje acumulado	57.7 %	84.0 %	91.5 %	98.9 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2321900	Costo de partida	151,652.78	27,110.88	7,556.41	3,444.74	1092.23	190,857.04
	Porcentaje de incidencia	77.8 %	14.5 %	4.6 %	2.5 %	0.6 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	77.8 %	92.3 %	96.9 %	99.4 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(5)	(1)	(4)	Total
2331397	Costo de partida	85617.7864	43962.7853	27186.2008	18400.5484	3978.2932	179,145.61
	Porcentaje de incidencia	47.8 %	24.5 %	15.2 %	10.3 %	2.2 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	47.8 %	72.3 %	87.5 %	97.8 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(5)	(1)	(4)	Total
2301970	Costo de partida	353,533.61	105,550.50	16,127.45	13,554.50	8,345.68	497,111.75
	Porcentaje de incidencia	70.1 %	21.2 %	3.6 %	3.1 %	2.1 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	70.1 %	91.3 %	94.9 %	97.9 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(5)	(1)	(4)	Total
2241995	Costo de partida	691299.27	160814.23	31519.92	24448.31	8979.5	917,061.23
	Porcentaje de incidencia	75.4 %	17.5 %	3.4 %	2.7 %	1.0 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	75.4 %	92.9 %	96.4 %	99.0 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2330313	Costo de partida	65,373.20	10,332.37	7,119.59	2,233.60	657.75	85,716.53
	Porcentaje de incidencia	74.5 %	12.3 %	8.7 %	3.2 %	1.4 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	74.5 %	86.8 %	95.5 %	98.6 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2309997	Costo de partida	46,343.55	18,078.69	3,880.73	3,719.89	683.05	72,705.89
	Porcentaje de incidencia	61.3 %	24.9 %	6.6 %	6.4 %	0.9 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	61.3 %	86.1 %	92.7 %	99.1 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2304938	Costo de partida	200,387.45	53,099.94	5,685.21	2,692.99	1294.74	263,160.33
	Porcentaje de incidencia	75.5 %	20.2 %	2.5 %	1.3 %	0.5 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	75.5 %	95.7 %	98.2 %	99.5 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(3)	(2)	(4)	(1)	(5)	Total
2447130	Costo de partida	208748.78	127090.98	9571.71	3190.58	1113.57	349,715.62
	Porcentaje de incidencia	59.7 %	36.3 %	2.7 %	0.9 %	0.3 %	100.0 %

Donde: (1)-Trab. preliminar, (2)-Mov. de tierras, (3)-Inst. tuberías, (4)-Prueb. hidrául., (5)-Accesorios

Tabla 52: Continúa en la siguiente página

Tabla 52: Continúa de la página anterior

	Porcentaje acumulado	59.7 %	96.0 %	98.8 %	99.7 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2461368	Costo de partida	195142.31	15053.74	6668.84	5521.79	243.34	222,630.02
	Porcentaje de incidencia	87.7 %	6.8 %	3.0 %	2.5 %	0.1 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	85.8 %	94.4 %	97.3 %	99.7 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2337867	Costo de partida	375,343.99	105,215.49	31,527.49	15,314.53	496.66	527,898.14
	Porcentaje de incidencia	69.4 %	20.1 %	6.7 %	3.7 %	0.1 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	69.4 %	89.5 %	96.2 %	99.9 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(4)	(1)	(5)	Total
2461367	Costo de partida	43,723.70	17,821.11	4,515.23	3,376.26	328.8	69,765.09
	Porcentaje de incidencia	59.7 %	25.5 %	7.9 %	6.4 %	0.4 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	59.7 %	85.2 %	93.1 %	99.6 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(5)	(4)	(1)	Total
2238929	Costo de partida	813.36	483.58	469.28	159.98	23.88	1,926.21
	Porcentaje de incidencia	43.9 %	24.8 %	23.9 %	6.0 %	1.4 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	43.9 %	68.7 %	92.7 %	98.6 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(5)	(4)	(1)	Total
2241941	Costo de partida	100,830.99	59,580.74	31,090.77	7,857.47	1293.06	199,359.97
	Porcentaje de incidencia	49.2 %	29.5 %	15.9 %	4.8 %	0.6 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	49.2 %	78.7 %	94.6 %	99.4 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(5)	(1)	(4)	Total
2306561	Costo de partida	66661.11	34555.96	23288.85	8662.62	3771.37	133,168.54
	Porcentaje de incidencia	56.6 %	24.5 %	10.0 %	7.1 %	1.8 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	56.6 %	81.1 %	91.1 %	98.2 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(5)	(3)	(2)	(4)	(1)	Total
2309174	Costo de partida	4,514.06	3,549.95	2,988.72	174.43	136.30	11,363.47
	Porcentaje de incidencia	39.4 %	31.0 %	26.2 %	1.9 %	1.6 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	39.4 %	70.4 %	96.6 %	98.4 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(3)	(2)	(5)	(4)	(1)	Total
2326378	Costo de partida	4,100.26	2,704.38	1,124.75	440.30	- 18.72	8,350.96
	Porcentaje de incidencia	47.3 %	31.6 %	13.9 %	6.2 %	1.0 %	100.0 %

Donde: (1)-Trab. preliminar, (2)-Mov. de tierras, (3)-Inst. tuberías, (4)-Prueb. hidrául., (5)-Accesorios

Tabla 52: Continúa en la siguiente página

Tabla 52: Continúa de la página anterior

	Porcentaje acumulado	47.3 %	78.9 %	92.8 %	99.0 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(4)	(1)	(5)	Total
2339920	Costo de partida	92,883.24	47,292.09	3,376.74	2,659.38	0	146,211.45
	Porcentaje de incidencia	62.4 %	32.1 %	3.0 %	2.5 %	0.0 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	62.4 %	94.5 %	97.5 %	100.0 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(1)	(4)	(5)	Total
2359203	Costo de partida	612717.32	190386.52	25334.94	20267.96	8188.52	856,895.26
	Porcentaje de incidencia	71.5 %	22.2 %	3.0 %	2.4 %	1.0 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	71.5 %	93.7 %	96.7 %	99.0 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(5)	(3)	(1)	(4)	Total
2471302	Costo de partida	47,700.88	21,181.03	18,894.10	4,180.01	1,451.30	93,407.31
	Porcentaje de incidencia	50.5 %	22.6 %	20.2 %	4.8 %	1.9 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	50.5 %	73.1 %	93.3 %	98.1 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(5)	(1)	(3)	(4)	Total
2474271	Costo de partida	50,335.04	3,928.65	2,389.36	1,595.84	318.83	58,567.72
	Porcentaje de incidencia	85.5 %	6.8 %	4.2 %	2.8 %	0.7 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	85.5 %	92.3 %	96.5 %	99.3 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(5)	(4)	(1)	Total
2481658	Costo de partida	73,723.79	28,609.78	10,856.41	2,761.85	1,731.18	117,683.01
	Porcentaje de incidencia	61.4 %	24.2 %	9.5 %	2.9 %	2.0 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	61.4 %	85.6 %	95.2 %	98.0 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(5)	(1)	(4)	Total
2484809	Costo de partida	44879.34	11479.55	5011.06	4359.11	370.41	66,099.47
	Porcentaje de incidencia	63.9 %	22.2 %	7.1 %	6.2 %	0.5 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	63.9 %	86.1 %	93.2 %	99.5 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(5)	(1)	(4)	Total
2179837	Costo de partida	19083.38	6986.18	6857.78	623.13	549.82	34,100.29
	Porcentaje de incidencia	56.0 %	20.5 %	20.1 %	1.8 %	1.6 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	56.0 %	76.4 %	96.6 %	98.4 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(5)	(1)	(4)	Total
2236132	Costo de partida	36929.19	15062.31	10886	1348.66	975.7	65,201.86
	Porcentaje de incidencia	56.6 %	23.1 %	16.7 %	2.1 %	1.5 %	100.0 %

Donde: (1)-Trab. preliminar, (2)-Mov. de tierras, (3)-Inst. tuberías, (4)-Prueb. hidrául., (5)-Accesorios

Tabla 52: Continúa en la siguiente página

Tabla 52: Continúa de la página anterior

Porcentaje acumulado	56.6 %	79.7 %	96.4 %	98.5 %	100.0 %	100.0 %
-------------------------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

Tabla 52: Final de la página anterior

Tabla 53: Análisis numérico del partidas de redes de alcantarillado principio de Pareto

CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(5)	(1)	Total
2356153	Costo de partida	153,505.07	63,885.76	35,242.84	2,774.96	2,504.39	257,913.04
	Porcentaje de incidencia	59.1 %	24.7 %	13.7 %	1.3 %	1.2 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	59.1 %	83.8 %	97.5 %	98.8 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(5)	(1)	Total
2201545	Costo de partida	180,753.25	113,300.07	86,787.03	5,415.46	4,707.85	390,963.64
	Porcentaje de incidencia	45.9 %	28.9 %	22.2 %	1.6 %	1.4 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	45.9 %	74.8 %	97.0 %	98.6 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(1)	(5)	Total
2300996	Costo de partida	3,967,030.94	1,285,735.53	1,207,101.42	160,611.47	53,108.12	6,673,587.52
	Porcentaje de incidencia	59.4 %	19.3 %	18.1 %	2.4 %	0.8 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	59.4 %	78.7 %	96.8 %	99.2 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(1)	(5)	Total
2301890	Costo de partida	326750.45	157369.59	89439.25	12601.37	7759.79	593,920.45
	Porcentaje de incidencia	55.0 %	26.5 %	15.1 %	2.1 %	1.3 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	55.0 %	81.5 %	96.6 %	98.7 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(4)	(2)	(3)	(1)	(5)	Total
2235398	Costo de partida	99,317.71	59,664.15	37,608.71	3,166.21	3,150.13	202,906.90
	Porcentaje de incidencia	48.4 %	29.2 %	18.6 %	1.9 %	1.9 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	48.4 %	77.6 %	96.2 %	98.1 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(4)	(2)	(3)	(1)	(5)	Total
2327008	Costo de partida	97796.36	87007.52	61694.22	2720.45	2624.66	251,843.21
	Porcentaje de incidencia	38.8 %	34.5 %	24.5 %	1.1 %	1.0 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	38.8 %	73.4 %	97.9 %	99.0 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(5)	(1)	Total
2309963	Costo de partida	254236.94	147631.97	95499.5	7580.9	6057.8	511,007.11
	Porcentaje de incidencia	49.8 %	28.9 %	18.7 %	1.5 %	1.2 %	100.0 %

Donde: (1)-Trab. preliminar, (2)-Mov. de tierras, (3)-Inst. tuberías, (4)-Construc. buzones, (5)-Prueb. hidrául.

