



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPUESTA DE NUEVAS METODOLOGÍAS DE
ESTRUCTURACIÓN DE LA FÓRMULA POLINÓMICA Y EL
MÉTODO DE REAJUSTE POR ÍNDICES EN EL ANÁLISIS DE
COSTOS UNITARIOS, PARA UNA MAYOR APROXIMACIÓN DE
LOS REAJUSTES DE PRECIOS**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. MARY ROSMERY TICONA APAZA

Bach. MABEL REGINA TURPO MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2023



NOMBRE DEL TRABAJO

PROPUESTA DE NUEVAS METODOLOGÍAS DE ESTRUCTURACIÓN DE LA FÓRMULA POLINÓMICA Y EL MÉTODO DE REAJUSTE POR ÍNDICES EN EL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS, PARA UNA MAYOR APROXIMACIÓN DE LOS REAJUSTES DE PRECIOS

AUTOR

TICONA APAZA MARY ROSMERY- TURPO
MAMANI MABEL REGINA

RECuento DE PALABRAS

256763 Words

RECuento DE CARACTERES

890464 Characters

RECuento DE PÁGINAS

421 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.9MB

FECHA DE ENTREGA

Jul 10, 2023 11:23 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jul 10, 2023 11:29 AM GMT-5

● **6% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base

- 4% Base de datos de Internet
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Cross
- 4% Base de datos de trabajos entregados

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)


Ing. J. Jaime Morúa Leiva
DOCENTE UNIVERSITARIO
COD. UNA N° 910545


Ing. Emilio Castillo Axoni
DOCENTE UNIVERSITARIO
COD. UNA N° 920514
Subdirector Investigación
EPIC

V° B°

Resumen



DEDICATORIA

A mi madre por su paciencia y comprensión, a
mi padre por su enseñanza para ser una persona
de bien y a mis hermanos por apoyo durante
todo este tiempo.

Mary Rosmery Ticona Apaza



DEDICATORIA

A mi amado padre.

Mabel Regina Turpo Mamani



AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por permitirme alcanzar mis metas, a mis padres por el apoyo incondicional, a los docentes de Universidad Nacional del Altiplano por sus conocimientos compartir en clases, mi director de tesis y mis jurados por sus consejos, a mis compañeros de vida por compartir su tiempo.

Mary Rosmery Ticona Apaza

A mis queridos hermanos, quienes siempre me apoyan e impulsan a dar lo mejor de mí.

Mabel Regina Turpo Mamani

Nuestro agradecimiento a nuestra institución de formación profesional, la Universidad Nacional del Altiplano, a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil y sus docentes, por los conocimientos y experiencias compartidas.

A nuestro asesor y miembros del jurado dictaminador, por su tiempo, comprensión y guía en todo el proceso de elaboración del presente trabajo de investigación.

Un agradecimiento especial a nuestros estimados amigos, por su apoyo, motivación y consejos en cada etapa de desarrollo de esta tesis.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 17

ABSTRACT..... 18

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN..... 20

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... 22

1.2.1. Problema general..... 22

1.2.2. Problemas específicos 22

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN..... 23

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 25

1.4.1. Objetivo general 25

1.4.2. Objetivos específicos 25

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN..... 26

1.5.1. Hipótesis general 26

1.5.2. Hipótesis específicas 26

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN..... 27

2.2. MARCO TEÓRICO..... 31



2.2.1.	Definición de términos	31
2.2.1.1.	Presupuesto de obra	31
2.2.1.2.	Valorizaciones de obra.....	32
2.2.1.3.	Liquidación de obra	32
2.2.1.4.	Reajuste de precios	34
2.2.2.	Reajuste de precios por fórmulas polinómicas.....	35
2.2.2.1.	Fórmula polinómica	35
2.2.2.2.	Índices unificados	36
2.2.2.3.	Condiciones normativas para la estructuración de la fórmula polinómica	37
2.2.3.	Reajuste de precios por agrupación de monomios por fluctuación de índice unificado de precios	38
2.2.3.1.	Fluctuación.....	38
2.2.3.2.	Agrupación mediante clúster jerárquico con el software SPSS.....	39
2.2.4.	Método de reajustes por índices en el análisis de costos unitarios	40
2.2.4.1.	Análisis de costos unitarios.....	41
2.2.4.2.	Análisis de costos unitarios reajustado	41

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	42
3.1.1.	Tipo de investigación	42
3.1.2.	Nivel de investigación.....	42
3.1.3.	Método de investigación	43
3.1.4.	Diseño de investigación	43
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	43
3.2.1.	Población.....	43
3.2.2.	Muestra.....	44



3.3.	VARIABLES E INDICADORES.....	51
3.3.1.	VARIABLES INDEPENDIENTES Y DEPENDIENTES.....	51
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	51
3.4.1.	Técnicas.....	51
3.4.2.	Instrumentos.....	52
3.5.	PROCESAMIENTO DE DATOS	52
3.5.1.	Datos recolectados	52
3.5.1.1.	Presupuesto	52
3.5.1.2.	Formulas polinómicas.....	56
3.5.1.3.	Reajustes reconocidos.....	62
3.5.2.	Procedimiento de cálculos.....	65
3.5.2.1.	Cálculo de la variación de reajuste de precios mediante la fórmula polinómica con la totalidad de monomios (método 1)	65
3.5.2.2.	Cálculo de la variación de reajuste de precios mediante el agrupamiento de monomios utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics – Versión 25 (método 2)	69
3.5.2.3.	Cálculo de la variación de reajuste por índices en el análisis de costos unitarios (método 3).....	77

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	RESULTADOS PARA EL OBJETIVO GENERAL	81
4.2.	RESULTADOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1.....	82
4.3.	RESULTADOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2.....	91
4.4.	RESULTADOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 3.....	100
4.5.	RESULTADOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 4.....	108
4.5.1.	Comparativo entre metodologías de estructuración de la fórmula polinómica propuestas (método 1 – método 2).....	108



4.5.2.	Comparativo del método 1 – 2 y método 3	110
4.6.	PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA.....	111
4.6.1.	Selección de la prueba estadística	111
4.6.2.	Prueba estadística para la hipótesis 1	113
4.6.3.	Prueba estadística para la hipótesis 2	118
4.6.4.	Prueba estadística para la hipótesis 3	123
4.7.	DISCUSIÓN	127
4.7.1.	Sobre la metodología propuesta 1	127
4.7.2.	Sobre la metodología propuesta 2	128
4.7.3.	Sobre la metodología propuesta 3	128
V.	CONCLUSIONES	130
VI.	RECOMENDACIONES	133
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	134
ANEXOS.....		137

Tema : Estructuración de la Fórmula Polinómica y Reajuste por Índices

Área : Construcciones

Línea de Investigación: Construcciones y Gerencia

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 25 DE JULIO DEL 2023



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de flujo del cálculo de la variación de reajustes-método 1.....	68
Figura 2 Selección de la herramienta clúster jerárquico en IBM SPSS Statistics (Versión 25)	71
Figura 3 Selección de datos a analizar en el programa IBM SPSS Statistics (Versión 25)..	71
Figura 4 Establecimiento de parámetros para el análisis clúster jerárquico en IBM SPSS Statistics (Versión 25).....	72
Figura 5 Dendrograma (agrupación de monomios)	73
Figura 6 Diagrama de flujo del cálculo de la variación de reajustes-método 2.....	76
Figura 7 Diagrama de flujo del cálculo de la variación de reajustes - método 3.....	78
Figura 8 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes propuestos	82
Figura 9 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 1).....	83
Figura 10 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 2).....	85
Figura 11 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 3).....	86
Figura 12 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 4).....	88
Figura 13 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 5).....	89
Figura 14 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 6).....	91
Figura 15 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 1).....	92
Figura 16 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 2).....	94
Figura 17 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 3).....	95
Figura 18 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 4).....	97
Figura 19 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 5).....	98
Figura 20 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 6)....	100
Figura 21 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 1)....	101
Figura 22 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 2)....	102



- Figura 23 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 3).... 104
- Figura 24 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 4).... 105
- Figura 25 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 5).... 106
- Figura 26 Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 6).... 108



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro resumen de obras tomadas como muestra.....	50
Tabla 2 Cuadro de operacionalización de variables	51
Tabla 3 Presupuesto de obra-muestra 1	53
Tabla 4 Presupuesto de obra-muestra 2	53
Tabla 5 Presupuesto de obra-muestra 3	54
Tabla 6 Presupuesto de obra-muestra 4	54
Tabla 7 Presupuesto de obra-muestra 5	55
Tabla 8 Presupuesto de obra-muestra 6	55
Tabla 9 Fórmula polinómica - muestra 1	56
Tabla 10 Fórmula polinómica del componente: Servicio de agua potable - muestra 2	56
Tabla 11 Fórmula polinómica del componente: Servicio de saneamiento - muestra 2	57
Tabla 12 Fórmula polinómica - muestra 3	57
Tabla 13 Fórmula polinómica - muestra 4	58
Tabla 14 Fórmula polinómica del componente 1-muestra 5	59
Tabla 15 Fórmula polinómica del componente 2-muestra 5	59
Tabla 16 Fórmula polinómica del componente 3-muestra 5	60
Tabla 17 Fórmula polinómica del componente 4-muestra 5	60
Tabla 18 Fórmula polinómica del componente 5 - muestra 5	61
Tabla 19 Fórmula polinómica del componente 6 - muestra 5	61
Tabla 20 Fórmula polinómica - muestra 6	62
Tabla 21 Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 1	62
Tabla 22 Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 2	63
Tabla 23 Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 3	63
Tabla 24 Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 4	64



Tabla 25 Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 5	64
Tabla 26 Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 6	65
Tabla 27 Coeficiente de reajuste correspondiente al mes de octubre del 2015	66
Tabla 28 Comparación del programado vs ejecutado	67
Tabla 29 Reajuste correspondiente al mes de octubre del 2015	67
Tabla 30 Índices unificados desde enero del 2010 hasta agosto 2016 en intervalos de 11 meses	69
Tabla 31 Pendientes desde febrero del 2010 hasta agosto 2016 en intervalos de 11 meses	70
Tabla 32 Fórmula polinómica de acuerdo con el dendrograma	73
Tabla 33 Coeficiente de reajuste correspondiente al mes de octubre del 2015	74
Tabla 34 Comparación del programado vs ejecutado	75
Tabla 35 Reajuste correspondiente al mes de octubre del 2015	75
Tabla 36 Ejemplo de actualización de precios en el análisis de costos unitarios por partida	79
Tabla 37 Reajustes totales de obra obtenidos al aplicar las metodologías propuestas	81
Tabla 38 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 1	83
Tabla 39 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 2	84
Tabla 40 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 3	85
Tabla 41 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 4	87
Tabla 42 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 5	88



Tabla 43 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra	
6	90
Tabla 44 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra	
1	91
Tabla 45 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra	
2	93
Tabla 46 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra	
3	94
Tabla 47 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra	
4	96
Tabla 48 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra	
5	97
Tabla 49 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra	
6	99
Tabla 50 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el Método 3 propuesto-Muestra	
1	100
Tabla 51 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 3 propuesto-muestra	
2	102
Tabla 52 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 3 propuesto-muestra	
3	103
Tabla 53 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 3 propuesto-muestra	
4	104
Tabla 54 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 3 propuesto-muestra	
5	105



Tabla 55 Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 3 propuesto-muestra 6	107
Tabla 56 Cuadro comparativo de metodologías de estructuración de la fórmula polinómica	109
Tabla 57 Cuadro comparativo de metodologías entre métodos 1-2 y método 3 propuesto	110
Tabla 58 Reajustes de valorizaciones de obra reconocidos y obtenidos por el método 1 de todas las muestras	115
Tabla 59 Resultados de la prueba de normalidad para reajustes reconocidos y obtenidos por el método 1	116
Tabla 60 Resultado de la prueba t de student: Reajuste reconocido- Reajuste método 1 ...	117
Tabla 61 Reajustes de valorizaciones de obra reconocidos y reajustes obtenidos por el método 2 de todas las muestras	120
Tabla 62 Resultados de la prueba de normalidad para reajustes obtenidos por el método 2	121
Tabla 63 Resultado de la prueba t de student: Reajuste Reconocido- Reajuste método 2 .	122
Tabla 64 Reajustes de valorizaciones de obra reconocidos y obtenidos por el método 3 de todas las muestras	124
Tabla 65 Resultados de la prueba de normalidad para reajustes obtenidos por el método 3	125
Tabla 66 Resultado de la prueba t de student: Reajuste reconocido- Reajuste método 3 ...	126



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

F.R.	Factor de Relación
G.G.	Gastos Generales
IGV	Impuesto General a las Ventas
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática
Io	Índice base
Ir	Índice del mes de pago
IU	Índice Unificado
IA	Índice unificado de precios actualizado
IUPC	Índices Unificados de Precios de la Construcción
K	Coefficiente de reajuste
LOPSRM	Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Minas
OSCE	Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado
P.U.	Precio unitario
V.R.	Valor referencial



RESUMEN

La actual metodología de estructuración de la fórmula polinómica está sujeta a restricciones tales como; un número limitado de monomios (máximo 8), el agrupamiento de elementos menores al 5% de incidencia dentro de otros, y el hecho de que una misma fórmula polinómica sea usada en todos los meses de valorización de obra. Restricciones que llevan a poner en duda si la metodología vigente representa adecuadamente la fluctuación de precios de los elementos que conforman el presupuesto de una obra. El presente trabajo de investigación tiene como objetivo demostrar que existe variaciones considerables entre los reajustes reconocidos y; los reajustes obtenidos tras la aplicación de los métodos propuestos de estructuración de la fórmula polinómica y la propuesta de reajuste por índices en el análisis de costos unitarios. Esta investigación es de nivel descriptivo, método cuantitativo y diseño no experimental. Se toma como población de estudio a seis obras ejecutadas en la región de Puno; ejecutadas dentro del periodo del 2015 al 2020. Luego de aplicadas las tres metodologías propuestas en las seis muestras, se obtuvo variaciones máximas (respecto al reajuste reconocido) de: 63.99 % para el método 1 propuesto, 96.35% para el método 2 propuesto y de 60.53% para el método 3 propuesto. Se concluye, entonces, que existe una variación significativa de los reajustes obtenidos al aplicar las tres metodologías propuestas con respecto al reajuste reconocido y se encuentra como metodología más viable el método 2 propuesto (estructuración de la fórmula polinómica mediante el agrupamiento de monomios por semejanza en la fluctuación de índice unificado de precios).

Palabras clave: Fluctuación, Fórmula polinómica, Índice Unificado, Método, Reajuste de precios.



ABSTRACT

The current methodology for structuring the polynomial formula is subject to restrictions such as: a limited number of monomials (maximum 8), the grouping of elements of less than 5% incidence within others, and the fact that the same polynomial formula is used in all months of work valuation. Restrictions that lead to question whether the current methodology adequately represents the price fluctuation of the elements that make up the budget of a work. The objective of this research work is to demonstrate that there are considerable variations between the recognized readjustments and the readjustments obtained after the application of the proposed methods of structuring the polynomial formula and the proposal of readjustment by indexes in the analysis of unit costs. This is a descriptive research, quantitative method and non-experimental design. It is taken as study population six works executed in the region of Puno; executed within the period from 2015 to 2020. After applying the three proposed methodologies in the six samples, maximum variations were obtained (with respect to the recognized readjustment) of: 63.99 % for the proposed method 1, 96.35% for the proposed method 2 and of 60.53% for the proposed method 3. It is concluded, then, that there is a significant variation of the readjustments obtained when applying the three proposed methodologies with respect to the recognized readjustment and the proposed method 2 (structuring of the polynomial formula through the grouping of monomials by similarity in the fluctuation of the unified price index) is found to be the most viable methodology.

Keywords: Fluctuation, Polynomial formula, Unified Index, Method, Price readjustment.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En el Perú, en el rubro de la construcción, específicamente en la ejecución de obras públicas por contrata, se celebran contratos de obra entre entidad y contratista, donde se establece monto de ejecución y para poder tener actualizado este monto se reconoce el reajuste de precios, que tiene el objetivo de mantener la capacidad adquisitiva de la moneda nacional, con la finalidad de mantener el equilibrio económico. (Rivera & Salinas, 2012)

A inicios del año 1977, se introdujo la fórmula polinómica de reajuste automático para obras públicas contratadas, como compensación de los mayores costos debido a una economía fluctuante. (Jesus Ramos, 2015), por lo tanto, la elaboración y la aplicación de las fórmulas polinómicas están sujetas al Decreto Supremo N.º 011-79-VC y sus modificatorias, en cuando a la estructura de la fórmula polinómica está condicionada por el coeficiente de incidencia de los monomios que sea mayor al 5% y que el número de monomios no deberán ser mayor a ocho.

Sin embargo, en los últimos años se ha estudiado estas fórmulas y el reajuste obtenido. Poniendo en evidencia que existe deficiencias; como es la pérdida de representativa de los momios agrupados debió a las condiciones establecidas, por otro lado, una estandarización de agrupamiento monomios bajo criterio tradicional como es por tipo de material o uso, asimismo, el cálculo de reajuste con insumos que no se ejecutaron en el periodo valorizado.

La presente investigación tiene como objetivo general demostrar que existe una variación considerable entre los reajustes de precios obtenidos por las nuevas metodologías de estructuración de la fórmula polinómica propuestas, los obtenidos por el



reajuste de precios en el análisis de costos unitarios con respecto a los obtenidos por la fórmula polinómica contractual vigente. Además, se tiene tres objetivos específicos; el primero, determinar la variación de los reajustes de precios obtenidos de la fórmula polinómica utilizando la totalidad de monomios sin agrupamiento, con los reajustes de precios obtenidos por la fórmula polinómica contractual vigente, segundo determinar la variación de los reajustes de precios obtenidos de la fórmula polinómica al aplicar el criterio de agrupamiento de monomios por semejanza en la fluctuación de índice unificado de precios, con los reajustes de precios establecidos por la fórmula polinómica contractual vigente; tercero, determinar la variación de los reajustes por índices en el análisis de costos unitarios, con los reajustes de precios establecidos por la fórmula polinómica contractual vigente; y cuarto, realizar un análisis comparativo entre las metodologías de estructuración de la fórmula polinómica propuestas y el reajuste de precios en el análisis de costos unitarios contratados.

Bajo estas circunstancias, se pretende que esta investigación servirá de referencia para proponer cambios a la actual normativa vigente (Decreto Supremo N°011-79-VC), en cuanto a la estructura de la fórmula polinómica y/o el reajuste obtenido.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad, el mecanismo que se usa en el Perú para reconocer el impacto de la constante inflación y/o deflación de precios de los elementos que determinan el valor de las obras, es el sistema de reajustes por fórmulas polinómicas, que tiene como objetivo establecer la actualización del presupuesto desde la fecha de su elaboración hasta el momento en que se realiza el reajuste; utilizando para esto, el coeficiente de reajuste (k). En ese sentido, “la fórmula polinómica es la mejor expresión de un intento por preservar el equilibrio económico financiero en un contrato” (Seminario, 2013, p. 319), evitando perjudicar o beneficiar a alguna de las partes involucradas (Entidad y contratista).



La normativa vigente que establece la metodología para elaboración de la fórmula polinómica es el Decreto Supremo N°011-79-VC, en cuyo Artículo 3° se establece que la cantidad de monomios que conformarán la fórmula polinómica no deberá ser mayor a ocho y que el coeficiente de incidencia de cada monomio no deberá ser inferior al 5% del monto del presupuesto correspondiente a la fórmula, lo que significa que en caso un elemento tenga un coeficiente de incidencia menor a 5%, este no podrá constituir por sí solo un monomio y deberá agruparse con otros elementos, perdiendo de esta forma, representatividad. Por otro lado, debido a que el criterio de agrupamiento de monomios está sujeto al criterio del ingeniero responsable de la elaboración de la fórmula polinómica (basado tradicionalmente en criterios de agrupamiento de monomios por afinidad en actividades o materiales); lo que ocasiona que pueda haber tantas fórmulas polinómicas, para una misma obra, como ingenieros que la elaboran.

Además, está el problema de que una única fórmula polinómica es usada en cada mes de valorización durante todo el periodo de ejecución de una obra. Sin embargo, esto no es compatible con el avance ejecutado de obra, puesto que no todos los elementos que conforman el presupuesto de una obra son usados en todos los periodos de valorización. Por esto, debería reajustarse cada insumo directamente en el análisis de costos unitarios según su índice unificado correspondiente y los metrados ejecutados.

Con todo lo expuesto anteriormente surge la duda de si la actual metodología de estructuración de la fórmula polinómica y, el uso de una única fórmula polinómica durante todo el tiempo de ejecución de una obra representa adecuadamente la fluctuación de precios en el tiempo.

Ante este contexto y, considerando que en la actualidad se cuenta con la ayuda de herramientas tecnológicas basándose en el uso de software para realizar cálculos



complejos de manera rápida, se hace evidente la necesidad de proponer nuevas metodologías de estructuración de la fórmula polinómica, así como la aplicación de la metodología de reajustes de precios en el análisis de costos unitarios, determinar las variaciones en el monto de los reajustes de precios obtenidos de estas metodologías; para finalmente realizar un análisis comparativo de las mismas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Existe una variación considerable entre los reajustes de precios obtenidos por las nuevas metodologías de estructuración de la fórmula polinómica propuestas, los obtenidos por el reajuste de precios en el análisis de costos unitarios y los obtenidos por la fórmula polinómica contractual vigente?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la variación de los reajustes de precios obtenidos de la fórmula polinómica utilizando la totalidad de monomios sin agrupamiento, con los reajustes de precios obtenidos por la fórmula polinómica contractual vigente?
- ¿Cuál es la variación que existe entre los reajustes de precios obtenidos de la fórmula polinómica al aplicar el criterio de agrupamiento de monomios por semejanza en la fluctuación de índice unificado de precios, con respecto a los reajustes de precios establecidos por la fórmula polinómica contractual vigente?
- ¿Cuál es la variación que existe entre, los reajustes por índices en el análisis de costos unitarios, con respecto a los reajustes de precios establecidos por la fórmula polinómica contractual vigente?
- ¿Cuáles son las diferencias que presenta las metodologías de estructuración de la fórmula polinómica propuestas y el procedimiento de reajuste de precios en el



análisis de costos unitarios, en cuanto a condiciones de estructuración y grado de dificultad en el procesamiento de datos?

1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

“El sistema de fórmulas polinómicas constituye un medio de reconocimiento práctico e inmediato de los mayores costos por la constante fluctuación de precios de los elementos que determinan el valor de las obras” (Castillo & Sarmiento, s.f., p. 11). Sin embargo, dada la naturaleza probabilística de la fórmula polinómica, la tendencia final será eliminar errores significativos; lo que significa que la suma de todos los reajustes reconocidos de las valorizaciones de obra, deberá ser lo más cercana posible al reajuste total exacto; siempre que, la fórmula polinómica represente fielmente la estructura de la obra (Castillo, 1993, p. 57).

Por otro lado, la fórmula polinómica está asociada a una figura conocida como “Equilibrio económico financiero del contrato”, lo que significa que es la mejor expresión de un intento por preservar dicho equilibrio. Esto implica que ninguna de las partes del contrato (Entidad y contratista) debería resultar beneficiada por un error en la elaboración de la fórmula polinómica (Seminario, 2013, p. 319).

La norma que rige la elaboración de las fórmulas polinómicas es el Decreto Supremo N°011-79-VC, sin embargo, en ella se presentan algunas restricciones para la elaboración de la fórmula polinómica, tales como: un número limitado de monomios (ocho como máximo) y; el agrupamiento de aquellos monomios cuyo porcentaje de incidencia es menor a 5% dentro de otros, desestimando de esta forma aquellos elementos de menor participación. Además, está el hecho de que el agrupamiento de monomios no se rige por un criterio estandarizado, sino que depende del criterio del ingeniero responsable de la elaboración de la fórmula polinómica, obteniéndose así, agrupaciones



de elementos que no siempre tienden a tener una similar fluctuación de índices unificados de precios.

Por otro lado, está el hecho de que una sola fórmula polinómica es usada para cada mes de valorización, lo que no concordaría con el calendario de ejecución; puesto que el uso y porcentaje de incidencia de los elementos varían según los metrados ejecutados valorizados.

Todas estas limitantes ocasionan que se cuestione si los resultados obtenidos de los reajustes de precios son los más próximos a la realidad y por ende si representan adecuadamente la fluctuación de precios de los insumos que conforman el presupuesto de obra. Cabe mencionar que las pautas para la elaboración de la fórmula polinómica se establecieron teniendo en cuenta que para la época era difícil el procesamiento de una mayor cantidad de datos, sin embargo, hoy en día se cuentan con herramientas tecnológicas y softwares más avanzados capaces de procesar con mayor facilidad y rapidez una gran cantidad de datos.

Por todo lo mencionado previamente y, a fin de preservar el equilibrio económico financiero en los contratos de obra pública, es importante la propuesta de nuevas metodologías de estructuración de la fórmula polinómica, así como también la opción de aplicar el método de reajustes de precios en el análisis de costos unitarios; como mecanismos a emplear para representar de la mejor manera los efectos de la inflación o deflación de los insumos del presupuesto de obra, con la finalidad de proteger adecuadamente los intereses tanto de la entidad (contratante) como de los contratistas. Ante este contexto, esta investigación servirá como un antecedente para proponer la modificación de la actual metodología de cálculo de los reajustes de precios establecidos en la normativa vigente (Decreto Supremo N°011-79-VC), con la finalidad superar



eventuales errores en la formulación de fórmulas polinómicas y obtener valores de los mismos más próximos a la realidad.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo general

Demostrar que existe una variación considerable entre los reajustes de precios obtenidos por las nuevas metodologías de estructuración de la fórmula polinómica propuestas, los obtenidos por el reajuste de precios en el análisis de costos unitarios y los obtenidos por la fórmula polinómica contractual vigente.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la variación de los reajustes de precios obtenidos de la fórmula polinómica utilizando la totalidad de monomios sin agrupamiento, con los reajustes de precios obtenidos por la fórmula polinómica contractual vigente.
- Determinar la variación de los reajustes de precios obtenidos de la fórmula polinómica al aplicar el criterio de agrupamiento de monomios por semejanza en la fluctuación de índice unificado de precios, con los reajustes de precios establecidos por la fórmula polinómica contractual vigente.
- Determinar la variación de los reajustes por índices en el análisis de costos unitarios, con los reajustes de precios establecidos por la fórmula polinómica contractual vigente.
- Realizar un análisis comparativo entre las metodologías de estructuración de la fórmula polinómica propuestas y el reajuste de precios en el análisis de costos unitarios contratados.



1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis general

Existe una variación considerable entre los reajustes de precios obtenidos por las nuevas metodologías de estructuración de la fórmula polinómica propuestas, los obtenidos por el reajuste de precios en el análisis de costos unitarios y los obtenidos por la fórmula polinómica contractual vigente.

1.5.2. Hipótesis específicas

- Existe una variación considerable entre los reajustes de precios obtenidos de la fórmula polinómica utilizando la totalidad de monomios sin agrupamiento y los reajustes de precios obtenidos por la fórmula polinómica contractual vigente.
- Existe una variación considerable entre los reajustes de precios obtenidos de la fórmula polinómica al aplicar el criterio de agrupamiento de monomios por semejanza en fluctuación de índice unificado de precios y los reajustes de precios establecidos por la fórmula polinómica contractual vigente.
- Existe una variación considerable entre los reajustes por índices en el análisis de costos unitarios y los reajustes de precios establecidos por la fórmula polinómica contractual vigente.
- El reajuste de precios obtenidos de una de las metodologías propuestas fórmula polinómica es la que presenta mejores condiciones de estructuración y un menor grado de dificultad del procesamiento de datos.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes Internacionales

Anaya (2018), en su investigación “Aplicación de un Método para el Ajuste de Costos a un Contrato de Obra Pública y Una Comparativa Ante Crisis Económica”, se desarrolla un comparativo de resultados producto del cálculo del reajuste de una situación normal y una situación crítica (periodo de inflación). Esta investigación se desarrolló en el proyecto ejecución de un complejo turístico ubicado en las playas de México, para ello primero se hizo en cálculo utilizando los índices correspondientes al año 2017(situación normal) y luego se utilizó los índices correspondientes al año 2008 que representa al periodo de inflación. Al finalizar su análisis, obtiene los siguientes resultados: para una situación normal, el reajuste representa el 3.52% respecto al presupuesto base; y en una situación de inflación, el reajuste representa el 15.39% respecto al presupuesto base. Con ello nos recomienda el estudio constante del tema de reajustes para su mejor entendimiento.

Fernando (2017), en su tesis “Metodología para la elaboración de los reajustes de precios en proyectos de edificación de la Constructora JOF”, propone establecer y desarrollar procedimientos para el cálculo de reajuste. Esta tesis realizó su investigación en el proyecto “Construcción del Centro de Desarrollo Comunal de Tirrases, Curridabat”, con un presupuesto de 1.217.905.000,00 colones costarricenses. Para lo cual primero estima el porcentaje de incidencia de los costos directo, costo indirecto y utilidades del presupuesto ofertado, una vez obtenido el porcentaje del costo directo, se multiplica a las demás actividades del presupuesto y enseguida se estima los costos de insumos directo



(mano de obra, insumos indirectos, mano de obra indirecto y utilidad) de cada partida ejecutado para finalmente multiplicar estos costos por el factor de variación de costos, la sumatoria de todos estos costos parciales por actividad será el reajuste. Esta metodología de reajuste concluye que se obtiene una disminución en 1.58% respecto al presupuesto afectado.

Antecedentes Nacionales

Esteban (2021), realizó un análisis comparativo entre los reajustes de valorizaciones determinados por la fórmula polinómica y los obtenidos mediante el sistema de reajuste de precios ofertados (RPUO), para 3 obras ejecutadas por la Municipalidad Provincial de Huánuco y liquidadas en el año 2019. Se obtuvo como resultado los reajustes obtenidos mediante la fórmula polinómica y la metodología RPUO: En la obra 1 los valores de S/ 9,462.17 y S/ 10,838.75, en la obra 2 los valores de S/ 107,572.42 y S/ 105,663.72 y en la obra 3, los valores de S/ 238.87 y S/ -574.90; respectivamente. Por lo tanto, se refuta la hipótesis de que existe diferencias significativas entre los reajustes determinados por la Fórmula Polinómica y la metodología RPUO, debido a que no existe una tendencia marcada de superioridad respecto a los resultados de los reajustes obtenidos al aplicar ambas metodologías. Los resultados muestran que los reajustes determinados mediante la fórmula polinómica presentan una confiabilidad de $\alpha = 0.92$, catalogándolo como excelente confiabilidad y de manera análoga respecto a la metodología RPUO se halló una confiabilidad de $\alpha = 0.79$ estando también en el rango de excelente confiabilidad. Por otro lado, según la prueba de rangos de Wilcoxon para datos apareados y para un nivel de significancia de 0.05. Se concluyó que, para las muestras analizadas, no existe diferencias significativas respecto a los resultados de la metodología RPUO respecto a la fórmula polinómica, ya que ambos son consistentes.



Araujo (2017), realizó una comparación entre los reajustes totales de valorizaciones de obra obtenidos por la fórmula polinómica vigente K_{pp} por partición del presupuesto de obra, los obtenidos por una fórmula polinómica Q propuesta y los obtenidos por el reajuste de los precios unitarios base, con el objetivo de determinar si estos valores de los reajustes diferían significativamente. Para esto, tomó como muestra 12 obras viales, calculándose los reajustes de estas obras por las tres metodologías mencionadas, obteniéndose así, que del total de los resultados de los reajustes obtenidos por la fórmula polinómica K contractual vigente, difieren significativamente con los obtenidos por la fórmula polinómica K_{pp} en un 67%, en 75% con respecto a los reajustes obtenidos mediante la fórmula polinómica Q propuesta y, por último, el 100% de los resultados difieren significativamente con los reajustes obtenidos por el procedimiento basado en el reajuste de los precios unitarios base. Concluyendo que el reajuste por el procedimiento de reajustes de precios unitarios base es la más factible debido a que utiliza, de forma directa, los índices de precios de acuerdo a los metrados ejecutados valorizados, y no presenta las limitaciones de la Fórmula Polinómica.

Chaiña (2014), determino las variaciones en los reajustes de precios producto de las omisiones y contradicciones generados en el procedimiento normativo de las fórmulas polinómicas para el reajuste de precios. Tomo como muestra dos obras ejecutadas en la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, determinando las variaciones del reajuste: al incluir en la fórmula polinómica aquellos elementos que cuya incidencia era menor al 5%, al omitir el cambio que se da en la fórmula polinómica en caso el contratista genere variaciones del valor referencial en el proceso de concurso, al considerar diferentes fórmulas polinómicas según elementos usados en cada valorización. Obteniendo como resultado variaciones significativas. Concluye señalando que, se tiene mayores variaciones al considerar diferentes fórmulas polinómicas en cada valorización.



Herrera (2011), identifica el problema de los valores del coeficiente de reajuste K , en obras viales, indicando que este coeficiente no refleja el valor real de los incrementos en los costos de los insumos, durante las diferentes etapas de ejecución de la obra, puesto que la fórmula polinómica es invariable. Frente a esto, elabora una solución computacional que permita identificar la variación del valor de K , de tal manera que este refleje lo mejor posible la variación de costos de los insumos. La muestra tomada fueron las fórmulas polinómicas de 13 obras entre carreteras y puentes, de las cuales se determinó la variación porcentual de los valores de los índices unificados que conformaban las fórmulas polinómicas para un periodo de 9 meses (variables) y; con esto, se determinó la función que mejor representa a cada una de las variables. Seguidamente, con las variables definidas e indicando la función, se elaboró el programa que se usará en el RELAN. Finalmente, se procesaron los datos de las muestras en el programa, considerando valores de porcentajes de incremento 0.0, 0.05, 0.10 y 0.15, obteniéndose diferentes valores de probabilidad que el incremento ocurra, el valor promedio para estas probabilidades es de 90.12%, 37.29%, 7.95% y 1.81% respectivamente. Así mismo, para cada fórmula polinómica se pudo establecer cuál es el índice unificado que tiene mayor sensibilidad frente a las variaciones de precios. Concluye indicando que esta herramienta (programa) y la aplicación de la teoría del análisis de variabilidad puede ser muy útil para evaluar la fórmula polinómica en un contrato, puesto que permite valorar con mayor aproximación la variación de los índices de precios más influyentes, esto nos permite elaborar una fórmula polinómica que represente mejor la variación real de los precios de los insumos al momento de ejecutar la obra vial.

Antecedentes Locales

Pasaca (2022), en su trabajo de investigación, determina la diferencia entre el reajuste calculado aplicando fórmulas polinómicas sujetas al Decreto Supremo N°011-79-VC



(normativa peruana vigente) y el reajuste calculado a través del costo por precio unitario sujeta al artículo 57 del DOF 13-01-2016 del reglamento de la ley públicas y servicios (normativa mexicana). Se usó dos muestras, el primero ubicado en la región de Puno, con un presupuesto de 10'290,639.71(incluido I.G.V.) y sistema de contratación a precios unitarios y el segundo en la región de Cusco, con un presupuesto de 10'923,734.29(incluido I.G.V.) y sistema de contratación a suma alzada. El análisis de datos se realizó de manera descriptiva e inferencial. Llegando a una conclusión inferencial, que la diferencia no es significativa.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Definición de términos

2.2.1.1. Presupuesto de obra

De acuerdo a Jesús Ramos (2015) el presupuesto de obra es un documento que contiene el precio de construcción de una obra, de forma detallada y anticipada, formulado una vez determinados los metrados, los análisis de costos unitarios de cada partida, incluyendo también; los gastos generales, la utilidad y los respectivos impuestos.

Tal como afirma Eyzaguirre (2018) “El presupuesto es el resultado total de los costos más los gastos generales, las utilidades y, además, los impuestos” (p. 151).

Finalmente, según indica Suárez (2002), un presupuesto es “Una suposición del valor de un producto para condiciones definidas a un tiempo inmediato” (p. 271), lo que implica que este tenga un carácter dinámico que conlleva a su ajuste periódica para garantizar de esta forma la culminación exitosa del proyecto.



2.2.1.2. Valorizaciones de obra

“Es la cuantificación económica de un avance físico en la ejecución de la obra, realizada en un período determinado.” (Decreto Supremo N°344-2018-EF, 2018, Art. 194).

Salinas (2008) indica que, para las obras contratadas bajo el sistema de precios unitarios, la valorización se realiza multiplicando los metrados ejecutados por los precios unitarios ofertados, adicionando los gastos generales y utilidad ofertados por el contratista; incluyendo el porcentaje correspondiente al Impuesto General a las Ventas. Por otro lado, para el caso del sistema de suma alzada, las valorizaciones se realizan con los metrados que fueron contratados originalmente, con el precio unitario referencial, al que se le agregan conceptos como gastos generales y utilidad; incluyendo, además, el porcentaje correspondiente a los impuestos (p. 4).

Asimismo, cabe señalar que “las valorizaciones tienen el carácter de pagos a cuenta, y que deberán ser canceladas por la Entidad en fecha no posterior al último día del mes siguiente al de la valorización respectiva, toda vez que en la liquidación final es donde se define el monto total de la obra y el saldo a pagar” (Decreto Supremo N°344-2018-EF, 2018).

2.2.1.3. Liquidación de obra

“La liquidación de obra, constituye la última fase de la consumación del contrato de obra, entendida muchas veces como el pago de la obra cuando esta ha sido completada y entregada, es en realidad el momento donde se define el monto total de la obra y el saldo económico que puede ser a favor o en contra del, sea del contratista o de la Entidad” (Salinas, 2008, p. 44), lo que implica que solo se realiza un pago si es que ha quedado



algún monto por cubrir, incluso pudiendo darse el caso de que el contratista deba devolver dinero a la Entidad.

“En el caso de obras contratadas bajo el sistema de precios unitarios, la liquidación final se calcula con los precios unitarios, gastos generales y utilidad ofertados; mientras que en las obras contratadas bajo el sistema a suma alzada la liquidación se realiza con los precios, gastos generales y utilidad del valor referencial, afectados por el factor de relación” (Salinas, 2008, pp. 44-46).

A Suma Alzada:

$$Val. Liq. = [(Mtdos Contratados * P.U._{V.R.}) + G.G._{V.R.} + Utilidad_{V.R.}] * F.R.$$

A Precios Unitarios:

$$Val. Liq. = (Mtdos Real Ejecutado.* P.U._{oferta.}) + G.G._{V.R.} + Utilidad_{oferta.}$$

Donde:

P.U.=Precio unitario.

V.R.=Valor referencial.

F.R.=Factor de relación.

G.G.=Gastos generales.

Se debe mencionar también el término liquidación del contrato, definido como el “cálculo técnico efectuado, bajo las condiciones normativas y contractuales aplicables al contrato, que tiene como finalidad determinar el costo total del contrato y su saldo económico” (Decreto Supremo N°344-2018-EF, 2018, p. 57). La importancia de la liquidación del contrato no se limita al cumplimiento de una norma legal, sino que tiene también efectos contables; puesto que, una obra que no ha sido liquidada, continúa siendo considerado como una obra en curso.



Por último, el Decreto Supremo N°344-2018-EF, Art. 209 (2018) menciona que “No se procede a la liquidación mientras existan controversias pendientes de resolver.” (p. 41).

2.2.1.4. Reajuste de precios

El *reajuste* en contratación de obras implica que los pagos al contratista pueden cubrir la variación de precios; es decir; si los índices unificados de precios que corresponden a la fecha de pago, incrementan con respecto al precio pactado, el contratista tiene derecho a un pago mayor para cubrir, de esta forma, el incremento de la prestación; esto con la finalidad de mantener una adecuada relación de equivalencia entre las prestaciones ejecutadas por el contratista y el pago que la Entidad debe realizar por estas (OSCE, 2022, p. 2). “Dicho equilibrio también debe mantenerse en la situación contraria, es decir, cuando los índices de precios correspondientes a la fecha de pago disminuyen en relación con el precio pactado, por lo que en esta situación la Entidad tendrá el derecho de pagar solamente el monto que represente el valor real de las prestaciones” (OSCE, 2016, p. 2).

En consecuencia, el Decreto Supremo N°344-2018-EF, Art. 195 (2018) indica que los reajustes (en el caso de obras) deberán calcularse basándose en el coeficiente de reajuste “K”, el cual se conoce al momento de la valorización. En cuanto se conocen los índices unificados de precios, que se deberán utilizar al momento de realizar la valorización respectiva, se calcula el monto definitivo de los reajustes que le corresponden y se pagan con la valorización más cercana posterior o en la liquidación final.



El reajuste de precios se calcula de la siguiente forma:

$$R = V(K - 1)$$

Donde:

R: Reajuste

V: Monto de la valorización.

K: Coeficiente de reajuste, derivado de la fórmula polinómica.

2.2.2. Reajuste de precios por fórmulas polinómicas

2.2.2.1. Fórmula polinómica

El Decreto Supremo N°344-2018-EF, Art. 38 (2018) indica que: “Tanto la elaboración como la aplicación de las fórmulas polinómicas se sujetan a lo dispuesto en el Decreto Supremo N°011-79-VC y sus normas modificatorias, ampliatorias y complementarias”.

Para Seminario (2013) “la Fórmula Polinómica es un mecanismo de reajuste del pago de las valorizaciones. Es decir, es una fórmula para reajustar el pago del precio que se genera con ocasión de la ejecución de los trabajos” (p.321).

Así mismo, (Salinas, 2008) define la fórmula polinómica como “la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto y está constituida por la sumatoria de términos, denominados monomios, que consideran la participación o incidencia de los principales recursos” (p.8).

Entonces, el uso de las fórmulas polinómicas representa un medio de reconocimiento de los mayores costos causados por el cambio en los precios de los elementos que intervienen en el valor de las obras, especialmente en épocas inflacionarias (Castillo & Sarmiento, s.f., p. 11). Por tanto, es “la mejor expresión de un intento por preservar el equilibrio económico financiero en un contrato” (Seminario, 2013, p. 319).



2.2.2.2. Índices unificados

“Es un indicador económico que muestra la fluctuación promedio de precios que experimentan en el mercado el conjunto de elementos que intervienen en una obra de construcción. Los índices unificados de precios se usan exclusivamente para reajustar los montos de los presupuestos de todas las obras contratadas con el Estado bajo el sistema de reajuste automático basado en el uso de fórmulas polinómicas” (Castillo & Sarmiento, s.f., p. 28).

Algunos aspectos a considerar según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (s.f., pp. 1-2) sobre los índices unificados de precios:

- El Instituto Nacional de Estadística e Informática tiene la función de calcular los índices de precios mensualmente basándose en la información solicitada a los fabricantes y/o distribuidores que se recaba dentro de los cinco primeros días del mes siguiente.
- El período base corresponde a Julio 1992.
- Los Índices Unificados de Precios de la Construcción se elaboran a nivel nacional, dividiendo el territorio en seis áreas geográficas:

ÁREA 1: Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Amazonas y San Martín.

ÁREA 2: Ancash, Lima, Provincia Constitucional del Callao e Ica.

ÁREA 3: Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho y Ucayali.

ÁREA 4: Arequipa, Moquegua y Tacna.

ÁREA 5: Loreto.

ÁREA 6: Cusco, Puno, Apurímac y Madre de Dios. INEI (s.f.)



2.2.2.3. Condiciones normativas para la estructuración de la fórmula polinómica

Las condiciones normativas de estructuración de las fórmulas polinómicas a continuación mencionadas, son aquellas de importancia en esta investigación y que están establecidas en el Decreto Supremo N°011-79-VC vigente:

Las fórmulas polinómicas presentarán la siguiente forma general (Decreto Supremo N°011-79-VC, Art. 2°, 1979):

$$K = a \frac{J_r}{J_o} + b \frac{M_r}{M_o} + c \frac{E_r}{E_o} + d \frac{V_r}{V_o} + e \frac{GU_r}{GU_o}$$

Donde:

K: es el coeficiente de reajuste de valorizaciones de obra, será expresado con aproximación al milésimo.

a, b, c, d, e: representan los coeficientes de incidencia en el costo de la obra, de los elementos; mano de obra, materiales y equipos, varios, gastos generales y utilidad respectivamente, con aproximación al milésimo. La suma de todos los coeficientes de incidencia siempre será igual a la unidad (1).

Jo, Mo, Eo, Vo, GUo: son los índices de precios de los elementos, mano de obra, materiales, equipos, varios y gastos generales y utilidad, respectivamente, a la fecha del Presupuesto Base.

Jr, Mr, Er, Vr, GUo: son los índices de precio de los elementos, mano de obra, materiales, equipos, varios y gastos generales y utilidad, a la fecha del reajuste correspondiente.

“El número de monomio de la forma general básica no podrá ser mayor a ocho (8), cada monomio puede contener como máximo 3 Índices Unificados. Además, el



coeficiente de incidencia de cada monomio no será inferior a cinco centésimos” (Decreto Supremo N°011-79-VC, Artículo 3°, 1979) lo que significa que “los recursos del presupuesto cuya incidencia sea menor a 5% (0.050) se deben reagrupar con o dentro de otros índices, como máximo 3, con la finalidad de alcanzar o superar el 5%.” (Salinas, 2008, p. 10).

Por último, Salinas (2008) indica que; de acuerdo al Artículo 4° del Decreto Supremo N°011-79-VC que; en una obra puede haber como máximo 4 formulas polinómicas como, por ejemplo, en una obra de edificación (Arquitectura, Estructuras, Sanitarias, Eléctricas). En el caso que hubiera más componentes o fases en el presupuesto, por ejemplo, Arquitectura, Estructuras, Sanitarias, Eléctricas y Electromecánicas, para efectos de la elaboración de la formula polinómicas se podría unir las electromecánicas con eléctricas. Se evidencia que el agrupamiento de electromecánicas con eléctricas se basa en la similitud de estos componentes en cuanto a insumos que intervienen en cada uno.

2.2.3. Reajuste de precios por agrupación de monomios por fluctuación de índice unificado de precios

2.2.3.1. Fluctuación

Los presupuestos en la industria de la construcción son dinámicos, debido a que los precios de mano de obra, materiales, equipos y maquinarias varían constantemente (Elfahham, 2019, p. 2)

En este mismo sentido, Joukar and Nahmens (2015). Esta fluctuación de precios es inevitable, el cual se puede desarrollarse en dirección positiva o negativa, el incremento de precio representa un riesgo para las partes contratantes, pero en caso de una disminución no causa problemas financieros.



En el Perú, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2022) indica que, “Los Índices Unificados de Precios de la Construcción (IUPC), muestran la fluctuación promedio de precios que experimentan en el mercado un conjunto de elementos que intervienen en el costo de las obras de construcción civil” (p. 129).

2.2.3.2. Agrupación mediante clúster jerárquico con el software SPSS

2.2.3.2.1. Análisis clúster jerárquico

Hair et al. (1999) el análisis clúster tiene el objetivo de agrupar objetos (encuestas, productos u otras entidades) en conglomerados, en los cuales estos objetos agrupados tienen similitud dentro de cada grupo y diferencias con los demás, por lo cual este análisis puede manejar adecuadamente los datos de una población y clasificar a grupos específicos.

Por otro lado, Aldas and Uriel (2017) considera que el clúster jerárquico es la agrupación donde comienza por cada objeto y gradualmente unirse a otros grupos cercanos para finalmente llegar a un grupo.

Acorde con lo anterior, para el análisis clúster se puede utilizar el programa IBM SPSS Statistics (Versión 25) ya que es una herramienta ampliamente utilizada, por su parte Quezada (2017) explica el procedimiento en el programa; el primer paso es calcular la distancia que existe entre cada par los datos (Medida de proximidad), el siguiente paso es la agrupación en conglomerados cercanos hasta quedar en un solo grupo esto a través del criterio del método de agrupación.

2.2.3.2.2. Medida de proximidad - Distancia euclídea

Hair et al. (1999) considera que la similitud (proximidad) entre cada par de datos se mide a través de la distancia euclídea, el cual está dado por la siguiente fórmula.

$$d_{ns} = \sqrt{\sum_{n=1}^n (X_n - Y_n)^2}$$

Donde d_{ns} es la distancia euclídea y X_n, Y_n ($n=1, 2, \dots, n$), representa un valor numérico.

2.2.3.2.3. Método de agrupación - Enlace Ward

Llamado también como algoritmo de agrupación mediante enlace Ward “La distancia entre dos clústeres se calcula como la suma de cuadrados entre grupos. Se persigue la minimización de la varianza intergrupala y maximiza la homogeneidad dentro de los grupos”(Vilà Baños et al., 2014).

2.2.3.2.4. Representación gráfica – Dendrograma

Vilà Baños et al. (2014) recomienda interpretar los resultados en el gráfico del Dendrograma, el cual está compuesto por eje horizontal donde describe las distancias (en una escala de 0 al 25) y eje vertical se observa los datos u objetos.

2.2.4. Método de reajustes por índices en el análisis de costos unitarios

Esta forma de reajuste tiene base en la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Minas, art. 58 (2019), normativa mexicana, se reconoce el procedimiento de ajuste; Donde se puede comprender que solo se aplica al costo directo y se mantiene constantes los porcentajes del costo indirectos y utilidad, además este se calculará a partir del aumento o decremento en el costo de los insumos los cuales se determinan con base en los índices de precios al productor y comercio exterior/actualización de costos de obras públicas, siendo este el facto de ajuste el cual se aplica al importe.



Por otra parte, Chaiña (2014) considera a esta forma de calcular el reajuste como dinámico porque esta asocia al avance de ejecución y solo se reajustara los insumos involucrados en dicho avance periódico; En efecto, todos los cálculos están realizados dentro de cada análisis de costos unitarios, aplicando una relación de los índice unificado de precio a los insumos.

2.2.4.1. Análisis de costos unitarios

Salinas (2010) lo define “como la sumatoria de recursos o aporte de mano de obra y/o materiales y/o equipos(herramientas), afectado por su precio unitario correspondiente” (p.33). Cabe mencionar que esta expresión matemática representa al costo por unidad de trabajo de una partida.

2.2.4.2. Análisis de costos unitarios reajustado

Esteban (2021) señala que es la sumatoria de los insumos que componen el análisis de costos unitarios base y previamente fueron multiplicados por la relación Índice a la fecha de pago/Índice a la fecha del presupuesto base.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo de investigación

De acuerdo al propósito de la investigación, el presente trabajo se enmarca dentro del tipo de investigación básica. Una investigación “básica o fundamental, se apoya dentro de un contexto teórico y su propósito fundamental es el de desarrollar teoría mediante el descubrimiento de amplias generalizaciones o principios.”(Tamayo, 2003, p. 42) y; tal como afirma Pardinás (1988, p. 68), “tiene como objeto el estudio de un problema destinado exclusivamente al progreso, o a la simple búsqueda de conocimientos.”

3.1.2. Nivel de investigación

Para Hernández (2014, p. 92) una investigación descriptiva “Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice”. “Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos.” (Tamayo, 2003, p. 46).

“Los estudios descriptivos son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación” (Hernández, 2014, p. 92). En ese sentido, el nivel del presente trabajo de investigación es **descriptivo**, ya que describirá y analizará las variaciones de los reajustes de precios, resultantes de la aplicación (de forma independiente) de cada una de las metodologías de reajuste propuestas, con respecto al reajuste reconocido.



3.1.3. Método de investigación

El método que corresponde a este trabajo de investigación es **cuantitativo**, debido a que “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández, 2014, p. 4).

3.1.4. Diseño de investigación

“El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado” (Arias, 2006, p. 27). Correspondiendo, entonces, para esta investigación, un **diseño no experimental**, dado que una investigación no experimental es sistemática en la que las variables de investigación no se manipulan porque ya se han dado. Dentro de la investigación no experimental, esta investigación es de tipo transversal debido a que los datos recopilados han sido en un momento único (Hernández, 2014, pp. 154-155)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

La población está integrada por un grupo de unidades de análisis, los cuales coinciden en el espacio de estudio, además, tienen algunas características en común, una de las limitaciones es que no se puede estudiar la totalidad del grupo por qué elevaría el costo de investigación. (Díaz, 2005, pp. 236 - 237)

Para la presente investigación, la población está delimita por las obras públicas por contrata que fueron ejecutadas en el periodo del 2015 al 2020 en la región de Puno



3.2.2. Muestra

Hernández (2014, p. 173) Lo define como un subgrupo de la población que a su vez lo clasifica en muestra probabilística donde todos tienen la misma oportunidad y muestra no probabilística que depende del criterio del investigador.

Además, Vitulas (2022) indica que dentro del muestreo no probabilísticos, se encuentra el muestreo por conveniencia, el cual nos indica que la elección de la muestra es asequible al investigador.

Para esta investigación se utilizó el muestreo por conveniencia, los cuales se detallan a continuación.

Muestra N°1

- Proyecto: “Mejoramiento del Servicio de Saneamiento Básico Integral en el Sector Alto Ccapuna del Centro Poblado Ccapuna, Distrito de Sandia, Provincia de Sandia – Puno”.
- Ubicación:
 - Región : Puno
 - Provincia : Sandia
 - Distrito : Sandia
- Presupuesto de obra con IGV: S/3,234,530.01
- Presupuesto de obra sin IGV : S/2,666,635.60
- Tipo de obra : Saneamiento
- Sistema de contratación : Suma Alzada
- Plazo de ejecución de obra : 210 días calendarios
- Fecha de inicio : 26 de octubre del 2015
- Fecha de término : 27 de julio del 2016



- Fecha de presupuesto base : abril del 2015
- Marco normativo : “Decreto Legislativo N°1017 - Ley de Contrataciones del Estado y Decreto Supremo N°184-2008-EF - Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado”.

Muestra N° 2

- Proyecto: “Mejoramiento, Ampliación de Servicio de Agua Potable y Letrinas Sanitarias en la Parcialidad de Cambria, Distrito de Conima-Moho-Puno”.
- Ubicación:
 - Región : Puno
 - Provincia : Moho
 - Distrito : Conima
- Presupuesto de obra con IGV: S/3,264,388.65
- Presupuesto de obra sin IGV : S/2,766,431.06
- Tipo de obra : Saneamiento
- Sistema de contratación : Precios Unitarios
- Plazo de ejecución de obra : 210 días calendarios
- Fecha de inicio : 17 de diciembre del 2016
- Fecha de término : 14 de julio del 2017
- Fecha de presupuesto base : marzo del 2015
- Marco normativo : “Ley N°30225 - Ley de Contrataciones del Estado y Decreto Supremo N°350-2015-EF - Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado”.



Muestra N°3

- Proyecto: “Instalación de Sistema de Agua Potable y Disposición Sanitaria de Excretas en las Comunidades de Apissi, Pesqueria y Pucamocco del Distrito de Arapa - Provincia de Azángaro – Puno”.
- Ubicación:
 - Región : Puno
 - Provincia : Azángaro
 - Distrito : Arapa
- Presupuesto de obra con IGV: S/9,150,959.00
- Presupuesto de obra sin IGV : S/ 7,755,050.00
- Tipo de obra : Saneamiento
- Sistema de contratación : Precios Unitarios
- Plazo de ejecución de obra : 210 días calendarios
- Fecha de inicio : 19 de abril del 2018
- Fecha de término : 13 de abril del 2019
- Fecha de presupuesto base : marzo del 2017
- Marco normativo : “Ley N°30225 - Ley de Contrataciones del Estado y Decreto Supremo N°350-2015-EF - Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado”.

Muestra N°4

- Proyecto: “Mejoramiento de la Infraestructura Vial Urbana de los Jirones de la Ciudad de Crucero, Distrito de Crucero-Carabaya-Puno Tramo II”.
- Ubicación:
 - Región : Puno



- Provincia : Carabaya
- Distrito : Crucero
- Presupuesto de obra con IGV: S/4,926,328.90
- Presupuesto de obra sin IGV : S/4,174,855.00
- Tipo de obra : Obras Viales
- Sistema de contratación : Precios Unitarios
- Plazo de ejecución de obra : 180 días calendarios
- Fecha de inicio : 10 de agosto del 2017
- Fecha de término : 05 de febrero del 2018
- Fecha de presupuesto base : enero del 2017
- Marco normativo : “Ley N°30225 - Ley de Contrataciones del Estado y Decreto Supremo N°350-2015-EF - Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado”.

Muestra N°5

- Proyecto: “Mejoramiento del Servicio Educativo de la IES. Juan Bustamante de Lampa”.
- Ubicación:
 - Región : Puno
 - Provincia : Lampa
 - Distrito : Lampa
- Presupuesto de obra con IGV: S/3,616,355.07
- Presupuesto de obra sin IGV : S/3,064,707.69
- Tipo de obra : Edificaciones
- Sistema de contratación : Suma Alzada



- Plazo de ejecución de obra : 300 días calendarios
- Fecha de inicio : 8 de abril del 2016
- Fecha de término : 1 de febrero del 2017
- Fecha de presupuesto base : abril del 2015
- Marco normativo : “Decreto Legislativo N°1017 - Ley de Contrataciones del Estado y Decreto Supremo N°184-2008-EF - Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado”.

Muestra N°6

- Proyecto: “Mejoramiento de los Servicios de Educación Secundaria en la Institución Educativa Publica Horacio Zevallos Gámez de la Ciudad de Juliaca, Provincia de San Román – Puno”.
- Ubicación:
 - Región : Puno
 - Provincia : San Román
 - Distrito : Juliaca
- Presupuesto de obra con IGV: S/7,609,352.80
- Presupuesto de obra sin IGV : S/6,448,604.07
- Tipo de obra : Edificaciones
- Sistema de contratación : Suma Alzada
- Plazo de ejecución de obra : 210 días calendarios
- Fecha de inicio : 12 de febrero del 2019
- Fecha de término : 26 de febrero del 2020
- Fecha de presupuesto base : junio del 2018



- Marco normativo : “Ley N°30225 - Ley de Contrataciones del Estado y Decreto Supremo N°350-2015-EF - Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado”.

Tabla 1

Cuadro resumen de obras tomadas como muestra

Ítem Muestra	Descripción	Lugar	Tipo	Sistema de Contratación	Presupuesto	Marco normativo	
						Ley	Reglamento
1	Muestra 1 "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO BASICO INTEGRAL EN EL SECTOR ALTO CCAPUNA DEL CENTRO POBLADO CCAPUNA, DISTRITO DE SANDIA, PROVINCIA DE SANDIA – PUNO".	Sandia	Saneamiento	Suma Alzada	S/ 3,234,530.01	Decreto Legislativo N°1017	Decreto Supremo N°184-2008-EF
2	Muestra 2 "MEJORAMIENTO, AMPLIACION DE SERVICIO DE AGUA POTABLE Y LETRINAS SANITARIAS EN LA PARCIALIDAD DE CAMBRIA, DISTRITO DE CONIMA- MOHO-PUNO"	Conima	Saneamiento	Precios Unitarios	S/ 3,264,388.65	Ley N°30225	Decreto Supremo N°350-2015-EF
3	Muestra 3 "INSTALACION DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y DISPOSICION SANITARIA DE EXCRETAS EN LAS COMUNIDADES DE APISSI, PESQUERIA Y PUCAMOCO DEL DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA DE AZANGARO - PUNO"	Arapa	Saneamiento	Precios Unitarios	S/ 9,150,959.00	Ley N°30225	Decreto Supremo N°350-2015-EF
4	Muestra 4 "MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LOS JIRONES DE LA CIUDAD DE CRUCERO, DISTRITO DE CRUCERO-CARABAYA-PUNO TRAMO II"	Crucero	Obras Viales	Precios Unitarios	S/ 4,926,328.90	Ley N°30225	Decreto Supremo N°350-2015-EF
5	Muestra 5 "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA IES. JUAN BUSTAMANTE DE LAMPA"	Lampa	Edificaciones	Suma Alzada	S/ 3,064,707.69	Decreto Legislativo N°1017	Decreto Supremo N°184-2008-EF
6	Muestra 6 "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACION SECUNDARIA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA PUBLICA HORACIO ZEVALLOS GAMEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMAN – PUNO"	Juliaca	Edificaciones	Suma Alzada	S/ 7,609,352.80	Ley N°30225	Decreto Supremo N°350-2015-EF

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.3. VARIABLES E INDICADORES

3.3.1. Variables independientes y dependientes

Tabla 2

Cuadro de operacionalización de variables

	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN
<i>Dependiente</i>	<i>Independiente</i>			
Reajuste de precios.	Estructura de la fórmula polinómica	Monomio sin criterio normativo	Coficiente incidencia	de Adimensional
			Coficiente reajuste	de Adimensional
		Agrupamiento de monomios por semejanza de fluctuación IU	Coficiente incidencia	de Adimensional
			Coficiente reajuste	de Adimensional
	Reajuste de precios en el análisis de costo unitario	Análisis de costo unitario	Precio insumos	de soles
	Reajuste de precios	Método de reajuste	Número de procedimientos utilizados	de und
			Número de herramientas utilizadas	de und

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas

Para llegar al objetivo, se empleó la técnica de Análisis documental, se clasificó los siguientes documentos como es el presupuesto de obra, análisis de costos, fórmula polinómica, metrados mensuales, liquidación de obra y los índices Unificado de precios publicado por el INEI, además se realizó el análisis de su contenido el cual se registró los insumos que conforman las fórmulas polinomios, análisis de costos unitarios y metrados mensuales y finales de cada obra de la muestra.



3.4.2. Instrumentos

Para el procesamiento de datos se utilizó los siguientes instrumentos para los cálculos de las variables independientes:

Dimensión “Monomio sin criterio normativo”:

Delphin Express BIM 360 – P2022

Microsoft Excel 2021

Dimensión “Agrupamiento de monomios por semejanza de fluctuación IU”:

Delphin Express BIM 360 – P2022

IBM SPSS Statistics (Version 25)

Microsoft Excel 2021

Dimensión “Análisis de costo unitario”:

Delphin Express BIM 360 – P2022

Microsoft Excel (Versión 2021)

3.5. PROCESAMIENTO DE DATOS

3.5.1. Datos recolectados

3.5.1.1. Presupuesto

- Muestra 1

Obra: “Mejoramiento del servicio de saneamiento básico integral en el sector Alto Ccapuna del centro poblado de Ccapuna, distrito de Sandia, provincia de Sandia-Puno”.



Tabla 3

Presupuesto de obra-muestra 1

Ítem	Componente	Parcial
1	“MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO BASICO INTEGRAL EN EL SECTOR ALTO CCAPUNA DEL CENTRO POBLADO DE CCAPUNA, DISTRITO DE SANDIA, PROVINCIA DE SANDIA-PUNO”	S/ 2,383,796.10
	Costo Directo	S/ 2,383,796.10
	Gastos Generales (8.43%)	S/ 200,954.01
	Utilidad (6.56%)	S/ 156,377.02
	Parcial	S/ 2,741,127.13
	I.G.V.	S/ 493,402.88
	Costo total	S/ 3,234,530.01

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 1.

- Muestra 2

Obra: “Mejoramiento, ampliación de servicio de agua potable y letrinas sanitarias en la parcialidad de Cambria, distrito de Conima - Moho -Puno”.

Tabla 4

Presupuesto de obra-muestra 2

Ítem	Componente	Parcial
1	“SERVICIO DE AGUA POTABLE”	S/ 1,027,891.55
2	“SERVICIO DE SANEAMIENTO”	S/ 1,377,700.27
	Costo Directo	S/ 2,405,592.22
	Gastos Generales (8.00%)	S/ 192,447.38
	Utilidad (7.00%)	S/ 168,391.46
	Parcial	S/ 2,766,431.06
	I.G.V.	S/ 497,957.59
	Costo total	S/ 3,264,388.65

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 2.

- Muestra 3

Obra: “Instalación de sistema de agua potable y disposición sanitaria de excretas en las comunidades de Apissi, Pesquería y Pucamocco del distrito de Arapa - Provincia de Azángaro – Puno”.

Tabla 5*Presupuesto de obra-muestra 3*

Ítem	Componente	Parcial
1	“INSTALACIÓN DE SISTEMA DE AGUA POTABLE Y DISPOSICIÓN SANITARIA DE EXCRETAS EN LAS COMUNIDADES DE APISSI, PESQUERIA Y PUCAMOCCO DEL DISTRITO DE ARAPA - PROVINCIA DE AZNGARO – PUNO”	S/6,638,510.22
	Costo Directo	S/ 6,638,510.22
	Gastos Generales (9.8191317%)	S/ 651,844.06
	Utilidad (7.00%)	S/ 464,695.72
	Parcial	S/ 7,755,050.00
	I.G.V.	S/ 1,395,909.00
	Costo total	S/ 9,150,959.00

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 3.

- Muestra 4

Obra: “Mejoramiento de la infraestructura vial urbana de los jirones de la ciudad de Crucero, distrito de Crucero - Carabaya - Puno Tramo II”.

Tabla 6*Presupuesto de obra-muestra 4*

Ítem	Componente	Parcial
1	“MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA DE LOS JIRONES DE LA CIUDAD DE CRUCERO, DISTRITO DE CRUCERO - CARABAYA - PUNO. TRAMO II”	S/ 3,630,308.62
	Costo Directo	S/ 3,630,308.62
	Gastos Generales (8%)	S/ 290,424.78
	Utilidad (7%)	S/ 254,121.60
	Parcial	S/ 4,174,855.00
	I.G.V.	S/ 751,473.90
	Costo total	S/ 4,926,328.90

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 4.

- Muestra 05

Obra: “Mejoramiento el servicio educativo de la IES Juan Bustamante de Lampa”



Tabla 7

Presupuesto de obra-muestra 5

Ítem	Componente	Parcial
1	CONSTRUCCIÓN DE AULAS PEDAGÓGICAS	S/ 916,011.82
2	CONSTRUCCIÓN DE AULAS DE INNOVACIÓN	S/ 380,906.09
3	CONSTRUCCIÓN DE COCINA COMEDOR Y/O CAFETERÍA	S/ 215,965.74
4	CONSTRUCCIÓN DE SS-HH Y POLIDEPORTIVO	S/ 463,889.77
5	INFRAESTRUCTURA EXISTENTE	S/ 154,672.49
6	EQUIPAMIENTO	S/ 309,919.68
	Costo Directo	S/ 2,441,365.59
	Gastos Generales (15.532517602167%)	S/ 379,205.54
	Utilidad (10%)	S/ 244,136.56
	Parcial	S/ 3,064,707.69
	I.G.V.	S/ 551,647.38
	Costo total	S/ 3,616,355.07
		S/ 916,011.82

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 5.

- Muestra 6

Obra: “Mejoramiento de los servicios de educación secundaria en la Institución Educativa

Horacio Zevallos Gamez de la ciudad de Juliaca, provincia de San Román – Puno”.

Tabla 8

Presupuesto de obra-muestra 6

Ítem	Componente	Parcial
1	“MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA HORACIO ZEVALLOS GAMEZ DE LA CIUDAD DE JULIACA, PROVINCIA DE SAN ROMÁN – PUNO”.	S/ 5,581,274.08
	Costo Directo	S/ 5,581,274.08
	Gastos Generales (7.89%)	S/ 440,362.52
	Utilidad (7.65%)	S/ 426,967.47
	Parcial	S/ 6,448,604.07
	I.G.V.	S/ 1,160,748.73
	Costo total	S/ 7,609,352.80

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 6.

3.5.1.2. Formulas polinómicas

- Muestra 1

La muestra 1 cuenta con una fórmula polinómica, como se muestra a continuación:

$$K = 0.251x(Mr/Mo) + 0.387x(Chr/CHo) + 0.194x(MMAr/MMAo) + 0.239x(Ir/Io)$$

Tabla 9

Fórmula polinómica - muestra 1

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.251	100.000%	M	47	Mano de obra
2	0.387	37.726%	CH	21	Cemento portland tipo I
		12.145%		38	Hormigón
3	0.194	50.000%	T	72	Tubería de PVC
4	0.123	65.854%	MMA	49	Maquinaria y equipo importado
		13.009%		3	Acero de construcción corrugado
		21.138%		43	Madera nacional para encofrado y carpintería
5	0.239	100.000%	I	39	Índice general de precios al consumidor

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 1.

- Muestra 2

La muestra 2 cuenta con 2 fórmulas polinómicas, como se muestra a continuación:

- Fórmula polinómica para el componente “Servicio de agua potable”:

$$K = 0.061x(Cr/Co) + 0.065x(Ar/Ao) + 0.077x(Mr/Mo) + 0.082x(Hr/Ho) + 0.086x(Fr/Fo) + 0.171x(Tr/To) + 0.458x(Mr/Mo)$$

Tabla 10

Fórmula polinómica del componente: Servicio de agua potable - muestra 2

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.061	100.00%	C	21	Cemento portland tipo I
2	0.065	100.00%	A	2	Acero de construcción Liso
3	0.077	100.00%	M	43	Madera nacional para encofrado y carpintería
4	0.082	100.00%	H	38	Hormigón
5	0.086	100.00%	F	32	Flete terrestre

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
6	0.171	100.00%	T	72	Tubería de PVC
7	0.458	100.00%	M	47	Mano de obra inc. Leyes sociales

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 2.

- Fórmula polinómica del componente “Servicio de saneamiento”:

$$K = 0.055x(Cr/C_o) + 0.067x(Hr/H_o) + 0.101x(Tr/T_o) + 0.122x(Mr/M_o) + 0.133x(Br/B_o) + 0.242x(Mr/M_o) + 0.280x(Ar/A_o)$$

Tabla 11

Fórmula polinómica del componente: Servicio de saneamiento - muestra 2

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.055	100.00%	C	21	Cemento portland tipo I
2	0.067	100.00%	H	38	Hormigón
3	0.101	100.00%	T	72	Tubería de PVC
4	0.122	100.00%	M	43	Madera nacional para encofrado y carpintería
5	0.133	100.00%	B	17	
6	0.242	100.00%	M	47	Mano de obra inc. Leyes sociales
7	0.280	100.00%	A	10	

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 2.

- Muestra 3

La muestra 3 cuenta con una fórmula polinómica, como se muestra a continuación:

$$K = 0.587x(MDr/MDo) + 0.078x(CFAr/CFAo) + 0.125x(MAr/MAo) + 0.099x(Tr/T_o) + 0.111x(Ar/A_o)$$

Tabla 12

Fórmula polinómica - muestra 3

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.587	22.147%		30	Dólar
2		77.853%	MD	47	Mano de obra incl. leyes sociales
3	0.078	53.846%	CFA	21	Cemento portland tipo IP
4		24.359%		32	Flete terrestre
5		21.795%		3	Acero de construcción corrugado
6	0.125	46.400%		4	Agregado fino

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
7	0.067	53.600%	MA	43	Madera nacional para encofrado y carpintería
8	0.099	100.00%	T	72	Tubería de PVC para agua
9	0.111	100.00%	A	12	Artefactos de alumbrado interior

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 3.

- Muestra 4

La muestra 4 cuenta con una única fórmula polinómica, como se describe en el siguiente párrafo:

$$K = 0.146x \left(\frac{J_r}{J_o} \right) + 0.406x \left(\frac{M2_r}{M2_o} \right) + 0.044x \left(\frac{M2_r}{M2_o} \right) + 0.030x \left(\frac{M3_r}{M3_o} \right) + 0.075x \left(\frac{E_r}{E_o} \right) + 0.299x \left(\frac{GU_r}{GU_o} \right)$$

Tabla 13

Fórmula polinómica - muestra 4

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.146	100.00%	J	47	Mano de obra inc. Leyes sociales
2	0.406	32.51%		05	Agregado grueso
		67.49%	M2	21	Cemento portland tipo I
3	0.044	40.91%		02	Acero de construcción Liso
		59.09%	M2	13	Asfalto
4	0.030	100.00%	M3	43	Madera nacional para encofrado y carpintería
5	0.075	100.00%	E	49	Maquinaria y equipo importado
6	0.299	100.00%	GU	39	Índice general de precios al consumidor

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 4.

- Muestra 5

La muestra 5 cuenta con 6 fórmulas polinómicas, como se muestra a continuación:

- Fórmula polinómica del componente “Construcción de aulas pedagógicas”:

$$K = 0.092x \left(\frac{ACr}{ACo} \right) + 0.128x \left(\frac{BLr}{BLo} \right) + 0.088x \left(\frac{CEr}{CEo} \right) + 0.218x \left(\frac{IGPr}{IGPo} \right) + 0.148x \left(\frac{MNr}{MNo} \right) + 0.257x \left(\frac{MO_r}{MO_o} \right) + 0.069x \left(\frac{CAr}{CAo} \right)$$

Tabla 14

Fórmula polinómica del componente 1-muestra 5

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.092	100.00%	AC	3	Acero de construcción corrugado
2	0.128	100.00%	BL	17	Bloque y ladrillo
3	0.088	100.00%	CP	21	Cemento Portland Tipo I
4	0.218	100.00%	IGP	39	Índice general de precios al consumidor.
5	0.148	100.00%	MN	43	Madera nacional para encofrado y carpintería
6	0.257	100.00%	MO	47	Mano de obra inc. leyes sociales
7	0.069	100.00%	CA	19	Cable NYY Y NKY

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 5.

- Fórmula polinómica del componente “Construcción de aulas de innovación tecnológica”:

$$K = 0.215x(IGPr/IGPo) + 0.116x(AAIr/AAIo) + 0.114x(MNr/MNo) + 0.295x(MOr/MOo) + 0.066x(ACr/ACo) + 0.075x(CEr/CEo) + 0.119x(BLr/BLo)$$

Tabla 15

Fórmula polinómica del componente 2-muestra 5

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.215	100.00%	IGP	39	Índice de precios al consumidor
2	0.116	100.00%	AAI	12	Artefactos de alumbrado exterior
3	0.114	100.00%	MN	43	Madera nacional para encofrado y carpintería
4	0.295	100.00%	MO	47	Mano de obra (inc. leyes sociales)
5	0.066	100.00%	AC	3	Acero de construcción corrugado
6	0.075	100.00%	CE	21	Cemento Portland Tipo I
7	0.119	100.00%	BL	17	Bloque y ladrillo

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 5.

- Fórmula polinómica del componente “Construcción de cocina, comedor y/o cafetería”:

$$K = 0.113x(CEr/CEo) + 0.089x(BLr/BLo) + 0.080x(ACr/ACo) + 0.056x(AAIr/AAIo) + 0.205x(IGPr/IGPo) + 0.156x(MNr/MNo) + 0.301x(MOr/MOo)$$

Tabla 16*Fórmula polinómica del componente 3-muestra 5*

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.113	100.00%	CE	21	Cemento Portland Tipo I
2	0.089	100.00%	BL	17	Bloque y ladrillo
3	0.080	100.00%	AC	3	Acero de construcción corrugado
4	0.056	100.00%	AAI	12	Artefacto de alumbrado interior
5	0.205	100.00%	IGP	39	Índice general de precios al consumidor
6	0.156	100.00%	MN	43	Madera nacional para encofrado y carpintería
7	0.301	100.00%	MO	47	Mano de obra (inc. leyes sociales)

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 5.

- Fórmula polinómica del componente “Construcción de SS.HH. y polideportivo”:

$$K = 0.098x(CEr/CEo) + 0.304x(IGPr/IGPo) + 0.119x(MNr/MNo) + 0.262x(MOr/MOo) + 0.072x(Dr/Do) + 0.070x(FTTr/FTo) + 0.075x(ACr/ACo)$$

Tabla 17*Fórmula polinómica del componente 4-muestra 5*

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.098	100.00%	CE	21	Cemento Portland Tipo I
2	0.304	100.00%	IGP	39	Índice general de precios al consumidor.
3	0.119	100.00%	MN	43	Madera nacional para encofrado y carpintería
4	0.262	100.00%	MO	47	Mano de obra inc. leyes sociales
5	0.072	100.00%	D	30	Dólar
6	0.070	100.00%	FT	32	Flete terrestre
7	0.075	100.00%	AC	3	Acero de construcción corrugado

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 5.

- Fórmula polinómica del componente “Mejoramiento de infraestructura existente”:

$$K = 0.051x(Hr/Ho) + 0.058x(CEr/CEo) + 0.123x(PALr/PALo) + 0.204x(IGPr/IGPo) + 0.379x(MOr/MOo) + 0.185x(TUr/TUo)$$

Tabla 18*Fórmula polinómica del componente 5 - muestra 5*

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.051	100.00%	H	37	Herramienta manual
2	0.058	100.00%	CE	21	Cemento Portland Tipo I
3	0.123	100.00%	PAL	46	Plancha de acero LAC
4	0.204	100.00%	IGP	39	Índice general de precios al consumidor
5	0.379	100.00%	MO	47	Mano de obra inc. leyes sociales
6	0.185	100.00%	TU	72	Tubería de PVC para electricidad (SAP)

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 5.

- Fórmula polinómica del componente “Equipamiento de ambientes”:

$$K = 0.203x(IGPr/IGPo) + 0.347x(Dr/Do) + 0.450x(MEIr/MEIo)$$

Tabla 19*Fórmula polinómica del componente 6 - muestra 5*

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.203	100.00%	IGP	39	Índice general de precios al consumidor
2	0.347	100.00%	D	30	Dólar
3	0.450	100.00%	MEI	49	Maquinaria y equipo importado

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 5.

- Muestra 6

La muestra 4 cuenta con una fórmula polinómica, como se muestra a continuación:

$$K = 0.363x(Mr/Mo) + 0.179x(Cr/Co) + 0.115x(MAVr/MAVo) + 0.073x(Br/Bo) \\ + 0.079x(ATr/ATo) + 0.050x(Ar/Ao) + 0.141x(Ir/Io)$$

Tabla 20

Fórmula polinómica - muestra 6

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.363	100.00%	M	47	Mano de obra inc. Leyes sociales
2	0.179	100.00%	C	21	Cemento Portland Tipo I
3	0.115	17.391%	MAV	12	Artefacto alumbrado interior
		66.087%		43	Madera nacional para encofrado y carpintería
		16.522%		79	Vidrio incoloro nacional
4	0.073	100.00%	B	17	Bloque y ladrillo
5	0.079	92.405%	AT	03	Acero de construcción corrugado
		7.595%		71	Tubería de fierro fundido
6	0.050	100.00%	A	05	Agregado grueso
7	0.141	100.00%	I	39	Índice general de precios al consumidor

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 6.

3.5.1.3. Reajustes reconocidos

- Muestra 1

Tabla 21

Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 1

N° Val.	Mes de Val.	Monto Valorizado	Reajuste reconocido	Total (sin IGV)	Total (con IGV)
1	Oct-15	S/ 323,285.45	S/ 6,499.91	S/ 329,785.36	S/ 389,146.72
2	Nov-15	S/ 252,130.08	S/ 6,689.62	S/ 258,819.70	S/ 305,407.25
3	Dic-15	S/ 381,991.47	S/ 11,357.16	S/ 393,348.63	S/ 464,151.38
4	Ene-16	S/ 385,367.33	S/ 13,326.91	S/ 398,694.24	S/ 470,459.20
5	Feb-16	S/ 213,699.99	S/ 8,602.13	S/ 222,302.12	S/ 262,316.50
6	Mar-16	S/ 245,273.33	S/ 8,017.02	S/ 253,290.35	S/ 298,882.61
7	Abr-16	S/ 278,914.73	S/ 7,085.32	S/ 286,000.05	S/ 337,480.06
8	May-16	S/ 293,468.26	S/ 7,997.78	S/ 301,466.04	S/ 355,729.93
9	Jun-16	S/ 288,865.04	S/ 7,758.62	S/ 296,623.66	S/ 350,015.92
10	Jul-16	S/ 52,368.74	S/ 2,354.22	S/ 54,722.96	S/ 64,573.09
	Total	S/ 2,715,364.42	S/ 79,688.69	S/ 2,795,053.11	S/ 3,298,162.66

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 1.

- Muestra 2

Tabla 22*Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 2*

N° Val.	Mes de Val.	Monto Valorizado	Reajuste reconocido	Total (sin IGV)	Total (con IGV)
1	Dic-16	S/ 440,471.68	S/ 6,479.15	S/ 446,950.83	S/ 527,401.98
2	Ene-17	S/ 100,483.77	S/ 1,340.36	S/ 101,824.13	S/ 120,152.47
3	Feb-17	S/ 559,817.53	S/ 7,174.05	S/ 566,991.58	S/ 669,050.06
4	Mar-17	S/ 407,140.05	S/ 3,172.11	S/ 410,312.16	S/ 484,168.35
5	Abr-17	S/ 271,378.00	S/ 2,472.33	S/ 273,850.33	S/ 323,143.39
6	May-17	S/ 363,889.45	S/ 4,615.71	S/ 368,505.16	S/ 434,836.09
7	Jun-17	S/ 305,771.53	S/ 4,155.55	S/ 309,927.08	S/ 365,713.95
8	Jul-17	S/ 205,524.87	S/ 4,465.42	S/ 209,990.29	S/ 247,788.54
	Total	S/ 2,654,476.88	S/ 33,874.68	S/ 2,688,351.56	S/ 3,172,254.83

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 2.

- Muestra 3

Tabla 23*Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 3*

N° Val.	Mes de Val.	Monto Valorizado	Reajuste reconocido	Total (sin IGV)	Total (con IGV)
1	Abr-18	S/ 50,176.32	S/ 1,052.82	S/ 51,229.14	S/ 60,450.38
2	May-18	S/ 300,536.33	S/ 6,474.42	S/ 307,010.75	S/ 362,272.68
3	Jun-18	S/ 977,435.92	S/ 22,024.73	S/ 999,460.65	S/ 1,179,363.57
4	Jul-18	S/ 1,352,141.51	S/ 51,561.51	S/ 1,403,703.02	S/ 1,656,369.57
5	Ago-18	S/ 889,531.41	S/ 35,324.66	S/ 924,856.07	S/ 1,091,330.16
6	Set-18	S/ 791,103.30	S/ 32,653.61	S/ 823,756.91	S/ 972,033.16
7	Oct-18	S/ 720,964.06	S/ 32,033.22	S/ 752,997.28	S/ 888,536.79
8	Nov-18	S/ 437,400.47	S/ 18,574.40	S/ 455,974.87	S/ 538,050.34
9	Dic-18	S/ 258,340.35	S/ 10,393.84	S/ 268,734.19	S/ 317,106.35
10	Ene-19	S/ 20,157.68	S/ 811.01	S/ 20,968.69	S/ 24,743.05
11	Abr-19	S/ 38,483.60	S/ 1,631.03	S/ 40,114.63	S/ 47,335.26
12	May-19	S/ 270,720.45	S/ 10,847.63	S/ 281,568.08	S/ 332,250.33
13	Jun-19	S/ 158,861.02	S/ 5,936.25	S/ 164,797.27	S/ 194,460.78
14	Jul-19	S/ 23,965.24	S/ 1,366.17	S/ 25,331.41	S/ 29,891.07
	Total	S/ 6,289,817.66	S/ 230,685.30	S/ 6,520,502.96	S/ 7,694,193.49

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 3.

- Muestra 4

Tabla 24*Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 4*

N° Val.	Mes de Val.	Monto Valorizado	Reajuste reconocido	Total (sin IGV)	Total (con IGV)
1	Ago-17	S/ 138,403.66	S/ 513.44	S/ 138,917.10	S/ 163,922.18
2	Set-17	S/ 350,559.82	S/ 1,244.99	S/ 351,804.81	S/ 415,129.67
3	Oct-17	S/ 339,106.18	S/ 967.63	S/ 340,073.81	S/ 401,287.09
4	Nov-17	S/ 1,159,651.05	S/ 8,160.23	S/ 1,167,811.28	S/ 1,378,017.31
5	Dic-17	S/ 1,269,810.47	S/ 10,471.95	S/ 1,280,282.42	S/ 1,510,733.25
6	Ene-18	S/ 554,623.85	S/ 6,602.53	S/ 561,226.38	S/ 662,247.12
7	Feb-18	S/ 255,774.67	S/ 3,560.22	S/ 259,334.89	S/ 306,015.17
	Total	S/ 4,067,929.70	S/ 31,520.98	S/ 4,099,450.68	S/ 4,837,351.80

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 4.

- Muestra 5

Tabla 25*Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 5*

N° Val.	Mes de Val.	Monto Valorizado	Reajuste reconocido	Total (sin IGV)	Total (con IGV)
1	Abr-16	S/ 145,619.19	S/ 2,347.57	S/ 147,966.76	S/ 174,600.78
2	May-16	S/ 107,084.65	S/ 2,562.28	S/ 109,646.93	S/ 129,383.38
3	Jun-16	S/ 258,638.78	S/ 4,894.83	S/ 263,533.61	S/ 310,969.66
4	Jul-16	S/ 279,157.21	S/ 6,874.57	S/ 286,031.78	S/ 337,517.50
5	Ago-16	S/ 440,729.52	S/ 13,400.94	S/ 454,130.46	S/ 535,873.94
6	Set-16	S/ 325,208.57	S/ 11,352.90	S/ 336,561.77	S/ 397,142.89
7	Oct-16	S/ 311,715.68	S/ 11,433.72	S/ 323,149.40	S/ 381,316.29
8	Nov-16	S/ 307,059.65	S/ 13,279.83	S/ 320,339.48	S/ 378,000.59
9	Dic-16	S/ 337,218.55	S/ 18,256.17	S/ 355,474.72	S/ 419,460.17
10	Ene-17	S/ 511,085.65	S/ 27,123.86	S/ 538,209.51	S/ 635,087.22
	Total	S/ 3,023,517.75	S/ 111,526.67	S/ 3,135,044.42	S/ 3,699,352.42

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 5.

- Muestra 6

Tabla 26*Reajustes reconocidos de valorizaciones de obra - muestra 6*

N° Val.	Mes de Val.	Monto Valorizado	Reajuste reconocido	Total (sin IGV)	Total (con IGV)
1	Feb-19	S/ 98,961.34	S/ 2,276.11	S/ 101,237.45	S/ 119,460.19
2	Mar-19	S/ 285,956.20	S/ 6,576.99	S/ 292,533.19	S/ 345,189.16
3	Abr-19	S/ 461,861.59	S/ 12,008.40	S/ 473,869.99	S/ 559,166.59
4	May-19	S/ 570,346.17	S/ 14,829.00	S/ 585,175.17	S/ 690,506.70
5	Jun-19	S/ 730,059.82	S/ 16,791.38	S/ 746,851.20	S/ 881,284.42
6	Jul-19	S/ 495,411.18	S/ 19,321.04	S/ 514,732.22	S/ 607,384.02
7	Ago-19	S/ 393,004.61	S/ 14,934.18	S/ 407,938.79	S/ 481,367.77
8	Set-19	S/ 1,309,762.28	S/ 48,461.20	S/ 1,358,223.48	S/ 1,602,703.71
9	Oct-19	S/ 1,254,205.62	S/ 48,914.02	S/ 1,303,119.64	S/ 1,537,681.18
10	Nov-19	S/ 386,763.87	S/ 16,852.97	S/ 403,616.84	S/ 476,267.87
11	Dic-19	S/ 320,386.42	S/ 15,836.99	S/ 336,223.41	S/ 396,743.62
12	Feb-20	S/ 141,884.97	S/ 2,333.07	S/ 144,218.04	S/ 170,177.29
	Total	S/ 6,448,604.07	S/ 219,135.35	S/ 6,667,739.42	S/ 7,867,932.52

Fuente: Expediente técnico de obra – muestra 6.

3.5.2. Procedimiento de cálculos

3.5.2.1. Cálculo de la variación de reajuste de precios mediante la fórmula polinómica con la totalidad de monomios (método 1)

Para la obtención de la variación del reajuste autorizado del contrato con el obtenido por la fórmula polinómica con el uso de todos los monomios sin agrupamiento, se seguirá el siguiente procedimiento:

Primero: Se tomaron los datos recolectados previamente, tales como; insumos, precios de insumos y cantidad unitaria (análisis de costos unitarios) y metrados, con estos, se procede a la reconstrucción del presupuesto en el programa Delphin Express BIM 360 – P2022.

Segundo: Con el presupuesto, los índices de precios asignados y el coeficiente de incidencia (respecto al presupuesto), de cada elemento, se establece la fórmula polinómica con todos los monomios sin realizar ningún agrupamiento de estos.

Tercero: una vez establecido la fórmula polinómica, se procede al cálculo del coeficiente de reajuste K de cada mes valorizado, en una hoja de cálculo Microsoft Excel 2021, utilizando los índices unificados que emite el INEI; aclarando que estos índices corresponden al mes pagado. Como se observa en la Tabla 27, se calculó el coeficiente de reajuste para el mes de octubre del 2015, con los índices unificados conocidos del mes de noviembre del 2015.

Tabla 27

Coeficiente de reajuste correspondiente al mes de octubre del 2015

Mon.	Elemento Representativo	IU	Coef. Inc.	%	Ind. Base Abr-15	Oct-15 Índice	K
AC	Aceite	1	0.0015	100%	836.29	846.61	0.002
AY	Acero de Construcción Liso	2	0.0021	100%	510.43	468.27	0.002
AG	Acero de Construcción Corrugado	3	0.0159	100%	505.20	461.49	0.015
AX	Agregado Fino	4	0.0243	100%	780.10	768.43	0.024
AP	Agregado Grueso	5	0.0034	100%	665.25	658.65	0.003
BL	Aparato Sanitario con Grifería	10	0.0209	100%	393.96	400.45	0.021
CE	Bloque y Ladrillo	17	0.0530	100%	846.20	867.16	0.054
CX	Cemento Portland Tipo I	21	0.0495	100%	410.96	410.96	0.050
DI	Cerrajería Nacional	26	0.0025	100%	360.43	359.91	0.002
DO	Dinamita	28	0.0003	100%	574.90	598.66	0.000
DU	Dólar	30	0.1401	100%	429.32	450.53	0.147
FL	Ducto de Concreto	31	0.0119	100%	398.12	399.90	0.012
GA	Flete Terrestre	32	0.0460	100%	469.08	467.08	0.046
HE	Gasolina	34	0.0007	100%	457.83	460.85	0.001
HO	Herramienta Manual	37	0.0162	100%	296.12	297.55	0.016
IN	Hormigón	38	0.0245	100%	686.91	685.46	0.024
MA	Índice General de Precios al Consumidor (INEI)	39	0.1308	100%	411.50	419.35	0.133
MZ	Madera Nacional para Encofrado y Carpintería	43	0.0253	100%	860.40	859.37	0.025
MW	Madera Terciada para Encofrado y Carpintería	44	0.0012	100%	353.37	357.46	0.001
MX	Mano de Obra (Incluido Leyes Sociales)	47	0.2787	100%	523.15	544.59	0.290
MY	Maquinaria y Equipo Nacional	48	0.0021	100%	354.51	359.73	0.002
MZ	Maquinaria y Equipo Importados	49	0.0133	100%	279.73	291.08	0.014
PE	Marco y Tapa de Fierro Fundido	50	0.0053	100%	665.28	692.82	0.006
PI	Petróleo Diesel	53	0.0095	100%	648.39	636.46	0.009
PL	Pintura Látex	54	0.0041	100%	372.55	376.53	0.004
TU	Plancha de Acero LAC	56	0.0369	100%	476.67	400.30	0.031
TW	Tubería de Acero Negro y/o Galvanizada	65	0.0078	100%	243.87	234.54	0.008
VA	Tubería de PVC para Agua	72	0.0697	100%	402.69	409.93	0.071
AC	Válvula de Bronce Nacional	77	0.0026	100%	300.61	300.63	0.003
COEFICIENTE DE REAJUSTE K =			1.000				1.016

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Cuarto: una vez obtenido el coeficiente de reajuste K, lo primero se debe verificar el estado de la obra (atrasada o permanentemente adelantada) para determinar el reajuste reconocido; si la obra está atrasada, el reajuste acumulado ejecutado no puede superar al reajuste programado, pero si la obra está permanentemente adelantada se reconoce el reajuste ejecutado. Como se observa en la Tabla 28 se compara el monto acumulado programado con el monto acumulado ejecutado, para luego multiplicar el monto valorizado y monto programado por el coeficiente de reajuste menos la unidad, con ello se obtiene el reajuste del mes correspondiente.

Tabla 28

Comparación del programado vs ejecutado

Val. No.	Mes	Monto valorizado			
		Programado		Ejecutado	
		Parcial (Vp)	Acumulado	Parcial (Ve)	Acumulado
1	Oct-15	S/323,285.45	S/323,285.45	S/323,285.45	S/323,285.45

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 29

Reajuste correspondiente al mes de octubre del 2015

K-1	Reajuste				Reajuste reconocido	
	Programado = (Vp*(k-1))		Ejecutado = (Ve*(k-1))		Método propuesto	
	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
0.022	S/7,112.28	S/7,112.28	S/7,112.28	S/7,112.28	S/7,112.28	S/7,112.28

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

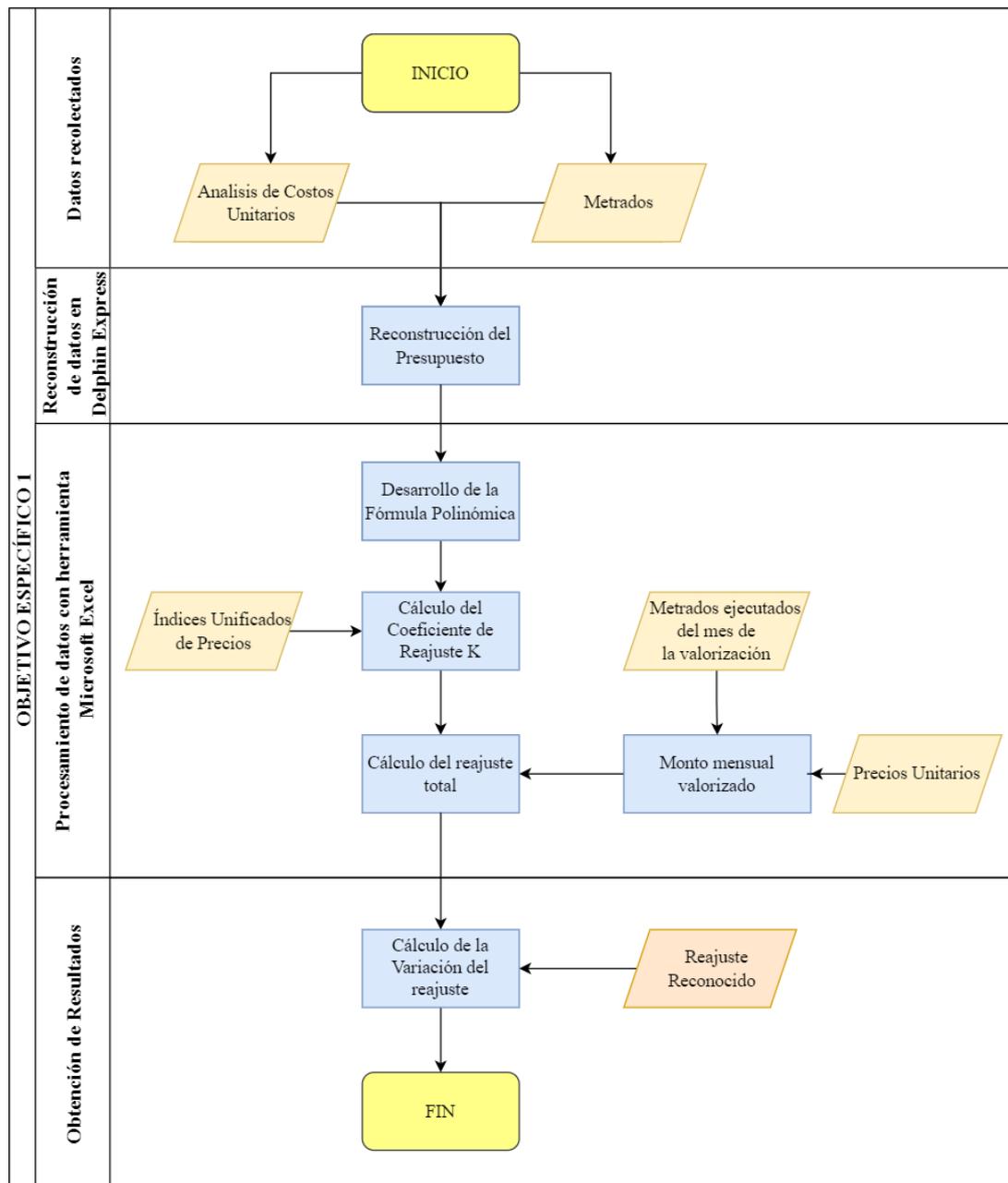
Quinto: por último, se calcula la variación de reajustes, para lo cual se realiza la diferencia entre el reajuste calculado y el reajuste reconocido

Todo este procedimiento se resume en el diagrama de flujo que se presenta en la Figura

1.

Figura 1

Diagrama de flujo del cálculo de la variación de reajustes-método 1



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

3.5.2.2. Cálculo de la variación de reajuste de precios mediante el agrupamiento de monomios utilizando el programa estadístico IBM SPSS Statistics – Versión 25 (método 2)

Para la obtención de la variación del reajuste autorizado del contrato con el obtenido por la fórmula polinómica estructurada de acuerdo a la fluctuación de índices unificados de precios, se seguirá el siguiente procedimiento:

Primero: Se tomaron los datos recolectados previamente, tales como; insumos, precios unitarios y cantidad unitaria (análisis de costos unitarios) y metrados, con estos, se procede a la reconstrucción del presupuesto en el programa Delphin Express BIM 360 – P2022.

Segundo: Se procede a la asignación de los índices unificados a cada uno de los elementos que conforman el presupuesto.

Tercero: Establecidos los índices unificados, se toman los datos de índices unificados de precios, que emite mensualmente el INEI, desde enero del 2010 hasta el mes que debe ser pagado la última valorización, para cada uno de los elementos involucrados.

Tabla 30

Índices unificados desde enero del 2010 hasta agosto 2016 en intervalos de 11 meses

Descripción	IU	Ene-10	Ene-11	Ene-12	Ene-13	Ene-14	Ene-15	Ene-16	Ago-16
Aceite	1	688.04	723.71	793.53	780.94	840.16	831.53	849.90	815.69
Acero de construcción liso	2	446.12	533.49	531.59	427.49	479.33	515.47	481.31	475.82
Acero de construcción corrugado	3	439.58	526.61	526.73	422.64	474.67	509.07	473.87	461.45
Agregado fino	4	743.66	740.82	742.73	748.84	766.51	776.65	774.21	766.49
Agregado grueso	5	546.96	572.10	599.84	616.25	643.65	655.76	663.45	648.34
Aparato sanitario con grifería	10	320.79	328.44	338.18	354.24	371.67	390.36	398.72	403.93
Bloque y Ladrillo	17	798.96	860.88	903.34	864.44	860.16	839.98	875.77	879.03
Cemento Portland Tipo I	21	410.96	410.96	410.96	410.96	410.96	410.96	410.96	410.96
Cerrajería nacional	26	362.62	348.33	361.03	360.29	359.50	359.79	358.93	365.13
Dinamita	28	378.85	373.31	405.70	481.86	530.58	567.77	633.47	614.32
Dólar más Inflación mercado USA	30	359.43	356.00	354.05	341.35	381.51	411.34	473.88	467.56



Descripción	IU	Ene-10	Ene-11	Ene-12	Ene-13	Ene-14	Ene-15	Ene-16	Ago-16
Ducto de Concreto	31	358.57	358.03	355.55	359.09	375.02	392.80	397.83	397.80
Flete Terrestre	32	418.25	427.41	438.91	451.30	455.19	468.56	465.71	463.48

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Cuarto: Con los índices unificados de precios recolectados se procede a calcular, en una hoja Microsoft Excel 2021, las pendientes que existen entre ellos en cada mes.

Tabla 31

Pendientes desde febrero del 2010 hasta agosto 2016 en intervalos de 11 meses

Descripción	IU	Feb-10	Ene-11	Ene-12	Ene-13	Ene-14	Ene-15	Ago-16
Aceite	1	-0,0216	-0,1216	-0,0210	-0,1123	0,0355	0,0606	0,1442
Acero de construcción liso	2	-0,0100	0,3590	-0,0255	-0,0061	0,0226	0,2523	0,2048
Acero de construcción corrugado	3	-0,0100	0,2913	-0,0252	0,0019	0,1642	0,2403	0,1126
Agregado fino	4	-0,0245	0,5445	-0,1213	-0,0684	0,3065	-0,0223	0,1384
Agregado grueso	5	0,2000	0,3629	0,0000	0,5906	0,1658	-0,0597	0,0132
Aparato sanitario con grifería	10	0,0087	0,2797	0,0239	0,0384	0,0171	-0,0526	0,0084
Bloque y Ladrillo	17	0,5665	1,7997	0,4068	0,1529	0,0352	-0,0013	0,1029
Cemento Portland Tipo I	21	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cerrajería nacional	26	0,0000	-0,0190	0,0000	0,0000	0,0000	0,0942	-0,0161
Dinamita	28	-0,0087	-0,1210	-0,0194	-0,0974	0,1465	0,2677	0,2023
Dólar más Inflación mercado	30	0,0316	-0,0952	-0,0452	-0,0990	0,1039	0,1194	0,1297
Ducto de Concreto	31	-0,0126	-0,0013	-0,0035	-0,0181	0,0258	0,3565	0,0226
Flete Terrestre	32	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

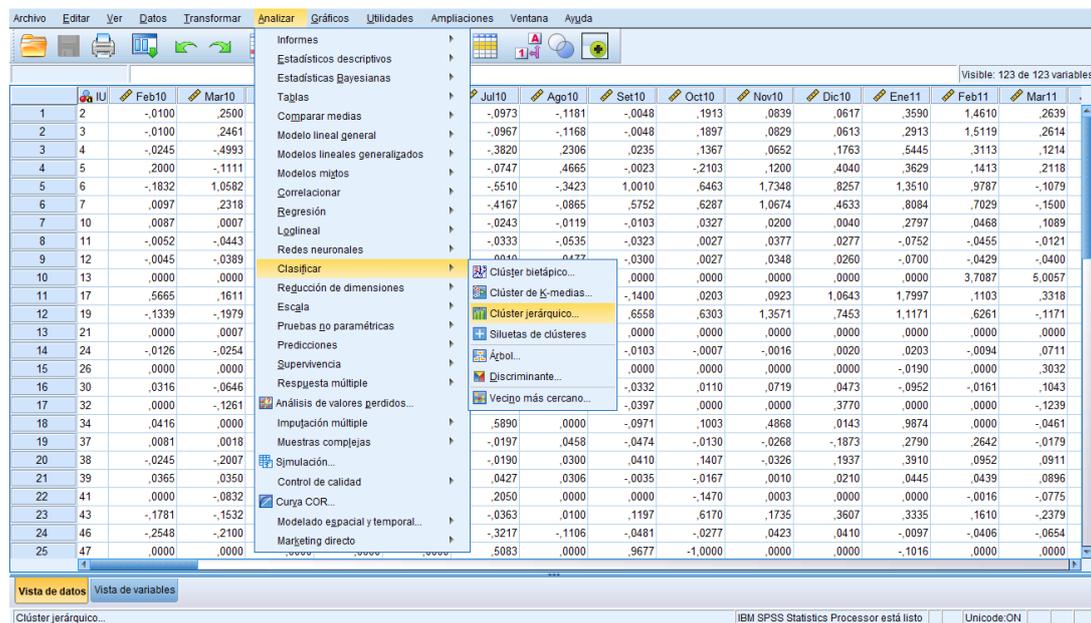
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Quinto: estas pendientes se ingresan, como base de datos, en el programa estadístico IBM SPSS Statistics (Versión 25), para su procesamiento. Dentro del programa se realiza los siguientes pasos:

- Insertar datos (variables para el programa).
- Seleccionar la herramienta **Analizar-Clasificar-Clúster jerárquico**.

Figura 2

Selección de la herramienta clúster jerárquico en IBM SPSS Statistics (Versión 25)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Se establece los datos a analizar.

Figura 3

Selección de datos a analizar en el programa IBM SPSS Statistics (Versión 25)

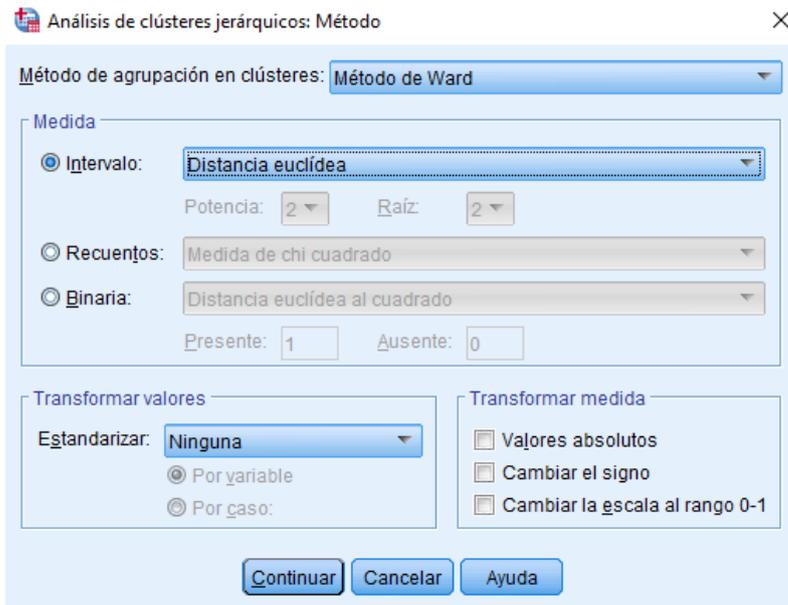


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Se establece la metodología de análisis: Distancia entre grupos mediante *Método Ward* y para la distancia entre elementos *Distancia Euclídea*.

Figura 4

Establecimiento de parámetros para el análisis clúster jerárquico en IBM SPSS Statistics (Versión 25)

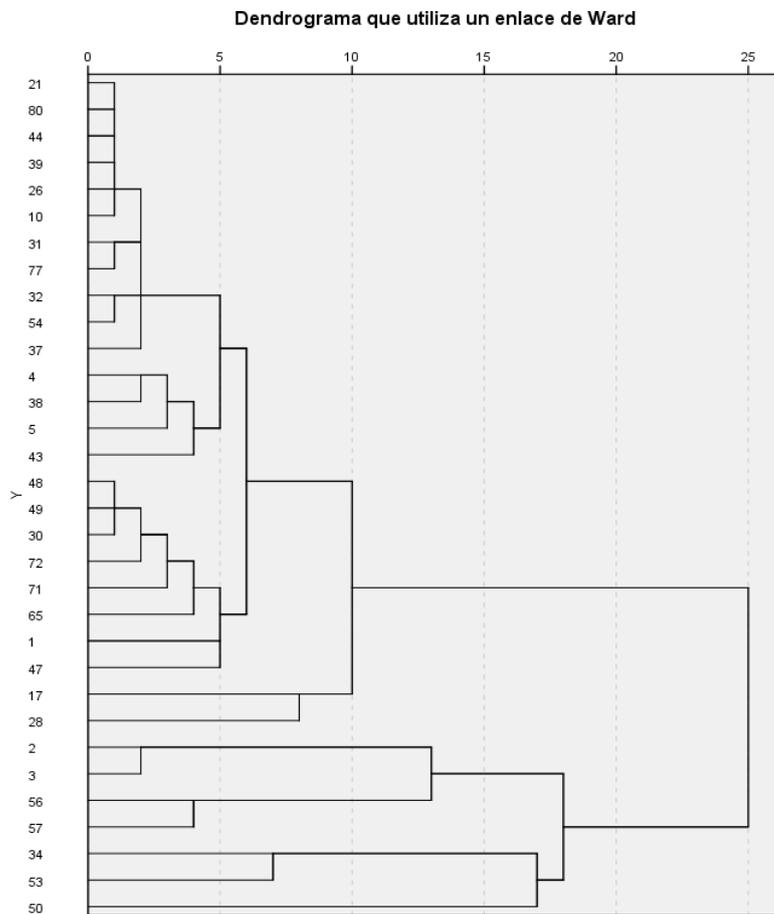


Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Establecidos todos los parámetros, el programa realiza la agrupación de elementos (de acuerdo con la fluctuación de índices unificados de precios) y como resultado se imprime el diagrama de agrupamiento (Dendrograma).

Figura 5

Dendrograma (agrupación de monomios)



Fuente: Resultado obtenido del programa IBM SPSS Statistics.

Sexto: Se elabora la fórmula polinómica con los monomios establecidos de acuerdo con el Dendrograma (elementos agrupados).

Tabla 32

Fórmula polinómica de acuerdo con el dendrograma

Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
1	0.2050	100.00%	IN	39	Indice General de Precios al Consumidor (INEI)
2	0.0150	100.00%	DU	31	Ducto de Concreto
3	0.0500	100.00%	FL	32	Flete Terrestre
4	0.0160	100.00%	HE	37	Herramienta Manual
5	0.0490	100.00%	HO	38	Hormigón
6	0.0030	100.00%	AX	5	Agregado Grueso
7	0.0250	100.00%	MA	43	Madera Nacional para Encofrado y Carpintería
8	0.1550	100.00%	DO	30	Dólar
9	0.0700	100.00%	TY	72	Tubería de PVC para Agua



Monomio	Factor	%	Símbolo	Índice	Descripción
10	0.0000	100.00%	TX	71	Tubería de Fierro Fundido
11	0.0080	100.00%	TU	65	Tubería de Acero Negro y/o Galvanizada
12	0.0015	100.00%	AC	1	Aceite
13	0.2787	100.00%	MW	47	Mano de Obra (Incluido Leyes Sociales)
14	0.0530	100.00%	BL	17	Bloque y Ladrillo
15	0.0003	100.00%	DM	28	Dinamita
16	0.0180	100.00%	AZ	3	Acero de Construcción Corrugado
17	0.0370	100.00%	PL	56	Plancha de Acero LAC
18	0.0095	100.00%	GL	34	Gasolina
19	0.0007	100.00%	PE	53	Petróleo Diesel
20	0.0050	100.00%	MZ	50	Marco y Tapa de Fierro Fundido

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Séptimo: Establecido la fórmula polinómica, se procede al cálculo del coeficiente de reajuste de cada mes valorizado, en una hoja de cálculo Microsoft Excel 2021, utilizando los índices unificados que emite el INEI; aclarando que estos índices corresponden al mes pagado. Como se observa en la Tabla 33, se calculó el coeficiente de reajuste para el mes de octubre del 2015, con los índices unificados conocidos del mes de noviembre del 2015.

Tabla 33

Coefficiente de reajuste correspondiente al mes de octubre del 2015

Mon.	Elemento Representativo	IU	Coef. Inc.	%	Ind. Base Abr-15	Oct-15 Índice	K
IN	Índice General de Precios al Consumidor (INEI)	39	0.2050	100%	411.50	430.96	0.215
DU	Ducto de Concreto	31	0.0150	100%	398.12	397.80	0.015
FL	Flete Terrestre	32	0.0500	100%	469.08	463.48	0.049
HE	Herramienta Manual	37	0.0160	100%	296.12	289.39	0.016
HO	Hormigón	38	0.0490	100%	686.91	682.15	0.049
AX	Agregado Grueso	5	0.0030	100%	665.25	648.34	0.003
MA	Madera Nacional para Encofrado y ca.	43	0.0250	100%	860.40	889.81	0.026
DO	Dólar	30	0.1550	100%	429.32	467.56	0.169
TY	Tubería de PVC para Agua	72	0.0700	100%	402.69	412.85	0.072
TX	Tubería de Fierro Fundido	71	0.0000	100%	619.41	661.89	0.000
TU	Tubería de Acero Negro y/o Galvan.	65	0.0080	100%	243.87	220.40	0.007
AC	Aceite	1	0.0015	100%	836.29	815.69	0.001
MW	Mano de Obra	47	0.2787	100%	523.15	562.24	0.300
BL	Bloque y Ladrillo	17	0.0530	100%	846.20	879.03	0.055
DM	Dinamita	28	0.0003	100%	574.90	614.32	0.000
AZ	Acero de Construcción Corrugado	3	0.0180	100%	505.20	461.45	0.016
PL	Plancha de Acero LAC	56	0.0370	100%	476.67	398.44	0.031
GL	Gasolina	34	0.0095	100%	457.83	393.16	0.008
PE	Petróleo Diesel	53	0.0007	100%	648.39	619.91	0.001
MZ	Marco y Tapa de Fierro Fundido	50	0.0050	100%	665.28	710.88	0.005
COEFICIENTE DE REAJUSTE K =			1.00				1.038

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Octavo: una vez obtenido el coeficiente de reajuste, lo primero se debe verificar el estado de la obra (atrasada o permanentemente adelantada) para determinar el reajuste reconocido; si la obra está atrasada, el reajuste acumulado ejecutado no puede superar al reajuste programado, pero si la obra está permanentemente adelantada se reconoce el reajuste ejecutado. Como se observa en la Tabla 34 se compara el monto acumulado programado con el monto acumulado ejecutado, para luego multiplicar el monto valorizado y monto programado por el coeficiente de reajuste menos la unidad, con ello se obtiene el reajuste del mes correspondiente.

Tabla 34

Comparación del programado vs ejecutado

Val. No.	Mes	Monto valorizado			
		Programado		Ejecutado	
		Parcial (Vp)	Acumulado	Parcial (Ve)	Acumulado
1	Oct-15	S/323,285.45	S/323,285.45	S/323,285.45	S/323,285.45

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 35

Reajuste correspondiente al mes de octubre del 2015

K-1	Reajuste				Reajuste reconocido	
	Programado = (Vp*(k-1))		Ejecutado = (Ve*(k-1))		Método propuesto	
	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado	Parcial	Acumulado
0.024	S/7,758.85	S/7,758.85	S/7,758.85	S/7,758.85	S/7,758.85	S/7,758.85

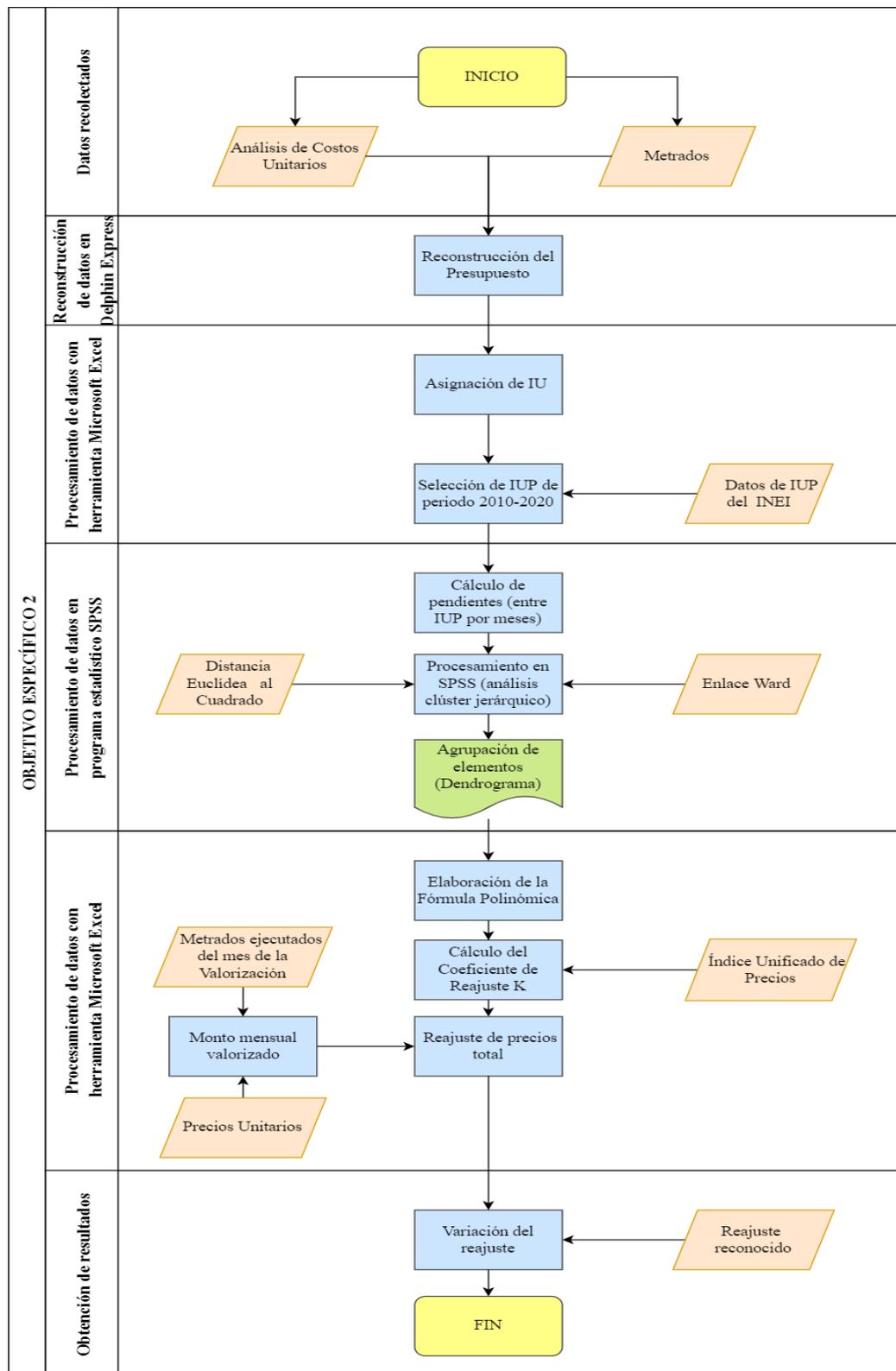
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Noveno: Por último, se calcula la variación de reajustes, para lo cual se realiza la diferencia entre el reajuste calculado y el reajuste reconocido.

Todo este procedimiento se resume en el diagrama de flujo que se presenta en la Figura 6.

Figura 6

Diagrama de flujo del cálculo de la variación de reajustes-método 2



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.



3.5.2.3. Cálculo de la variación de reajuste por índices en el análisis de costos unitarios (método 3)

Para la obtención de la variación del reajuste autorizado del contrato con el obtenido por el reajuste de precios en el análisis de costos unitarios, se seguirá el siguiente procedimiento:

Primero: se tiene los datos recolectados como son los insumos, precios, cantidades (análisis de costos unitarios) y metrados, con estos datos se tendrá el presupuesto reconstruido, al cual denominaremos presupuesto base.

Segundo: se tendrá cada partida con su respectivo detalle de su análisis de costos unitarios (mano de obra, materiales y equipos).

Tercero: a cada componente del análisis de costo unitario se le asignará el índice unificado de precio de la fecha de presupuesto base y su índice unificado de precio correspondiente al mes que debe realizarse el pago de la valorizado, los cuales son emitidos por INEI.

Cuarto: con estos índices obtenido se calcula la relación de IU correspondiente al mes valorizado respecto al IU base (al cual llamaremos factor de actualización de precios).

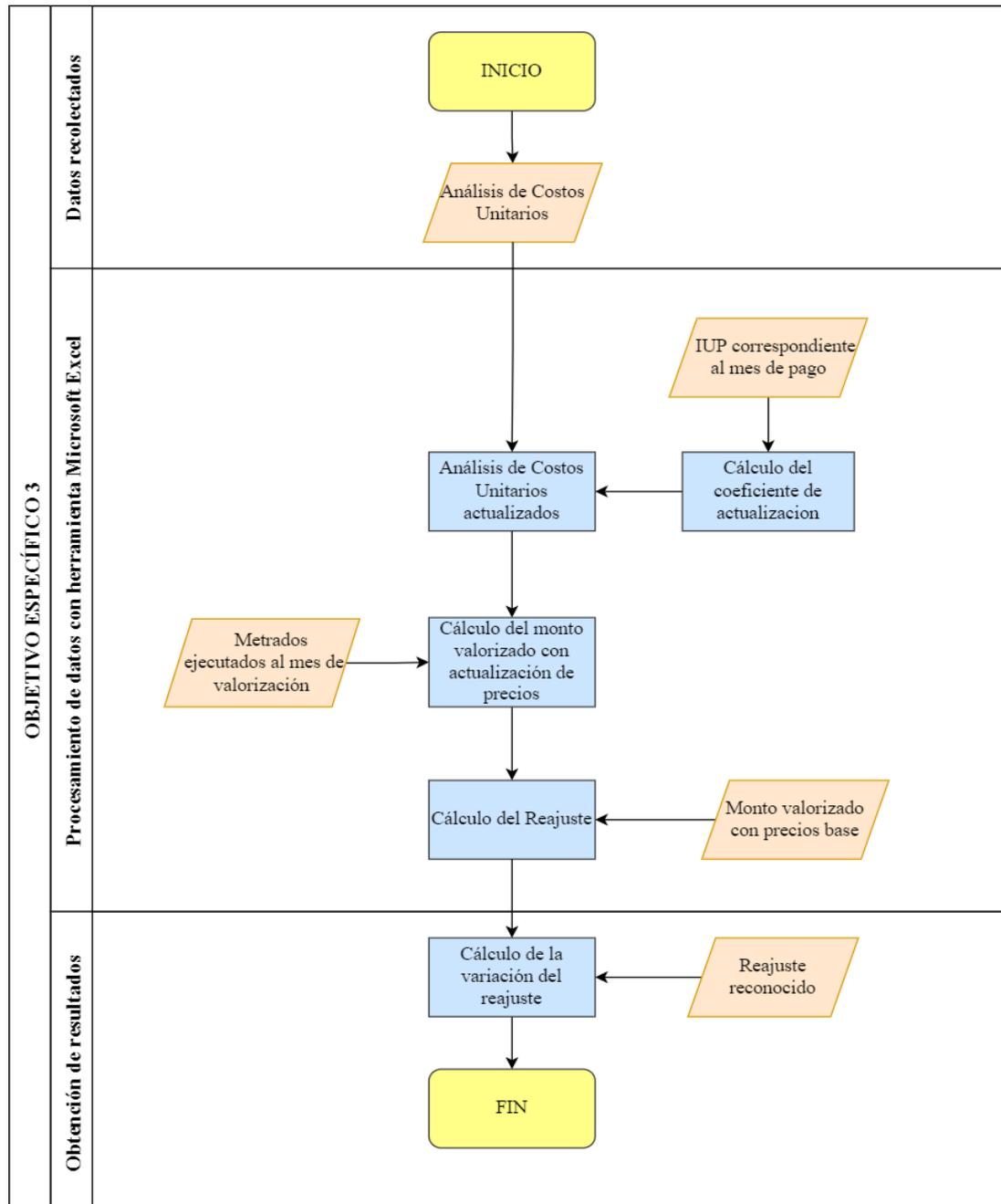
Quinto: con el factor cálculo, se procede a multiplicar a cada componente del análisis de costo unitario para obtener el precio actualizado, los cuales constituyeran el análisis de precio actualizado

Sexto: una vez obtenido el valor del análisis de costo actualizado por cada partida, se procede a multiplicar este valor con su metrado ejecutado mensual, con ello se obtiene el monto valorizado reajustado mensual.

Todo el procedimiento arriba mencionado, se resume en el diagrama de flujo que se presenta en la Figura 7.

Figura 7

Diagrama de flujo del cálculo de la variación de reajustes - método 3



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Tabla 36

Ejemplo de actualización de precios en el análisis de costos unitarios por partida

Ítem	Partidas	IU	Análisis de costos unitario			Presupuesto Contractual		Avance del mes actual (Nov-15)			Valorización					
			Und	Cantidad	PU	Parcial	Und	Metrado	Precio Unitario (PUo)	Costo Parcial		Io abr-15	Ir Dic-15	Ir/Io	IA	PU Actualizado PUo*(Ir/Io)
1	"MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE SANEAMIENTO BASICO INTEGRAL EN EL SECTOR ALTO CCAPUNA DEL CENTRO POBLADO DE CCAPUNA. DISTRITO DE SANDIA. PROVINCIA DE SANDIA-PUNO"															
1.2	"SISTEMA DE AGUA POTABLE"															
1.2.1	"CAPTACION DE LADERA (01 UND)"															
1.2.1.16	CONCRETO	Fc=175 kg/cm2 P/FONDO Y MURO	m ³	2.81	288.04	809.39	290.79	2.81	817.12							
	MANO DE OBRA															
	Maestro de obra	47 hh	0.0200	9.33	0.19	523.15	544.59	1.04	0.20							
	operador de equipo liviano	47 hh	0.4000	8.67	3.47	523.15	544.59	1.04	3.61							
	Operario	47 hh	0.5000	8.67	4.34	523.15	544.59	1.04	4.52							
	Oficial	47 hh	1.0000	7.85	7.85	523.15	544.59	1.04	8.17							
	Peón	47 hh	4.0000	7.08	28.32	523.15	544.59	1.04	29.48							
	MATERIALES															
	Cemento Portland Tipo IP (42,5 kg)	21 bol	8.4300	18.30	154.27	410.96	410.96	1.00	154.27							
	Gasolina 84 octanos	34 gln	0.0350	13.60	0.48	457.83	442.74	0.97	0.46							
	Hormigón	38 m ³	1.0000	84.70	84.70	686.91	693.78	1.01	85.55							
	EQUIPO															
	HERRAMIENTAS	37 %mo	3.0000	44.17	1.33	296.12	298.93	1.01	1.34							
	Vibrador de concreto de 4HP-1.5"	49 hm	0.0500	5.30	0.27	279.73	302.95	1.08	0.29							
	Mezcladora de concreto de 9 - 11p3	48 hm	0.4000	7.06	2.82	354.51	364.86	1.03	2.90							

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.



El procedimiento de la actualización de precios en el análisis de costos unitarios, a modo de ejemplo, se muestra en la Tabla 27, para la partida 1.2.1.16 CONCRETO $f'c=175$ kg/cm² P/FONDO Y MURO, ejecutada en el mes de noviembre del 2015. Este mismo procedimiento se realiza para todas las partidas ejecutadas en el correspondiente mes de valorización, y para las 6 obras de estudio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS PARA EL OBJETIVO GENERAL

En la Tabla 37 se muestran los reajustes totales de valorizaciones de las seis obras, correspondientes al reajuste reconocido, reajustes obtenidos al aplicar la metodología de la fórmula polinómica con la totalidad de monomios sin agrupamiento, reajustes obtenidos al aplicar la metodología de la fórmula polinómica con agrupamiento de monomios por fluctuación de índices unificados de precios y el método de reajuste por índices en el análisis de costos unitarios.

Tabla 37

Reajustes totales de obra obtenidos al aplicar las metodologías propuestas

N°	Total Reajuste reconocido	Total Reajuste Método propuesto 1	Variación	%	Total Reajuste Método propuesto 2	Variación	%	Total Reajuste Método propuesto 3	Variación	%
1	79,688.69	78,992.90	-695.79	-2.67	78,096.39	-1,592.30	-2.00	71,701.49	-7,987.20	-10.02
2	33,874.68	55,550.59	21,675.91	63.99	66,512.36	32,637.68	96.35	54,378.44	20,503.76	60.53
3	230,685.30	263,823.95	33,138.65	14.37	258,970.86	28,285.56	12.26	259,965.38	29,280.08	12.69
4	31,520.98	21,766.62	-9,754.36	-30.95	10,857.36	-20,663.62	-65.56	18,128.17	-13,392.81	-42.49
5	111,526.67	116,521.62	4,994.95	4.48	128,518.10	16,991.43	15.24	110,768.66	-758.01	-0.68
6	219,135.35	262,684.86	43,549.51	19.87	276,965.79	57,830.44	26.39	308,792.71	89,657.36	40.91

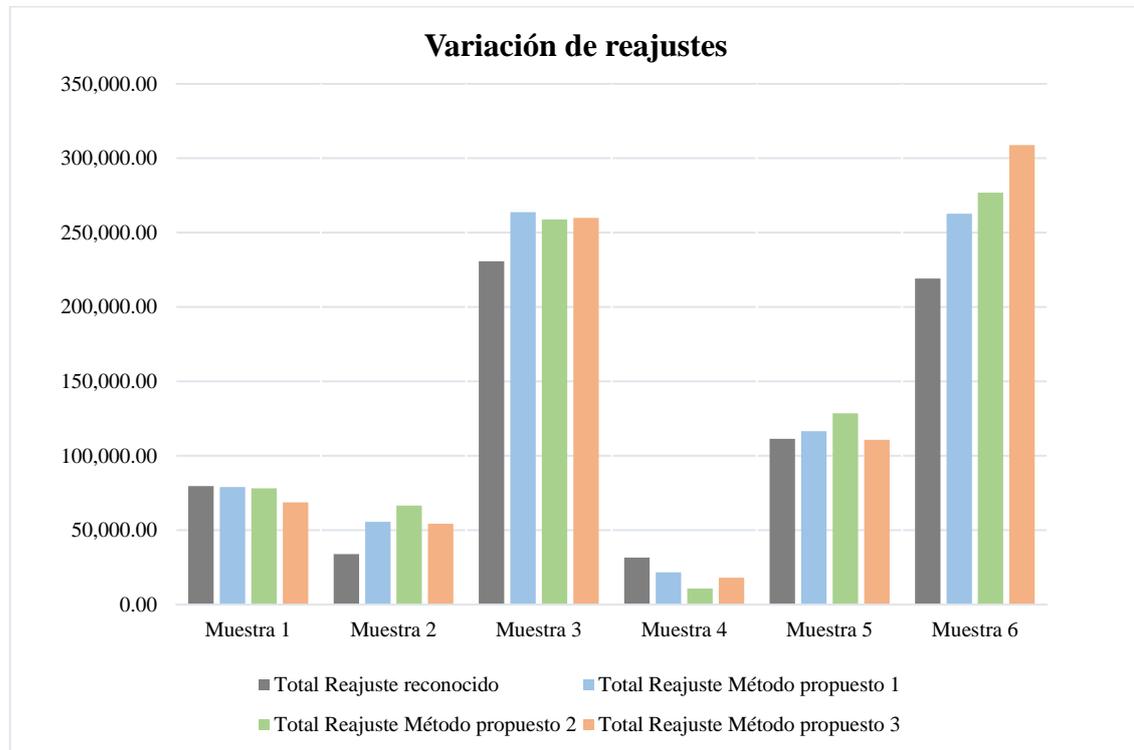
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa una variación del reajuste reconocido y los reajustes obtenidos por los métodos 1, 2 y 3 propuestos, llegando a obtenerse variaciones máximas (respecto al reajuste reconocido) de: 63.99 % para el método 1, 96.35% para el método 2 y de 60.53% para el método 3 propuestos.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 8

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes propuestos



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

En la Figura 8 se muestra más específicamente las variaciones: incrementos de los reajustes en las muestras 2,3,5 y 6; y disminución de los reajustes en las muestras 1 y 4.

4.2. RESULTADOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 1

- Muestra 1

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas sin el agrupamiento de monomios, en la Tabla 38 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 1, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 38

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 1

Val N°	Mes		Monto Valorizado		Reajuste Reconocido		Reajuste Método 1		Variación	%
1	Oct-15	S/	323,285.45	S/	6,499.91	S/	7,112.28	S/	612.37	9.42%
2	Nov-15	S/	252,130.08	S/	6,689.62	S/	6,555.38	S/	-134.24	-2.01%
3	Dic-15	S/	381,991.47	S/	11,357.16	S/	10,695.76	S/	-661.40	-5.82%
4	Ene-16	S/	385,367.33	S/	13,326.91	S/	12,331.75	S/	-995.16	-7.47%
5	Feb-16	S/	213,699.99	S/	8,602.13	S/	5,128.80	S/	-3,473.33	-40.38%
6	Mar-16	S/	245,273.33	S/	8,017.02	S/	4,905.47	S/	-3,111.55	-38.81%
7	Abr-16	S/	278,914.73	S/	7,085.32	S/	11,156.59	S/	4,071.27	57.46%
8	May-16	S/	293,468.26	S/	7,997.78	S/	9,977.92	S/	1,980.14	24.76%
9	Jun-16	S/	288,865.04	S/	7,758.62	S/	9,243.68	S/	1,485.06	19.14%
10	Jul-16	S/	52,368.74	S/	2,354.22	S/	1,885.27	S/	-468.95	-19.92%
Total		S/	2,715,364.42	S/	79,688.69	S/	78,992.90	S/	--695.79	-0.87%

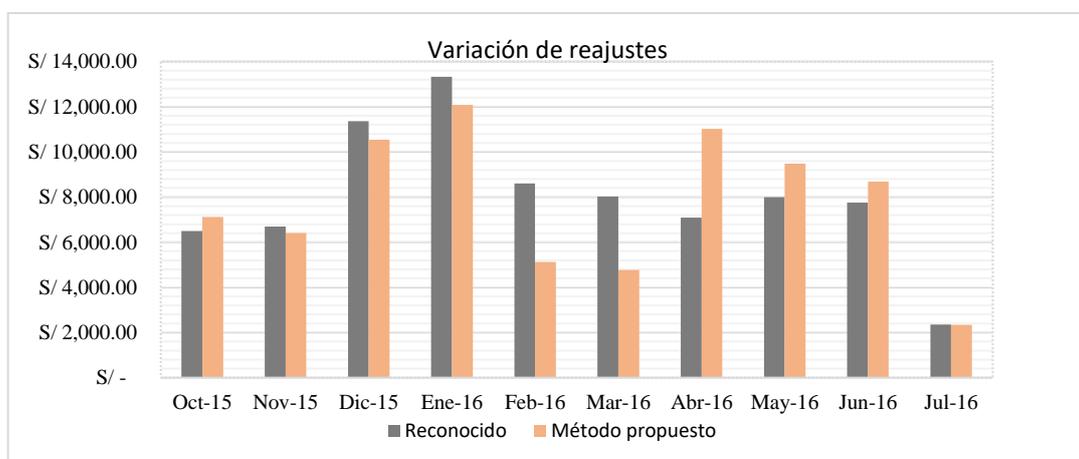
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 1 propuesto tienden a ser menores a los reajustes reconocidos, encontrándose una disminución máxima del 40.38% en el mes de marzo del 2016. Siendo la variación total de reajustes de -695.79 que indica una disminución del 0.87% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 9

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 1)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 2

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas sin el agrupamiento de monomios, en la Tabla 39 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 2, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 39

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 2

Val N°	Mes		Monto Valorizado		Reajuste Reconocido		Reajuste Método 1		Variación	%
1	Dic-16	S/	440,471.68	S/	6,479.15	S/	7,681.75	S/	1,202.60	18.56%
2	Ene-17	S/	100,483.77	S/	1,340.36	S/	1,623.94	S/	283.58	21.16%
3	Feb-17	S/	559,817.53	S/	7,174.05	S/	9,352.32	S/	2,178.27	30.36%
4	Mar-17	S/	407,140.05	S/	3,172.11	S/	4,275.26	S/	1,103.15	34.78%
5	Abr-17	S/	271,378.00	S/	2,472.33	S/	4,520.28	S/	2,047.95	82.83%
6	May-17	S/	363,889.45	S/	4,615.71	S/	11,821.76	S/	7,206.05	156.12%
7	Jun-17	S/	305,771.53	S/	4,155.55	S/	10,283.49	S/	6,127.94	147.46%
8	Jul-17	S/	205,524.87	S/	4,465.42	S/	5,991.79	S/	1,526.37	34.18%
Total		S/	2,654,476.88	S/	33,874.68	S/	55,550.59	S/	21,675.91	63.99%

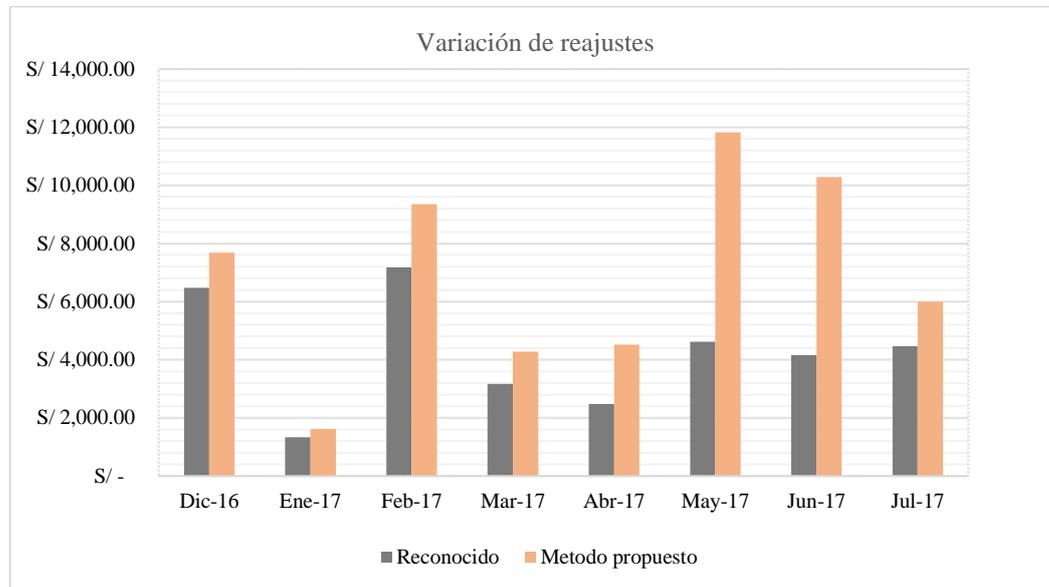
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 1 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 156.12% (del reajuste reconocido) en el mes de junio del 2017. Siendo la variación total de reajustes de S/ 21,675.91 que indica un incremento del 63.99% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 10

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 2)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la Figura 10, se evidencia un claro incremento de los reajustes obtenidos de la aplicación del método de reajuste propuesto, en todas las valorizaciones, respecto del reajuste reconocido.

- Muestra 3

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas sin el agrupamiento de monomios, en la Tabla 40 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 3, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 40

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 3

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 1	Variación	%
1	Abr-18	S/ 50,176.32	S/ 1,052.82	S/ 1,003.53	S/ -49.29	-4.68%
2	May-18	S/ 300,536.33	S/ 6,474.42	S/ 10,518.77	S/ 4,044.35	62.47%
3	Jun-18	S/ 977,435.92	S/ 22,024.73	S/ 32,255.39	S/ 10,230.66	46.45%
4	Jul-18	S/ 1,352,141.51	S/ 51,561.51	S/ 54,085.66	S/ 2,524.15	4.90%

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 1	Variación	%
5	Ago-18	S/ 889,531.41	S/ 35,324.66	S/ 39,139.38	S/ 3,814.72	10.80%
6	Set-18	S/ 791,103.30	S/ 32,653.61	S/ 35,599.65	S/ 2,946.04	9.02%
7	Oct-18	S/ 720,964.06	S/ 32,033.22	S/ 34,606.27	S/ 2,573.05	8.03%
8	Nov-18	S/ 437,400.47	S/ 18,574.40	S/ 20,557.82	S/ 1,983.42	10.68%
9	Dic-18	S/ 258,340.35	S/ 10,393.84	S/ 11,366.98	S/ 973.14	9.36%
10	Ene-19	S/ 20,157.68	S/ 811.01	S/ 886.94	S/ 75.93	9.36%
11	Abr-19	S/ 38,483.60	S/ 1,631.03	S/ 1,808.73	S/ 177.70	10.90%
12	May-19	S/ 270,720.45	S/ 10,847.63	S/ 12,994.58	S/ 2,146.95	19.79%
13	Jun-19	S/ 158,861.02	S/ 5,936.25	S/ 7,466.47	S/ 1,530.22	25.78%
14	Jul-19	S/ 23,965.24	S/ 1,366.17	S/ 1,533.78	S/ 167.61	12.27%
Total		S/ 6,289,817.66	S/ 230,685.30	S/ 263,823.95	S/ 33,138.65	14.37%

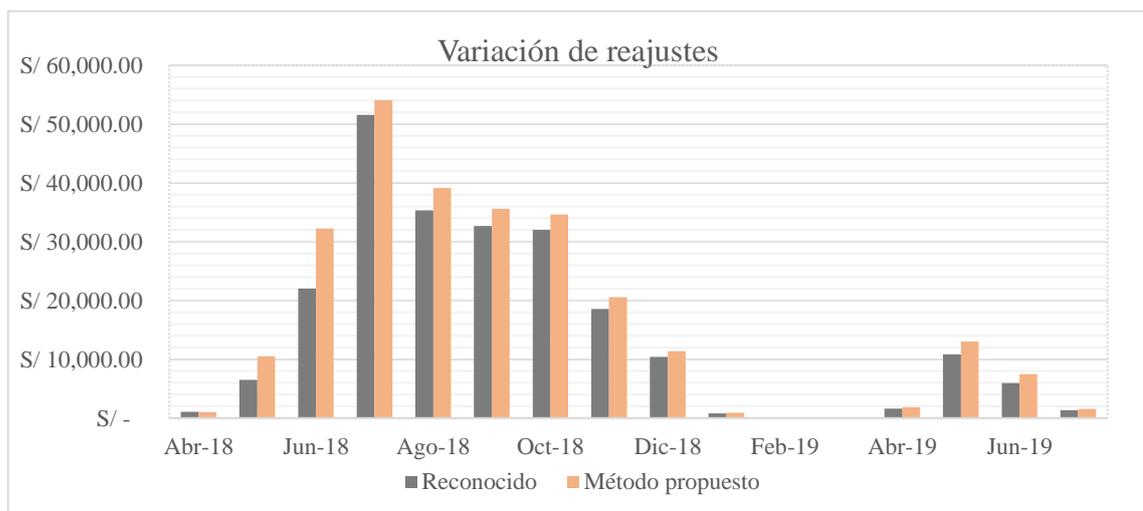
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 1 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 62.47% (del reajuste reconocido) en el mes de mayo del 2018. Siendo la variación total de reajustes de S/ 33,138.65 que indica un incremento del 14.37% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 11

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 3)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la Figura 11 se aprecia un incremento del reajuste de precios obtenidos de la aplicación del método 1 de reajuste propuesto, con respecto al reajuste reconocido, para el mes de junio del 2018.

- Muestra 4

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas sin el agrupamiento de monomios, en la Tabla 41 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 4, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 41

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 4

Val N°	Mes		Monto Valorizado		Reajuste Reconocido		Reajuste Método 1		Variación	%
1	Ago-17	S/	138,403.66	S/	513.44	S/	276.81	S/	-236.63	-46%
2	Set-17	S/	350,559.82	S/	1,244.99	S/	601.26	S/	-643.73	-52%
3	Oct-17	S/	339,106.18	S/	967.63	S/	547.09	S/	-420.54	-43%
4	Nov-17	S/	1,159,651.05	S/	8,160.23	S/	4,779.16	S/	-3,381.07	-41%
5	Dic-17	S/	1,269,810.47	S/	10,471.95	S/	7,660.92	S/	-2,811.03	-27%
6	Ene-18	S/	554,623.85	S/	6,602.53	S/	5,314.35	S/	-1,288.18	-20%
7	Feb-18	S/	255,774.67	S/	3,560.22	S/	2,587.03	S/	-973.19	-27%
	Total	S/	4,067,929.70	S/	31,520.98	S/	21,766.62	S/	-9,754.36	-30.95%

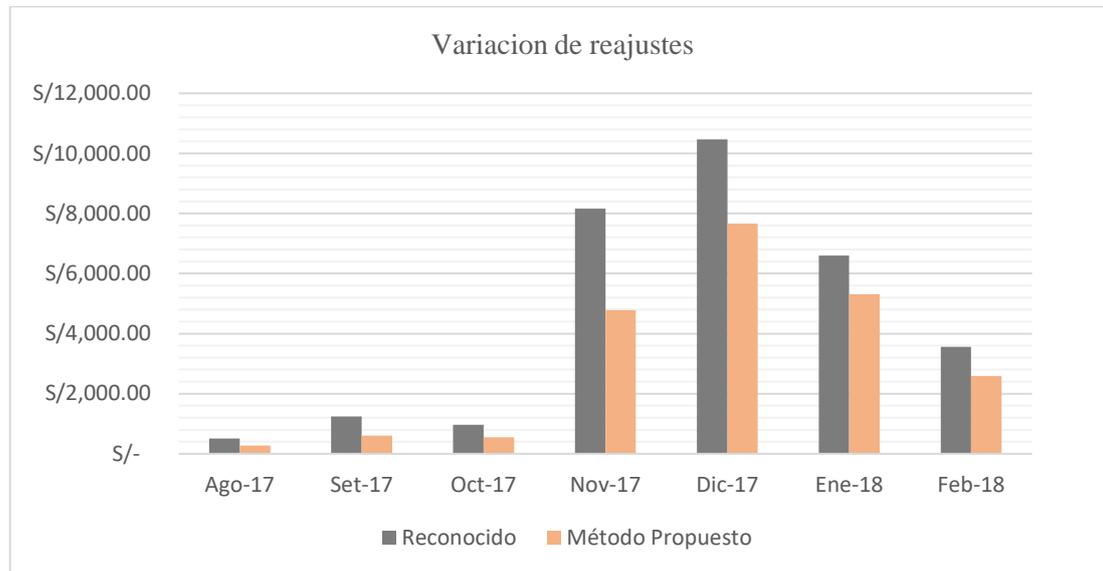
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 1 propuesto tienden a ser menores a los reajustes reconocidos, encontrándose una disminución máxima de -52% en el mes de setiembre del 2017. Siendo la variación total de reajustes de -S/ 9,754.36 que indica una disminución del 30.95% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 12

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 4)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

En la Figura 12 se aprecia la tendencia a la disminución de reajustes obtenidos de la aplicación del método 1 propuesto, respecto al reajuste reconocido, en todos los meses de valorización.

- Muestra 5

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas sin el agrupamiento de monomios, en la Tabla 42 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 5, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 42

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 5

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 1	Variación	%
1	Abr-16	S/ 145,619.19	S/ 2,347.57	S/ 3,159.03	S/ 811.46	34.57%
2	May-16	S/ 107,084.65	S/ 2,562.28	S/ 2,123.24	S/ -439.04	-17.13%
3	Jun-16	S/ 258,638.78	S/ 4,894.83	S/ 7,432.16	S/ 2,537.33	51.84%
4	Jul-16	S/ 279,157.21	S/ 6,874.57	S/ 9,054.34	S/ 2,179.77	31.71%

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 1	Variación	%
5	Ago-16	S/ 440,729.52	S/ 13,400.94	S/ 14,828.94	S/ 1,428.00	10.66%
6	Set-16	S/ 325,208.87	S/ 11,352.90	S/ 11,548.38	S/ 195.48	1.72%
7	Oct-16	S/ 311,715.68	S/ 11,433.72	S/ 11,874.72	S/ 441.00	3.86%
8	Nov-16	S/ 307,059.65	S/ 13,279.83	S/ 14,108.02	S/ 828.19	6.24%
9	Dic-16	S/ 337,218.55	S/ 18,256.17	S/ 16,951.65	S/ -1,304.52	-7.15%
10	Ene-17	S/ 511,085.65	S/ 27,123.86	S/ 25,441.14	S/ -1,682.72	34.57%
Total		S/ 3,023,517.75	S/ 111,526.67	S/ 116,521.62	S/ 4,994.95	4.48%

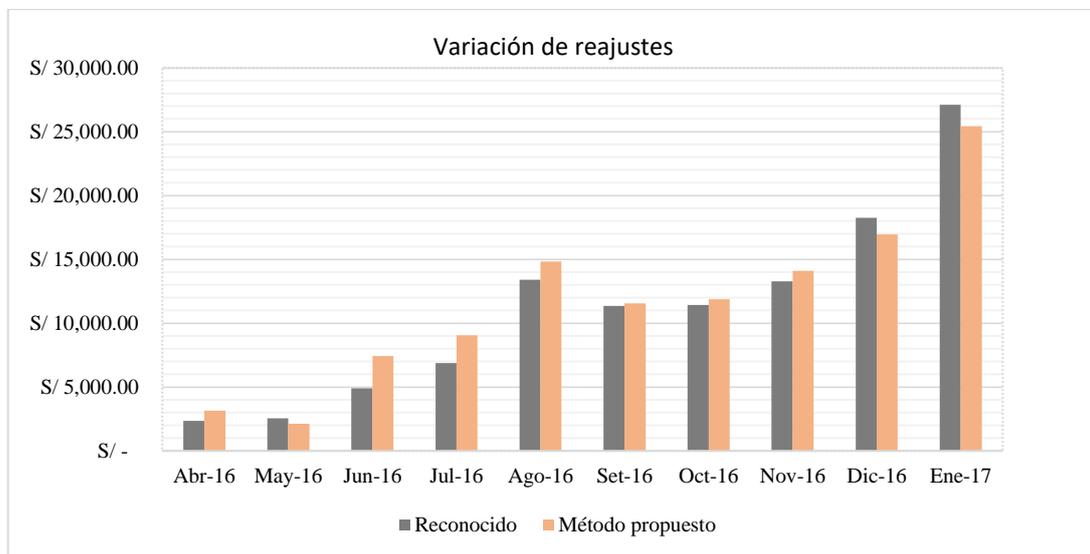
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 1 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 51.84% en el mes de junio del 2016. Siendo la variación total de reajustes de S/ 4,994.95 que indica un incremento del 4.48% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 13

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 5)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 6

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas sin el agrupamiento de monomios, en la Tabla 43 se muestran los reajustes obtenidos para

la muestra 6, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 43

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 1 propuesto-muestra 6

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 1	Variación	%
1	Feb-19	S/ 98961.34	S/ 2,276.11	S/ 2363.13	S/ 87.02	4%
2	Mar-19	S/ 285956.2	S/ 6,576.99	S/ 7209.83	S/ 632.84	10%
3	Abr-19	S/ 461861.59	S/ 12,008.40	S/ 13055.83	S/ 1047.43	9%
4	May-19	S/ 570346.17	S/ 14,829.00	S/ 22602.27	S/ 7773.27	52%
5	Jun-19	S/ 730059.82	S/ 16,791.38	S/ 27042.13	S/ 10250.75	61%
6	Jul-19	S/ 495411.18	S/ 19,321.04	S/ 21833.66	S/ 2512.62	13%
7	Ago-19	S/ 393004.61	S/ 14,934.18	S/ 16661.39	S/ 1727.21	12%
8	Set-19	S/ 1309762.28	S/ 48,461.20	S/ 56306.91	S/ 7845.71	16%
9	Oct-19	S/ 1254205.62	S/ 48,914.02	S/ 56101.23	S/ 7187.21	15%
10	Nov-19	S/ 386763.87	S/ 16,852.97	S/ 17076.07	S/ 223.10	1%
11	Dic-19	S/ 320386.42	S/ 15,836.99	S/ 13944.65	S/ -1892.34	-12%
12	Feb-20	S/ 141884.97	S/ 2,333.07	S/ 8487.76	S/ 6154.69	264%
Total		S/ 6,448,604.07	S/ 219,135.35	S/ 262,684.86	S/ 43,549.51	19.87%

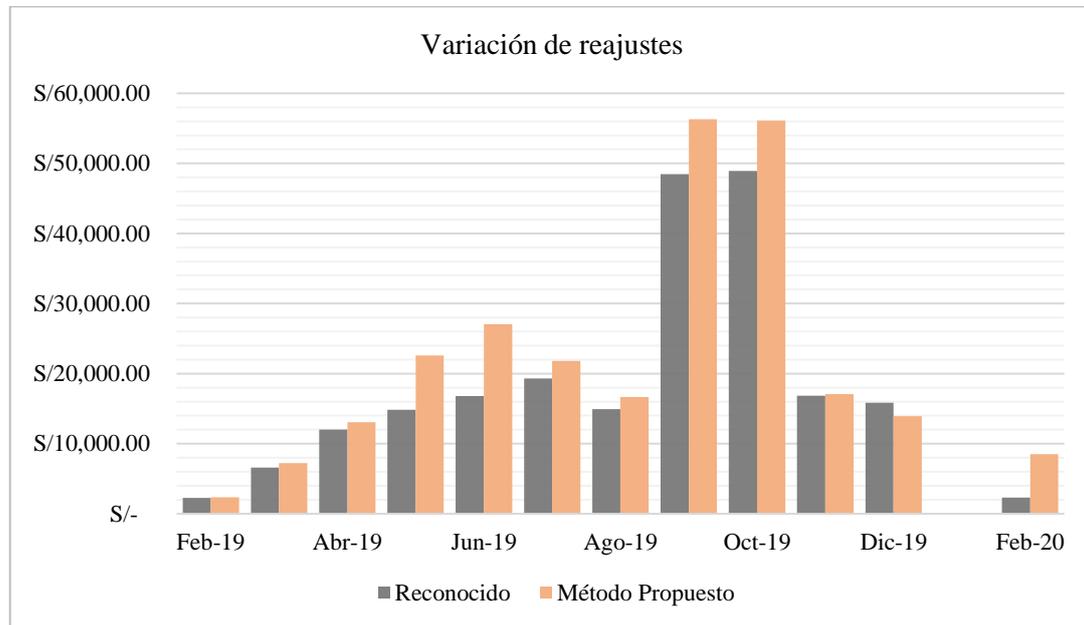
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 1 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 264% (del reajuste reconocido) en el mes de febrero del 2020. Siendo la variación total de reajustes de S/ 43,549.51 que indica un incremento del 19.87% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 14

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 1 (muestra 6)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

De la Figura 14 se evidencia un incremento del reajuste en todos los meses de valorización, respecto al reajuste reconocido.

4.3. RESULTADOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 2

- Muestra 1

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas con agrupamiento de monomios por semejanza en la fluctuación de índices unificados de precios, en la Tabla 44 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 1, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 44

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra 1

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 2	Variación	%
1	Oct-15	S/ 323,285.45	S/ 6,499.91	S/ 7,758.85	S/ 1,258.94	19.37%
2	Nov-15	S/ 252,130.08	S/ 6,689.62	S/ 6,807.51	S/ 117.89	1.76%
3	Dic-15	S/ 381,991.47	S/ 11,357.16	S/ 11,841.74	S/ 484.58	4.27%

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 2	Variación	%
4	Ene-16	S/ 385,367.33	S/ 13,326.91	S/ 13,102.49	-224.42	-1.68%
5	Feb-16	S/ 213,699.99	S/ 8,602.13	S/ 5,342.50	-3,259.63	-37.89%
6	Mar-16	S/ 245,273.33	S/ 8,017.02	S/ 5,150.74	-2,866.28	-35.75%
7	Abr-16	S/ 278,914.73	S/ 7,085.32	S/ 8,646.36	1,561.04	22.03%
8	May-16	S/ 293,468.26	S/ 7,997.78	S/ 7,923.64	-74.14	-0.93%
9	Jun-16	S/ 288,865.04	S/ 7,758.62	S/ 9,532.55	1,773.93	22.86%
10	Jul-16	S/ 52,368.74	S/ 2,354.22	S/ 1,990.01	-364.21	-15.47%
Total		S/ 2,715,364.42	S/ 79,688.69	S/ 78,096.39	S/ -1,592.30	2.00%

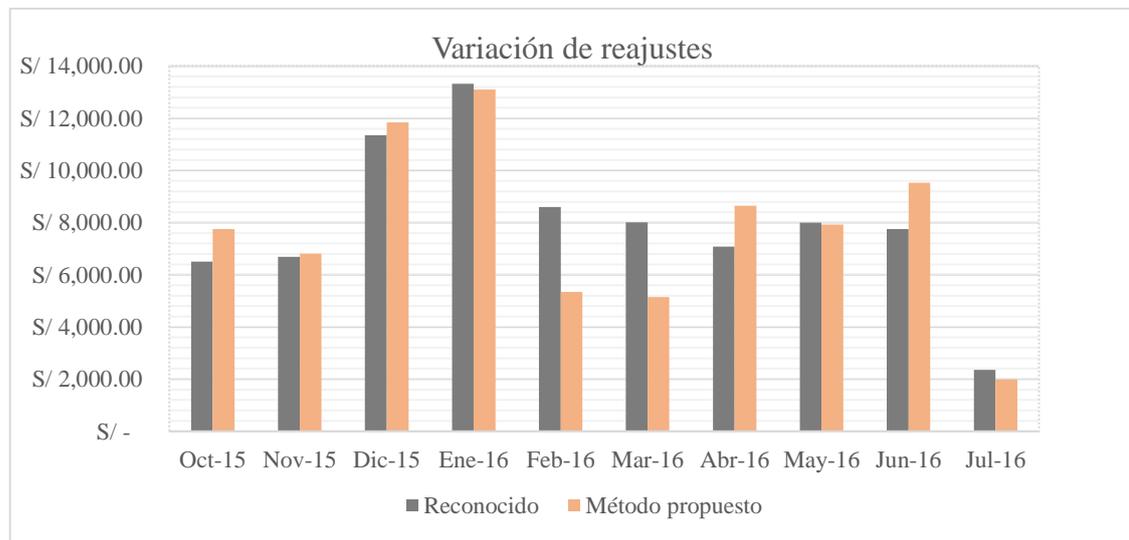
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 2 propuesto tienden a ser menores a los reajustes reconocidos, encontrándose una disminución máxima del 37.89% (del reajuste reconocido) en el mes de febrero del 2016. Siendo la variación total de reajustes de -S/ 1,592.30 que indica una disminución del 2.00% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 15

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 1)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 2

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas con agrupamiento de monomios por semejanza en la fluctuación de índices unificados de precios, en la Tabla 45 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 2, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 45

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra 2

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 2	Variación %
1	Dic-16	S/ 440,471.68	S/ 6,479.15	S/ 10,571.32	S/ 4,092.17 63.16%
2	Ene-17	S/ 100,483.77	S/ 1,340.37	S/ 2,240.17	S/ 899.81 67.13%
3	Feb-17	S/ 559,817.53	S/ 7,174.05	S/ 14,428.26	S/ 7,254.21 101.12%
4	Mar-17	S/ 407,140.05	S/ 3,172.11	S/ 9,115.57	S/ 5,943.46 187.37%
5	Abr-17	S/ 271,378.00	S/ 2,472.32	S/ 6,550.68	S/ 4,078.35 164.96%
6	May-17	S/ 363,889.45	S/ 4,615.71	S/ 8,242.91	S/ 3,627.20 78.58%
7	Jun-17	S/ 305,771.53	S/ 4,155.55	S/ 7,341.50	S/ 3,185.95 76.67%
8	Jul-17	S/ 205,524.87	S/ 4,465.42	S/ 8,021.95	S/ 3,556.53 79.65%
	Total	S/ 2,654,476.88	S/ 33,874.68	S/ 66,512.36	S/ 32,637.68 96.35%

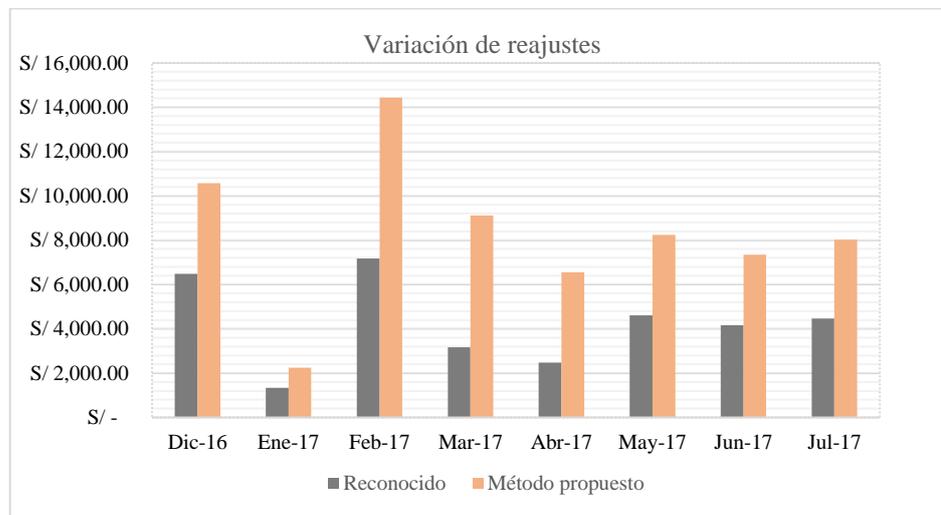
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 2 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 187.37% (del reajuste reconocido) en el mes de marzo del 2017. Siendo la variación total de reajustes de S/ 32,637.68 que indica un incremento del 96.35% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 16

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 2)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 3

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas con agrupamiento de monomios por semejanza en la fluctuación de índices unificados de precios, en la Tabla 46 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 3, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 46

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra 3

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 2	Variación	%
1	Abr-18	S/ 50,176.32	S/ 1,052.82	S/ 1,053.70	S/ 0.88	0.08
2	May-18	S/ 300,536.33	S/ 6,474.42	S/ 6,912.34	S/ 437.92	6.76
3	Jun-18	S/ 977,435.92	S/ 22,024.73	S/ 24,435.90	S/ 2,411.17	10.95
4	Jul-18	S/ 1,352,141.51	S/ 51,561.51	S/ 55,437.80	S/ 3,876.29	7.52
5	Ago-18	S/ 889,531.41	S/ 35,324.66	S/ 40,028.91	S/ 4,704.25	13.32
6	Set-18	S/ 791,103.30	S/ 32,653.61	S/ 36,390.75	S/ 3,737.14	11.44
7	Oct-18	S/ 720,964.06	S/ 32,033.22	S/ 36,048.20	S/ 4,014.98	12.53
8	Nov-18	S/ 437,400.47	S/ 18,574.40	S/ 20,995.22	S/ 2,420.82	13.03
9	Dic-18	S/ 258,340.35	S/ 10,393.84	S/ 12,142.00	S/ 1,748.16	16.82
10	Ene-19	S/ 20,157.68	S/ 811.01	S/ 927.25	S/ 116.24	14.33
11	Abr-19	S/ 38,483.60	S/ 1,631.03	S/ 1,808.73	S/ 177.70	10.90
12	May-19	S/ 270,720.45	S/ 10,847.63	S/ 13,265.30	S/ 2,417.67	22.29
13	Jun-19	S/ 158,861.02	S/ 5,936.25	S/ 7,943.05	S/ 2,006.80	33.81

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 2	Variación	%
14	Jul-19	S/ 23,965.24	S/ 1,366.17	S/ 1,581.71	S/ 215.54	15.78
	Total	S/ 6,289,817.66	S/ 230,685.30	S/ 258,970.86	S/ 28,285.56	12.26

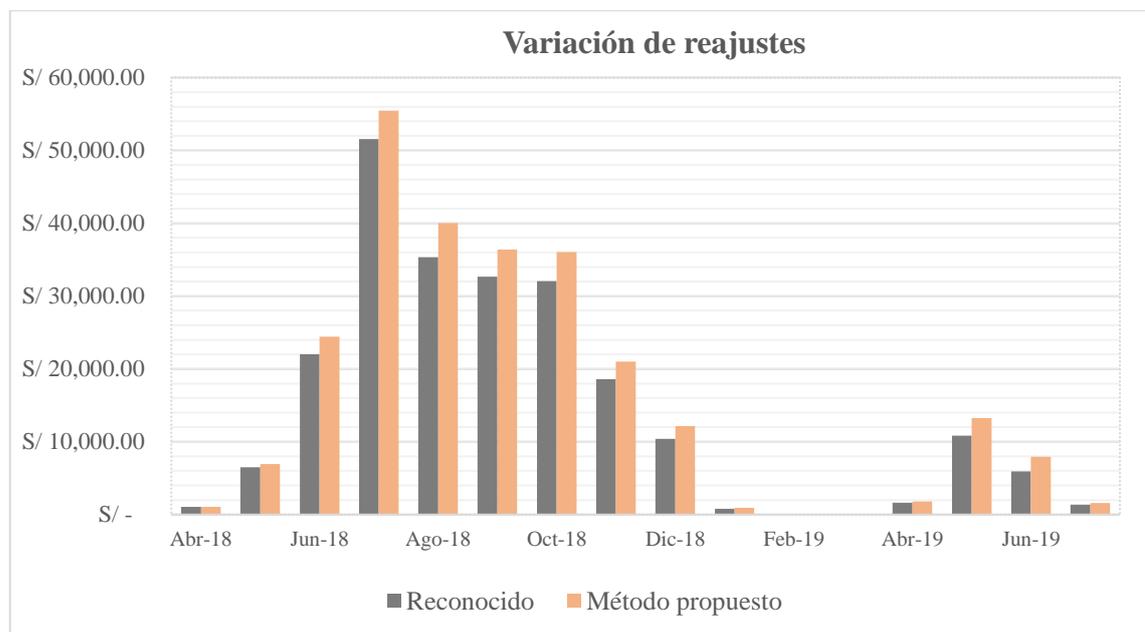
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 2 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 33.81% (del reajuste reconocido) en el mes de junio del 2019. Siendo la variación total de reajustes de S/ 28,285.56 que indica un incremento del 12.26% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 17

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 3)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 4

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas con agrupamiento de monomios por semejanza en la fluctuación de índices unificados de

precios, en la Tabla 47 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 4, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 47

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra 4

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 2	Variación	%
1	Ago-17	S/ 138,403.66	S/ 513.44	S/ -138.40	S/ -651.84	-127%
2	Set-17	S/ 350,559.82	S/ 1,244.99	S/ -350.56	S/ -1,595.55	-128%
3	Oct-17	S/ 339,106.18	S/ 967.63	S/ -252.68	S/ -1,220.31	-126%
4	Nov-17	S/ 1,159,651.05	S/ 8,160.23	S/ 1,537.02	S/ -6,623.21	-81%
5	Dic-17	S/ 1,269,810.47	S/ 10,471.95	S/ 4,660.34	S/ -5,811.61	-55%
6	Ene-18	S/ 554,623.85	S/ 6,602.53	S/ 3,628.57	S/ -2,973.96	-45%
7	Feb-18	S/ 255,774.67	S/ 3,560.22	S/ 1,773.07	S/ -1,787.15	-50%
	Total	S/ 4,067,929.70	S/ 31,520.98	S/ 10,857.36	S/ -20,663.62	65.5%

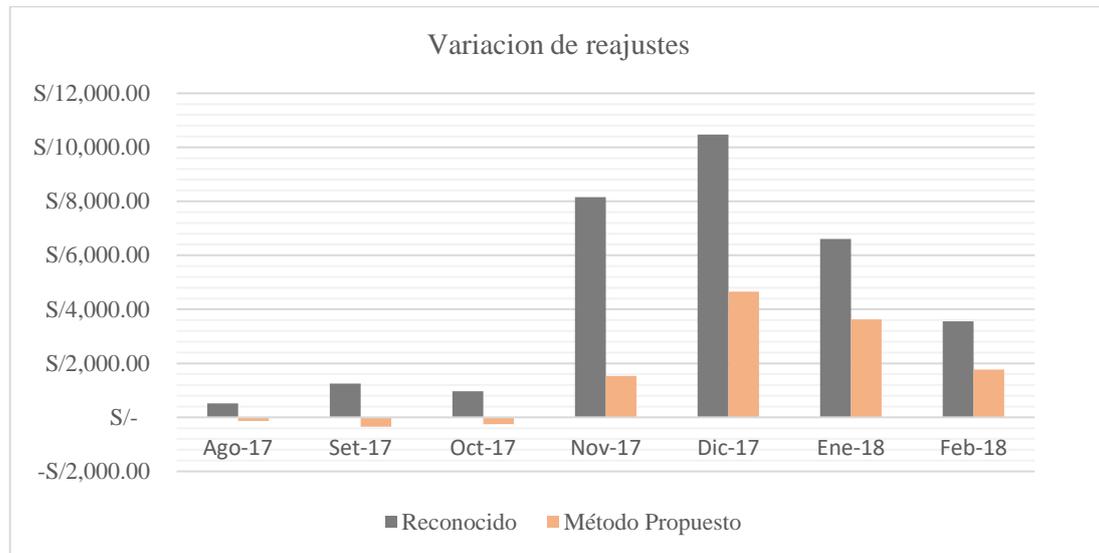
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 2 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose una disminución máxima del 128% (del reajuste reconocido) en el mes de septiembre del 2017. Siendo la variación total de reajustes de S/ -20,663.62 que indica una disminución del 65.56% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 18

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 4)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 5

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas con agrupamiento de monomios por semejanza en la fluctuación de índices unificados de precios, en la Tabla 48 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 5, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 48

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra 5

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 2	Variación	%
1	Abr-16	S/ 145,619.19	S/ 2,347.57	S/ 3,310.82	S/ 963.25	41.03%
2	May-16	S/ 107,084.65	S/ 2,562.28	S/ 2,775.73	S/ 213.45	8.33%
3	Jun-16	S/ 258,638.78	S/ 4,894.83	S/ 8,026.35	S/ 3,131.52	63.98%
4	Jul-16	S/ 279,157.21	S/ 6,874.57	S/ 10,001.17	S/ 3,126.60	45.48%
5	Ago-16	S/ 440,729.52	S/ 13,400.94	S/ 17,000.83	S/ 3,599.89	26.86%
6	Set-16	S/ 325,208.87	S/ 11,352.90	S/ 13,543.28	S/ 2,190.38	19.29%
7	Oct-16	S/ 311,715.68	S/ 11,433.72	S/ 13,466.00	S/ 2,032.28	17.77%
8	Nov-16	S/ 307,059.65	S/ 13,279.83	S/ 15,858.70	S/ 2,578.87	19.42%
9	Dic-16	S/ 337,218.55	S/ 18,256.17	S/ 18,774.50	S/ 518.33	2.84%
10	Ene-17	S/ 511,085.65	S/ 27,123.86	S/ 25,760.72	S/ -1,363.14	-5.03%
Total		S/ 3,023,517.75	S/ 111,526.67	S/ 128,518.10	S/ 16,991.43	15.24%

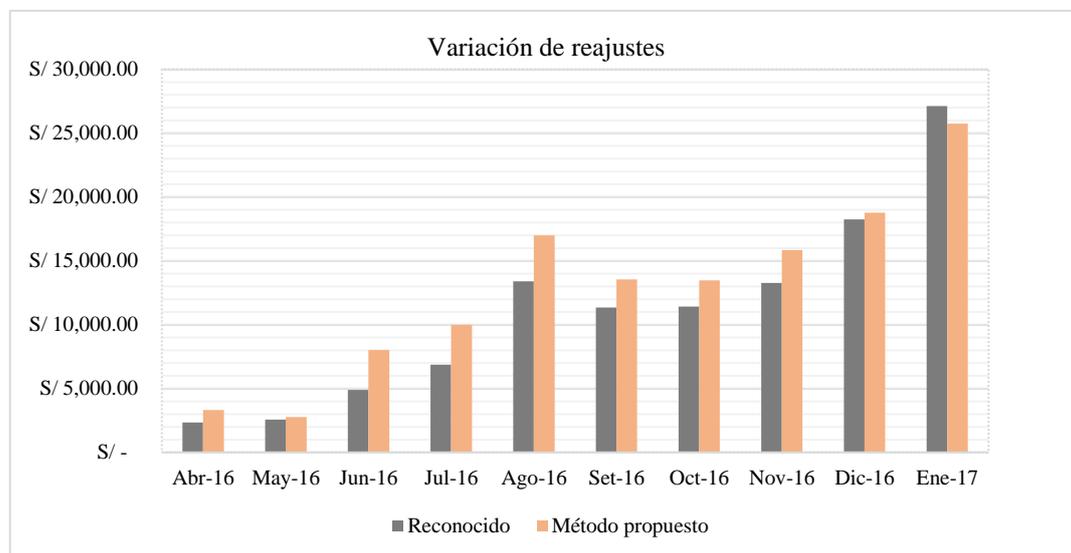
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 2 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 63.98% (del reajuste reconocido) en el mes de junio del 2016. Siendo la variación total de reajustes de S/ 16,991.43 que indica un incremento del 15.24% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 19

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 5)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 6

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes por fórmulas polinómicas con agrupamiento de monomios por semejanza en la fluctuación de índices unificados de precios, en la Tabla 49 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 6, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 49*Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 2 propuesto-muestra 6*

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 2	Variación	%
1	Feb-19	S/ 98961.34	S/ 2276.11	S/ 2,375.07	S/ 98.96	4%
2	Mar-19	S/ 285956.2	S/ 6576.99	S/ 7,148.90	S/ 571.91	9%
3	Abr-19	S/ 461861.59	S/ 12008.40	S/ 13,393.99	S/ 1,385.59	12%
4	May-19	S/ 570346.17	S/ 14829.00	S/ 23,384.19	S/ 8,555.19	58%
5	Jun-19	S/ 730059.82	S/ 16791.38	S/ 27,742.27	S/ 10,950.89	65%
6	Jul-19	S/ 495411.18	S/ 19321.04	S/ 22,788.91	S/ 3,467.87	18%
7	Ago-19	S/ 393004.61	S/ 14934.18	S/ 17,685.21	S/ 2,751.03	18%
8	Set-19	S/ 1309762.28	S/ 48461.20	S/ 60,249.06	S/ 11,787.86	24%
9	Oct-19	S/ 1254205.62	S/ 48914.02	S/ 60,201.87	S/ 11,287.85	23%
10	Nov-19	S/ 386763.87	S/ 16852.97	S/ 18,177.90	S/ 1,324.93	8%
11	Dic-19	S/ 320386.42	S/ 15836.99	S/ 14,737.78	S/ -1,099.21	-7%
12	Feb-20	S/ 141884.97	S/ 2333.07	S/ 9,080.64	S/ 6,747.57	289%
Total		S/ 6,448,604.07	S/ 219,135.35	S/ 276,965.79	S/ 57,830.44	26.39%

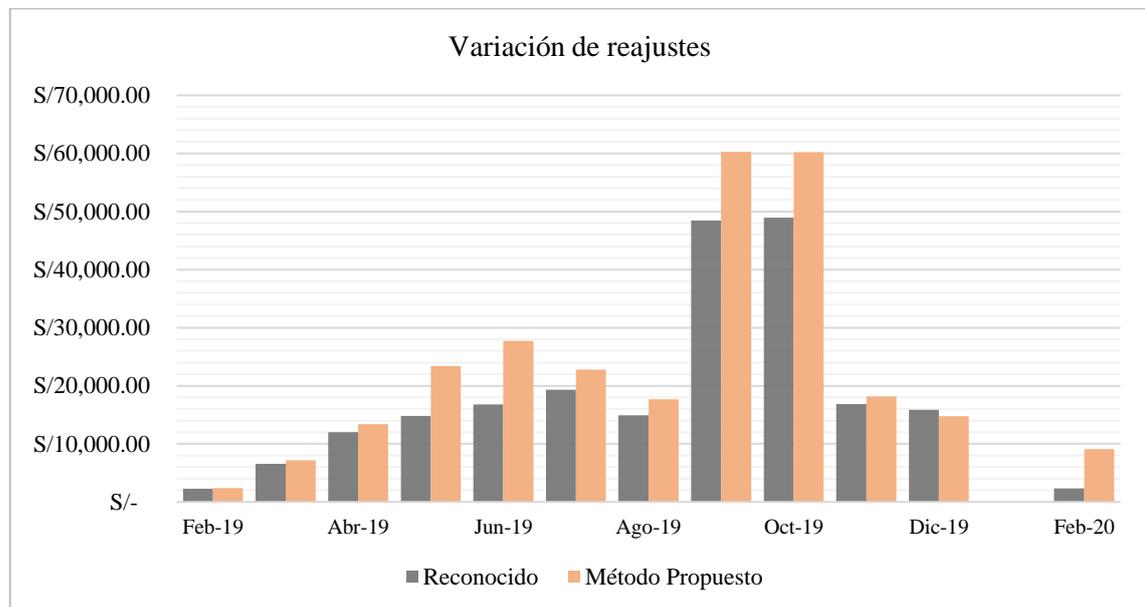
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 2 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 289% (del reajuste reconocido) en el mes de febrero del 2020. Siendo la variación total de reajustes de S/ 57,830.44 que indica un incremento del 26.39% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 20

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 2 (muestra 6)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.4. RESULTADOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 3

- Muestra 1

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes de precios en el análisis de costos unitarios, en la Tabla 50 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 1, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 50

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el Método 3 propuesto-Muestra 1

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 3	Variación	%
1	Oct-15	S/ 323,285.45	S/ 6,499.91	S/ 6,433.17	S/ -66.74	-1.03%
2	Nov-15	S/ 252,130.08	S/ 6,689.62	S/ 8,121.04	S/ 1,431.42	21.40%
3	Dic-15	S/ 381,991.47	S/ 11,357.16	S/ 10,927.20	S/ -429.96	-3.79%
4	Ene-16	S/ 385,367.33	S/ 13,326.91	S/ 17,318.54	S/ 3,991.63	29.95%
5	Feb-16	S/ 213,699.99	S/ 8,602.13	S/ 8,435.22	S/ -166.91	-1.94%
6	Mar-16	S/ 245,273.33	S/ 8,017.02	S/ 2,541.05	S/ -5,475.97	-68.30%
7	Abr-16	S/ 278,914.73	S/ 7,085.32	S/ 4,974.15	S/ -2,111.17	-29.80%
8	May-16	S/ 293,468.26	S/ 7,997.78	S/ 4,929.92	S/ -3,067.86	-38.36%
9	Jun-16	S/ 288,865.04	S/ 7,758.62	S/ 6,190.22	S/ -1,568.40	-20.21%
10	Jul-16	S/ 52,368.74	S/ 2,354.22	S/ 1,830.98	S/ -523.24	-22.23%

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 3	Variación	%
Total	S/	2,715,364.42	S/ 79,688.69	S/ 71,701.49	S/ -7,987.20	-10.02%

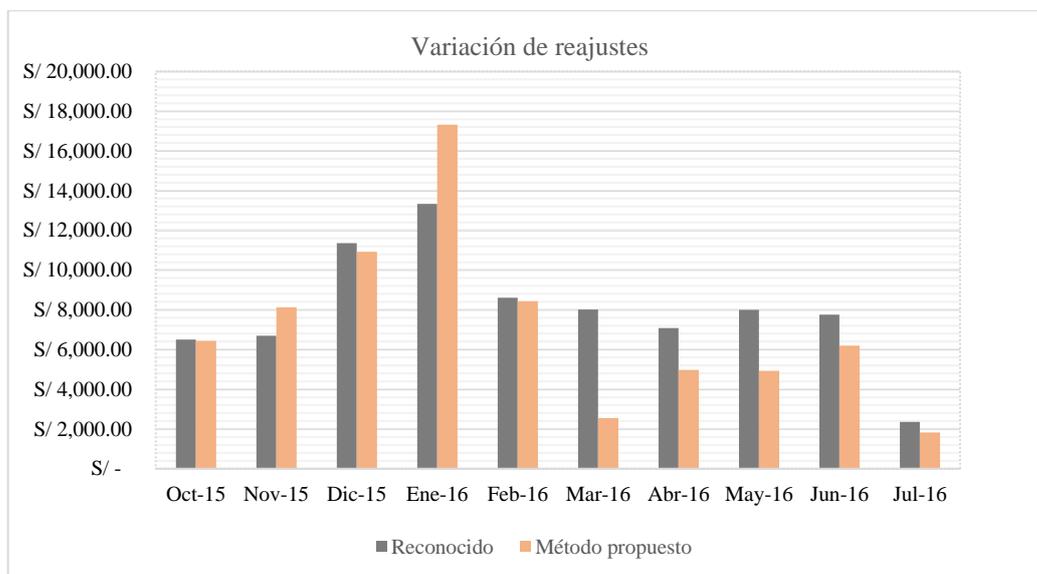
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 3 propuesto tienden a ser menores a los reajustes reconocidos, encontrándose una disminución máxima del 68.30% (del reajuste reconocido) en el mes de marzo del 2016. Siendo la variación total de reajustes de -S/ 7,987.20 que indica una disminución del 10.02% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 21

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 1)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 2

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes de precios en el análisis de costos unitarios, en la Tabla 51 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 2, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 51

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 3 propuesto-muestra 2

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 3	Variación	%
1	Dic-16	S/ 440,471.68	S/ 6,479.15	S/ 12,233.11	S/ 5,753.96	88.81%
2	Ene-17	S/ 100,483.77	S/ 1,340.37	S/ 1,732.98	S/ 392.61	29.29%
3	Feb-17	S/ 559,817.53	S/ 7,174.05	S/ 10,668.06	S/ 3,494.01	48.70%
4	Mar-17	S/ 407,140.05	S/ 3,172.11	S/ 5,933.67	S/ 2,761.56	87.06%
5	Abr-17	S/ 271,378.00	S/ 2,472.32	S/ 5,386.45	S/ 2,914.13	117.87%
6	May-17	S/ 363,889.45	S/ 4,615.71	S/ 4,805.35	S/ 189.64	4.11%
7	Jun-17	S/ 305,771.53	S/ 4,155.55	S/ 7,771.96	S/ 3,616.41	87.03%
8	Jul-17	S/ 205,524.87	S/ 4,465.42	S/ 5,846.85	S/ 1,381.43	30.94%
Total		S/ 2,654,476.88	S/ 33,874.68	S/ 54,378.44	S/ 20,503.76	60.53%

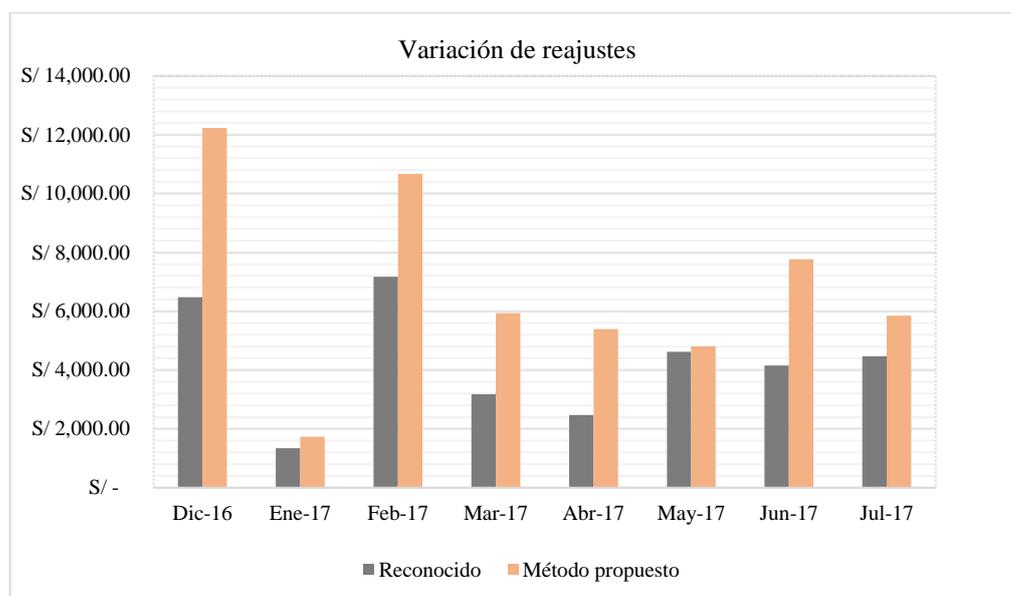
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 3 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 117.87% (del reajuste reconocido) en el mes de abril del 2017. Siendo la variación total de reajustes de S/ 20,503.76 que indica un incremento del 60.53% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 22

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 2)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 3

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes de precios en el análisis de costos unitarios, en la Tabla 52 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 3, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 52

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 3 propuesto-muestra 3

Val N°	Mes		Monto Valorizado		Reajuste Reconocido		Reajuste Método 3		Variación	%
1	Abr-18	S/	50,176.32	S/	1,052.82	S/	1,268.02	S/	215.20	20.44
2	May-18	S/	300,536.33	S/	6,474.42	S/	10,101.88	S/	3,627.46	56.03
3	Jun-18	S/	977,435.92	S/	22,024.73	S/	33,130.96	S/	11,106.23	50.43
4	Jul-18	S/	1,352,141.51	S/	51,561.51	S/	51,573.05	S/	11.54	0.02
5	Ago-18	S/	889,531.41	S/	35,324.66	S/	57,727.97	S/	22,403.31	63.42
6	Set-18	S/	791,103.30	S/	32,653.61	S/	21,591.51	S/	-11,062.10	-33.88
7	Oct-18	S/	720,964.06	S/	32,033.22	S/	26,305.03	S/	-5,728.19	-17.88
8	Nov-18	S/	437,400.47	S/	18,574.40	S/	14,736.07	S/	-3,838.33	-20.66
9	Dic-18	S/	258,340.35	S/	10,393.84	S/	12,219.94	S/	1,826.10	17.57
10	Ene-19	S/	20,157.68	S/	811.01	S/	757.09	S/	-53.92	-6.65
11	Abr-19	S/	38,483.60	S/	1,631.03	S/	2,457.68	S/	826.65	50.68
12	May-19	S/	270,720.45	S/	10,847.63	S/	17,064.32	S/	6,216.69	57.31
13	Jun-19	S/	158,861.02	S/	5,936.25	S/	9,079.14	S/	3,142.89	52.94
14	Jul-19	S/	23,965.24	S/	1,366.17	S/	1,952.72	S/	586.55	42.93
	Total	S/	6,289,817.66	S/	230,685.30	S/	259,965.38	S/	29,280.08	12.69

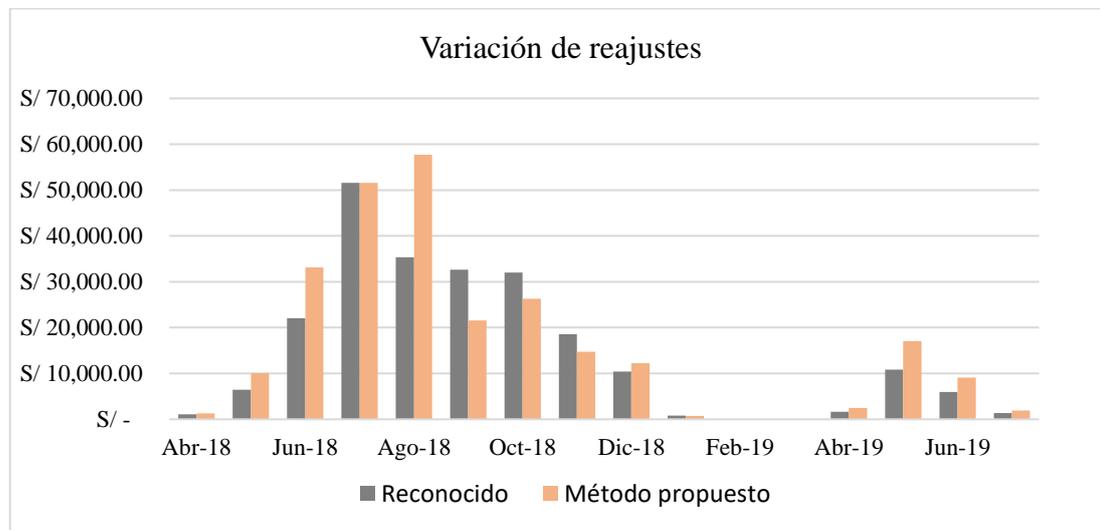
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 3 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 63.42% (del reajuste reconocido) en el mes de agosto del 2018. Siendo la variación total de reajustes de S/ 29,280.08 que indica un incremento del 12.69% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 23

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 3)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 4

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes de precios en el análisis de costos unitarios, en la Tabla 53 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 4, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 53

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 3 propuesto-muestra 4

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 3	Variación	%
1	Ago-17	S/ 138,403.66	S/ 513.44	S/ 580.63	S/ 67.19	13%
2	Set-17	S/ 350,559.82	S/ 1,244.99	S/ -5,886.11	S/ -7,131.10	-573%
3	Oct-17	S/ 339,106.18	S/ 967.63	S/ -3,471.67	S/ -4,439.30	-459%
4	Nov-17	S/ 1,159,651.05	S/ 8,160.23	S/ -1,640.18	S/ -9,800.41	-120%
5	Dic-17	S/ 1,269,810.47	S/ 10,471.95	S/ 4,489.92	S/ -5,982.03	-57%
6	Ene-18	S/ 554,623.85	S/ 6,602.53	S/ 7,323.70	S/ 721.17	11%
7	Feb-18	S/ 255,774.67	S/ 3,560.22	S/ 16,731.88	S/ 13,171.66	370%
Total		S/ 4,067,929.70	S/ 31,520.98	S/ 18,128.17	S/ -13,392.81	-42.49

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

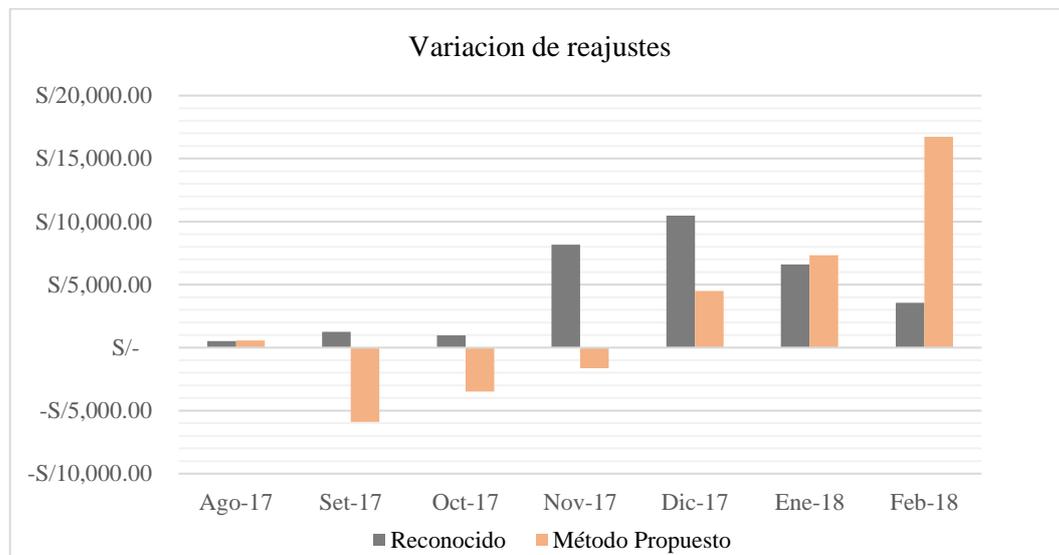
Se observa que los reajustes obtenidos por el método 3 propuesto tienden a ser menores a los reajustes reconocidos, encontrándose una disminución máxima del 573%

(del reajuste reconocido) en el mes de setiembre del 2017. Siendo la variación total de reajustes de -S/ 13,392.81 que indica una disminución del 42.49% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 24

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 4)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 5

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes de precios en el análisis de costos unitarios, en la Tabla 54 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 5, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 54

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 3 propuesto-muestra 5

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 3	Variación	%
1	Abr-16	S/ 145,619.19	S/ 2,347.57	S/ 5,800.62	S/ 3,453.05	147.09
2	May-16	S/ 107,084.65	S/ 2,562.28	S/ 4,287.22	S/ 1,724.94	67.32
3	Jun-16	S/ 258,638.78	S/ 4,894.83	S/ 12,800.08	S/ 7,905.25	161.50
4	Jul-16	S/ 279,157.21	S/ 6,874.57	S/ -10,059.93	S/ -16,934.50	-246.34

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 3	Variación	%
5	Ago-16	S/ 440,729.52	S/ 13,400.94	S/ 13,759.17	S/ 358.23	2.67
6	Set-16	S/ 325,208.87	S/ 11,352.90	S/ 12,689.86	S/ 1,336.96	11.78
7	Oct-16	S/ 311,715.68	S/ 11,433.72	S/ 13,073.88	S/ 1,640.16	14.34
8	Nov-16	S/ 307,059.65	S/ 13,279.83	S/ 16,439.26	S/ 3,159.43	23.79
9	Dic-16	S/ 337,218.55	S/ 18,256.17	S/ 20,970.02	S/ 2,713.85	14.87
10	Ene-17	S/ 511,085.65	S/ 27,123.86	S/ 21,008.48	S/ -6,115.38	-22.55
	Total	S/ 3,023,517.75	S/ 111,526.67	S/ 110,768.66	S/ -758.01	-0.68

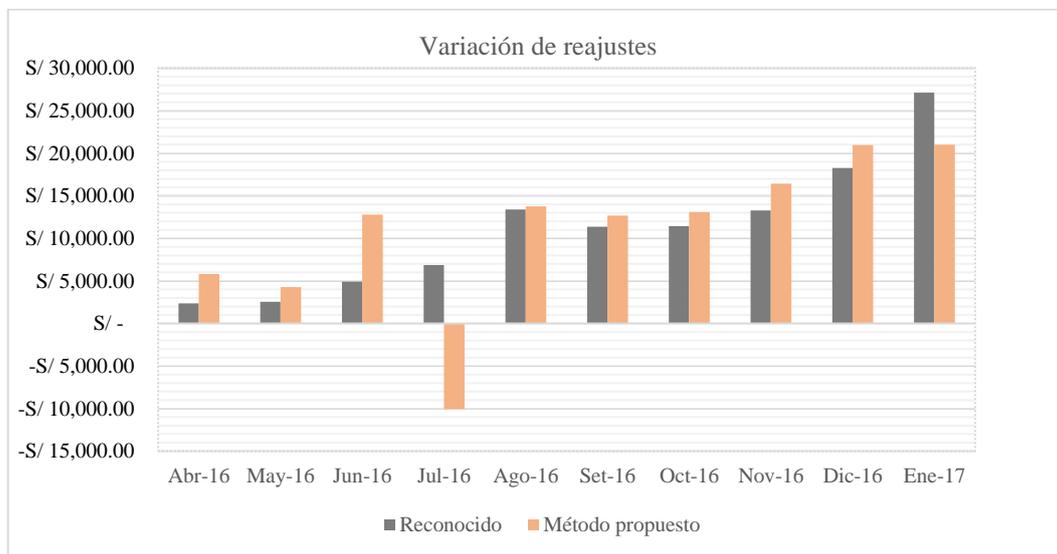
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 3 propuesto tienden a ser menores a los reajustes reconocidos, encontrándose una disminución máxima del 246.34% (del reajuste reconocido) en el mes de julio del 2016. Siendo la variación total de reajustes de -S/ 758.01 que indica una disminución del 0.68% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 25

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 5)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

- Muestra 6

Realizado el procedimiento para cálculo de reajustes de precios en el análisis de costos unitarios, en la Tabla 55 se muestran los reajustes obtenidos para la muestra 6, así como la variación porcentual, correspondientes a los meses de valorización.

Tabla 55

Reajustes de valorizaciones de obra obtenidos por el método 3 propuesto-muestra 6

Val N°	Mes	Monto Valorizado	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 3	Variación	%
1	Feb-19	S/ 98961.34	S/ 2276.11	S/ 2825.62	S/ 549.51	24%
2	Mar-19	S/ 285956.2	S/ 6576.99	S/ 7258.08	S/ 681.09	10%
3	Abr-19	S/ 461861.59	S/ 12008.40	S/ 12001.25	S/ -7.15	0%
4	May-19	S/ 570346.17	S/ 14829.00	S/ 23040.03	S/ 8211.03	55%
5	Jun-19	S/ 730059.82	S/ 16791.38	S/ 29038.94	S/ 12247.56	73%
6	Jul-19	S/ 495411.18	S/ 19321.04	S/ 23676.23	S/ 4355.19	23%
7	Ago-19	S/ 393004.61	S/ 14934.18	S/ 20051.15	S/ 5116.97	34%
8	Set-19	S/ 1309762.28	S/ 48461.20	S/ 93183.98	S/ 44722.78	92%
9	Oct-19	S/ 1254205.62	S/ 48914.02	S/ 57555.91	S/ 8641.89	18%
10	Nov-19	S/ 386763.87	S/ 16852.97	S/ 15504.62	S/ -1348.35	-8%
11	Dic-19	S/ 320386.42	S/ 15836.99	S/ 12551.08	S/ -3285.91	-21%
12	Feb-20	S/ 141884.97	S/ 2333.07	S/ 12105.82	S/ 9772.75	419%
Total		S/ 6,448,604.07	S/ 219,135.35	S/ 308,792.71	S/ 89,657.36	40.91%

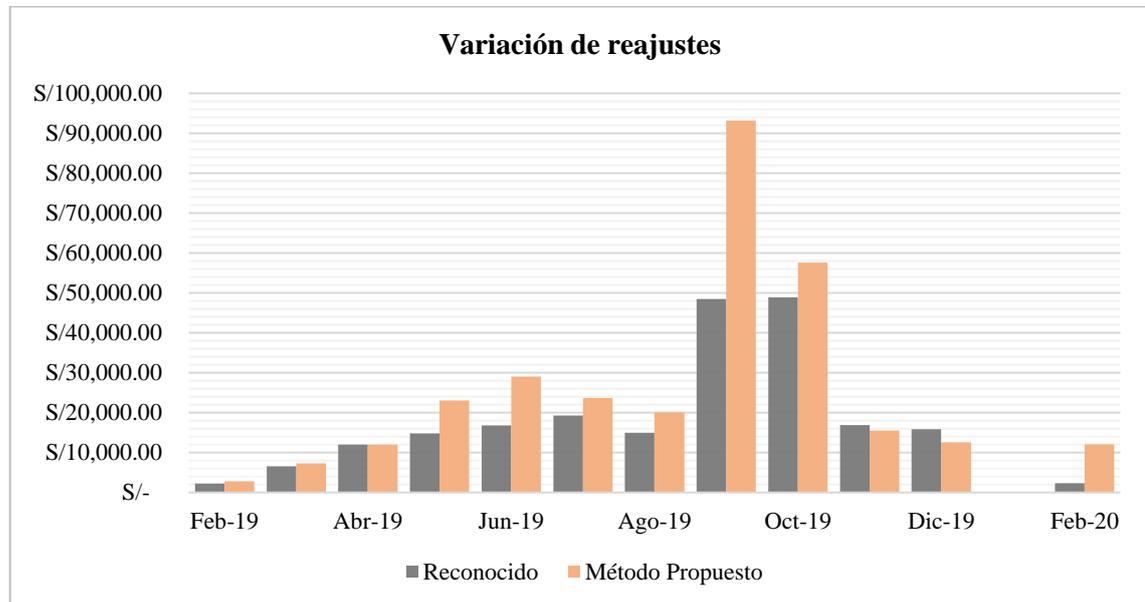
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Se observa que los reajustes obtenidos por el método 3 propuesto tienden a ser mayores a los reajustes reconocidos, encontrándose un incremento máximo del 419% (del reajuste reconocido) en el mes de febrero del 2020. Siendo la variación total de reajustes de S/ 89,657.36 que indica un incremento del 40.91% del reajuste total reconocido.

Estos resultados se pueden observar mejor en la siguiente figura:

Figura 26

Comparación de los reajustes reconocidos y reajustes método 3 (muestra 6)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.5. RESULTADOS PARA EL OBJETIVO ESPECÍFICO 4

4.5.1. Comparativo entre metodologías de estructuración de la fórmula polinómica propuestas (método 1 – método 2)

Los procedimientos para el cálculo de reajustes y los resultados obtenidos por ambas metodologías por separado, cada una de las obras tomadas como muestra, permitieron identificar las siguientes diferencias y similitudes entre ambos métodos, tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 56

Cuadro comparativo de metodologías de estructuración de la fórmula polinómica

Características de las metodologías propuestas de estructuración de la fórmula polinómica	
<i>Método 1</i>	<i>Método 2</i>
<i>Sobre la estructura</i>	
<ul style="list-style-type: none">• Presenta una estructura de fórmula polinómica.• No se realiza el agrupamiento de monomios.• No hay necesidad de elaborar los monomios, están dados una vez asignados los índices a los insumos.• Presencia de todos los elementos con su respectiva incidencia dentro de la fórmula polinómica.• Una menor variación de la fórmula polinómica, independientemente del encargado de la elaboración del presupuesto.	<ul style="list-style-type: none">• Presenta una estructura de fórmula polinómica.• Presenta un agrupamiento de monomios.• Se agrupan y determinan los monomios mediante el análisis de la fluctuación de los índices unificados de precios.• Los monomios asignados en la fórmula polinómica corresponden al índice del elemento más representativo.• Una menor variación de la fórmula polinómica, independientemente del encargado de la elaboración del presupuesto.
<i>Sobre el procesamiento de datos</i>	
Para la elaboración de la fórmula polinómica solo se hace uso del programa de elaboración de la fórmula polinómica	Para la elaboración de la fórmula polinómica se hace uso de los siguientes programas (en esta investigación):

Características de las metodologías propuestas de estructuración de la fórmula polinómica

<i>Método 1</i>	<i>Método 2</i>
(para esta investigación, el programa Delphin Express BIM 360 – P2022).	Programa de presupuestos Delphin Express BIM 360 – P2022. IBM SPSS Statistics (Versión 25), para el agrupamiento de índices unificados, mediante análisis Clúster.

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.5.2. Comparativo del método 1 – 2 y método 3

Tabla 57

Cuadro comparativo de metodologías entre métodos 1-2 y método 3 propuesto

Características de las metodologías de reajustes por formulas polinómicas y el reajuste de precios en el análisis de costos unitarios

Métodos 1 y 2: Uso de fórmula polinómica *Método 3: Reajuste de precios en el análisis de costos unitarios*

Sobre la estructura

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• Presenta una estructura de fórmula polinómica• Se establece los monomios con base a los índices más incidentes, para la fórmula polinómica.• Se utiliza la misma fórmula polinómica para el reajuste en todos los meses de valorización.• Se realiza en reajuste sobre los índices más incidentes que conforman la fórmula polinómica. | <ul style="list-style-type: none">• No se hace uso de fórmulas polinómicas• Todos los elementos son incidentes en la medida en que se van ejecutando.• Es una forma dinámica de reajuste, puesto que se realiza según metrados ejecutados.• Se realiza el reajuste directamente en el insumo, dentro del análisis de costos. |
|---|---|
-



Características de las metodologías de reajustes por formulas polinómicas y el reajuste de precios en el análisis de costos unitarios

Métodos 1 y 2: Uso de fórmula polinómica **Método 3: Reajuste de precios en el análisis de costos unitarios**

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Se debe realizar un agrupamiento de monomios para cumplir las condiciones establecidas en el D.S N° 011-79-VC (Art. 3°). | <ul style="list-style-type: none">• No hay necesidad de agrupamiento, solo se debe tener definido la asignación de los índices unificados a los insumos. |
|--|--|

Sobre el procesamiento de datos

Al hacer uso de fórmulas polinómicas, el procesamiento de datos para el cálculo de los reajustes, se hace de forma más sencilla.

Dependerá de una buena capacidad de procesamiento de datos (tanto de software como hardware) para realizar el cálculo de los reajustes a medida que vaya incrementando la magnitud de la obra (cantidad de partidas).

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

4.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICA

4.6.1. Selección de la prueba estadística

Puesto que se pretende evaluar las diferencias entre dos grupos de datos para probar las hipótesis planteadas en este trabajo de investigación, se realizará la prueba “**t de student**”. La prueba t “es una prueba estadística para evaluar si dos grupos difieren entre sí de manera significativa respecto a sus medias en una variable.”(Hernández, 2014, p. 310).

Para la prueba t se deben cumplir con las siguientes condiciones:



- La normalidad de la variable dependiente: Es decir que los valores de los reajustes deben seguir una distribución normal. Se corroborará mediante la prueba de Shapiro-Wilk (para muestras menores a 50).
- Homogeneidad de varianzas: Para grupos a comparar independientes.

Como se está realizando una prueba de diferencias entre el reajuste reconocido y el reajuste obtenido por un método propuesto determinado (sea el método 1, método 2 o método 3) a un mismo grupo (obra), repitiéndose el procedimiento a las seis obras, entonces se realizará la prueba de hipótesis “**t de student para muestras relacionadas o apareadas**”, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$t = \frac{\bar{d}_1 - \bar{d}_2}{s_d/\sqrt{n}}$$

Donde:

\bar{d}_1 : Media de los datos para el grupo bajo condiciones iniciales.

\bar{d}_2 : Media de los datos para el grupo bajo condiciones finales.

s_d : Desviación estándar de las diferencias entre los datos de las muestras.

n: Tamaño de la muestra.

La prueba t para muestras relacionadas compara las medias de dos variables de un solo grupo. Calcula las diferencias entre los valores de las dos variables y contrasta si la media difiere entre una condición inicial y otra final, esto quiere decir que se trata de los mismos elementos de la muestra, pero bajo condiciones distintas a las que inicialmente se analizaron.

La prueba de hipótesis seleccionada se realizará mediante el uso del programa estadístico IBM SPSS Statistics (Versión 25).



En general, se seguirán los siguientes pasos para cada hipótesis planteada en esta investigación:

Primero: Formulación de hipótesis estadística

Ho: Hipótesis nula.

H1: Hipótesis alterna o *hipótesis de investigación*.

Segundo: Asignación del nivel de significancia.

$\alpha = 5\% = 0.05$, lo que indica un nivel de confianza del 95%

Tercero: Prueba de normalidad de la variable dependiente, mediante el método de Shapiro-Wilk (para muestras menores a 50), con el uso del programa IBM SPSS Statistics (Versión 25).

Criterio para determinar la normalidad:

Si P-valor $\geq \alpha$, se acepta que los datos presentan una distribución normal.

Si P-valor $< \alpha$, se rechaza que los datos presentan una distribución normal.

Cuarto: Cálculo del P-valor de la prueba t de student para muestras relacionadas, mediante el programa IBM SPSS Statistics (Versión 25).

Quinto: Toma de decisión (decisión estadística).

Si P-valor (T) $\leq \alpha$, se rechaza la hipótesis nula Ho y se acepta la hipótesis alterna H1

Si P-valor (T) $> \alpha$, se acepta la hipótesis nula Ho

4.6.2. Prueba estadística para la hipótesis 1

- Formulación de hipótesis estadística



Ho: No existe una variación estadísticamente significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 1 propuesta.

H1: Existe una variación estadísticamente significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 1 propuesta.

- Asignación del nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

- Prueba de normalidad

Se tiene los valores de los reajustes reconocidos y los obtenidos por la metodología 1 propuesta, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 58

Reajustes de valorizaciones de obra reconocidos y obtenidos por el método 1 de todas las muestras

N°	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5		Muestra 6	
	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 1										
1	6,499.91	7,112.28	6,479.15	7,681.75	1,032.82	1,003.53	513.44	276.81	2,347.57	3,159.03	2,276.11	2,363.13
2	6,689.62	6,555.38	1,340.36	1,623.94	6,474.42	10,518.77	1,244.99	601.26	2,562.28	2,123.24	6,576.99	7,209.83
3	11,357.16	10,695.76	7,174.05	9,352.32	22,024.73	32,255.39	967.63	547.09	4,894.83	7,432.16	12,008.40	13,055.83
4	13,326.91	12,331.75	3,172.11	4,275.26	51,561.51	54,085.66	8,160.23	4,779.16	6,874.57	9,054.34	14,829.00	22,602.27
5	8,602.13	5,128.80	2,472.33	4,520.28	35,324.66	39,139.38	10,471.95	7,660.92	13,400.94	14,828.94	16,791.38	27,042.13
6	8,017.02	4,905.47	4,615.71	11,821.76	32,653.61	35,599.65	6,602.53	5,314.35	11,352.90	11,548.38	19,321.04	21,833.66
7	7,085.32	11,156.59	4,155.55	10,283.49	32,033.22	34,606.27	3,560.22	2,587.03	11,433.72	11,874.72	14,934.18	16,661.39
8	7,997.78	9,977.92	4,465.42	5,991.79	18,574.40	20,557.82			13,279.83	14,108.02	48,461.20	56,306.91
9	7,758.62	9,243.68			10,393.84	11,366.98			18,256.17	16,951.65	48,914.02	56,101.23
10	2,354.22	1,885.27			811.01	886.94			27,123.86	25,441.14	16,852.97	17,076.07
11					1,631.03	1,808.73			15,836.99		2,333.07	8,487.76
12					10,847.63	12,994.58						
13					5,936.25	7,466.47						
14					1,366.17	1,533.78						

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Con los datos de la Tabla 58 se comprueba la normalidad en el programa IBM

SPSS Statistics (Versión 25), obteniendo los valores de P-valor:

Tabla 59

Resultados de la prueba de normalidad para reajustes reconocidos y obtenidos por el método 1

Muestra	P-valor (Shapiro-Wilk) Reajuste reconocido	P-valor (Shapiro-Wilk) Reajuste-Método 1
Muestra 1	0.404	0.737
Muestra 2	0.892	0.919
Muestra 3	0.052	0.074
Muestra 4	0.303	0.270
Muestra 5	0.381	0.796
Muestra 6	0.059	0.973

Fuente: Resultados obtenidos del programa IBM SPSS Statistics.

Para los reajustes reconocidos:

Muestra 1: $0.404 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 2: $0.892 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 3: $0.052 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 4: $0.303 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 5: $0.381 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 6: Para cumplir con la normalidad se descartaron los reajustes de las valorizaciones 8 y 9, puesto que estos valores se alejaban de la curva de distribución normal de la muestra. Obteniéndose de esta forma el resultado de P-valor siguiente:

$0.059 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Para los reajustes obtenidos luego de aplicar la metodología 1 propuesta:

Muestra 1: $0.869 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 2: $0.919 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 3: $0.074 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 4: $0.270 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 5: $0.796 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 6: $0.973 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

- Cálculo del P-valor (T) con la prueba t de student para muestras relacionadas

Con los datos de la Tabla 58 se calcula el valor de T en el programa IBM SPSS Statistics (Versión 25), obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 60

Resultado de la prueba t de student: Reajuste reconocido- Reajuste método 1

Grupo	Reajustes a comparar	Media	P-valor (T)
Par 1 (muestra 1)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	212.40	0.462
Par 2 (muestra 2)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	2709.49	0.010
Par 3 (muestra 3)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	2367.05	0.003
Par 4 (muestra 4)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	1393.48	0.012
Par 5 (muestra 5)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	499.50	0.140
Par 6 (muestra 6)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	2851.66	0.023

Fuente: Resultados obtenidos del programa IBM SPSS Statistics.

- Decisión estadística

Muestra 1: Como $0.383 > 0.05$, entonces se acepta H_0 , lo que indica que no existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 1 propuesta.



Muestra 2: Como $0.010 < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que indica que existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 1 propuesta.

Muestra 3: Como $0.003 < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que indica que existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 1 propuesta.

Muestra 4: Como $0.012 < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que indica que existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 1 propuesta.

Muestra 5: Como $0.140 > 0.05$, entonces se acepta H_0 , lo que indica que no existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 1 propuesta.

Muestra 6: Como $0.023 < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que indica que existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 1 propuesta.

4.6.3. Prueba estadística para la hipótesis 2

- Formulación de hipótesis estadística

H_0 : No existe una variación estadísticamente significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

H_1 : Existe una variación estadísticamente significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

- Asignación del nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0.05$$



- Prueba de normalidad

Se tiene los valores de los reajustes reconocidos y los obtenidos por la metodología 1 propuesta, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 61

Reajustes de valorizaciones de obra reconocidos y reajustes obtenidos por el método 2 de todas las muestras

N°	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5		Muestra 6	
	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 2										
1	6,499.91	7,758.85	6,479.15	10,571.32	1,032.82	1,053.70	513.44	-138.40	2,347.57	3,310.82	2,276.11	2,375.07
2	6,689.62	6,807.51	1,340.36	2,240.17	6,474.42	6,912.34	1,244.99	-350.56	2,562.28	2,775.73	6,576.99	7,148.90
3	11,357.16	11,841.74	7,174.05	14,428.26	22,024.73	24,435.90	967.63	-252.68	4,894.83	8,026.35	12,008.40	13,393.99
4	13,326.91	13,102.49	3,172.11	9,115.57	51,561.51	55,437.80	8,160.23	1,537.02	6,874.57	10,001.17	14,829.00	23,384.19
5	8,602.13	5,342.50	2,472.33	6,550.68	35,324.66	40,028.91	10,471.95	4,660.34	13,400.94	17,000.83	16,791.38	27,742.27
6	8,017.02	5,150.74	4,615.71	8,242.91	32,653.61	36,390.75	6,602.53	3,628.57	11,352.90	13,543.28	19,321.04	22,788.91
7	7,085.32	8,646.36	4,155.55	7,341.50	32,033.22	36,048.20	3,560.22	1,773.07	11,433.72	13,466.00	14,934.18	17,685.21
8	7,997.78	7,923.64	4,465.42	8,021.95	18,574.40	20,995.22			13,279.83	15,858.70	16,852.97	18,177.90
9	7,758.62	9,532.55			10,393.84	12,142.00			18,256.17	18,774.50	15,836.99	14,737.78
10	2,354.22	1,990.01			811.01	927.25			27,123.86	25,760.72	2,333.07	9,080.64
11					1,631.03	1,808.73						
12					10,847.63	13,265.30						
13					5,936.25	7,943.05						
12					1,366.17	1,581.71						

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Puesto que la normalidad de los valores de los reajustes reconocidos ha sido probada con anterioridad, se realizará la prueba de normalidad solo para los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta, mediante programa IBM SPSS Statistics (Versión 25), obteniendo los valores de P-valor:

Tabla 62

Resultados de la prueba de normalidad para reajustes obtenidos por el método 2

Muestra	P-valor (Shapiro-Wilk) Reajuste-Método 2
Muestra 1	0.974
Muestra 2	0.771
Muestra 3	0.070
Muestra 4	0.219
Muestra 5	0.857
Muestra 6	0.967

Fuente: Resultados obtenidos del programa IBM SPSS Statistics.

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene que:

Muestra 1: $0.974 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 2: $0.771 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 3: $0.219 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 4: $0.148 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 5: $0.857 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 6: $0.967 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

- Cálculo del P-valor (T) con la prueba t de student para muestras relacionadas

Con los datos de la Tabla 61 se calcula el valor de T en el programa IBM SPSS Statistics (Versión 25), obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 63

Resultado de la prueba t de student: Reajuste Reconocido- Reajuste método 2

Grupo	Reajustes a comparar	Media	P-valor (T)
Par 1 (muestra 1)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	159.23	0.387
Par 2 (muestra 2)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	4079.71	0.000
Par 3 (muestra 3)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	2020.40	0.000
Par 4 (muestra 4)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	2951.95	0.008
Par 5 (muestra 5)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	1699.14	0.004
Par 6 (muestra 6)	Reajuste reconocido- Reajuste Método 1	3475.47	0.011

Fuente: Resultados obtenidos del programa IBM SPSS Statistics.

- Decisión estadística

Muestra 1: Como $0.387 > 0.05$, entonces se acepta H_0 , lo que indica que no existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

Muestra 2: Como $0.000 < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que indica que existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

Muestra 3: Como $0.000 < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que indica que existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

Muestra 4: Como $0.008 < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que indica que existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.



Muestra 5: Como $0.004 < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que indica que existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

Muestra 6: Como $0.011 < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que indica que existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

4.6.4. Prueba estadística para la hipótesis 3

- Formulación de hipótesis estadística

H_0 : No existe una variación estadísticamente significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 3 propuesta.

H_1 : Existe una variación estadísticamente significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 3 propuesta.

- Asignación del nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

- Prueba de normalidad

Se tiene los valores de los reajustes reconocidos y los obtenidos por la metodología 3 propuesta, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 64

Reajustes de valorizaciones de obra reconocidos y obtenidos por el método 3 de todas las muestras

N°	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5		Muestra 6	
	Reajuste Reconocido	Reajuste Método 3										
1	6,499.91	6,433.17	6,479.15	12,233.11	1,052.82	1,268.02	513.44	580.63	2,347.57	5,800.62	2,276.11	2,825.62
2	6,689.62	8,121.04	1,340.36	1,732.98	6,474.42	10,101.88	1,244.99	-5,886.11	2,562.28	4,287.22	6,576.99	7,258.08
3	11,357.16	10,927.20	7,174.05	10,668.06	22,024.73	33,130.96	967.63	-3,471.67	4,894.83	12,800.08	12,008.40	12,001.25
4	13,326.91	17,318.54	3,172.11	5,933.67	51,561.51	51,573.05	8,160.23	-1,640.18	6,874.57	-10,059.93	14,829.00	23,040.03
5	8,602.13	8,435.22	2,472.33	5,386.45	35,324.66	57,727.97	10,471.95	4,489.92	13,400.94	13,759.17	16,791.38	29,038.94
6	8,017.02	2,541.05	4,615.71	4,805.35	32,653.61	21,591.51	6,602.53	7,323.70	11,352.90	12,689.86	19,321.04	23,676.23
7	7,085.32	4,974.15	4,155.55	7,771.96	32,033.22	26,305.03	3,560.22	16,731.88	11,433.72	13,073.88	14,934.18	20,051.15
8	7,997.78	4,929.92	4,465.42	5,846.85	18,574.40	14,736.07			13,279.83	16,439.26	16,852.97	15,504.62
9	7,758.62	6,190.22			10,393.84	12,219.94			18,256.17	20,970.02	15,836.99	12,551.08
10	2,354.22	1,830.98			10,847.63	17,064.32			27,123.86	21,008.48		
11					5,936.25	9,079.14						
12					1,366.17	1,952.72						
13												
14												

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo.

Puesto que la normalidad de los valores de los reajustes reconocidos ha sido probada con anterioridad, se realizará la prueba de normalidad solo para los reajustes obtenidos por la metodología 3 propuesta, con el uso programa IBM SPSS Statistics (Versión 25), obteniendo los valores de P-valor:

Tabla 65

Resultados de la prueba de normalidad para reajustes obtenidos por el método 3

Muestra	P-valor (Shapiro-Wilk) Reajuste-Método 3
Muestra 1	0.334
Muestra 2	0.671
Muestra 3	0.112
Muestra 4	0.569
Muestra 5	0.096
Muestra 6	0.907

Fuente: Resultados obtenidos del programa IBM SPSS Statistics.

De acuerdo a los datos obtenidos se tiene que:

Muestra 1: $0.334 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 2: $0.671 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 3: $0.112 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 4: $0.569 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 5: $0.096 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

Muestra 6: $0.907 \geq 0.05$, se acepta que los datos provienen de una distribución normal.

- Cálculo del P-valor (T) con la prueba t de student para muestras relacionadas

Con los datos de la Tabla 64 se calcula el valor de T en el programa IBM SPSS Statistics (Versión 25), obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 66*Resultado de la prueba t de student: Reajuste reconocido- Reajuste método 3*

Grupo	Reajustes a comparar	Media	P-valor (T)
Par 1 (muestra 1)	Reconocido - Reajuste Método 3	1103.44	0.111
Par 2 (muestra 2)	Reconocido - Reajuste Método 3	2562.97	0.003
Par 3 (muestra 3)	Reconocido - Reajuste Método 3	2375.61	0.177
Par 4 (muestra 4)	Reconocido - Reajuste Método 3	1913.26	0.266
Par 5 (muestra 5)	Reconocido - Reajuste Método 3	75.80	0.486
Par 6 (muestra 6)	Reconocido - Reajuste Método 3	3629.27	0.027

Fuente: Resultados obtenidos del programa IBM SPSS Statistics.

- **Decisión estadística**

Muestra 1: Como $0.111 > 0.05$, entonces se acepta H_0 , lo que indica que no existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

Muestra 2: Como $0.003 < 0.05$, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , lo que indica que existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

Muestra 3: Como $0.177 > 0.05$, entonces se acepta H_0 , lo que indica que no existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

Muestra 4: Como $0.266 > 0.05$, entonces se acepta H_0 , lo que indica que no existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.



Muestra 5: Como $0.486 > 0.05$, entonces se acepta H_0 , lo que indica que no existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

Muestra 6: Como $0.027 > 0.05$, entonces se acepta H_0 , lo que indica que no existe una variación significativa entre los reajustes reconocidos y los reajustes obtenidos por la metodología 2 propuesta.

4.7. DISCUSIÓN

4.7.1. Sobre la metodología propuesta 1

En la presente investigación se evidenció que existe variaciones en los reajustes de precios, debido a que en la fórmula contractual se realizó un agrupamiento de índices, con la finalidad de cumplir con los criterios de la normativa vigente (Decreto Supremo N°011-79-VC): agrupar índices menores a 5% de incidencia dentro de otros, conformación de 8 monomios como máximo; lo que ocasiono un incremento del índice representativo o caso contrario una disminución por la pérdida de representatividad de insumos agrupados dentro de otros. Coincidiendo, de esta forma, con Araujo; quien encontró en su investigación que existen diferencias significativas entre los resultados de los reajustes de obra obtenidos con la fórmula polinómica K contractual vigente, con los reajustes de obra obtenidos por la fórmula polinómica Q (denominada así en su investigación) propuesta, en el 75% de su muestra. De igual forma, Chaiña concluye que, debido al comportamiento particular de los índices unificados agrupados, que posteriormente presentan una variación de precios diferentes al elemento que los insumió, son los que generan grandes variaciones.



4.7.2. Sobre la metodología propuesta 2

La metodología 2 propuesta de estructuración de la fórmula polinómica no ha sido empleada en ningún otro trabajo de investigación. En ese sentido, es necesario mencionar que esta metodología surge de la necesidad de encontrar un agrupamiento de monomios acorde a la similitud en cuanto a la fluctuación de índices unificados de precios, evitando así el conflicto que se presenta al realizar el agrupamiento, puesto que actualmente la conformación de monomios se da bajo el criterio de similitud ya sea de uso o de material. Sin embargo, al realizar la presente investigación se pudo verificar que el agrupamiento (para la conformación de monomios) más idóneo debería ser por la fluctuación de los índices unificados de precios, ya que estos tendrán una semejanza en cuanto a tendencia de incremento y devaluación de los precios de los elementos que conforman el presupuesto. Evidenciándose que este método de reajuste es el que presenta mayor variación de reajustes para las muestras establecidas.

4.7.3. Sobre la metodología propuesta 3

Araujo en su investigación llega a la conclusión de que el procedimiento de reajuste mediante partidas (denominado así por Araujo) es el más factible (más completo y objetivo), puesto que este procedimiento utiliza de forma directa los índices de precios de acuerdo a los metrados ejecutados.

En cuanto a la presente investigación, se demostró que efectivamente hay una mayor precisión al reajustar los índices directamente en los insumos conforme se ejecutan los metrados en cada mes de valorización de obra, coincidiendo así con Araujo. Sin embargo, se identificó también que; a medida que se van incrementando la cantidad de partidas, el procesamiento de datos se vuelve laborioso, tal como sucede con la muestra 6 de esta investigación (ver Anexo 3).



Por otro lado, según los resultados obtenidos por Esteban, al aplicar la metodología de análisis de precios ofertados y luego de realizar su análisis estadístico concluyo que los valores de reajuste obtenidos por esta metodología no tenían variaciones significativas respecto de los reajustes vigentes, afirmando que tanto la metodología de reajuste por formulas polinómicas y su método propuesto ambos son consistentes y válidos. Sin embargo, en la presente investigación, (al realizar el procedimiento de reajuste por esta metodología) se resalta el hecho de que este procedimiento utiliza de forma directa los índices de precios de acuerdo a los metrados ejecutados y no presenta las limitaciones de la fórmula polinómica, motivo por el cual no debería ser comparados y tomados ambas metodologías con igual grado de validez.



V. CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

PRIMERA: Con respecto al objetivo general se concluye que, existe una variación considerable entre los reajustes de precios obtenidos por las nuevas metodologías de estructuración de la fórmula polinómica propuestas y los obtenidos por el reajuste de precios en el análisis de costos unitarios; respecto a los reajustes obtenidos por la fórmula polinómica contractual vigente. Encontrándose variaciones máximas de: S/263,823.95 (muestra 3) al aplicar el método 1 propuesto, S/ 276,965.79 (muestra 6) al aplicar el método 2 propuesto y; S/ 308,792.71 (muestra 6) al aplicar el método 3 propuesto.

SEGUNDA: Se concluye que existe una variación considerable entre los reajustes obtenidos por la estructuración de la fórmula polinómica sin agrupamiento de monomios, con respecto a los reajustes establecidos por la fórmula polinómica contractual; siendo la variación de: -S/ 695.79 (-0.87% del reajuste reconocido) para la muestra 1, S/21,675.91 (63.99% del reajuste reconocido) para la muestra 2, S/33,138.65 (14.37% del reajuste reconocido) para la muestra 3, -S/9,754.36 (-30.95% del reajuste reconocido) para la muestra 4, S/4,994.95 (4.48% del reajuste reconocido) para la muestra 5 y S/43,549.51 (19.87% del reajuste reconocido) para la muestra 6.

TERCERA: Se concluye que existe una variación considerable entre los reajustes obtenidos por la estructuración de la fórmula polinómica con el agrupamiento de monomios por semejanza en fluctuación de índice unificado de precios con respecto a los reajustes establecidos por la fórmula polinómica contractual, siendo esta variación: de - S/1,592.30 (-2.00% del reajuste reconocido) para la muestra 1, de S/32,637.68 (96.35% del reajuste reconocido) para la muestra 2, de S/28,285.56 (12.26% del reajuste reconocido) para la muestra 3, de S/-20,663.62 (-65.56% del reajuste reconocido) para la



muestra 4, de S/16,991.43 (15.24% del reajuste reconocido) para la muestra 5 y de S/57,830.44 (26.39% del reajuste reconocido) para la muestra 6.

CUARTA: Existe una variación considerable entre los reajustes por índices en el análisis de costo unitario con respecto a los reajustes establecidos por la fórmula polinómica contractual, siendo esta variación de: -S/7,987.20 (-10.02% del reajuste reconocido) para la muestra 1, de S/20,503.76 (60.53% del reajuste reconocido) para la muestra 2, de S/29,280.08 (12.69% del reajuste reconocido) para la muestra 3, de -S/13,392.81 (-42.49% del reajuste reconocido) para la muestra 4, de -S/758.01 (-0.68% del reajuste reconocido) para la muestra 5 y de S/89,657.36 (40.91% del reajuste reconocido) para la muestra 6.

QUINTA: Luego de haber identificado las características tanto de estructuración como procesamiento de datos, se concluye que la metodología 2 propuesta, es la más viable, la cual consiste en la estructuración de la fórmula polinómica aplicando el criterio de agrupación de monomios por semejanza en la fluctuación de índices unificados de precios, debido a que el monomio que participa en la fórmula polinómica es el resultado de la agrupación de elementos que tienen una similitud en la fluctuación de índices unificados de precios; lo que no sucede en la metodología de estructuración de la fórmula polinómica usando la totalidad de monomios, cabe mencionar también que no todos los elementos se usan en todos los meses de ejecución de la obra. Además, en cuanto al procesamiento de datos, esta metodología se realiza mediante el análisis clúster en el programa estadístico, lo cual facilita su ejecución; mientras que el procesamiento de datos en la metodología de reajuste por índices en el análisis de costo unitario puede hacerse tediosa según la magnitud de la obra.



CONCLUSIÓN ESTADÍSTICA

Puesto que el fin que persigue el análisis estadístico en cuanto a comparación de muestras, es poder demostrar que, las variaciones encontradas en los datos finales con respecto a los datos iniciales no sean producto del azar. Entonces, dado que, para la mayoría de las obras tomadas como muestras, se encontró que las variaciones de los reajustes (obtenidos de la aplicación de la metodología 1 y 2 propuestas) eran estadísticamente significativas, con valores de significancia (P-valor) mayores a 0.05; se concluye así, que estas variaciones de reajustes se deben a la aplicación de las metodologías propuestas y no son producto del azar. Para la metodología 3 propuesta, dado que los valores significancia resultaron menores a 0.05 (en la mayoría de las muestras), se concluye entonces que los datos no presentan una variación estadística significativa.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar una actualización en la actual metodología de estructuración de la fórmula polinómica en el Decreto Supremo N°011-79-VC, más precisamente en sus artículos 2 y 3, pudiendo tomarse en cuenta algunas de las metodologías propuestas en esta investigación.
- Se recomienda realizar una mayor investigación sobre la metodología de estructuración de la fórmula polinómica, aplicando el criterio de agrupación de monomios por semejanza en la fluctuación de índices unificados de precios, propuesta en este trabajo de investigación, pudiéndose tomar un mayor número de muestras.
- Se recomienda realizar un análisis de las metodologías propuestas en este trabajo de investigación, independizándolas por tipo de obra, sean obras de saneamiento, obras viales, obras de edificación, etc.
- Puesto que en el proceso de realización de esta investigación se procuró realizar el cálculo del sobrecosto real de las obras tomadas como muestra, encontrándose así, deficiencias en la elaboración del presupuesto (análisis de costos unitarios, asignación de unidades, cotizaciones), motivo por el cual no se pudo obtener el sobrecosto de obra real. Es por eso que se recomienda realizar una investigación desde la elaboración del presupuesto (etapa de elaboración del expediente técnico) hasta la culminación de la obra (etapa de liquidación de obra); para poder comparar los sobrecostos reales mediante facturas, comprobantes de pago, etc.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldas, J., & Uriel, E. (2017). *Análisis multivariante aplicado con R*. Ediciones Paraninfo, SA.
- Araujo, C. (2017). *Propuestas de nueva fórmula polinómica para el reajuste de valorizaciones de obra, y de un procedimiento basado en el reajuste de los precios unitarios base* [Tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional de la Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/1514>
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación Introducción a la metodología científica* (Quinta ed.). Editorial Episteme.
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica*. San Marcos.
- Castillo, R., & Sarmiento, J. (s.f.). *Sistema de reajuste de precios por fórmulas polinómicas en la construcción* (Séptima ed.). Fondo Editorial CAPECO.
- Chaiña, L. (2014). *Determinación de las variaciones por omisiones y contradicción en el procedimiento del sistema de reajuste de precios, caso obras ejecutadas en la UNSAAC* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/1010>
- Elfahham, Y. (2019). Estimation and prediction of construction cost index using neural networks, time series, and regression. *Alexandria Engineering Journal*, 58(2), 499-506.
- Esteban, W. (2021). *Análisis comparativo de reajustes determinados por la fórmula polinómica y la metodología de reajuste de precios unitarios ofertados, en obras liquidadas de la MPHCO, período 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán. <https://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6576>
- Eyzaguirre, C. (2018). *Costos y presupuestos para edificaciones con Excel, S10 y Project* (Segunda ed.). MACRO.
- Decreto Supremo N°344-2018-EF. (31 de diciembre del 2018). Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado. Diario Oficial El Peruano. <https://www.gob.pe/institucion/mef/normas-legales/235964-344-2018-ef>



- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1999). *Análisis multivariante* (Quinta ed.). COPIBOOK. S.L.
- Hernández, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). McGrawHill.
- Herrera, C. (2011). *Análisis de la variabilidad de la fórmula polinómica para proyectos viales*. [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. Repositorio Institucional de la Universidad de Piura. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/1995>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática, Dirección Técnica de Indicadores Económicos (s.f.). *Metodología de los Índices Unificados de Precios de la Construcción (IUPC)*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/6_1.pdf
- Joukar, A., & Nahmens, I. (2015). Volatility Forecast of Construction Cost Index Using General Autoregressive Conditional Heteroskedastic Method. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001020](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001020)
- Rivera, C., & Salinas, M, (2012). *Manual De Contrataciones de Obras Públicas - OSCE: Módulo II*. (Primera ed.). Proyecto USAID/Perú ProDescentralización.
- Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2016). *OPINIÓN N° 034-2016/DTN*. <https://www.gob.pe/institucion/osce/informes-publicaciones/737653-opinion-n-034-2016-dtn>
- Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2022). *PRONUNCIAMIENTO N° 020-2022/OSCE-DGR*. <https://www.gob.pe/institucion/osce/informes-publicaciones/2720826-pronunciamento-n-020-2022-osce-dgr>
- Pardinas, F. (1988). *Metodología y técnicas de investigación en ciencias sociales* (30a. edición ed.). Siglo XXI editores.
- Pasaca, J. (2022). *Comparación de cálculo entre reajuste de precios por fórmulas polinómicas y por el método de partidas en obras públicas por contrata, 2019* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional del Altiplano. <https://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/17996>
- Quezada, N. (2017). *Estadística con SPSS 24* (Primera ed.). MACRO.
- Ramos, J. (2015). *Costos y Presupuestos en Edificaciones*. MACRO.
- Ramos, J. (2015). *Sistema de Reajuste de Precios en la Construcción Mediante Fórmulas Polinómicas* (Tercera ed.). Fondo Editorial CAPECO.



- Salinas, M. (2008). *Valorización y Liquidación de Obra* (Séptima ed.). Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Salinas, M. (2010). *Costos y presupuestos de obra* (Octava ed.). Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Seminario, R. (2013). Algunos aspectos administrativos, contractuales y arbitrales en torno a la denominada fórmula polinómica. *Advocatus* (028), 313-322.
- Suárez, C. (2002). *Costo y tiempo en edificación* (Tercera ed.). LIMUSA.
- Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (Cuarta ed.). LIMUSA.
- Vilà Baños, R., Rubio Hurtado, M. J., Berlanga, V., & Torrado Fonseca, M. (2014). Cómo aplicar un cluster jerárquico en SPSS. *REIRE. Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 7(1), 113-127.
- Vitulas, Y. (4 de julio del 2022). *¿Por qué investigar? Importancia y pautas para iniciar una investigación científica* [Ponencia]. Seminario Nacional por la Semana de la Ingeniería Civil, Puno, Perú.



ANEXOS

ANEXO 1: CÁLCULO DE REAJUSTE MEDIANTE MÉTODO PROPUESTO 1

ANEXO 2: CÁLCULO DE REAJUSTE MEDIANTE MÉTODO PROPUESTO 2

ANEXO 3: CÁLCULO DE REAJUSTE MEDIANTE MÉTODO PROPUESTO 3



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo MARY ROSMERY TICONA SPAZA
identificado con DNI 46822160 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado Título Profesional denominado:

"PROPUESTA DE NUEVAS METODOLOGÍAS DE ESTRUCTURACIÓN DE LA FÓRMULA POLINÓMICA Y EL MÉTODO DE REAJUSTE POR ÍNDICES EN EL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS, PARA UNA MAYOR APROXIMACIÓN DE LOS REAJUSTES DE PRECIOS"

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mio; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 10 de JULIO del 20 23

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo MARY ROSMERY TICONA APAZA
identificado con DNI 46822160 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERIA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

"PROPUESTA DE NUEVAS METODOLOGÍAS DE ESTRUCTURACIÓN DE LA FÓRMULA POLINÓMICA Y EL MÉTODO DE REAJUSTE POR
ÍNDICES EN EL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS, PARA UNA MAYOR APROXIMACIÓN DE LOS REAJUSTES DE PRECIOS
"
Es un tema original.

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

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

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

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 10 de JULIO del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo MABEL REGINA TURPO MAMANI
identificado con DNI 72283086 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado
 Título Profesional denominado:

"PROPUESTA DE NUEVAS METODOLOGÍAS DE ESTRUCTURACIÓN DE LA FÓRMULA POLINÓMICA Y EL MÉTODO DE REAJUSTE POR ÍNDICES EN EL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS, PARA UNA MAYOR APROXIMACIÓN DE LOS REAJUSTES DE PRECIOS".

"Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los "Contenidos") que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 10 de JULIO del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo MABEL REGINA TURPO MAMANI

identificado con DNI 72283086 en mi condición de egresado de:

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

INGENIERÍA CIVIL

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación para la obtención de Grado

Título Profesional denominado:

"PROPUESTA DE NUEVAS METODOLOGÍAS DE ESTRUCTURACIÓN DE LA FÓRMULA POLINÓMICA Y EL MÉTODO DE REAJUSTE POR

ÍNDICES EN EL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS, PARA UNA MAYOR APROXIMACIÓN DE LOS REAJUSTES DE PRECIOS"

" Es un tema original.

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

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

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

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 10 de JULIO del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella