



# **UNIVERSIDAD RICARDO PALMA**

ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA VIAL CON MENCIÓN EN CARRETERAS.

PUENTES Y TÚNELES

ANÁLISIS DEL USO DE LA FORMULA POLINOMICA REFERENCIAL  
EN EL PRESUPUESTO OFERTA.

## **TESIS**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN  
INGENIERÍA VIAL CON MENCIÓN EN CARRETERAS. PUENTES Y  
TÚNELES

## **AUTOR**

ESTRADA SEGURA, ROLANDO LUIS

(ORCID: 0000.0002.3876.4351)

## **ASESOR**

BARRANTES MANN, LUIS ALFONSO JUAN

(ORCID: 0000.0002.2026.0411)

**Lima, Perú**

**2023**

## **Metadatos Complementarios**

### **Datos de autor**

Estrada Segura, Rolando Luis

Tipo de documento de identidad del AUTOR: DNI

Número de documento de identidad del AUTOR: 45388396

### **Datos de asesor**

Barrantes Mann Luis Alfonso Juan

Tipo de documento de identidad del ASESOR: DNI

Número de documento de identidad del AUTOR: 07795005

### **Datos del jurado**

JURADO 1: Chavarry Vallejos, Carlos Magno, DNI N°07410234, ORCID  
0000-0003-0512-8954

JURADO 2: Valencia Gutierrez, Andres Avelino, DNI N°07065758, ORCID  
0000-0002-8873-189X

JURADO 3: Aramayo Pinazo, Francisco Antonio, DNI N°01322435, ORCID  
0000-0002-6632-9429

### **Datos de la investigación**

Campo del conocimiento OCDE: 732527

Código del Programa: 2.01.05

ANEXO II-1

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Rolando Luis Estrada Segura, con código de estudiante N° 201412408 con DNI N° 45388396, con domicilio en calle Padre Urraca 296, CP 15087 distrito de San Miguel, provincia y departamento de Lima, en mi condición de Máestro en Ingeniería Vial con mención en carreteras, puentes y túneles de la Escuela de Posgrado, declaro bajo juramento que:

La presente tesis titulado: "Análisis de la fórmula polinómica referencial en el presupuesto oferta" es de mi única autoría, bajo el asesoramiento del docente Luis Alfonso Juan Barrantes Mann, y no existe plagio y/o copia de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación presentado por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica o de investigación, universidad, etc; la cual ha sido sometida al antiplagio Turnitin y tiene el 20% de similitud final.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en la tesis el contenido de estas corresponde a las opiniones de ellos, y por las cuales no asumo responsabilidad, ya sean de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o de internet.

Asimismo, ratifico plenamente que el contenido íntegro de la tesis es de mi conocimiento y autoría. Por tal motivo, asumo toda la responsabilidad de cualquier error u omisión en la tesis y soy consciente de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de falsa declaración, me someto a lo dispuesto en las normas de la Universidad Ricardo Palma y a los dispositivos legales nacionales vigentes.

Surco, 13 de noviembre de 2023

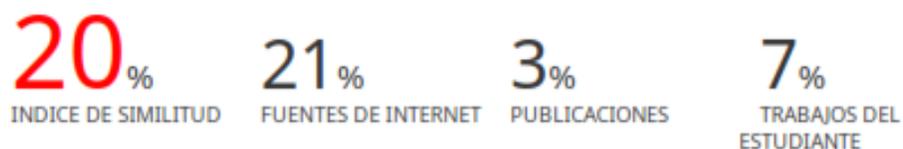


---

Rolando Luis Estrada Segura  
DNI N° 45388396

## ANÁLISIS DEL USO DE LA FORMULA POLINOMICA REFERENCIAL EN EL PRESUPUESTO OFERTA

### INFORME DE ORIGINALIDAD



### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>idoc.pub</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>upc.aws.openrepository.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>repositorio.unheval.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>pdfcookie.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>www.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>9</b>	<b>cdn.www.gob.pe</b> Fuente de Internet	

		1 %
10	<b>doku.pub</b> Fuente de Internet	1 %
11	<b>www.derechoteca.com</b> Fuente de Internet	1 %
12	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	1 %
13	<b>repositorio.unap.edu.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
14	<b>infonavit.janium.net</b> Fuente de Internet	<1 %
15	<b>Submitted to North Harris Montgomery Community College District</b> Trabajo del estudiante	<1 %
16	<b>docplayer.es</b> Fuente de Internet	<1 %
17	<b>portal.osce.gob.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
18	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<1 %
19	<b>www.inei.gob.pe</b> Fuente de Internet	<1 %
20	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	

		<1 %
21	<a href="http://www.osce.gob.pe">www.osce.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
22	<a href="http://www.midagri.gob.pe">www.midagri.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
23	<a href="http://www.mef.gob.pe">www.mef.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
24	<a href="http://repositorio.unsaac.edu.pe">repositorio.unsaac.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
25	<a href="http://contratacionpublica.com.pe">contratacionpublica.com.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
26	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
27	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1 %
28	Submitted to Universidad Internacional de la Rioja Trabajo del estudiante	<1 %
29	(01-03-21) <a href="http://168.121.49.87/bitstream/handle/URP/2397/MADIisAllowed=y&amp;sequence=1">http://168.121.49.87/bitstream/handle/URP/2397/MADIisAllowed=y&amp;sequence=1</a> Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru	<1 %

Trabajo del estudiante

31	<a href="https://repositorio.usanpedro.edu.pe">repositorio.usanpedro.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
32	<a href="http://www.ositran.gob.pe">www.ositran.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="https://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
34	<a href="http://www.comercio.gob.es">www.comercio.gob.es</a> Fuente de Internet	<1 %
35	<a href="https://repositorio.unprg.edu.pe">repositorio.unprg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
36	Jesús Pardo Loaiza. "Mejora de la gestión del recurso hídrico mediante la incorporación de indicadores de regímenes ecológicos en el análisis de sistemas de recursos hídricos", Universitat Politecnica de Valencia, 2023 Publicación	<1 %
37	<a href="https://sisbiblio.utea.edu.pe">sisbiblio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
38	<a href="https://kerwa.ucr.ac.cr">kerwa.ucr.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
39	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
40	<a href="https://de.slideshare.net">de.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %

41	<a href="http://html.pdfcookie.com">html.pdfcookie.com</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://docslide.us">docslide.us</a> Fuente de Internet	<1 %
43	<a href="http://id.scribd.com">id.scribd.com</a> Fuente de Internet	<1 %
44	<a href="http://repositorio.unicartagena.edu.co">repositorio.unicartagena.edu.co</a> Fuente de Internet	<1 %
45	<a href="http://www.contraloria.cl">www.contraloria.cl</a> Fuente de Internet	<1 %
46	<a href="http://zonasegura.seace.gob.pe">zonasegura.seace.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
47	<a href="http://ribuni.uni.edu.ni">ribuni.uni.edu.ni</a> Fuente de Internet	<1 %
48	Jesús Águila León. "Modelo y desarrollo de un sistema de gestión óptima para una microrred empleando algoritmos bio-inspirados", Universitat Politecnica de Valencia, 2023 Publicación	<1 %
49	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
50	<a href="http://dataonline.gacetajuridica.com.pe">dataonline.gacetajuridica.com.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

51 [renati.sunedu.gob.pe](http://renati.sunedu.gob.pe) <1 %  
Fuente de Internet

---

52 [ri.ues.edu.sv](http://ri.ues.edu.sv) <1 %  
Fuente de Internet

---

53 [vdocuments.mx](http://vdocuments.mx) <1 %  
Fuente de Internet

---

Excluir citas Activo

Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 20 words

## **Dedicatoria**

A mis padres, por ser siempre  
un apoyo, por su amor incondicional  
y por haberme dado la mejor educación

A la memoria del Ing. Euclides Reyna.  
por la oportunidad brindada,  
sus enseñanzas y confianza.

A mis amigos y colegas de la Escuela  
de Postgrado. Por los años de estudio  
y dedicación. En búsqueda del desarrollo  
del Perú.

A la memoria de mis abuelos René y Renee  
porque desde pequeño me enseñaron a  
no rendirme, a dar servicio y amor.

## **Agradecimiento**

A Dios. Porque sin El, nada sería posible.

“Si Dios no construye la casa, en vano se cansan los constructores” – Salmo 127

A mis asesores, por su tiempo  
y conocimientos, permitiendo el  
desarrollo de este proyecto.

A mi colega y gran amigo Julio Cesar.

Por su apoyo, dedicación y tiempo brindado.

A mi querida Miriam,  
por ser soporte, motivación y empuje.  
Por no permitir que deje de soñar.

# Índice de Contenidos

Portada	
Dedicatoria.....	x
Agradecimiento.....	xi
Índice de Tablas.....	xv
Índice de Figuras.....	xvi
Resumen.....	xviii
Abstract.....	xix
Introducción.....	1
Capítulo I.....	4
Planteamiento del Problema.....	4
1.1. Descripción del Problema.....	4
1.2. Formulación del Problema.....	8
1.2.1. Problema General.....	8
1.2.2. Problemas Específicos.....	8
1.3. Importancia y Justificación del Estudio.....	9
1.3.1. Importancia del Estudio.....	9
1.3.2. Justificación del Estudio.....	9
1.4. Delimitación del Estudio.....	13
1.5. Objetivos de la Investigación:.....	15
1.5.1. Objetivo General.....	15
1.5.2. Objetivos Específicos.....	15
Capítulo II.....	16
Marco Teórico.....	16
2.1. Marco Histórico.....	16
2.1.1. Antecedentes Legales:.....	19
2.2. Investigaciones relacionadas con el tema.....	27
2.3. Estructura Teórica y Científica que Sustenta el Estudio.....	53
2.3.1. Documentación de Costos.....	54
2.3.2. Decreto Supremo 011-79-VC y sus Normas Modificatorias, Ampliatorias y Complementarias.....	56
2.4. Definición de Términos Básicos.....	58

2.5.	Hipótesis.....	64
2.5.1.	General .....	64
2.5.2.	Específicas.....	64
2.6.	Variables .....	64
2.6.1.	Sub Variables Independientes .....	69
Capítulo III.....		70
Marco Metodológico.....		70
3.1.	Tipo, Método y Diseño de la Investigación .....	70
3.1.1.	Tipo de Investigación.....	70
3.1.2.	Método de la Investigación .....	71
3.1.3.	Diseño de la Investigación .....	71
3.2.	Población y Muestra.....	72
3.2.1.	Población de Estudio.....	72
3.2.2.	Diseño Muestral .....	76
3.3.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos .....	76
3.3.1.	Procedimiento para la Recolección de Datos .....	77
3.3.2.	Validez del Instrumento .....	80
3.3.3.	Confiabilidad del Instrumento.....	80
3.4.	Descripción y Procedimientos de Análisis de Datos.....	80
Capítulo IV.....		98
Resultados y Análisis de Resultados.....		98
4.1.	Resultados .....	98
4.1.1.	Cálculo y Variación de los Coeficientes de Reajuste Mensuales.....	100
4.1.1.1.	Obra PIV-01 .....	100
4.1.1.2.	Obra PIV-02.....	101
4.1.1.3.	Obra PIV-04.....	102
4.1.1.4.	Obra PIV-06.....	103
4.1.2.	Cálculo y Variación del Reajuste Mensual de cada Valorización.....	104
4.1.2.1.	Obra PIV-01 .....	104
4.1.2.2.	Obra PIV-02.....	105
4.1.2.3.	Obra PIV-04.....	106
4.1.2.4.	Obra PIV-06.....	107
4.1.3.	Cálculo y Variación del Monto Máximo para Solicitar el Adelanto de Materiales.....	108

4.1.3.1.	Obra PIV-01 .....	108
4.1.3.2.	Obra PIV-02 .....	108
4.1.3.3.	Obra PIV-04 .....	109
4.1.3.4.	Obra PIV-06 .....	109
4.1.4.	Cálculo y Variación del Equilibrio Económico Financiero a través del Flujo Económico del Proyecto. ....	110
4.1.4.1.	Obra PIV-01 .....	110
4.1.4.2.	Obra PIV-02 .....	111
4.1.4.3.	Obra PIV-04 .....	112
4.1.4.4.	Obra PIV-06 .....	113
4.2.	Análisis de Resultados .....	114
4.2.1.	Obra PIV-01 .....	115
4.2.2.	Obra PIV-02 .....	118
4.2.3.	Obra PIV-04 .....	122
4.2.4.	Obra PIV-06 .....	126
Capítulo V	.....	130
Conclusiones y Recomendaciones	.....	130
5.1.	Conclusiones .....	130
5.2.	Recomendaciones.....	132
6.	Referencias Bibliográficas .....	134
7.	Anexos .....	138

## Índice de Tablas

Tabla 1 Variables e Indicadores (Matriz de Operacionalización).....	65
Tabla 2 Análisis de recopilación de datos.....	75
Tabla 3 Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	78
Tabla 4 Calculo del coeficiente de reajuste "K" de cada monomio de la formula polinomica.....	89
Tabla 5 Calculo del coeficiente de reajuste "K" mensual.....	89
Tabla 6 Calculo del reajuste mensual con el coeficiente de reajuste del mes anterior.....	91
Tabla 7 Calculo del reajuste mensual considerando la regularización de la valorización del mes anterior con su respectivo IUPC de publicación.....	92
Tabla 8 Calculo del reajuste mensual considerando la regularización del IUPC del mes de pago...	93
Tabla 9 Calculo del reajuste a reconocer, según incisos B) y C) del artículo 7, del D.S. 011-79-VC.....	94
Tabla 10 Calculo del factor de relación de los IUPC (Ima / Imo).....	95
Tabla 11 Calculo del monto máximo a otorgar para adelanto de materiales, según el IUPC y el saldo bruto de obra por valorizar.....	96
Tabla 12 Distribución del calendario de avance de obra valorizado, costo directo y gasto general .	97
Tabla 13 Calculo del flujo económico del proyecto.....	97
Tabla 14 Coeficiente del reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-01.....	100
Tabla 15 Coeficiente del reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-02.....	101
Tabla 16 Coeficiente del reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-04.....	102
Tabla 17 Coeficiente del reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-06.....	103
Tabla 18 Reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-01.....	104
Tabla 19 Reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-02.....	105
Tabla 20 Reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-04.....	106
Tabla 21 Reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-06.....	107
Tabla 22 Monto máximo a solicitar por adelanto de materiales con KpR vs KpO de la obra PIV-01.....	108
Tabla 23 Monto máximo a solicitar por adelanto de materiales con KpR vs KpO de la obra PIV-02.....	108
Tabla 24 Monto máximo a solicitar por adelanto de materiales con KpR vs KpO de la obra PIV-04.....	109
Tabla 25 Monto máximo a solicitar por adelanto de materiales con KpR vs KpO de la obra PIV-06.....	109
Tabla 26 Variación mensual del flujo económico con KpR vs KpO de la obra PIV-01.....	110
Tabla 27 Variación mensual del flujo económico con KpR vs KpO de la obra PIV-02.....	111
Tabla 28 Variación mensual del flujo económico con KpR vs KpO de la obra PIV-04.....	112
Tabla 29 Variación mensual del flujo económico con KpR vs KpO de la obra PIV-06.....	113
Tabla 30 Resumen de resultados con KpR vs KpO de la muestra de evaluación.....	114

## Índice de Figuras

Figura 1 Línea de tiempo del desarrollo normativo de la formula polinómica .....	16
Figura 2 Detalle del Artículo 2do del D.S. N° 011-79-VC.....	28
Figura 3 Detalle del Artículo 4to del D.S. N° 011-79-VC.....	29
Figura 4 Fórmula polinómica propuesta por Garcia (2002), adecuada al sector venezolano .....	43
Figura 5 Fórmula polinómica - Nicaragua .....	43
Figura 6 Diagrama de la metodología de trabajo .....	45
Figura 7 Proceso de elaboración de programa en lenguaje Fortrán .....	46
Figura 8 Gráfico comparativo del cálculo de las incidencias de los coeficientes de la formula polinómica.....	51
Figura 9 Ecuaciones para calcular el coeficiente de reajuste "K" e caso de submonomios .....	52
Figura 10 Metodología propuesta para el cálculo del coeficiente de reajuste "K" .....	53
Figura 11 Diagrama de flujo para la elaboración de la formula polinómica.....	57
Figura 12 Absolución de consulta respecto al uso de la formula polinómica en un proceso de licitación publica en Perú .....	58
Figura 13 Gráfico de los alcances de un estudio cuantitativo .....	70
Figura 14 Propósitos y valor de los diferentes alcances de las investigaciones.....	71
Figura 15 Ingreso de datos en la herramienta S10 PRESUPUESTOS ERP .....	84
Figura 16 Asignación de los IUPC a los recursos del presupuesto en la herramienta S10 PRESUPUESTOS ERP.....	85
Figura 17 Agrupamiento preliminar de los IUPC en la herramienta S10 PRESUPUESTOS ERP ..	87
Figura 18 Conformación de monomios en la herramienta S10 PRESUPUESTOS ERP.....	88
Figura 19 Gráfico de la variación mensual del KpR vs KpO de la obra PIV-01 .....	100
Figura 20 Gráfico de la variación mensual del KpR vs KpO de la obra PIV-02 .....	101
Figura 21 Gráfico de la variación mensual del KpR vs KpO de la obra PIV-04 .....	102
Figura 22 Gráfico de la variación mensual del KpR vs KpO de la obra PIV-06 .....	103
Figura 23 Gráfico de la variación mensual del reajuste con KpR vs KpO de la obra PIV-01 .....	104
Figura 24 Gráfico de la variación mensual del reajuste con KpR vs KpO de la obra PIV-02 .....	105
Figura 25 Gráfico de la variación mensual del reajuste con KpR vs KpO de la obra PIV-04 .....	106
Figura 26 Gráfico de la variación mensual del reajuste con KpR vs KpO de la obra PIV-06 .....	107
Figura 27 Gráfico de la variación mensual del flujo neto acumulado con KpR vs KpO de la obra PIV-01 .....	110
Figura 28 Gráfico de la variación mensual del flujo neto acumulado con KpR vs KpO de la obra PIV-02.....	111
Figura 29 Gráfico de la variación mensual del flujo neto acumulado con KpR vs KpO de la obra PIV-04.....	112
Figura 30 Gráfico de la variación mensual del flujo neto acumulado con KpR vs KpO de la obra PIV-06.....	113
Figura 31 Comparación de la conformación de monomios de la formula polinómica de la obra PIV-01.....	115
Figura 32 Gráfico comparativo de la variación mensual acumulada del reajuste de precios con KpR vs KpO de la obra PIV-01 .....	116
Figura 33 Gráfico comparativo de la Curva S vs Flujo de Egresos de la obra PIV-01 .....	117

Figura 34 Comparación del agrupamiento preliminar de FpR vs FpO de la obra PIV-02.....	118
Figura 35 Comparación de la conformación de monomios de FpR vs FpO de la obra PIV-02.....	119
Figura 36 Gráfico comparativo de la variación mensual acumulada del reajuste de precios con KpR vs KpO de la obra PIV-02.....	120
Figura 37 Gráfico comparativo de la Curva S vs Flujo de Egresos de la obra PIV-02.....	121
Figura 38 Comparación del agrupamiento preliminar de FpR vs FpO de la obra PIV-04.....	122
Figura 39 Comparación de la conformación de monomios de FpR vs FpO de la obra PIV-04.....	123
Figura 40 Gráfico comparativo de la variación mensual acumulada del reajuste de precios con KpR vs KpO de la obra PIV-04.....	124
Figura 41 Gráfico comparativo de la Curva S vs Flujo de Egresos de la obra PIV-04.....	125
Figura 42 Comparación del agrupamiento preliminar de FpR vs FpO de la obra PIV-06.....	126
Figura 43 Comparación de la conformación de monomios de FpR vs FpO de la obra PIV-06.....	127
Figura 44 Gráfico comparativo de la variación mensual acumulada del reajuste de precios con KpR vs KpO de la obra PIV-06.....	128
Figura 45 Gráfico comparativo de la Curva S vs Flujo de Egresos de la Obra PIV-06.....	129

## Resumen

Actualmente, para calcular el coeficiente de reajuste del presupuesto oferta (PpO), se usa la formula polinómica referencial (FpR); ésta no guarda relación con la estructura matemática del PpO, siendo incongruente usarla. La presente investigación tiene por objetivo, determinar el correcto cálculo de reajuste, adelantos y amortizaciones de adelantos, que garanticen el equilibrio económico de las obras de infraestructura vial en el Perú, incorporando modificaciones a la normativa vigente, para la elaboración y aplicación idónea de las fórmulas polinómicas. La hipótesis plantea que: la forma correcta y justa de calcular el reajuste de precios del PpO es con la formula polinómica oferta (FpO), lo cual mantendrá el equilibrio económico del proyecto buscando evitar afectar la liquidez de las partes.

El estudio de la hipótesis, bajo un análisis descriptivo comparativo, revela que el uso de la FpO, respecto a la FpR, para obtener los coeficientes de reajuste, genera variaciones significativas que afectan el equilibrio económico financiero del proyecto. Así mismo, se verifica que el criterio técnico para elaborar una formula polinómica influye de manera significativa en la determinación del coeficiente de reajuste y cálculos relacionados. En los capítulos IV y V, se describen estas verificaciones.

Finalmente, se propone modificar el DS 011-79-VC y el Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado (RLCE), a fin de elaborar una formula polinómica congruente al PpO, dentro de un marco técnico-legal, que sostenga de manera justa, el equilibrio económico financiero de los proyectos de infraestructura vial en el Perú.

Palabras clave: Formula Polinómica, Coeficiente, Reajuste, Presupuesto, Equilibrio Económico, Congruencia.

## Abstract

Currently, to calculate the supply Budget readjustment coefficient (PpO), the referential polynomial formula (FpR) is used; it isn't related to them a thematically structure of the PpO, being incongruous to use it. The objective of this research is to determine the correct calculation of readjustment, advances and amortization of advances, which guarantee the economic balance of road infrastructure works in Peru, incorporating modifications to the current regulations, for the correct elaboration and application of the polynomial formulas. The hypothesis states that: the correct and fair way to calculate the PpO price readjustment is with the polynomial supply formula (FpO), which will maintain the economic balance of the project seeking to avoid affecting the liquidity of the parties.

The study of the hypothesis, under a comparative descriptive analysis, reveals that the use of the FpO, with respect to the FpR, to obtain the readjustment coefficients, generates significant variations that affect the financial economic balance of the Project. Likewise, it's verified that the technical criterion to develop a polynomial formula significantly influences the determination of the readjustment coefficient and related calculations. In chapters IV and V, these checks are described.

Finally, it's proposed to modify Supreme Decree 011-79-VC and the regulations of the State Procurement Law. The modifications are applied to develop a polynomial formula consistent with the PpO, within a technical-legal framework, which fairly sustains the financial economic balance of road infrastructure projects in Peru.

Keywords: Polynomial Formula, Coefficient, Readjustment, Budget, Economic Balance, Coherence.

## Introducción

En el Perú, desde hace más de cuarenta años, se viene empleando procedimientos de reajuste de precios de obras; los cuales, en un principio, solo eran aplicables a contratos de obras públicas con empresas contratistas extranjeras dando un trato desigual a las empresas constructoras nacionales. Es por ello que, desde 1961, el gobierno peruano genera regulaciones para el reajuste de precios de los presupuestos de obras públicas. En 1977 (Decreto Ley N° 2185), se oficializó la aplicación del Sistema de Reajuste, mediante fórmulas polinómicas, a todas las obras públicas que se ejecutasen en el Perú, sin importar que la construcción sea por empresas nacionales o extranjeras (Ramos, 1994). El uso de este sistema de reajuste se generó, debido a la necesidad de controlar la variación de precios de los insumos para la ejecución de obras, variación que se da en el tiempo debido a la inflación, condiciones del mercado, fluctuación del dólar, etc; que existía y existe en nuestro país en la actualidad.

Salinas (2010) afirmó:

La fórmula polinómica es la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto y está constituida por la sumatoria de términos denominados monomios, los cuales consideran la participación e incidencia de los principales recursos (mano de obra, materiales, equipos, gastos generales, etc.) dentro del costo o presupuesto general de obra (p. 49).

Se utiliza para determinar el factor de reajuste “K”, el cual sirve para calcular el reajuste total de precios aplicado a las valorizaciones mensuales de los diferentes proyectos que se ejecutan a nivel nacional, y de igual manera para la obtención del monto máximo para el adelanto de adquisición de materiales.

De acuerdo con la normativa vigente en el Perú<sup>1</sup>, en los procesos de contratación con el estado, se impone al contratista el uso de la fórmula polinómica elaborada por la Entidad

---

<sup>1</sup> Ley N° 30225 (Ley de Contrataciones del Estado) aprobado por D.S. 082-2019-EF, y su Reglamento aprobado por el DS 344-2018-EF

Pública contratante. Esto se debe a que la única forma de modificar u observar la fórmula polinómica elaborada por la entidad contratante (la que está incluida en el expediente técnico), es en la etapa de consultas y/u observaciones, etapa en la cual aún el contratista no ha desarrollado en su totalidad la evaluación técnico-económica del proyecto, sin poder presentar su propia fórmula polinómica (FpO). Sin embargo, y de acuerdo con lo indicado en el párrafo precedente, si un presupuesto es modificado de alguna manera en su estructura de costos (como sucede cuando un contratista elabora su oferta para la licitación pública), es necesario generar una nueva fórmula polinómica, correspondiente a las nuevas incidencias generadas para dicho presupuesto. Ya que la ejecución de la obra se desarrolla con el PpO y no con el PpR (al cual le corresponde la FpR).

Es por ello, que resulta incongruente realizar el cálculo del reajuste de precios de un presupuesto (PpO) con la fórmula polinómica derivada de otro (FpR), afectando el valor real del proyecto y generando alteración en los resultados del reajuste de precios de los costos del proyecto, que influirían en el desarrollo de las actividades de este; y en los intereses, de las partes involucradas en el contrato.

Bajo un análisis descriptivo comparativo, se busca revelar que la metodología vigente para el cálculo del coeficiente de reajuste “K” con el uso de la FpO, sobre el PpO resulta ser congruente y justo, comparado con el uso de la FpR. Es por ello por lo que se hace una comparación de los resultados obtenidos de la muestra de estudio de la presente tesis.

Se ha determinado una metodología y parámetros para la elaboración y correcto uso de la fórmula polinómica de manera coherente, incorporando modificaciones a la normativa vigente, permitiendo su uso de manera congruente y justa, para las partes involucradas en los proyectos de infraestructura vial en el Perú.

La metodología planteada, toma como muestra proyectos desarrollados y culminados, para poder verificar si las variaciones obtenidas son significativas, afectando el curso del proyecto y su equilibrio económico financiero. Así mismo, para obtener un proceso de elaboración de las fórmulas polinómicas congruente y justo con el presupuesto oferta, se ha tomado en cuenta como parámetro el uso del diccionario de IUPC publicado por el INEI. Este parámetro permite limitar el criterio de los analistas de costos, para que la asignación de

IUPC y elaboración de formula polinómica sea justa para las partes y coherente con las consideraciones técnicas del presupuesto.

La tesis, desarrolla estos puntos, buscando la coherencia y equidad en el cálculo de reajustes para las partes involucradas en un contrato público, la congruencia en el análisis técnico-económico de los proyectos de infraestructura vial y en última instancia el beneficio público, el cual se ve reflejado en que los proyectos no entren en controversias y existan mayores costos a los presupuestados, los pagos realizados por los reajustes de precios sean justos y congruentes con el presupuesto contratado evitando que la Entidad Publica contratante destine mayor presupuesto; y sobre todo, los proyectos se culminen de manera oportuna, cumpliendo correctamente las especificaciones técnicas y en el tiempo debido, buscando que la población se vea afectada lo menos posible por la ejecución de estos proyectos.

# Capítulo I

## Planteamiento del Problema

### 1.1. Descripción del Problema

En el Perú, durante los procesos de licitación para la selección de empresas contratistas y posterior desarrollo de obras públicas, se impone el uso de la fórmula polinómica elaborada por la entidad contratante para el cálculo de los reajustes de precio, la cual se encuentra en el Expediente Técnico a ser contratado, documentación integrante de las bases de licitación, tal como lo indica el numeral 38.3 del artículo 38 del RLCE<sup>2</sup>, establece que, *“En el caso de contratos de obras pactados en moneda nacional, los documentos del procedimiento de selección establecen fórmulas de reajuste. Las valorizaciones que se efectúen a precios originales del contrato y sus ampliaciones son ajustadas multiplicándolas por el respectivo coeficiente de reajuste “K” que se obtenga de aplicar en la fórmula o fórmulas polinómicas, los Índices Unificados de Precios de la Construcción que publica el Instituto Nacional de Estadística e informática – INEI, correspondiente al mes en que debe ser pagada la valorización. (...)”*

Sin embargo, cada presupuesto genera su propia fórmula polinómica, ya que ellas, son el resultado del cálculo de incidencias que generan los insumos de un presupuesto específico. Al respecto, según Salinas Seminario y Alvares Illanes (2003):

La fórmula polinómica es la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto constituida por la sumatoria de términos denominados monomios, los cuales consideran la participación e incidencia de los principales recursos (mano de

---

<sup>2</sup> Ley N° 30225 (Ley de Contrataciones del Estado) aprobado por D.S. 082-2019-EF, y su Reglamento aprobado por el DS 344-2018-EF.

obra, materiales, equipos, gastos generales, etc.) dentro del costo o presupuesto general de obra (p. 301),

Esta representación matemática se establece con la finalidad de reajustar en forma automática las valorizaciones de obra, como efecto de la variación de precios de los elementos que intervienen en la construcción.

De la premisa anterior, podemos indicar que todo presupuesto tendrá una única relación de incidencias respecto a su estructura de costos; por tanto, cada presupuesto ofertado, tendrá su propia fórmula polinómica, por lo que no se debería reajustar los precios de un presupuesto con la fórmula polinómica de otro, aun, si dicho presupuesto haya sido elaborado para el mismo proyecto y contemple la ejecución de las mismas actividades.

Siendo que, la elaboración de las fórmulas polinómicas, con el agrupamiento preliminar previo de índices, es la base de un criterio técnico-económico del analista de costos, se puede dar una variedad de alternativas para la estructura de la fórmula polinómica y ninguna estaría errada. Sin embargo, sí podría afectar el equilibrio económico-financiero de la obra.

Es por ello por lo que en la presente investigación tiene como marco legal la normativa vigente de la Ley 30225 (Ley de Contrataciones del Estado) y su Reglamento, y el DS 011-79-VC y sus modificatorios que fija los parámetros para la elaboración y uso de las fórmulas polinómicas.

La presente investigación cuestiona el uso de la fórmula polinómica elaborada por la Entidad Pública contratante (FpR) para el cálculo del reajuste automático de precios y el cálculo del monto máximo a solicitar en el adelanto de materiales e insumos del presupuesto elaborado por el Contratista (PpO), lo cual estaría generando diferencias significativas en los cálculos respectivos, perjudicando el equilibrio económico-financiero de la obra, obligando al Contratista o al Entidad Pública contratante, según corresponda, a solventar las diferencias, recurriendo posiblemente, a fuentes externas de financiamiento que incremente el costo de la contratación, incremento que -en última instancia- es trasladado a la Entidad Pública contratante, mediante controversias y/o arbitrajes, como lo permite el Reglamento en su “Artículo 196. Discrepancias respecto de valorizaciones o metrados”.

La presente investigación plantea incorporar las siguientes modificaciones complementarias a la normativa vigente:

- Modificar el artículo N° 02 del DS 011-79-VC mediante la incorporación de la siguiente definición de la formula polinómica dada por expertos: “la fórmula polinómica es la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto constituida por la sumatoria de términos denominados monomios, los cuales consideran la participación e incidencia de los principales recursos (mano de obra, materiales, equipos, gastos generales, etc.) dentro del costo o presupuesto general de obra, que se establece con la finalidad de reajustar en forma automática las valorizaciones de obra, como efecto de la variación de precios de los elementos que intervienen en la construcción”.
- Modificar el artículo N° 06 del DS 011-79-VC mediante la incorporación del uso obligatorio del “Diccionario de elementos de la construcción valido para las fórmulas polinómicas que se elaboren a partir del 01 de febrero de 1990 y concordado con las modificaciones a julio 2004”, publicado por el INEI en el Boletín Anual Indicadores de Precios de la Economía 2010 – Capitulo 11 – pág. 407 al 411, permitiendo limitar el criterio del analista de costos para la elaboración de la fórmula polinómica del presupuesto del Contratista (FpO).
- Modificar el inciso g) del artículo N° 48. del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, con el complemento siguiente:
  - *“Las fórmulas polinómicas Y LA ASIGNACION DE IUPC POR RECURSO, cuando correspondan;”*
- Modificar artículo N°52 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, con la incorporación del siguiente párrafo en el inciso f), que indique:
  - La oferta económica, deberá incluir adicionalmente la lista de recursos, con su respectiva asignación de IUPC, el agrupamiento preliminar, conformación de monomios y correspondiente fórmula polinómica.

Las modificaciones planteadas, permitirá obtener fórmulas polinómicas con una estructura de criterios parametrizados, congruente y justa, para mantener el equilibrio económico-financiero de los proyectos públicos de infraestructura vial en el Perú.

Glosario de Términos:

PpO	:	Presupuesto Oferta
FpO	:	Fórmula Polinómica Oferta
KpO	:	Coefficiente de reajuste ofertado
Ro	:	Reajuste calculado con KpO al PpO
PpR	:	Presupuesto de Obra elaborado por la Entidad Publica contratante (Referencial y/o Base)
FpR	:	Fórmula polinómica elaborada por la Entidad Publica contratante (referencial y/o Base)
KpR	:	Coefficiente de reajuste generado por la FpR
Rr	:	Reajuste calculado con KpR al PpO.
Diccionario del INEI	:	Diccionario de elementos de la construcción valido para las fórmulas polinómicas que se elaboren a partir del 01 de febrero de 1990 y concordado con las modificaciones a julio 2004, publicado por el INEI en el Boletín Anual Indicadores de Precios de la Economía 2010 – Capitulo 11 – pág. 407 al 414

## **1.2. Formulación del Problema**

### ***1.2.1. Problema General***

¿El no uso de la formula polinómica elaborada por el contratista (FpO) para el cálculo del coeficiente de reajuste KpO y posterior reajuste de precios (Ro) del presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO), es congruente y garantiza el equilibrio económico financiero de las obras públicas de infraestructura vial en el Perú desde el 2011?

### ***1.2.2. Problemas Específicos***

¿Modificar la norma técnica existente para que limite y/o parametrize el criterio técnico económico al elaborar la formula polinómica, permite una realización de formula polinómica de manera lógica, congruente e imparcial en las obras publicas de infraestructura vial en el Perú?

¿La aplicación de la formula polinómica, elaborada por el contratista (FpO) de manera lógica, congruente e imparcial, genera un monto máximo de solicitud de adelanto para materiales e insumos congruente al presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO) y ayuda a mantener el equilibrio económico financiero de las obras publicas de infraestructura vial en el Perú?

### **1.3. Importancia y Justificación del Estudio**

#### ***1.3.1. Importancia del Estudio***

La elaboración de la fórmula polinómica está directamente relacionada con las incidencias de los recursos de la estructura económica del presupuesto específico; por tanto, el uso de una fórmula polinómica elaborada con incidencias no derivadas del presupuesto a reajustar, solo genera incongruencias en los resultados finales de los reajustes de precios obtenidos.

Estas diferencias pueden derivar en un desbalance económico para el proyecto, generándose pérdidas para cualquiera de las partes involucradas en el contrato. Así mismo, estas diferencias, incluso, pueden generar discrepancias técnico-legales, llevando a las partes, como son: Entidad contratante (ya sea pública o privada), contratista y supervisor de obra, a procesos de resolución de controversias (arbitrajes), ocasionando altos costos económicos para las partes, costo no considerado en el presupuesto asignado para el proyecto; así como el retraso y/o paralización en la ejecución de los proyectos.

De acuerdo con lo indicado en los párrafos precedentes, la importancia de calcular los reajustes de precios del PpO con el coeficiente de reajuste KpO, obtenido de la FpO y no con la FpR.

#### ***1.3.2. Justificación del Estudio***

De acuerdo con la experiencia y juicio de expertos, como la de Salinas (2003) que afirma:

Se entiende por fórmula polinómica a 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 (mano de obra, materiales, equipos, gastos generales) dentro del costo o presupuesto total de obra. (p. 7)

Dicho esto, cualquier modificación en la estructura económica del presupuesto, ya sea por cantidad de insumos, rendimientos y/o consideraciones técnicas diversas, modificaría

las incidencias de los recursos sobre el presupuesto, por consiguiente, de los IUPC y por ende la estructura de la fórmula polinómica.

En la actualidad, para el cálculo del coeficiente de reajuste “K” en las obras públicas de infraestructura vial en el Perú, se obliga a usar la FpR. Sin embargo, dicha elaboración no es necesariamente congruente con la estructura económica del PpO y sobre el que se calcula el reajuste de precios en cada valorización de obra. Esta incongruencia podría representar un desequilibrio económico-financiero para el proyecto, produciéndose falta de liquidez y/o sobre costos para cumplir con las metas propuestas por el proyecto y que en última instancia perjudica a las partes involucradas, con controversias a solucionar mediante arbitrajes y/o retrasos en los plazos de ejecución.

Así mismo, la opinión del OSCE<sup>3</sup> N° 006-2009/DOP, en el numeral 3.1: “(...) *la normativa de contrataciones y adquisiciones del Estado posibilita que las Entidades públicas puedan incluir en las Bases de los procesos de selección fórmulas de reajustes (...). Ello obedece a la necesidad de mantener vigente el equilibrio de la ecuación económico financiera del contrato, (...)*” entendiéndose por tal, lo que indica Celso Bandeira de Mello, en su publicación “Las Cláusulas de Reajuste de Precios en los Contratos Administrativos”: “*a la relación de igualdad y equivalencia, entre las obligaciones que el contratado tomará a su cargo como consecuencia del contrato y la compensación económica que en razón de aquellos le corresponderá*”. De acuerdo con los lineamientos normativos y los principios legales, la presente investigación, nos permite deducir que el uso de la FpO sobre el PpO es la forma congruente y justa de realizar las regularizaciones de precios sobre las valorizaciones de obra, de acuerdo con la variación del mercado, al momento del reajuste de precios.

Al mismo tiempo, la normativa vigente regula que, en los procesos de licitación pública, no se puede cambiar o presentar una nueva fórmula polinómica (FpO) en reemplazo de la FpR, únicamente observarla. Lo que conlleva a inferir que una vez pasada la etapa de

---

<sup>3</sup> OSCE: Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado

consultas y/y observaciones, no se podrá modificar la fórmula polinómica y se dará por aceptada, sin que su elaboración guarde relación con las incidencias de la estructura económica y matemática del PpO.

La opinión N° 106-2014/DTN, en el primer párrafo del numeral 2.1 indica que: *“El contrato está conformado por el documento que lo contiene, las Bases Integradas y la oferta ganadora, así como los documentos derivados del proceso de selección que establezcan obligaciones para las partes y que hayan sido expresamente señalados en el contrato”* haciendo referencia al Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado (RLCE). En el segundo párrafo del numeral 2.1 indica: *“El detalle de las características técnicas de los bienes, servicios u obras a contratar; el lugar de entrega, elaboración o construcción, así como el plazo de ejecución, según el caso. Este detalle puede constar en un Anexo de Especificaciones Técnicas o, en el caso de obras, en un Expediente Técnico.”* haciendo referencia a la Ley de Contrataciones del Estado. En síntesis, se indica que el Expediente Técnico de Obra es el conjunto de documentos que comprende, entre otras cosas, a las fórmulas polinómicas, así como la oferta ganadora (PpO).

Por su parte, en el segundo párrafo del numeral 2.3 de la Opinión N° 106-2014/DTN indica que, en la ejecución de un contrato de obra, debe emplearse la fórmula polinómica establecida en el Expediente Técnico de Obra; sin que ello, tome en cuenta las incongruencias que conlleva aplicar una fórmula polinómica (FpR), que no se corresponde a la estructura económica del presupuesto a reajustar (PpO).

La opinión N° 009-2019/DTN, resuelve la consulta hecha a la entidad competente, respecto a la modificación de la fórmula polinómica por contener errores en su elaboración. En el sexto párrafo del inciso 2.1.2, indica: *“(.) puede concluirse que dentro de las modificaciones que la normativa de contrataciones del Estado prevé para el contrato de obra no se encuentra la corrección de fórmulas polinómicas; por lo tanto, durante la ejecución contractual, no pueden modificarse las fórmulas polinómicas contenidas en el expediente técnico.”*. Por lo cual, podemos inferir que, al haberse firmado el contrato de obra, la modificación de sus documentos no es posible, incluyendo la fórmula polinómica.

Es importante indicar, que muchos proyectos de infraestructura vial se ven afectados en tiempo y costo, debido a la aparición de disputas o controversias entre las partes, que llevan a la solución de estas mediante JRD<sup>4</sup> y/o arbitrajes. Hecho que conlleva a que las partes mermen la liquidez del proyecto y los fondos propios, lo que podría afectar el equilibrio económico financiero de los proyectos de infraestructura vial.

Dicho esto, eliminando la incongruencia que genera usar la FpR para calcular el KpR y posterior reajuste de precio al PpO, no solo las partes involucradas en el contrato se verán beneficiadas, sino también, en última instancia, la población peruana en tiempo y coste. Los fondos estatales, son los que se usan para desarrollar los proyectos de infraestructura vial y estos se crean a partir de los impuestos de la población, el uso correcto de los mismos demuestra un aprovechamiento coherente y justo. De igual forma se beneficia a las partes contractuales y en última instancia a la población, al culminar los proyectos en el tiempo previsto, sin generar molestias o incomodidades al ciudadano, o retrasos en el inicio de operación y funcionamiento de estos, por encontrarse en el proceso de solución de controversias.

Cabe considerar, por otra parte, que la metodología actual, contiene cierta limitación y restricciones al momento de elaborar las fórmulas polinómicas, como, por ejemplo: la agrupación preliminar de IUPC para reducir la cantidad de factores involucrados en la ecuación, el número de decimales, cantidad de monomios, etc. Estas limitaciones se crearon en una época donde no se tenían las herramientas tecnológicas que permitieran cálculos sofisticados o de largo desarrollo, en corto tiempo. Este punto es importante para una futura actualización de la metodología vigente, dentro del marco técnico-normativo y educativo.

Finalmente, y de acuerdo con el orden de ideas anterior, hacemos referencia a los artículos 42, 48, 52 y 138 del Reglamento de la Ley 30225, Ley de Contrataciones del Estado, aprobado por el D.S. 344-2018-EF, para su evaluación, complemento y/o modificación, de ser el caso. En ellos se detallan los documentos mínimos y necesarios para la licitación, contratación y ejecución de las obras en el Perú, entre los cuales se especifica el uso de la

---

<sup>4</sup> JRD: Junta de Resolución de Disputas

fórmula polinómica como parte integrante del expediente de licitación, expediente de contratación y contenido del contrato.

#### **1.4. Delimitación del Estudio**

En la presente investigación se busca validar el uso de la FpO en las obras públicas de infraestructura vial en el Perú, basándonos en la necesidad de realizar el reajuste de precios de las valorizaciones de obra según la correspondencia de las incidencias derivadas de la estructura económica del presupuesto oferta (PpO). Actualmente, el Reglamento de la Ley 30225 (Ley de Contrataciones del Estado), aprobado mediante D.S. 344-2018-EF modificaciones y complementos, en el inciso 138.1 del artículo 138 Contenido del Contrato, indica que el contrato contiene, entre otras cosas, los documentos del procedimiento de selección. Este acápite, nos lleva al inciso 48.1 del artículo 48 Contenido mínimo de los documentos del procedimiento, que indica: “*Las bases de Licitación Pública, (...) contienen: (...) g) Las fórmulas de reajuste, cuando correspondan; (...)*”, lo que es interpretado como el uso de la fórmula polinómica elaborada por la Entidad Pública Contratante, por lo que el uso de esta ecuación, ha sido únicamente limitado al preparado por la entidad contratante, imposibilitando el uso de las incidencias reales de la estructura económica del PpO.

Para la presente investigación se usará la información de los proyectos ejecutados desde el 2011 hasta el 2022, permitiendo un amplio margen de variación de los índices y presupuestos en el tiempo, periodo en el cual el autor de la presente investigación se ha encontrado trabajando directamente con los proyectos seleccionados en la población y muestra. Tomaremos como referencia y evaluación la base legal de la Ley 30225 (Ley de Contrataciones del Estado) y su Reglamento aprobado mediante D.S. 344-2018-EF, modificaciones y complementos.

La limitación técnica que se tiene es la posibilidad de recopilar la información necesaria y completa para realizar la evaluación correcta y precisa de los cálculos. Esta información corresponde a: el presupuesto de obra base y/o referencial y el presupuesto de obra ofertado con sus respectivos análisis de precios unitarios de las partidas y sub partidas, relación de insumos, agrupamiento preliminar y conformación de la fórmula polinómica base

y/o referencial, valorizaciones de obra que incluyan sus respectivos resúmenes de metrados y reajustes de precios realizados.

Así mismo, se tiene en cuenta lo engorroso que puede resultar la distribución y asignación de los 68 índices de precios, que deberán ser distribuidos según la estructura de costo y zonificación. La problemática que se da en la distribución y asignación de los IUPC a los recursos considerados en el presupuesto se debe a que existen recursos que, al no tener índice propio o un índice definido claramente, tienen que unificarse a uno de los 68 índices de precios existentes a la fecha, en lo que se denomina agrupamiento preliminar. En consecuencia, se debe tener presente la metodología teórica que tiene los siguientes considerandos:

- La suma de todos los coeficientes de incidencia siempre será igual a la unidad (1)
- Coeficientes de Incidencia no menores a 0.05.
- Cuando se agrupen términos para formar monomios deberá de agruparse como máximo 3 elementos, agrupados preliminarmente.
- Las fórmulas polinómicas no deberán tener más de 8 monomios.
- En una obra se podrá tener como máximo 4 fórmulas polinómicas, dependiendo de los componentes técnicos de las actividades.

## **1.5. Objetivos de la Investigación:**

### ***1.5.1. Objetivo General***

Demostrar que el uso de la formula polinómica elaborada por el contratista (FpO), para el cálculo del coeficiente de reajuste KpO y posterior cálculo del reajuste de precio (Ro) del presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO), es congruente y equitativo, y que puede garantizar el equilibrio económico financiero de las obras publicas de infraestructura vial en el Perú.

### ***1.5.2. Objetivos Específicos***

Modificar la norma técnica existente (DS 011-79-VC y sus normar modificatorias, ampliatorias y complementarias) creando parámetros que limiten el criterio técnico económico en la elaboración de la formula polinómica para obtener una ecuación lógica, congruente e imparcial en las obras publicas de infraestructura vial en el Perú.

Demostrar que al aplicar la formula polinómica, elaborada por el contratista (FpO) de manera lógica, congruente e imparcial, para la solicitud de adelanto para materiales e insumos, genera un monto máximo congruente al presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO), ayudando a mantener el equilibrio económico financiero de las obras publicas de infraestructura vial en el Perú.

## Capítulo II

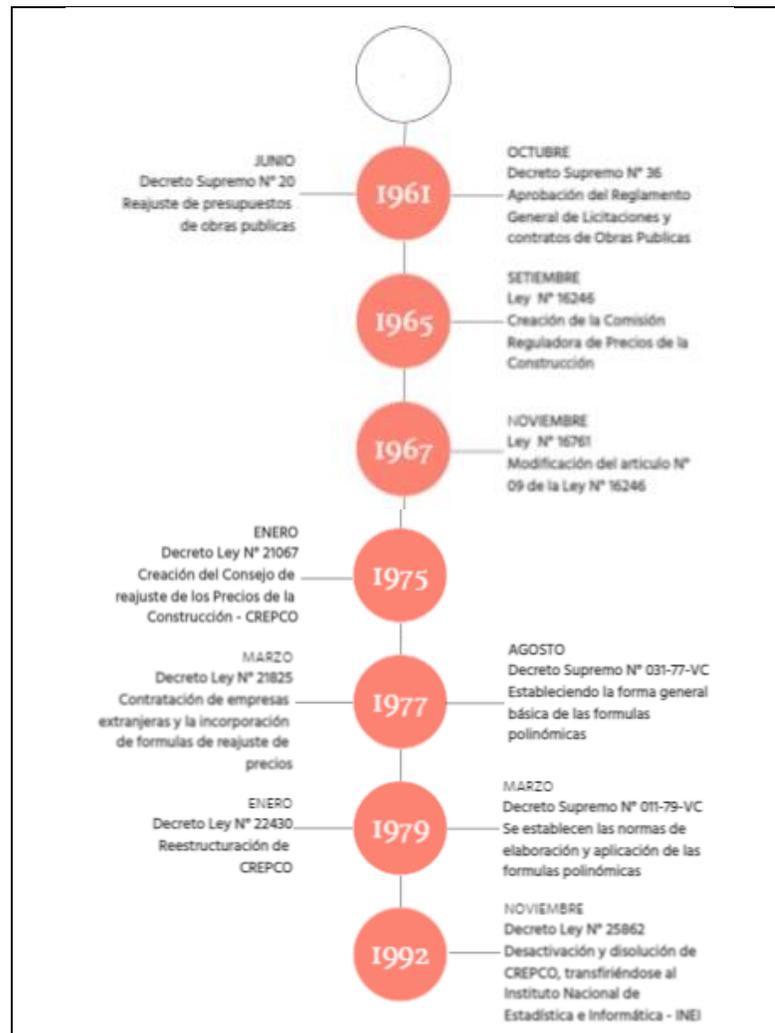
### Marco Teórico

#### 2.1. Marco Histórico

En el presente numeral, relatamos los principales eventos que reflejan la problemática y dan soporte al objetivo planteado, poniendo en contexto la situación actual de los problemas.

**Figura 1**

*Línea de tiempo del desarrollo normativo de la formula polinómica*



En junio de 1961, se dictaminó el Decreto Supremo N° 20, que establece que los montos de los presupuestos de obras públicas se reajusten de acuerdo con los índices de precios actualizados de los materiales básicos de construcción vigentes durante ese mismo año, los cuales serían actualizados periódicamente.

En octubre de 1961, se dictaminó el Decreto Supremo N° 36, que aprueba el Reglamento General de Licitaciones y Contratos de Obras Públicas, que en su título 16.00 “Regulación de los Precios”, reconoce los reajustes del costo de obra por alza de sueldos, materiales y las variaciones que provengan de alzas autorizadas por el Gobierno.

En setiembre de 1965, se promulga la Ley N° 16246 que crea la Comisión Reguladora de Precios de la Construcción, constituida por representantes del Sector Público y Privado, a los cuales se les encarga elaborar los índices de precio de los elementos que determinan el costo de la obra, los que serán actualizados periódicamente, tomando como base el del año 1965, los mismos que servirán para reajustar los montos de los presupuestos de las obras publicas contratadas por el Estado.

En noviembre de 1967, se promulga la Ley N° 16761, que modifica el Art. N° 09 de la Ley N° 16246, estableciendo que los presupuestos de obras públicas se reajustarán de acuerdo con los índices y reintegros porcentuales extendiendo este derecho a los presupuestos de obras privadas.

En enero de 1975, se promulga el Decreto Ley N° 21067, el cual, entre otros, establece que la Comisión Reguladora de los Precios de la Construcción, pasa a ser un organismo Público Descentralizado del Sector Vivienda, adoptando el nombre de Consejo de reajuste de los Precios de la Construcción (CREPCO), aclarándose que tiene a su cargo la elaboración de los índices de los elementos que determinan el costo de las obras, que deben actualizarse periódicamente.

En marzo de 1977 el presidente del Gobierno Peruano promulga el Decreto Ley N° 21825, el cual, entre otros, permite la contratación de empresas extranjeras y la incorporación de fórmulas de reajuste automático de los precios en las Bases de Licitación que convoquen la contratación de obras de construcción para las entidades del Sector Publico Nacional. De igual forma, estipula que se usaran los índices de variación de precios que establezca

periódicamente el Consejo de Reajustes de Precios de la Construcción (CREPCO), publicando su primera lista de elementos a agosto de del mismo año.

El 18 de agosto de 1977, se promulga el Decreto Supremo N° 031-77-VC, que reglamenta el Decreto Ley 21825, estableciendo en sus artículos 2, 3, 4, 5, 6 y 7 la forma general básica de las fórmulas polinómicas y la descripción y empleo de sus componentes. Además, fija que, a más tardar 15 días después de expedido el presente Decreto, CREPCO publicará la primera lista de elementos significativos; los mismos que serán considerados como Índices de Precio Base Cien (100).

En enero de 1979, se promulga el Decreto Ley N° 22430, el cual establece la reestructuración de CREPCO, a efecto de que los sectores e instituciones más vinculados con la industria de la construcción estén representados en dicho Consejo.

El 01 de marzo de 1979, se promulga el Decreto Supremo N° 011-79-VC, el cual implementa y adecua los alcances del Decreto Supremo N° 031-77-VC, estableciendo las normas de elaboración y aplicación de las fórmulas polinómicas de reajuste automático

Sarmiento, J. (1983) en la publicación del Sistema de Reajuste de Precios en la Construcción, de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), explica cómo se calcula y reajustan los costos de una obra, los índices de precios, coeficientes de incidencia, coeficiente de reajuste y cómo se aplica la fórmula polinómica en el Perú.

Castillo, R. y Sarmiento, J. (1986) en la publicación del sistema de reajuste de precios por fórmulas polinómicas en la construcción, del Fondo Editorial CAPECO en la quinta edición actualizada presentaron la difusión de la Metodología y Aplicación de las Fórmulas Polinómicas como Sistema de Reajuste de Precios en la construcción, en nuestro medio. Concordantes con el Decreto Supremo N° 011-79-VC, sus modificatorias, ampliatorias y complementarias.

El 18 de noviembre de 1992, según lo dispuesto en la Novena Disposición Complementaria y Transitoria del Decreto Ley 25862, se declara la desactivación y disolución de CREPCO, transfiriéndose al Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), mediante la Undécima Disposición Complementaria y Transitoria del referido

Decreto Ley, las funciones de elaboración de los Índices de los elementos que determinen el costo de las Obras.

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI-1992) publica la “Metodología de los índices unificados de precios de la construcción” y desde diciembre de 1992, mensualmente, calcula los índices de precios, para lo cual se solicita información a los fabricantes y/o distribuidores. Esta metodología explica la definición de lo que son los Índices Unificados de Precios de la Construcción (IUPC), la cobertura y distribución geográfica, los usos, principales características, fórmulas de cálculo y la lista de índices considerados en el cálculo.

### ***2.1.1. Antecedentes Legales:***

2.1.1.1. **Decreto Ley N° 21825, de fecha 29 marzo 1977.** Implementa aspectos de la contratación de obras públicas con empresas extranjeras, indicando que las entidades del sector público incorporen en las Bases de Licitación fórmulas polinómicas de reajuste automático de los precios y que deberán adoptar las medidas necesarias para cubrir los mayores costos de obra, a efecto de asegurar el pago oportuno de los reajustes que deberán efectuarse en el curso de la ejecución de las obras.

2.1.1.2. **Decreto Supremo N° 031-77-VC, de fecha 18 agosto 1977.** Reglamenta el Decreto Ley N° 21825, implementando normas de elaboración y aplicación de las FÓRMULAS POLINOMICAS de reajuste automático de los precios, de aplicación a las empresas constructoras extranjeras que subcontraten o se asocien con empresas nacionales.

2.1.1.3. **Decreto Supremo N° 011-79-VC, de fecha 01 marzo 1979.** Implementa y adecúa los alcances del Decreto Supremo N° 031-77-VC sobre contratación de obras públicas, definiendo la forma general básica de las Fórmulas Polinómicas, de reajuste automático de los precios, en la cual K es el coeficiente de reajuste de valorizaciones de obra, como resultado de la variación de precios de los elementos que intervienen en la construcción.

En el inciso D) Normas para Obras con adelantos específicos para materiales, del Artículo N° 7, indica que: *“El monto máximo de adelanto específico para la compra de materiales agrupados bajo cada elemento representativo, que podrá solicitar el Contratista, no deberá exceder el producto del coeficiente de incidencia del elemento representativo correspondiente, por el saldo bruto de obra por valorizar en el instante de hacerse efectivo el adelanto, afectado a su vez por el factor de relación entre el índice de precio del citado elemento representativo a la fecha del adelanto y el que tuvo en la fecha del Presupuesto Base”*.

**2.1.1.4. Decreto Supremo N° 011-89-VC, de fecha 12 setiembre 1989.**

Sustituye e implementa el uso de los índices unificados de precios de la construcción para el cálculo del coeficiente de reajuste “K”, dichos índices serán los obtenidos en el mes de la valorización. Si se da el caso que no haya índices publicados para el mes correspondiente a la valorización, se usaran los últimos publicados, es decir, del mes anterior.

**2.1.1.5. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI-1992)**

**Metodología de los IUPC: Decreto Ley N° 25862.** El INEI publica la “Metodología de los índices unificados de precios de la construcción” y desde diciembre de 1992, mensualmente, calcula los índices de precios, para lo cual se solicita información a los fabricantes y/o distribuidores.

Los Índices Unificados de Precios de la Construcción (IUPC), son indicadores económicos que muestran la fluctuación promedio de precios, que experimentan en el mercado el conjunto de elementos que intervienen en el costo de las obras de construcción civil.

Los Índices Unificados de Precios de la Construcción se elaboran a nivel nacional, dividiendo el territorio en seis áreas geográficas.

Los Índices Unificados se utilizan exclusivamente para reajustar los montos de los presupuestos de todas las obras públicas y privadas contratadas, de acuerdo con la estructura de costos de cada una de ellas.

Los Índices Unificados de Precios, son calculados mensualmente en base a la información que se recaba dentro de los cinco primeros días del mes siguiente.

2.1.1.6. **Opinión N° 106-2014/DTN del Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE).** Ante la consulta, respecto al cambio de unilateral de la fórmula o fórmulas polinómicas contratadas y que forman parte del expediente técnico aprobado y entregado por la ENTIDAD, aduciendo que se encontraron discrepancias en su formulación original. La Dirección Técnica Normativa, hace las siguientes aclaraciones:

En el Ítem 2.1 hace referencia a un artículo del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado el cual indica: *“El contrato está conformado por el documento que lo contiene, las Bases Integradas y la oferta ganadora, así como los documentos derivados del proceso de selección que establezcan obligaciones para las partes y que hayan sido expresamente señalados en el contrato.”* Igualmente, hace referencia a un artículo de la Ley de Contrataciones del Estado, el cual indica: *“El detalle de las características técnicas de los bienes, servicios u obras a contratar; el lugar de entrega, elaboración o construcción, así como el plazo de ejecución, según el caso. Este detalle puede constar en un Anexo de Especificaciones Técnicas o, en el caso de obras, en un Expediente Técnico.”* (El subrayado es agregado); asimismo, el literal i) del citado dispositivo señala que tanto el valor referencial como las fórmulas de reajuste en los casos que determine el Reglamento también forman parte del contenido obligatorio de las Bases. Así mismo, hace la siguiente precisión: *“Expediente Técnico de Obra es el conjunto de documentos que comprende: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto de obra, fecha de determinación del presupuesto de obra, valor referencial, análisis de precios, calendario de avance de obra valorizado, fórmulas polinómicas (...)”*

En el Ítem 2.3 indica: *“De conformidad con lo expuesto, la fórmula polinómica a ser aplicada durante la ejecución de una obra, se encuentra establecida en las Bases y por tanto forma parte del contrato, (...). En esa medida, en la ejecución de un contrato de obra y por tanto, durante su liquidación, debe emplearse la fórmula polinómica establecida en el Expediente Técnico de Obra, (...)”*

**2.1.1.7. Opinión N° 260-2017/DTN del Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE).** En el Ítem 2.3 del título Consulta y Análisis, indica que la normativa de contrataciones del Estado busca otorgar adelantos para facilitar la ejecución de sus prestaciones, el cual indica:

*“(…), debe señalarse que la normativa de contrataciones del Estado contempla la posibilidad de otorgar adelantos con la finalidad de brindar liquidez a los contratistas para facilitar la ejecución de sus prestaciones; de esta manera, a través del otorgamiento de adelantos se evita que los contratistas deban recurrir a fuentes externas de financiamiento que incrementan el costo de la contratación, incremento que -en última instancia- es trasladado a la Entidad.”*

**2.1.1.8. Opinión N° 260-2017/DTN del Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE).** En el Ítem 2.1.1 indica:

*“(…) la finalidad de los adelantos es brindar liquidez a los contratistas para facilitar la ejecución de sus prestaciones; de esta manera, (...) se evita que los contratistas deban recurrir a fuentes externas de financiamiento que incrementen el costo de la contratación, incremento que -en última instancia- es trasladado a la Entidad.”*

**2.1.1.9. Ley N° 30225 (Ley de Contrataciones del Estado) aprobada por D.S. 082-2019-EF, su Reglamento aprobado por D.S. 344-2018-EF, sus modificatorias y ampliatorias (D.S. 377-2019-EF, 168-2020-EF, 250-**

**2020-EF, 162-2021-EF, 234-2022-EF y 308-2022-EF**). En el Artículo 38° (del Reglamento). - Fórmulas de Reajuste, en el inciso 38.3 indica:

*“En el caso de contratos de obras pactados en moneda nacional, los documentos del procedimiento de selección establecen fórmulas de reajuste. Las valorizaciones que se efectúen a precios originales del contrato y sus ampliaciones son ajustadas multiplicándolas por el respectivo coeficiente de reajuste “K” que se obtenga de aplicar en la fórmula o fórmulas polinómicas, los Índices Unificados de Precios de la Construcción que publica el Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI, correspondiente al mes en que debe ser pagada la valorización. (...)”*

En el Artículo 38 (del Reglamento). - Fórmulas de Reajuste, en el inciso 38.4 indica:

*“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.”*

En el Artículo 42 (del Reglamento). - Contenido del expediente de contratación, en el inciso 42.3 indica:

*“El órgano encargado de las contrataciones es el responsable de remitir el expediente de contratación al funcionario competente para su aprobación, (...). Para su aprobación, el expediente de contratación contiene:*

*(...) b) la fórmula de reajuste, de ser el caso; (...)”*

En el Artículo 48 (del Reglamento). - Contenido mínimo de los documentos del procedimiento, en el inciso 48.1 indica:

*“Las bases de Licitación Pública, (...) contienen:*

*(...) g) fórmulas de reajuste, cuando correspondan; (...)”*

En el Artículo 52 (del Reglamento). - Contenido mínimo de las ofertas, en el inciso f) indica:

*“El monto de la oferta, el desagregado de partidas de la oferta en obras convocadas a suma alzada, el detalle de precios unitarios, tarifas, porcentajes, honorario fijo y comisión de éxito, cuando dichos sistemas hayan sido establecidos en los documentos del procedimiento de selección; así como, el monto de la oferta de la prestación accesoria, cuando corresponda. (...).*

*Las ofertas incluyen todos los tributos, seguros, transporte, inspecciones, pruebas y, de ser el caso, los costos laborales conforme a la legislación vigente, así como cualquier otro concepto que pueda tener incidencia sobre el costo del bien, servicio en general, consultoría u obra a adquirir o contratar. (...)*”

En el Artículo 138 (del Reglamento). - Contenido del Contrato, en el inciso 138.1 indica:

*“El contrato está conformado por el documento que lo contiene, los documentos del procedimiento de selección que establezcan reglas definitivas, la oferta ganadora, así como los documentos derivados del procedimiento de selección que establezcan obligaciones para las partes.”*

En el Artículo 194 (del Reglamento). - Valorizaciones y Metrados, en el inciso 194.1 indica:

*“Las valorizaciones tienen el carácter de pagos a cuenta y son elaboradas el último día de cada periodo previsto en las Bases, por el inspector o supervisor y el contratista.”*

En el Artículo 195 (del Reglamento). - Reajustes, indica:

*“En el caso de obras, los reajustes se calculan en base al coeficiente de reajuste “K” conocido al momento de la valorización. Cuando se*

*conozcan los Índices Unificados de Precios que se aplican, 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 sin reconocimiento de intereses”.*

En el Artículo 196 (del Reglamento). - Discrepancias respecto de valorizaciones o metrados, en el inciso 196.2 indica:

*“Si la valorización de la parte en discusión representa un monto igual o superior al cinco por ciento (5%) del contrato actualizado, la parte interesada puede someter dicha controversia a conciliación y/o arbitraje, o a la Junta de Resolución de Disputas, (...)”*

**2.1.1.10. Opinión N° 172-2019/DTN del Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE).** En el Ítem 2.1.2 indica:

*“(...) cabe anotar que al establecer la aplicación de formulas de reajustes a dichas contrataciones, la normativa –en concordancia con el Principio de Equidad- procuraba equilibrar el valor de los elementos que intervenían durante su ejecución, (...), a fin de que se pague el valor real de tales elementos, (...)”*

Tal como se indica en el ítem 2.1.2, las fórmulas polinómicas o de reajuste buscan equilibrar el valor de los elementos que intervienen en la ejecución de un proyecto. Esto es importante aclarar, ya que la presente investigación indica que si la formula polinómica no ha sido desarrollada de forma congruente y, por ende, no equilibra el valor de los elementos involucrados durante la ejecución de un proyecto de infraestructura vial, no se estaría cumpliendo el principio de equidad el cual indica:

*“Las prestaciones y derechos de las partes deberán guardar una razonable relación de equivalencia y proporcionalidad, sin perjuicio de las facultades que corresponden al Estado en la gestión del interés general”*

2.1.1.11. **Opinión N° 022-2020/DTN del Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE).** En el Ítem 2.1.3, último párrafo, se indica:

*“(...) la obligación de reajustar las valorizaciones tenía por objeto actualizar el valor de los elementos que intervenían en la ejecución de una obra, (...). De esta manera, se busca mantener el equilibrio económico de la contratación.”*

En lo indicado en el ítem 2.1.3. se aclara que el objetivo del uso de las fórmulas polinómicas es la búsqueda de mantener el equilibrio económico de la contratación, en este caso los proyectos públicos de infraestructura vial.

2.1.1.12. **Opinión N° 007-2021/DTN del Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE).** En el Ítem 2.2, último párrafo, se indica:

*“(...) la obligación de reajustar las valorizaciones tenía por objeto actualizar el valor de los elementos que intervenían en la ejecución de una obra, (...), de esta manera, mantener el equilibrio económico del contrato.”*

En lo indicado en el ítem 2.2. se reitera lo mencionado en la opinión N° 022-2020/DTN que pone como objetivo del uso de las fórmulas polinómicas, la búsqueda de mantener el equilibrio económico de la contratación, en este caso los proyectos públicos de infraestructura vial.

2.1.1.13. **Opinión N° 053-2022/DTN del Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (OSCE).** En el Ítem 2.1.1, último párrafo, se indica:

*“(...) la previsión de formulas de reajuste –cuando la Entidad así lo determine- permitirá que durante la ejecución contractual se mantenga una adecuada relación de equivalencia entre las prestaciones ejecutadas*

*por el contratista y el pago que la Entidad debe realizar por estas, resguardándose el equilibrio económico que debe existir en todo contrato.”*

Como se puede apreciar en lo indicado en el ítem 2.1.1 se reitera el objetivo de la fórmula polinómica y al mismo tiempo se hace hincapié en que la existencia de las fórmulas polinómicas o de reajuste busca una adecuada relación de equivalencia entre las prestaciones ejecutadas y los pagos, así como, el resguardo del equilibrio económico que debe existir en todo contrato, en este caso, en los proyectos públicos de infraestructura vial en el Perú.

## **2.2. Investigaciones relacionadas con el tema**

**Sarmiento Soto, J. (1983)**, en la publicación realizada por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), “El Sistema de Reajuste de Precios en la Construcción”, presenta la forma de cálculo y desarrollo de los costos de un proyecto (análisis de precios unitarios), como reajustar los costos del proyecto, la definición de los índices unificados de precios de la construcción, los coeficientes de incidencia de cada uno de los índices, coeficiente de reajuste y como se aplica la fórmula polinómica para diferentes casos de obras en el Perú.

**Castillo Aristondo R. et al. (1986)**, a través del fondo editorial de la CAPECO, en la 12va edición de su revista “Colección del Constructo”, publicaron su libro: “Sistema de reajuste de precios por fórmulas polinómicas en la construcción”. CAPECO, en la 7ma edición, exponen la difusión de la Metodología y Aplicación de las Fórmulas Polinómicas como Sistema de Reajuste de Precios en la construcción de nuestro medio, aplicando las teorías, prácticas, definiciones y consideraciones necesarias para el cálculo de la estructura total de la fórmula polinómica, detallando la descripción de cada concepto y término.

Tal como indica en su Capítulo II, menciona los artículos 2do y 4to del D.S. N° 011-79-VC, los cuales indican la estructura base de la fórmula polinómica y los conceptos de cada parte de dicha estructura:

## Figura 2

Detalle del Artículo 2do del D.S. N° 011-79-VC.

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

**Reajuste de precio.**— Es el aumento del costo de construcción que se calcula para un período, para efectos de reconocimiento al contratista.

**Elementos.**— Son aquellos que intervienen en la ejecución de la obra y que determinan su costo. La suma del costo de cada elemento hace el costo total de la obra.

**Coeficiente de incidencia.**— Es la proporción expresada en cifras decimales del costo de cada elemento o grupo de elementos en relación al costo total de la obra.

**Índice de precio.**— En cuanto a su uso en la fórmula polinómica, es el número abstrato que expresa la relación que existe entre el precio de un elemento, en una fecha determinada y el que tuvo en otra anterior fijado como base.

**Metodología y normas.**— Para elaborar una fórmula polinómica de reajuste, es necesario contar, básicamente, con el presupuesto de la obra y el análisis de precio unitario de cada partida de dicho presupuesto.

*Nota.* Adaptado de *Sistema de reajuste de precios por formulas polinómicas en la construcción*, por Castillo Aristondo, R. et al. (1986)

Del artículo 4to, tomaremos el primer párrafo, que es el que necesitamos para aclarar la terminología:

### Figura 3

*Detalle del Artículo 4to del D.S. N° 011-79-VC*

**Artículo 4o.**— Se considera “obra” para los efectos del presente Decreto Supremo a toda construcción sea ésta independiente o que forme parte de un conjunto de construcciones similares por la naturaleza de las partidas que agrupe; cada obra podrá tener hasta un máximo de cuatro (4) fórmulas polinómicas. En caso que en un contrato existan obras de diversa naturaleza, sólo podrá emplearse hasta ocho (8) fórmulas polinómicas.

*Nota.* Adaptado de *Sistema de reajuste de precios por formulas polinómicas en la construcción*, por Castillo Aristondo, R. et al. (1986)

Gracias a la información obtenida de esta publicación, podemos definir los conceptos básicos, detallar la estructura base de una formula polinómica y corroborar que lo indicado en el D.S. N° 011-79-VC se usa de forma correcta en las obras desarrolladas en el país.

**Ramos Salazar, J. (1994)**, a través del fondo editorial de la CAPECO, publico su libro: “Sistema de Reajustes en la Construcción”, presento la metodología y aplicación de las Fórmulas Polinómicas como sistema de reajuste de las variaciones de costos de los diferentes insumos (mano de obra, materiales, equipos, sub contratos, etc.) de una obra de construcción. Así mismo, en dicha publicación, hace mención y detalla la legislación existente en otros países de Latinoamérica, sobre los sistemas que utilizan para el reajuste de precios, dejando entre ver, que no existe una única manera de cálculo de los reajustes totales de las obras de construcción. Esto nos permite evaluar nuevas metodologías, para mejorar y/o complementar la actual legislación en nuestro país.

Haremos el detalle de las legislaciones de algunos países de Latinoamérica, como lo menciona en su publicación:

- **Fórmula Polinómica en Bolivia**

Normativa: Decreto Supremo N° 18948 de mayo de 1982

Art. N° 01.- Mediante el presente Decreto, se establecen las condiciones generales de reajuste inmediato de precios de obras de construcción emergentes de contratos celebrados entre personas naturales o jurídicas, públicas y privadas.

Consideraciones Generales:

- $R = Fa \times Vr$
- $Vr = Po - A$
- Donde:
  - $R =$  Reajuste
  - $Fa =$  Factor de actualización
  - $Vr =$  Valor reajutable
  - $Po =$  Valor contractual
  - $A =$  Anticipos
- El factor de actualización  $Fa$ , está dado por la siguiente “Fórmula Polinómica General”:

$$Fa = 0.93 \left[ e \left( \frac{E_1}{E_0} - 1 \right) + f \left( \frac{F_1}{F_0} - 1 \right) + g \left( \frac{G_1}{G_0} - 1 \right) + h \left( \frac{H_1}{H_0} - 1 \right) \right. \\ \left. + j \left( \frac{J_1}{J_0} - 1 \right) + k \left( \frac{K_1}{K_0} - 1 \right) + l \left( \frac{L_1}{L_0} - 1 \right) + m \left( \frac{M_1}{M_0} - 1 \right) \right. \\ \left. + n \left( \frac{N_1}{N_0} - 1 \right) + q \left( \frac{Q_1}{Q_0} - 1 \right) + s \left( \frac{S_1}{S_0} - 1 \right) + t \left( \frac{T_1}{T_0} - 1 \right) \right. \\ \left. + u \left( \frac{U_1}{U_0} - 1 \right) \right]$$

- Coeficientes: e, f, g, h, j, k, l, m, n, q, s, t y u, con los porcentajes de incidencia de las trece (13) familias en que han sido clasificados los componentes de una obra de construcción.
- Clasificación de las familias de componentes de una obra de construcción:
  - $E_0$  y  $E_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **mano de obra**.
  - $F_0$  y  $F_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **cemento**.
  - $G_0$  y  $G_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **agregados**.
  - $H_0$  y  $H_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **cerámicas**.
  - $J_0$  y  $J_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **aglomerantes**.
  - $K_0$  y  $K_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **madera**.
  - $L_0$  y  $L_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **otros materiales nacionales**.
  - $M_0$  y  $M_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **fierro**.
  - $N_0$  y  $N_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **vidrios**.
  - $Q_0$  y  $Q_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **sanitarios**.

- $S_0$  y  $S_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **otros materiales importados.**
  - $T_0$  y  $T_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **maquinaria.**
  - $U_0$  y  $U_1$  - valores iniciales y actualizados respectivamente de **combustible.**
  - 0.93 - Factor de castigo a utilidades
- **Fórmula Polinómica en Brasil**

Normativa: Decreto N° 185 de 23 de febrero de 1967 aprobado por la Ley Federal N° 4370 de 28 de Julio de 1964

Consideraciones Generales:

○  $R = 0.9 V \left( \frac{I_1 - I_0}{I_0} \right)$

○ Donde:

- $R$  = es el valor del reajuste
- $I_0$  = es el índice de precios verificados en el mes de presentación de la propuesta que dio origen al contrato.
- $I_1$  = es el promedio aritmético de los índices mensuales del periodo que deberá ser reajustado.
- $V$  = es el valor contractual de la obra o del servicio a reajustarse.

- **Fórmula Polinómica en Chile**

Normativa: Resolución MOP N° 3 de 02 de enero de 1988. “Reajuste Polinómico empleado por el Ministerio de Obras Publicas”

Art. N° 31.- Reajuste

En este contrato se considera un reajuste Polinómico R., de acuerdo con lo estipulado en la Resolución MOP 3 del 02.01.86.

Consideraciones Generales:

$$R = 0.3017 \text{ I.S.S.} + 0.2267 \text{ dolar} + 0.2184 \text{ cemento} + \\ 0.0253 \text{ asfalto} + 0.0012 \text{ acero} + \\ 0.1179 \text{ I.P.C.} + 0.0278 \text{ petroleo} + 0.000 \text{ explosivos}$$

○ Donde:

- I.S.S. = Es el porcentaje de variación experimentado por el Índice de Sueldos y Salarios, determinados por el INE, entre el mes anterior al ante precedente a la fecha del Estado de Pago, y el mes anterior al ante precedente a la fecha de la apertura de la propuesta
- Dólar = Se define como el porcentaje de variación que experimenta el valor del dólar americano (Valor Promedio Ponderado) determinado por el Banco Central de Chile. Esta variación se determinará entre el valor del último día hábil del mes anterior a la fecha del Estado de Pago y el valor del último día hábil del mes anterior al de la fecha de apertura de la propuesta.
- Cemento = Se define como el porcentaje de variación que experimente el precio de venta neta al público del kg. de cemento corriente determinado por el INE para el cálculo del IPC de cada mes. Esta variación se determinará entre el valor del mes anterior a la fecha del estado de Pago y el valor del mes anterior a la fecha de la apertura de la propuesta.
- Asfalto = Es el porcentaje de variación que experimente el precio de venta neto de la tonelada de Pitch Asphaltico (Fondos de Vacío) puesto en la Refinería de Petróleo Con Con, entre el último día del mes anterior a la fecha del Estado de Pago y el último día del mes anterior a

la fecha de apertura de la propuesta o sus modificaciones. Este precio será proporcionado por la ENAP mensualmente.

- **Petróleo** = Es el porcentaje por metro cubico de petróleo diésel, puesto en servicio publicado por el INE para el cálculo del IPM (Índice de Precios al por Mayor), entre el precio del último día del mes anterior a la fecha de Pago y el último día del mes anterior a la fecha de apertura de la propuesta.
- **Acero** = Se define como el porcentaje de variación que experimente el valor del precio de venta neto de la tonelada de barras de acero redondo para hormigón neto de la tonelada de barras de acero redondo para hormigón armado, determinado por el INE para el cálculo del I.P.M. (Índice de Precios al por Mayor) de cada mes. Esta variación se determinará entre el valor del mes anterior a la fecha de Pago y el valor del mes anterior al de la apertura de la propuesta.
- **I.P.C.** = Es el porcentaje de la variación del Índice de Precios al Consumidor determinado por el INE, entre el mes anterior a la fecha del Estado de Pago y al mes anterior al de la fecha de la apertura de la propuesta.
- **Explosivos** = Se determinará de acuerdo con la variación que experimente el precio de venta neto del kg. De dinamita Tronex, determinado por el INE para el cálculo del I.P.M. de cada mes. Esta variación se determinará entre el valor del mes anterior a la fecha del Estado de Pago y el valor del mes anterior al de la fecha de la apertura de la propuesta.
- **Precio Venta Neto:** Corresponde al precio de venta excluido el Impuesto al Valor Agregado (IVA)

- **Fórmula Polinómica en Colombia**

Normativa: “Sistema de reajustes que se utiliza en el Ministerio de Obras Publicas”

Consideraciones Generales:

- $$P = P_o \left( K_1 \frac{A}{A_o} + K_2 \frac{B}{B_o} + K_3 \frac{C}{C_o} + K_4 \frac{D}{D_o} \right)$$

- Donde:

- $P_o$  = Representa el valor original (Valor Unitario del Contrato).

- $P$  = Representa el valor en el momento de realizar el análisis (Valor Ajustado)

- $A_o, B_o, C_o, D_o$  = Representan los índices de costo para la fecha inicial del contrato (fecha del Contrato), la cual corresponde generalmente con la fecha de cierre de las licitaciones, su valor es el dato recopilado en publicaciones estadísticas y periódicas, para la fecha indicada y para el grupo de obras del ítem por ajustar.

- $A, B, C, D$  = Son los índices del mes en que se ejecutó la obra para ajustar.

- $K_1, K_2, K_3, K_4$  = Corresponden a las constantes cuyas sumas deben ser iguales a 1.00, la cual permite ponderar para cada grupo el valor del índice A (equipos), el B (jornales), el C (materiales y combustibles) y el D (administración).

- Para el ajuste de las actas de obra, el Ministerio de Obras Publicas ha dividido los ítems de pago en cinco grupos, calculando mensualmente para cada uno de ellos, los índices correspondientes de la fórmula  $P = P_o I/I_o$ .

- Grupo Primero : El índice correspondiente a este grupo mide las variaciones del costo en construcción de obras de explotación, sub base y bases de toda clase, inclusive proceso de estabilización de suelos, rellenos de toda clase, transporte de materiales y demás obras no comprendidas en los demás grupos. Su valor se deduce aplicando la siguiente fórmula:

$$P = P_o \left( 0.52 \frac{A}{A_o} + 0.15 \frac{B}{B_o} + 0.16 \frac{C}{C_o} + 0.17 \frac{D}{D_o} \right)$$

- Grupo Segundo : El índice correspondiente a este grupo mide las variaciones del costo en construcción de obras de arte, excavaciones de toda clase para mamposterías, desagües y zanjas de construcción a mano, cercas de alambre de púas, mampostería de concreto simple, ciclópeo reforzado, corriente y pre tensionado; hierro para refuerzo, acero de alta resistencia, apoyos de neopreno, alcantarillas y filtros de toda clase. Su valor se deduce aplicando la siguiente fórmula:

$$P = P_o \left( 0.11 \frac{A}{A_o} + 0.50 \frac{B}{B_o} + 0.22 \frac{C}{C_o} + 0.17 \frac{D}{D_o} \right)$$

- Grupo Tercero : El índice correspondiente a este grupo mide las variaciones del costo de construcción de toda clase de pavimento con asfalto líquido como imprimaciones, tratamientos superficiales, mezcla en vía y asfalto consumido en estabilización de suelos. Su valor se deduce aplicando la siguiente fórmula:

$$P = P_o \left( 0.41 \frac{A}{A_o} + 0.15 \frac{B}{B_o} + 0.27 \frac{C}{C_o} + 0.17 \frac{D}{D_o} \right)$$

- Grupo Cuarto : El índice correspondiente a este grupo mide las variaciones del costo en construcción de toda clase de pavimento con asfalto sólido, tipo mezcla en planta. Su valor se deduce aplicando la siguiente fórmula:

$$P = P_o \left( 0.33 \frac{A}{A_o} + 0.13 \frac{B}{B_o} + 0.37 \frac{C}{C_o} + 0.17 \frac{D}{D_o} \right)$$

- Grupo Quinto : El índice correspondiente a este grupo mide las variaciones del costo de construcción de toda clase de pavimento con cemento Portland y el cemento consumido en estabilización de suelos. Su valor se deduce aplicando la siguiente fórmula:

$$P = P_o \left( 0.33 \frac{A}{A_o} + 0.21 \frac{B}{B_o} + 0.29 \frac{C}{C_o} + 0.17 \frac{D}{D_o} \right)$$

- **Fórmula Polinómica en Guatemala**

Normativa: Decreto Ley N° 112-85 y su Reglamento, Acuerdo Gubernativo N° 1039-85

Consideraciones Generales:

- $R = (C - 1)0.85 E$
- Donde:
  - R = Valor del reajuste
  - E = Estimación bruta mensual
  - 0.85 = Factor de costo de cada estimación
  - C = Factor del reajuste que se calculara de acuerdo con la siguiente fórmula:

- $C = K_o + \sum K_e x \frac{I_e}{I_{eo}}$

Donde:

- Ko = Coeficiente que representa los gastos fijos del contrato.

- $K_e$  = Coeficiente de ponderación de cada elemento dentro del contrato
- $I_e$  = Índice de precios del elemento en el mes a que corresponde la estimación de trabajo.
- $\sum$  = Sumatoria.

- **Fórmula Polinómica en México**

Normativa: “Lineamientos para la integración de precios unitarios y del procedimiento para el ajuste de estos del 15 de octubre de 1982

Consideraciones Generales:

- $K = P \frac{F}{I}$
- Donde:
  - $K$  = Factor de ajuste.
  - $P$  = Participación de los insumos en los cargos integrantes del precio unitario.
  - $F$  = Índices relativos de costo o costos de los cargos de los insumos integrantes del precio unitario en la fecha del ajuste.
  - $I$  = Índices relativos de costo o costos correspondientes a los cargos de los insumos integrantes del precio unitario en la fecha de celebración del contrato.
- La fórmula de ajuste desarrollado por el caso general será la siguiente:

$$K = P_s \frac{F_s}{I_s} + P_m \frac{F_m}{I_m} + P_e \frac{F_e}{I_e} + \dots + P_x \frac{F_x}{I_x}$$

○ Donde:

- $P_s + P_m + P_e + \dots + P_x = 1$
- $P_s =$  Participación con que interviene la mano de obra en el costo directo del precio unitario.
- $P_m =$  Participación con que intervienen los materiales en el mismo costo directo.
- $P_e =$  Participación con que interviene la maquinaria de construcción en dicho costo directo.
- $P_x =$  Participación con que interviene el Factor X en el costo.

● **Fórmula Polinómica en República Dominicana**

Normativa: Fórmula de Escalamiento de precios de 1984.

La fórmula se utiliza teniendo en cuenta, generalmente, las partes genéricas, tal como se presenta a continuación:

Consideraciones Generales:

$$\begin{aligned} \circ \quad P_i = P_o \left[ K_C \frac{C_{ic}}{C_{oC}} + K_A \frac{C_{iA}}{C_{oA}} + K_E \frac{C_{iE}}{C_{oE}} + K_{Ag} \frac{C_{iAG}}{C_{oAg}} + K_{ME} \frac{C_{iME}}{C_{oME}} + \right. \\ \left. K_{MC} \frac{C_{iMC}}{C_{oMC}} + K_{PV} \frac{C_{iPV}}{C_{oPV}} + K_S \frac{C_{iS}}{C_{oS}} + K_{IE} \frac{C_{iIE}}{C_{oIE}} + K_{MO} \frac{C_{iMO}}{C_{oMO}} + \right. \\ \left. K_O \frac{C_{iO}}{C_{oO}} \right] \end{aligned}$$

○ Donde:

- $P_i =$  Precio del Contrato (Costo Directo en el momento de la revisión).
- $P_o =$  Precio Original.
- $K =$  Porcentaje del costo directo del concepto (Cemento, acero, encofrado, etc.).

- Ci = Costo del concepto en el momento de la revisión.
- Co = Costo del concepto en el momento de la contratación.

- **Fórmula Polinómica en Venezuela**

Normativa: Decreto Presidencial N° 1821, publicado en la Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 34.797 de 12 de Setiembre de 1991.

Se presenta el planteamiento elaborado por la Cámara Venezolana de la Construcción

Consideraciones Generales:

- $V_m = K_m \times V_o$
- Donde:
  - $V_m$  = Valor de la obra ejecutada en un periodo determinado (mes “m”).
  - $V_o$  = Valor de la obra ejecutada en un periodo determinado a los precios del presupuesto original (mes “0”), sin incluir las variaciones de precios.
  - $K_m$  = Coeficiente de reajuste de las valuaciones de la obra ejecutada en el mes “m” como resultado de la aplicación de la fórmula polinómica y de la sustitución en ella de la variación de los índices de precios de los elementos que intervienen en la construcción.
- $$K_m = \left[ a \frac{M_m}{M_o} + b \frac{E_m}{E_o} + c \frac{T_m}{T_o} + d \frac{M O_m}{M O_o} + e \frac{G U_m}{G U_o} \right]$$

○ Donde:

- $K_m$  = Coeficiente de reajuste del precio de la obra realizada en el mes “m”, como resultado de las variaciones de precios de los elementos que intervienen en su construcción.
- a, b, c, d, e = Incidencia de los materiales, equipos, transportes, mano de obra y costos indirectos (Administración y Gastos Generales + costos de financiamiento + utilidad) respectivamente, en el precio de la obra, expresados en tanto por uno.
- $M_o, E_o, T_o, M_{Oo}, G_{Uo}$  = Índices de precio de los materiales, equipo, transporte, mano de obra, y administración y gastos generales, correspondientes al mes en que se presenta el presupuesto original o al de la firma del contrato, si el presupuesto ha sido actualizado a la fecha de la firma del contrato.
- $M_m, E_m, T_m, M_{Om}, G_{Um}$  = Índices de precio de los materiales, equipo, transporte, mano de obra, y administración y gastos generales, correspondientes al mes en que se realiza la obra.

Como hace referencia en su publicación el Ing. Ramos Salazar, existen diferentes formas de evaluar, calcular y determinar el factor de reajuste respectivo, para los costos de las obras.

Lo mencionado anteriormente, reafirma nuestra hipótesis respecto a la posibilidad de generar una fórmula polinómica que beneficie a ambas partes y sobre todo mantener el equilibrio económico de los proyectos.

**Salinas Seminario y Álvarez Illanes (2003)**, en su publicación “Manual de liquidación técnico financiera de obras públicas” a través de la editorial del Instituto Pacifico S.A.C., hacen una evaluación de la problemática existente al interior de las entidades públicas de los distintos niveles de gobierno frente a la inversión necesaria en búsqueda del desarrollo y una mejor calidad de vida de la población. Es por ello por lo que en esta publicación

desarrollan los aspectos relacionados con la estimación de costos y presupuestos, la formulación del expediente técnico y la ejecución y liquidación de obras.

Es importante indicar que la publicación desarrolla los aspectos teóricos conceptuales y la casuística correspondiente a la liquidación técnico-financiera de obras, incluyendo la gestión, ejecución de proyectos y obras públicas, que buscan como propósito mejorar los procedimientos de liquidación de obras así como su recepción y conformidad, buscando acciones efectivas y eficientes, tanto en el manejo financiero-presupuestal como en la gestión administrativa de los documentos técnicos que se usan en un proyecto.

Dentro de la publicación menciona la definición de los costos de obra, costos directos e indirectos, fórmulas polinómicas, cálculo del coeficiente de reajuste y los reajustes de obra.

**Panto G. (2005)**, en su trabajo, “Analizar el control de precios en el proceso de adjudicación y ejecución de obras de la gerencia de las obras de infraestructura ejecutadas por el gobierno de Taracuy” en la Universidad Centro Occidental “Lisandro Alvarado” de la República Bolivariana de Venezuela, menciona que las alteraciones de los costos, son los que marcan la diferencia existente entre dos cantidades en forma conceptual, conformadas por las diferencias existentes entre dos costos o índices. Finalmente, expone una fórmula polinómica que es propuesta por García (2002), mediante la adecuación respectiva al sector construcción venezolano y la bibliografía que se tiene disponible. El trabajo lleva el respaldo normativo, según Ley de Licitaciones y el Decreto N° 1417 del presidente de la República de Venezuela. La fórmula polinómica es la siguiente:

#### Figura 4

*Fórmula polinómica propuesta por García (2002), adecuada al sector venezolano*

$$Pa = \left( \frac{Pf - Po}{Po} \right) \times 100 \quad \text{ó} \quad Pa = \left( \frac{Pf}{Po} - 1 \right) \times 100$$

Donde:

- Pa = Porcentaje de aumento
- Pf = Precio ó Índice final
- Po = Precio ó Índice inicial

*Nota.* Adaptado de *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*, por Araujo C. (2017)

**Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua (2008)**, publico, a través de su División de Planificación – MTI, el “Manual para la revisión de costos y presupuestos”, el cual define a la fórmula polinómica de la siguiente manera: “*La fórmula polinómica, - tal como su nombre lo indica-. Es una estructura matemática formado por la sumatoria de varios monomios aplicados a su vez a cada uno de los componentes de la estructura de costos de un proyecto de construcción.*”. La Fórmula Polinómica que se ajusta a los conceptos y componentes del costo de las actividades contratadas y ejecutadas en un proyecto típico de construcción vial, se puede definir como:

#### Figura 5

*Fórmula polinómica - Nicaragua*

$$P = A \frac{MN}{Mno} + B \frac{MI}{Mio} + C \frac{EQ}{Eqo} + D \frac{CB}{Cbo} + E \frac{MO}{Moo}$$

*Nota.* Adaptado de *Manual para la revisión de costos y presupuestos*, por Ministerio de Transportes e Infraestructura de Nicaragua (2008)

Donde:

- P : Factor de ajuste de precios para actualizar cada Avalúo.
- A : Coeficiente de peso de los Materiales Nacionales
- B : Coeficiente de peso de los Materiales Importados (No aplica)

C	:	Coefficiente de peso del Equipo y Maquinaria (No aplica)
D	:	Coefficiente de del peso del Combustible
E	:	Coefficiente de peso de la Mano de Obra
MN	:	Índice de los materiales nacionales correspondiente al ajuste
MI	:	Índice de los materiales importados correspondiente al ajuste
EQ	:	Índice de Equipo y Maquinaria correspondiente al ajuste
CB	:	Índice del combustible
MO	:	Índice de la Mano de Obra
MNo	:	Índice de los Materiales Nacionales a la fecha de la licitación
MIo	:	Índice de los Materiales Importados a la fecha de la licitación
EQo	:	Índice de Equipo y Maquinaria a la fecha de la licitación
CBo	:	Índice del Combustible a la fecha de la licitación
MOo	:	Índice de la Mano de Obra a la fecha de la licitación

**Herrera, C. (2011)**, publico, en su tesis de máster en Ingeniería Civil con Mención en Ingeniería Vial, el análisis de riesgo de la variabilidad de la fórmula polinómica para proyectos viales con el uso del programa de computadora RELAN.

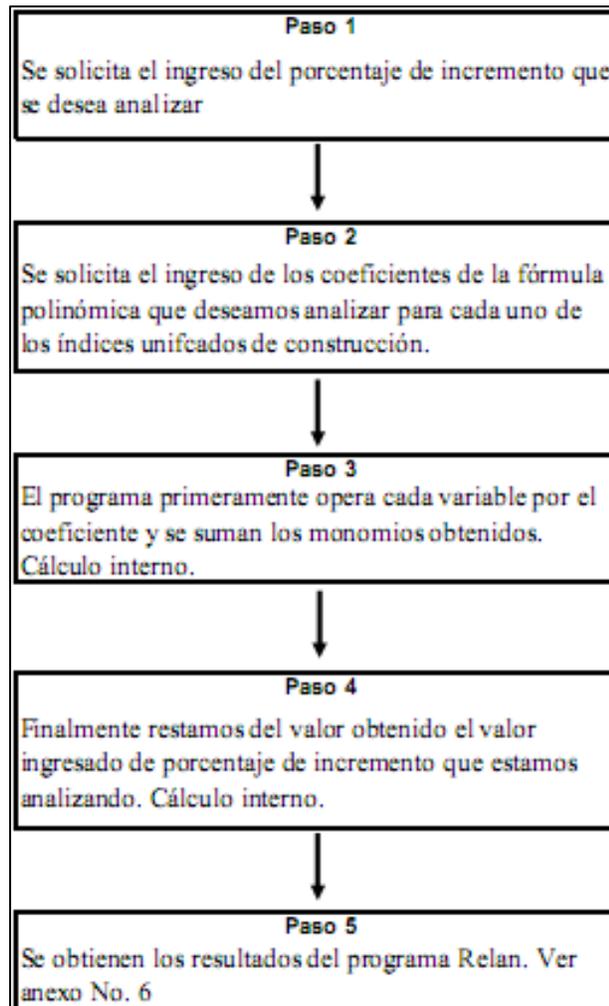
En esta tesis, Herrera (2011) indica que “si la formula polinómica está correctamente elaborada y estructurada, tanto en coeficientes como en índices, será lo más justo y equitativo para ambas partes” (p. 2), lo cual refleja la necesidad de tener una formula polinómica correctamente elaborado y relacionada con el presupuesto sobre el cual se usará.

Así mismo, elabora una solución computacional, aplicando dicho programa, permitiendo determinar la confiabilidad del valor de “K” (factor de reajuste total) de la fórmula polinómica. Para ello, genera una base de datos de varios proyectos, que le permitirá evaluar la variabilidad de la fórmula polinómica. Esta base de datos contiene, la relación de índices unificados de construcción seleccionados en dichos proyectos, las fórmulas polinómicas, los índices unificados usados en las fórmulas polinómicas, valores de cada uno de los índices unificados de precios de la construcción seleccionados en el periodo de tiempo de evaluación de la tesis. Este periodo seleccionado, es determinado por una encuesta realizada a diferentes funcionarios de la unidad gerencial de estudios y la unidad gerencial

de obra, que le permite determinar un promedio. La metodología de trabajo que se uso fue la siguiente:

**Figura 6**

*Diagrama de la metodología de trabajo*



*Nota.* Adaptado de *Análisis de la variabilidad de la fórmula polinómica para proyectos viales*, por Herrera, C. (2011)

Luego, procedió a la elaboración del programa en lenguaje Fortran que uso en el programa de computadora RELAN. El programa en lenguaje Fortran, tuvo establecida la siguiente estructura:

## Figura 7

### *Proceso de elaboración de programa en lenguaje Fortran*

- **Primero.** Se solicita el ingreso del porcentaje de incremento que se desea analizar, se debe de ingresar en forma de decimales, por ejemplo, si deseamos conocer la probabilidad de un incremento igual al 10%, debemos ingresar 1.1. La línea 100 del programa.
- **Segundo.** Se solicita el ingreso de los coeficientes de la fórmula polinómica que deseamos analizar para cada uno de los índices unificados de construcción indicados en la tabla 2.01. En este programa se ha decidido trabajar con 19 índices, por lo que en caso que la fórmula polinómica que estemos analizando no considere algunos de los 19 índices se debe de colocar cero ( 0 ). Desde la línea 200 hasta la 380 del programa.
- **Tercero.** El programa primeramente opera cada variable por el coeficiente y se suman los monomios obtenidos. En la subrutina GFUN. El cálculo es interno, no se muestra el valor de cada monomio ni el valor de la suma total de los monomios.
- **Cuarto.** Finalmente restamos del valor obtenido el valor ingresado de porcentaje de incremento que estamos analizando. En la subrutina GFUN la línea GXP. El cálculo es interno.
- **Quinto.** Se obtienen los resultados del programa RELAN.

*Nota.* Adaptado de *Análisis de la variabilidad de la fórmula polinómica para proyectos viales*, por Herrera, C. (2011)

Finalmente, el desarrollo de la tesis brindo una herramienta de análisis de la fórmula polinómica que permita aplicar la metodología indicada en dicha tesis para el análisis de la variabilidad del factor de reajuste de la fórmula polinómica, que forma parte del expediente técnico, a fin que las empresas postoras a los procesos de licitación, puedan definir si la fórmula polinómica representa la variación real de precios de los insumos considerados en el presupuesto referencial, evitando el perjuicio económico a la ejecución de la obra.

**Araujo Pereyra, C (2017)**, en su trabajo de tesis de master, “Propuesta de nueva fórmula polinómica para el reajuste de valorizaciones de obra, y de un procedimiento basado en el reajuste de los precios unitarios base”, busca determinar si los resultados de los reajustes totales de valorizaciones de obra, obtenidos por la fórmula polinómica contractual vigente, difieren significativamente con respecto a los obtenidos por la fórmula polinómica por partición del presupuesto de obra, con los obtenidos mediante una nueva fórmula polinómica para el cálculo de un nuevo coeficiente de reajuste automático de precios (Q), y con los obtenidos por un procedimiento basado en el reajuste de los precios unitarios base del

presupuesto de obra. Con esta evaluación busca mejorar la fórmula polinómica para el cálculo del coeficiente de reajuste automático de precios, ya que actualmente no consideran todos los elementos con su real incidencia, y que ello lleva a discrepancias técnicas y legales, entre las entidades públicas, los contratistas ejecutores de obra y/o los supervisores de obra, que resultan en gestiones legales de alto costo económico para las partes, gestiones no consideradas en el presupuesto de ejecución del proyecto.

En su trabajo, el Ing. Araujo, detalla el procedimiento para determinar la fórmula polinómica para el cálculo del coeficiente de reajuste convencional, el procedimiento para determinar la fórmula polinómica para el cálculo del coeficiente de reajuste por participación del presupuesto (Kpp) y el procedimiento para la elaboración de la nueva fórmula polinómica propuesta (Q).

La tesis confirma su hipótesis, indicando que los resultados de los reajustes de obra obtenidos por las 3 fórmulas difieren significativamente en su mayor porcentaje, validando el uso de la esta nueva metodología de cálculo, para los proyectos considerados en la delimitación de la investigación.

**Salinas Seminario y Huerta Amoretti (2019)**, a través del fondo editorial del Instituto de la Construcción y Gerencia, publican la 12va edición de su libro: “Costos y Presupuestos de Obra”, a través de la cual se hizo la revisión y actualización de todos los contenidos de ediciones pasadas, así como la ampliación de conceptos, referentes a la definición de costos y presupuestos, metrados, costos directos, costos indirectos, presupuestos de obra y fórmulas polinómicas, incluyendo normas, elementos y metodologías para el análisis y evaluación técnico económica de los proyectos. Así mismo, actualizan los conceptos referentes a la Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento.

En el título 6.2 Definición, del Capítulo 6, a la letra indica:

*“La fórmula polinómica **es 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 (mano de obra,*

*materiales, equipo, gastos generales) dentro del costo o presupuesto total de la obra”* (el subrayado y sombreado es propio del presente trabajo de tesis).

Esta definición nos permite, sostener que las fórmulas polinómicas son directamente relacionadas con el presupuesto del cual derivan, por lo tanto, respalda la incongruente de realizar el reajuste de un presupuesto de obra con la fórmula polinómica elaborada en base a otro presupuesto.

En el título 6.5, presenta las condiciones normativas de las fórmulas polinómicas, para su análisis, elaboración y conformación de estructura. En dicho título se indica:

- a) Número máximo de Monomios: 8 monomios.
- b) Cada monomio (a excepción de los monomios generados con los índices de Mano de Obra y el de Gastos Generales y Utilidad, excepción práctica ya que la norma no lo señala), puede contener como máximo 3 índices unificados. Esto es debido a que en una obra hay diversidad de materiales.
- c) Los coeficientes de incidencia de cada monomio deben ser, como mínimo, igual o mayor a 5% (0.050). Por lo tanto, 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 el 5% (0.050).

En el título 6.6, describe de forma práctica y sencilla, la metodología de elaboración de una fórmula polinómica, que indica lo siguiente:

- 1) Se identifica el Índice Unificado INEI de cada recurso, en cada uno de los análisis de costos unitarios del Presupuesto.
- 2) Cada monto parcial de cada recurso, en cada costo unitario, se multiplica por el metrado correspondiente a esa partida obteniendo el monto total por recurso.
- 3) Se suman los montos totales de cada partida, por Recursos o Índice, llegando así al monto total acumulado por recurso o índice en el Presupuesto.

- 4) Este monto acumulado por recurso o índice se divide entre el total del Presupuesto: Costo Directo + Gastos Generales + Utilidad. No se incluye IGV.
- 5) El único monto total que no se calcula es el correspondiente al Índice 39 (Gastos Generales y Utilidad) que se obtiene directamente del Presupuesto.
- 6) Se seleccionan los I.U. cuyos porcentajes de incidencia sean mayores al 5%.
- 7) Se agrupan los I.U. que sean menores al 5%, buscando que sobrepasen el mínimo del 5% y que como máximo estén conformados por 3 I.U.
- 8) Se verifica que la sumatoria de incidencias de cada monomio sume el 100% o 1.000.
- 9) Se verifica que no se hayan conformado más de 8 monomios.

**Arones Barbaran, E (2021)**, a través del Capítulo de Ingeniería Civil del Colegio de Ingenieros del Perú, en su exposición sobre “Propuesta de Modificación de Metodología para la Elaboración de Fórmulas Polinómicas”, describe su propuesta mediante la ampliación del uso de todos los insumos considerados en un presupuesto sin restringirlo al uso máximo de monomios y sub monomios según la normativa vigente, basándose en diferentes investigaciones realizadas respecto a las metodologías de elaboración de las fórmulas polinómicas.

Para la presente investigación se han recogido las 3 principales restricciones mencionadas por el expositor, como son:

- Para el cálculo y elaboración de la fórmula polinómica se usa la metodología establecida en el DS-011-79-VC, con una antigüedad de más de 30 años. Dicho decreto ha generado tantas limitaciones por su simplicidad, que a la fecha trae algunas controversias, que han escalado hasta el tribunal del OSCE (Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado)

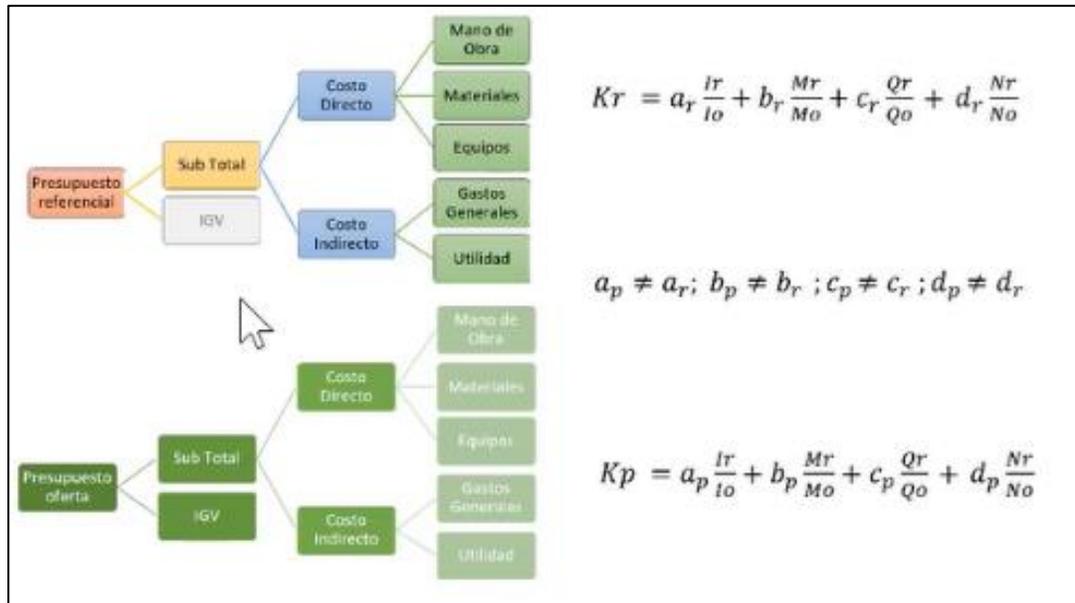
- Restricción inferida para la elaboración y uso de las fórmulas polinómicas, es que esta fórmula polinómica es fija y constante desde que se elabora el expediente técnico, es decir, la fórmula polinómica usada es la del expediente técnico y no la de la propuesta del contratista, dejando de ser representativa al presupuesto ofertado, ya que los coeficientes de incidencia de los monomios salen de las cantidades de los recursos de un presupuesto.
- Debido a que los coeficientes de incidencia están aproximados como máximo al milésimo, el margen de confianza frente a cualquier variación será de 0.1%. Es decir, si cualquier propuesta de metodologías para la elaboración de las fórmulas polinómicas, generara una diferencia que fuera inferior a dicho valor, no sería representativa y por consiguiente no tendría sentido modificar la metodología vigente.

En la presente investigación se recalcan las siguientes consideraciones en el uso de la metodología actual:

- Se debe tener en cuenta que mientras se tengan menos monomios, existiría una mayor limitación para calcular la variación de precios del presupuesto.
- Existe una variedad de insumos desde nacionales y extranjeros, que podrían superar la cantidad de 200 insumos. Sin embargo, el INEI, solo registra y calcula sobre 68 insumos. Aquellos insumos que no figuran en la lista del INEI se encuentran fusionados con otros. Ejemplo práctico, el índice del DÓLAR, que abarca gran cantidad de insumos importados.
- La Fórmula Polinómica del Expediente Técnico -que es la aplicada- no se reformula de acuerdo con la propuesta económica. La propuesta económica difiere del Expediente Técnico, debido a que el Contratista fórmula sus propios valores en función a su conocimiento técnico-económico, según su experiencia y desarrollo empresarial.

**Figura 8**

*Gráfico comparativo del cálculo de las incidencias de los coeficientes de la formula polinómica*



*Nota. Adaptado de Propuesta de Modificación de Metodología para la Elaboración de Fórmulas Polinómicas, por Arones Barbaran, E. (2021)*

- Existen diferentes interpretaciones del cálculo del coeficiente de reajuste cuando existen sub monomios. Interpretaciones derivadas de bibliografía antigua y de la normativa vigente. Las interpretaciones derivan en 3 formas de cálculo: 1. Suma de los promedios ponderados de cada insumo (uso correcto), 2. Uso de la suma de los promedios ponderados de los insumos en el tiempo “r” (mes de cálculo) y lo divide con la suma de los promedios ponderados en el tiempo “0” (mes del presupuesto) y 3. El uso del sub monomio más representativo (de mayor porcentaje de incidencia en el monomio), en base al numeral 2 del DS 11-79-VC.

## Figura 9

Ecuaciones para calcular el coeficiente de reajuste "K" e caso de sub monomios

SIMBOLO	ELEMENTO REPRESENTATIVO	IU	INCIDENCIA %	COEFICIENTE
PCM	CEMENTO PORTLAND I	21 (I)	36 (α)	0.125 (a)
	MADERA TERCIADA PARA ENCOFRADO	45(M)	18.4(β)	
	PLANCHA DE ACERO LAC	56(Q)	45.6(φ)	

• 1.  $- K = a \left( \alpha \frac{I_r}{I_o} + \beta \frac{M_r}{M_o} + \varphi \frac{Q_r}{Q_o} \right)$

2.  $- K = a \left( \frac{\alpha I_r + \beta M_r + \varphi Q_r}{\alpha I_o + \beta M_o + \varphi Q_o} \right)$

3.  $- K = a \left( \frac{Q_r}{Q_o} \right)$

Nota. Adaptado de *Propuesta de Modificación de Metodología para la Elaboración de Fórmulas Polinómicas*, por Arones Barbaran, E. (2021)

- Se considera que para el cálculo del "k", se amplíe el uso de todos los insumos considerados en el presupuesto, se tienen variaciones significativas (respecto al valor de confianza de 0.1%) respecto a lo establecido por la normativa, demostrando la existencia de diferencias ya sea a favor del contratista o de la Entidad Pública contratante.

Finalmente, concluye:

- Para que la diferencia sea irrelevante, no debería superar 0.001 o 0.1%.
- De los cálculos realizados en 50 fórmulas polinómicas, se ha determinado una diferencia absoluta de 3.88% es decir, una variación del 38.8%.
- Por ello, la fórmula polinómica establecida por la normativa actual no refleja la correcta variación de precios de los insumos.

- La redacción del DS 11-79-VC es confusa y genera diferentes interpretaciones.
- Las variaciones de los reajustes utilizando todos los insumos, no tiene una tendencia predeterminada.

Luego de toda su evaluación y conclusiones, el Ing. Arones propone una nueva metodología para el cálculo del coeficiente de reajuste “K”, usando todos los insumos involucrados en el presupuesto de obra, y plantea la siguiente ecuación general de cálculo:

**Figura 10**

*Metodología propuesta para el cálculo del coeficiente de reajuste "K"*

$$K = \sum_{i=1}^n A_i \frac{I_{ri}}{I_{oi}} + g \frac{I_{39i}}{I_{39o}} \quad A_i = \frac{MixPUixli}{PT}$$

Donde:

- n = La cantidad total de los insumos del presupuesto de obra
- A = La incidencia del insumo i.
- I<sub>ri</sub> = El índice unificado del insumo i al mes de la valorización
- I<sub>oi</sub> = El índice unificado del insumo i al mes del valor referencial
- M<sub>i</sub> = Metrado del insumo i
- PU= Precio Unitario del insumo i
- li= Incidencia del insumo i
- PT = Presupuesto sin incluir IGV
- g = Incidencia de los gastos generales y utilidad

*Nota.* Adaptado de *Propuesta de Modificación de Metodología para la Elaboración de Fórmulas Polinómicas*, por Arones Barbaran, E. (2021)

### 2.3. Estructura Teórica y Científica que Sustenta el Estudio

En el Perú, el Decreto Supremo N° 011-89-VC y sus normas modificatorias, ampliatorias y complementarias; es la base legal que estipula, presenta y describe, la metodología para elaborar la fórmula polinómica. Dicha elaboración está estructurada con la información económica resultante de la preparación del presupuesto para dicho proyecto. El expediente técnico contiene toda la información técnico económica, que nos permitirá la elaboración del presupuesto oferta, estos documentos son: análisis de precios de las partidas

y sub partidas, relación de recursos (insumos), análisis de gastos generales, especificaciones técnicas, etc.

En los siguientes puntos pasaremos a detallar cada uno de estos elementos, describiendo su importancia y valor dentro de la elaboración de un presupuesto y por consiguiente de la fórmula polinómica.

### ***2.3.1. Documentación de Costos***

Cuando el propietario de un proyecto sea entidad pública o privada, tiene la necesidad de buscar la mejor oferta contratista para la ejecución de este, propone una licitación o concurso. Para cualquier licitación de un proyecto, todas las empresas postoras realizan el análisis técnico-económico del Expediente Técnico del proyecto.

Para que el propietario de dicho proyecto pueda tener un valor referencial, pide a un consultor, externo o interno, que elabore un análisis técnico-económico, que conlleva a la obtención del estudio definitivo del proyecto.

El valor referencial está sustentado por la siguiente documentación:

- Análisis de precios unitarios de las partidas:

Es la interacción de los recursos, mano de obra, equipos y/o subcontratos, para ejecutar satisfactoriamente, con calidad y según lo indicado por la especificación técnica, la actividad descrita de la partida.

- Análisis de precios unitarios de las sub partidas.

Es la interacción de los recursos, mano de obra, equipos y/o subcontratos, para ejecutar satisfactoriamente, con calidad y según lo indicado por la especificación técnica, las diferentes actividades descritas que conlleven a realizar la partida del proyecto.

- Análisis de Gastos Generales.

Los gastos generales son los gastos no consideradores dentro del costo directo de obra de las actividades consideradas en el presupuesto. Estos gastos se dividen en dos tipos, gastos generales fijos y gastos generales variables.

Los gastos generales fijos, son aquellos gastos que no están influenciados por el tiempo y que se realizarán una sola vez en el proyecto.

Los gastos generales variables, son aquellos gastos que si están influenciados por el tiempo del proyecto y que cada mes se hará un gasto por diferentes conceptos.

- Relación de Recursos del proyecto.

La relación de recursos es la relación de toda la mano de obra, materiales, equipos, sub contratos, etc. que sean necesarios para ejecutar todas las actividades del proyecto y según lo que indiquen las especificaciones técnicas de cada una de las partidas. Esta relación de recursos nos sirve para identificar y programar, qué insumos, en particular los materiales, tienen mayor incidencia en el proyecto, consecuentemente será la base para la elaboración de la fórmula polinómica; generar nuestro calendario de adquisición de materiales y tener un control y manejo de todos los recursos del proyecto.

- Fórmula Polinómica.

La fórmula polinómica es la representación matemática de la estructura de costos del presupuesto, la cual parte de todos los insumos y gastos generales del presupuesto analizado. Cada presupuesto tiene su propia fórmula polinómica, ya que, si existiera alguna variación en las cantidades de mano de obra, materiales, equipos y/o subcontratos, la incidencia de cada material cambiara por lo tanto cambiara la incidencia de cada índice, monomio y finalmente a la modificación de la fórmula polinómica.

Es por eso por lo que a la hora de presentar un presupuesto para la firma del contrato se debe presentar también la fórmula polinómica respectiva para dicho presupuesto.

### **2.3.2. Decreto Supremo 011-79-VC y sus Normas Modificatorias, Ampliatorias y Complementarias.**

El DS 011-79-VC estipula la normativa de análisis, cálculo, evaluación y metodología para la elaboración de las fórmulas polinómicas para los reajustes de obras. Dichas fórmulas generan un coeficiente o factor de reajuste denominado “k”, el cual de acuerdo con la variación de los índices unificados del mercado generan una cifra mes a mes para el respectivo reajuste.

Las fórmulas polinómicas de reajuste automático de los precios de materiales de construcción adoptan la siguiente forma general básica:

$$K = a \times \frac{Jr}{Jo} + b \times \frac{Mr}{Mo} + c \times \frac{Er}{Eo} + d \times \frac{Vr}{Vo} + e \times \frac{GUr}{GUo}$$

Donde:

K : coeficiente de reajuste de la valorización de obra.

a, b, c, d y e : son cifras decimales aproximadas al milésimo que representan los coeficientes de incidencia en el costo de la obra, de los elementos de mano de obra (J), materiales (M), equipo de construcción (E), varios (V), gastos generales y utilidad (GU), respectivamente.

El DS 011-89-VC en el inciso D) del artículo 7 estipula la normativa de análisis, cálculo y metodología para el cálculo del monto máximo a otorgar, del adelanto específico para la compra de materiales. Este monto no deberá exceder el producto del coeficiente de incidencia del elemento representativo correspondiente, por el saldo bruto de obra por valorizar en el instante de hacerse efectivo el adelanto, afectado a su vez por el factor de relación entre el índice de precio del citado elemento representativo a la fecha del adelanto y el que tuvo en la fecha del Presupuesto Base.

De lo antes mencionado podemos inferir que la fórmula polinómica nace de la estructura económica de un presupuesto, es decir, de la base del cálculo de las incidencias de los insumos y la asignación de los índices unificados de precios al consumidor (mano de obra, materiales, equipos y/o subcontratos) usados en la elaboración del presupuesto oferta

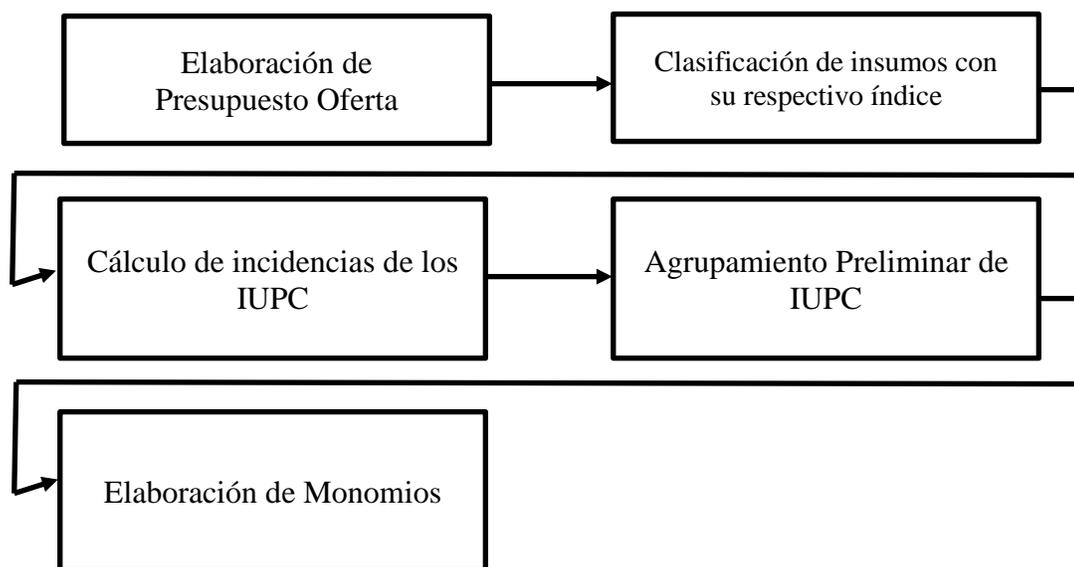
y/o contratado. Posterior a ello, se hace un agrupamiento preliminar de cada uno de dichos índices, para finalmente elaborar los monomios respectivos, según el reglamento vigente.

Es por ello, que la estructura económica de cada presupuesto tiene su propia relación de incidencias de los recursos del proyecto, y consecuentemente de los índices unificados de precios al consumidor.

Presentamos un diagrama de flujo donde se detalla la secuencia constructiva de la Fórmula Polinómica:

### Figura 11

*Diagrama de flujo para la elaboración de la fórmula polinómica*



*Nota.* Gráfico elaborado por el autor.

Es importante reiterar, que en la actualidad se mantiene el uso de la FpR, siendo esta matemáticamente incongruente con la estructura económica del PpO. Lo podemos verificar en una consulta realizada para la LP-SM-10-2021-GRA-SEDECENTRAL-1, del Gobierno Regional de Ayacucho:

## Figura 12

### *Absolución de consulta respecto al uso de la fórmula polinómica en un proceso de licitación pública en Perú*

Ruc/código :	20381882919	Fecha de envío :	25/10/2021
Nombre o Razón social :	EDIFICACIONES MONTJOY O.CONTRATISTAS GENERALES SOCIEDAD ANONIMA - EDIMOCG S.A.	Hora de envío :	12:05:17

**Consulta:** Nro. 27

**Consulta/Observación:**  
De acuerdo a la opinión de expertos y la Opinión N° 006-2009/DOP se entiende por fórmula polinómica a la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto constituida por la sumatoria de términos denominados monomios, los cuales consideran la participación e incidencia de los principales recursos (mano de obra, materiales, equipos, gastos generales, etc.) dentro del costo o presupuesto general de obra, dicho lo anterior solicitamos confirmar que para el reajuste de precios del presupuesto, se usara la fórmula polinómica elaborada por el contratista, concordante con su oferta económica, a lo largo de todo el proyecto.

**Acápite de las bases :** Sección: General      Numeral: 1      Literal: A      Página: 1

**Artículo y norma que se vulnera (En el caso de Observaciones):**

**Análisis respecto de la consulta u observación:**  
Se precisa que se respetará la fórmula polinómica que se encuentra en el Tomo III, folio 848 del Expediente Técnico Reformulado Parcial y Actualización de Costos y Presupuestos.

**Precisión de aquello que se incorporará en las bases a integrarse, de corresponder:**  
null

*Nota.* Adaptado de *Proceso de licitación LP-SM-10-2021-GRA-SEDECENTRAL-1*, por Gobierno Regional de Ayacucho.

Podemos verificar que el criterio vigente, es mantener el uso de la FpR, sin tomar en cuenta la definición propia de la Fórmula Polinómica y su base matemática de elaboración.

## 2.4. Definición de Términos Básicos

### **Adelantos**

Son fondos económicos específicos, otorgados por la Entidad Pública contratante para brindar liquidez inicial y/o durante la ejecución de las obras a los contratistas. Estos pueden ser: adelanto directo o efectivo y adelanto para materiales e insumos. El adelanto directo es un fondo económico otorgado antes del inicio del plazo de ejecución de obra. El adelanto para materiales e insumos, es un fondo económico otorgado para que el contratista pueda disponer de los materiales o insumos en la oportunidad prevista en el calendario de adquisición de materiales o insumos, evitando así que los contratistas recurran a fuentes de financiamiento externas que incremente el costo de los proyectos -y que en última instancia- este incremento sea trasladado a la Entidad Pública contratante,

interpretado del Artículo N° 182 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado vigente y de la Opinión N° 261-2017/DTN.

### **Amortización de Adelantos**

“Las amortizaciones de adelantos son descuentos proporcionales realizados en cada una de las valorizaciones de obra durante el plazo de ejecución. La amortización del adelanto para materiales e insumos se realiza de acuerdo con lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 011-79-VC y sus modificatorias, ampliatorias y complementarias”, interpretado del Artículo N° 183 del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado vigente.

### **Calendario de Avance de Obra (CAO)**

“Documento en el que consta la programación mensual valorizada para la ejecución de obra”, según el “Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial”, publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008).

### **Coefficientes de incidencia**

Son cifras decimales con aproximación al milésimo que representan el costo de la obra, de los elementos mano de obra, materiales, equipo de construcción, varios, gastos generales y utilidad, respectivamente, según el Artículo N° 2 del Decreto Supremo 011-79-VC.

### **Coefficiente de reajuste (K)**

Es el coeficiente de reajuste de valorizaciones de obra, como resultado de la variación de precios de los elementos que intervienen en la construcción. Será expresado con aproximación al milésimo, según el Artículo N° 2 del Decreto Supremo 011-79-VC.

### **Contrato**

Es el acuerdo para crear, regular, modificar o extinguir una relación jurídica dentro de los alcances de la Ley y del Reglamento, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

### **Contrato Original**

Es el contrato suscrito como consecuencia del otorgamiento de la Buena Pro en las condiciones establecidas en las Bases y la oferta ganadora, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

### **Contratista**

Es el proveedor que celebre un contrato con una Entidad, de conformidad con las disposiciones de la Ley y de su Reglamento, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

### **Entidad Pública**

Todo organismo con personería jurídica comprendido en los niveles de Gobierno Nacional, Gobierno Regional y Gobierno Local, incluidos sus respectivos Organismos Públicos Descentralizados y empresas, creados o por crearse; las Sociedades de Beneficencia Pública; los fondos, sean de derecho público o privado cuando este último reciba transferencias de fondos públicos; las empresas en las que el Estado ejerza el control accionario; y los Organismos Constitucionalmente Autónomos, según el glosario electrónico del Ministerio de Economía y Finanzas del Perú.

### **Especificaciones Técnicas**

Es el documento de las descripciones elaboradas por la Entidad de las características fundamentales de los bienes, suministros u obras a contratar, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

### **Expediente de Contratación**

Conjunto de documentos en el que aparecen todas las actuaciones referidas a una determinada contratación, desde la decisión de adquirir o contratar hasta la culminación del contrato, incluyendo la información previa referida a las características técnicas, valor referencial, la disponibilidad presupuestal y su fuente de financiamiento, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

## **Expediente Técnico de Obra**

El conjunto de documentos que comprende: memoria descriptiva, especificaciones técnicas, planos de ejecución de obra, metrados, presupuesto de obra, fecha de determinación del presupuesto de obra, valor referencial, análisis de precios, calendario de avance de obra valorizado, fórmulas polinómicas y si el caso lo requiere, estudio de suelos, estudio geológico, de impacto ambiental u otros complementarios, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

## **Fórmula Polinómica**

Es 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 (mano de obra, materiales, equipo, gastos generales) dentro del costo o presupuesto total de la obra, según SALINAS SEMINARIO “Costos, Presupuesto, Valorizaciones y Liquidaciones de Obra”, Lima: Fondo Editorial del Instituto de la Construcción y Gerencia, 2003, 2º Edición, Pág. 7

## **Índice Unificado de Precios de la Construcción**

Son indicadores económicos que muestran la fluctuación promedio de precios, que experimentan en el mercado el conjunto de elementos que intervienen en el costo de las obras de construcción civil, según el artículo “Metodología de la Índices Unificados de Precios de la Construcción” del INEI-DTIE.

## **Metrado**

Es el cálculo o la cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar, según la unidad de medida establecida, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

## **Obra**

Construcción, reconstrucción, remodelación, mejoramiento, demolición, renovación, ampliación y habilitación de bienes inmuebles, tales como edificaciones, estructuras, excavaciones, perforaciones, carreteras, puentes, entre otros, que requieren dirección

técnica, expediente técnico, mano de obra, materiales y/o equipos, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

### **Presupuesto de Obra**

Es el valor económico de la obra estructurado por partidas con sus respectivos metrados, análisis de precios unitarios, gastos generales, utilidades e impuestos, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

### **Proceso de selección**

Es un procedimiento administrativo especial conformado por un conjunto de actos administrativos, de administración o hechos administrativos, que tiene por objeto la selección de la persona natural o jurídica con la cual las Entidades del Estado van a celebrar un contrato para la contratación de bienes, servicios o la ejecución de una obra, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

### **Proyectista**

El consultor que ha elaborado los estudios o la información técnica del objeto del proceso de selección, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

### **Reajuste**

Es el valor matemático, obtenido a partir de la multiplicación del factor de reajuste “K” con el monto de la obra. Esta operación nos permite mantener actualizado el monto del contrato por la variación de precios en el tiempo, deducido de la publicación de SALINAS SEMINARIO “**Costos y Presupuestos de Obra**”, Lima: Fondo Editorial del Instituto de la Construcción y Gerencia, 8° Edición, Pág. 52.

### **Valorización de una obra**

Es la cuantificación económica de un avance físico en la ejecución de la obra, realizada en un periodo determinado, según el ANEXO DE DEFINICIONES del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado.

## **2.5. Hipótesis**

### ***2.5.1. General***

Si usamos la formula polinómica elaborada por el contratista (FpO), para el presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO) en las obras públicas de infraestructura vial en el Perú, entonces tanto el coeficiente de reajuste KpO como el reajuste de precios (Ro) sobre el presupuesto oferta serán congruentes y equitativos, garantizando el equilibrio económico financiero de las obras.

### ***2.5.2. Especificas***

Si el contratista elabora la formula polinómica oferta (FpO), con los parámetros que brinda el uso del diccionario del INEI al modificar la norma técnica existente, entonces se obtendrán coeficientes de reajuste (KpO) lógicos, congruentes e imparciales para el presupuesto oferta (PpO) en las obras públicas de infraestructura vial en el Perú.

Si usamos la formula polinómica del contratista (FpO), elaborada de manera lógica, congruente e imparcial, entonces tendremos un monto máximo para la solicitud de adelanto de materiales congruente al presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO), manteniendo el equilibrio económico financiero de las obras publicas de infraestructura vial en el Perú.

## **2.6. Variables**

Presentamos el siguiente cuadro, el cual describe, caracteriza y organiza, las variables del presente estudio, así como sus indicadores, instrumentos y dimensiones.

**Tabla 1**

*Variables e Indicadores (Matriz de Operacionalización)*

VARIABLES	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	ITEM
<b><u>VARIABLES DEPENDIENTES</u></b>					
Reajuste de Valorización con KpR Rr= Valorización * (KpR-1)	Cálculo matemático realizado con el coeficiente de reajuste de la fórmula polinómica elaborada por la Entidad Pública contratante (Referencial y/o Base), para determinar el diferencial de costo del presupuesto contratado, desde su elaboración, hasta la fecha de cálculo.	Valorizaciones de Obra	Planilla de metrados de las valorizaciones mensuales	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.
			Precios Unitarios Ofertados de las partidas valorizadas		
			Mes de la valorización		
		Coeficiente de Reajuste KpR	Fórmula Polinómica de la entidad contratante		
			Mes de valorización		
			IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		
Reajuste de Valorización con KpO Ro= Valorización * (KpO-1)	Cálculo matemático realizado con el coeficiente de reajuste de la fórmula polinómica elaborada por el contratista (Oferta), para determinar el diferencial de costo del presupuesto contratado, desde su elaboración, hasta la fecha de cálculo.	Valorizaciones de Obra	Planilla de metrados de las valorizaciones mensuales	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.
			Precios Unitarios Ofertados de las partidas valorizadas		
			Mes de la valorización		
		Coeficiente de Reajuste KpO	Fórmula Polinómica Oferta		
			Mes de Reajuste		
			IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		
			Juicio de Expertos	Descripción y significado de términos.	

VARIABLES	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	ITEM
Monto Máximo para el Adelanto de Materiales	El adelanto para materiales e insumos es un fondo económico otorgado para que el contratista pueda disponer de los materiales o insumos en la oportunidad prevista en el calendario de adquisición de materiales o insumos	Fórmula Polinómica	Mes de Reajuste	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.
			IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		
		Valorizaciones de Obra	Planilla de metrados de las valorizaciones mensuales		
			Precios Unitarios Ofertados de las partidas valorizadas		
Mes de la valorización					
Coeficiente de reajuste KpR	Coeficiente matemático usado para el reajuste de precios. Se calcula con la base de la ecuación matemática de la formula polinómica elaborada por la entidad contratante.	Fórmula Polinómica	Presupuesto de Obra de la entidad contratante	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.
			Fórmula Polinómica de la entidad contratante		
		Índices Unificados de Precios de la Construcción	IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		

VARIABLES	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	ITEM
Coeficiente de reajuste KpO	Coeficiente matemático usado para el reajuste de precios. Se calcula con la base de la ecuación matemática de la formula polinómica elaborada por el contratista	Fórmula Polinómica	Presupuesto oferta	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.  Descripción y significado de términos.
			Análisis de Precios Unitarios Ofertados		
			Lista de Insumos Contratados		
			Diccionario de elementos del INEI.		
			Incidencia de índices		
			Agrupamiento Preliminar de Índices		
		Monomios	Juicio de Expertos		
		IUPC del mes base IUo			
IUPC del mes de reajuste IUr					
<b><u>VARIABLES INDEPENDIENTES</u></b>					
Formula polinómica elaborada por la entidad contratante  FpR	Representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto constituida por la sumatoria de términos denominados monomios, los cuales consideran la participación e incidencia de los principales recursos dentro del costo o presupuesto general de obra elaborado por la entidad contratante.	Monomios	Agrupamiento Preliminar de índices	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.  Descripción y significado de términos.
			IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		
		Incidencia de los IUPC	Presupuesto de la entidad contratante		
			Análisis de Precios Unitarios de la entidad contratante		
			Lista de insumos del presupuesto de obra de la entidad contratante		

VARIABLES	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	ITEM
Formula polinómica elaborada por el contratista.  FpO	Representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto constituida por la sumatoria de términos denominados monomios, los cuales consideran la participación e incidencia de los principales recursos dentro del costo o presupuesto general de obra elaborado por el contratista.	Monomios Incidencia de los IUPC	Agrupamiento Preliminar de índices	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.
			IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		
		Monomios	Presupuesto oferta		
			Análisis de Precios Unitarios oferta		
			Lista de insumos del presupuesto oferta		
			Diccionario de elementos del INEI.		

*Nota.* Tabla elaborada por el autor.

### ***2.6.1. Sub Variables Independientes***

En la siguiente lista presentamos las sub variables independientes, que se encontraran dentro del análisis de la presente investigación:

- Monomios de la fórmula polinómica elaborada por la entidad contratante (FpR).
- Monomios de la fórmula polinómica Oferta (FpO)
- Índices Unificados de los elementos de KpR.
- Índices Unificados de los elementos de KpO.
- Valorización de Obra (cada mes).
- Plazo de ejecución de obra.

## Capítulo III

### Marco Metodológico

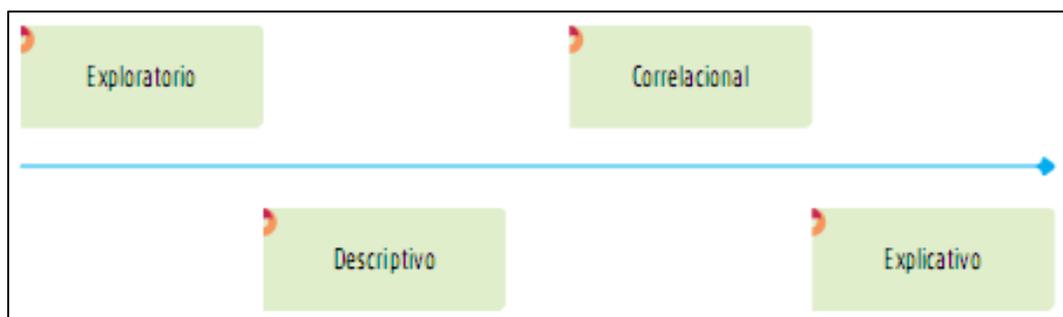
#### 3.1. Tipo, Método y Diseño de la Investigación

##### 3.1.1. Tipo de Investigación

Dentro de los alcances que puede tener un estudio cuantitativo según Hernández, et. al (2014), como se muestra en la figura 13 y 14, el presente trabajo de tesis es de tipo descriptiva y explicativa, ya que plantea el análisis del problema generado por el uso de la Fórmula Polinómica elaborada por la entidad contratante para determinar el coeficiente de reajuste de precios, el cual será usado para el reajuste de precios del Presupuesto Oferta, generando una incongruencia de cálculo, ya que la fórmula polinómica ha sido elaborada con factores e incidencias de una estructura técnico-económica distinta, es decir con el Presupuesto de la Entidad Publica contratante (PpR). De igual forma, es de tipo explicativa, ya que investiga los efectos de usar la Fórmula Polinómica elaborada por la Entidad Pública contratante y la Fórmula Polinómica elaborada por el Contratista para determinar sus respectivos coeficientes de reajuste de precios, para ser usados en el Presupuesto Oferta elaborado por el Contratista.

#### Figura 13

*Gráfico de los alcances de un estudio cuantitativo*



*Nota.* Adaptado de *Metodología de la Investigación*, por Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014) Sexta Edición

**Figura 14**

*Propósitos y valor de los diferentes alcances de las investigaciones*

Alcance	Propósito de las investigaciones	Valor
Exploratorio	Se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.	Ayuda a familiarizarse con fenómenos desconocidos, obtener información para realizar una investigación más completa de un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados.
Descriptivo	Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.	Es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.
Correlacional	Su finalidad es conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular.	En cierta medida tiene un valor explicativo, aunque parcial, ya que el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa.
Explicativo	Está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.	Se encuentra más estructurado que las demás investigaciones (de hecho implica los propósitos de éstas); además de que proporciona un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia.

*Nota.* Adaptado de *Metodología de la Investigación*, por Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2010) Quinta Edición

**3.1.2. Método de la Investigación**

La presente investigación no experimental, cuenta con un método o técnica descriptiva comparativa, ya que, el análisis de las variables y la base de datos permite la descripción comparativa de las situaciones planteadas por la investigación, sin generar alteraciones en el proceso, buscando las incidencias significativas de los cálculos y procedimientos utilizados en el desarrollo de la investigación.

**3.1.3. Diseño de la Investigación**

La presente investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que la investigación cuantificara los resultados y conclusiones obtenidos del cálculo del reajuste de precios con los coeficientes obtenidos de las fórmulas polinómicas elaboradas por la Entidad Pública contratante y el Contratista; siendo sus variables cuantitativas discretas y continuas.

Según Hernández, et al. (2014), la presente investigación es de diseño no experimental, ya que, con el desarrollo, evaluación y obtención de resultados, no generaremos ninguna alteración al ambiente en el cual se encuentran las variables de estudio y únicamente observaremos las situaciones ya existentes (valorizaciones de obra, meses de los índices de unificados, cantidad de meses valorizados), y por consiguiente las mismas no se alterarían.

La presente investigación no experimental recopilará la información respecto a proyectos de infraestructura vial en el Perú que se seleccionen según características y parámetros adoptados, para hacer significativa la evaluación, correspondiendo a dos fuentes de información: la primera será la obra de infraestructura vial ejecutada y terminada, con toda la información necesaria para cubrir la necesidad de investigación (documentación del expediente técnico); y la segunda será la información brindada por el INEI, respecto a los IUPC mensuales, según el periodo de ejecución y la ubicación de la obra.

La presente investigación no experimental es de tipo transversal y retrospectiva, porque las variables de estudio se miden una sola vez y en un tiempo específico. Los datos se recolectarán en un solo momento y tiempo único, datos que corresponden a la información del pasado y su efecto se verá en el futuro.

## **3.2. Población y Muestra**

### ***3.2.1. Población de Estudio***

Dado que los IUPC son calculados en función a factores que se desarrollan a nivel nacional, la población de estudio abarca la misma zonificación territorial, es decir, obras de infraestructura vial a nivel nacional en el Perú desde el 2011 hasta el 2022, periodo en el cual el autor de la presente investigación se ha encontrado trabajando directamente con los proyectos seleccionados.

Las obras de infraestructura vial seleccionadas han sido consideradas en función a ciertos criterios representativos para una mejor evaluación, entre ellos, las que son

financiadas por el Gobierno Central a través del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) bajo la dirección de su Proyecto Especial: PROVIAS NACIONAL, por los Gobiernos Regionales y/o Municipales.

Se plantearán los siguientes criterios restrictivos para las obras viales a investigar:

- Por el monto de presupuesto de obra: la presente investigación considera un valor de ejecución de obra mínimo de S/. 15'000,000.00 (Quince Millones con 00/100 Soles). Esta restricción se considera para que los valores diferenciales del cálculo de reajuste de precio sean representativos.
- Por el plazo de ejecución de obra: la presente investigación considera que el plazo de ejecución de obra debe ser no menor a ciento ochenta (180) días calendario. Esta restricción nos permitirá tener una base de datos y un rango de variación más amplio de los IUPC. Es importante indicar que los proyectos de considerable envergadura por lo general tienen un plazo de ejecución de ciento ochenta (180) días calendarios a más.
- Por la información obtenida: la presente investigación para que cumpla con los criterios técnico-económicos de elaboración de la fórmula polinómica debe contener la mayor cantidad de información del proyecto seleccionado, lo cual nos permitirá una correcta evaluación y no involucrar supuestos. Por ello se va a hacer un control y selección de información.

Siguiendo las restricciones mencionadas, y debido a que la mayor dificultad para la elaboración de la presente investigación es obtener la información real necesaria de las obras de infraestructura vial ya concluidas, se consideró como población ocho (08) obras de infraestructura vial coordinadas, que tuvo la presencia física y/o virtual del autor de la presente investigación, desde el año 2011 a la fecha, las cuales se indican a continuación:

- PIV 01 - Mejoramiento de la Carretera Ilave – Mazocruz, Tramo Ilave - Checca
- PIV 02 - Culminación de la Autopista Pimentel - Chiclayo

- PIV 03 - Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera Chongoyape – Cochabamba – Cajamarca, Tramo: Chota – Bambamarca - Hualgayoc
- PIV 04 - Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán – Churín, Tramo: Puente Tingo - Churín
- PIV 05 - Mejoramiento de la Red Vial departamental Moquegua – Arequipa, Tramo: M0-108: Cruz de Flores, Distritos Torata, Omate, Coalaque, Puquina, Limite departamental Pampa Usuña, Moquegua: Tramo AR-118: Distritos Polobaya, Pocsi, Mollebaya, Arequipa. Tramo: III Km. 183+720 – Km. 205+130
- PIV 06 - Mejoramiento de la Carretera Departamental AY-102 Tambo San Miguel Tramo: Km. 00+000 - Km.13+248 en los Distritos de San Miguel y Tambo, Provincia de La Mar, Región Ayacucho
- PIV 07 - Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Puerto Bermudez – San Alejandro, Tramo: Ciudad Constitución – Puerto Sungaro
- PIV 08 - Mejoramiento de la Carretera Departamental Chulucanas Tambogrande – Departamento de Piura II Etapa

De acuerdo con las restricciones planteadas y la información obtenida de los Expedientes Técnicos indicados anteriormente, en la Tabla 02 encontraremos la recopilación de datos obtenidos para nuestro análisis. En dicha tabla se verificará cuáles serán las obras por seleccionar en la muestra del presente estudio.

**Tabla 2***Análisis de recopilación de datos*

Ítem	Documento	Obras							
		PIV 01	PIV 02	PIV 03	PIV 04	PIV 05	PIV 06	PIV 07	PIV 08
01	Presupuesto de Obra (Oferta)	X	X	X	X		X	X	X
02	Análisis de Precios Unitarios de Partidas y Subpartidas (Oferta)	X	X		X		X	X	
03	Agrupamiento Preliminar del Expediente Técnico		X		X	X	X		
04	Fórmula Polinómica del Expediente Técnico	X	X		X	X	X	X	X
05	Valorizaciones de Obra Aprobadas	X	X	X	X		X		
06	Índices Unificados de Precios de la Construcción	X	X	X	X	X	X	X	X
07	Solicitud de Adelanto de Materiales	X				X	X		X

*Nota.* Tabla elaborada por el autor

### **3.2.2. *Diseño Muestral***

Para la presente tesis se usará un diseño muestral no probabilístico, es decir, seleccionaremos nuestra muestra de una manera intencional en función a los criterios restrictivos y características de los objetos de estudio (Expedientes Técnicos). En la selección de la muestra se considerará el uso de 4 expedientes técnicos de proyectos de obras viales, sin tomar importancia de su ubicación de ejecución.

El criterio de selección de dichos 4 expedientes para la muestra se basará en aquellos que contengan la mayor cantidad de información que nos permita hacer la evaluación correcta y precisa de nuestro problema de estudio.

De acuerdo con lo antes indicado, y según lo verificado en la Tabla 02, se seleccionarán las siguientes obras:

- PIV 01 - Mejoramiento de la Carretera Ilave – Mazocruz, Tramo Ilave - Checca
- PIV 02 - Culminación de la Autopista Pimentel – Chiclayo
- PIV 04 - Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán – Churín, Tramo: Puente Tingo - Churín
- PIV 06 - Mejoramiento de la Carretera Departamental AY-102 Tambo San Miguel Tramo: Km. 00+000 - Km.13+248 en los Distritos de San Miguel y Tambo, Provincia de La Mar, Región Ayacucho

### **3.3. *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos***

Para la evaluación de los indicadores de las variables determinadas en el presente estudio, se utilizarán técnicas e instrumentos que permitan la calificación, análisis, evaluación y determinación de cómo se relacionan las variables con respecto al problema principal y específicos.

La presente investigación presenta un análisis matemático que conlleva a la concepción de las fórmulas polinómicas mediante observación directa y análisis documental

(búsqueda en libros, investigaciones relacionadas, normativas, revistas técnicas, *papers*, etc.).

Así mismo, es importante tener presente el criterio asumido por el analista de costos, basado en las buenas técnicas y ética profesional, de su conocimiento técnico de las obras en infraestructura vial a considerar, de la mano con el entorno técnico-legal que sustenta la elaboración de las fórmulas polinómicas. Con este análisis se busca la equidad y homologación del criterio de elaboración de la fórmula polinómica de las partes involucradas, como son: Entidad Publica Contratante y Contratista; que nos lleve a corroborar que el uso de la fórmula polinómica creada por el Contratista conserve equidad para las partes y el equilibrio económico financiero de las obras públicas de infraestructura vial, desde la elaboración del presupuesto de obra, pasando por la elaboración de la fórmula polinómica hasta el reajuste, mes a mes, de las valorizaciones de obra.

Dentro del marco de la presente investigación se hará una recopilación y análisis documentario, obteniendo una interpretación y evaluación técnica de la fórmula polinómica elaborada por el Contratista y las nuevas metodologías planteadas para la elaboración de la fórmula polinómica con correspondencia del aspecto económico-legal, estando lo más cercano al reajuste justo y real de las valorizaciones de obra.

### ***3.3.1. Procedimiento para la Recolección de Datos***

La investigación no experimental involucra la recopilación de información respecto a proyectos de infraestructura vial en el Perú que se seleccionen según características y parámetros adoptados en la población y diseño muestral, para hacer significativa la evaluación.

La presente investigación usa los instrumentos de recolección de datos considerados en las variables de estudio (tabla 03), descrito según sus respectivas técnicas de estudio como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 3**

Técnicas e instrumentos para recolección de datos

<b>TECNICAS</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Bases de Datos	Sistema de Información del INEI
Análisis Documental	Información de obra archivada por las empresas contratistas que desarrollaron los proyectos de infraestructura vial, seleccionados en la muestra.

*Nota.* Tabla elaborada por el autor

La presente investigación recopila información según las técnicas e instrumentos basado en 2 fuentes específicas: La primera fuente son los proyectos de infraestructura vial ejecutados, con toda la información de obra necesaria para cubrir la necesidad de investigación: presupuesto de obra base y/o referencial, presupuesto de obra ofertado, distribución mensual de metrados ejecutados, análisis de precios unitarios de partidas y sub partidas base y/o referencial, análisis de precios unitarios de partidas y sub partidas ofertadas, relación de insumos de obra por tipo del presupuesto referencial y del presupuesto ofertado, agrupación preliminar de los índices unificados de precios de la construcción del presupuesto de obra base y/o referencial, fórmula polinómica contractual, valorizaciones de obra y sus respectivos reajustes de precios mensuales; y, la segunda fuente, que es el INEI con la información de los IUPC de cada mes, según la ubicación de la obra y su periodo de ejecución.

Basados en las fuentes consideradas para la presente investigación, se tiene que tomar en cuenta el siguiente desarrollo de información:

1. Información de la obra de infraestructura vial ejecutada (Análisis Documental):

1.1. Expediente Técnico del proceso de Licitación:

Para la presente investigación se ha tomado la información económica indispensable y necesaria, relacionada con la elaboración de la fórmula polinómica base y/o referencial. Cuando la entidad pública contratante, sea el caso de Gobierno Central, Gobierno Regional y/o Gobierno Municipal,

aprueba un Expediente Técnico del Estudio Definitivo, aprueba dentro de este expediente, la fórmula polinómica, que incluye el agrupamiento preliminar y la conformación de monomios, así como las incidencias de los IUPC de los recursos usado para la elaboración del presupuesto base y /o referencial. Sin embargo, no existe un detalle de asignación de IUPC a cada uno de los recursos del presupuesto de obra.

#### 1.2. Oferta Económica del Contratista:

Para la presente investigación se ha tomado la información económica indispensable de la oferta económica elaborada por el Contratista. Esta documentación nos permite ingresar la información en programas de apoyo (S10 PRESUPUESTOS) para elaborar la fórmula polinómica resultante de las incidencias de los recursos, generada de la evaluación técnica-económica del Contratista. Permitiendo la asignación de IUPC a cada uno de los recursos y manteniendo la coherencia de la relación matemática entre el presupuesto de obra y la fórmula polinómica. Para ello usamos, lo análisis de precios unitarios de las partidas y sub partidas de la oferta económica.

#### 2. Información de los Índices Unificados de Precios al Consumidor (Bases de Datos):

La información obtenida del INEI es la referida a los IUPC mes a mes, según el periodo en el que se haya ejecutado el proyecto de infraestructura vial. Estos IUPC, tal como indica el INEI en su publicación “Metodología de los Índices Unificados de Precios de la Construcción”, el sistema de recolección de información para la elaboración de los índices unificados de precios de la construcción (IUPC), se efectúa mediante formularios, en los cuales se precisa el nivel de precios que se solicita y las características del bien, para garantizar el comparativo de los precios.

Mensualmente, el INEI elabora los IUPC del mes que son difundidos aproximadamente en la quincena del mes siguiente, en el diario oficial El Peruano.

### **3.3.2. Validez del Instrumento**

Se describen los instrumentos con sus respectivas validaciones en la siguiente lista:

- Sistema de información del Instituto Nacional de Estadística e Informática, validado por el Decreto Ley 25862 del 18 de noviembre de 1992.
- Información de la obra de infraestructura vial ejecutada, validada por los procesos de licitación públicos<sup>5</sup> y contratos de obra, correspondientes a cada proyecto.

### **3.3.3. Confiabilidad del Instrumento**

La presente investigación usa información derivada de procesos de licitación públicos, bases de datos gubernamentales y de contratos de ejecución de obra refrendados por las partes involucradas (Entidad Pública contratante y Contratista), es por ello por lo que no se requiere un coeficiente matemático específico de confiabilidad, sino únicamente que la documentación corresponda a dichos procesos, base de datos y contratos. Dicho esto, la confiabilidad de los instrumentos está cubierta.

## **3.4. Descripción y Procedimientos de Análisis de Datos**

Para el procesamiento y análisis de datos, se usarán las siguientes técnicas:

- Agrupamiento de información, que nos permitirá definir las dificultades y problemáticas que se generan, ya sea por plazos o complejidad de la información a entregar, dentro del proceso de ejecución de la evaluación, indagando en la base de datos de las empresas que desarrollaron los proyectos.

---

<sup>5</sup> SEACE – Sistema Electrónico de Adquisiciones y Contrataciones del Estado.

- Análisis cuantitativo de la hipótesis, que nos permita evaluar las variables y sus indicadores, definiendo la hipótesis y objetivos del presente estudio. Se realizarán los cálculos necesarios para consolidar la información de la muestra y verificar las variaciones que puedan ocurrir.
- Análisis estadístico descriptivo: Nos permitirá describir el tratamiento de los datos obtenidos paso a paso, de las obras seleccionadas en la muestra de estudio, calculando la media de dichos datos, para poder determinar los porcentajes de variación correspondientes, obteniendo conclusiones a través de los resultados de los cálculos, gráficos, tablas, cuadros, dibujos y diagramas, generados por el análisis de datos. Con ello se busca extender los resultados a toda la población de la muestra.

Estas técnicas de procesamiento, análisis de datos y diseño de investigación utilizada, indica el tipo de análisis requerido para la comprobación de la hipótesis planteada.

Según lo antes indicado, se tendrá el siguiente procedimiento para el análisis de datos:

- a. Recopilación de la información de la obra. (Anexo 7.6)
- b. Ingreso de la información en la herramienta S10 PRESUPUESTO<sup>6</sup>, para la elaboración del presupuesto. (Anexo 7.7)
- c. Asignación de los IUPC a los insumos considerados en el presupuesto según el Diccionario de elementos de la Construcción válido para las fórmulas polinómicas del INEI. (Anexo 7.8)
- d. Agrupamiento preliminar. (Anexo 7.9)
- e. Conformación de Monomios y fórmula polinómica. (Anexo 7.10)
- f. Cálculo del Coeficiente de Reajuste. (Anexo 7.11)

---

<sup>6</sup> Modulo integrante del Sistema S10 – Software integrado, de 10 módulos, que cubren las necesidades de las empresas constructoras. Uso de herramienta bajo licencia S10-4982 y S10-4983 (Anexo 7.15)

- g. Cálculo del reajuste mensual correspondiente a las valorizaciones del presupuesto. (Anexo 7.12)
- h. Cálculo del monto máximo de adelanto específico para la compra de materiales. (Anexo 7.13)
- i. Cálculo del flujo económico de la obra. (Anexo 7.14)

Pasamos a detallar cada uno de los puntos indicados del procedimiento de análisis del presente estudio.

**a. Recopilación de la información de la obra:**

Ingresaremos a la base de datos proporcionada por la empresa o una de las empresas ejecutoras del proyecto, para la recolección de información de costos de los presupuestos de la muestra. Esta información será: presupuesto de obra oferta, análisis de precios unitarios de partidas y sub partidas del presupuesto oferta, relación de insumos por tipo del presupuesto oferta, agrupamiento preliminar del Expediente Técnico de obra, fórmula polinómica del Expediente Técnico de Obra, valorizaciones de obra aprobadas y los índices unificados de precios de la construcción, correspondientes a la fecha del presupuesto base y de los meses de las valorizaciones.

Una vez recopilada toda la información que se tiene al alcance, se tomara en cuenta 4 obras, que permitan calificar la muestra como viable, para su comparación. Estas 4 obras seleccionadas, serán aquellas que tengan la mayor cantidad de información para cumplir con el objetivo de la presente investigación. En la Tabla 02 detallamos la información obtenida de cada una de las obras consideradas en la población de estudio.

De acuerdo con la presente investigación, de toda la información de las obras de infraestructura vial que se requiere, la más importante es la referente a la fórmula polinómica, como fue elaborada, los análisis de precios unitarios de las partidas y sub partidas, y la relación de insumos, tanto del Expediente Técnico como de la elaborada por el Contratista.

En el Proyecto de Infraestructura Vial N° 01 “Mejoramiento de la Carretera Ilave – Mazocruz, Tramo Ilave – Checca”, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, preparó el Expediente Técnico con la información necesaria para el desarrollo y control de la obra. Dentro de dicho Expediente pudimos obtener la Fórmula Polinómica, mas no el Agrupamiento Preliminar, sin embargo, la estructura de elaboración de los monomios nos permite deducir la agrupación preliminar de la estructura polinómica.

En los Proyectos de Infraestructura Vial N° 02: “Culminación de la Autopista Pimentel – Chiclayo”, N° 04: “Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Huaura – Sayán – Churín, Tramo: Puente Tingo – Churín” y N° 06: “Mejoramiento de la Carretera Departamental AY-102 Tambo San Miguel Tramo: Km. 00+000 - Km.13+248 en los Distritos de San Miguel y Tambo, Provincia de La Mar, Región Ayacucho”, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, preparó el Expediente Técnico con la información necesaria para el desarrollo y control de la obra. Dentro de dicho Expediente pudimos obtener la Fórmula Polinómica y el agrupamiento preliminar. Asimismo, hemos conseguido la información de la oferta realizada por el contratista

De la tabla N° 02, determinamos que la muestra a trabajar será con las obras PIV 01, PIV 02, PIV 04 y PIV 06, ya que tienen la totalidad de la información necesaria para poder realizar el estudio.

**b. Ingreso de la información en la herramienta S10 PRESUPUESTO, para la elaboración del presupuesto:**

Una vez obtenida la base de datos de la estructura de costos de los presupuestos oferta, procederemos a ingresar la información en la herramienta de trabajo S10 PRESUPUESTO, que nos permitirá elaborar la fórmula polinómica. Esta herramienta, requiere estructurar los análisis de precios unitarios de las partidas del presupuesto, para poder calcular el valor del presupuesto oferta y en consecuencia las incidencias de los insumos usados en el mismo.

El proceso por seguir es considerar los insumos y cantidades de estos, de cada una de las partidas (mano de obra, materiales, equipos y subcontratos). De igual forma se ingresará el metrado correspondiente de cada una de las partidas del presupuesto oferta.

**Figura 15**

*Ingreso de datos en la herramienta S10 PRESUPUESTOS ERP*

Código	Descripción	Unidad	Metrado	Precio Unitario	Presupuesto
01	OBRAS DE BARRIDO	m <sup>2</sup>	1.78	811.2000	1443.9360
01.01	BARRIDO DE VIALS Y PASADIZOS	m <sup>2</sup>	1.78	811.2000	1443.9360
01.02	IMPACTO Y REMEDIACIÓN	m <sup>2</sup>	1.00	11.0000	11.0000
01.03	MANTENIMIENTO DE TRABAJOS	m <sup>2</sup>	7.28	420.5400	3060.8712
01.04	MANTENIMIENTO DE TERRENO	m <sup>2</sup>	8.74	2428.1800	21211.4892
02.01	COSTO DE MATERIAL CALICTO	m <sup>3</sup>	12.00443	6.55	78.0281
02.02	COSTO DE MANO DE OBRAS	m <sup>3</sup>	3.41348	19.11	65.1384
02.03	COMPLEMENTOS DE PRECIOS DE MATERIALES Y EQUIPOS	m <sup>3</sup>	12.00443	6.55	78.0281

**c. Asignación de los IUPC a los insumos considerados en el presupuesto según el Diccionario de elementos de la Construcción valido para las fórmulas polinómicas:**

Una vez se haya procesado el presupuesto ofertado en la herramienta S10 PRESUPUESTO, se ingresa a la relación de recursos del programa, que nos permitirá clasificar cada uno de los insumos usados, según el índice unificado de precio de construcción correspondiente a cada uno. Para la clasificación, y con el afán de evitar controversias para la clasificación, usaremos como soporte de criterio el “Diccionario de Elementos de la Construcción”, publicado en el Boletín Anual de Indicadores de Precios de la Económica del 2010, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Ver Anexo 7.8.

Al momento de asignar los IUPC a los recursos, se han identificado recurso que, en el Diccionario de Elementos no están considerados, como, por ejemplo:

- Disolvente de pintura,
- Desmoldante para encofrados,
- Gaviones,
- Geo sintéticos,
- Laminas reflectivas,
- Microesferas,
- Tachas,

insumos que son de uso común en la ejecución de obras de infraestructura vial y demás obras civiles. Esto demuestra la necesidad de actualización del diccionario, limitando así, el criterio de los analistas de costos y estandarizando los conceptos técnico-económicos, para evitar controversias futuras, que puedan retrasar las licitaciones y/o ejecución de las obras de infraestructura vial.

**Figura 16**

*Asignación de los IUPC a los recursos del presupuesto en la herramienta S10 PRESUPUESTOS ERP*

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Valor	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Valor	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Valor
8200-8222	ACETATO TERMO	litro	540,3037	14,00	7,564,2518	8200-8222	ACETATO TERMO	litro	540,3037	14,00	7,564,2518	8200-8222	ACETATO TERMO	litro	540,3037	14,00	7,564,2518
8200-8223	ALUMINIO	kg	2,278,807	2,82	6,426,2358	8200-8223	ALUMINIO	kg	2,278,807	2,82	6,426,2358	8200-8223	ALUMINIO	kg	2,278,807	2,82	6,426,2358
8200-8224	ALUMINIO	kg	80,1021	3,83	3,067,9115	8200-8224	ALUMINIO	kg	80,1021	3,83	3,067,9115	8200-8224	ALUMINIO	kg	80,1021	3,83	3,067,9115
8200-8225	ALUMINIO	kg	8,848,807	3,83	33,880,8115	8200-8225	ALUMINIO	kg	8,848,807	3,83	33,880,8115	8200-8225	ALUMINIO	kg	8,848,807	3,83	33,880,8115
8200-8226	ALUMINIO	kg	50,2208	3,82	191,8434	8200-8226	ALUMINIO	kg	50,2208	3,82	191,8434	8200-8226	ALUMINIO	kg	50,2208	3,82	191,8434
8200-8227	ALUMINIO	kg	201,8008	3,82	770,8791	8200-8227	ALUMINIO	kg	201,8008	3,82	770,8791	8200-8227	ALUMINIO	kg	201,8008	3,82	770,8791
8200-8228	ALUMINIO	kg	80,1021	3,83	3,067,9115	8200-8228	ALUMINIO	kg	80,1021	3,83	3,067,9115	8200-8228	ALUMINIO	kg	80,1021	3,83	3,067,9115
8200-8229	ALUMINIO	kg	10,997,008	2,50	27,492,5216	8200-8229	ALUMINIO	kg	10,997,008	2,50	27,492,5216	8200-8229	ALUMINIO	kg	10,997,008	2,50	27,492,5216
8200-8230	ALUMINIO	kg	0,7228	2,81	2,030,868	8200-8230	ALUMINIO	kg	0,7228	2,81	2,030,868	8200-8230	ALUMINIO	kg	0,7228	2,81	2,030,868
8200-8231	ALUMINIO	kg	181,6008	2,17	393,8837	8200-8231	ALUMINIO	kg	181,6008	2,17	393,8837	8200-8231	ALUMINIO	kg	181,6008	2,17	393,8837
8200-8232	ALUMINIO	kg	8,848,807	2,81	24,664,8493	8200-8232	ALUMINIO	kg	8,848,807	2,81	24,664,8493	8200-8232	ALUMINIO	kg	8,848,807	2,81	24,664,8493
8200-8233	ALUMINIO	kg	70,8008	10,00	708,0080	8200-8233	ALUMINIO	kg	70,8008	10,00	708,0080	8200-8233	ALUMINIO	kg	70,8008	10,00	708,0080
8200-8234	ALUMINIO	kg	20,000,000	1,20	24,000,0000	8200-8234	ALUMINIO	kg	20,000,000	1,20	24,000,0000	8200-8234	ALUMINIO	kg	20,000,000	1,20	24,000,0000
8200-8235	ALUMINIO	kg	180,000,000	1,10	198,000,0000	8200-8235	ALUMINIO	kg	180,000,000	1,10	198,000,0000	8200-8235	ALUMINIO	kg	180,000,000	1,10	198,000,0000
8200-8236	ALUMINIO	kg	44,474,807	2,42	107,628,0531	8200-8236	ALUMINIO	kg	44,474,807	2,42	107,628,0531	8200-8236	ALUMINIO	kg	44,474,807	2,42	107,628,0531
8200-8237	ALUMINIO	kg	2,740,2042	1,04	2,850,8124	8200-8237	ALUMINIO	kg	2,740,2042	1,04	2,850,8124	8200-8237	ALUMINIO	kg	2,740,2042	1,04	2,850,8124
8200-8238	ALUMINIO	kg	2,740,2042	1,10	3,014,2246	8200-8238	ALUMINIO	kg	2,740,2042	1,10	3,014,2246	8200-8238	ALUMINIO	kg	2,740,2042	1,10	3,014,2246
8200-8239	ALUMINIO	kg	80,1021	3,83	3,067,9115	8200-8239	ALUMINIO	kg	80,1021	3,83	3,067,9115	8200-8239	ALUMINIO	kg	80,1021	3,83	3,067,9115
8200-8240	ALUMINIO	kg	40,000,000	2,50	100,000,0000	8200-8240	ALUMINIO	kg	40,000,000	2,50	100,000,0000	8200-8240	ALUMINIO	kg	40,000,000	2,50	100,000,0000
8200-8241	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8241	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8241	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8242	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8242	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8242	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8243	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8243	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8243	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8244	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8244	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8244	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8245	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8245	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8245	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8246	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8246	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8246	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8247	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8247	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8247	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8248	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8248	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8248	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8249	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8249	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8249	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8250	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8250	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8250	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8251	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8251	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8251	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8252	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8252	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8252	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8253	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8253	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8253	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8254	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8254	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8254	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8255	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8255	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8255	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8256	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8256	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8256	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8257	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8257	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8257	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8258	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8258	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8258	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8259	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8259	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8259	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8260	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8260	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8260	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000
8200-8261	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8261	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000	8200-8261	ALUMINIO	kg	1,800,000	1,10	1,980,0000

**d. Agrupamiento preliminar:**

Una vez realizada la asignación de IUPC a cada uno de los recursos, se procederá con el agrupamiento preliminar de dichos índices, para cumplir con la normativa vigente, para la elaboración de los monomios respectivos y por consiguiente de la fórmula polinómica. Este agrupamiento, busca unir los índices unificados de precios de la construcción con otros índices que tengan alguna similitud en su naturaleza, buscando alcanzar la incidencia mínima según la normativa vigente que es el 5%. En esta etapa se confía mucho en el criterio del analista de costos, ya que la herramienta S10 PRESUPUESTO no tiene restricciones para el agrupamiento preliminar.

Para la presente investigación se han usado los siguientes criterios para el agrupamiento preliminar:

- a) Se buscan los índices más representativos, los cuales absorben la incidencia de aquellos menos representativos.
- b) Los índices absorbidos, guardan relación por naturaleza de los índices de mayor incidencia.
- c) Se ha tomado la evaluación y criterio usado por el ing. Arones Barbaran, considerando la mayor cantidad de IUPC, para representar los insumos del presupuesto en la fórmula polinómica.
- d) De acuerdo con la teoría vigente, de los ocho (8) monomios que puede contener una fórmula polinómica, tres (3) se encuentran “reservados”, para los índices de Mano de Obra, Equipos y el Índice General de Precios al Consumidor. Es importante indicar, que este criterio, no está establecido de manera escrita, sin embargo, la naturaleza de los índices, así como el juicio de expertos, genera que se mantenga esta estructura. Por lo que nos quedarían 5 monomios para los índices relacionados a materiales.

e) Tomando en cuenta el inciso anterior y lo indicado en el punto 3, del artículo 3ro, del D.S. N° 011-79-VC, podrían ser representados, en la fórmula polinómica, 15 insumos relacionados a los materiales del proyecto. Es por ello por lo que la presente investigación, buscando acercarse a la realidad de los proyectos, ha buscado considerar la mayor cantidad de insumos de materiales, respetando los criterios indicados en el D.S. N° 01-79-VC.

**Figura 17**

*Agrupamiento preliminar de los IUPC en la herramienta S10 PRESUPUESTOS ERP*

	IU	Descripción	% Inicial	% Saldo	Agrupamiento
	01	ACEITE	0.098	0.000	
	02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.262	0.000	
	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	0.311	2.716	+02+09+46+56+65
	09	ALCANTARILLA METALICA	0.174	0.000	
	12	ARTEFACTO DE ALUMBRADO INTERIOR	0.054	0.000	
	13	ASFALTO	1.932	0.000	
	20	CEMENTO ASFALTICO	17.484	19.416	+13
	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	5.316	5.316	
	27	DETONANTE	0.031	0.000	
	28	DINAMITA	0.028	0.000	
	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	3.923	4.171	+12+27+28+54+60+72
	32	FLETE TERRESTRE	3.277	0.000	
	37	HERRAMIENTA MANUAL	0.312	0.000	
	38	INDEX GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	75.244	75.244	

**e. Conformación de Monomios y fórmula polinómica:**

Tal como indica el artículo 3ro del D.S. N° 011-79-VC, la elaboración de los monomios debe seguir, ciertos criterios normativos, que los detallamos a continuación:

- Coeficientes de Incidencia no menores a 0.05.
- Cuando se agrupen términos para formar monomios deberá de agruparse como máximo 3 elementos, agrupados preliminarmente.
- Las fórmulas polinómicas no deberán tener más de 8 monomios.

Bajo estas condiciones podremos elaborar los monomios de la fórmula polinómica. La presente investigación, busca considerar la mayor cantidad de IUPC en la fórmula polinómica, para que esta, sea lo más representativa a la estructura económica del presupuesto y por consiguiente las variaciones de precios que puedan tener cada uno.

### Figura 18

*Conformación de monomios en la herramienta S10 PRESUPUESTOS ERP*

Monomio	Factor	%	Símbolo	IU	Descripción IU
1	0.108	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.102	21.569		43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.
2	0.102	26.471		03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
2	0.102	51.960	CAM	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0.194	100.000	C	20	CEMENTO ASFALTICO
4	0.068	38.235		53	PETROLEO DIESEL
4	0.068	61.765	DP	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)
5	0.275	47.273		48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
5	0.275	52.727	MM	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
6	0.253	100.000	I	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

#### f. Cálculo del Coeficiente de Reajuste:

El cálculo del coeficiente de reajuste es una operación matemática en el cual se considera la estructura dada de la fórmula polinómica y se colocan los valores de los IUPC correspondientes al material, en el mes base del presupuesto y al mes de cálculo del reajuste.

Siendo esta la ecuación base de una fórmula polinómica:

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

El cálculo corresponde a el producto del coeficiente de incidencia -en este caso a, b, c, d y e- por el cociente de índices -Jr/Jo, Mr/Mo, Er/Eo, Vr/Vo y GUr/GUo.

**Tabla 4**

*Cálculo del coeficiente de reajuste "K" de cada monomio de la formula polinómica*

Fórmula Polinómica (según Presupuesto Referencial)									
Ubicación : Departamento					PUNO				
Provincia					EL COLLAO				
Distrito					ILAYE				
Fecha de Presup. Base:					Dic-11				
Área:					6				
SIMB.	I.U.	DESCRIPCIÓN	COEF.	INCIDENCIA	IU BASE Dic-11	Jul-12		Ago-12	
						I.U.	K	I.U.	K
MO	47	MANO DE OBRA (INC. LEYES SOC.)	0.071	100.000%	448.29	448.25	<b>0.071</b>	470.75	<b>0.075</b>
AG	4	AGREGADO FINO	0.149	100.000%	746.49	=REDONDEAR((G26* \$E26/\$F26*\$E26)*\$D26; 3)			<b>0.147</b>
CA	20	CEMENTO ASFALTICO	0.158	100.000%	2064.35				<b>0.153</b>
MN	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	0.136	100.000%	328.94	327.55	<b>0.135</b>	325.98	<b>0.135</b>
MI	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	0.132	100.000%	235.02	231.78	<b>0.130</b>	230.11	<b>0.129</b>
I	39	INDICE GRAL PRECIOS CONSUM.	0.354	100.000%	371.47	377.50	<b>0.360</b>	379.42	<b>0.362</b>
<b>COEFICIENTE DE REAJUSTE ( KpR ) :</b>			<b>1.000</b>				<b>0.997</b>		<b>1.001</b>

*Nota.* Cálculos realizados en la herramienta Microsoft Excel. Plantilla creada por el autor.

**Tabla 5**

*Cálculo del coeficiente de reajuste "K" mensual*

Fórmula Polinómica (según Presupuesto Referencial)									
Ubicación : Departamento					PUNO				
Provincia					EL COLLAO				
Distrito					ILAYE				
Fecha de Presup. Base:					Dic-11				
Área:					6				
SIMB.	I.U.	DESCRIPCIÓN	COEF.	INCIDENCIA	IU BASE Dic-11	Jul-12		Ago-12	
						I.U.	K	I.U.	K
MO	47	MANO DE OBRA (INC. LEYES SOC.)	0.071	100.000%	448.29	448.25	<b>0.071</b>	470.75	<b>0.075</b>
AG	4	AGREGADO FINO	0.149	100.000%	746.49	739.26	<b>0.148</b>	736.97	<b>0.147</b>
CA	20	CEMENTO ASFALTICO	0.158	100.000%	2064.35	2,000.50	<b>0.153</b>	2,000.50	<b>0.153</b>
MN	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	0.136	100.000%	328.94	327.55	<b>0.135</b>	325.98	<b>0.135</b>
MI	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	0.132	100.000%	235.02	231.78	<b>0.130</b>	230.11	<b>0.129</b>
I	39	INDICE GRAL PRECIOS CONSUM.	0.354	100.000%	371.47	377.50	<b>0.360</b>	379.42	<b>0.362</b>
<b>COEFICIENTE DE REAJUSTE ( KpR ) :</b>			<b>1.000</b>			=SUMA(H24:H35)			<b>1.001</b>

*Nota.* Cálculos realizados en la herramienta Microsoft Excel. Plantilla creada por el autor.

**g. Cálculo del reajuste mensual correspondiente a las valorizaciones del presupuesto:**

Habiendo obtenido el coeficiente de reajuste, se procederá a ingresarlo en cada una de las valorizaciones correspondientes, tal cual se realizó en el proceso de ejecución del proyecto, sin modificar o alterar la estructura de valorización correspondiente, para poder realizar el comparativo respectivo, con lo ya ejecutado. Se ingresará el coeficiente de reajuste con la fórmula polinómica del expediente técnico o valor referencial (KpR) y con la fórmula polinómica elaborada por el contratista u oferta (KpO). Este cálculo no solo se realizará a las valorizaciones de obra, sino también a la solicitud del adelanto de materiales. Durante la ejecución de la obra, mes a mes, se va tomando el índice correspondiente, sin embargo, debido al análisis estadístico y evaluación de mercado realizado, los valores de los índices son publicados por el INEI, aproximadamente el día 15 del mes siguiente, es por ello por lo que se usan los índices del mes anterior para el cálculo del mes en curso. Posterior a ello se realiza la regularización respectiva, con el índice del mes de cálculo y el índice del mes de pago, regularización incluida en la fórmula de cálculo de la presente investigación.

**Tabla 6**

*Cálculo del reajuste mensual con el coeficiente de reajuste del mes anterior*

N° Val	Mes	Coeficiente K		Mes de Valo	CALCULO DEL REAJUSTE														
		KpR	KpO		Monto Bruto Real	Monto Bruto Real Acumulado	Monto Bruto Programado	Monto Bruto Programado Acumulado	Estado de Obra	Reajuste Acumulado con KpR			Reajuste Acumulado con KpO						
										Reajuste Real	Reajuste Programad	Reajuste Reconocido	Reajuste Real	Reajuste Programado	Reajuste Reconocido				
0	Jul-12	0.997	0.993	Ago-12	146,787.47	146,787.47	136,775.30	136,775.30	AC	=+REDONDEAR((D7-1)*G7:2)	-	440.36	-	1,027.51	-	967.43	-	1,027.51	
1	Ago-12	1.001	0.994	Set-12	467,503.53	614,291.00	719,436.92	856,212.22	ATRASADA		614.29	856.21	614.29	-	3,685.74	-	5,137.28	-	5,137.28
2	Set-12	1.002	0.997	Oct-12	1,322,672.87	1,936,963.87	1,543,724.53	2,399,936.75	ATRASADA		3,873.93	4,799.87	3,873.93	-	5,810.89	-	7,199.82	-	7,199.82
3	Oct-12	1.003	0.996	Nov-12	951,797.41	2,888,761.28	1,771,789.23	4,171,725.98	ATRASADA		8,519.50	12,378.40	8,519.50	-	11,408.26	-	16,550.14	-	16,550.14
4	Nov-12	1.003	0.998	Dic-12	1,694,277.55	4,583,038.83	1,293,694.30	5,465,420.28	ATRASADA		13,602.33	16,259.48	13,602.33	-	10,247.67	-	12,506.50	-	12,506.50
5	Dic-12	1.000	0.996	Ene-13	-	4,583,038.83	-	5,465,420.28	ATRASADA		5,664.11	7,063.03	5,664.11	-	15,540.02	-	18,637.47	-	18,637.47
6	Ene-13	1.000	0.992	Feb-13	-	4,583,038.83	-	5,465,420.28	ATRASADA		5,664.11	7,063.03	5,664.11	-	22,317.13	-	23,812.25	-	23,812.25
7	Feb-13	1.002	0.994	Mar-13	456,147.45	5,039,186.28	530,381.59	5,995,801.87	ATRASADA		6,576.40	8,123.79	6,576.40	-	25,054.01	-	26,994.54	-	26,994.54
8	Mar-13	1.008	1.001	Abr-13	1,277,400.28	6,316,586.56	802,696.30	6,798,498.17	ATRASADA		19,532.49	17,727.65	17,727.65	-	20,583.58	-	22,479.17	-	22,479.17
9	Abr-13	1.006	1.002	May-13	2,286,494.08	8,603,080.64	3,334,354.49	10,132,852.66	ATRASADA		29,784.36	35,067.62	29,784.36	-	14,277.04	-	14,477.38	-	14,477.38
10	May-13	1.011	1.004	Jun-13	2,386,466.40	10,989,547.04	3,295,003.39	13,427,856.05	ATRASADA		73,854.96	91,997.91	73,854.96	-	2,396.61	-	6,976.74	-	2,396.61
11	Jun-13	1.023	1.016	Jul-13	5,226,744.56	16,216,291.60	5,857,292.78	19,285,148.83	ATRASADA		250,145.61	306,267.94	250,145.61	-	142,100.05	-	180,245.72	-	142,100.05
12	Jul-13	1.030	1.027	Ago-13	116,573.14	16,332,864.74	-	19,285,148.83	ATRASADA		306,935.28	370,334.01	306,935.28	-	228,992.85	-	280,920.98	-	228,992.85

*Nota.* Los IUPC se publican a los 15 días del mes siguiente de su cálculo. Al realizar el cálculo del coeficiente del mes se calcula con los IUPC del mes anterior. Cálculos realizados con le herramienta Microsoft Excel. Plantilla elaborada por el autor.

**Tabla 7**

*Cálculo del reajuste mensual considerando la regularización de la valorización del mes anterior con su respectivo IUPC de publicación.*

N° Val	Mes	Coeficiente K		Mes de Valo	CALCULO DEL REAJUSTE										
		KpR	KpO		Monto Bruto Real	Monto Bruto Real Acumulado	Monto Bruto Programado	Monto Bruto Programado Acumulado	Estado de Obra	Reajuste Acumulado con KpR			Reajuste Acumulado con KpO		
										Reajuste Real	Reajuste Programad	Reajuste Reconocido	Reajuste Real	Reajuste Programado	Reajuste Reconocido
0	Jul-12	0.997	0.993	Ago-12	146.787.47	146.787.47	136.775.30	136.775.30	ADELANTADA	- 440.36	- 410.33	- 440.36	- 1.027.51	- 957.43	- 1.027.51
1	Ago-12	1.001	0.994	Set-12	467.503.53	614.291.00	719.436.92	856.212.22	=+REDONDEAR((D8-1)*G8+(D8-D7)*G7.2)+L7	614.29	- 3.685.74	- 5.137.28	- 5.137.28	- 5.137.28	- 5.137.28
2	Set-12	1.002	0.997	Oct-12	1.322.672.87	1.936.963.87	1.543.724.53	2.399.936.75	ATRASADA	3.873.93	4.799.87	3.873.93	- 5.810.89	- 7.199.82	- 7.199.82
3	Oct-12	1.003	0.996	Nov-12	951.797.41	2.888.761.28	1.771.789.23	4.171.725.98	ATRASADA	8.519.50	12.378.40	8.519.50	- 11.408.26	- 16.550.14	- 16.550.14
4	Nov-12	1.003	0.998	Dic-12	1.694.277.55	4.583.038.83	1.293.694.30	5.465.420.28	ATRASADA	13.602.33	16.259.48	13.602.33	- 10.247.87	- 12.506.50	- 12.506.50
5	Dic-12	1.000	0.996	Ene-13	-	4.583.038.83	-	5.465.420.28	ATRASADA	5.664.11	7.063.03	5.664.11	- 15.540.02	- 18.637.47	- 18.637.47
6	Ene-13	1.000	0.992	Feb-13	-	4.583.038.83	-	5.465.420.28	ATRASADA	5.664.11	7.063.03	5.664.11	- 22.317.13	- 23.812.25	- 23.812.25
7	Feb-13	1.002	0.994	Mar-13	456.147.45	5.039.186.28	530.381.59	5.995.801.87	ATRASADA	6.576.40	8.123.79	6.576.40	- 25.054.01	- 26.994.54	- 26.994.54
8	Mar-13	1.008	1.001	Abr-13	1.277.400.28	6.316.586.56	802.696.30	6.798.498.17	ATRASADA	19.532.49	17.727.65	17.727.65	- 20.583.58	- 22.479.17	- 22.479.17
9	Abr-13	1.006	1.002	May-13	2.286.494.08	8.603.080.64	3.334.354.49	10.132.852.66	ATRASADA	29.784.36	35.067.62	29.784.36	- 14.277.04	- 14.477.38	- 14.477.38
10	May-13	1.011	1.004	Jun-13	2.386.466.40	10.989.547.04	3.295.003.39	13.427.856.05	ATRASADA	73.854.96	91.997.91	73.854.96	2.396.61	6.976.74	2.396.61
11	Jun-13	1.023	1.016	Jul-13	5.226.744.56	16.216.291.60	5.857.292.78	19.285.148.83	ATRASADA	250.145.61	306.267.94	250.145.61	142.100.05	180.245.72	142.100.05
12	Jul-13	1.030	1.027	Ago-13	116.573.14	16.332.864.74	-	19.285.148.83	ATRASADA	306.935.28	370.334.01	306.935.28	228.992.85	280.920.98	228.992.85

*Nota.* Al tener actualizado el IUPC se calcula el coeficiente “K” con el que le corresponde en el mes. Caculos realizados con la herramienta Microsoft Excel. Plantilla creada por el autor.

**Tabla 8**

*Cálculo del reajuste mensual considerando la regularización del IUPC del mes de pago.*

N° Val	Mes	Coeficiente K		CALCULO DEL REAJUSTE											
		KpR	KpO	Mes de Valo	Monto Bruto Real	Monto Bruto Real Acumulado	Monto Bruto Programado	Monto Bruto Programado Acumulado	Estado de Obra	Reajuste Acumulado con KpR			Reajuste Acumulado con KpO		
										Reajuste Real	Reajuste Programad	Reajuste Reconocido	Reajuste Real	Reajuste Programado	Reajuste Reconocido
0	Jul-12	0.997	0.993	Ago-12	146.787.47	146.787.47	136.775.30	136.775.30	ADELANTADA	- 440.36	- 410.33	- 440.36	- 1.027.51	- 957.43	- 1.027.51
1	Ago-12	1.001	0.994	Set-12	467.503.53	614.291.00	719.436.92	856.212.22	ATRASADA	614.29	856.21	614.29	- 3.685.74	- 5.137.28	- 5.137.28
2	Set-12	1.002	0.997	Oct-12	1.322.672.87	1.936.963.87	1.543.724.53	2.3E	=+REDONDEAR((D9-1)*G9+(D9-D8)*G8+(D9-D8)*G7.2)+L8				- 5.810.89	- 7.199.82	- 7.199.82
3	Oct-12	1.003	0.996	Nov-12	951.797.41	2.888.761.28	1.771.789.23	4.171.725.98	ATRASADA	8.519.50	12.378.40	8.519.50	- 11.408.26	- 16.550.14	- 16.550.14
4	Nov-12	1.003	0.998	Dic-12	1.694.277.55	4.583.038.83	1.293.694.30	5.465.420.28	ATRASADA	13.602.33	16.259.48	13.602.33	- 10.247.87	- 12.506.50	- 12.506.50
5	Dic-12	1.000	0.996	Ene-13	-	4.583.038.83	-	5.465.420.28	ATRASADA	5.664.11	7.063.03	5.664.11	- 15.540.02	- 18.637.47	- 18.637.47
6	Ene-13	1.000	0.992	Feb-13	-	4.583.038.83	-	5.465.420.28	ATRASADA	5.664.11	7.063.03	5.664.11	- 22.317.13	- 23.812.25	- 23.812.25
7	Feb-13	1.002	0.994	Mar-13	456.147.45	5.039.186.28	530.381.59	5.995.801.87	ATRASADA	6.576.40	8.123.79	6.576.40	- 25.054.01	- 26.994.54	- 26.994.54
8	Mar-13	1.008	1.001	Abr-13	1.277.400.28	6.316.586.56	802.696.30	6.798.498.17	ATRASADA	19.532.49	17.727.65	17.727.65	- 20.583.58	- 22.479.17	- 22.479.17
9	Abr-13	1.006	1.002	May-13	2.286.494.08	8.603.080.64	3.334.354.49	10.132.852.66	ATRASADA	29.784.36	35.067.62	29.784.36	- 14.277.04	- 14.477.38	- 14.477.38
10	May-13	1.011	1.004	Jun-13	2.386.466.40	10.989.547.04	3.295.003.39	13.427.856.05	ATRASADA	73.854.96	91.997.91	73.854.96	- 2.396.61	- 6.976.74	- 2.396.61
11	Jun-13	1.023	1.016	Jul-13	5.226.744.56	16.216.291.60	5.857.292.78	19.285.148.83	ATRASADA	250.145.61	306.267.94	250.145.61	142.100.05	180.245.72	142.100.05
12	Jul-13	1.030	1.027	Ago-13	116.573.14	16.332.864.74	-	19.285.148.83	ATRASADA	306.935.28	370.334.01	306.935.28	228.992.85	280.920.98	228.992.85

*Nota.* La normativa vigente indica que el reajuste se debe calcular con el IUPC del mes de pago. El pago de las valorizaciones se realiza al mes siguiente del cálculo de las valorizaciones. Cálculo realizado con la herramienta Microsoft Excel. Plantilla creada por el autor

**Tabla 9**

*Cálculo del reajuste a reconocer, según incisos B) y C) del artículo 7, del D.S. 011-79-VC*

N° Val	Mes	Coeficiente K		CALCULO DEL REAJUSTE												
		KpR	KpO	Mes de Valo	Monto Bruto Real	Monto Bruto Real Acumulado	Monto Bruto Programado	Monto Bruto Programado Acumulado	Estado de Obra	Reajuste Acumulado con KpR			Reajuste Acumulado con KpO			
										Reajuste Real	Reajuste Programad	Reajuste Reconocido	Reajuste Real	Reajuste Programado	Reajuste Reconocido	
0	Jul-12	0.997	0.993	Ago-12	146,787.47	146,787.47	136,775.30	136,775.30	ADELANTADA	- 440.36	- 410.33	- 440.36	- 1,027.51	- 957.43	- 1,027.51	
1	Ago-12	1.001	0.994	Set-12	467,503.53	614,291.00	719,436.92	856,212.22	ATRASADA	=SI(K8="ADELANTADA";L8;MIN(M8;L8))						- 5,137.28
2	Set-12	1.002	0.997	Oct-12	1,322,672.87	1,936,963.87	1,543,724.53	2,399,936.75	ATRASADA	3,873.93	4,799.87	3,873.93	- 5,810.89	- 7,199.82	- 7,199.82	
3	Oct-12	1.003	0.996	Nov-12	951,797.41	2,888,761.28	1,771,789.23	4,171,725.98	ATRASADA	8,519.50	12,378.40	8,519.50	- 11,408.26	- 16,550.14	- 16,550.14	
4	Nov-12	1.003	0.998	Dic-12	1,694,277.55	4,583,038.83	1,293,694.30	5,465,420.28	ATRASADA	13,602.33	16,259.48	13,602.33	- 10,247.87	- 12,506.50	- 12,506.50	
5	Dic-12	1.000	0.996	Ene-13	-	4,583,038.83	-	5,465,420.28	ATRASADA	5,664.11	7,063.03	5,664.11	- 15,540.02	- 18,637.47	- 18,637.47	
6	Ene-13	1.000	0.992	Feb-13	-	4,583,038.83	-	5,465,420.28	ATRASADA	5,664.11	7,063.03	5,664.11	- 22,317.13	- 23,812.25	- 23,812.25	
7	Feb-13	1.002	0.994	Mar-13	456,147.45	5,039,186.28	530,381.59	5,995,801.87	ATRASADA	6,576.40	8,123.79	6,576.40	- 25,054.01	- 26,994.54	- 26,994.54	
8	Mar-13	1.008	1.001	Abr-13	1,277,400.28	6,316,586.56	802,696.30	6,798,498.17	ATRASADA	19,532.49	17,727.65	17,727.65	- 20,583.58	- 22,479.17	- 22,479.17	
9	Abr-13	1.006	1.002	May-13	2,286,494.08	8,603,080.64	3,334,354.49	10,132,852.66	ATRASADA	29,784.36	35,067.62	29,784.36	- 14,277.04	- 14,477.38	- 14,477.38	
10	May-13	1.011	1.004	Jun-13	2,386,466.40	10,989,547.04	3,295,003.39	13,427,856.05	ATRASADA	73,854.96	91,997.91	73,854.96	- 2,396.61	- 6,976.74	- 2,396.61	
11	Jun-13	1.023	1.016	Jul-13	5,226,744.56	16,216,291.60	5,857,292.78	19,285,148.83	ATRASADA	250,145.61	306,267.94	250,145.61	142,100.05	180,245.72	142,100.05	
12	Jul-13	1.030	1.027	Ago-13	116,573.14	16,332,864.74	-	19,285,148.83	ATRASADA	306,935.28	370,334.01	306,935.28	228,992.85	280,920.98	228,992.85	

*Nota.* Este cálculo corresponde según el estado de obra “atrasada”, “en tiempo” y “adelantada”. Cálculo realizado con la herramienta Microsoft Excel. Plantilla elaborada por el autor.

**h. Cálculo del monto máximo de adelanto específico para la compra de materiales.**

De acuerdo al inciso D), del artículo 7, del DS 011-79-VC; el monto máximo de adelanto específico para la compra de materiales agrupados bajo cada elemento representativo, que podrá solicitar el Contratista, no deberá exceder el producto del coeficiente de incidencia del elemento representativo correspondiente, por el saldo bruto de obra por valorizar en el instante de hacerse efectivo el adelanto, afectado a su vez por el factor de relación entre el índice de precio del citado elemento representativo a la fecha del adelanto y el que tuvo en la fecha del presupuesto base.

Para la presente investigación se ha considerado que la fecha de solicitud del adelanto de materiales corresponde al periodo antes del inicio de obra, por lo que se toma, como monto bruto de obra, el valor del presupuesto contratado.

**Tabla 10**

*Cálculo del factor de relación de los IUPC (Ima / Imo)*

CALCULO DEL MONTO MAXIMO DE ADELANTO ESPECIFICO PARA LA COMPRA DE MATERIALES SEGUN FpR									
MATERIAL (ELEMENTO REPRESENTATIVO)	IU	COEFICIENTE DE INCIDENCIA	INCIDENCIA ESPECIFICA	JULIO - 2012 Ima	DICIEMBRE - 2011 Imo	Factor de Relación Ima / Imo	SALDO BRUTO DE OBRA POR VALORIZAR	MONTO MAXIMO DE ADELANTO A OTORGAR	
		A	B			C	D	A x B x C x D	
AGREGADO FINO	04	0.149	100.000%			=REDONDEAR(F12/G12;3)	19,285,148.84	2,844,752.31	
CEMENTO ASFALTICO	20	0.158	100.000%	2,000.50	2,064.35	0.969	19,285,148.84	2,952,594.86	
							SUB TOTAL	S/.	5,797,347.17
							I G V	S/.	1,043,522.49
							TOTAL	S/.	6,840,869.66

*Nota.* Cálculo realizado con la herramienta Microsoft Excel. Plantilla elaborada por el autor.

**Tabla 11**

*Cálculo del monto máximo a otorgar para adelanto de materiales, según el IUPC y el saldo bruto de obra por valorizar*

CÁLCULO DEL MONTO MÁXIMO DE ADELANTO ESPECÍFICO PARA LA COMPRA DE MATERIALES SEGUN EPR								
MATERIAL (ELEMENTO REPRESENTATIVO)	IU	COEFICIENTE DE INCIDENCIA	INCIDENCIA ESPECÍFICA	JULIO - 2012 Ima	DICIEMBRE - 2011 Imo	Factor de Relación Ima / Imo	SALDO BRUTO DE OBRA POR VALORIZAR	MONTO MÁXIMO DE ADELANTO A OTORGAR
		A	B			C	D	A x B x C x D
AGREGADO FINO	04	0.149	100.000%	739.26	746.49	=REDONDEAR(D12*E12*H12*112,2)		
CEMENTO ASFALTICO	20	0.158	100.000%	2,000.50	2,064.35	0.969	19,285,148.84	2,952,594.86
							SUB TOTAL	S/. 5,797,347.17
							I G V	S/. 1,043,522.49
							TOTAL	S/. 6,840,869.66

*Nota.* Cálculo realizado con la herramienta Microsoft Excel. Plantilla elaborada por el autor.

**i. Cálculo del flujo económico de la obra.**

Se ha elaborado un flujo económico de cada obra, para determinar las variaciones que se obtienen con el uso del reajuste de precios y monto solicitado del adelanto para materiales. Para este flujo, se ha tomado en cuenta el ultimo calendario valorizado de obra para determinar los ingresos por valorizaciones de obra, reajuste de precios mes a mes y el pago de los adelantos, así como en los egresos, la amortización de los adelantos, el costo total de la mano de obra, materiales, equipos, subcontratos, gastos generales y pago de impuestos de ley. También, se tomó en cuenta la oportunidad de pago de los costos, de acuerdo con la realidad de los proyectos de infraestructura vial:

- Mano de obra, materiales y gastos generales al mes de valorización.
- Equipos y Subcontratos, al mes siguiente, de acuerdo con la valorización respectiva de los trabajos realizados.
- Pagos de impuestos, de acuerdo con la normativa vigente.

**Tabla 12**

*Distribución del calendario de avance de obra valorizado, costo directo y gasto general*

CONTRATO PRINCIPAL			M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13
			Ago-12	Set-12	Oct-12	Nov-12	Dic-12	Ene-13	Feb-13	Mar-13	Abr-13	May-13	Jun-13	Jul-13	ago-13
CD		#####													
GG	22.08%	2,730,283.53	22,864.04	#####	258,056.65	296,181.08	216,260.36	-	-	88,661.22	#####	557,387.24	550,809.11	481,610.47	4,006.03
U	10.00%	1,236,590.74	10,355.57	54,470.21	116,878.90	134,146.20	97,949.54	-	-	40,156.40	60,773.96	252,451.57	249,472.21	218,130.79	1,814.41
SUB TOTAL		#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
IGV	18.00%	2,939,916.55	24,619.55	#####	277,870.42	318,922.06	232,864.97	-	-	95,468.69	#####	600,183.81	593,100.61	518,588.85	4,313.61
TOTAL		#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
			0.84%	4.40%	9.45%	10.85%	7.92%	0.00%	0.00%	3.25%	4.91%	20.41%	20.17%	17.64%	0.15%
			0.84%	5.24%	14.69%	25.54%	33.46%	33.46%	33.46%	36.71%	41.62%	62.04%	62.21%	59.85%	100.00%
Detalle del CD		Ino.	#####												
MANO DE OBRRA	13.86%	1,716,880.75	4,377.56	75,625.87	162,273.44	186,247.17	135,930.73	-	-	55,752.72	84,377.94	350,501.12	346,364.60	302,850.50	2,519.11
MATERIALES	49.27%	6,093,045.92	51,024.60	#####	575,832.35	680,913.44	482,618.11	-	-	197,861.03	#####	#####	#####	#####	#####
EQUIPOS	32.92%	4,020,869.34	33,871.95	177,114.17	380,040.36	436,166.33	319,467.40	-	-	130,571.69	197,611.34	620,866.18	611,176.56	709,269.46	5,899.69
SUB CONTRATOS	4.33%	535,162.42	4,481.58	23,573.05	50,581.64	58,054.40	42,389.16	-	-	17,378.47	26,301.13	109,253.38	107,964.00	94,400.39	785.22
% COSTO REAL MO, MAT Y SC			100.00%												
% COSTO REAL EQUIPOS			100.00%												
% COSTO REAL EQUIPOS (diferido)			0.00%												
GG			22,864.04	#####	258,056.65	296,181.08	216,260.36	-	-	88,661.22	134,182.70	557,387.24	550,809.11	481,610.47	4,006.03
% COSTO REAL GG			100.00%												

Nota. Cálculo con la herramienta Microsoft Excel. Plantilla elaborada por el autor

**Tabla 13**

*Cálculo del flujo económico del proyecto*

	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12	M13	M14	M15
	Jul-12	Ago-12	Set-12	Oct-12	Nov-12	Dic-12	Ene-13	Feb-13	Mar-13	Abr-13	May-13	Jun-13	Jul-13	Ago-13	Set-13	Oct-13
1.0 INGRESOS	-	4,551,295.13	-	122,772.66	649,687.18	1,395,267.38	1,602,469.23	1,172,008.60	9,317.78	5,249,721.62	222,747.84	349,083.38	1,408,267.24	1,429,686.94	1,399,694.62	94,341.24
1.0 Valorizaciones	-	-	-	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
1.1 Valorización Bruta	-	-	-	#####	719,426.32	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
1.1.1 Retenciones	-	-	-	#####	430.99	1,047.66	2,288.13	4,646.16	9,041.03	2,896.42	-	785.70	11,902.70	11,525.68	43,623.71	#####
2.0 Adelantos/Amortización a	-	#####	-	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
12.1 Adelanto Directo	-	#####	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.2 Adelanto Materiales	-	#####	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12.3 Amortización A. Directo	-	-	-	#####	853,626.02	#####	438,410.49	-	-	-	#####	#####	893,557.04	287,412.42	778,119.61	#####
12.4 Amortización A. Materiales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.0 IGV Venta	-	#####	-	#####	59,104.82	#####	#####	#####	#####	#####	#####	53,250.01	#####	#####	#####	#####
3.0 EGRESOS	-	382,531.96	518,182.45	#####	1,614,919.70	3,251,893.24	345,226.93	202,818.81	396,433.98	#####	#####	3,113,999.41	2,998,441.74	1,699,348.36	241,942.95	35,386.46
4.0 Gasto Directo	-	65,402.16	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
4.1 Mano de Obra Directa	-	4,377.56	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
4.1.1 Materiales - Pago Diferido	-	51,024.60	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
4.1.2 Equipos	-	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
4.1.3 Sub Contratos - Pago diferido	-	4,481.58	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
4.2 Gastos Generales	-	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
4.3 IGV Compra	-	16,052.06	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
4.4 IGV Saldo a Pagar	-	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
4.5 Impuesto a la renta	-	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####
FLUJO NETO	-	3,768,763.57	-578,782.45	#####	-1,825,283.32	-156,423.86	976,213.28	969,190.39	-387,751.58	3,783,895.85	#####	-2,764,016.03	-1,390,180.38	371,348.84	1,158,851.67	38,954.78
Flujo Neto Acumulado	-	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	#####	35,711.39	#####

Nota. Calculo con la herramienta Microsoft Excel. Plantilla elaborada por el autor.

## Capítulo IV

### Resultados y Análisis de Resultados

#### 4.1. Resultados

De acuerdo con lo planteado en el objetivo general y los objetivos específicos, se requiere mostrar la evaluación del presente trabajo de tesis, respecto al uso de la FpR y la FpO, en los siguientes puntos:

- Cálculo y variación de los coeficientes de reajuste mensuales.
- Cálculo y variación del Reajuste mensual de cada valorización.
- Cálculo y variación del monto máximo para solicitar el adelanto de materiales.
- Cálculo y variación del equilibrio económico financiero a través del flujo económico del proyecto culminado.

El uso de esta metodología con desarrollo y análisis de estos 4 puntos nos permite evaluar la magnitud de afectación de la hipótesis planteada. Evaluando la alteración cuantitativa de las variables de estudio, determinaremos de qué manera se cambia la composición y resultado de los coeficientes de reajuste, según se usa la FpR y la FpO; y de qué manera se replantea el equilibrio económico financiero de las obras de infraestructura vial.

La variación de los coeficientes de reajuste, afectan directamente las variables de reajuste de la valorización de obra, así como la variable del cálculo del monto máximo para el adelanto de materiales.

El cuarto punto, nos permite definir la afectación global del equilibrio económico financiero de los proyectos, para poder analizar de qué manera las partes se ven afectadas con estas modificaciones.

Estas variaciones, posibilita tomar medidas correctivas y reguladoras sobre la reglamentación marco indicada en la presente investigación, para el desarrollo de los

proyectos de infraestructura vial en el Perú. En las siguientes gráficas, iremos mostrando las variaciones en cada elemento de la muestra, respecto a lo puntos de análisis definidos líneas arriba.

#### 4.1.1. Cálculo y Variación de los Coeficientes de Reajuste Mensuales.

##### 4.1.1.1. Obra PIV-01

**Tabla 14**

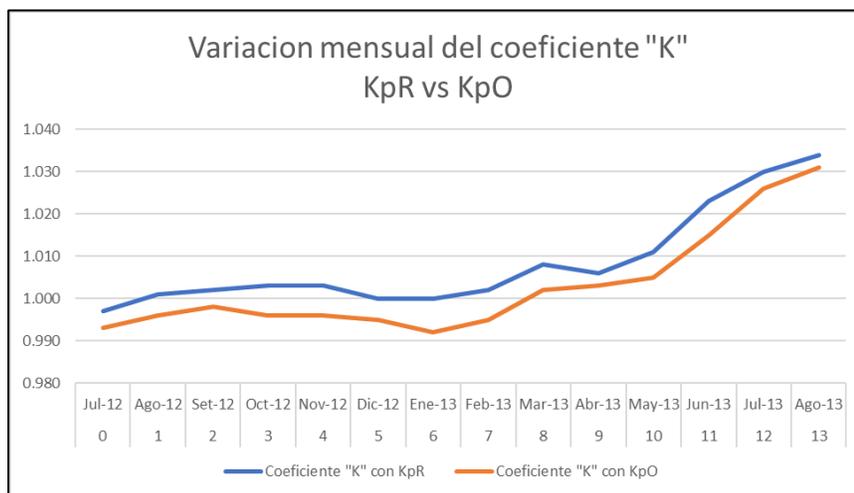
*Coeficiente del reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-01*

N° Val	Mes	Coeficiente "K" con		
		KpR	KpO	$\Delta$
Base	Dic-11			
0	Jul-12	0.997	0.993	-0.004
1	Ago-12	1.001	0.996	-0.005
2	Set-12	1.002	0.998	-0.004
3	Oct-12	1.003	0.996	-0.007
4	Nov-12	1.003	0.996	-0.007
5	Dic-12	1.000	0.995	-0.005
6	Ene-13	1.000	0.992	-0.008
7	Feb-13	1.002	0.995	-0.007
8	Mar-13	1.008	1.002	-0.006
9	Abr-13	1.006	1.003	-0.003
10	May-13	1.011	1.005	-0.006
11	Jun-13	1.023	1.015	-0.008
12	Jul-13	1.030	1.026	-0.004
13	Ago-13	1.034	1.031	-0.003
<b>Coef. "K" Promedio</b>		<b>1.009</b>	<b>1.003</b>	
Coef. Reajuste Promedio		0.009	0.003	
Variación		-0.006		
%		-64.167%		

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “Coef. De Reajuste Promedio” obtenido con la KpR.

**Figura 19**

*Gráfico de la variación mensual del KpR vs KpO de la obra PIV-01*



#### 4.1.1.2. Obra PIV-02

**Tabla 15**

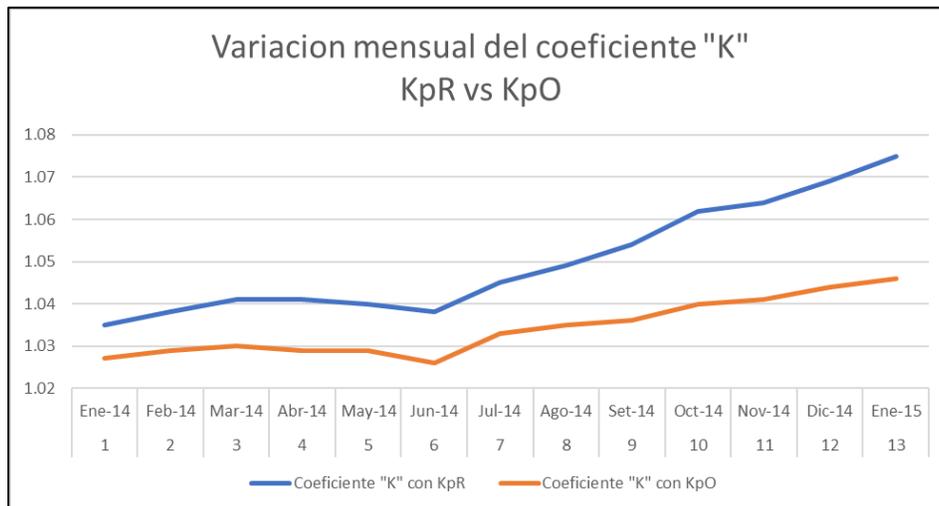
*Coefficiente del reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-02*

Item	Mes	Coeficiente "K" con		
		KpR	KpO	$\Delta$
Base	Mar-13			
1	Ene-14	1.035	1.027	-0.008
2	Feb-14	1.038	1.029	-0.009
3	Mar-14	1.041	1.030	-0.011
4	Abr-14	1.041	1.029	-0.012
5	May-14	1.040	1.029	-0.011
6	Jun-14	1.038	1.026	-0.012
7	Jul-14	1.045	1.033	-0.012
8	Ago-14	1.049	1.035	-0.014
9	Set-14	1.054	1.036	-0.018
10	Oct-14	1.062	1.04	-0.022
11	Nov-14	1.064	1.041	-0.023
12	Dic-14	1.069	1.044	-0.025
13	Ene-15	1.075	1.046	-0.029
<b>Coef. "K" Promedio</b>		<b>1.050</b>	<b>1.034</b>	
Coef. Reajuste Promedio		0.050	0.034	
Variacion		-0.016		
%		-32.00%		

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “Coef. De Reajuste Promedio” obtenido con la KpR.

**Figura 20**

*Gráfico de la variación mensual del KpR vs KpO de la obra PIV-02*



#### 4.1.1.3. Obra PIV-04

**Tabla 16**

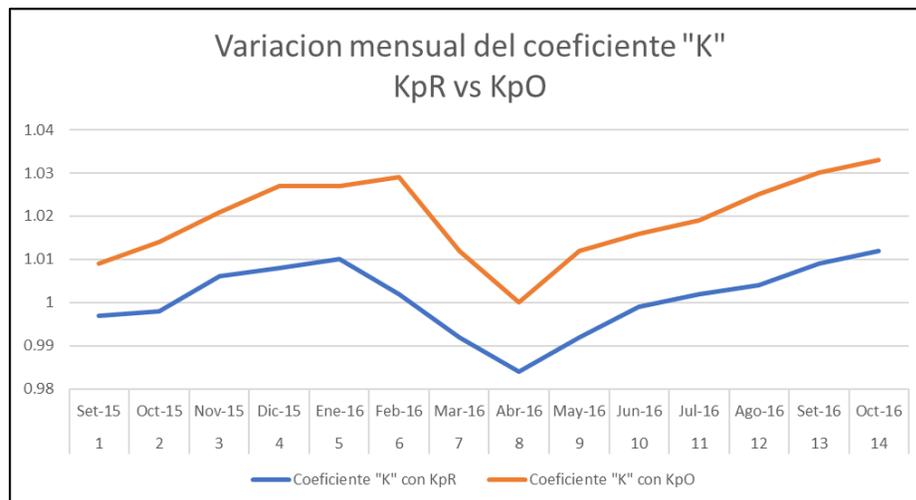
*Coeficiente del reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-04*

Item	Mes	Coeficiente "K" con		
		KpR	KpO	$\Delta$
Base	Ago-14			
1	Set-15	0.997	1.009	0.012
2	Oct-15	0.998	1.014	0.016
3	Nov-15	1.006	1.021	0.015
4	Dic-15	1.008	1.027	0.019
5	Ene-16	1.010	1.027	0.017
6	Feb-16	1.002	1.029	0.027
7	Mar-16	0.992	1.012	0.020
8	Abr-16	0.984	1.000	0.016
9	May-16	0.992	1.012	0.020
10	Jun-16	0.999	1.016	0.017
11	Jul-16	1.002	1.019	0.017
12	Ago-16	1.004	1.025	0.021
13	Set-16	1.009	1.030	0.021
14	Oct-16	1.012	1.033	0.021
<b>Coef. "K" Promedio</b>		<b>1.001</b>	<b>1.020</b>	
Coef. Reajuste Promedio		0.001	0.020	
Variacion		0.018		
%		1726.667%		

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “Coef. De Reajuste Promedio” obtenido con la KpR.

**Figura 21**

*Gráfico de la variación mensual del KpR vs KpO de la obra PIV-04*



#### 4.1.1.4. Obra PIV-06

**Tabla 17**

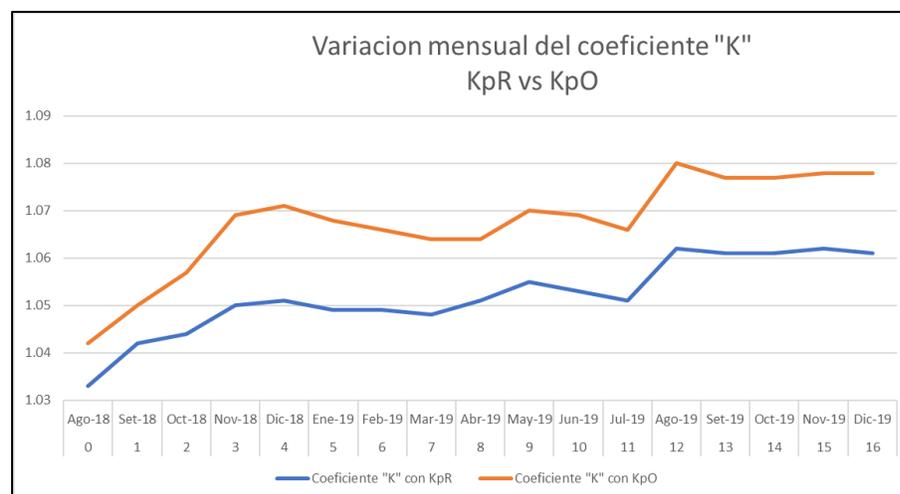
*Coefficiente del reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-06*

Item	Mes	Coeficiente "K" con		
		KpR	KpO	Δ
Base	Dic-17			
0	Ago-18	1.033	1.042	0.009
1	Set-18	1.042	1.050	0.008
2	Oct-18	1.044	1.057	0.013
3	Nov-18	1.050	1.069	0.019
4	Dic-18	1.051	1.071	0.020
5	Ene-19	1.049	1.068	0.019
6	Feb-19	1.049	1.066	0.017
7	Mar-19	1.048	1.064	0.016
8	Abr-19	1.051	1.064	0.013
9	May-19	1.055	1.07	0.015
10	Jun-19	1.053	1.069	0.016
11	Jul-19	1.051	1.066	0.015
12	Ago-19	1.062	1.080	0.018
13	Set-19	1.061	1.077	0.016
14	Oct-19	1.061	1.077	0.016
15	Nov-19	1.062	1.078	0.016
16	Dic-19	1.061	1.078	0.017
<b>Coef. "K" Promedio</b>		<b>1.055</b>	<b>1.071</b>	
Coef. Reajuste Promedio		0.055	0.071	
Variacion		0.017		
%		30.497%		

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “Coef. De Reajuste Promedio” obtenido con la KpR.

**Figura 22**

*Gráfico de la variación mensual del KpR vs KpO de la obra PIV-06*



#### 4.1.2. Cálculo y Variación del Reajuste Mensual de cada Valorización.

##### 4.1.2.1. Obra PIV-01

**Tabla 18**

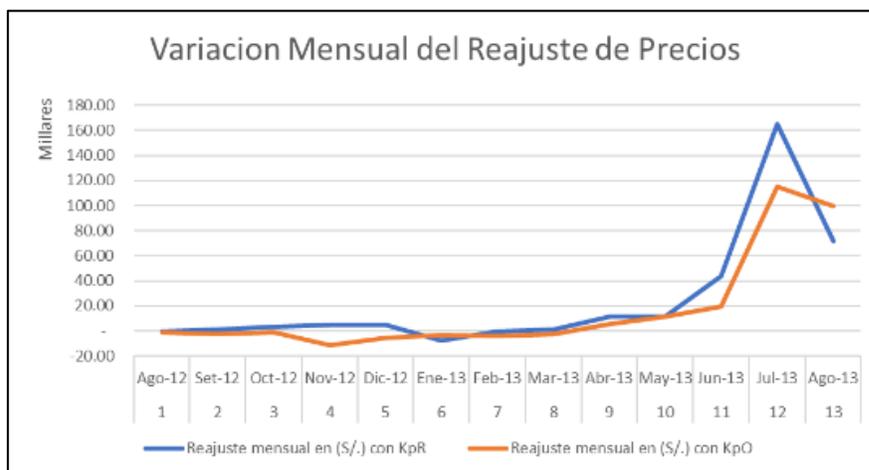
*Reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-01*

Item	Mes	Reajuste mensual en (S/.) con		
		KpR	KpO	Δ
Base	Dic-11			
1	Ago-12	- 430.99	- 1,005.65	- 574.66
2	Set-12	1,041.46	- 2,419.20	- 3,460.66
3	Oct-12	3,258.13	- 1,375.02	- 4,633.15
4	Nov-12	4,646.02	- 11,613.48	- 16,259.50
5	Dic-12	5,041.03	- 5,174.78	- 10,215.81
6	Ene-13	- 7,896.42	- 3,065.48	4,830.94
7	Feb-13	-	- 3,881.08	- 3,881.08
8	Mar-13	765.72	- 2,651.91	- 3,417.63
9	Abr-13	11,302.70	5,318.06	- 5,984.64
10	May-13	11,522.68	11,336.14	- 186.54
11	Jun-13	43,623.71	19,537.43	- 24,086.28
12	Jul-13	164,940.29	114,721.01	- 50,219.28
13	Ago-13	71,455.52	99,912.64	28,457.12
<b>Reajuste Total</b>		<b>309,269.85</b>	<b>219,638.68</b>	
Variacion		- 89,631.17		
%		-28.982%		

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “Reajuste Total” obtenido con la KpR.

**Figura 23**

*Gráfico de la variación mensual del reajuste con KpR vs KpO de la obra PIV-01*



#### 4.1.2.2. Obra PIV-02

**Tabla 19**

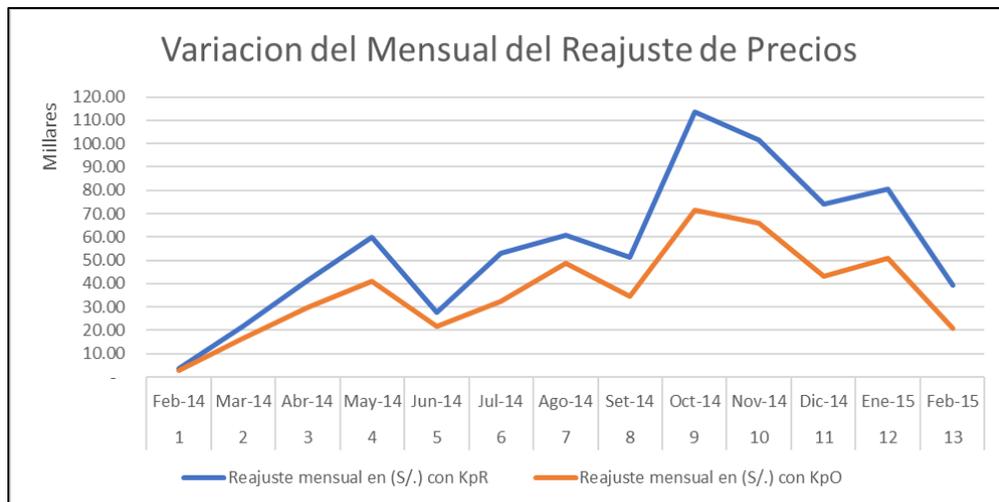
*Reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-02*

Item	Mes	Reajuste mensual en (S/.) con		
		KpR	KpO	Δ
Base	Mar-13			
1	Feb-14	3,606.61	2,782.24	(824.37)
2	Mar-14	21,828.20	16,628.53	(5,199.67)
3	Abr-14	41,615.00	29,650.06	(11,964.94)
4	May-14	59,939.94	40,864.23	(19,075.71)
5	Jun-14	27,755.59	21,883.08	(5,872.51)
6	Jul-14	52,952.92	32,614.49	(20,338.43)
7	Ago-14	60,885.28	48,876.73	(12,008.55)
8	Set-14	51,181.47	34,406.02	(16,775.45)
9	Oct-14	113,367.48	71,284.37	(42,083.11)
10	Nov-14	101,492.20	65,745.36	(35,746.84)
11	Dic-14	74,184.97	43,140.68	(31,044.29)
12	Ene-15	80,563.20	50,933.03	(29,630.17)
13	Feb-15	39,426.07	20,912.60	(18,513.47)
<b>Reajuste Total</b>		<b>728,798.93</b>	<b>479,721.42</b>	
Variacion		(249,077.51)		
%		-34.176%		

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “Reajuste Total” obtenido con la KpR.

**Figura 24**

*Gráfico de la variación mensual del reajuste con KpR vs KpO de la obra PIV-02*



### 4.1.2.3. Obra PIV-04

**Tabla 20**

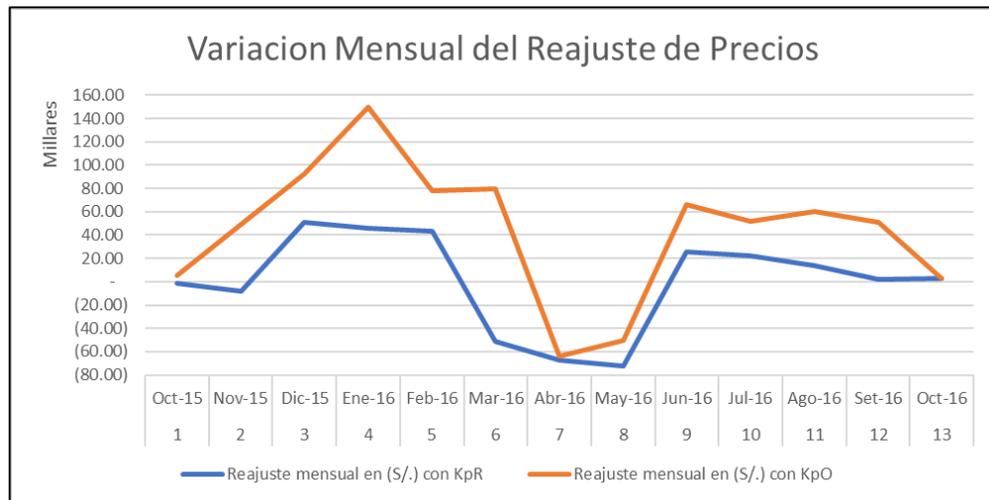
*Reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-04*

Item	Mes	Reajuste mensual en (S/.) con		
		KpR	KpO	Δ
Base	Ago-14			
1	Oct-15	(1,707.93)	5,123.79	6,831.72
2	Nov-15	(7,913.11)	48,980.43	56,893.54
3	Dic-15	51,361.62	91,987.78	40,626.16
4	Ene-16	45,793.87	149,763.71	103,969.84
5	Feb-16	43,201.52	77,658.56	34,457.04
6	Mar-16	(51,503.44)	79,626.54	131,129.98
7	Abr-16	(67,111.62)	(63,779.86)	3,331.76
8	May-16	(72,245.65)	(50,735.58)	21,510.07
9	Jun-16	25,828.49	66,055.68	40,227.19
10	Jul-16	22,414.27	51,943.23	29,528.96
11	Ago-16	13,584.55	60,099.95	46,515.40
12	Set-16	1,799.58	51,149.31	49,349.73
13	Oct-16	2,471.13	2,492.13	21.00
<b>Reajuste Total</b>		<b>5,973.28</b>	<b>570,365.67</b>	
Variacion			564,392.39	
%		9448.618%		

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “Reajuste Total” obtenido con la KpR.

**Figura 25**

*Gráfico de la variación mensual del reajuste con KpR vs KpO de la obra PIV-04*



#### 4.1.2.4. Obra PIV-06

**Tabla 21**

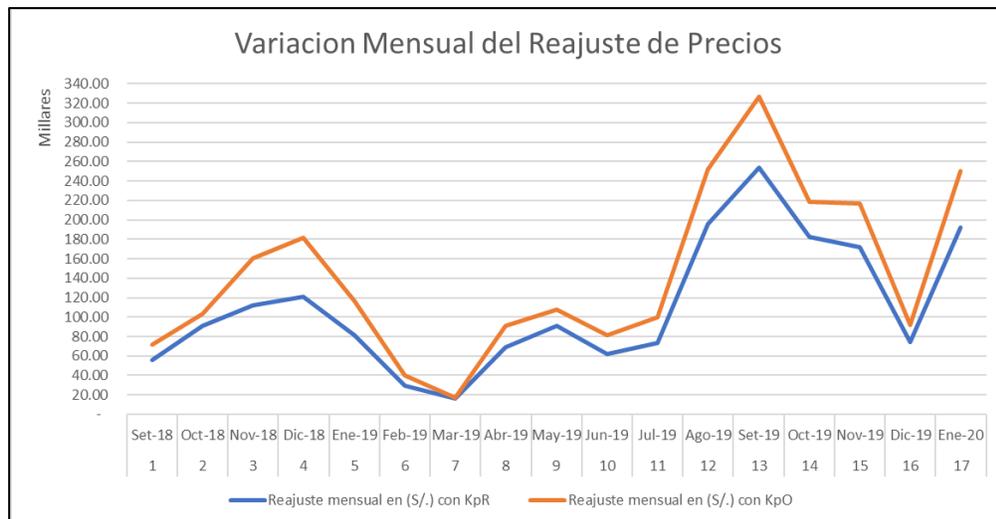
*Reajuste mensual con KpR vs KpO de la obra PIV-06*

Item	Mes	Reajuste mensual en (S/.) con		
		KpR	KpO	Δ
Base	Dic-17			
1	Set-18	56,205.03	71,533.68	15,328.65
2	Oct-18	90,842.64	103,523.08	12,680.44
3	Nov-18	111,783.87	160,247.75	48,463.88
4	Dic-18	120,458.59	181,780.05	61,321.46
5	Ene-19	81,648.84	116,275.07	34,626.23
6	Feb-19	29,309.29	39,905.35	10,596.06
7	Mar-19	16,253.09	17,382.35	1,129.26
8	Abr-19	68,546.30	90,681.99	22,135.69
9	May-19	91,012.08	107,502.42	16,490.34
10	Jun-19	61,878.30	81,599.71	19,721.41
11	Jul-19	73,136.37	99,348.43	26,212.06
12	Ago-19	195,572.42	252,115.95	56,543.53
13	Set-19	253,824.67	326,469.57	72,644.90
14	Oct-19	182,611.00	218,235.81	35,624.81
15	Nov-19	171,861.18	216,939.52	45,078.34
16	Dic-19	73,977.49	91,538.96	17,561.47
17	Ene-20	191,878.45	250,358.82	58,480.37
<b>Reajuste Total</b>		<b>1,870,799.61</b>	<b>2,425,438.51</b>	
Variación		554,638.90		
%		29.647%		

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “Reajuste Total” obtenido con la KpR.

**Figura 26**

*Gráfico de la variación mensual del reajuste con KpR vs KpO de la obra PIV-06*



**4.1.3. Cálculo y Variación del Monto Máximo para Solicitar el Adelanto de Materiales.**

**4.1.3.1. Obra PIV-01**

**Tabla 22**

*Monto máximo a solicitar por adelanto de materiales con KpR vs KpO de la obra PIV-01*

Descripción		Monto Maximo a Solicitar	
		KpR	KpO
SUB TOTAL		4,448,916.12	5,654,309.64
IGV	18.00%	800,804.90	1,017,775.74
<b>TOTAL</b>		<b>5,249,721.02</b>	<b>6,672,085.38</b>
Variación		1,422,364.36	
%		27.094%	

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “TOTAL” obtenido con la KpR.

**4.1.3.2. Obra PIV-02**

**Tabla 23**

*Monto máximo a solicitar por adelanto de materiales con KpR vs KpO de la obra PIV-02*

Descripción		Monto Maximo a Solicitar	
		KpR	KpO
SUB TOTAL		6,023,010.30	6,473,156.96
IGV	18.00%	1,084,141.85	1,165,168.25
<b>TOTAL</b>		<b>7,107,152.15</b>	<b>7,638,325.21</b>
Variación		531,173.06	
%		7.474%	

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “TOTAL” obtenido con la KpR.

#### 4.1.3.3. Obra PIV-04

**Tabla 24**

*Monto máximo a solicitar por adelanto de materiales con KpR vs KpO de la obra PIV-04*

Descripcion		Monto Maximo a Solicitar	
		KpR	KpO
SUB TOTAL		6,758,395.40	8,744,107.75
IGV	18.00%	1,216,511.17	1,573,939.40
<b>TOTAL</b>		<b>7,974,906.57</b>	<b>10,318,047.15</b>
Variacion		2,343,140.58	
%		29.381%	

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “TOTAL” obtenido con la KpR.

#### 4.1.3.4. Obra PIV-06

**Tabla 25**

*Monto máximo a solicitar por adelanto de materiales con KpR vs KpO de la obra PIV-06*

Descripcion		Monto Maximo a Solicitar	
		KpR	KpO
SUB TOTAL		9,342,769.74	14,660,455.28
IGV	18.00%	1,681,698.55	2,638,881.95
<b>TOTAL</b>		<b>11,024,468.29</b>	<b>17,299,337.23</b>
Variacion		6,274,868.94	
%		56.918%	

*Nota.* El “%” considerado en el cuadro, corresponde a la relación que tiene la “Variación” respecto al “TOTAL” obtenido con la KpR.

**4.1.4. Cálculo y Variación del Equilibrio Económico Financiero a través del Flujo Económico del Proyecto.**

**4.1.4.1. Obra PIV-01**

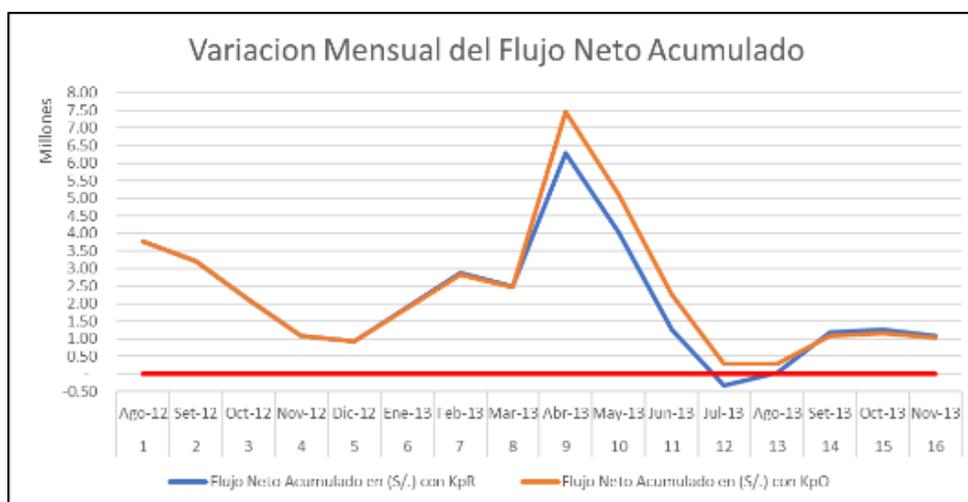
**Tabla 26**

*Variación mensual del flujo económico con KpR vs KpO de la obra PIV-01*

Item	Mes	Flujo Neto Acumulado en (S/.) con		
		KpR	KpO	Δ
Base	Dic-11			
1	Ago-12	3,768,763.57	3,768,763.57	-
2	Set-12	3,198,061.12	3,198,061.12	-
3	Oct-12	2,105,195.49	2,104,620.83	- 574.66
4	Nov-12	1,079,911.97	1,075,886.82	- 3,450.49
5	Dic-12	923,486.11	914,889.07	- 4,571.89
6	Ene-13	1,899,705.31	1,874,930.78	- 16,177.49
7	Feb-13	2,868,895.90	2,834,193.35	- 9,928.02
8	Mar-13	2,501,144.32	2,471,453.53	5,011.76
9	Abr-13	6,284,240.17	7,455,976.31	1,201,426.93
10	May-13	4,018,567.88	5,106,790.86	- 83,513.16
11	Jun-13	1,254,551.85	2,248,858.65	- 93,916.18
12	Jul-13	- 335,628.65	290,334.18	- 368,343.97
13	Ago-13	35,711.39	278,662.89	- 383,011.33
14	Set-13	1,193,763.06	1,073,830.88	- 362,883.68
15	Oct-13	1,252,717.84	1,165,129.78	32,344.12
16	Nov-13	1,082,108.02	1,019,366.19	24,846.23

**Figura 27**

*Gráfico de la variación mensual del flujo neto acumulado con KpR vs KpO de la obra PIV-01*



#### 4.1.4.2. Obra PIV-02

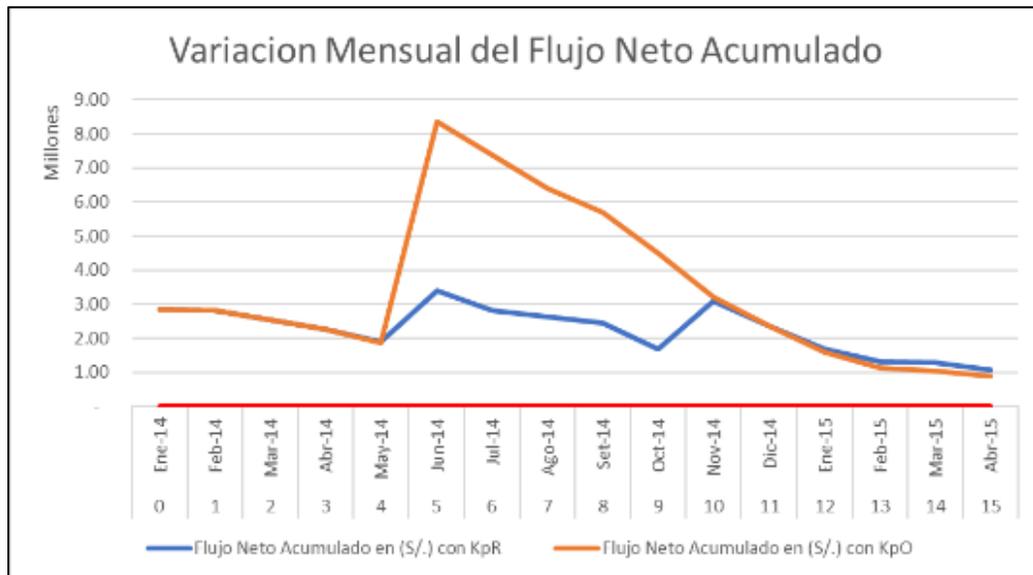
**Tabla 27**

*Variación mensual del flujo económico con KpR vs KpO de la obra PIV-02*

Item	Mes	Flujo Neto Acumulado en (S/.) con		
		KpR	KpO	Δ
Base	Mar-13			
0	Ene-14	2,853,604.19	2,853,604.19	-
1	Feb-14	2,801,075.88	2,801,075.88	-
2	Mar-14	2,550,042.15	2,549,232.37	(809.78)
3	Abr-14	2,266,412.10	2,260,494.68	(5,107.64)
4	May-14	1,881,674.49	1,864,003.91	(11,753.16)
5	Jun-14	3,399,736.41	8,361,776.66	4,979,710.83
6	Jul-14	2,801,488.49	7,370,544.66	(392,984.08)
7	Ago-14	2,632,173.18	6,406,317.20	(794,912.15)
8	Set-14	2,455,381.30	5,704,216.31	(525,309.01)
9	Oct-14	1,682,882.73	4,484,425.84	(447,291.90)
10	Nov-14	3,087,020.06	3,224,370.34	(2,664,192.83)
11	Dic-14	2,356,886.07	2,358,128.36	(136,107.99)
12	Ene-15	1,684,722.80	1,586,676.01	(99,289.08)
13	Feb-15	1,326,390.82	1,126,772.61	(101,571.42)
14	Mar-15	1,272,865.89	1,028,197.06	(45,050.62)
15	Abr-15	1,059,099.71	884,745.44	70,314.56

**Figura 28**

*Gráfico de la variación mensual del flujo neto acumulado con KpR vs KpO de la obra PIV-02*



#### 4.1.4.3. Obra PIV-04

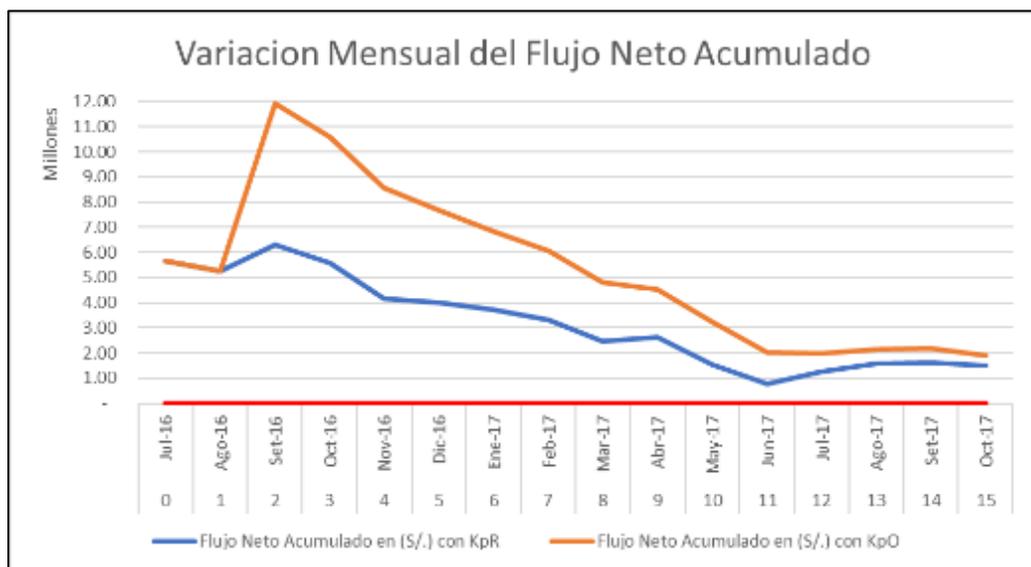
**Tabla 28**

*Variación mensual del flujo económico con KpR vs KpO de la obra PIV-04*

Item	Mes	Flujo Neto Acumulado en (S/.) con		
		KpR	KpO	Δ
Base	Ago-14			
0	Jul-16	5,659,237.57	5,659,237.57	-
1	Ago-16	5,271,735.07	5,271,735.07	-
2	Set-16	6,302,765.43	11,928,245.90	5,625,480.47
3	Oct-16	5,597,103.55	10,599,331.07	(623,252.95)
4	Nov-16	4,158,350.91	8,563,204.35	(597,374.08)
5	Dic-16	4,007,654.19	7,664,007.61	(748,500.02)
6	Ene-17	3,737,870.09	6,835,291.91	(558,931.60)
7	Feb-17	3,315,637.73	6,075,530.60	(337,528.95)
8	Mar-17	2,454,204.19	4,812,346.05	(401,751.01)
9	Abr-17	2,633,812.35	4,518,173.58	(473,780.63)
10	May-17	1,537,602.37	3,226,934.75	(195,028.85)
11	Jun-17	790,926.90	2,022,552.15	(457,707.13)
12	Jul-17	1,246,440.93	1,985,731.09	(492,335.09)
13	Ago-17	1,571,459.51	2,155,671.71	(155,077.96)
14	Set-17	1,635,632.13	2,190,034.80	(29,809.53)
15	Oct-17	1,489,859.25	1,884,933.92	(159,328.00)

**Figura 29**

*Gráfico de la variación mensual del flujo neto acumulado con KpR vs KpO de la obra PIV-04*



#### 4.1.4.4. Obra PIV-06

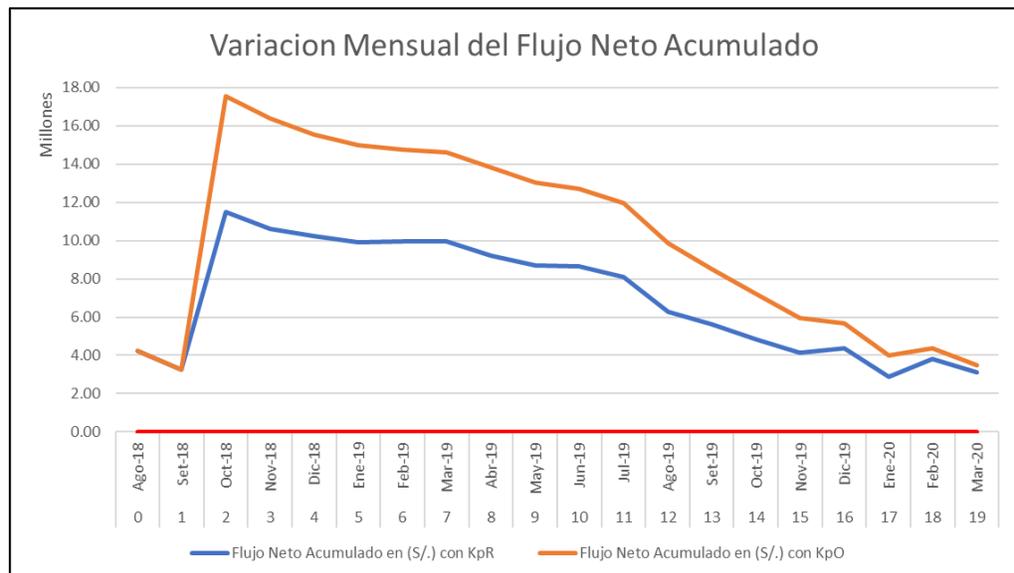
**Tabla 29**

*Variación mensual del flujo económico con KpR vs KpO de la obra PIV-06*

Item	Mes	Flujo Neto Acumulado en (S/.) con		
		KpR	KpO	Δ
Base	Dic-17			
0	Ago-18	4,235,502.78	4,235,502.78	-
1	Set-18	3,258,881.61	3,258,881.61	-
2	Oct-18	11,469,516.56	17,560,799.63	6,091,283.07
3	Nov-18	10,627,292.73	16,383,939.76	(334,636.04)
4	Dic-18	10,218,147.47	15,562,674.83	(412,119.67)
5	Ene-19	9,927,234.55	14,963,729.06	(308,032.85)
6	Feb-19	9,950,502.83	14,728,183.38	(258,813.96)
7	Mar-19	9,967,244.48	14,612,878.28	(132,046.75)
8	Abr-19	9,231,653.35	13,814,363.06	(62,924.09)
9	May-19	8,685,952.70	13,010,421.92	(258,240.49)
10	Jun-19	8,666,281.65	12,682,680.85	(308,070.02)
11	Jul-19	8,096,687.99	11,959,214.03	(153,873.16)
12	Ago-19	6,272,867.99	9,875,974.30	(259,419.73)
13	Set-19	5,615,610.26	8,515,988.87	(702,727.70)
14	Oct-19	4,838,821.44	7,205,355.04	(533,845.01)
15	Nov-19	4,153,346.65	5,954,608.00	(565,272.25)
16	Dic-19	4,372,967.78	5,674,615.41	(499,613.72)
17	Ene-20	2,870,125.95	3,977,135.75	(194,637.83)
18	Feb-20	3,833,495.79	4,378,317.56	(562,188.03)
19	Mar-20	3,117,705.47	3,505,952.70	(156,574.54)

**Figura 30**

*Gráfico de la variación mensual del flujo neto acumulado con KpR vs KpO de la obra PIV-06*



## 4.2. Análisis de Resultados

La presente investigación desarrolla el análisis de resultados, de acuerdo con los 4 puntos indicados en el inciso anterior, realizando los cálculos que comparan el uso de la FpR y la FpO en el PpO. Estos cálculos, están en función a las variables independientes, como son: coeficientes de reajuste K, en la muestra de estudio, que permite contrastarlas hipótesis planteadas.

Para contrastar la hipótesis y resultados tomaremos como parámetro de aceptación una variación del  $\pm 10\%$  respecto a la línea base, que en el caso de la presente investigación es el uso de la FpR.

El parámetro escogido es el determinado por la normativa vigente, para definir si el costo de un proyecto se encuentra dentro de los márgenes de confianza para el correcto desarrollo de este, manteniendo las consideraciones técnico-económicas; es decir, si los resultados se desarrollan fuera del  $\pm 10\%$  respecto a los resultados por el uso de la FpR, los resultados serán significativos, de lo contrario, no lo serán. Para ello se ha elaborado la siguiente tabla resumen:

**Tabla 30**

*Resumen de resultados con KpR vs KpO de la muestra de evaluación*

		OBRA PIV-01		OBRA PIV-02		OBRA PIV-04		OBRA PIV-06	
		FpR	FpO	FpR	FpO	FpR	FpO	FpR	FpO
<b>Calculo del Coeficiente "K"</b>	Coef. "K" Promedio	1,009	1,003	1,050	1,034	1,001	1,020	1,055	1,071
	Coef. Reajuste Promedio	0,009	0,003	0,050	0,034	0,001	0,020	0,055	0,071
	Variacion	-0,006		-0,016		0,018		0,017	
	% de Variacion	<b>-64,17%</b>		<b>-32,00%</b>		<b>1726,67%</b>		<b>30,50%</b>	
	<b>Conclusion</b>	<b>SIGNIFICATIVA</b>		<b>SIGNIFICATIVA</b>		<b>SIGNIFICATIVA</b>		<b>SIGNIFICATIVA</b>	
<b>Calculo del Reajuste Mensual</b>	Reajuste Total (S/.)	309.269,85	219.638,68	728.798,93	479.721,42	5.973,28	570.365,67	1.870.799,61	2.425.438,51
	Variacion (S/.)	- 89.631,17		- 249.077,51		564.392,39		554.638,90	
	% de Variacion	<b>-28,98%</b>		<b>-34,18%</b>		<b>9448,62%</b>		<b>29,65%</b>	
	<b>Conclusion</b>	<b>SIGNIFICATIVA</b>		<b>SIGNIFICATIVA</b>		<b>SIGNIFICATIVA</b>		<b>SIGNIFICATIVA</b>	
<b>Calculo del Monto Maximo a Solicitar de Adelanto para Materiales</b>	Total (S/.)	5.249.721,02	6.672.085,38	7.107.152,15	7.638.325,21	7.974.906,57	10.318.047,15	11.024.468,29	17.299.337,23
	Variacion (S/.)	1.422.364,36		531.173,06		2.343.140,58		6.274.868,94	
	% de Variacion	<b>27,09%</b>		<b>7,47%</b>		<b>29,38%</b>		<b>56,92%</b>	
	<b>Conclusion</b>	<b>SIGNIFICATIVA</b>		<b>NO SIGNIFICATIVA</b>		<b>SIGNIFICATIVA</b>		<b>SIGNIFICATIVA</b>	

### 4.2.1. Obra PIV-01

De acuerdo con la tabla 30, podemos verificar que existen diferencias significativas respecto al uso de la FpR, ya que los valores analizados se encuentran por fuera del  $\pm 10\%$ .

1. Al comparar la propuesta de uso de la FpO sobre el PpO, verificamos que existe una variación promedio del -64.17% en el valor calculado del coeficiente “K”, valor que representa una variación de -0.006 puntos respecto al valor del KpR, como se detalla en la tabla 14. Esto se debe a que la FpO contiene una mayor cantidad de IUPC al momento de conformar los monomios, doce (12) IUPC con la FpO, respecto a seis (06) IUPC con la FpR, lo que genera una mayor precisión en la variación del coeficiente K. Tal como se detalla en la figura 31.

**Figura 31**

*Comparación de la conformación de monomios de la formula polinómica de la obra PIV-01*

SIMB.	I.U.	DESCRIPCIÓN	COEF.	INCIDENCIA	SIMB.	I.U.	DESCRIPCIÓN	COEF.	INCIDENCIA
MO	47	MANO DE OBRA (INC. LEYES SOC.)	0.071	100.000%	MO	47	MANO DE OBRA (INC. LEYES SOC.)	0.108	100.000%
AG	4	AGREGADO FINO	0.149	100.000%	ACM	3	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	0.102	26.471%
CA	20	CEMENTO ASFALTICO	0.150	100.000%	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I			51.960%
MN	40	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	0.106	100.000%	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT			21.563%
MI	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	0.102	100.000%	C	20	CEMENTO ASFALTICO	0.194	90.206%
I	39	INDICE GRAL PRECIOS CONSUM.	0.354	100.000%	13	ASFALTO			9.794%
<b>COEFICIENTE DE REAJUSTE ( KpR ) :</b>			<b>1.000</b>		DP	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	0.101	41.584%
					32	FLETE TERRESTRE			32.673%
					53	PETROLEO DIESEL			25.743%
					MM	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	0.242	47.273%
					49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO			52.727%
					GGU	39	INDICE GRAL PRECIOS CONSUM.	0.253	100.000%
<b>COEFICIENTE DE REAJUSTE ( KpO ) :</b>			<b>1.000</b>						

FpR

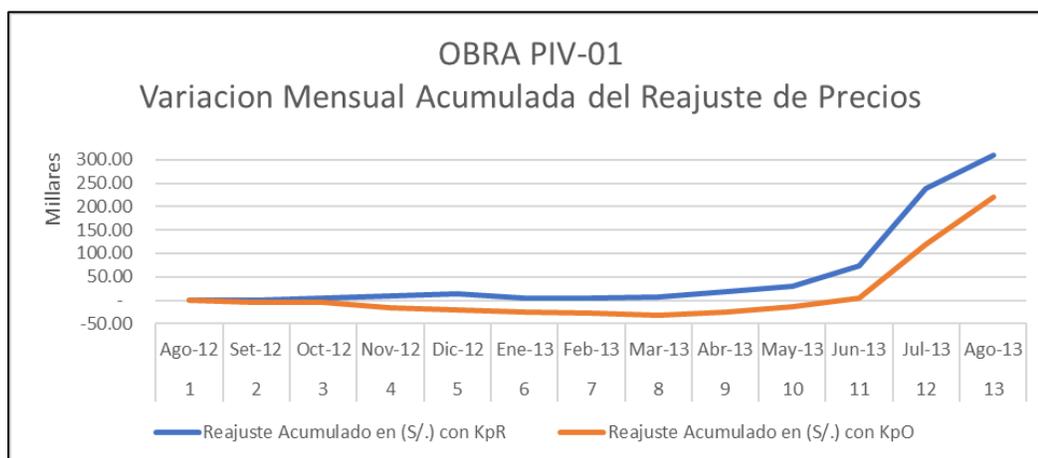
FpO

2. Al existir una alteración en el valor del coeficiente “K”, existirá una variación en el cálculo del reajuste de precios de cada valorización, tal como se muestra en la tabla 18, existiendo una diferencia de -28.98%, que representa un valor de S/. 89,631.17 Soles (Ochenta y Nueve Mil Seiscientos Treinta y Uno con 17/100 Soles). Este valor evidencia que la Entidad Pública contratante pagó un mayor reajuste del debido,

restándole fondos que pudiera haber usado para cubrir el valor de presupuestos adicionales, mayores metrados del proyecto u otras necesidades inherentes a la Entidad Pública contratante, como podrían ser: proyectos, gestiones administrativas, gastos generales, desarrollo tecnológico, etc. Es importante indicar, que la variación del reajuste de precios no es proporcional a la variación del coeficiente de reajuste “K”, debido a que el mes de cálculo, así como el monto valorizado en el mes, influyen directamente en el cálculo. Esto podemos verificarlo en la columna “Δ”, de la tabla 14, donde se detalla que la variación de los coeficientes de reajuste tiene una independencia mensual, según la fluctuación económica de los IUPC. Esta variación en el reajuste, la podemos verificar en la figura 32.

**Figura 32**

*Gráfico comparativo de la variación mensual acumulada del reajuste de precios con KpR vs KpO de la obra PIV-01*



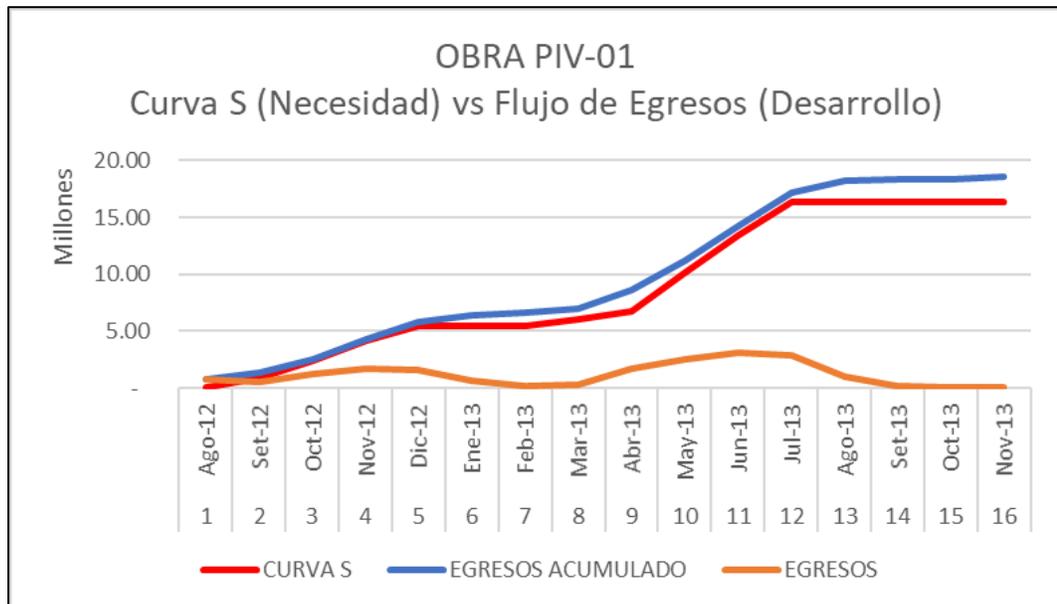
- Como se mencionó anteriormente, una mayor cantidad de IUPC en los monomios de la formula polinómica, permite tener una mayor precisión de representación de la estructura económica del proyecto; así mismo, permite representar una mayor cantidad de materiales para la solicitud del adelanto de materiales. Es por ello por lo que, como podemos verificar en la tabla 22, en el cálculo del monto máximo a solicitar de Adelanto para Materiales, se ha obtenido una variación de un 27.09%, lo que demuestra que el Contratista hubiera tenido la posibilidad de solicitar S/. 1'422,364.36 Soles (Un Millón Cuatrocientos Veintidós Mil Trescientos Sesenta y

Cuatro con 36/100 Soles) más de lo que se calculó, teniendo un mayor fondo de liquidez para la ejecución del proyecto sin la necesidad de buscar fondos externos, si así lo requiriera.

4. En la tabla 26, se muestra la variación del flujo económico, con el uso de la FpR y la FpO. Con el uso de la FpR, verificamos que existe un desbalance económico del proyecto, por tener un valor negativo en el mes 12, ocasionando que el Contratista busque fondos externos para poder cubrir la necesidad de la obra. Sin embargo, analizando el uso de la FpO, a pesar de que el pago del reajuste debió ser menor al otorgado, se podría considerar un mayor monto de adelanto para materiales, permitiendo que el proyecto no pierda el balance económico reflejado en el mes 12, teniendo un mayor monto en el flujo neto acumulado desde el mes 8 hasta el 13. Tomando en cuenta que este proyecto, a partir del mes 9, tiene una mayor necesidad de gasto para su desarrollo, como lo muestra la figura 33,

**Figura 33**

*Gráfico comparativo de la Curva S vs Flujo de Egresos de la obra PIV-01*



Podemos ver una congruencia, entre la necesidad (Curva S) y el desarrollo del proyecto con la FpO (Flujo de Egresos).



**Figura 35**

*Comparación de la conformación de monomios de FpR vs FpO de la obra PIV-02*

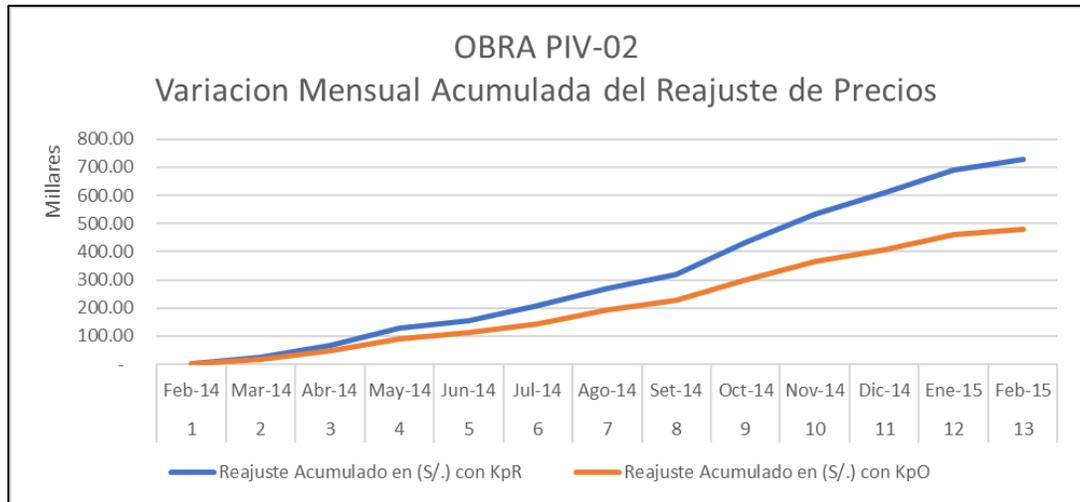
SIMB.	I.U.	DESCRIPCIÓN	COEF.	INCIDENCIA	SIMB.	I.U.	DESCRIPCIÓN	COEF.	INCIDENCIA
J	47	MANO DE OBRA (INC. LEYES SOC.)	0.093	100.000%	MO	47	MANO DE OBRA (INC. LEYES SOC.)	0.069	100.000%
CA	3	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	0.085	31.785%	CAM	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	0.061	39.344%
	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I		68.235%	3	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	31.148%		
AG	5	AGREGADO GRUESO	0.144	100.000%	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	29.508%		
A	13	ASFALTO	0.201	100.000%	AAC	4	AGREGADO FINO	0.052	5.763%
MA	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	0.251	100.000%	5	AGREGADO GRUESO	28.846%		
GGU	39	INDICE GRAL PRECIOS CONSUM.	0.226	100.000%	80	CONCRETO PREMEZCLADO	65.385%		
		<b>COEFICIENTE DE REAJUSTE ( KpR ) :</b>	<b>1.000</b>		H	38	HORMIGON	0.115	100.000%
					AD	30	DÓLAR (GENERAL PONDERADO)	0.231	17.743%
					13	ASFALTO	82.251%		
					MM	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	0.258	19.767%
					48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	80.233%		
					GGU	39	INDICE GRAL PRECIOS CONSUM.	0.214	100.000%
						<b>COEFICIENTE DE REAJUSTE ( KpO ) :</b>	<b>1.000</b>		

FpR
FpO

2. Al existir una alteración en el valor del coeficiente “K”, existirá una variación en el cálculo del reajuste de precios de cada valorización, tal como se muestra en la tabla 19, existiendo una diferencia de -34.176%, que representa un valor de S/. 249,077.51 Soles (Doscientos Cuarenta y Nueve Mil Setenta y Siete con 51/100 Soles). Este valor evidencia que la Entidad Pública contratante pagó un mayor reajuste del debido, restándole fondos que pudiera haber usado para cubrir el valor de presupuestos adicionales, mayores metrados del proyecto u otras necesidades inherentes de la Entidad Pública contratante, como podrían ser: proyectos, gestiones administrativas, gastos generales, desarrollo tecnológico, etc. Es importante indicar, que la variación del reajuste de precios no es proporcional a la variación del coeficiente de reajuste “K”, debido a que el mes de cómputo, así como el monto valorizado en el mes, influyen directamente en el cálculo. Esto podemos verificarlo en la columna “Δ”, de la tabla 15, donde se detalla que la variación de los coeficientes de reajuste tiene una independencia mensual, según la fluctuación económica de los IUPC. Esta variación en el reajuste, la podemos verificar en la figura 36.

**Figura 36**

*Gráfico comparativo de la variación mensual acumulada del reajuste de precios con KpR vs KpO de la obra PIV-02*

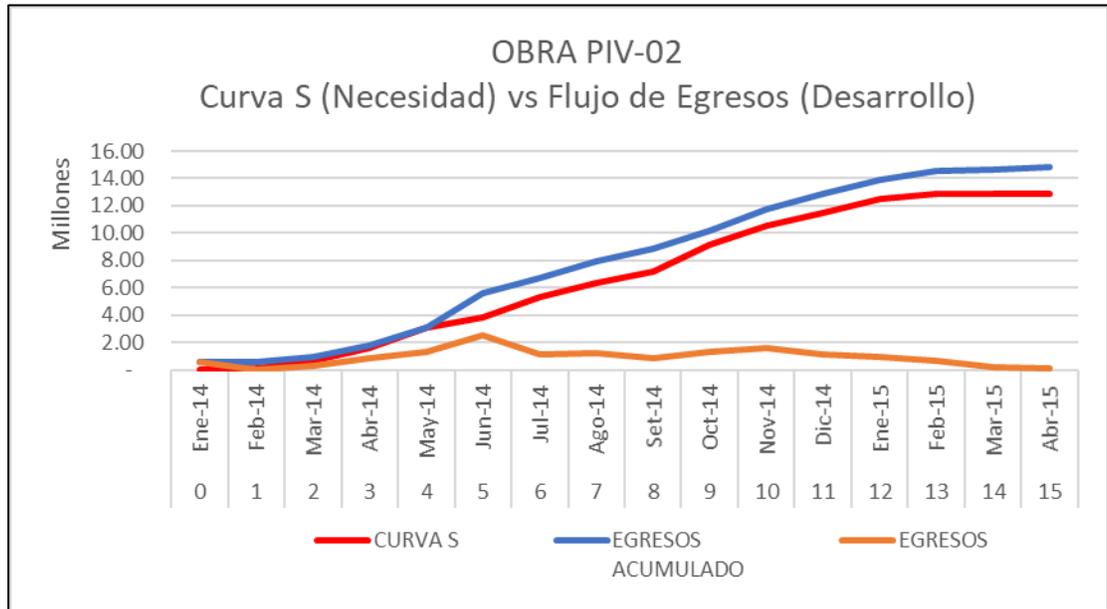


3. Como se mencionó anteriormente, una mayor cantidad de IUPC en los monomios de la formula polinómica, permite tener una mayor precisión de representación de la estructura económica del proyecto; así mismo, permite representar una mayor cantidad de materiales para la solicitud del adelanto de materiales. Es por ello por lo que, como podemos verificar en la tabla 23, en el cálculo del monto máximo a solicitar de Adelanto para Materiales, se ha obtenido una variación de un 7.474%, lo que significa que el Contratista hubiera tenido la posibilidad de solicitar S/. 531,173.06 Soles (Quinientos Treinta y Un Mil Ciento Setenta y Tres con 06/100 Soles) más de lo que se calculó, teniendo un mayor fondo de liquidez para la ejecución del proyecto sin la necesidad de buscar fondos externos, si así lo requiriera. En este caso, se ha considerado la variación de acuerdo con lo estipulado por el reglamento; sin embargo, el Contratista al momento de solicitar sus adelantos, lo solicito por partes y no en la totalidad del cálculo, generando una variación considerable al momento de evaluar el flujo económico del proyecto.
4. En la tabla 27, se muestra la variación del flujo económico, con el uso de la FpR y la FpO. Con el uso de la FpR, verificamos que no se generó un desbalance económico del proyecto, por no tener ningún mes en negativo. Sin embargo, analizando el uso de la FpO, le hubiera permitido al Contratista una mayor liquidez para el proyecto,

para poder solventar de manera más eficiente los gastos, así como la adquisición anticipada de los materiales, mejorando el flujo desde el mes 4 hasta el 11. Tomando en cuenta que este proyecto, a partir del mes 5, tiene una mayor necesidad de gasto para su desarrollo, como lo muestra la figura 37,

**Figura 37**

*Gráfico comparativo de la Curva S vs Flujo de Egresos de la obra PIV-02*



Podemos ver una congruencia, entre la necesidad (Curva S) y el desarrollo del proyecto con la FpO (Flujo de Egresos).

De lo antes expuesto, a pesar de que la solicitud de adelanto de materiales no genere una variación significativa a nivel comparativo, el uso de la totalidad del monto a calcular del adelanto para materiales con la FpO. Podemos concluir que, la metodología planteada respecto al uso de la FpO sobre el PpO resulta coherente y justa, permitiendo mejorar y sostener el balance económico-financiero del proyecto, posibilitando el correcto desarrollo de este.

### 4.2.3. Obra PIV-04

De acuerdo con la tabla 30, podemos verificar que existen diferencias significativas respecto al uso de la FpR, ya que los valores analizados se encuentran por fuera del  $\pm 10\%$ .

1. Al comparar la propuesta de uso de la FpO sobre el PpO, verificamos que existe una variación promedio importante del 1,726.667% en el valor calculado del coeficiente “K”, valor que representa una variación de 0.018 puntos respecto al valor KpR, como se detalla en la tabla 16. Esto se debe a que al momento realizar la asignación de IUPC a los recursos, el agrupamiento preliminar (Figura 38) y la conformación de monomios (figura 39), se han generado diferencias importantes entre la ecuación de la FpR vs la FpO.

**Figura 38**

*Comparación del agrupamiento preliminar de FpR vs FpO de la obra PIV-04*

Índice	Descripción	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento	Índice	Descripción	%	% Saldo	Agrupamiento
01	ACEITE	0.007	0.000		01	ACEITE	0.122	0.000	
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.336	0.000		02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.183	0.000	
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	1.760	4.657	+32+59+46+56	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	2.016	3.408	+02+09+46+56+65
06	AGREGADO GRAUVO	0.806	0.000		09	ALCANTARILLA METALICA	0.423	0.000	
08	ALCANTARILLA METALICA	0.311	0.000		12	ARTEFACTO DE ALUMBRADO INTERIOR	0.017	0.000	
13	ASFALTO	0.802	5.730	+01+23	13	ASFALTO	0.854	0.854	
20	CEMENTO ASFALTICO	4.921	0.000		20	CEMENTO ASFALTICO	6.153	6.153	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	7.850	3.839	+05	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	3.534	3.537	+50
27	DETONANTE	0.237	0.000		27	DETONANTE	0.418	0.000	
28	DINAMITA	0.021	0.000		28	DINAMITA	0.606	0.000	
29	DOLAR	0.090	0.000		30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	12.349	13.625	+12+27+28+54+60+72
30	DOLAR MAS INFLACION MERCADO USA	8.902	10.345	+27+39+29+32	32	FLETE TERRESTRE	1.427	1.427	
32	FLETE TERRESTRE	0.156	0.000		37	HERRAMIENTA MANUAL	0.714	0.000	
34	GASOLINA	10.042	0.000		39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	18.074	18.074	
37	HERRAMIENTA MANUAL	0.666	0.886		43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.797	1.063	+45
38	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	26.027	26.827		45	MADERA TERCIA DA PARA ENCOFRADO	0.266	0.000	
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.500	0.916	+04	46	MALLA DE ACERO	0.545	0.000	
44	MADERA TERCIA DA PARA CARPINTERIA	0.418	0.000		47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	13.632	14.346	+37
46	MALLA DE ACERO	0.380	0.000		48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	11.900	11.900	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	16.185	18.185		49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	13.019	13.019	
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	9.817	3.817		53	PETROLEO DIESEL	12.472	12.594	+01
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	10.489	10.459		54	PINTURA LATEX	0.125	0.000	
51	PETROL DE AGERO LIVIANO	0.005	0.005		56	PLANCHA DE ACERO LAC	0.163	0.000	
53	PETROLEO	0.281	10.834	+34+56+72	65	PLANCHA DE POLIURETANO	0.015	0.000	
54	PINTURA LATEX	0.437	0.000		72	TUBERIA DE ACERO NEGRO Y/O GALVANIZADO	0.078	0.000	
56	PLANCHA DE ACERO LAC	2.188	0.000		72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA	0.095	0.000	
72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA	0.074	0.000		80	CONCRETO PREMEZCLADO	0.003	0.000	
		<b>Total</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>			<b>Total</b>	<b>100.000</b>	<b>100.000</b>

FpR

FpO

**Figura 39**

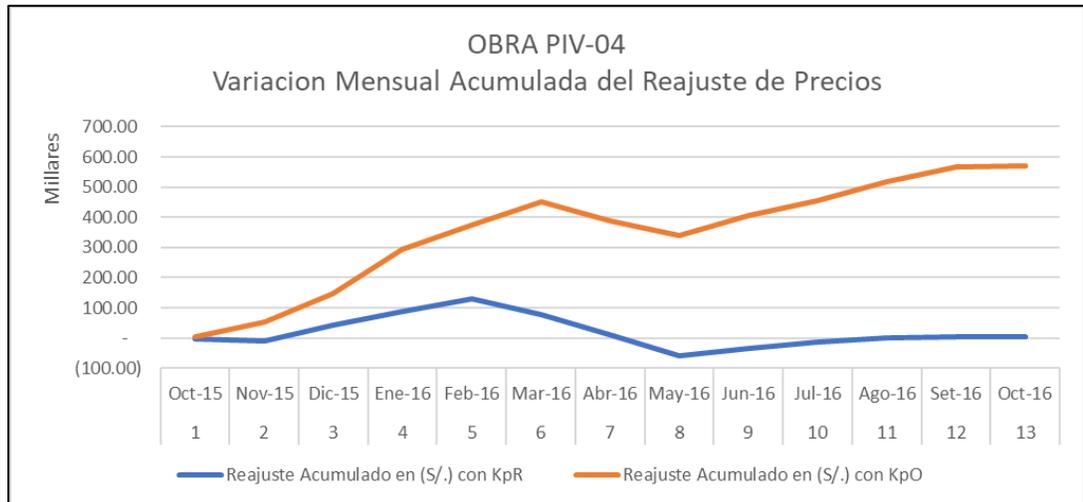
*Comparación de la conformación de monomios de FpR vs FpO de la obra PIV-04*

SIMB.	I.U.	DESCRIPCIÓN	COEF.	INCIDENCIA	SIMB.	I.U.	DESCRIPCIÓN	COEF.	INCIDENCIA
MO	47	MANO DE OBRA (INC. LEYES SOC.)	0.162	100.000%	MO	47	MANO DE OBRA (INC. LEYES SOC.)	0.143	100.000%
MMH	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	0.208	46.154%	MAC	43	MADERA NACIONAL PIENCOFRADO	0.080	13.750%
	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO		50.481%		3	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO		42.500%
	37	HERRAMIENTA MANUAL		3.365%		21	CEMENTO PORTLAND TIPO I		43.750%
ACM	43	MADERA NACIONAL PIENCOFRADO	0.096	9.375%	C	20	CEMENTO ASFALTICO	0.071	87.324%
	3	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO		52.083%		13	ASFALTO		12.676%
	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I		38.542%	P	53	PETROLEO DIESEL	0.140	90.000%
DA	30	DÓLAR (GENERAL PONDERADO)	0.168	66.071%	32	FLETE TERRESTRE	0.140	10.000%	
	13	ASFALTO		33.828%	D	30		DOLAR (GENERAL PONDERADO)	0.136
P	53	PETROLEO	0.100	100.000%	MM	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	0.249	50.570%
GGU	39	INDICE GRAL PRECIOS CONSUM.	0.266	100.000%		49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO		49.430%
					GGU	39	INDICE GRAL PRECIOS CONSUM.	0.181	100.000%
<b>COEFICIENTE DE REAJUSTE ( KpR ) :</b>			<b>1.000</b>		<b>COEFICIENTE DE REAJUSTE ( KpO ) :</b>			<b>1.000</b>	
FpR					FpO				

- Al existir una alteración en el valor del coeficiente “K”, existirá una variación en el cálculo del reajuste de precios de cada valorización, tal como se muestra en la tabla 20, existiendo una diferencia de 9,448.618%, que representa un valor de S/. 564,392.39 Soles (Quinientos Sesenta y Cuatro Mil Trescientos Noventa y Dos con 39/100 Soles). Este valor evidencia que la Entidad Pública contratante pago un menor reajuste del debido, restándole fondos al Contratista, perjudicando la liquidez del proyecto y el desarrollo de este. Para nivelar este perjuicio los contratistas deberían buscar fondos externos que pudieran acrecentar el valor de la obra, ocasionando que no se puedan cubrir gastos de adquisición de insumos, pago de alquiler de equipos, servicios varios, sueldos, etc. Es importante indicar, que la variación del reajuste de precios no es proporcional a la variación del coeficiente de reajuste “K”, debido a que el mes de cómputo, así como el monto valorizado en el mes, influyen directamente en el cálculo. Esto podemos verificarlo en la columna “Δ”, de la tabla 16, donde se detalla que la variación de los coeficientes de reajuste tiene una independencia mensual, según la fluctuación económica de los IUPC. Esta variación en el reajuste, la podemos verificar en el siguiente gráfico:

**Figura 40**

*Gráfico comparativo de la variación mensual acumulada del reajuste de precios con KpR vs KpO de la obra PIV-04*



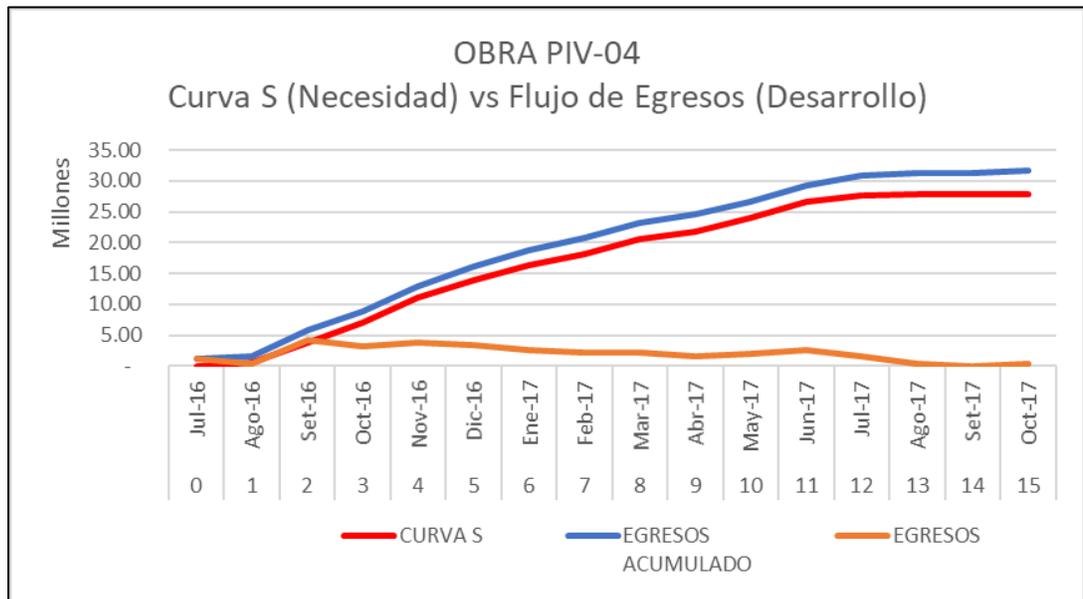
3. Como se mencionó anteriormente, una mayor cantidad de IUPC en los monomios de la fórmula polinómica, permite tener una mayor precisión de representación de la estructura económica del proyecto; así mismo, permite representar una mayor cantidad de materiales para la solicitud del adelanto de materiales. Es por ello por lo que, como podemos verificar en la tabla 24, en el cálculo del monto máximo a solicitar de Adelanto para Materiales, se ha obtenido una variación de un 29.381%, lo que demuestra que el Contratista hubiera tenido la posibilidad de solicitar S/. 2'343,140.58 Soles (Dos Millones Trescientos Cuarenta y Tres Mil Ciento Cuarenta con 58/100 Soles) más de lo que se calculó, teniendo un mayor fondo de liquidez para la ejecución del proyecto sin la necesidad de buscar fondos externos, si así lo requiriera. En este caso, se ha considerado la variación de acuerdo con lo estipulado por el reglamento; sin embargo, el Contratista al momento de solicitar sus adelantos, lo solicito por partes y no en la totalidad del cálculo, generando una variación considerable al momento de evaluar el flujo económico del proyecto.
4. En la tabla 28, se muestra la variación del flujo económico, con el uso de la FpR y la FpO. Con el uso de la FpR, no se generó un desbalance económico del proyecto, por no tener ningún mes en negativo. Sin embargo, el uso de la FpO le hubiera permitido al Contratista una mayor liquidez para el proyecto, para poder solventar de manera

más eficiente los gastos, así como la adquisición anticipada de los materiales, mejorando el flujo desde el mes 1 hasta el 15.

Tomando en cuenta que este proyecto, a partir del mes 2, tiene una mayor necesidad de gasto para su desarrollo, como lo muestra la figura 41,

**Figura 41**

*Gráfico comparativo de la Curva S vs Flujo de Egresos de la obra PIV-04*



Podemos ver una congruencia, entre la necesidad (Curva S) y el desarrollo del proyecto con la FpO (Flujo de Egresos).

De lo antes expuesto, podemos concluir que, la metodología planteada respecto al uso de la FpO sobre el PpO resulta coherente y justo, permitiendo mejorar y sostener el balance económico-financiero del proyecto, posibilitando el correcto desarrollo de este.

#### 4.2.4. Obra PIV-06

De acuerdo con la tabla 30, podemos verificar que existen diferencias significativas respecto al uso de la FpR, ya que los valores analizados se encuentran por fuera del  $\pm 10\%$ .

1. Al comparar la propuesta de uso de la FpO sobre el PpO, verificamos que existe una variación promedio del 30.497% en el valor calculado del coeficiente “K”, valor que representa una variación de 0.017 puntos respecto al valor del KpR, como se detalla en la tabla 17. Esto se debe a que al momento realizar la asignación de IUPC a los recursos, el agrupamiento preliminar (Figura 42) y la conformación de monomios (Figura 43), se han generado diferencias importantes entre la ecuación de la FpR vs la FpO.

**Figura 42**

*Comparación del agrupamiento preliminar de FpR vs FpO de la obra PIV-06*

Índice	Descripción	% Inicio	% Saldo Agrupamiento	Índice	Descripción	%	% Saldo Agrupamiento
01	ACEITE	0.007	0.000	01	ACEITE	0.007	0.000
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.193	0.000	02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	0.193	0.000
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	2.385	0.274	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	2.385	2.620
09	ALCANTARILLA METALICA	0.279	0.000	09	ALCANTARILLA METALICA	0.279	0.279
13	ASFALTO	0.695	-01+20+32+34+39	13	ASFALTO	0.695	0.695
20	CEMENTO ASFALTICO	6.493	0.000	20	CEMENTO ASFALTICO	6.493	6.493
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	4.021	0.021	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	4.021	4.021
27	DETONANTE	0.026	0.000	27	DETONANTE	0.026	0.000
28	DINAMITA	0.039	0.000	28	DINAMITA	0.039	0.000
30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	4.253	0.000	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	4.253	4.324
32	FLETE TERRESTRE	2.042	0.000	32	FLETE TERRESTRE	2.042	2.042
34	GASOLINA	0.101	0.000	34	GASOLINA	0.101	0.000
37	HERRAMIENTA MANUAL	0.527	0.000	37	HERRAMIENTA MANUAL	0.527	0.000
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	20.942	20.942	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	20.942	20.942
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.632	0.000	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.	0.632	0.702
44	MADERA TERCIA DA PARA CARPINTERIA	0.070	0.000	44	MADERA TERCIA DA PARA CARPINTERIA	0.070	0.000
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	15.049	11.306	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	15.049	15.576
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	13.822	42.800	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	13.822	13.822
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	18.188	-07+16	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	18.188	18.188
51	PERFIL DE ACERO LIVIANO	0.001	0.000	51	PERFIL DE ACERO LIVIANO	0.001	0.000
53	PETROLEO DIESEL	9.494	0.000	53	PETROLEO DIESEL	9.494	9.602
54	PINTURA LATEX	0.287	0.000	54	PINTURA LATEX	0.287	0.287
56	PLANCHA DE ACERO LAC	0.016	0.000	56	PLANCHA DE ACERO LAC	0.016	0.000
60	PLANCHA DE POLIURETANO	0.006	0.000	60	PLANCHA DE POLIURETANO	0.006	0.000
65	TUBERIA DE ACERO NEGRO Y/O GALVANIZADO	0.025	0.000	65	TUBERIA DE ACERO NEGRO Y/O GALVANIZADO	0.025	0.000
72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA	0.407	0.000	72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA	0.407	0.407
		<b>Total</b>	<b>100.000</b>			<b>Total</b>	<b>100.000</b>

FpR

FpO

**Figura 43**

*Comparación de la conformación de monomios de FpR vs FpO de la obra PIV-06*

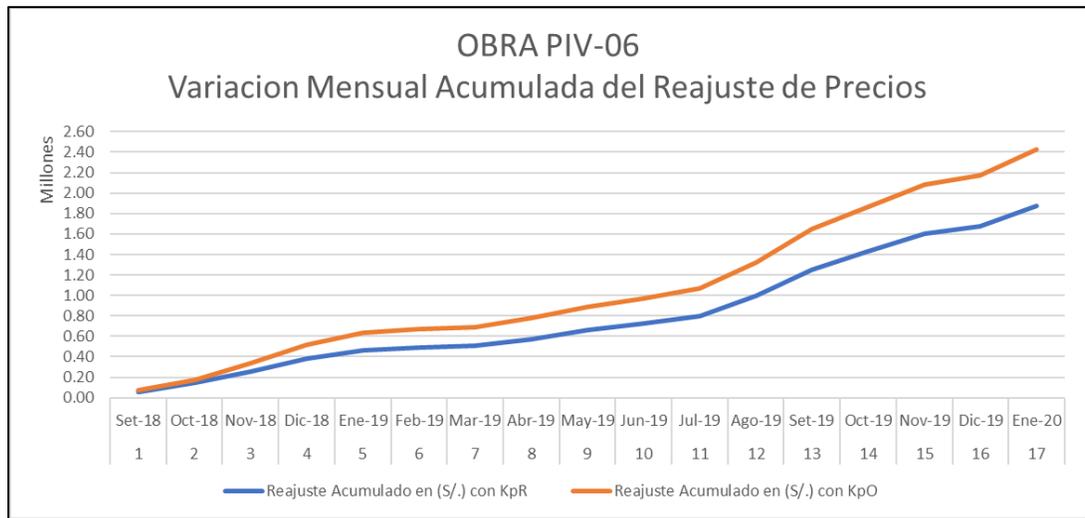
SIMB.	I.U.	DESCRIPCIÓN	COEF.	INCIDENCIA	SIMB.	I.U.	DESCRIPCIÓN	COEF.	INCIDENCIA
C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	0.050	100.00%	MO	47	MANO DE OBRA (INC. LEYES SOC.)	0.156	100.000%
AC	3	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	0.061	100.00%	ACM	3	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO		35.616%
A	13	ASFALTO	0.088	100.00%	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	0.073		54.795%
M	47	MANO DE OBRA (INC. LEYES SOC.)	0.110	100.00%	43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPINT.			3.588%
I	39	INDICE GRAL PRECIOS CONSUM.	0.266	100.00%	D	30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)		86.000%
MM	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	0.425	100.00%	3	ALCANTARILLA METALICA	0.050		6.000%
					72	TUBERIA DE PVC PARA AGUA			8.000%
		<b>COEFICIENTE DE REAJUSTE ( KpR ) :</b>	<b>1.000</b>		C	20	CEMENTO ASFALTICO		86.667%
					13	ASFALTO	0.075		3.333%
					54	PINTURA LATEX			4.000%
					P	53	PETROLEO DIESEL	0.116	82.759%
					32	FLETE TERRESTRE			17.241%
					MM	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	0.320	47.181%
					49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO			52.819%
					GGU	39	INDICE GRAL PRECIOS CONSUM.	0.210	100.000%
							<b>COEFICIENTE DE REAJUSTE ( KpO ) :</b>	<b>1.000</b>	
FpR					FpO				

- Al existir una alteración en el valor del coeficiente “K”, existirá una variación en el cálculo del reajuste de precios de cada valorización, tal como se muestra en la tabla 21, existiendo una diferencia de 29.647%, que representa un valor de S/. 554,638.90 Soles (Quinientos Cincuenta y Cuatro Mil Seiscientos Treinta y Ocho con 90/100 Soles). Este valor evidencia que la Entidad Pública contratante pago un menor reajuste del debido, restándole fondos al Contratista, perjudicando la liquidez del proyecto y el desarrollo de este. Para nivelar este perjuicio los contratistas deberían buscar fondos externos que pudieran acrecentar el valor de la obra, ocasionando que no se puedan cubrir gastos de adquisición de insumos, pago de alquiler de equipos, servicios varios, sueldos, etc. Es importante indicar, que la variación del reajuste de precios no es proporcional a la variación del coeficiente de reajuste “K”, debido a que el mes de cálculo, así como el monto valorizado en el mes, influyen directamente en el cálculo. Esto podemos verificarlo en la columna “Δ”, de la tabla 17, donde se detalla que la variación de los coeficientes de reajuste tiene una independencia

mensual, según la fluctuación económica de los IUPC. Esta variación en el reajuste, la podemos verificar en la figura 44.

**Figura 44**

*Gráfico comparativo de la variación mensual acumulada del reajuste de precios con KpR vs KpO de la obra PIV-06*



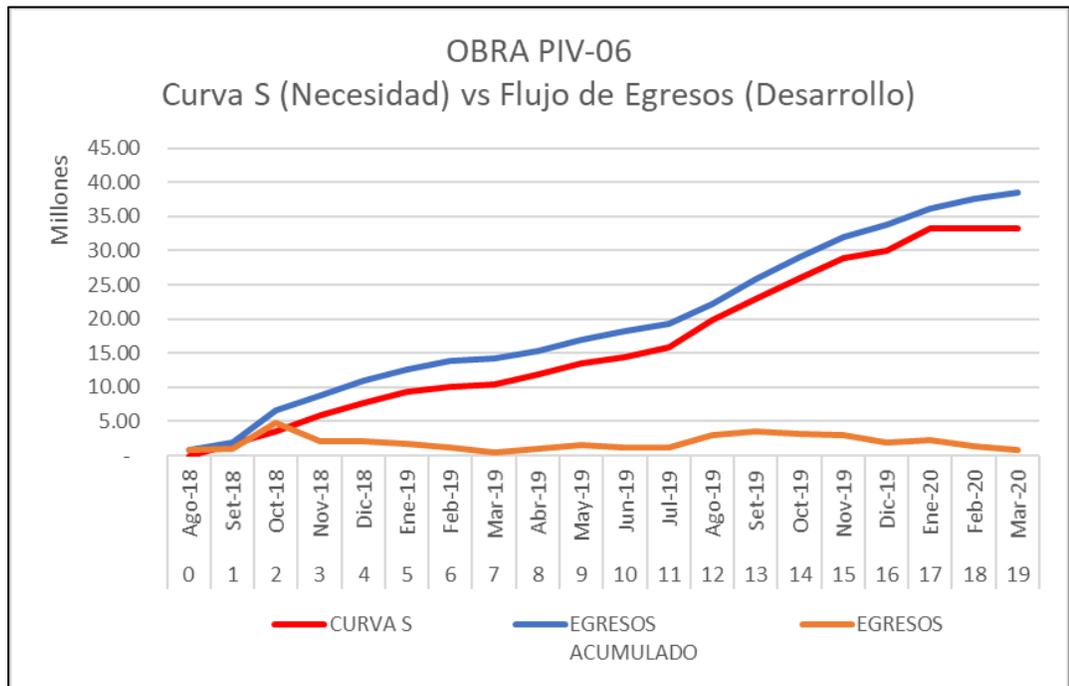
3. Como se mencionó anteriormente, una mayor cantidad de IUPC en los monomios de la formula polinómica, permite tener una mayor precisión de representación de la estructura económica del proyecto; así mismo, permite representar una mayor cantidad de materiales para la solicitud del adelanto de materiales. Es por ello por lo que, como podemos verificar en la tabla 25, en el cálculo del monto máximo a solicitar de Adelanto para Materiales, se ha obtenido una variación de un 56.918%, lo que significa que el Contratista hubiera tenido la posibilidad de solicitar S/. 6'274,868.94 Soles (Seis Millones Doscientos Setenta y Cuatro Mil Ochocientos Sesenta y Ocho con 94/100 Soles) más de lo que se calculó, teniendo un mayor fondo de liquidez para la ejecución del proyecto sin la necesidad de buscar fondos externos, si así lo requiriera.
4. En la tabla 29, se muestra la variación del flujo económico, con el uso de la FpR y la FpO. Con el uso de la FpR, verificamos que no se generó un desbalance económico del proyecto, por no tener ningún mes en negativo. Sin embargo, analizando el uso de la FpO, se verifica que, al usar esta metodología, hubiera permitido al Contratista

una mayor liquidez para el proyecto, para poder solventar de manera más eficiente los gastos, así como la adquisición anticipada de los materiales, mejorando el flujo desde el mes 2 hasta el 17.

Tomando en cuenta que este proyecto, a partir del mes 5, tiene una mayor necesidad de gasto para su desarrollo, como lo muestra la figura 45.

**Figura 45**

*Gráfico comparativo de la Curva S vs Flujo de Egresos de la Obra PIV-06*



Podemos ver una congruencia, entre la necesidad (Curva S) y el desarrollo del proyecto con la FpO (Flujo de Egresos).

De lo antes expuesto podemos concluir que, la metodología planteada respecto al uso de la FpO sobre el PpO resulta coherente y justo, permitiendo mejorar y sostener el balance económico-financiero del proyecto, posibilitando el correcto desarrollo de este.

## Capítulo V

### Conclusiones y Recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

1. Se ha demostrado que al elaborar la fórmula polinómica oferta (FpO) con los parámetros y limitaciones que se obtienen al usar el diccionario de Elementos de la Construcción del INEI, se obtienen coeficientes de reajuste lógicos y congruentes con el presupuesto oferta (PpO) en las obras públicas de infraestructura vial en el Perú; por existir diferencias significativas en los resultados obtenidos por encima de los  $\pm 30\%$  con respecto al coeficiente de reajuste elaborado por la entidad contratante (KpR), como se demuestra en la tabla 30.

2. Habiendo demostrado que usar la FpO para los cálculos que se realicen al presupuesto oferta (PpO), cae en lógica que el uso de la FpO, para calcular el monto máximo a solicitar por el adelanto de materiales e insumos, genera un monto para adquirir materiales de manera congruente a la estructura económica y matemática del presupuesto oferta (PpO), siendo este cálculo y resultado, imparcial y justo para las partes involucradas en el contrato, lo cual se deriva en una mayor liquidez y sostenimiento del equilibrio económico financiero del proyecto, durante su ejecución, al existir un mayor monto máximo para solicitar el respectivo adelanto.

3. Tal como se muestra en las conclusiones 1, 2 y en la Tabla 30, podemos verificar que los resultados obtenidos son significativos, ya que se encuentran por fuera del rango  $\pm 10\%$  con respecto a la FpR. El análisis de la muestra verifica que el uso del diccionario de elementos de la construcción del INEI, como parámetro para limitar el criterio de elaboración de la fórmula polinómica, así como el uso tácito del concepto de fórmula polinómica presentada por expertos; genera y usa de manera coherente y justa la fórmula polinómica.

4. Las fórmulas polinómicas son la expresión matemática de la estructura de costos de un presupuesto, si desarrollamos el presupuesto A (PpR), este genera su fórmula polinómica A (FpR). Si desarrollamos el presupuesto B (FpO), este genera la fórmula polinómica B (FpO). Por lo que no podemos usar la FpR para cálculos sobre el PpO y

viceversa, situación que se da en la actualidad en nuestro país y con la normativa vigente. Es necesario ser congruente al aplicar la fórmula polinómica para que el cálculo de los coeficientes de reajuste mensuales ( $KpO$ ), cálculo de los reajustes ( $Ro$ ) y cálculo del monto máximo a solicitar por adelanto de materiales sea lógico y justo para las partes. Con esto, se reducen los problemas de liquidez a las partes involucradas, durante la ejecución de las obras públicas de infraestructura vial, manteniendo el equilibrio económico financiero de los proyectos.

5. La Obra PIV-04 es la que tiene la mayor diferencia en los resultados debido a una mala asignación de IUPC a los recursos del proyecto, demostrando la necesidad de parametrizar dicho criterio. El resto de los proyectos han obtenido diferencias significativas en una ratio por encima del 25%.

6. Se ha verificado que el valor del reajuste de precios dependerá del mes y monto de la valorización, presentándose las mayores variaciones cuando:

- El valor del coeficiente “K” tengan un amplio margen de diferencia respecto a uno (1.000).
- Existan altos montos valorizados, respecto al presupuesto total.

7. Se ha verificado que el diccionario de elementos de la construcción se encuentra incompleto, por lo que se requiere su actualización.

8. A mayor cantidad de IUPC, en la elaboración de la fórmula polinómica, mayor será la precisión de la representación de la estructura económica del presupuesto, a través del valor numérico obtenido del coeficiente de reajuste “K”.

9. Se hace notar la necesidad de modificar la normativa vigente para poder implementar los parámetros usados.

## 5.2. Recomendaciones

1. Modificar el artículo N° 02 del DS 011-79-VC, mediante la incorporación de la siguiente definición: “la fórmula polinómica es la representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto, constituida por la sumatoria de términos denominados monomios, los cuales consideran la incidencia numérica de los principales recursos (mano de obra, materiales, equipos, gastos generales, etc.) dentro del costo o presupuesto general de obra, teniendo como finalidad, reajustar en forma automática las valorizaciones de obra, debido a la variación de precios en el tiempo de dichos recursos”.

2. Modificar el artículo N° 06 del DS 011-79-VC mediante la incorporación del uso obligatorio del “Diccionario de elementos de la construcción válido para las fórmulas polinómicas que se elaboren a partir del 01 de febrero de 1990 y concordado con las modificaciones a julio 2004”, publicado por el INEI en el Boletín Anual Indicadores de Precios de la Economía 2010 – Capítulo 11 – pág. 407 al 411, permitiendo limitar el criterio del analista de costos para la elaboración de la fórmula polinómica.

3. Actualizar el “Diccionario de elementos de la construcción válido para las fórmulas polinómicas que se elaboren a partir del 01 de febrero de 1990 y concordado con las modificaciones a julio 2004”, publicado por el INEI en el Boletín Anual Indicadores de Precios de la Economía 2010 – Capítulo 11 – pág. 407 al 411, incorporando los recursos nuevos que se han desarrollado desde el 2010 a la fecha, como, por ejemplo: disolvente de pintura, desmoldante para encofrados, gaviones, geo sintéticos, laminas reflectivas, micro esferas, tachas retro reflectivas, entre otros.

4. Modificar el inciso g), del numeral 48.1, del artículo N° 48 Contenido mínimo de los documentos del procedimiento, del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, con el complemento siguiente (en negritas):

- *“Las fórmulas polinómicas (agrupamiento preliminar y conformación de monomios) y la asignación de los respectivos índices unificados de precios de la construcción por recurso, cuando correspondan;”*

5. Modificar el inciso f), del artículo N° 52 Contenido mínimo de las ofertas, del Reglamento de la Ley de Contrataciones del Estado, con la incorporación del siguiente párrafo:

- “(...) Entidad participante. Adicionalmente, deberá incluir la lista de recursos, con su respectiva asignación de índices unificados de precios de la construcción, el agrupamiento preliminar, conformación de monomios y correspondiente fórmula polinómica oferta.

6. Corregir el uso del término CREPCO por INEI, en el DS-011-79-VC, ya que dicha institución fue desactivada y disuelta en 1992.

7. Promover y realizar, de acuerdo con los resultados obtenidos, y a la investigación realizada por el Ing. Arones Barbaran, un debate académico respecto a la metodología de elaboración y cálculo de las fórmulas polinómicas. Tomando en cuenta que actualmente tenemos herramientas tecnológicas que simplifican el cálculo y permite el uso de decimales de manera infinita al momento de calcular las incidencias y coeficientes, obteniendo un resultado sin alteraciones previas. Así como el cálculo directo del reajuste por recurso y no por valorización global.

## 6. Referencias Bibliográficas

Araujo Pereyra, C (2017). *Propuesta 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 Máster, Universidad Ricardo Palma).

Arones Barbaran, E (05 de agosto de 2021). *Propuesta de Modificación de Metodología para la Elaboración de Formulas Polinómicas* (Discurso principal) – Webinar del Capítulo de Ingeniería Civil, Colegio de Ingenieros del Perú, Lima, Perú.

Castillo Aristondo, R. y Sarmiento Soto, J. (1986). *Sistema de reajuste de precios por fórmulas polinómicas en la construcción*. Lima: Editorial CAPECO.

Decreto Ley N° 21825 de 1977. Por el cual se norma la contratación de obras públicas con empresas extranjeras. 30 de marzo de 1977. Diario Oficial El Peruano

Decreto Supremo N° 031-77-VC. Por el que se reglamenta el Decreto Ley N° 21825. 22 de agosto de 1977. Diario Oficial El Peruano.

Decreto Supremo N° 011-79-VC. Por el que se implementa y adecua los alcances del Decreto Supremo N° 031-77-VC. 03 de marzo de 1977. Diario Oficial El Peruano.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2010). *Metodología de la Investigación*. Quinta edición. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana Editores.

Herrera, C. (2011). Análisis de la variabilidad de la fórmula polinómica para proyectos viales. (Tesis de Máster, Universidad de Piura. Facultad de Ingeniería). Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1995/MAS\\_ICIV-L\\_018.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1995/MAS_ICIV-L_018.pdf?sequence=1)

Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI (1992). *Metodología de los índices unificados de precios de la construcción*. Lima – Perú.

Ley de Contrataciones del Estado y su Reglamento. Ley N° 30225 modificado por Decreto Supremo N° 082-2019-EF. Reglamento aprobado por D.S. 344-2018-EF. Modificado por los Decreto Supremo N° 377-2019-EF, 168-2020-EF, 250-2020-EF, 162-2021-EF, 234-2022-EF Y 308-2022-EF.

Ministerio de Transporte e Infraestructura de Nicaragua (2008) – División General de Planificación – MTI. *Manual para la revisión de costos y presupuestos*. Disponible en: <https://biblioteca.mti.ni:8080/docushare/dsweb/GetRendition/DocumentosTecnicos-268/html>

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2009). *Opinión N° 006-2009/DOP*. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/osce/colecciones/713-opiniones-de-la-direccion-tecnico-normativa?year=2009&month=&terms=006>

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2014). *Opinión N° 106-2014/DTN*. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/osce/colecciones/713-opiniones-de-la-direccion-tecnico-normativa?year=2014&month=&terms=106>

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2019). *Opinión N° 009-2019/DTN*.  
Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/osce/colecciones/713-opiniones-de-la-direccion-tecnico-normativa?year=2019&month=&terms=009>

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2019). *Opinión N° 172-2019/DTN*.  
<https://www.gob.pe/institucion/osce/colecciones/713-opiniones-de-la-direccion-tecnico-normativa?year=2019&month=&terms=172>

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2020). *Opinión N° 022-2020/DTN*.  
<https://www.gob.pe/institucion/osce/colecciones/713-opiniones-de-la-direccion-tecnico-normativa?year=2020&month=&terms=022>

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2021). *Opinión N° 007-2021/DTN*.  
<https://www.gob.pe/institucion/osce/colecciones/713-opiniones-de-la-direccion-tecnico-normativa?year=2021&month=&terms=007>

Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado (2022). *Opinión N° 053-2022/DTN*.  
<https://www.gob.pe/institucion/osce/colecciones/713-opiniones-de-la-direccion-tecnico-normativa?year=2021&month=&terms=053>

Pantó, G. (2005). *Analizar el control de precios en el proceso de adjudicación y ejecución de obras de la gerencia de las obras de infraestructura ejecutadas por el gobierno de Yaracuy*. (Tesis de Grado, Universidad Centro Occidental “Lisandro Alvarado”, República Bolivariana de Venezuela).

Ramos Salazar, J. (1994). *Sistema de reajustes en la construcción*. Lima: Editorial CAPECO.

Salinas Seminario, M (2010). *Costos y Presupuestos de Obra*. – 8ª Edición. Lima: Fondo Editorial del Instituto de la Construcción y Gerencia.

Salinas Seminario, M y Álvarez Illanes, J (2003). *Manual de liquidación técnico financiera de obras públicas* – 1ª Edición. Lima: Instituto Pacifico S.A.C.

Salinas Seminario, M y Huerta Amoretti, G (2019). *Costos y presupuestos de obra* – 12va Edición. Lima Perú. Fondo Editorial ICG.

Sarmiento Soto, J. (1983). *El Sistema de Reajuste de Precios en la Construcción*. Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) Lima: Servicios de Artes Gráficas S.A.

## **7. Anexos**

### **7.1. Declaración de Autenticidad**

## **7.2. Autorización de consentimiento para realizar la investigación**

### 7.3. Matriz de Consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLES INDEPENDIENTE	INDICADOR V.I.	VARIABLES DEPENDIENTE	INDICADOR V.D.
¿El no uso de la formula polinómica elaborada por el contratista (FpO) para el cálculo del coeficiente de reajuste KpO y posterior reajuste de precios (Ro) del presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO), es congruente y garantiza el equilibrio económico financiero de las obras públicas de infraestructura vial en el Perú desde el 2011?	Demostrar que el uso de la formula polinómica elaborada por el contratista (FpO), para el cálculo del coeficiente de reajuste KpO y posterior cálculo del reajuste de precio (Ro) del presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO), es congruente y equitativo, garantizando el equilibrio económico financiero de las obras publicas de infraestructura vial en el Perú.	Si usamos la formula polinómica elaborada por el contratista (FpO), para el presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO) en las obras públicas de infraestructura vial en el Perú, entonces tanto el coeficiente de reajuste KpO como el reajuste de precios (Ro) sobre el presupuesto oferta serán congruentes y equitativos, garantizando el equilibrio económico financiero de las obras.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formula Polinómica FpR</li> <li>• Formula Polinómica FpO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monomios de la formula polinómica</li> <li>• Agrupamiento preliminar</li> <li>• IUPC del mes base y del mes de reajuste</li> <li>• Lista de insumos del presupuesto</li> <li>• Diccionario de elementos de construcción del INEI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reajuste de precios Rr</li> <li>• Reajuste de precios Ro</li> <li>• Coeficiente de reajuste KpR</li> <li>• Coeficiente de reajuste KpO</li> <li>• Monto máximo para el adelanto de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valorizaciones de obra</li> <li>• Planilla de metrados</li> <li>• Precios unitarios</li> <li>• Mes de valorización</li> </ul>
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL				
¿Modificar la norma técnica existente para que limite y/o parametrize el criterio técnico económico al elaborar la formula polinómica, permite una realización de formula polinómica de manera lógica, congruente e imparcial en las obras publicas de infraestructura vial en el Perú?	Modificar la norma técnica existente (DS 011-79-VC y sus normar modificatorias, ampliatorias y complementarias) creando parámetros que limiten el criterio técnico económico en la elaboración de la formula polinómica para obtener una ecuación lógica, congruente e imparcial en las obras publicas de infraestructura vial en el Perú.	Si el contratista elabora la formula polinómica oferta (FpO), con los parámetros que brinda el uso del diccionario del INEI al modificar la norma técnica existente, entonces se obtendrán coeficientes de reajuste (KpO) lógicos, congruentes e imparciales para el presupuesto oferta (PpO) en las obras públicas de infraestructura vial en el Perú.				

<p>¿La aplicación de la formula polinómica, elaborada por el contratista (FpO) de manera lógica, congruente e imparcial, genera un monto máximo de solicitud de adelanto para materiales e insumos congruente al presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO) y ayuda a mantener el equilibrio económico financiero de las obras publicas de infraestructura vial en el Perú?</p>	<p>Demostrar que al aplicar la formula polinómica, elaborada por el contratista (FpO) de manera lógica, congruente e imparcial, para la solicitud de adelanto para materiales e insumos, genera un monto máximo congruente al presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO), ayudando a mantener el equilibrio económico financiero de las obras publicas de infraestructura vial en el Perú.</p>	<p>Si usamos la formula polinómica del contratista (FpO), elaborada de manera lógica, congruente e imparcial, entonces tendremos un monto máximo para la solicitud de adelanto de materiales congruente al presupuesto oferta elaborado por el contratista (PpO), manteniendo el equilibrio económico financiero de las obras publicas de infraestructura vial en el Perú.</p>				
--	---	--	--	--	--	--

#### 7.4. Matriz de Operacionalización

VARIABLES	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	ITEM
<b><u>VARIABLES DEPENDIENTES</u></b>					
Reajuste de Valorización con KpR Rr= Valorización * (KpR-1)	Cálculo matemático realizado con el coeficiente de reajuste de la fórmula polinómica elaborada por el cliente (Referencial y/o Base), para determinar el diferencial de costo del presupuesto contratado, desde su elaboración, hasta la fecha de cálculo.	Valorizaciones de Obra	Planilla de metrados de las valorizaciones mensuales	Análisis Documental, Estadístico y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.
			Precios Unitarios Ofertados de las partidas valorizadas		
			Mes de la valorización		
		Coeficiente de Reajuste KpR	Fórmula Polinómica de la entidad contratante		
			Mes de Reajuste		
			IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		
Reajuste de Valorización con KpO Ro= Valorización * (KpO-1)	Cálculo matemático realizado con el coeficiente de reajuste de la fórmula polinómica elaborada por el contratista (Oferta), para determinar el diferencial de costo del presupuesto contratado, desde su elaboración, hasta la fecha de cálculo.	Valorizaciones de Obra	Planilla de metrados de las valorizaciones mensuales	Análisis Documental, Estadístico y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.
			Precios Unitarios Ofertados de las partidas valorizadas		
			Mes de la valorización		
		Coeficiente de Reajuste KpO	Fórmula Polinómica Oferta		
			Mes de Reajuste		
			IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		
			Juicio de Expertos	Descripción y significado de términos.	

VARIABLES	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	ITEM
Monto Máximo para el Adelanto de Materiales	El adelanto para materiales e insumos, es un fondo económico otorgado para que el contratista pueda disponer de los materiales o insumos en la oportunidad prevista en el calendario de adquisición de materiales o insumos	Fórmula Polinómica	Mes de Reajuste	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.
			IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		
		Valorizaciones de Obra	Planilla de metrados de las valorizaciones mensuales		
Precios Unitarios Ofertados de las partidas valorizadas					
			Mes de la valorización		
Coeficiente de reajuste KpR	Coeficiente matemático usado para el reajuste de precios. Se calcula con la base de la ecuación matemática de la formula polinómica elaborada por la entidad contratante.	Fórmula Polinómica	Presupuesto de Obra de la entidad contratante	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.
			Fórmula Polinómica de la entidad contratante		
		Índices Unificados de Precios de la Construcción	IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		

VARIABLES	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	ITEM
Coeficiente de reajuste KpO	Coeficiente matemático usado para el reajuste de precios. Se calcula con la base de la ecuación matemática de la formula polinómica elaborada por el contratista	Fórmula Polinómica	Presupuesto oferta	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.  Descripción y significado de términos.
			Análisis de Precios Unitarios Ofertados		
			Lista de Insumos Contratados		
			Diccionario de elementos del INEI.		
			Incidencia de índices		
			Agrupamiento Preliminar de Índices		
		Monomios	Juicio de Expertos		
		IUPC del mes base IUo			
IUPC del mes de reajuste IUr					
<b><u>VARIABLES INDEPENDIENTES</u></b>					
Formula polinómica elaborada por la entidad contratante  FpR	Representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto constituida por la sumatoria de términos denominados monomios, los cuales consideran la participación e incidencia de los principales recursos dentro del costo o presupuesto general de obra elaborado por la entidad contratante.	Monomios	Agrupamiento Preliminar de índices	Análisis Documental y Matemático	Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.  Descripción y significado de términos.
			IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		
		Incidencia de los IUPC	Presupuesto de la entidad contratante		
			Análisis de Precios Unitarios de la entidad contratante		
			Lista de insumos del presupuesto de obra de la entidad contratante		

VARIABLES	DEFINICION	DIMENSION	INDICADOR	INSTRUMENTOS	ITEM
<p>Formula polinómica elaborada por el contratista.</p> <p>FpO</p>	<p>Representación matemática de la estructura de costos de un presupuesto constituida por la sumatoria de términos denominados monomios, los cuales consideran la participación e incidencia de los principales recursos dentro del costo o presupuesto general de obra elaborado por el contratista.</p>	<p>Monomios</p> <p>Incidencia de los IUPC</p>	Agrupamiento Preliminar de índices	<p>Análisis Documental y Matemático</p>	<p>Recopilación de data, Evaluación de la variación cuantitativa y cálculo numérico.</p>
			IUPC del mes base IUo		
			IUPC del mes de reajuste IUr		
		<p>Monomios</p>	Presupuesto oferta		
			Análisis de Precios Unitarios oferta		
			Lista de insumos del presupuesto oferta		
			Diccionario de elementos del INEI.		

## 7.5. Instrumentos Utilizados

La presente investigación ha usado 2 instrumentos específicos para su desarrollo, los cuales son:

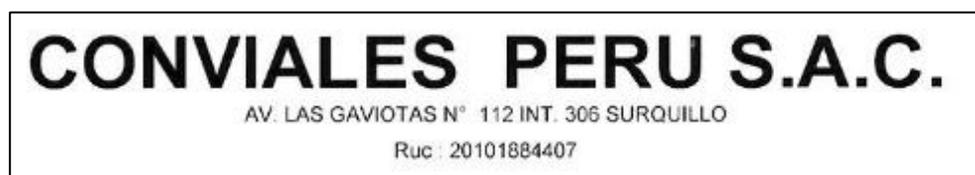
- Base de Datos del Instituto Nacional de Estadística e Investigación, obtenida de su página web:



*Nota.* <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>

Elaboración: Propia

- Información de la base de datos en los servidores de la empresa CONVIALES PERU S.A.C., que ejecuto o formo parte de la ejecución de las obras incluidas en la presente investigación.



*Nota.* <https://e-consultaruc.sunat.gob.pe/cl-ti-itmrconsruc/FrameCriterioBusquedaWeb.jsp>

Elaboración: Propia

**7.6. Información recopilada de los Expedientes Técnicos de Obra:**

**7.6.1. Obra PIV 01:**

## **7.6.2. Obra PIV 02:**

### **7.6.3. Obra PIV 04:**

#### **7.6.4. Obra PIV 06:**

**7.7. Ingreso de la información a la herramienta S10 PRESUPUESTOS:**

**7.7.1. Obra PIV 01:**

### **7.7.2. Obra PIV 02:**

### **7.7.3. Obra PIV 04:**

#### **7.7.4. Obra PIV 06:**

**7.8. Asignación de los IUPC a los insumos del presupuesto según el Diccionario de elementos de la Construcción valido para las fórmulas polinómicas del INEI:**

**7.8.1. Obra PIV 01:**

### **7.8.2. Obra PIV 02:**

### **7.8.3. Obra PIV 04:**

#### **7.8.4. Obra PIV 06:**

**7.9. Agrupamiento Preliminar:**

**7.9.1. Obra PIV 01:**

### **7.9.2. Obra PIV 02:**

### **7.9.3. Obra PIV 04:**

#### **7.9.4. Obra PIV 06:**

## **7.10. Conformación de Monomios y Formula Polinómica:**

### **7.10.1. Obra PIV 01:**

**7.10.2. Obra PIV 02:**

**7.10.3. Obra PIV 04:**

**7.10.4. Obra PIV 06:**

**7.11. Cálculo del Coeficiente de Reajuste:**

**7.11.1. Obra PIV 01:**

**7.11.2. Obra PIV 02:**

**7.11.3. Obra PIV 04:**

**7.11.4. Obra PIV 06:**

**7.12. Cálculo del Reajuste Mensual correspondiente a las valorizaciones del presupuesto:**

**7.12.1. Obra PIV 01:**

**7.12.2. Obra PIV 02:**

**7.12.3. Obra PIV 04:**

**7.12.4. Obra PIV 06:**

**7.13. Cálculo del monto máximo de adelanto específico para la compra de materiales:**

**7.13.1. Obra PIV 01:**

**7.13.2. Obra PIV 02:**

**7.13.3. Obra PIV 04:**

**7.13.4. Obra PIV 06:**

## **7.14. Cálculo del Flujo Económico de la Obra:**

### **7.14.1. Obra PIV 01:**

**7.14.2. Obra PIV 02:**

**7.14.3. Obra PIV 04:**

**7.14.4. Obra PIV 06:**

**7.15. Comprobante de licencia de uso del software modulo S10 Presupuestos:**