Tabla 53: Continúa en la siguiente página

Tabla 53: Continúa de la página anterior

	Porcentaje acumulado	49.8 %	78.6 %	97.3 %	98.8 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(1)	(5)	Total
2324863	Costo de partida	189,881.15	106,914.21	74,152.84	8,628.65	4,875.05	384,451.91
	Porcentaje de incidencia	48.9 %	27.7 %	19.3 %	2.5 %	1.6 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	48.9 %	76.6 %	95.9 %	98.4 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(1)	(5)	Total
2331397	Costo de partida	392,439.69	387,594.88	173,047.05	27,622.64	11,246.90	991,951.16
	Porcentaje de incidencia	39.3 %	38.8 %	17.5 %	3.0 %	1.4 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	39.3 %	78.1 %	95.6 %	98.6 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(4)	(2)	(3)	(5)	(1)	Total
2301970	Costo de partida	716552.55	663892.39	485502.13	25520.50	17985.18	1,909,452.75
	Porcentaje de incidencia	37.5 %	34.8 %	25.4 %	1.3 %	0.9 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	37.5 %	72.3 %	97.7 %	99.1 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(4)	(1)	(5)	Total
2241995	Costo de partida	1205089.23	423545.03	378858.33	24997.09	9052.29	2,041,541.97
	Porcentaje de incidencia	59.0 %	20.7 %	18.6 %	1.2 %	0.4 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	59.0 %	79.8 %	98.3 %	99.6 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(5)	(1)	Total
2309997	Costo de partida	50058.10	34825.43	30684.63	2840.55	1439.6	119,848.31
	Porcentaje de incidencia	41.8 %	29.1 %	25.6 %	2.4 %	1.2 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	41.8 %	70.8 %	96.4 %	98.8 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(5)	(1)	Total
2461368	Costo de partida	115914.47	39235.62	27754.66	4028.65	3980.88	190,914.28
	Porcentaje de incidencia	60.7 %	20.6 %	14.5 %	2.1 %	2.1 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	60.7 %	81.3 %	95.8 %	97.9 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	Total
2461367	Costo de partida	161079.03	71693.37	47679.36	13267.83	7943.04	301,662.63
	Porcentaje de incidencia	53.4 %	23.8 %	15.8 %	4.4 %	2.6 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	53.4 %	77.2 %	93.0 %	97.4 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(4)	(3)	(2)	(1)	(5)	Total
2238929	Costo de partida	13151.77	2482.35	2381.73	89.79	58.66	18,164.30
	Porcentaje de incidencia	72.4 %	13.7 %	13.1 %	0.5 %	0.3 %	100.0 %

Donde: (1)-Trab. preliminar, (2)-Mov. de tierras, (3)-Inst. tuberías, (4)-Construc. buzones, (5)-Prueb. hidrául.

Tabla 53: Continúa en la siguiente página

Tabla 53: Continúa de la página anterior

	Porcentaje acumulado	72.4 %	86.1 %	99.2 %	99.7 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(5)	(1)	Total
2241941	Costo de partida	114931.57	31853.8	26605.27	5646.55	733.37	179,770.56
	Porcentaje de incidencia	63.9 %	17.7 %	14.8 %	3.1 %	0.4 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	63.9 %	81.7 %	96.5 %	99.6 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(4)	(2)	(3)	(1)	(5)	Total
2306561	Costo de partida	117856.5402	33557.1105	34914.7929	10007.8744	1556.5688	257,892.89
	Porcentaje de incidencia	45.7 %	36.3 %	13.5 %	3.9 %	0.6 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	45.7 %	82.0 %	95.5 %	99.4 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(4)	(2)	(3)	(5)	(1)	Total
2309174	Costo de partida	8508.48	4646.48	4068.26	315.41	85.67	17,624.30
	Porcentaje de incidencia	48.3 %	26.4 %	23.1 %	1.8 %	0.5 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	48.3 %	74.6 %	97.7 %	99.5 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(4)	(3)	(2)	(5)	(1)	Total
2326378	Costo de partida	5143.16	3304.8	1473.5	1095.6	266.43	11,283.49
	Porcentaje de incidencia	45.6 %	29.3 %	13.1 %	9.7 %	2.4 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	45.6 %	74.9 %	87.9 %	97.6 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(5)	(1)	Total
2359203	Costo de partida	4024833.72	1472168.58	1227493.77	103492.61	99365.6	6,927,354.28
	Porcentaje de incidencia	58.1 %	21.3 %	17.7 %	1.5 %	1.4 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	58.1 %	79.4 %	97.1 %	98.6 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(4)	(2)	(3)	(1)	(5)	Total
2471302	Costo de partida	63,185.07	54,081.07	27,623.19	7,127.86	1,399.52	153,416.72
	Porcentaje de incidencia	41.3 %	35.3 %	18.0 %	4.6 %	0.8 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	41.3 %	76.6 %	94.6 %	99.2 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(1)	(5)	Total
2474271	Costo de partida	50414.76	20470.57	4528.96	2469.06	398.53	78,281.88
	Porcentaje de incidencia	64.4 %	26.1 %	5.8 %	3.2 %	0.5 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	64.4 %	90.6 %	96.3 %	99.5 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(4)	(3)	(1)	(5)	Total
2481658	Costo de partida	132695.99	53630.7746	45411.2805	17732.17	3707.1989	253,177.41
	Porcentaje de incidencia	52.4 %	21.2 %	17.9 %	7.0 %	1.5 %	100.0 %

Donde: (1)-Trab. preliminar, (2)-Mov. de tierras, (3)-Inst. tuberías, (4)-Construc. buzones, (5)-Prueb. hidrául.

Tabla 53: Continúa en la siguiente página

Tabla 53: Continúa de la página anterior

	Porcentaje acumulado	52.4 %	73.6 %	91.5 %	98.5 %	100.0 %	100.0 %
CUI	Partida	(2)	(3)	(4)	(1)	(5)	Total
2484809	Costo de partida	78,624.57	37,881.81	31,916.77	10,315.61	594.37	159,333.14
	Porcentaje de incidencia	49.2 %	23.8 %	20.0 %	6.5 %	0.5 %	100.0 %
	Porcentaje acumulado	49.2 %	73.0 %	93.0 %	99.5 %	100.0 %	100.0 %

Tabla 53: Final de la página anterior

ANÁLISIS DE REGRESIÓN

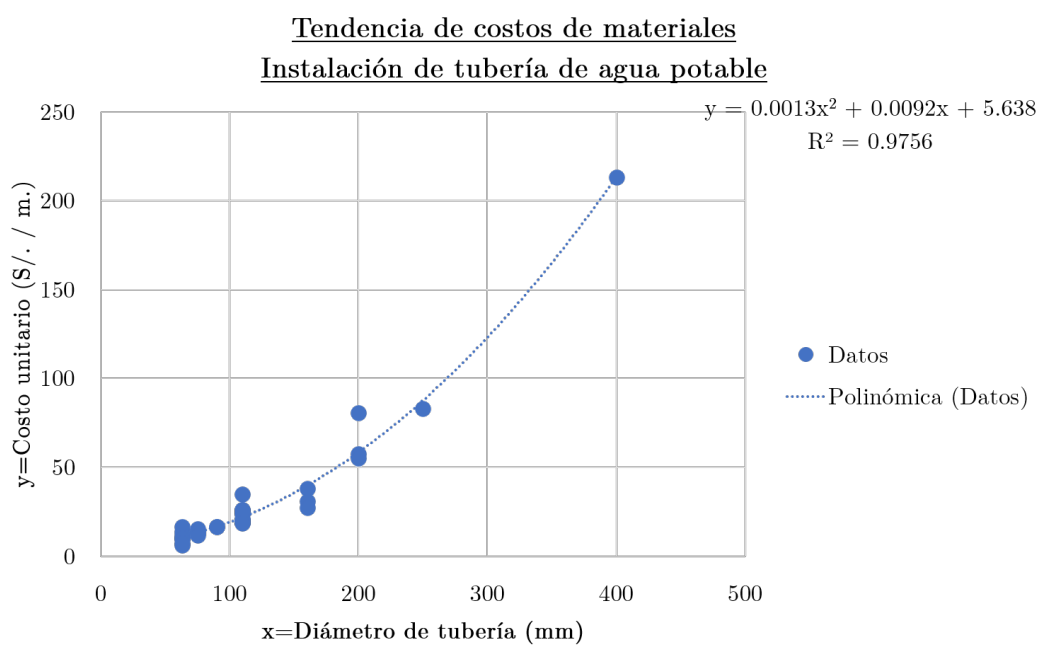


Figura 39: Tendencia de los costos de materiales en instalación de tuberías de agua potable

Tabla 54: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de materiales en instalación de tuberías de agua potable

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.94598652							
Coefficiente de determinación R^2	0.8948905							
R^2 ajustado	0.89238789							
Error típico	10.8315426							
Observaciones	44							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	41952.498	41952.49845	357.5832817	3.6743E-22			
Residuos	42	4927.5372	117.3223151					
Total	43	46880.036						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-30.1765683	3.4846253	-8.65991761	6.85039E-11	-37.20882693	-23.14431	-37.20883	-23.14431
Variable X 1	0.50930354	0.0269332	18.9098726	3.6743E-22	0.454950125	0.563657	0.4549501	0.563657

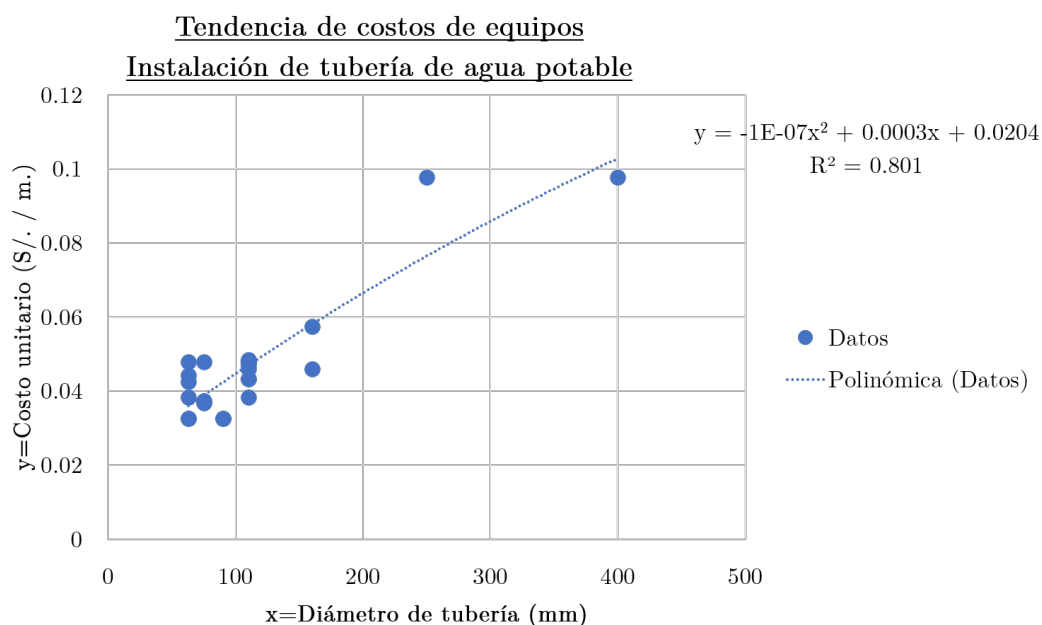


Figura 40: Tendencia de los costos de equipos en instalación de tuberías de agua potable

Tabla 55: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en instalación de tuberías de agua potable

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.89313498							
Coefficiente de determinación R^2	0.79769009							
R^2 ajustado	0.78889401							
Error típico	0.00755307							
Observaciones	25							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0.0051736	0.00517359	90.68696755	1.90691E-09			
Residuos	23	0.0013121	5.70489E-05					
Total	24	0.0064857						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.02416856	0.0028598	8.451208317	1.65203E-08	0.018252664	0.0300845	0.0182527	0.0300845
Variable X 1	0.00020263	2.128E-05	9.522970521	1.90691E-09	0.000158613	0.0002466	0.0001586	0.0002466

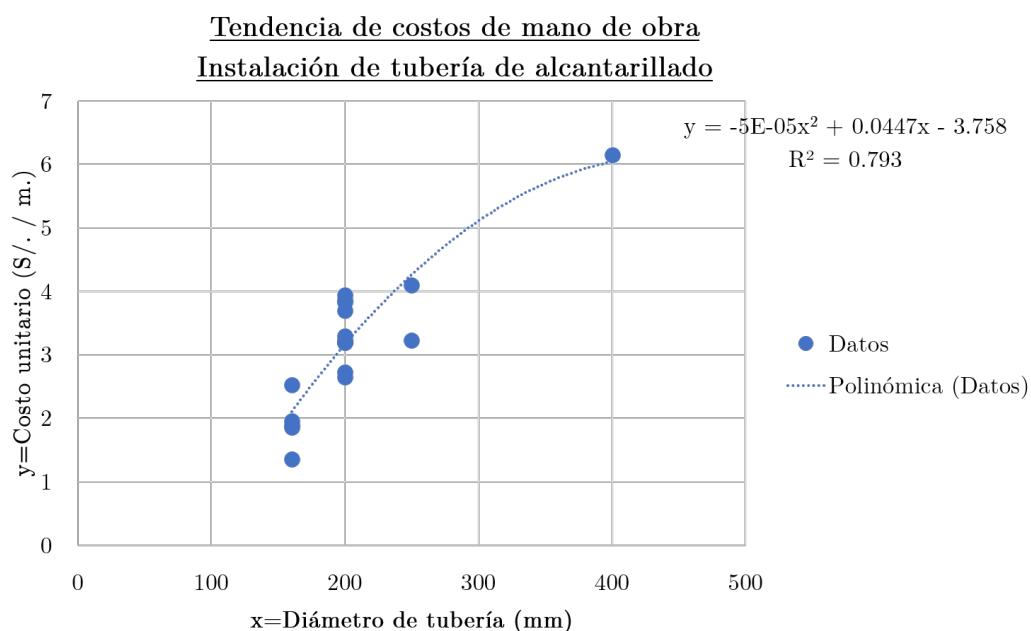


Figura 41: Tendencia de los costos de mano de obra en instalación de tuberías de alcantarillado

Tabla 56: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de mano de obra en instalación de tuberías de alcantarillado

<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente de correlación múltiple	0.86489326				
Coefficiente de determinación R ²	0.74804036				
R ² ajustado	0.7332192				
Error típico	0.55224672				
Observaciones	19				

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	15.392503	15.39250314	50.4711225	1.76712E-06
Residuos	17	5.1845994	0.304976438		
Total	18	20.577103			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-0.36300949	0.5108108	-0.7106535	0.48693508	-1.440726094	0.7147071	-1.440726	0.7147071
Variable X 1	0.0171271	0.0024108	7.104303098	1.76712E-06	0.012040743	0.0222135	0.0120407	0.0222135

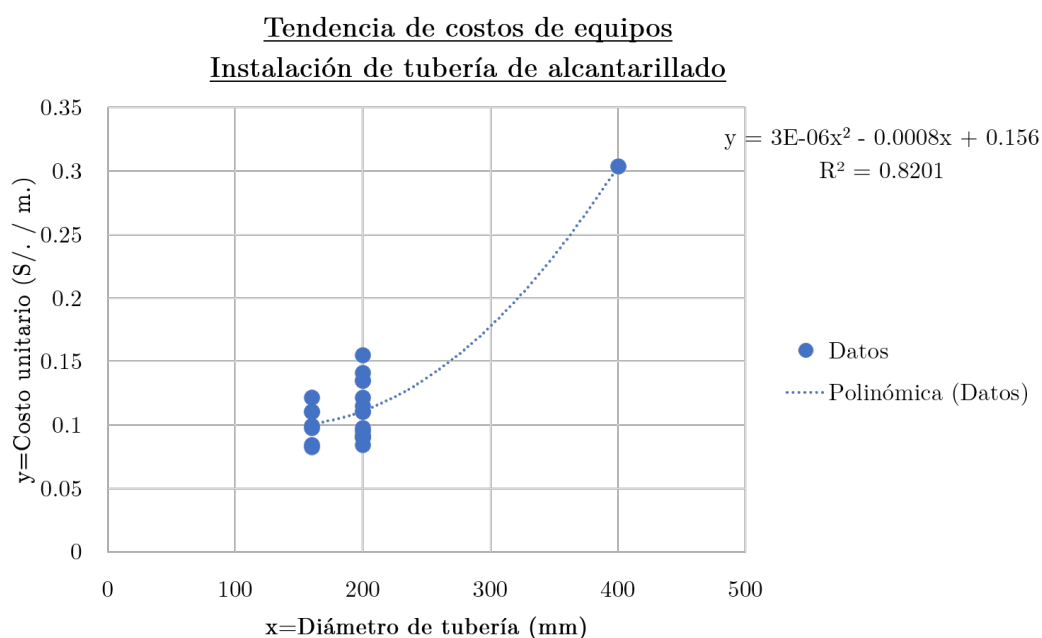


Figura 42: Tendencia de los costos de equipos en instalación de tuberías de alcantarillado

Tabla 57: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en instalación de tuberías de alcantarillado

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.86935965							
Coefficiente de determinación R^2	0.75578621							
R^2 ajustado	0.74415698							
Error típico	0.0229774							
Observaciones	23							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0.0343123	0.034312306	64.99022966	7.28E-08			
Residuos	21	0.0110872	0.000527961					
Total	22	0.0453995						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.04493445	0.0205762	-2.18381057	0.040463782	-0.087724922	-0.002144	-0.087725	-0.002144
Variable X 1	0.00082087	0.0001018	8.061651795	7.28E-08	0.000609114	0.0010326	0.0006091	0.0010326

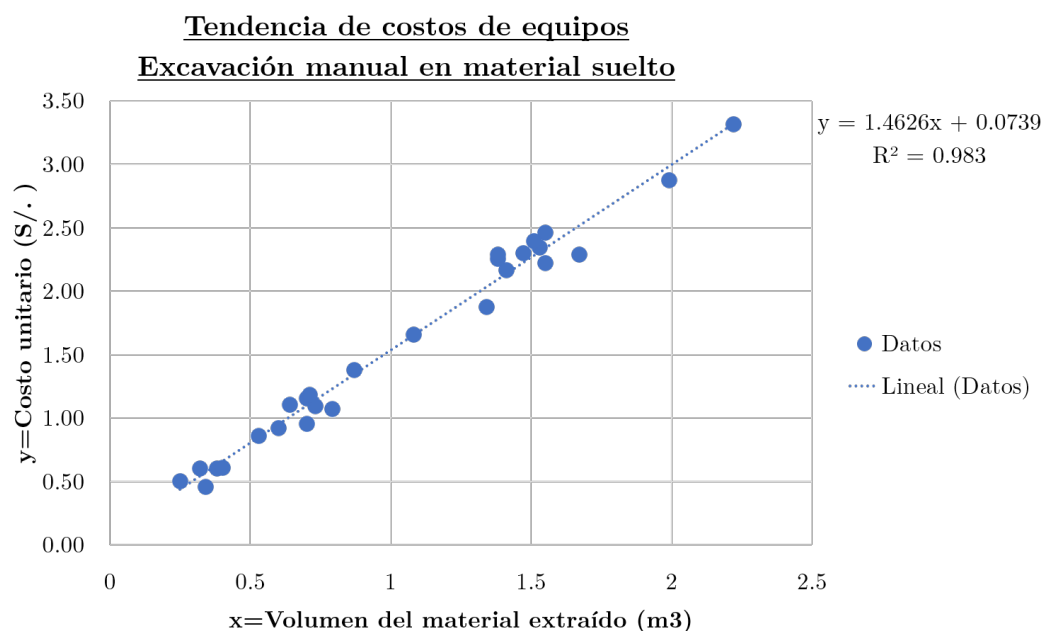


Figura 43: Tendencia de los costos de equipos en excavación manual en material suelto

Tabla 58: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación manual en material suelto

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.99147214							
Coefficiente de determinación R^2	0.983017							
R^2 ajustado	0.98233768							
Error típico	0.1083206							
Observaciones	27							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	16.978866	16.97886575	1447.060178	1.19468E-23			
Residuos	25	0.2933338	0.011733352					
Total	26	17.2722						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.07392059	0.045045	1.641039663	0.113311931	-0.018851271	0.1666924	-0.018851	0.1666924
Variable X 1	1.46264426	0.0384499	38.04024419	1.19468E-23	1.383455176	1.5418334	1.3834552	1.5418334

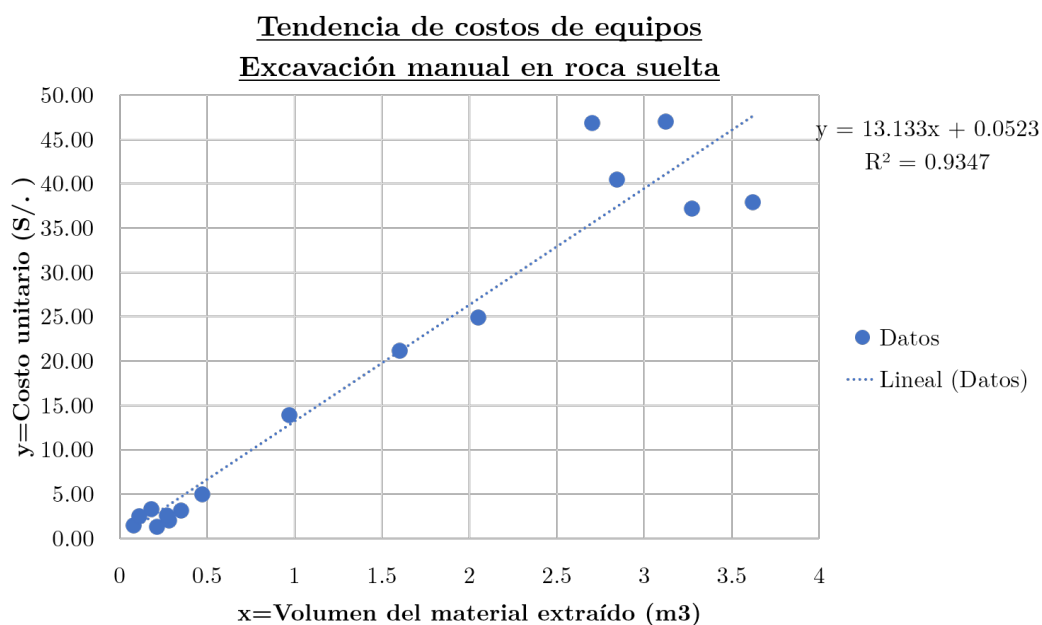


Figura 44: Tendencia de los costos de equipos en excavación manual en roca suelta

Tabla 59: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación manual en roca suelta

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.9667967							
Coefficiente de determinación R^2	0.93469587							
R^2 ajustado	0.93003128							
Error típico	4.78488971							
Observaciones	16							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	4587.769	4587.768978	200.3815249	1.09269E-09			
Residuos	14	320.53237	22.8951695					
Total	15	4908.3014						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.0523493	1.7538756	0.029847784	0.976609777	-3.709339841	3.8140384	-3.70934	3.8140384
Variable X 1	13.1330027	0.927759	14.15561814	1.09269E-09	11.14315746	15.122848	11.143157	15.122848

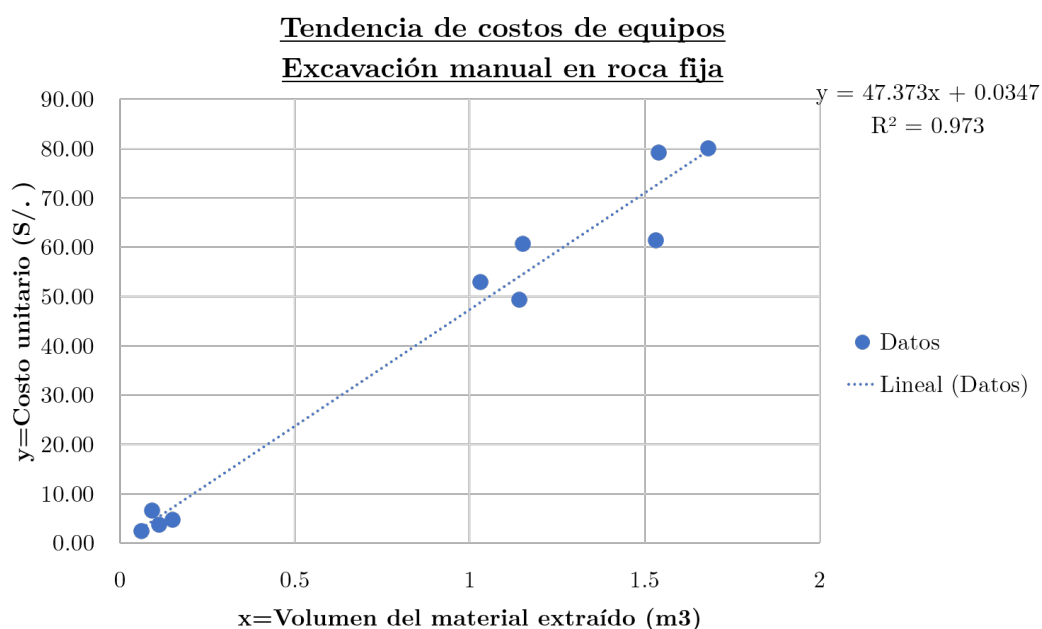


Figura 45: Tendencia de los costos de equipos en excavación manual en roca fija

Tabla 60: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación manual en roca fija

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.98642751							
Coefficiente de determinación R^2	0.97303924							
R^2 ajustado	0.96966915							
Error típico	5.62669197							
Observaciones	10							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	9141.0172	9141.017204	288.7275629	1.46058E-07			
Residuos	8	253.2773	31.65966253					
Total	9	9394.2945						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.03471578	2.9589497	0.011732467	0.990926367	-6.788634457	6.858066	-6.788634	6.858066
Variable X 1	47.3730698	2.7879656	16.99198526	1.46058E-07	40.94400967	53.80213	40.94401	53.80213

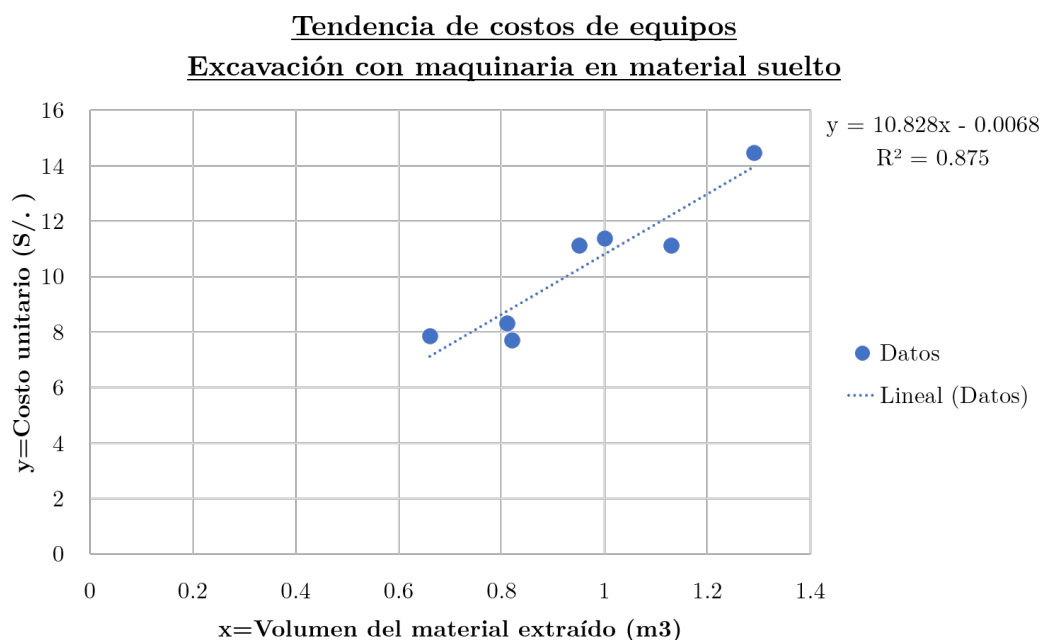


Figura 46: Tendencia de los costos de equipos en excavación con maquinaria en material suelto

Tabla 61: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación con maquinaria en material suelto

<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente de correlación múltiple	0.93540512				
Coefficiente de determinación R ²	0.87498273				
R ² ajustado	0.84997928				
Error típico	0.95306073				
Observaciones	7				

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	31.786348	31.78634769	34.994475	0.001966766
Residuos	5	4.5416237	0.908324748		
Total	6	36.327971			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-0.00679911	1.7784437	-0.00382307	0.997097483	-4.578434066	4.5648358	-4.578434	4.5648358
Variable X 1	10.8284675	1.8304896	5.915612817	0.001966766	6.123044309	15.533891	6.1230443	15.533891

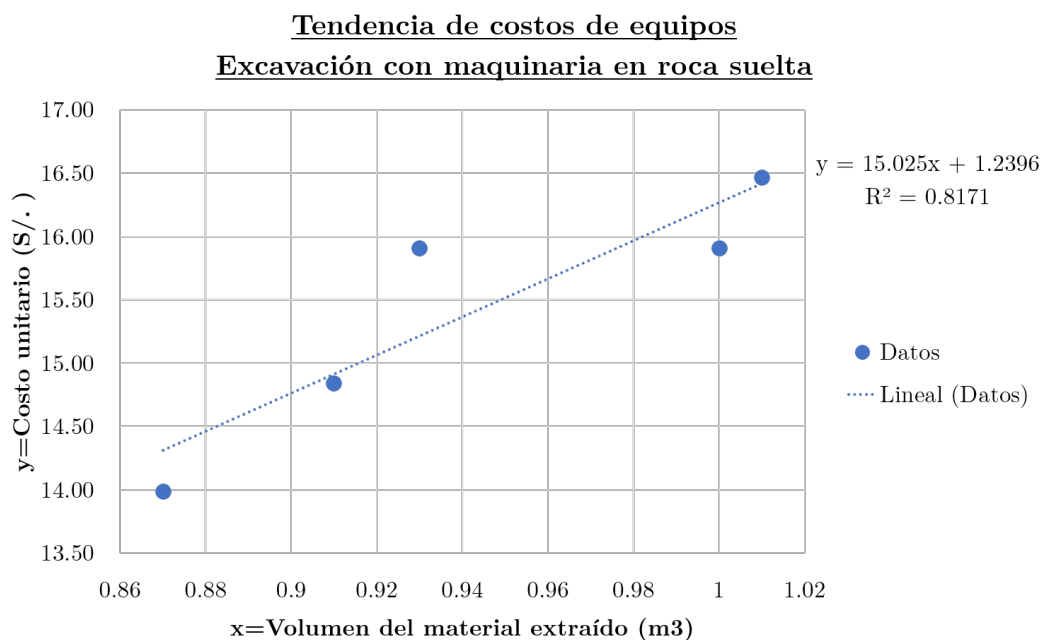


Figura 47: Tendencia de los costos de equipos en excavación con maquinaria en roca suelta

Tabla 62: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación con maquinaria en roca suelta

<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente de correlación múltiple	0.90395772				
Coefficiente de determinación R ²	0.81713955				
R ² ajustado	0.75618607				
Error típico	0.49105291				
Observaciones	5				

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3.2326173	3.232617331	13.40595366	0.035210321
Residuos	3	0.7233989	0.241132963		
Total	4	3.9560162			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	1.23959934	3.8799448	0.319488914	0.770311291	-11.10811652	13.587315	-11.10812	13.587315
Variable X 1	15.0246941	4.1035222	3.661414161	0.035210321	1.965455207	28.083933	1.9654552	28.083933

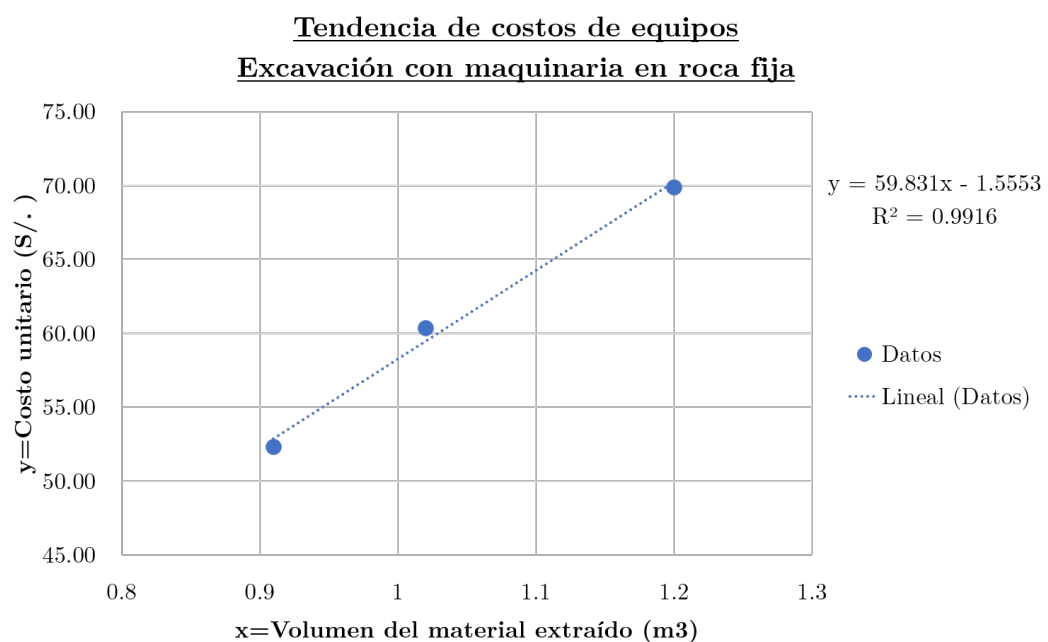


Figura 48: Tendencia de los costos de equipos en excavación con maquinaria en roca fija

Tabla 63: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en excavación con maquinaria en roca fija

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.99578151							
Coefficiente de determinación R^2	0.99158081							
R^2 ajustado	0.98316163							
Error típico	1.14145906							
Observaciones	3							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	153.45414	153.4541425	117.7763083	0.058496045			
Residuos	1	1.3029288	1.302928786					
Total	2	154.75707						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-1.55531307	5.7896915	-0.26863488	0.832926124	-75.12031889	72.009693	-75.12032	72.009693
Variable X 1	59.8314394	5.5131586	10.85247936	0.058496045	-10.21988189	129.88276	-10.21988	129.88276

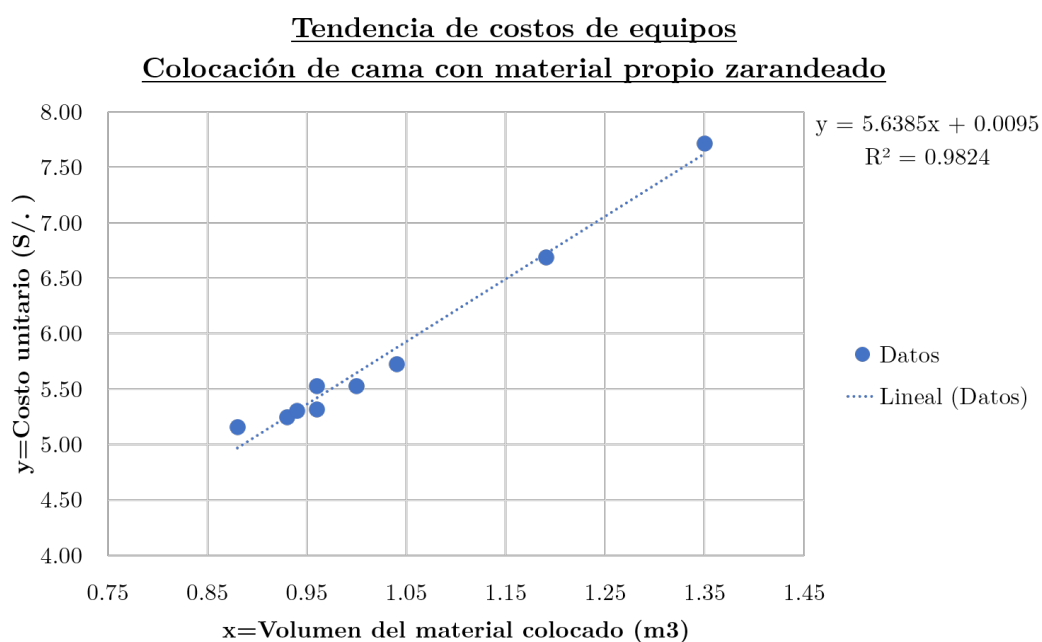


Figura 49: Tendencia de los costos de equipos en colocación de cama con material propio zarandeado

Tabla 64: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en colocación de cama con material propio zarandeado

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.99114185							
Coefficiente de determinación R^2	0.98236217							
R^2 ajustado	0.97984248							
Error típico	0.12093585							
Observaciones	9							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	5.7020967	5.702096699	389.8741577	2.13546E-07			
Residuos	7	0.1023784	0.01462548					
Total	8	5.8044751						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.00954596	0.2962479	0.032222887	0.975193834	-0.690969118	0.710061	-0.690969	0.710061
Variable X 1	5.6384518	0.2855602	19.74523127	2.13546E-07	4.963209272	6.3136943	4.9632093	6.3136943

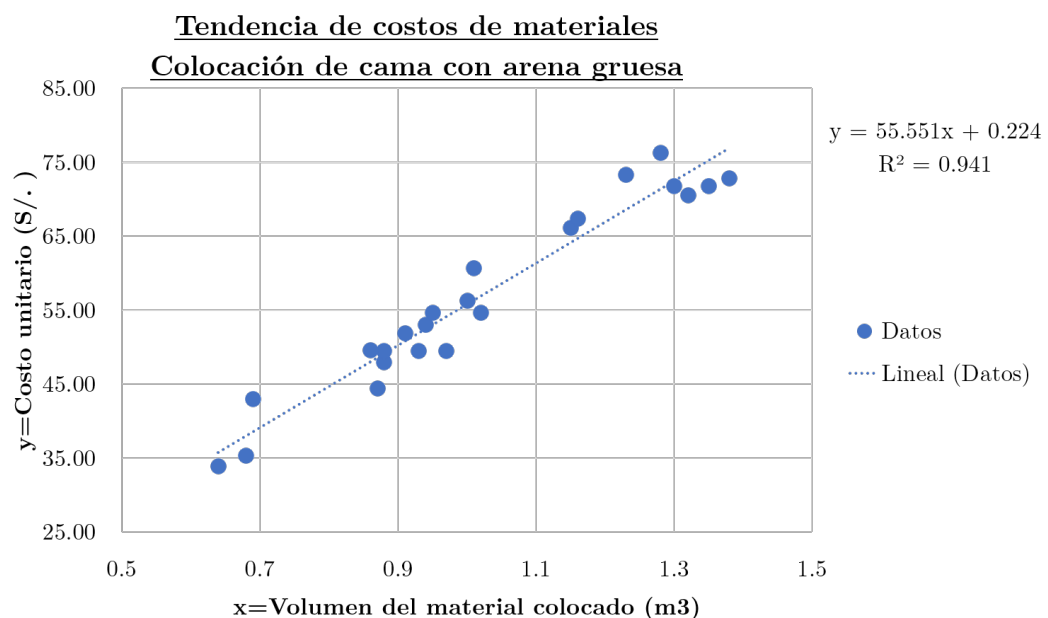


Figura 50: Tendencia de los costos de materiales en colocación de cama con arena gruesa

Tabla 65: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de materiales en colocación de cama con arena gruesa

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.97004245							
Coefficiente de determinación R^2	0.94098235							
R^2 ajustado	0.93817199							
Error típico	3.10436143							
Observaciones	23							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	3226.7359	3226.735903	334.8257609	2.20295E-14			
Residuos	21	202.37826	9.637059867					
Total	22	3429.1142						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.22402124	3.155749	0.070988293	0.944078784	-6.338718158	6.7867606	-6.338718	6.7867606
Variable X 1	55.5507458	3.0358511	18.29824475	2.20295E-14	49.23734792	61.864144	49.237348	61.864144

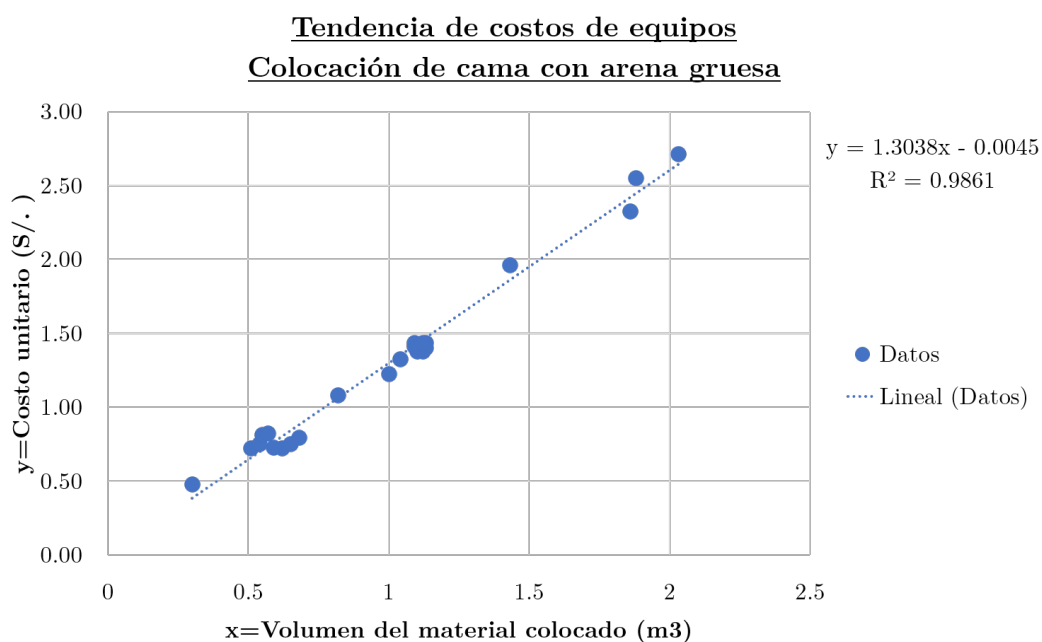


Figura 51: Tendencia de los costos de equipos en colocación de cama con arena gruesa

Tabla 66: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en colocación de cama con arena gruesa

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.99304976							
Coefficiente de determinación R^2	0.98614782							
R^2 ajustado	0.9854882							
Error típico	0.07347635							
Observaciones	23							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	8.0712053	8.071205267	1495.007148	5.3011E-21			
Residuos	21	0.1133742	0.005398774					
Total	22	8.1845795						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.00445679	0.0368372	-0.12098601	0.904852275	-0.081063968	0.0721504	-0.081064	0.0721504
Variable X 1	1.30379188	0.0337199	38.6653223	5.3011E-21	1.233667456	1.3739163	1.2336675	1.3739163

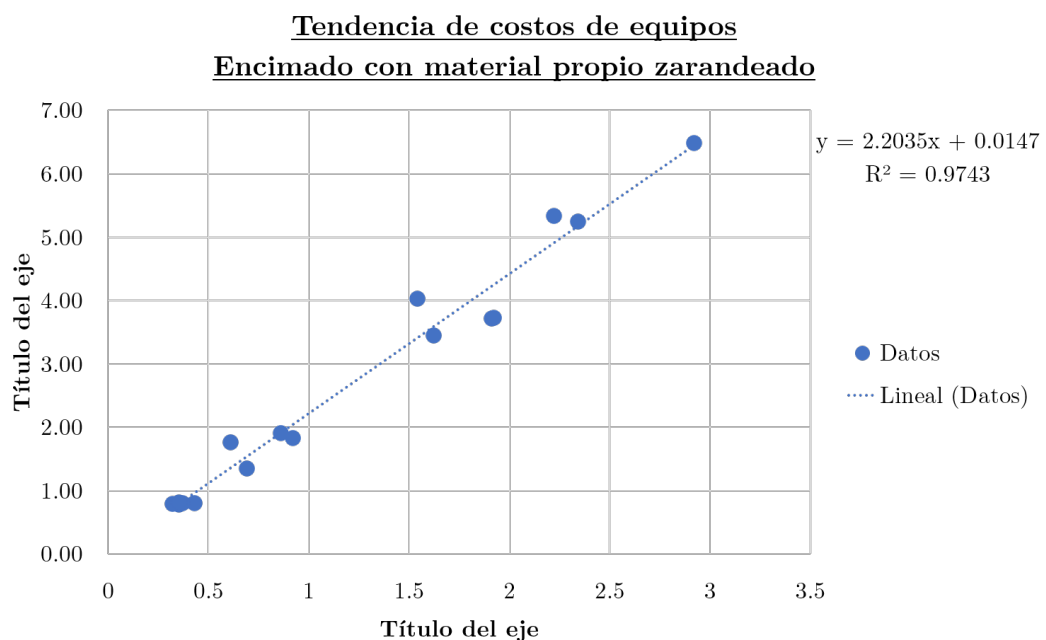


Figura 52: Tendencia de los costos de equipos en encimado con material propio zarandeado

Tabla 67: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en encimado con material propio zarandeado

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.98704605							
Coefficiente de determinación R^2	0.97425991							
R^2 ajustado	0.97242133							
Error típico	0.31623918							
Observaciones	16							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	52.993696	52.99369584	529.8986915	1.58615E-12			
Residuos	14	1.4001011	0.100007222					
Total	15	54.393797						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.01474803	0.1402838	0.105129899	0.917764119	-0.286130884	0.3156269	-0.286131	0.3156269
Variable X 1	2.20348605	0.0957225	23.01952848	1.58615E-12	1.998181781	2.4087903	1.9981818	2.4087903

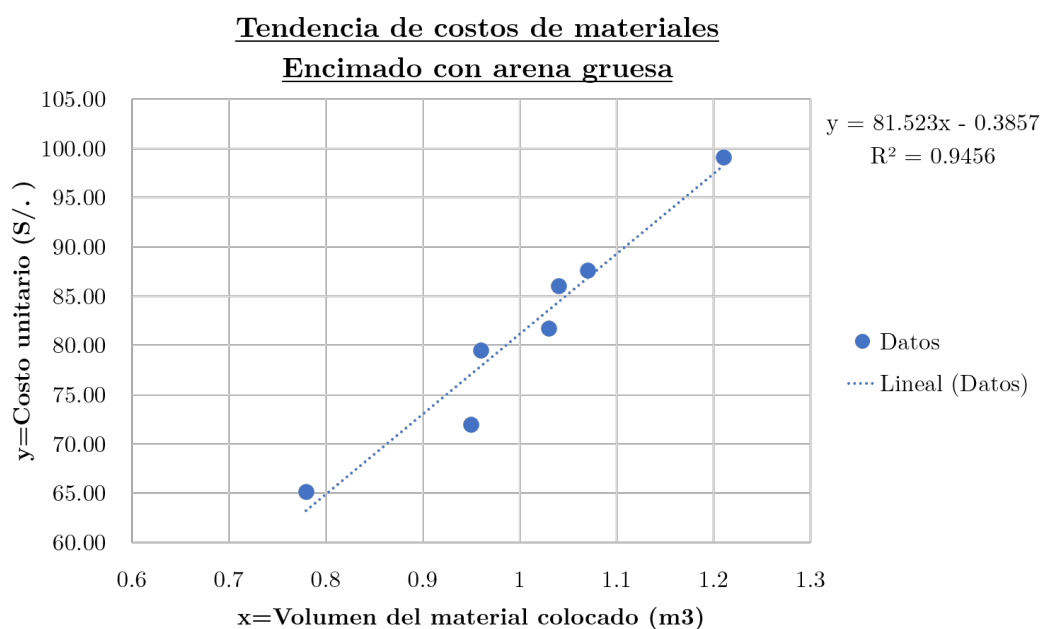


Figura 53: Tendencia de los costos de materiales en encimado con arena gruesa

Tabla 68: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de materiales en encimado con arena gruesa

<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente de correlación múltiple	0.97244162				
Coefficiente de determinación R ²	0.9456427				
R ² ajustado	0.93477124				
Error típico	2.81579722				
Observaciones	7				

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	689.67096	689.670961	86.98396265	0.000238587
Residuos	5	39.64357	7.928713984		
Total	6	729.31453			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Error típico</i>	<i>Estadístico t</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Inferior 95%</i>	<i>Superior 95%</i>	<i>Inferior 95.0%</i>	<i>Superior 95.0%</i>
Intercepción	-0.38569447	8.8551642	-0.04355588	0.966944335	-23.14861877	22.37723	-23.14862	22.37723
Variable X 1	81.5233603	8.7410273	9.326519322	0.000238587	59.0538342	103.99289	59.053834	103.99289

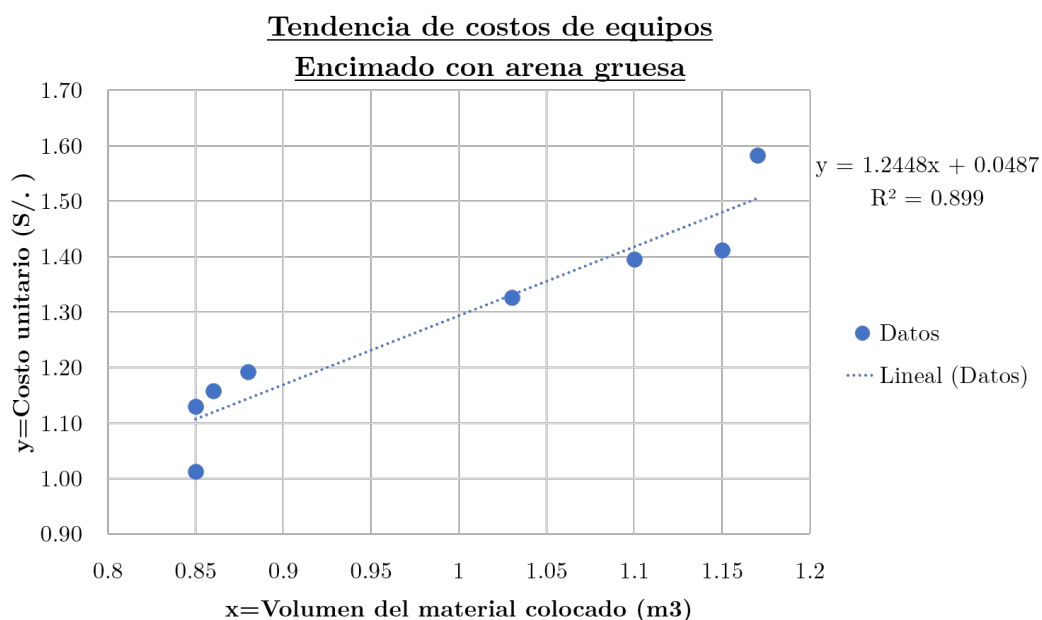


Figura 54: Tendencia de los costos de equipos en encimado con arena gruesa

Tabla 69: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en encimado con arena gruesa

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.94818158							
Coefficiente de determinación R^2	0.8990483							
R^2 ajustado	0.88222302							
Error típico	0.06366736							
Observaciones	8							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	0.216598	0.216597974	53.43436449	0.000334472			
Residuos	6	0.0243212	0.004053533					
Total	7	0.2409192						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.0487235	0.1694478	0.287542832	0.783369787	-0.365900334	0.4633473	-0.3659	0.4633473
Variable X 1	1.24478122	0.1702875	7.309881291	0.000334472	0.82810278	1.6614597	0.8281028	1.6614597

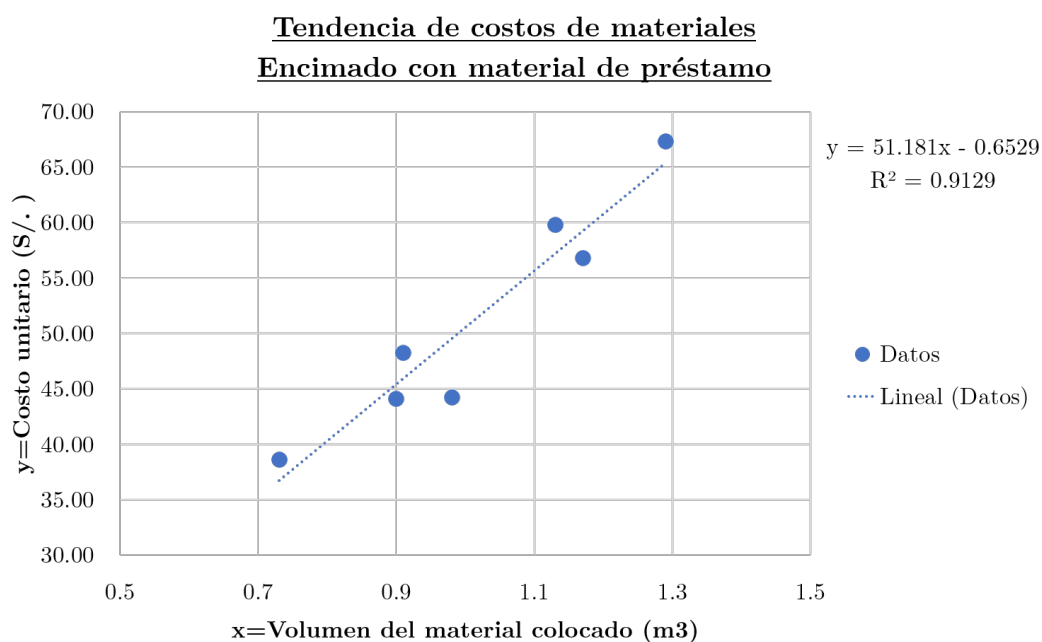


Figura 55: Tendencia de los costos de materiales en encimado con material de préstamo

Tabla 70: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de materiales en encimado con material de préstamo

<i>Estadísticas de la regresión</i>					
Coefficiente de correlación múltiple	0.95544909				
Coefficiente de determinación R ²	0.91288295				
R ² ajustado	0.89545955				
Error típico	3.31329319				
Observaciones	7				

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	575.17725	575.1772497	52.39404911	0.000785508
Residuos	5	54.889559	10.9779118		
Total	6	630.06681			

	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.65290458	7.2903326	-0.08955758	0.932115543	-19.39330111	18.087492	-19.3933	18.087492
Variable X 1	51.1814913	7.0708554	7.238373374	0.000785508	33.00527892	69.357704	33.005279	69.357704

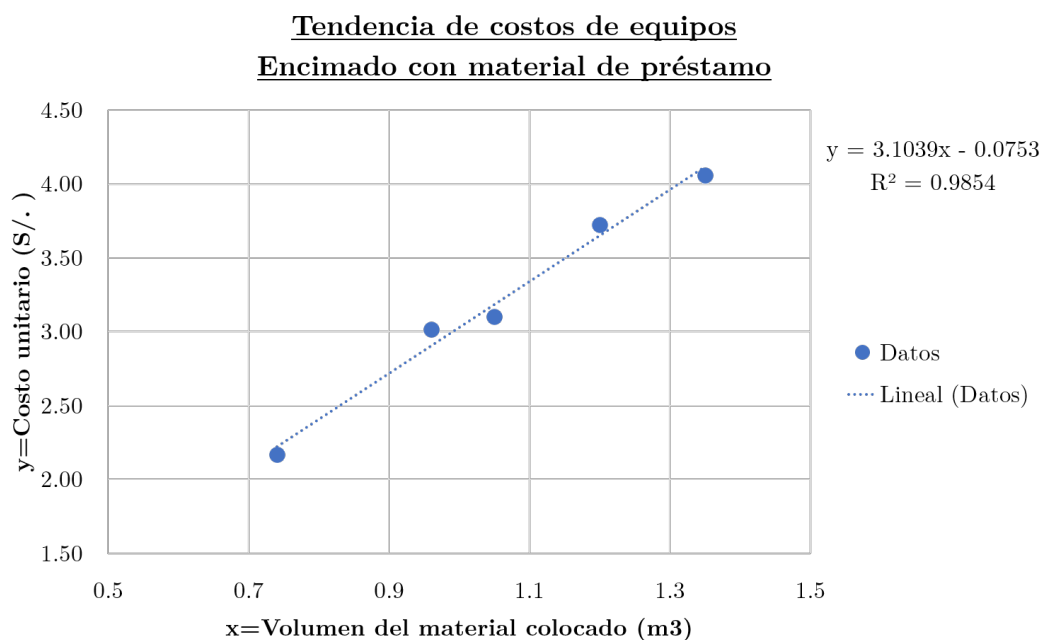


Figura 56: Tendencia de los costos de equipos en encimado con material de préstamo

Tabla 71: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en encimado con material de préstamo

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.99268104							
Coefficiente de determinación R^2	0.98541565							
R^2 ajustado	0.98055419							
Error típico	0.10136909							
Observaciones	5							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	2.0828816	2.082881559	202.6998831	0.000750811			
Residuos	3	0.0308271	0.010275692					
Total	4	2.1137086						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.07527527	0.2354959	-0.31964576	0.770203461	-0.824728317	0.6741778	-0.824728	0.6741778
Variable X 1	3.10387657	0.2180106	14.23727091	0.000750811	2.410069408	3.7976837	2.4100694	3.7976837

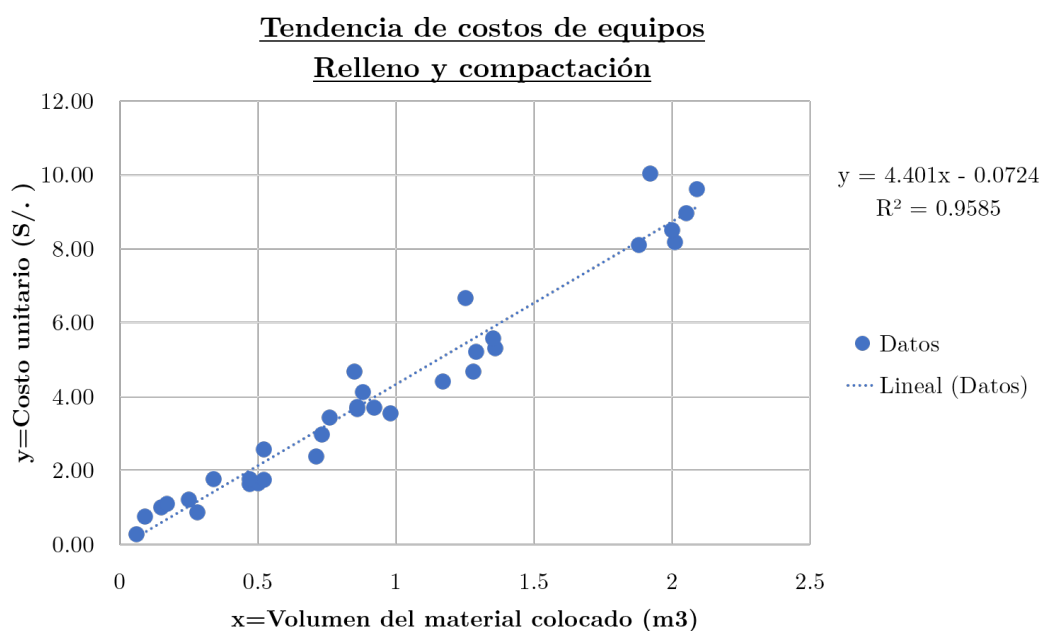
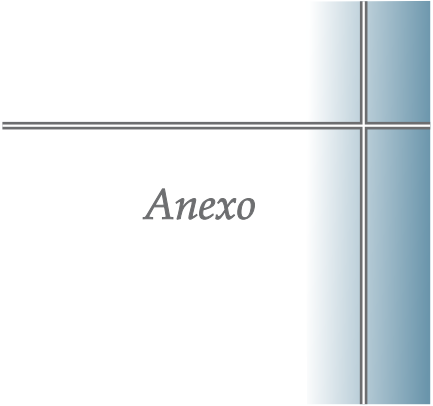


Figura 57: Tendencia de los costos de equipos en relleno con material propio zarandeado

Tabla 72: Estadísticas de regresión y análisis de varianza de los costos de equipos en relleno con material propio zarandeado

Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.97903725							
Coefficiente de determinación R^2	0.95851394							
R^2 ajustado	0.95717568							
Error típico	0.58206608							
Observaciones	33							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	242.66244	242.6624385	716.2390138	5.48118E-23			
Residuos	31	10.502829	0.338800922					
Total	32	253.16527						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	-0.07237944	0.1848285	-0.3916033	0.698030369	-0.4493396	0.3045807	-0.44934	0.3045807
Variable X 1	4.40102133	0.1644464	26.76264213	5.48118E-23	4.065630595	4.7364121	4.0656306	4.7364121



Anexo

E

APLICACIÓN DE FÓRMULAS DE ESTIMACIÓN DE COSTOS

Tabla 73: Aplicación de fórmulas de estimación de costos en proyectos de agua potable

Aplicación de fórmulas de estimación de costos en proyectos de agua potable												
CUI	Costo real del proyecto (S/.)				Costo estimado del proyecto (S/.)				Porcentaje de desviación			
	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total
2201545	23,126.31	9,726.47	3,733.22	36,586.00	33,207.18	8,491.87	2,428.14	44,127.20	43.59 %	-12.69 %	-34.96 %	20.61 %
2356153	58,163.40	12,496.28	7,519.34	78,179.02	43,042.22	16,303.20	9,773.77	69,119.18	-26.00 %	30.46 %	29.98 %	-11.59 %
2300996	1,032,261.11	1,651,947.63	712,762.20	3,396,970.94	1,354,761.67	1,998,784.82	868,923.30	4,222,469.79	31.24 %	21.00 %	21.91 %	24.30 %
2304346	50,024.87	13,665.73	4,251.28	67,941.88	53,709.68	14,773.18	6,341.01	74,823.87	7.37 %	8.10 %	49.16 %	10.13 %
2301890	132,017.96	31,332.61	16,701.08	180,051.65	119,436.08	29,865.88	17,167.08	166,469.05	-9.53 %	-4.68 %	2.79 %	-7.54 %
2235398	79,046.07	13,150.08	6,868.52	99,064.67	62,691.58	17,061.16	3,769.58	83,522.33	-20.69 %	29.74 %	-45.12 %	-15.69 %
2235389	29,505.83	3,979.64	3,730.28	37,215.75	23,624.29	3,428.97	2,893.27	29,946.52	-19.93 %	-13.84 %	-22.44 %	-19.53 %
2337473	84,101.45	9,064.92	6,435.32	99,601.69	84,576.69	12,557.45	7,226.54	104,360.69	0.57 %	38.53 %	12.30 %	4.78 %
2327008	300,094.21	38,113.77	20,597.48	358,805.46	303,250.61	26,726.18	20,309.30	350,286.09	1.05 %	-29.88 %	-1.40 %	-2.37 %
2309963	704,374.06	108,374.38	154,959.73	967,708.17	736,245.76	88,542.19	142,179.75	966,967.70	4.52 %	-18.30 %	-8.25 %	-0.08 %
2324863	171,426.40	48,593.51	13,777.89	233,797.80	165,750.05	48,252.29	10,230.88	224,233.22	-3.31 %	-0.70 %	-25.74 %	-4.09 %
2512181	67,015.68	61,744.52	24,431.16	153,191.36	47,010.05	76,244.13	23,533.51	146,787.69	-29.85 %	23.48 %	-3.67 %	-4.18 %
2321900	163,153.17	21,229.45	6,474.42	190,857.04	166,293.56	19,047.77	20,064.10	205,405.43	1.92 %	-10.28 %	12.30 %	7.62 %
2331397	74,608.10	76,658.80	27,878.71	179,145.61	73,303.18	63,526.20	32,490.36	169,319.74	-1.75 %	-17.13 %	16.54 %	-5.48 %
2301970	221,868.25	196,864.38	78,379.12	497,111.75	206,510.85	151,691.00	52,922.50	411,124.36	-6.92 %	-22.95 %	-32.48 %	-17.30 %
2241995	374,218.84	300,672.18	242,170.20	917,061.23	494,967.69	357,751.53	199,171.89	1,051,891.11	32.27 %	18.98 %	-17.76 %	14.70 %
2330313	72,832.42	7,495.46	5,388.65	85,716.53	62,166.88	5,969.30	5,410.35	73,546.52	-14.64 %	-20.36 %	0.40 %	-14.20 %
2309997	49,924.65	14,005.49	8,775.75	72,705.89	61,527.21	19,146.46	8,500.92	89,174.60	23.24 %	36.71 %	-3.13 %	22.65 %
2304938	208,921.02	43,941.28	10,298.03	263,160.33	184,897.25	46,927.09	20,140.59	251,964.93	-11.50 %	6.79 %	12.30 %	-4.25 %
2447130	79,401.55	247,905.81	22,408.26	349,715.62	130,912.66	62,324.96	42,978.11	236,215.73	1.92 %	-10.28 %	12.30 %	7.62 %
2461368	183,850.37	16,550.83	22,228.82	222,630.02	145,951.75	20,335.18	16,726.98	183,013.91	-20.61 %	22.87 %	-24.75 %	-17.79 %
2337867	401,080.53	92,066.27	34,751.34	527,898.14	283,956.01	90,820.52	46,690.55	421,467.08	-29.20 %	-1.35 %	34.36 %	-20.16 %
2461367	47,865.43	14,104.73	7,794.93	69,765.09	56,266.69	18,310.13	9,963.55	84,540.38	17.55 %	29.82 %	27.82 %	21.18 %
2238929	902.08	861.80	162.33	1,926.21	1,786.24	613.15	150.56	2,549.95	-29.20 %	-28.85 %	-7.25 %	32.38 %

Tabla 73: Continúa en la siguiente página

Tabla 73: Continúa de la página anterior

Aplicación de fórmulas de estimación de costos en proyectos de agua potable												
CUI	Costo real del proyecto (S/.)				Costo estimado del proyecto (S/.)				Porcentaje de desviación			
	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total
2241941	76,738.68	87,575.20	35,046.09	199,359.97	87,297.13	64,726.05	25,894.36	177,917.54	13.76 %	-26.09 %	-26.11 %	-10.76 %
2306561	44,821.86	70,473.81	17,872.87	133,168.54	33,427.58	51,547.47	15,132.91	100,107.96	-25.42 %	-26.86 %	-15.33 %	-24.83 %
2309174	3,484.04	7,463.76	415.67	11,363.47	5,519.98	5,922.24	438.30	11,880.52	58.44 %	-20.65 %	5.44 %	4.55 %
2326378	3,341.25	4,498.68	511.03	8,350.96	6,497.93	4,724.59	415.00	11,637.52	-29.20 %	5.02 %	-18.79 %	39.36 %
2339920	72,126.05	59,958.06	14,127.34	146,211.45	104,707.40	94,036.81	8,576.28	207,320.50	45.17 %	56.84 %	-39.29 %	41.79 %
2359203	472,543.37	242,547.76	141,804.13	856,895.26	480,759.56	304,401.21	104,298.60	889,459.36	1.74 %	25.50 %	-26.45 %	3.80 %
2471302	26,395.38	53,197.80	13,814.13	93,407.31	19,319.08	43,186.81	15,900.87	78,406.76	-26.81 %	-18.82 %	15.11 %	-16.06 %
2474271	37,622.94	9,427.21	11,517.57	58,567.72	26,862.42	7,462.69	12,403.34	46,728.45	-28.60 %	-20.84 %	7.69 %	-20.21 %
2481658	54,364.08	54,820.69	8,498.24	117,683.01	40,992.09	48,466.92	8,351.29	97,810.30	-24.60 %	-11.59 %	-1.73 %	-16.89 %
2484809	14,478.67	27,711.45	23,909.35	66,099.47	24,285.74	20,785.73	13,839.34	58,910.81	67.73 %	-24.99 %	-42.12 %	-10.88 %
2179837	10,707.53	20,558.20	2,834.56	34,100.29	7,884.35	16,566.03	3,791.43	28,241.80	-26.37 %	-19.42 %	33.76 %	-17.18 %
2236132	24,343.37	34,547.01	6,311.48	65,201.86	34,759.76	24,351.41	7,481.40	66,592.57	42.79 %	-29.51 %	18.54 %	2.13 %

Tabla 73: Final de la página anterior

Tabla 74: Aplicación de fórmulas de estimación de costos en proyectos de alcantarillado

Aplicación de fórmulas de estimación de costos en proyectos de alcantarillado												
CUI	Costo real del proyecto (S/.)				Costo estimado del proyecto (S/.)				Porcentaje de desviación			
	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total
2356153	110,349.77	129,600.87	17,962.40	257,913.04	101,424.66	141,462.32	21,437.36	264,324.34	-8.09 %	9.15 %	19.35 %	2.49 %
2201545	151,539.66	191,623.37	47,800.61	390,963.64	186,307.32	263,583.21	68,222.18	518,112.71	22.94 %	37.55 %	42.72 %	32.52 %
2300996	1,642,134.70	3,895,654.84	1,135,797.98	6,673,587.52	1,522,914.61	4,177,210.64	1,224,305.39	6,924,430.63	-7.26 %	7.23 %	7.79 %	3.76 %
2301890	199,527.55	331,590.82	62,802.08	593,920.45	204,484.57	273,965.29	79,192.04	557,641.90	2.48 %	-17.38 %	26.10 %	-6.11 %
2235398	54,134.03	133,760.19	15,012.68	202,906.90	50,240.53	184,562.05	20,785.48	255,588.05	-7.19 %	37.98 %	38.45 %	25.96 %
2327008	76,081.22	153,712.65	22,049.34	251,843.21	77,628.15	145,082.19	25,494.07	248,204.40	2.03 %	-5.61 %	15.62 %	-1.44 %
2309963	126,757.47	233,854.37	150,395.27	511,007.11	92,141.73	274,670.84	54,876.63	421,689.19	-27.31 %	17.45 %	-63.51 %	-17.48 %
2324863	204,499.21	167,206.78	12,745.92	384,451.91	188,329.35	181,780.37	11,653.71	381,763.43	-7.91 %	8.72 %	-8.57 %	-0.70 %
2331397	309,952.21	554,975.46	127,023.49	991,951.16	252,595.17	500,365.02	115,228.42	868,188.61	-18.51 %	-9.84 %	-9.29 %	-12.48 %
2301970	394,014.77	1,308,930.25	206,507.73	1,909,452.75	454,586.95	986,947.90	46,568.46	1,488,103.31	15.37 %	-24.60 %	-77.45 %	-22.07 %
2241995	665,466.75	990,732.19	385,343.03	2,041,541.97	521,403.65	1,168,819.56	347,129.92	2,037,353.14	-21.65 %	17.98 %	-9.92 %	-0.21 %
2309997	44,505.50	68,344.02	6,998.79	119,848.31	62,246.73	75,839.31	11,578.16	149,664.20	39.86 %	10.97 %	65.43 %	24.88 %
2461368	113,563.59	61,723.78	15,626.91	190,914.28	87,753.85	92,004.10	7,830.54	187,588.49	-22.73 %	49.06 %	-49.89 %	-1.74 %
2461367	169,021.18	108,448.81	24,192.64	301,662.63	161,428.49	153,804.00	18,075.12	333,307.61	-4.49 %	41.82 %	-25.29 %	10.49 %
2238929	1,515.06	15,546.11	1,103.13	18,164.30	2,185.05	14,191.18	1,078.00	17,454.23	44.22 %	-8.72 %	-2.28 %	-3.91 %
2241941	77,886.20	69,901.20	31,983.16	179,770.56	73,540.01	75,405.51	24,235.11	173,180.63	-5.58 %	7.87 %	-24.23 %	-3.67 %
2306561	63,767.02	170,108.83	24,017.04	257,892.89	88,916.60	198,899.93	19,317.21	307,133.75	39.44 %	16.93 %	-19.57 %	19.09 %
2309174	4,658.53	12,277.49	688.28	17,624.30	7,822.83	11,165.13	510.37	19,498.33	67.92 %	-9.06 %	-25.85 %	10.63 %
2326378	2,732.12	8,380.49	170.88	11,283.49	3,198.59	14,715.30	172.18	18,086.07	17.07 %	75.59 %	0.76 %	60.29 %

Tabla 74: Continúa en la siguiente página

Tabla 74: Continúa de la página anterior

Aplicación de fórmulas de estimación de costos en proyectos de alcantarillado												
CUI	Costo real del proyecto (S/.)				Costo estimado del proyecto (S/.)				Porcentaje de desviación			
	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total	Mano de obra	Materiales	Equipos	Total
2359203	3,024,864.85	2,968,813.31	933,676.12	6,927,354.28	2,556,362.58	3,267,383.30	1,215,414.35	7,039,160.23	-15.49 %	10.06 %	30.18 %	1.61 %
2471302	31,932.41	103,767.07	17,717.24	153,416.72	41,321.08	115,844.53	15,246.51	172,412.11	29.40 %	11.64 %	-13.95 %	12.38 %
2474271	36,992.28	29,741.82	11,547.78	78,281.88	15,595.99	34,995.09	9,148.32	59,739.40	-57.84 %	17.66 %	-20.78 %	-23.69 %
2481658	113,635.75	118,617.78	20,923.88	253,177.41	78,378.59	110,651.94	16,695.99	205,726.53	-31.03 %	-6.72 %	-20.21 %	-18.74 %
2484809	27,305.70	93,068.43	38,959.01	159,333.14	34,963.84	95,936.50	19,944.78	150,845.11	28.05 %	3.08 %	-48.81 %	-5.33 %

Tabla 74: Final de la tabla

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N°065-2024-FIMGC****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, en cumplimiento a la **Resolución Decanal N° 593-2024-FIMGC-D**, a los veinte tres días del mes de setiembre de 2024, siendo las 04:00 p.m, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, bajo la presidencia del MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS y los miembros; MSc. Ing. Víctor BELLIDO AEDO, MSc. Ing. Edmundo CANCHARI GUTIERREZ y MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN, actuando como secretario docente el MSc. Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO, para proceder a la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, del bachiller en Ciencias de la Ingeniería Civil:

Ivan Hanover VELARDE FERNANDEZ

Quien presentó la tesis denominada:

Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023

Los señores miembros del jurado luego de expuesto la tesis y absueltas las preguntas, delibera y lo declaran:

APROBADO CON NOTA QUINCE (15)

Siendo las 05:50 p.m. del día 23 de setiembre de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis, y en conformidad a lo actuado los miembros del jurado firmamos al pie del presente.

MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
Presidente

MSc. Ing. Víctor BELLIDO AEDO
Miembro

MSc. Ing. Edmundo CANCHARI GUTIERREZ
Miembro

MSc. Ing. Hemerson LIZARBE ALARCÓN
Miembro

MSc. Ing. Kelvis BERROCAL ARGUMEDO
Secretario docente de la FIMGC

cc:
Archivo



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 118-2024-FIMGC/ASIH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, de la Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 476-2023-FIMGC-UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : IVAN HANOVER VELARDE FERNANDEZ
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : ESTIMACIÓN DE SOBRECOSTOS EN OBRAS DE PAVIMENTACIÓN URBANA APLICANDO LA METODOLOGÍA DEL AACE EN LA PROVINCIA DE HUAMANGA, AYACUCHO, 2018-2023
Evaluación de la Originalidad : 14 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2482344055

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 11 de octubre del 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE
SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Msc. Ing. Alex Sander IRCAÑAUPA HUAMANI
Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil

Con depósito para Sustentación y Trámites
Cc. Archivo.

Estimación de sobrecostos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023

por Ivan Hanover VELARDE FERNANDEZ

Fecha de entrega: 11-oct-2024 12:18p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2482344055

Nombre del archivo: Tesis_Ivan_Hanover_Velarde_Fernandez.pdf (9.61M)

Total de palabras: 48610

Total de caracteres: 243863

Estimación de sobre costos en obras de pavimentación urbana aplicando la metodología del AACE en la provincia de Huamanga, Ayacucho, 2018-2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	11%	8%	8%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	Andrea Camperio Ciani, Loredana Martinoli, Claudio Capiluppi, Mohamed Arahou, Mohamed Mouna. "Effects of Water Availability and Habitat Quality on Bark-Stripping Behavior in Barbary Macaques", Conservation Biology, 2008 Publicación	1%
5	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
6	ogpl.unmsm.edu.pe Fuente de Internet	<1%

7

HINOSTROZA FERNANDEZ PERCY. "PIGARS para la Provincia de Huamanga 2016-IGA0006914", O.M. N° 016-2016-MPH/A, 2020

Publicación

<1 %

8

SNC LAVALIN PERU S.A.. "Modificación del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Pozo Rico-IGA0005184", R.D. N° 199-2019/MINEM-DGAAM, 2020

Publicación

<1 %

9

LINEA VERDE AC S.A.C.. "Plan de Recuperación de Áreas Degradadas por Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Orcotuna del Área Degradada Denominado Botadero La Isla, Ubicado en el Distrito de Orcotuna, Provincia de Concepción, Departamento de Junín-IGA0018819", R.G.E.M.A. N° 002-2022-GEMA/MPC, 2022

Publicación

<1 %

10

SUCAPUCA SANTOS ESTHER ANA. "Plan de Recuperación del Área Degradada por Residuos Sólidos del Botadero Viscachapampa, Distrito San Pedro de Pillao, Provincia Daniel Alcides Carrión, Departamento de Pasco-IGA0013744", R.G.M. N° 326-2020-GM-MPSAC-YHCA, 2021

Publicación

<1 %

11

Submitted to Weatherford College

Trabajo del estudiante

<1 %

12

Haytham H. Elmousalami. "Artificial Intelligence and Parametric Construction Cost Estimate Modeling: State-of-the-Art Review", Journal of Construction Engineering and Management, 2020

Publicación

<1 %

13

Óscar Hugo Bustos Chocomeli. "Factores latentes de la desviación de presupuestos en proyectos de arquitectura. Un análisis empírico.", Universitat Politecnica de Valencia, 2015

Publicación

<1 %

14

Wendy, Cansaya nahuinmallma Ruth | Marilyn, Peralta Paredes Diana. "Influencia Del Covid En El diseno y Rentabilidad De Un Proyecto Inmobiliario Mixto En Miraflores", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru)

Publicación

<1 %

15

nike.vivienda.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

16

www.mef.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

17

CONSULTORES Y AUDITORES AMBIENTALES ECOEFICIENCIA SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA. "DIA del Camal

<1 %

18

Mori, Sylvia Daniela Cayetano. "La aplicacion Del Control Simultaneo Permite La Ejecucion Efectiva De Los Proyectos De Saneamiento Incluidos o No En El: Pmo De Las Eps, Para Brindar Los Servicios De Agua y Alcantarillado En El ambito Urbano, En El Periodo 2014 - 2019.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2021

Publicación

<1 %

19

conosce.osce.gob.pe

Fuente de Internet

<1 %

20

"Computer Science and Engineering in Health Services", Springer Science and Business Media LLC, 2021

Publicación

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo