

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE CIVIL

DISERTACION PREVIA A LA OBTENCION DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

**LA VARIACIÓN DE LOS COSTOS EN LOS INSUMOS DE LA CONSTRUCCION Y
EL REAJUSTE DE PRECIOS COMO MECANISMO COMPENSATORIO.**

ANDRES PAREDES KING

PABLO GUTIERREZ REA

DIRECTOR: ING. RODDY CABEZAS

QUITO, 2010

Capítulo 1. Introducción

1.1 Antecedentes

El análisis acerca de la necesidad de reajustar los precios en obras de Arquitectura e Ingeniería inicia en el país a partir de la década de 1960, que marca el comienzo de un proyecto agresivo y ambicioso de desarrollo vial en el Ecuador, proyecto caracterizado por estar inmerso en procesos de contratación extremadamente largos y en una falta de planificación económica del Estado, hechos que hacían que las obras inicien desfinanciadas por parte del Estado y con precios muy bajos ya que eran afectados al paso del tiempo por los procesos inflacionarios y devaluatorios.

En la administración del Dr. José María Velasco Ibarra mediante la Ley de “Impuesto a las Transacciones Mercantiles y Prestación de Servicios”¹, se crea el impuesto del 4% a las transacciones mercantiles y se determina el cambio oficial del dólar a 25 sucres², produciendo un incremento de los costos de materiales, mano de obra y equipos necesarios para la ejecución de obras de construcción. Con estos antecedentes los ejecutores de las obras solicitaron al gobierno que se establezca un sistema de reajuste de precios.

Mediante Decreto Supremo No. 663 promulgado en el Registro Oficial del 10 de Mayo de 1971, se establece el primer sistema de reajuste de precios, considerando que es indispensable perfeccionar la legislación en lo relacionado a control estatal para los casos de modificación en los costos por efectos de las acciones originadas en el Poder Público. El reajuste de precios consistía en una indemnización no mayor del 18% para contratos pagados al contado y hasta un 25% para contratos con financiamiento privado, previo estudio y aceptación de las partes, teniendo en cuenta el estado de terminación de la obra y los plazos de financiamiento.

¹ Ley de Impuesto a las Transacciones Mercantiles y a la Prestación de Servicios, Registro Oficial 124 del 23 de Julio de 1970

² Decreto Supremo 239, Registro Oficial del 17 de Agosto de 1970

En el Registro Oficial del 17 de Mayo de 1972 se publica el Decreto Supremo No. 331, en el que se establece que, para los contratos cuyos valores se pagaban en bonos (dólares), y que por cualquier causa el Estado no hubiere podido cumplir con la emisión de éstos en los plazos acordados, los contratistas tendrían derecho a una indemnización proporcional al perjuicio causado, pero en ningún caso excedería del 8% sobre los precios unitarios.

Con fecha 2 de Julio de 1974 se publica en el registro oficial 586 el decreto No. 632, en el que se facultaba a las entidades de derecho público o de derecho privado con finalidad pública para que, a petición de parte, se proceda a reajustar los precios en relación únicamente a los precios unitarios de los rubros en los que intervengan el cemento, aceros estructurales o especiales y asfaltos para la ejecución de dichas obras, siempre que se establezcan diferencias de costos causadas por variaciones de esos precios en el mercado internacional.

Para el reajuste de precios, las entidades determinarían las incidencias de las variaciones de los dichos precios, por medio de las comisiones que fueran necesarias, en relación del número de contratos a reajustarse. La parte de la obra que el contratista estuviere en mora de cumplimiento, no serían tomados en cuenta para el reajuste de precios. Tampoco serían reajustables los precios de los contratos a precio fijo ni aquellos, en los que las partes hayan renunciado expresamente al reajuste de precios o a renegociación.

En este decreto se norma por primera vez el cálculo de reajuste de precios para el caso en el que el contratista tenga mora de cumplimiento, además de establecer que el reajuste de precios sea renunciable.

Debido a que las regulaciones antes mencionadas tenían carácter de discriminatorias, ya que no todos los contratistas tenían el derecho de reclamar el reajuste de precios, además de ser de difícil aplicación, se expide la ley 123 de Reajuste de Precios, publicada en el registro Oficial 461 del 30 de Marzo de 1983, en la que se utiliza un fórmula matemática que relaciona directamente la variación de los costos de los insumos que se utilizaran para la ejecución de los contratos.

$$Pr = Po \left((1 - A) \left(p_1 \frac{B1}{Bo} + p_2 \frac{C1}{Co} + p_3 \frac{D1}{Do} + p_4 \frac{E1}{Eo} + \dots p_n \frac{Z1}{Zo} + Px \frac{X1}{Xo} \right) \right)$$

Los símbolos anteriores tienen el siguiente significado:

Pr = Valor reajustado de la planilla.

Po = Valor de la planilla calculada con los precios contractuales a la fecha de la presentación de la oferta.

A = Coeficiente fijo no reajutable, equivalente al anticipo.

p1 = Coeficiente del componente mano de obra.

p2, p3, p4, ..., pn = Coeficiente de los demás componentes principales.

Px = Coeficiente de los otros componentes no considerados como principales. La suma de los coeficientes, incluido el coeficiente fijo no reajutable, equivalente al anticipo; debe ser igual a la unidad.

Bo = Salarios mínimos expedidos por Ley o Acuerdo Ministerial, vigentes a la fecha de la presentación de la oferta, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales legales, exceptuando el porcentaje legal de utilidades, viáticos, subsidios ocasionales y beneficios de orden social, constantes en la oferta.

B1 = Salarios mínimos expedidos por Ley o Acuerdo Ministerial, vigentes a la fecha de presentación de la planilla por trabajos o servicios ejecutados, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales legales, exceptuando el porcentaje legal de utilidades, viáticos, subsidios ocasionales y beneficios de orden social vigentes a la fecha de ejecución de la obra o servicio.

Co, Do, Eo, ..., Zo = Los precios o los índices de precios de los componentes principales, vigentes a la fecha de presentación de la oferta.

C1, D1, E1, ..., Z1 = Los precios o los índices de precios de los componentes principales en la fecha de ejecución de la obra o servicio.

Xo = Índice de materiales de construcción o índice de precios al consumidor a la fecha de presentación de la oferta.

X1 = Índice de materiales de construcción o índice de precios al consumidor en la fecha de ejecución de la obra o servicio.

Para la aplicación de las fórmulas, los precios e índices de precios serán proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), de acuerdo con el reglamento que se dicte para el efecto.

Si por la naturaleza del contrato el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos no pudiere proporcionar los precios o índice de precios, la entidad contratante podrá utilizar los precios e índices de publicaciones especializadas, previa calificación del INEC.

En caso de mora o retardo parcial o total, imputable al contratista, se le reconocerá únicamente el reajuste de precios calculado con los precios e índices de precios en el período en el que debió ejecutar la obra o servicios con sujeción al cronograma de trabajo vigente.

El 19 de Septiembre de 1983 se regula la aplicación del sistema de reajuste de precios en el país, cuando se publica en el Registro Oficial 581 el Reglamento a la Ley de Reajustes de Precios.

Este reglamento establecía la posibilidad de tener una o más fórmulas polinómicas dependiendo de la complejidad de la obra, y la obligatoriedad de tener una fórmula polinómica para cada moneda, si el contrato estipulara reajustes de precios en moneda nacional y extranjera. Estas fórmulas se estructurarán en base de los presupuestos preparados por la Institución y con relación al detalle de cantidades de obra y los respectivos análisis de precios unitarios. Los coeficientes de incidencia de los componentes es la proporción expresada en cifras decimales con aproximación al milésimo, del costo de cada componente principal o no principal con relación al presupuesto. Si en el transcurso de la ejecución de la obra se crearan nuevos rubros, los precios base para el reajuste serían los vigentes a la fecha en que se convinieran dichos rubros.

En el Registro Oficial No. 501 del 16 de Agosto de 1990 se promulga la Ley de Contratación Pública, en donde se registran ciertos cambios en relación al reajuste de precios. La fórmula para el cálculo de reajustes es cambiada a la siguiente expresión:

$$Pr = Po \left(p_1 \frac{B1}{Bo} + p_2 \frac{C1}{Co} + p_3 \frac{D1}{Do} + p_4 \frac{E1}{Eo} + \dots p_n \frac{Z1}{Zo} + Px \frac{X1}{Xo} \right)$$

Donde:

Pr = Valor reajustado de la planilla.

Po = Valor del anticipo o planilla calculada con las cantidades de obra ejecutada a los precios unitarios contractuales descontada de la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado.

p1 = Coeficiente del componente mano de obra.

p2, p3, p4, ..., pn = Coeficiente de los demás componentes principales.

Px = Coeficiente de los otros componentes considerados como no principales, cuyo valor no excederá de 0.200.

Los coeficientes de la fórmula se expresarán al milésimo y la suma de aquellos debe ser igual a la unidad.

Bo = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general. Esta cuadrilla tipo será fijada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas que constará en el contrato.

B1 = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general. Esta cuadrilla tipo será fijada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

Co, Do, Eo, ..., Zo = Los precios o los índices de precios de los componentes principales, vigentes treinta días antes del cierre para la presentación de las ofertas.

C1, D1, E1,..., Z1 = Los precios o los índices de precios de los componentes principales a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obras.

Xo = Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra, y a la falta de este, el índice de precios al consumidor, treinta días antes de la fecha de cierre de la presentación de las ofertas.

X1 = Índice de componentes no principales correspondiente al tipo de obra, y a la falta de este, el índice de precios al consumidor, a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obras.

Se determina además que el reajuste debe aplicarse mensualmente, o en el periodo de pago establecido en el contrato, será efectuado provisionalmente en base a los precios o índices de precios a la fecha de presentación de las planillas por la fiscalización o unidad de control. Cuando se termine el contrato, en la recepción provisional, se realizará la liquidación final del reajuste de precios, considerando los precios o índices de precios definitivos para las fechas de pago de las planillas, aplicando las fórmulas contractuales.

El cambio fundamental que se da en la Ley de Contratación Pública es la de incluir en el reajuste de precios al anticipo, partiendo del hecho de que entre la fecha de la oferta y la fecha de entrega del anticipo transcurre un tiempo indeterminado, lo que hacía que el valor recibido por el contratista representara un porcentaje que podía ser mucho menor al real. El reajuste de las planillas de avance de obras se calcularía hasta la fecha de pago de la planilla y no hasta la fecha de presentación de la misma, debido a que existen retrasos, por razones imputables a las entidades, en el pago de las planillas, y en la ley no se contempla el pago de intereses por mora en el pago de éstas.

Con la Ley para Transformación Económica del Ecuador, publicada en el Registro Oficial No. 34 del lunes 13 de marzo del 2000, fueron necesarios cambios en la Ley de Contratación Pública, por lo que se expidió la Codificación a la Ley de Contratación Pública. Se eliminaron algunos artículos donde se establecían las normas para el pago de reajuste de precios en moneda extranjera.

En la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, el único cambio que se establece en lo relacionado con el reajuste de precios es la posibilidad de renunciar el reajuste de precios:

Art. 131.- Liquidación del reajuste.- “...Como el derecho a percibir el reajuste es de aquellos que se pueden renunciar, tal situación podrá establecerse en los documentos correspondientes”³

En esta Ley se mantiene que, en caso de mora o retardo parcial o total, imputable al contratista, se le reconocerá únicamente el reajuste de precios calculado con los precios e índices de precios en el período en el que debió ejecutar la obra o servicios con sujeción al cronograma de trabajo vigente.

1.2 Importancia

En vista de que el país no tiene una economía estable, los costos de la construcción varían en periodos cortos, esto obliga a que se deba ajustar constantemente los presupuestos de las obras de Arquitectura e Ingeniería a fin de actualizar los precios a la fecha de ejecución de los trabajos.

El reajuste de precios es quizás la forma más adecuada y a la vez legal de compensar las variaciones de los costos que se producen con el paso del tiempo, y que causan incrementos casi imposibles de prever, convirtiéndose en una de las herramientas más importantes en el desenvolvimiento profesional de los consultores y constructores.

Siendo el Estado el mayor contratante que existe en el país, que los contratos con este son muy comunes y dada la poca información a la que pueden acceder los profesionales de Ingeniería, desconociendo las leyes que amparan a la industria de la construcción, entre ellas la que norma al reajuste de precios, y a fin de establecer la confiabilidad de su aplicación, se torna necesario analizar el ámbito técnico y legal que actualmente lo rige, con

³ Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, Decreto 1248 (Suplemento del Registro Oficial 399, 8-VIII-2008).

ello se determinará el grado de exactitud en la compensación por las alzas o incrementos producidos en la mano de obra e insumos que constituyen la base con la que se determinan los valores de cada uno de los rubros que forman parte del presupuesto de una obra. Adicionando a este análisis los criterios e inquietudes de los constructores y de quienes, como funcionarios públicos, se constituyen en los usuarios de esta herramienta, se procurará brindar aportes a fin de aclarar o mejorar lo establecido por la ley.

El grave problema que se produce por un inadecuado estudio de los costos de la obra, es su desfinanciamiento, por lo que es necesario implementar una metodología adecuada para realizar éste estudio, incorporando un análisis adicional basado en datos estadísticos de los incrementos de los precios que han tenido los materiales, las elevaciones del costo de mano de obra en el transcurso del tiempo, y la investigación de varios proyectos ejecutados, lo que nos ayudara a ponderar a futuro el costo de otros.

Debido a la inflación existente, en la industria de la construcción ha existido y persiste un cierto temor en la ejecución de proyectos a largo plazo. Por esta razón es trascendental planificar un proyecto de manera adecuada, con el financiamiento suficiente y tomando las precauciones necesarias para que en el futuro estas fluctuaciones no afecten al desarrollo normal del mismo que se lo ejecute en el tiempo programado y sin correr el riesgo de que no concluya su ejecución, lo cual trae el correspondiente perjuicio al constructor o inversionista, que se verá obligado a pagar las respectivas penalidades, y dejará al país sin un servicio básico para su desarrollo.

Al estar inmersos en un proceso inflacionario, en mayor o menor grado, se produce un desequilibrio en los contratos de construcción, principalmente por la elevación de costos en los insumos, esta espiral inflacionaria crea conflictos en el sistema de contratación, ya que se debe proveer de un valor extra para cubrir las mencionadas alzas.

Generalmente el contratista para cubrir los sobre costos producidos por las posibles alzas, opta por sobre valorar en el análisis de precios unitarios a cada uno de los rubros componentes del proyecto. Este procedimiento empírico no permite obtener el verdadero

valor de la obra, en este caso se pueden sobre o subestimar los valores, aumentando o bajando excesivamente los costos, lo cual afecta gravemente a los intereses del contratante y del contratista respectivamente.

Debido a este inconveniente es necesario conocer acerca de los reajustes de precios, teniendo como premisa fundamental la de proteger adecuadamente los intereses tanto del contratante como de los contratistas y de que sus reclamos estén al amparo de la ley.

Para mantener el equilibrio económico contractual, es fundamental tomar en cuenta los principios jurídicos que procuran evitar enriquecimientos y prejuicios indebidos, que velan por el debido cumplimiento de las cláusulas contractuales; por lo que es importante también realizar un análisis de algunos principios jurídicos y doctrinarios que rigen a la contratación, como el principio del equilibrio contractual, sobre todo para el contratista, lo cual debería ser esencial en su conocimiento para celebrar contratos, ya que mientras la administración se preocupa de contratar para satisfacer necesidades colectivas, el contratista lo hace para obtener algún beneficio o lucro económico legítimo, lo cual es parte de la naturaleza bilateral de la contratación.

Dentro de esta naturaleza bilateral de la contratación, se debe conocer que existen principios que pretenden regular el cumplimiento correcto de los contratos, como son los Principios de Transparencia, Economía y Responsabilidad, los cuales tienden a considerar de igual manera los mandatos de buena fe, igualdad y el equilibrio entre las prestaciones y derechos que caracterizan a los contratos conmutativos, que son aquellos en los que una de las partes se obliga a dar o hacer una cosa que se mira como equivalente a lo que la otra parte debe dar o hacer a su vez.

Al estar incluida la actividad contractual dentro de la actuación administrativa, se debe entender que debe existir cierto conocimiento de los conceptos de satisfacción del interés general o colectivo, con relación a los fines estatales, los principios con los que la parte administrativa regula sus intereses, los cuales se basan en igualdad, moralidad, eficacia, economía, celeridad e imparcialidad, como sería justo que ambas partes trabajen bajo las

mismas normas y condiciones que permitan seguir manteniendo el equilibrio contractual, que no se permita causar daño alguno a su contraparte.

Entonces es necesario insistir en que el reajuste de precios tiene como finalidad compensar las variaciones de precios existentes entre la fecha de presentación de la oferta y la fecha de ejecución de los contratos, no se trata de un beneficio adicional ni para el contratista, ni para la parte administrativa. Como lo expresa el reconocido jurista Dr. Iván Rengel Espinosa, “el reajuste de precios se constituye en el mecanismo mediante el cual se persigue mantener el equilibrio económico-contratual, que podría verse afectado a consecuencia del fenómeno inflacionario”⁴, en el cual se precisa que sea el que sea el resultado positivo o negativo, se debe cumplir para guardar el equilibrio.

En cierto caso, si tiene una abrupta deflación, la cual no podría ser advertida por los contratistas al momento de ofertar, ni al adquirir los materiales; lo que ha llevado a que, si bien en un primer momento el precio pudo haberse incrementado, perjudicando a los contratistas al momento de su adquisición, con su insospechada reducción, lo que ha provocado, es una injusticia, ilógica y antijurídica reducción de valores, por concepto de la aplicación de un reajuste de precios, que resulta negativo en su ejercicio matemático, pero sobre todo lesivo y perjudicial al desarrollo contractual, a su equilibrio económico y al patrimonio e interés de los contratistas y por lo tanto de la sociedad.

Si los imprevistos considerables en una propuesta serían aquellos parámetros de índole económico inflacionario, que se pueden presentar dentro de un periodo previsto de ejecución del contrato, por lo que legal y técnicamente no se prevé o puede prever un incremento insospechado y desmesurado de materiales de construcción y luego su abrupta caída, especialmente si ellos se dan en periodos muy cortos; por lo que, en tal sentido, para los oferentes y contratistas en la práctica económica es imposible considerar estos hechos, que se ocasionan entre la presentación de las ofertas ó aceptación de los precios y la ejecución

⁴ Rengel Espinosa, Iván, Manual de Contratación Pública Municipal, Consultoría y Concesiones. Tomo II. Quito, 1995 pp.225.

de la obra, con lamentable incidencia en la Administración, que producen una variación y fraccionamiento del equilibrio contractual, del cual nos referimos como principal objetivo a mantener.

Como es conocido la inflación tiene una incidencia directa en los costos de construcción, y el contratante no puede dejar de reconocer la legalidad del reajuste de precios a lo que también tiene derecho su contraparte.

Muchos de los problemas existentes en la vida profesional acerca de la aplicación de la ley se debe al desconocimiento total de la temática; en otros casos, por falta de profundización del estudio de la ley o mala interpretación de la misma y por último, problemas que merecen ser tomados en cuenta en este estudio para establecer con certeza la verdadera incidencia que tiene la elevación del costo de un material y así poder estimar en proyectos futuros.

Siempre se debe tener en cuenta el principio fundamental establecido para la aplicación del sistema de reajuste de precios, dentro de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, es que justamente este derecho se constituya como mecanismo idóneo mediante el cual se pueda mantener el equilibrio económico-contractual, que podría verse afectado a consecuencia de los fenómenos inflacionarios; situación y principio que es claramente justificable, con la aplicación de la disposición señalada en el Artículo 145 del Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública⁵, en donde se señala que en ningún caso se aplicaría el reajuste de precios, en contratos de consultoría, si el mismo es negativo, conforme a lo que se plantea en la Ley “La relación IPC1 / IPCo siempre deberá ser mayor a 1 para que sea aplicable el reajuste de precios.”

En algunos casos la Administración en materia de reajuste es propia y diferente, ya que, debido a la falta de regulación de la misma, han existido quienes le ponen interés y otras que simplemente no lo hacen. Principalmente para un adecuado procedimiento con fórmulas matemáticas, es esencial solicitar a la Administración pruebas de las variaciones de los

⁵ Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, Decreto 1248 (Suplemento del Registro Oficial 399, 8-VIII-2008).

precios que obligan a realizar el reajuste, con el objetivo de evitar obtener resultados arbitrarios.

En la actual Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública se señala que en caso de producirse las variaciones de los costos en los componentes de los precios unitarios convenidos en los contratos de ejecución de obras que se celebren con el Estado o con las entidades del sector público, los costos se reajustarán, para efectos del pago del anticipo y de las planillas de ejecución será mediante formulas matemáticas que constan obligatoriamente en los contratos, como se dispone en el Artículo 128 del Reglamento a la Ley del Sistema Nacional de Contratación Pública⁶, donde dispone que toda entidad debe hacer constar en todo contrato las fórmulas aplicables al caso con sus respectivas cuadrillas tipo, los cuales se deben elaborar en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, definiendo el número de términos de acuerdo a los componentes considerados como principales y el valor de sus coeficientes; también señala que se consideran como componentes principales aquellos que, independientemente o agrupados según lo previsto en el reglamento, tenga mayor incidencia en el costo total de la obra, su número no excederá de diez. Y que sin embargo, si la totalidad de componentes no alcanzara a esta cifra, se podrá considerar como principales a todos.

Las condiciones de aplicación de la fórmula de reajuste de precios, serán establecidas de acuerdo con sus componentes y la localización de la obra; todo esto se realizará en base a la denominada formula general, la cual será el instrumento principal para la ejecución del reajuste, de ahí la importancia de conocer el origen de cada uno de sus componentes, índices para su correcta aplicación e interpretación de resultados obtenidos.

El único ente regulador encargado de verificar la variación de los precios en el país es el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el cual obligatoriamente es de donde se debe tomar referencias de los índices de precios que se utilizará para realizar el reajuste y la aplicación de la fórmula general.

⁶ Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, Decreto 1248 (Suplemento del Registro Oficial 399, 8-VIII-2008).

De acuerdo a lo antes mencionado, se debe entonces conocer que el método en sí consiste en hallar los coeficientes de incidencia de materiales, equipos, mano de obra, para ser multiplicados por su correspondiente índice de precio que son proporcionados por el INEC.

Cada contrato debe estipular entre sus cláusulas la fórmula de reajuste, que estará preparada en base a la fórmula general y utilizando los índices publicados por el ente regulador, dispuesto así en el Artículo 83 de la Ley del Sistema Nacional de Contratación Pública⁷, que explica que estos índices serán proporcionados mensualmente, dentro de los diez días del mes siguiente, con lo dispuesto a su propia reglamentación, y que si por alguna razón la entidad no pudiere proporcionar, se deberá solicitar una calificación de aquellos. Y que en caso de que la entidad no lo realizara en el término señalado, se considerarán calificados tales índices de precios, para la inclusión en la fórmula polinómica, bajo su responsabilidad.

Es necesario tener en cuenta que el reajuste de precios se debe realizar mensualmente o con los periodos de pago establecidos en el contrato y por lo tanto será efectuado provisionalmente en base a los precios o índices de precios a la fecha de presentación de planillas por la unidad de control o fiscalización de cada obra tramitándolo conjuntamente con la planilla, esto de acuerdo con el Artículo 129 del Reglamento a la Ley del Sistema Nacional de Contratación Pública⁸

Parte de la importancia corresponde al uso correcto de la fórmula general, donde no se debe dejar de lado ninguno de sus componentes, ni estimarlos personalmente, sino siempre basarnos en el análisis de la entidad encargada de entregar los índices de precios y así no distorsionar los resultados de la fórmula general.

⁷ Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, (Suplemento del Registro Oficial 395, 4-VIII-2008), Art. 83.

⁸ Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, Decreto 1248 (Suplemento del Registro Oficial 399, 8-VIII-2008).

El derecho de los reajustes de precios, nace de la vía jurídica en el momento en que se somete la oferta ante la Administración y los cálculos respectivos deben hacerse desde entonces, puesto que las variaciones en los costos son situaciones imprevistas, que de no reconocerse, puede generar lesiones en el equilibrio contractual.

Como los reajustes de precios tienen el carácter de irrenunciables, son parte integral del precio, por lo tanto cada parte tiene derecho a su respectivo reclamo y obtener su pago integral de un contrato y por lo tanto ambas partes tienen derecho a exigirlo.

1.3 Planteamiento del Tema

En este estudio se analizará el sistema de reajustes de precios en contratos de ejecución de obra con el estado Ecuatoriano, la Ley de contratación pública y por tanto el reajuste de precios que son aplicación obligatoria solo para contratos con el sector público, y se hará el estudio de la inflación en los insumos relacionados con la industria de la construcción.

Esta investigación no se limitará únicamente en la problemática nacional, sino se referirá de igual forma a los sistemas utilizados internacionalmente y sobre todo en países de la región como Venezuela, Colombia y Perú, para identificar problemáticas actuales y que a futuro podrían presentarse, lo cual nos ayudaría en la obtención de soluciones específicas.

El trabajo investigativo se realizará con referencia a las obras contratadas por el estado ecuatoriano a partir de abril del año 2000, año en el que se introdujeron ciertos cambios a la Ley de Contratación Pública, entre ellos a los relacionados con el reajuste de precios, debido a la Ley de transformación económica del Ecuador (dolarización).

1.4 Objetivos

Objetivo general

Realizar un análisis general del sistema de reajuste de precios, las problemáticas que se pueden presentar, y sus posibles soluciones, comparando con los sistemas utilizados internacionalmente en países como Venezuela, Colombia y Perú.

Objetivos específicos

Elaborar una guía práctica para conocer la forma de cálculo de los reajustes de precios, así como también establecer una metodología que sirva para ponderar a futuro el costo de los proyectos a realizarse.

Analizar y comparar la metodología de cálculo de los índices del INEC, con la variación de los precios en los insumos de la construcción presentados por la Cámara de la Construcción de Quito.

Identificar los problemas que se presentan en la aplicación del sistema de reajuste de precios, determinando las posibles soluciones a través de una comparación de los sistemas utilizados por otros países de la región.

1.5 Metodología

Se realizará el análisis de un ejemplo de contrato de ejecución de obra con el estado ecuatoriano, por lo que los resultados que se obtenga, se puede aplicar a todos los contratos que celebra el estado.

El sistema de reajuste de precios es necesario analizarlo para identificar los problemas desde su esencia y así encontrar las posibles soluciones para el problema global.

Se realizará un estudio sobre las diferentes técnicas y métodos utilizados para el cálculo de los reajustes de precios, según hayan sido los cambios en la legislación ecuatoriana a lo largo de los últimos años.

Como fuentes de datos para la investigación se cuenta con los datos proporcionados mensualmente por el INEC y todo el material técnico de la Cámara de la Construcción de Quito, en sus diversos estudios, conferencias y publicaciones.

Adicionalmente se expondrá mediante el programa FORPOL⁹ el desarrollo de la fórmula polinómica.

Capítulo 2. Conceptos Generales

2.1 Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública

La contratación Pública es de gran importancia para el progreso y la dinamización de la economía del Estado Ecuatoriano, y para el cumplimiento de sus fines y proyectos sociales. Es necesario un sistema de contratación pública que articule y armonice a todas las instancias, organismos e instituciones en los ámbitos de planificación, programación, presupuesto, control, administración y ejecución de las adquisiciones de bienes y servicios así como en la ejecución de obras públicas que se realicen con recursos públicos.¹⁰

La Codificación a la Ley de Contratación Pública, vigente hasta la publicación de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública (LOSNCP), tenía muchos vacíos legales y la ausencia de planificación de políticas de compras públicas, y se limitaba a los Ministerios y entidades seccionales, por lo que eran necesarios cambios para innovar la contratación con procedimientos ágiles, transparentes y eficientes, utilizando medios tecnológicos, que impidan la incorrecta interpretación de la misma con el afán de favorecer a ciertas personas o grupos sociales.

⁹ FORPOL, Programa de cálculo de la fórmula polinómica, creador por Ing. Pablo Urdiales

¹⁰ Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, Registro Oficial Suplemento 395, 4 de Agosto 2008.

El ámbito de la LOSNCP se enmarca a:

1. Los Organismos y dependencias de las Funciones del Estado.
2. Los Organismos Electorales.
3. Los Organismos de Control y Regulación.
4. Las entidades que integran el Régimen Seccional Autónomo.
5. Los Organismos y entidades creados por la Constitución o la Ley para el ejercicio de la potestad estatal, para la prestación de servicios públicos o para desarrollar actividades económicas asumidas por el Estado.
6. Las personas jurídicas creadas por acto legislativo seccional para la prestación de servicios públicos.
7. Las corporaciones, fundaciones o sociedades civiles en cualquiera de los siguientes casos: a) estén integradas o se conformen mayoritariamente con cualquiera de los organismos y entidades señaladas en los números 1 al 6 del Art. 1 o, en general por instituciones del Estado; o, b) que posean o administren bienes, fondos, títulos, acciones, participaciones, activos, rentas, utilidades, excedentes, subvenciones y todos los derechos que pertenecen al Estado y a sus instituciones, sea cual fuere la fuente de la que procedan, inclusive los provenientes de préstamos, donaciones y entregas que, a cualquier otro título se realicen a favor del Estado o de sus instituciones; siempre que su capital o los recursos que se le asignen, esté integrado en el cincuenta (50%) por ciento o más con participación estatal; y en general toda contratación en que se utilice, en cada caso, recursos públicos en más del cincuenta (50%) por ciento del costo del respectivo contrato.
8. Las compañías mercantiles cualquiera hubiere sido o fuere su origen, creación o constitución que posean o administren bienes, fondos, títulos, acciones, participaciones, activos, rentas, utilidades, excedentes, subvenciones y todos los derechos que pertenecen al Estado y a sus instituciones, sea cual fuere la fuente de la que procedan, inclusive los provenientes de préstamos, donaciones y entregas que, a cualquier otro título se realicen a favor del Estado o de sus instituciones; siempre que su capital, patrimonio o los recursos que se le asignen, esté integrado en el cincuenta (50%) por ciento o más con participación estatal; y en general toda

contratación en que se utilice, en cada caso, recursos públicos en más del cincuenta (50%) por ciento del costo del respectivo contrato. Se exceptúan las personas jurídicas a las que se refiere el numeral 8 del artículo 2 de esta Ley, que se someterán al régimen establecido en esa norma. Este artículo establece la obligatoriedad de todas las instituciones públicas antes mencionadas de sujetarse a los procedimientos de la ley siempre que para la ejecución de obras, adquisición de bienes o prestación de servicios.¹¹

2.2 Procesos Contractuales

La Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública determina cuatro procedimientos precontractuales para la contratación de obras, dependiendo del monto del presupuesto con relación al presupuesto inicial del Estado. Todos estos procesos tienen la finalidad de transparentar el uso de los recursos públicos y a la vez agilizar la contratación de obras.

2.2.1 Menor Cuantía

Se podrá contratar bajo este sistema las obras cuyo presupuesto referencial sea inferior al 0.000007 del Presupuesto Inicial del Estado del correspondiente ejercicio económico; en el que se adjudicará el contrato a un proveedor registrado en el RUP escogido por sorteo público de entre los interesados previamente en participar en dicha contratación. De requerirse pliegos, éstos serán aprobados por la máxima autoridad o el funcionario competente de la entidad contratante y se adecuarán a los modelos obligatorios emitidos por el Instituto Nacional de Contratación Pública (INCOP).

En los procesos de contratación de obras de menor cuantía, únicamente los proveedores que cumplan las condiciones establecidas en el artículo 52 de la Ley serán invitados a través del Portal, quienes en el término máximo de cinco (5) días

¹¹ Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, Registro Oficial Suplemento 395, 4 de Agosto 2008.

contados a partir de la fecha de la invitación, manifestarán su interés mediante la presentación de sus ofertas técnicas y de la carta de aceptación expresa del presupuesto económico determinado por la entidad contratante. La máxima autoridad de la entidad contratante o su delegado verificarán el cumplimiento de los requisitos técnicos previstos en los pliegos elaborados por la entidad contratante sobre la base de los formatos elaborados por el INCOP y de la aceptación del presupuesto económico. De entre los proveedores calificados se adjudicará la obra al proveedor escogido por selección automática aleatoria del portal www.compraspublicas.gov.ec.

2.2.2 Cotización

Este procedimiento, se utilizará la contratación para la ejecución de obras, cuyo presupuesto referencial oscile entre 0,000007 y 0,00003 del Presupuesto Inicial del Estado del correspondiente Ejercicio Económico, en donde se invitará a presentar ofertas a por lo menos cinco proveedores registrados en el RUP escogidos por sorteo público. Sin perjuicio de los cinco posibles oferentes favorecidos en el sorteo, podrán participar en el procedimiento toda persona natural o jurídica registrada en el RUP, que tenga interés. De no existir dicho número mínimo, se podrá invitar a presentar ofertas al número de proveedores que consten registrados en el RUP, situación que se deberá ser justificada por la entidad contratante y comunicada al INCOP, para la correspondiente verificación, de ser el caso.

Los Pliegos serán aprobados por la máxima autoridad o el funcionario competente de la entidad contratante, y se adecuarán a los modelos obligatorios emitidos por el Instituto Nacional de Contratación Pública.

Para las contrataciones de obra que se seleccionan por procedimientos de cotización y menor cuantía se privilegiará la contratación con profesionales, micro y pequeñas empresas que estén calificadas para ejercer esta actividad, y preferentemente domiciliados en el cantón en el que se ejecutará el contrato.

Solamente en caso de que no existiera oferta de proveedores que acrediten las condiciones indicadas en los incisos anteriores, se podrá contratar con proveedores de otros cantones o regiones del País.

El Instituto Nacional de Contratación Pública, en los modelos correspondientes, incluirá disposiciones para el cumplimiento de este mandato y velará por su efectiva aplicación.

Convocatoria.- En este procedimiento la invitación a presentar ofertas a cinco (5) proveedores elegidos mediante sorteo público se lo realizará de forma aleatoria a través del Portal www.compraspublicas.gov.ec de entre los proveedores que cumplan los parámetros de contratación preferente e inclusión (tipo de proveedor y localidad), de acuerdo a lo que establece los Art. 50 y 52 de la Ley.

En los pliegos se determinará un sistema de calificación en virtud del cual aquellos proveedores invitados por sorteo obtengan una puntuación adicional por el hecho de haber salido favorecidos; sin perjuicio del margen de preferencia que se deberá establecer en los pliegos para los demás proveedores locales que participen sin ser invitados por sorteo.

Sin perjuicio de las invitaciones a los proveedores sorteados, podrán participar los proveedores habilitados en la correspondiente categoría en el RUP, para lo cual se publicará la convocatoria en el Portal www.compraspublicas.gov.ec.

A este tipo de contratación se aplicarán las normas previstas para el procedimiento Licitación en lo que sea pertinente.

El término entre la convocatoria y cierre de recepción de ofertas lo fijará la entidad contratante atendiendo al monto y complejidad de la contratación, en consideración al

tiempo requerido para que los proveedores preparen sus ofertas. En ningún caso el término será menor a siete días ni mayor a veinte días.

2.2.3 Licitación

La licitación es un procedimiento de contratación que se utilizará para la ejecución de obras, cuando su presupuesto referencial sobrepase el valor que resulte de multiplicar el coeficiente 0,00003 por el monto del Presupuesto inicial del Estado del correspondiente ejercicio económico.

Fases preparatoria y precontractual.- La fase preparatoria de todo procedimiento licitatorio comprende la conformación de la Comisión Técnica requerida para la tramitación de la licitación así como la elaboración de los Pliegos.

La fase precontractual comprende la publicación de la convocatoria, el procedimiento de aclaraciones, observaciones y respuestas, contenidos y análisis de las ofertas, informes de evaluación hasta la adjudicación y notificación de los resultados de dicho procedimiento.

Convocatoria.- La convocatoria deberá publicarse en el Portal www.compraspublicas.gov.ec y contendrá la información que determine el Instituto Nacional de Contratación Pública (INCOP).

Recepción de las ofertas.- Las ofertas técnica y económica deberán ser entregadas por los oferentes, hasta el día y hora señalados en la convocatoria, a través del Portal www.compraspublicas.gov.ec.

Contenido de las ofertas.- Las ofertas deberán cumplir todos los requerimientos exigidos en los Pliegos y se adjuntará todos y cada uno de los documentos solicitados.

Término entre convocatoria y apertura de ofertas.- El término entre la convocatoria y cierre de recepción de ofertas los fijará la entidad contratante atendiendo al monto y complejidad de la contratación, en consideración al tiempo requerido para que los proveedores preparen sus ofertas. En ningún caso el término será menor a diez días ni mayor a treinta días, salvo el caso de contrataciones de obras en que el término máximo podrá ser de hasta cuarenta y cinco días.

Apertura de las ofertas.- El acto de apertura de sobres se hará a través del Portal; o, en el lugar señalado en la convocatoria, si las ofertas han sido entregadas de manera física en los casos permitidos.

Una vez abiertas las ofertas, se publicará en el Portal www.compraspublicas.gov.ec al menos la siguiente información:

1. Identificación del Oferente.
2. Descripción básica de la obra, bien o servicio ofertado; y,
3. Precio unitario de ser el caso y valor total de la oferta.

Método de evaluación de las ofertas.- La Comisión Técnica revisará que las ofertas cumplan los requisitos mínimos establecidos en los pliegos y rechazará aquellas que no den cumplimiento a los mismos. La evaluación de las ofertas se efectuará aplicando los parámetros de calificación previstos en los pliegos. La evaluación de una oferta comprende tanto la referida a la propuesta técnica como a la propuesta económica. La oferta evaluada como la mejor será aquella que obtenga el mejor costo de conformidad con el numeral 18 del artículo 6 de la Ley¹².

Art. 6: 18. Mejor costo en obras o en bienes o servicios no normalizados:
Oferta que ofrezca la entidad las mejores condiciones presentes y futuras en los aspectos técnicos financieros y legales, sin que el precio más bajo sea el único parámetro de selección. En todo caso, los parámetros de evaluación deberán constar obligatoriamente en los pliegos.

¹² Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.

Término para la evaluación de las ofertas.- La evaluación será realizada por la Comisión Técnica luego del cierre de la apertura de ofertas en un término no mayor a diez (10) días. Si la complejidad de la contratación lo exige, la entidad contratante podrá establecer en los pliegos un término adicional de cinco (5) días.

2.2.4 Precio Fijo

Para celebrar contratos de obra, podrá acordarse mediante resolución razonada de la máxima autoridad de la entidad, la celebración del Contrato Integral por precio fijo, cuando se cumplan de forma conjunta los siguientes requisitos:

1. Si del análisis previo a la resolución de la máxima autoridad, resulta más ventajosa esta modalidad con respecto a la contratación por precios unitarios;
2. Si se tratare de la ejecución de proyectos de infraestructura en los que fuere evidente el beneficio de consolidar en un solo contratista todos los servicios de provisión de equipo, construcción y puesta en operación;
3. Si el presupuesto referencial de dicha contratación sobrepasa el valor que resulte de multiplicar el coeficiente 0,1% por el monto del Presupuesto inicial del Estado del correspondiente ejercicio económico; y,
4. Que la entidad contratante cuente con los estudios completos, definitivos; y, actualizados.

Se prohíbe en esta clase de contratos la celebración de contratos complementarios, la inclusión de fórmulas de reajustes de precios o cualquier otro mecanismo de variación de precios. El plazo de ejecución no será sujeto a modificaciones salvo exclusivamente en los casos de fuerza mayor o caso fortuito.

Los contratistas de esta modalidad contractual asumen todos los riesgos y responsabilidades por el cumplimiento del objeto del contrato en las condiciones acordadas.

Procedimiento de Selección.- La selección del contratista para la celebración de este tipo de contratos, se realizará por el procedimiento de Licitación previsto en el

capítulo III del Título III de esta ley, sin que se puedan aplicar procedimientos especiales o de excepción. Los oferentes deberán entregar el detalle y origen de los componentes de la obra y equipamiento acorde a las especificaciones técnicas requeridas para el fiel cumplimiento del proyecto. En la oferta se presentará el cronograma de la provisión, instalación y funcionamiento de los bienes y equipos; así como la puesta en operación del proyecto contratado.

Los Pliegos contendrán criterios de valoración para incentivar el empleo de materiales, insumos, equipo y mano de obra de origen local o nacional.

Particularidades.- En esta modalidad todos los componentes del proyecto deben contratarse bajo la modalidad de contrato integral por precio fijo.

Los contratos integrales por precio fijo admiten la posibilidad de incluir en su objeto el mantenimiento de los componentes del proyecto, aspecto que deberá contemplarse en el contrato.

La terminación por mutuo acuerdo de estos contratos procederá exclusivamente por causas de fuerza mayor o caso fortuito aducidas por el contratista y aceptadas por la entidad contratante; o señaladas por esta última. No se admitirán como causales de terminación por mutuo acuerdo circunstancias imprevistas, técnicas o económicas.

La entidad contratante declarará la terminación unilateral y anticipada de estos contratos en caso de incumplimiento del contratista; o cuando ante circunstancias de fuerza mayor o caso fortuito señaladas por la entidad contratante, el contratista no aceptare la terminación de mutuo acuerdo.

Supervisión.- Este tipo de contratos estarán sujetos a la supervisión de la entidad contratante, que podrá ser realizada por sí misma o por terceros.

La supervisión vigilará que el contratista se rija a las especificaciones técnicas requeridas y a las obligaciones en cuanto a calidad y origen de los componentes de la obra, establecidos en el contrato.

2.3 Presupuestación

Presupuesto es la estimación de los costos que intervendrán en la ejecución de un contrato de construcción. El presupuesto es estimado, se basa en suposiciones que están supeditadas a las condiciones particulares de cada proyecto, y son válidos únicamente para el momento de cálculo debido a la imposibilidad de establecer las condiciones futuras en lo referente a costos de materiales, salarios, equipos, impuestos y contribuciones.

2.3.1 Análisis de Precios Unitarios

Es el pago o remuneración que el contratante deberá reconocer al contratista por unidad de obra y por concepto del trabajo que se ejecute. El concepto de trabajo (rubro) se refiere al conjunto de operaciones manuales y mecánicas, así como materiales y mano de obra que el contratista emplea en la realización de la obra, de acuerdo a los planos y especificaciones técnicas, dividido convencionalmente para fines de medición y pago.

2.3.1.1 Costos Directos

Son todos los costos que intervienen directamente en la ejecución de un concepto de trabajo, dentro del cual se tiene los materiales, equipo, mano de obra y transportes necesarios para la ejecución de dicho rubro.

2.3.1.2 Costos Indirectos

Es la suma de gastos técnico-administrativos necesarios para la correcta realización de cualquier proceso constructivo; es decir, son todos aquellos gastos que se realizan para la ejecución de un proyecto y que no han sido considerados como costo directo.

Los costos indirectos comprenden:

GASTOS DE ADMINISTRACION CENTRAL

Es la suma de los gastos que, por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todas las obras efectuadas por la empresa en un tiempo determinado.

ALQUILERES, AMORTIZACIONES.- Arriendo de locales, oficinas, bodegas, pago a las empresas eléctrica, telefónica y de agua potable, vehículos de ejecutivos y de trabajo.

CARGOS ADMINISTRATIVOS.- Sueldos de secretarias, jefes de compras, bodegueros, chofer, ayudantes de oficina, mensajeros.

CARGOS TECNICOS y PROFESIONALES.- Honorarios y sueldos de ejecutivos, consultores técnicos, auditores, contadores, abogados.

DEPRECIACION y MANTENIMIENTO.- Es el costo del material de oficina que está sujeto al desgaste por el uso.

RETENCIONES.- Son todas aquellas imposiciones legalmente establecidas como impuesto a la renta, IVA, retención en la fuente, fiscalización, Timbres, etc.

MATERIALES DE CONSUMO.- Combustible de vehículos de la empresa, útiles de oficina, copias de planos, artículos de limpieza.

PROMOCIONES.- Gastos de representación, anteproyectos, relaciones públicas, cursos a obreros y empleados, cursos y gastos de funcionarios a seminarios, gastos de actividades deportivas.

SEGUROS.- Seguro social para el personal técnico y administrativo, seguro con empresas particulares para protección de vida del personal, robos, siniestros, desastres naturales, etc., seguros de vehículos

Dentro del análisis del costo de seguro social hay que diferenciar claramente entre el aporte patronal, que es el porcentaje que debe pagar la empresa al seguro social; y el aporte del afiliado, que es el porcentaje que debe abonar el afiliado al seguro por medio de la empresa.

COSTOS INDIRECTOS DE OBRA.

Es la suma de todos los gastos, que por su naturaleza intrínseca, son aplicables a todos los conceptos de una obra en especial. En algunos casos estos pueden ser también parte del contrato.

Entre ellos se encuentran:

CARGOS DE CAMPO

- a) Técnicos y Profesionales: Residentes, ayudantes de residentes, viáticos.
- b) Administrativos: Bodegueros, guardián, mensajero, personal a diario.
- c) Transporte: Equipos, herramientas, personal.
- d) Accesorios: Bodegas, oficinas, dormitorios, baños, comedor, guardianía, alimentación.

CONSTRUCCIONES PROVISIONALES.- Las que se necesiten en la obra por exigencia de las bases u ordenanzas municipales.

FINANCIAMIENTO.- De requerirse, a corto y a mediano plazo, devengando intereses.

FLETES Y ACARREOS.- Especialmente de materiales que se requieran en obra.

GARANTIAS.- Deben incluirse en el costo las garantías, de fiel cumplimiento de la obra, de buena calidad y debida ejecución, del anticipo, las mismas que se encuentran reguladas por la Ley Orgánica del Sistema nacional de Contratación Pública.

IMPREVISTOS.- Variable para cada caso según el tipo de proyecto y su ubicación.

UTILIDAD.- Debe abarcar a todos los gastos, tanto directos como indirectos. Este es un porcentaje el cual está en función de las características particulares de cada obra.

2.4 Formula Polinómica

Es la representación matemática de la estructura de costos de un proyecto determinado, está constituida por la sumatoria de términos denominados monomios, que consideran el porcentaje de incidencia de los componentes con relación al costo directo total del proyecto.

La fórmula polinómica es la composición proporcional de las relaciones directas entre los costos de los componentes que intervienen en una obra, y los correspondientes costos al instante de los respectivos pagos.

2.4.1 Análisis Matemático

En base a lo anteriormente mencionado,

$$MONTO APAGARSE = MONTO CONTRATADO \times \frac{CONDICIONES DE PAGO}{CONDICIONES DE OFERTA}$$

Los precios unitarios que intervienen en el presupuesto de obra está conformado por los costos directos y los costos indirectos, los costos directos a su vez están formados por el costo de materiales, mano de obra, equipo y transporte, es decir,

$$CT = CDT + CIT$$

$$CDT = B + C + D + E$$

Donde:

CT: Costo total de la obra

CIT: Costo indirecto de la obra

CDT: Costo directo de la obra

B: Costo directo de materiales de la obra

C: Costo directo de equipos de la obra

D: Costo de mano de obra de la obra

E: Costos de transporte de la obra

El costo directo total de un insumo será igual al valor unitario directo del insumo multiplicado por el volumen de obra a realizar.

$$B = V \times b$$

$$C = V \times c$$

$$D = V \times d$$

$$E = V \times e$$

Donde:

V = Volumen

b,c,d,e = Valor unitario al momento de la oferta

Nota: Para la aplicación de la fórmula, estos índices serán los vigentes 30 días antes de la fecha de presentación de la oferta.

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior se tiene que:

$$CDT = V \times b + V \times c + V \times d + V \times e$$

Con el incremento de costos se tiene la siguiente expresión:

$$CDT' = B' + C' + D' + E'$$

$$B' = V \times b'$$

$$C' = V \times c'$$

$$D' = V \times d'$$

$$E' = V \times e'$$

Donde:

V = Volumen

b,c,d,e= Valor unitario en una fecha posterior a la de la oferta

Dividiendo las expresiones se tiene:

$$\frac{B'}{B} = B \frac{b'}{b}; \quad \frac{C'}{C} = C \frac{c'}{c}; \quad \frac{D'}{D} = D \frac{d'}{d}; \quad \frac{E'}{E} = E \frac{e'}{e}$$

$$\frac{B'}{B} = \frac{Vxb'}{Vxb} = \frac{b'}{b}; \quad B' = B \frac{b'}{b}$$

$$\frac{C'}{C} = \frac{Vxc'}{Vxc} = \frac{c'}{c}; \quad C' = C \frac{c'}{c}$$

$$\frac{D'}{D} = \frac{Vxd'}{Vxd} = \frac{d'}{d}; \quad D' = D \frac{d'}{d}$$

$$\frac{E'}{E} = \frac{Vxe'}{Vxe} = \frac{e'}{e}; \quad E' = E \frac{e'}{e}$$

Reemplazando,

$$CDT' = B \frac{b'}{b} + C \frac{c'}{c} + D \frac{d'}{d} + E \frac{e'}{e}$$

Dividiendo para CDT, se tiene:

$$CDT' = \frac{B}{CDT} \frac{b'}{b} + \frac{C}{CDT} \frac{c'}{c} + \frac{D}{CDT} \frac{d'}{d} + \frac{E}{CDT} \frac{e'}{e}$$

$$\frac{B}{CDT} = \text{COEFICIENTE DE INCIDENCIA DE LA MANO DE OBRA} = p1$$

$$\frac{C}{CDT} = \text{COEFICIENTE DE INCIDENCIA DE MATERIALES} = p2$$

$$\frac{D}{CDT} = \text{COEFICIENTE DE INCIDENCIA DE EQUIPO} = p3$$

$$\frac{E}{CDT} = \text{COEFICIENTE DE INCIDENCIA DE TRANSPORTE} = p4$$

Por lo tanto:

$$\frac{CDT'}{CDT} = p1 \cdot \frac{b'}{b} + p2 \cdot \frac{c'}{c} + p3 \cdot \frac{d'}{d} + p4 \cdot \frac{e'}{e}$$

$$CDT' = CDT \left(p1 \frac{b'}{b} + p2 \frac{c'}{c} + p3 \frac{d'}{d} + p4 \frac{e'}{e} \right)$$

Siendo,

$$b' = B1, b = B0$$

$$c' = C1, c = C0$$

$$d' = D1, d = D0$$

$$e' = E1, e = E0$$

$$CDT' = Pr$$

$$CDT = P0$$

$$Pr = Po \left(p1 \frac{B1}{Bo} + p2 \frac{C1}{Co} + p3 \frac{D1}{Do} + p4 \frac{E1}{Eo} \right)$$

Donde:

Pr= valor reajustado

Po= valor ofertado

p1 = Coeficiente del componente mano de obra.

p2, p3, p4 = Coeficiente de los demás componentes principales.

Bo = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general. Esta cuadrilla tipo será fijada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas que constará en el contrato.

B1 = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo, fijados por Ley o Acuerdo Ministerial, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general. Esta cuadrilla tipo será fijada en base a los análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada, vigentes a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

Co, Do, Eo = Los precios o los índices de precios de los componentes principales, vigentes treinta días antes del cierre para la presentación de las ofertas.

C1, D1, E1 = Los precios o los índices de precios de los componentes principales a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obras.

2.4.2 Forma de Cálculo

La Ley de Reajuste de Precios no establece metodología alguna para la determinación de los coeficientes que intervendrán en las fórmulas polinómicas para su aplicación.

La ley permite que, dependiendo de la complejidad de la obra, puede existir más de una fórmula polinómica.

La agrupación de los insumos se la realiza en base a la similitud existente entre los componentes, como por ejemplo el acero se puede agrupar con elementos acerados como el alambre galvanizado, clavos de acero, o se puede agrupar por similitud de uso, como por ejemplo cables eléctricos, breakers, tableros de distribución eléctrica, etc., que se los puede agrupar dentro de instalaciones eléctricas.

A continuación se detalla un método de cálculo, el cual se encuentra descrito en función del cuadro de desglose que se adjunta, para lograr una mecánica de fácil aplicación.

Cuadrilla Tipo

De los diferentes trabajadores que intervienen en cada rubro, se puede obtener el costo directo total de cada una de las categorías de obreros.

Los coeficientes de mano de obra se determinan igual que los de la fórmula, es decir los coeficientes de la cuadrilla tipo se obtienen relacionando:

$$\frac{\text{Costo Total por Categoría}}{\text{Costo Total Mano de Obra}}$$

Cuadro para el desglose de insumos:

Datos Generales			Materiales			Mano de Obra			Equipo+Transporte		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION	C.U.D	C.D.T	DESCRIPCION	C.U.D	C.D.T	DESCRIPCION	C.U.D	C.D.T
				1			2			3	

$$CDTO= 1+ 2+ 3$$

Donde:

C.U.D: Costo Unitario Directo del Insumo

C.D.T: Costo Directo Total del Insumo

C.D.T.O: Costo Directo Total de Obra

Procedimiento de Cálculo

Primera Columna: Descripción del Rubro que se va a desglosar.

Segunda Columna: Unidad de Rubro.

Tercer Columna: Cantidad de obra que se va a realizar, de dicho rubro.

Cuarta Columna: Descripción de los materiales que intervienen en el rubro.

- Quinta Columna: Costo unitario directo de los materiales que intervienen en el rubro.
- Sexta Columna: Costo directo total del material en el Rubro o sea el resultado de multiplicar la cantidad de obra a realizar por el costo unitario directo del material, Columna 3x5. La sumatoria de los valores de esta columna nos da como resultado el costo directo total de los materiales que intervienen en la obra (3).
- Séptima Columna: Descripción de los trabajadores que intervienen para la elaboración del Rubro. Esta información servirá para establecer la cuadrilla tipo.
- Octava Columna: Costo unitario directo del o los trabajadores que intervienen en el Rubro.
- Novena Columna: Costo directo total del trabajador en el Rubro y que es el resultado de multiplicar la cantidad de obra a realizar por el costo unitario directo del obrero, Columna 3x8. La sumatoria de los valores de esta columna nos da como resultado el costo directo total de la mano de obra, valor con el cual se calculará el coeficiente correspondiente a la mano de obra (P1). (2).
- Décima Columna: Descripción del equipo de construcción, y el transporte que intervienen el Rubro.
- Undécima Columna: Costo unitario directo del equipo del transporte que intervienen el Rubro.
- Duodécima Columna: Costo directo total del equipo y transporte, que es el resultado de multiplicar la cantidad de obra a realizar por el costo unitario del equipo de construcción, Columna 3x11. La sumatoria de los valores de esta columna nos da como resultado el costo directo total en la obra de transporte y del equipo. (3).

$$P1 = \frac{\text{CDT (Mano de Obra)}}{\text{C. D. T. O}}$$

De la misma manera, se calcularán todos y cada uno de los coeficientes de los insumos incidentes en la obra.

Ejemplo:

$$P2 = \frac{\text{CDT (Cemento)}}{\text{C.D.T.O}} ; P3 = \frac{\text{CDT (Hierro)}}{\text{C.D.T.O}} ; \text{etc.}$$

Cuadrilla Tipo

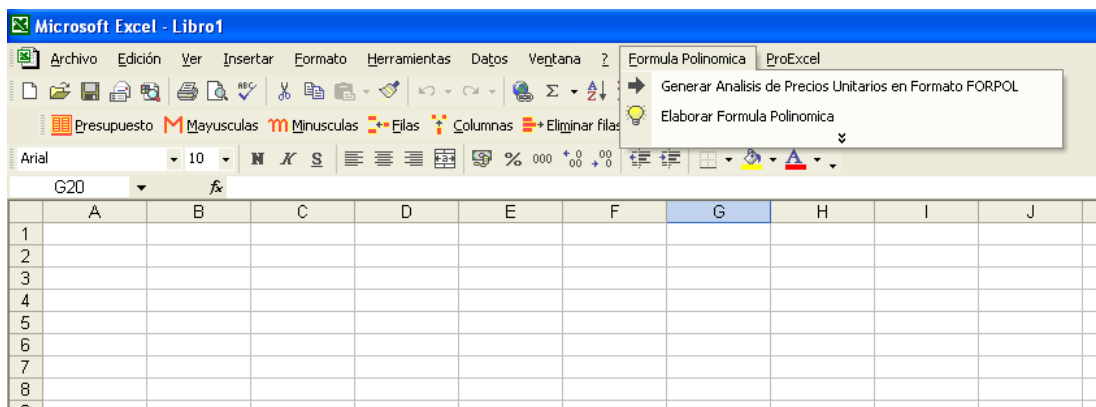
Mediante la descripción hecha en la columna 7, de los diferentes trabajadores que intervienen en cada rubro, se puede obtener el costo directo total de cada una de las categorías de obreros.

DESCRIPCION	C.D.T M.O. (usd)	C.D. CAT. (usd)	COEF. CUADRILLA TIPO
OC Categoría I	10000	4500	0.450
OC Categoría II	10000	1250	0.125
OC Categoría III	10000	3250	0.325
OC Categoría IV	10000	1000	0.100
			1.000

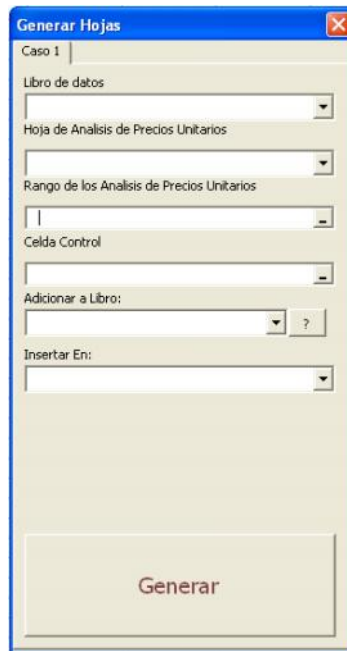
2.4.3 Cálculo de la fórmula polinómica mediante el programa FORPOL.

El programa para el cálculo de fórmulas polinómicas FORPOL, desarrollado por el Ing. Pablo Urdiales, es una herramienta muy útil y ágil al momento de calcular las fórmulas polinómicas. A continuación se presentará una guía para de uso de esta herramienta.

El programa trabaja en base a Microsoft Excel, donde, una vez instalado el programa, se crea un nuevo menú.



Como paso previo al cálculo de la fórmula polinómica, los análisis de precios unitarios deben generarse en el formato necesario para el correcto funcionamiento del programa, esto es un análisis de precios unitarios en cada hoja del libro de Microsoft Excel, para esto tenemos la opción **“Generar Análisis de Precios Unitarios en formato FORPOL”**.



Se escoge el libro de datos y la hoja en donde se encuentran los análisis de precios unitarios, igualmente se escoge el rango de estos y la celda de control, que es la celda que se repite al iniciar cada análisis de precio unitario, al activar el botón “Generar”, el programa cortará cada uno de los análisis y lo pegará en una hoja de un nuevo libro de Excel, cumpliendo así el requisito de formato.

Elaboración de la Fórmula Polinómica

Se deberán ingresar los datos generales del proyecto en el primer formulario: nombre del proyecto, nombre del oferente, monto del contrato, plazo de ejecución, porcentaje de indirectos, la fecha de presentación de las oferta, y por último se escogerá el archivo en formato de Excel donde estén los datos del presupuesto y los análisis de precios unitarios.

Obra: CENTRO DE FACILITACION TURISTICA

Proyectos | Formato Presupuesto | Formato APU | Hojas APU | Generar | Presupuesto | Totales | Formula

Id:

Numero Proceso:

Descripcion:

Oferente:

Monito:

Plazo:

Porcentaje de Indirectos:

Fecha Presentacion Oferta:

Libro de Datos:

En la pestaña presupuesto se deberán seleccionar las celdas en donde se encuentran los datos de la tabla de cantidades y precios, el código, nombre, unidad, cantidad, precio unitario y costo total de cada uno de los rubros.

Obra: CENTRO DE FACILITACION TURISTICA

Proyectos | Formato Presupuesto | Formato APU | Hojas APU | Generar | Presupuesto | Totales | Formula

Datos de Presupuesto

Hoja:

Numero:

Codigo:

Descripcion:

Unidad:

Cantidad:

P. Unitario:

Total:

En el formulario Formato APU, se debe seleccionar las celdas donde se encuentra la información del desglose de cada análisis de precio unitario.

Obra: CENTRO DE FACILITACION TURISTICA

Proyectos | Formato Presupuesto | Formato APU | Hojas APU | Generar | Presupuesto | Totales | Formula

Selec. Hoja Analisis: 1

Datos Rubro: Codigo, Descripcion, Unidad

Materiales: Etiqueta, Descripcion, Unidad, Cantidad, Precio, Total

Mano de Obra: Etiqueta, Descripcion, Numero, Rendimiento, Salario, Total

Equipo: Etiqueta, Descripcion, Numero, Rendimiento, Tarifa, Total

Transporte: Etiqueta, Descripcion, Unidad, Cantidad, Distancia, Tarifa, Total

Buttons: Nuevo, Grabar, Cancelar, Eliminar, Imprimir, Salir

En la siguiente pestaña se deben seleccionar las hojas en donde se encuentran los análisis de precios unitarios.

Obra: CONSTRUCCION DEL ESTADIO OBANDO PACHECO SANTO DOMINGO

Proyectos | Formato Presupuesto | Formato APU | Hojas APU | Generar | Presupuesto | Totales | Formula

Hojas de Rubros

Hojas Escogidas: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26

Buttons: >, >>, <, <<

Buttons: Nuevo, Grabar, Cancelar, Eliminar, Imprimir, Salir



En la pestaña Generar, se da clic en el botón Generar Datos y el programa empieza a procesar los datos de cada uno de los rubros que forman el presupuesto, una vez completado, el programa presenta una lista de los rubros y compara los precios analizados de cada rubro y el que está dentro de la tabla de cantidades y precios.

CÓDIGO	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	P. ANALI	T. ANALI
1	1 Destroce de vegetación y desalojo	m2	258.2	1.443	372.583	1.651	426.288
2	2 Bodega	m2	6	66.726	400.358	66.727	400.362
3	3 Instalación eléctrica provisoria	Global	1	123.808	123.808	123.808	123.808
4	4 Excavación y desalojo	m3	90	5.833	525.004	5.833	524.97
5	5 Replanteo y nivelación	m2	260	1.072	278.708	1.073	278.98
6	6 Relleno compactado con material granular	m3	52.5	12.292	645.304	12.292	645.33
7	7 Bordillos hormigón f'c=210 kg/cm2	m	43	14.8	636.417	14.8	636.4
8	8 Contrapiso hormigón 210kg/cm2, e=15cm + armex D6mm @15cm	m2	36.4	24.74	900.536	24.737	900.427
9	9 Replanteo de Hormigón Simple e=7cm	m3	1.35	90.252	121.84	90.252	121.84
10	10 Plintos y gradas de Hormigón Ciclópeo f'c=180kg/cm2	m3	17.538	94.638	1,659.76	94.638	1659.761
11	11 Columnas de Hormigón Armado f'c=210kg/cm2	m3	5.91	216.599	1,280.10	216.599	1280.1
12	12 Cadenas de Hormigón Armado f'c=210kg/cm2	m3	2.888	201.776	582.736	201.779	582.738
13	13 Vigas de Hormigón Armado f'c=210kg/cm2	m3	3.15	204.305	643.56	204.305	643.561
14	14 Loseta hormigón f'c=210kg/cm2, e=15cm + armex D6mm @15cm	m2	83.62	27.018	2,259.25	27.017	2259.162
15	15 Loseta hormigón f'c=210kg/cm2, e=7cm + armex D6mm @15cm	m2	36.4	17.282	629.08	17.282	629.065
16	16 Mampostería de bloque 10cm	m2	168	16.006	2,689.04	16.007	2689.176
17	17 Acero de refuerzo en varillas	kg	1,441.43	1.617	2,330.24	1.617	2330.792
18	18 Conos metálicos	u	16	27.685	442.956	27.684	442.944
19	19 Pernos, tuercas, anillos, trefondos, pasadores.	Global	1	1,321.38	1,321.38	1321.376	1321.376
20	20 Refuerzos metálicos en vigas principales de caña	m	48	2.807	134.727	2.807	134.736
21	21 Caja y placa metálica 6mm	u	3	61.345	184.034	61.344	184.032
22	22 Cilindro metálico cúpula	u	1	39.954	39.95	39.954	39.954
23	23 Caña guadúa (angustifolia), secada y tratada	m	708	1.612	1,141.11	1.612	1141.296

Si no hay diferencias entre los mencionados precios, las celdas tendrán un fondo blanco, si existe alguna diferencia entre los precios las celdas presentaran un sombreado gris, las cuales serán revisadas para poder corregir los errores presentados.

Una vez corregidos los errores, se procede a generar los totales en la siguiente pestaña Totales.

Obra: CENTRO DE FACILITACION TURISTICA

Proyectos | Formato Presupuesto | Formato APU | Hojas APU | Generar | Presupuesto | Totales | Formula

Generar Totales

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P.UNITARIO	P.TOTAL CAI	P.TOTAL	%	TIPO	DESGLOSE
FIERRERO		58.6869	2.55	141.653595	141.66	0.3	B	Categoria III
PLOMERO		0	1.93	0	94.18	0.2	B	Categoria III
SOLDADOR		25.7	1.93	53.631	53.64	0.11	B	Maestro Especializacion Soldador
AYUDANTE ELECTRICISTA		75.7	1.93	152.391	185.59	0.39	B	Categoria II
INSTALADOR		108.94	1.93	210.2542	210.26	0.44	B	Categoria III
AYUDANTE PLOMERO		195.8	1.93	377.894	377.9	0.79	B	Categoria II
PINTOR		104.3	1.93	219.713	219.72	0.46	B	Categoria III
AYUDAHE		125.6	2.1	263.76	263.76	0.55	B	Categoria II
ELECTRICISTA		42	2.55	104	104	0.22	B	Categoria III
ALBAÑIL		153.06	1.93	296.4598	296.47	0.62	B	Categoria III
TOPOGRAFO		31.2	1.93	60.216	60.22	0.13	B	Topografo 1
CADENERO		31.2	1.93	60.216	60.22	0.13	B	Categoria III
ALBAÑIL		200.6874	2.55	416.072982	416.08	0.87	B	Categoria III
LACADOR		36.024	2.55	88.1412	88.14	0.18	B	Categoria III
AYUDANTE		714.74745	1.93	446.004225	1446.01	3.03	B	Categoria II
OFICIAL		933.986	1.93	1823.0093	1823.01	3.82	B	Categoria I
MAESTRO		707.088	1.93	1591.28032	1937.91	4.06	B	Categoria IV
MAESTRO DE OBRA.		342.23625	1.93	750.454384	750.46	1.57	B	Categoria IV
OFICIAL.		1519.099	1.93	2944.99782	2945.01	6.17	B	Categoria I
CARPINTERO		1380.1092	2.55	3466.827996	2946.84	6.18	B	Categoria III

Buscar Label29

Nuevo Grabar Cancelar Eliminar Imprimir Salir

En esta lista aparecen todos los componentes de mano de obra, equipo, transporte y materiales que forman parte del proyecto, aquí se debe asignar una categoría a la mano de obra, y el desglose de los materiales compuestos. Por ejemplo si dentro del análisis de precios unitarios existe un auxiliar hormigón simple f'c=210 Kg. /cm2, este deberá ser desglosado en cemento, ripio, arena y agua.

Consulta de Rubros

	DESCRIPCION	P. UNITA...	TIPO	%
1	CEMENTO	0.12	M	76.92
2	ARENA	8	M	9.25
3	RIPIO	8	M	13.51
4	AGUA	0.8325	M	0.33
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				

Botones: Rubros, Componente, Buscar, Aceptar, Cancelar

Una vez asignadas las categorías a cada uno de los componentes de mano de obra y terminado el desglose de los materiales compuestos, se procede a la generación definitiva de los componentes del proyecto, en esta lista se presenta además el porcentaje de incidencia de cada uno de los componentes en relación al costo directo total del proyecto.

Obra: CENTRO DE FACILITACION TURISTICA

Proyectos | Formato Presupuesto | Formato APU | Hojas APU | Generar | Presupuesto | Totales | Formula

Asignacion de Terminos | Formula Polinomica

Generar Componentes | Desalose Equipo

Componentes:

DESCRIPCION	P.UNITAR	P.TOTAL	%	DENOMINAC	CLASIFICAC
Categoria IV	1.93	2,688.37	5.64	B	B
Maestro Especializacion Soldador	1.93	53.64	0.11	B	B
Topografo I	1.93	60.22	0.13	B	B
Categoria I	1.93	4,768.02	10.00	B	B
Categoria III	2.55	4,577.57	9.60	B	B
Categoria II	1.93	2,273.26	4.77	B	B
SOLDADORA	0.80	38.59	0.08	C	E
Transporte_TRANSPORTE DE MATERIAL	0.20	150.04	0.31	C	T
Transporte_DE MATERIALES	5.00	35.00	0.07	C	T
SIERRA DE BANCO	4.50	310.30	0.65	C	E
BOBCAT	25.00	78.75	0.17	C	E
CORTADORA	3.00	86.45	0.18	C	E
Transporte_MATERIALES.	1.06	1,436.02	3.01	C	T
Transporte_MATERIALES	17.50	306.92	0.64	C	T
ROLADORA	0.60	9.60	0.02	C	E
PLANCHA COMPACTADORA	15.00	47.25	0.10	C	E
RETROEXCAVADORA	35.00	126.00	0.26	C	E
VIBRADOR	2.00	164.78	0.35	C	E

47697.86

Botones: Nuevo, Grabar, Cancelar, Eliminar, Imprimir, Salir

En la columna Denominación se asigna una denominación a cada componente, agrupándolos según los términos del INEC.

Una vez agrupados en la siguiente pestaña el programa calcula el porcentaje de incidencia de cada término según la agrupación realizada anteriormente. Se debe tener en cuenta que no pueden existir más de diez componentes principales y que el componente no principal sea menor a 0.200.

Obra: CENTRO DE FACILITACION TURISTICA

Proyectos | Formato Presupuesto | Formato APU | Hojas APU | Generar | Presupuesto | Totales | Formula

Asignacion de Terminos | Formula Polinomial

Generar Formula

Formula Polinomial:

DENO	DESCRIPCION	MONTO	COEFICIENTE
B	MANO DE OBRA	14,421.08	0.302
C	EQUIPO Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCION	3,527.46	0.074
D	Acero en barras	3,678.70	0.077
E	Perfiles estructurales de acero	1,393.76	0.029
F	Cemento Portland Tipo I Sacos	4,213.53	0.088
G	Azulejos y cerámicos vitrificados	1,525.08	0.032
H	Madera aserrada, cepillada y/o escuadrada (preparada)	9,045.43	0.190
I	Materiales pétreos (Pichincha)	1,604.97	0.034

47697.86

Cuadrilla Tipo:

CODIGO	DESCRIPCION	S.R.H.	MONTO	# TRABAJADORES	COEFICIENTE
	Categoría IV	1.93	2,688.37	1,392.938	0.202
	Maestro Especialista	1.93	53.64	27.793	0.004
	Topografo 1	1.93	60.22	31.202	0.005
	Categoría I	1.93	4,768.02	2,470.477	0.358
	Categoría III	2.55	4,577.57	1,795.125	0.260
	Categoría II	1.93	2,273.26	1,177.855	0.171

14421.08

Nuevo | Grabar | Cancelar | Eliminar | Imprimir | Salir

Por último se procede a poner las denominaciones a cada uno de los componentes. Se hace clic en imprimir para enviar el reporte a Microsoft Excel, con lo que se finalizaría con el proceso de cálculo de la fórmula polinómica.

Capítulo 3. Aplicación de la Fórmula Polinómica

Para el cálculo de la Fórmula polinómica se tienen varias posibilidades en lo referente a la agrupación de los componentes, que dependen del tipo de obra que se está ejecutando. Por esta razón se pretende mostrar en este capítulo una referencia de los componentes que se pueden utilizar en los distintos tipos de proyectos, sin que esto sea una norma específica de uso, sino al contrario como una base informativa.

3.1 En Proyectos Sanitarios

Para la aplicación del reajuste de precios este tipo de proyectos, se clasificará a los proyectos sanitarios en lo siguiente:

- Abastecimiento de aguas (dotación de agua potable y entubada)
- Saneamiento Ambiental
- Alcantarillado
- Alcantarillado sanitario
- Alcantarillado pluvial
- Tratamiento de Aguas Servidas

Actualmente, algunos proyectos de alcantarillado incluyen el tratamiento de aguas residuales, cuando se trata de poblaciones o ciudades; manteniéndose como proyecto independiente sólo en casos de industrias.

En la mayoría de casos, existen rubros que podrían agruparse y ser representados con un mismo análisis de precios. Los proyectos para alcantarillado sanitario y pluvial, prácticamente pueden considerarse, en el aspecto constructivo, similares, a excepción de las obras necesarias para el tratamiento de aguas negras. Por lo tanto, todos los rubros referentes a red, colectores y descarga pueden ser determinados en base al mismo análisis

de precios unitarios; el artículo 3 de la Ley de reajustes de Precios¹³ que dispone que puedan emplearse una o más fórmulas; para el efecto se concluye que en los dos proyectos de alcantarillado puede determinarse una sola fórmula para lo que es red y descarga; y otro, particular, para la construcción de cualquier sistema de tratamiento de aguas residuales.

Los proyectos de agua potable son casos muy particulares ya que abarcan prácticamente todas las ramas de la ingeniería, con la particularidad de que un porcentaje considerable de su costo se lo invierte en equipos y accesorios, muchas veces sofisticados y necesariamente importados; por lo que resultará en la mayoría de los casos una fórmula específica para cada proyecto.

Para establecer las cuadrillas tipo en cada caso, nos referiremos a una base legal. En el artículo 2 de la Ley de n°. 123¹⁴, establece la obligatoriedad de constancia en los contratos de las fórmulas polinómicas con el número de términos y el valor de sus coeficientes de acuerdo con las características de cada proyecto.

Para cumplir con esta disposición, se aplicarán los artículos 6 y 16 del reglamento, los cuales determinan lo siguiente:

Artículo 6: “Los coeficientes de incidencia serán determinados por la respectiva entidad del sector público según tipo de obra, en base del presupuesto el detalle de las cantidades de obra y análisis de precios unitarios de la oferta adjudicada”

Artículo 16: “Las variaciones en los costos del componente de mano de obra, se calcularán en base de una cuadrilla tipo representativa de la obra o parte de la obra involucrada en la respectiva fórmula,...”

Es recomendable tomar en cuenta una metodología a seguir para lo cual, es conveniente la elaboración de un cuadro que incluya todos los trabajadores que intervienen en cada uno de

¹³ Registro oficial No. 461, 30 de Marzo de 1983, No. 123 Ley de Reajuste de Precios

¹⁴ *Ibíd*em, artículo 2.

los rubros del proyecto a reajustarse, haciendo constar la denominación, el rendimiento y el volumen de cada uno de ellos; estos datos serán obtenidos del análisis de precios unitarios del presupuesto oficial, o de la oferta según el caso. De esta manera se obtendrá la cantidad total de mano de obra requerida para realizar el total de los rubros contratados.

Es importante tener en cuenta de igual manera lo permitido por el artículo 81 del Código del Trabajo¹⁵ que dice: “En todo contrato de trabajo se estipulará el pago de la remuneración por días, si las labores no fueren permanentes; y si por semanas o mensualidades, si se tratare de labores estables y continuas. Se prohíbe la estipulación del trabajo por horas”.

El procedimiento detallado de cálculo de la fórmula de reajuste de precios se encuentra en el artículo 1º. De la ley de reajuste de precios que establece la siguiente fórmula para los contratos de: planificación, ejecución de obras y prestación de servicios directamente relacionados con estas obras:

$$Pr = Po \left(p1 \frac{B1}{Bo} + p2 \frac{C1}{Co} + p3 \frac{D1}{Do} + p4 \frac{E1}{Eo} + pn \frac{Z1}{Zo} + px \frac{X1}{Xo} \right)$$

La determinación de los coeficientes de la fórmula de reajuste de precios, se la realiza en base al presupuesto y sus respectivos análisis de precios unitarios se determina en costo directo de cada uno de los componentes genéricos del proyecto, como son mano de obra, materiales, equipos y transporte; para lo cual se determinará el costo unitario directo de los componentes ya referidos, en cada uno de los rubros. Este costo, multiplicado por el volumen a realizarse, resulta entonces el costo directo del componente en el rubro.

A continuación los costos totales de los componentes ya enunciados serán sumados a los costos determinados inicialmente para mano de obra, equipos y otros materiales, según el caso; los otros como son: cemento, hierro, combustibles y asfalto, mantendrán su propio valor.

¹⁵ Código del Trabajo

Estos costos serán relacionados con el costo total de la obra, determinándose así su coeficiente.

Será criterio de quien determine la fórmula si a pesar de tener precio oficial un componente de la fórmula resulta muy inferior al 5% el mantenerlo como componente principal o enviarlo al monomio de otros materiales.

Equipos y transporte: Estos costos pueden ser subdivididos en caso de que no estén establecidos en los análisis de precios unitarios en: mano de obra (operación), combustibles, aceites, grasas y costo de propiedad del equipo. Estos valores se sumarán a sus similares.

En la determinación de los coeficientes de la fórmula, los valores antes obtenidos serán divididos para el costo total directo de la obra obteniéndose así los coeficientes definitivos para la aplicación de la fórmula de reajuste de precios.

En la práctica se concluye que para este tipo de proyectos el coeficiente de materiales es el más significativo. En el caso de la cuadrilla tipo, la mano de obra no calificada es la más representativa lo cual, lógicamente, incide en un mayor monto del reajuste de precios.

En los proyectos sanitarios es conveniente exigir un análisis de precios unitarios lo más detallado posible para cada rubro, que permita la justa distribución en los clásicos componentes de todo precio unitario que son mano de obra, materiales, equipos y transporte.

3.2 En Proyectos de Vialidad

Para la aplicación de reajuste de precios en obras de vialidad, podemos mencionar en primer término las clases de carreteras de dos carriles y caminos de penetración de construcción nueva, establecidas por las normas de diseño geométrico de carreteras editado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

CLASE	CLASE DE PAVIMENTO
I	Carpeta asfáltica u hormigón
II	Carpeta asfáltica
III	Tratamiento superficial bituminoso
IV	Grava triturada
V	Grava natural o tierra compactada

Se pone especial énfasis en la clase de pavimento de cada clase de carretero por cuanto ello determinará los rubros de construcción que deben ejecutarse.

Al tener cinco clasificaciones acerca de los tipos de carreteras y puentes, se obtendrían resultados más complicados, para lo cual vamos a realizar una nueva clasificación, para los objetivos que se persiguen en el presente trabajo.

La nueva clasificación será:

- Carreteras
- Caminos vecinales

En la clasificación de "Carreteras" estarán incluidos los caminos clase I, II y III.

En la clasificación "Caminos vecinales" estarán incluidos clase IV y V.

Esta nueva clasificación se la realiza debido a la similitud que en la mayor parte de los casos existe en los rubros de construcción de las obras asignadas a cada grupo.

Los Rubros en obras viales, de acuerdo a las especificaciones generales para construcción de caminos y puentes MOP-001-F son las siguientes:

Para Movimiento de Tierras:

Operaciones preliminares

Excavación y relleno

Sub-bases y bases

Mejoramiento de subrasante

Sub-bases

Bases

Para Pavimentos y Superficies de Rodadura:

Capa de imprimación

Tratamiento superficial bituminoso

Capa de sellado

Capa ligante

Hormigón asfáltico mezclado en sitio

Hormigón asfáltico mezclado en planta

Pavimento de hormigón de cemento Portland

Subsellado de pavimento rígido

Para Estructuras:

Pilotaje

Hormigón precomprimido

Estructuras de hormigón

Acero de refuerzo

Estructuras de acero

Señalización

Estructuras de madera

Pintura de estructuras

Mampostería de piedra

Revestimiento con mortero colocado neumáticamente

Impermeabilización

Para Instalaciones de Drenaje y Alcantarillado:

Alcantarillas de tubo de hormigón armado

Alcantarillas de tubo de metal corrugado

Alcantarillas de láminas de acero estructural

Túneles de drenaje

Desagües subterráneos

Desagües de la calzada

Instalaciones de drenaje misceláneas

Cloacas

Aceras y bordillos de hormigón

Equipos para estaciones de bombeo

Dispositivos e instalaciones misceláneas de metal

Para las Instalaciones para Control del Tránsito y Uso de la Zona del Camino:

Alambrado

Mojones e indicadores

Barandales y barreras

Marcadores en el pavimento para la regulación del tránsito

Señalización y alumbrado

Según el estudio y análisis de la publicación del Ministerio de Transporte y Obras Públicas¹⁶, los rubros tienen el siguiente detalle en lo relacionado a sus componentes:

Rubro 1: Movimiento de Tierras – Excavación común

Mano de obra: 1 operador

1 ayudante

Equipo: 1 tractor

Rubro 2: Movimiento de Tierras – Preparación de la subrasante

Mano de Obra: 1 operador de motoniveladora

1 operador de rodillo pata de cabra

1 chofer del tanquero

1 ayudante de chofer

Equipo: 1 motoniveladora

1 rodillo

1 tanquero

Rubro 3: Movimiento de Tierras – Excavación de material duro

Mano de obra: 1 operador tractor

1 ayudante

Equipo: 1 tractor desgarrador

Rubro 4: Movimiento de Tierras – Excavación común con transporte de 500 mts.

Mano de Obra: 2 operadores de mototrailla

1 ayudante

1 operador tractor

Equipo: 2 mototrailla

1 tractor

¹⁶ Estudio y Publicación, Ministerio de Transporte y obras Públicas, Análisis de costos y precios unitarios en la construcción de carreteras en la República del Ecuador.

Rubro 5: Movimiento de Tierras – Transporte de 2.5 kms.

Mano de Obra: 1 operador de tractor

1 ayudante de operación de tractor

1 operador de cargadora

5 choferes

Equipo: 1 tractor

1 cargadora

5 volquetas

Rubro 6: Excavación en roca con empuje de 25 mts.

Mano de obra: 2 operadores de Track-Drill

2 operadores de compresor

1 operador de tractor

1 ayudante de operador de tractor

1 capataz

4 explosivistas

6 jornaleros

Equipos: 2 track-drill

2 compresores

1 tractor con topadora

Materiales: Juego de brocas y barrenos

Dinamita al 75%

Nitrato de amonio

Cordón detonante

Detonadores eléctricos

Rubro 7: Sub-base (sin selección) con transporte hasta 10 kms.

Mano de obra: 2 operadores de tractor

2 ayudantes de operador de tractor

2 operadores de cargadora

20 choferes de volquete

1 operador de motoniveladora

2 choferes de tanquero

2 ayudantes de chofer de tanquero

2 operadores de rodillo compactador

Equipo: 2 tractores c/topadora

2 cargadoras

20 volquetas

1 motoniveladora

2 carros tanqueros

2 rodillos vibrador liso

Rubro 8: Base granular, 100% material triturado, con transporte hasta 10 kms.

Mano de Obra: 1 operador de cargadora

13 choferes de volquetas

2 operadores de planta de trituración

6 ayudantes de operador de planta de trituración

1 operador de motoniveladora

1 chofer de tanquero

1 ayudante de chofer de tanquero

2 operadores de rodillo liso

Equipo: 1 cargadora
13 volquetas de 8 m3.
1 planta de trituración
1 motoniveladora
1 carro tanquero
2 rodillos liso vibrador

Rubro 9: Imprimación asfáltica

Mano de Obra: 1 operador escoba mecánica
1 operador distribuidor de asfaltos
1 ayudante de operador distribuidor de asfalto

Equipos: 1 escoba metálica
1 distribuidor de asfaltos

Materiales: asfalto "MC"

Rubro 10: Doble tratamiento superficial bituminoso tipo TSB-2B espesor 1.9mm (3/4") con transporte.

Mano de obra: 1 operador de cargadora
5 choferes de volqueta
2 operadores de planta de trituración
6 ayudantes de planta de trituración
2 operadores distribuidor agregados
3 ayudantes operador distribuidor agregados
6 operadores de rodillo
1 operador de distribución de asfaltos

Equipo: 1 cargadora
5 volquetes
1 planta de trituración
1 distribuidor de asfaltos
2 distribuidores de agregados
3 rodillos compactadores tipo Tandem
3 rodillos compactadores neumático

Materiales: roca obtenida en cantera
Asfalto "RC"

Rubro 11: Carpeta asfáltica de 5 cms.

Mano de obra: 1 operador de cargadora
4 choferes de volqueta
2 operadores de planta de asfalto
4 ayudantes de operador de planta de asfalto
1 operador acabadora de asfalto
1 ayudante de operador acabadora de asfalto
1 operador de rodillo liso
1 operador de rodillo neumático

Equipo: 1 cargadora
4 volquetas
1 planta de asfalto
1 acabadora de asfalto
1 rodillo liso tipo Tandem
1 rodillo neumático

Lo mencionado anteriormente y planteado por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas es una referencia de los componentes que forman parte de la obra, componentes que dependen del tipo y tamaño de obra, disponibilidad de minas, abastecimientos, etc.

3.3 En Proyectos Hidráulicos

Para obras hidráulicas, nos basaremos en el Reglamento a la ley de la ingeniería, publicado en el Registro Oficial No.257 del 18 de enero de 1977, en el artículo 22, donde se define el campo de actividad para el Ingeniero Civil y el literal B del numeral tercero que especifica las obras hidráulicas de la siguiente manera: presas, muros de contención, riego y drenaje, acueductos y proyectos hidráulicos.

Por otra parte, en el Arancel de honorarios y sueldos mínimos, publicado en el Registro Oficial No. 587 del 16 de marzo de 1978, el capítulo IX y el Artículo 198, en el campo de los proyectos hidráulicos se señalan como referencia los siguientes:

- Estudio hidrológico para proyectos y obras de ingeniería hidráulica.
- Planeamiento, construcción y operación de modelos hidráulicos.
- Estudio de los ríos: obras de hidráulica fluvial, corrección de torrentes; obras de defensa, obras de protección contra crecientes.
- Planeamiento de utilización integral de cuencas hidrográficas.
- Azudes, presas y obras complementarias.
- Obras de captación, obras de conducción, canales, túneles y galerías bajo presión.
- Aprovechamiento hidroeléctrico: estudio y selección de los esquemas de aprovechamiento, diseño de elementos hidráulicos, desde las obras de toma hasta el canal de descarga de la casa de máquinas y determinación de los regímenes de utilización de los embalses.
- Aguas subterráneas: captación y exploración de las aguas.
- Hidráulica agrícola: estudio y obras para riego y drenaje.

- Puertos fluviales y obras hidráulicas para la navegación, los ríos y canales.
- Puertos de mar y construcciones marítimas.

Al determinar que es muy amplio este campo, se limitará a la ejecución de obras hidráulicas dejando de lado lo concerniente al estudio y prestación de servicios para este campo específico y se identificarán técnicas, coeficientes e índices más representativos en cada caso, agrupando datos según los tipos de obras que a criterio, reflejan de mejor manera la complejidad de los trabajos hidráulicos y que por su relativa similitud han sido subdivididas en las siguientes:

- Túneles y canales
- Presas y azudes
- Puertos y obras marítimas

Túneles y Canales: para establecer los términos que contendrá la fórmula, para nuestras condiciones tomamos los rubros que interviene en este tipo de obras construidas en nuestro país y los agrupamos con rubros fundamentales:

Excavación

Transporte

Hormigones

Acero

Relleno

Se considera lógicamente, que existen varias clases de excavaciones, hormigones, de transporte y de rellenos.

De acuerdo con lo dispuesto en la ley 123, se puede determinar que la fórmula en términos generales para túneles y canales, debe contener los siguientes componentes.

Mano de obra

Combustible

Repuestos

Cemento

Hierro

Explosivos

Aditivos

En el caso de canales, se deberá considerar adicionalmente varios elementos que son de importación como compuertas, válvulas, rejillas especiales, etc. Que forman parte de la obra civil, entonces se lo deberá adicionar como: Materiales o Equipos.

Presas y Azudes: De igual manera que en el caso anterior, se agruparan los rubros que con características similares intervienen en este tipo de obras:

Limpieza y desbroce

Excavaciones

Rellenos varios

Hormigones

Aceros estructurales y de refuerzo

Compuertas y rejillas

Perforaciones e inyecciones

Terraplenes

Protección de taludes

Drenajes

Instrumentación de funcionamiento y de control

Si al equipo de ejecución lo desglosamos en costos de equipo, combustibles y repuestos, tendríamos los siguientes componentes en la fórmula general:

Mano de obra

Equipo

Combustibles

Repuestos

Explosivos

Aditivos

Aceros

Cemento

Material seleccionado

Cabe recalcar que las fórmulas tienen un carácter general, por lo que, de acuerdo al tipo de obra específico, se tomaron en cuenta aquellos elementos que sean principales, agrupando los no principales en la sección de “otros” (Px).

Puertos y Obras Marítimas: en este tipo de obras, los rubros principales se pueden agrupar por su similitud como se muestra:

Excavaciones

Hormigones

Transporte

Aceros

Rellenos

Dragados

Enrocados

En este caso, en los componentes de la obra estarán incluidos:

Mano de obra

Equipo

Combustible

Repuestos

Material clasificado

Aceros

Cemento

En lo relacionado a cuadrillas tipo, dada la complejidad y características de las obras hidráulicas, trataremos de señalar únicamente aquella parte de mano de obra, que actúa sustancialmente en la ejecución de esos proyectos, agrupados a su vez en pequeños equipos especializados, para evitar la innecesaria repetición:

Estos subequipos serán:

Personal técnico especial (1 ó 2 técnicos especialistas en trabajos concretos, por ejemplo excavación en roca, hormigón de alta resistencia, etc.)

Equipo de perforación (compuesto por operadores de track-drill, compresores, martillos, rozadoras, colocadores de explosivos, Equipos especiales, etc.)

Equipo de mantenimiento (Lubricadores, mecánicos y ayudantes)

Con estos criterios, los principales integrantes de las cuadrillas serían los siguientes:

Para Túneles y Canales (se excluyen sifones y acueductos elevados)

Excavaciones:	A mano:	Capataz
		Maestro
		Jornaleros

	A Máquina:	Personal especial Equipo de perforación Ayudantes Jornaleros Operador retro-excavadora
Transporte:		Choferes Operadores de cargadora Ayudantes
Aceros:		Dobladores de hierro Soldadores Ayudantes Jornaleros
Rellenos:		Operadores de rodillos (lisos, neumáticos, pata de cabra) Operadores de motoniveladora Operadores de mototrailla Choferes de tanquero
Hormigones:		Operadores de trituradora Operadores de planta de hormigón Choferes Ayudantes Soldadores Jornaleros

Con todos estos componentes parciales, se puede sintetizar la influencia de la mano de obra en túneles y canales, de la siguiente manera:

Mano de obra= Personal especial + Equipo de perforación + Operadores de trituradora + Planta de hormigón + Rodilleros + Motoniveladora + Mototrailla + Choferes + Soldadores + Fierros + Retroexcavadora + Ayudantes + Jornaleros + Capataz.

Para Presas:

Desbroce y Limpieza: Operadores de tractor

Motosierras

Jornaleros

Excavaciones: Equipo de perforación

Operadores de tractor

Operadores de mototrailla

Jornaleros

Hormigones: Equipo de perforación

Operadores de tractor

Operadores de mototrailla

Jornaleros

Rellenos: Equipo de perforación

Operadores de tractor

Operadores de mototrailla

Jornaleros

Instrumentación: Personal técnico especializado

Ayudantes

Jornaleros

Transporte, Acero: Personal técnico especializado

Ayudantes

Componentes Totales= Equipo de perforación + Personal técnico especializado+ Operadores de trituradora, planta y bomba de hormigón, tractores, motoniveladora, mototrailla, cargadora, rodillos + Choferes + Soldadores + Fierros + Ayudantes + Jornaleros + Capataz.

Para Puertos y Obras Marítimas: Se señalan únicamente aquellos rubros que no están incluidos en las otras tipificaciones; y que son:

Enrocados:	Equipo de perforación y explosivos
	Operadores de grúa
	Operadores de cargadora
	Choferes
	Jornaleros
Dragados:	Operadores de draga
	Operadores de bombas
	Ayudante
	Jornaleros

Se considera únicamente los componentes básicos tanto de la fórmula como de la cuadrilla, sin detallar los porcentajes de incidencia de cada uno de ellos en el costo total, ya que ese cálculo es específico para cada contrato.

3.4 En Proyectos de Vivienda

En el caso de proyectos relacionados con “Edificaciones en General” se pueden agrupar los materiales de composición y características afines, según el siguiente detalle:

INDICES	TERMINOS	MATERIALES AFINES AGRUPABLES
B	Mano de Obra	
C	Cemento	
D	Hierro	Varillas, perfiles, malla electrosoldada, cables, rejas.
E	Material Pétreo	Arena, piedra triturada, piedra alaja, piedra bola, molón, lastre, cascote, adoquines de piedra, marmolina, mármol en grano.
F	Cerámicos	Azulejos, baldosas, gres, mayólica, mosaicos, barrederas, piezas sanitarias
G	Maderas	Contrachapados, aglomerados, maderas rústicas, maderas tratadas
H	Prefabricados de arcilla	Ladrillos, tejas.
I	Prefabricados de Hormigón	Bloques, baldosas, elementos prefabricados, tuberías
J	Prefabricados de asbesto y cemento	Planchas de eternit, planchas de ardex, panelados.
K	Sintéticos	Alfombras, vinyl, tuberías, fórmica, láminas, traslúcidas, polietileno, revestimientos.

L	Hierro Galvanizado	Tuberías, clavos, alambre, tol, accesorios sanitarios.
M	Químicos	Aditivos de hormigón, pegamentos, sellantes, pinturas lacas, esmaltes, pigmentos.
N	Aluminio y vidrio	Puertas, ventanas, mamparas, fachadas, flotantes, celosías.
O	Equipos especiales	Equipo de bombeo, transformadores, ascensores, equipo contra incendios, aire acondicionado, sistema de sonido, calentadores de agua.
P	Equipo	Equipo de construcción, repuestos, combustibles, lubricantes.
X	Varios	Marmolina, mármol en grano, zinc en planchas, puerta metálica enroscable, alambres de cobre, apliques eléctricos, luminarias, accesorios eléctricos, cerrajería, cielo raso de fibra mineral, letreros, papel tapiz, yeso, cemento blanco.

Como nomenclatura de los componentes se tiene:

B y p1: Índices y coeficientes de mano de obra.

C y p2: Índices y coeficientes de cemento.

D y p3: Índices y coeficientes de hierro.

E y p4: Índices y coeficientes de materiales pétreos.

F y p5: Índices y coeficientes de cerámicas.

G y p6: Índices y coeficientes de maderas.

H y p7: Índices y coeficientes de prefabricados de arcilla.

I y p8: Índices y coeficientes de prefabricados de hormigón.

J y p9: Índices y coeficientes de asbesto cemento.

K y p10: Índices y coeficientes de sintéticos.

L y p11: Índices y coeficientes de hierro galvanizado.

M y p12: Índices y coeficientes de químicos.

N y p13: Índices y coeficientes de aluminio y vidrio.

O y p14: Índices y coeficientes de equipos especiales.

P y p15: Índices y coeficientes de materiales de construcción.

X y p16: Índices y coeficientes de precios al consumidor (varios).

Para la determinación de las fórmulas de reajuste de precios, en primer lugar se han agrupado rubros afines, de acuerdo con sus características constructivas y materiales a emplearse, con la finalidad de que para cada grupo se obtenga una fórmula que reúna los coeficientes y el número de términos de acuerdo con la naturaleza de los rubros.

Los grupos de los rubros son los siguientes:

a) Limpieza y desbroce

Caseta de guardián y bodega

Replanteo y nivelación

Excavación

Relleno para pisos

Replanteo e= 0.20 m.

Bajante de aguas lluvias PVC Ø = 4"

Bajante de aguas servidas PVC Ø = 3"

Canales de zinc

Papeleros

Toalleros

Trampas para pisos

Pintura

Laca para ladrillo visto

Lavaplatos de aluminio

Campana de olores

b) Hormigón ciclópeo para plintos

Mampostería de piedra

Hormigón simple para cadenas y dinteles

Hormigón simple para columnas

Hormigón simple para losas

Escaleras de hormigón

Mampostería de ladrillo visto

Mampostería de ladrillo enlucido

Enlucidos de cemento

Revestimiento de azulejos

Losa de piso $e = 0.08$ m.

Pisos de baldosa

Pozos de revisión

Canalización tubo cemento $\varnothing = 200$ mm.

Canalización tubo cemento $\varnothing = 300$ mm.

Aleros enlucidos

Tabiquería para baños

Mesas de hormigón armado

Vertederos

Lavadores

c) Cubierta de eternit

Cielo raso de fibra mineral

Difusores acrílicos

Panel para cubrir la cubierta

Ventanas de hierro y malla

Cerraduras para puertas de madera

Pasamanos interiores

Impermeabilización de losas

Ventanas de aluminio y vidrio

Separación metálica de puestos

Puertas metálicas

Puertas metálicas enrollables

d) Puertas de madera

Lámparas de neón 2 x 40 W con pantalla

Boquillas

Interruptores

Conmutadores

Tomacorrientes

Inodoros tanque bajo

Lavabos

Duchas

Urinarios

Llaves de manguera

Instalación de agua

Muebles de madera

Para la determinación de las fórmulas de reajuste de precios de los diferentes grupos de rubros descritos se emplearán cuadros, en formularios adecuados.

En estos cuadros, y de conformidad con el análisis de precios unitarios, se ha descompuesto a cada rubro en sus varios componentes, de los que sobresalen la mano de obra, los materiales y los costos indirectos.

El peso de cada componente frente al precio unitario del mismo rubro, multiplicado por el peso del costo total del rubro frente al precio total del grupo de rubros analizados nos dará el coeficiente de cada componente.

La suma de todos los coeficientes de un mismo componente y de un mismo grupo de rubros da el coeficiente resultante, el mismo que se empleará en la fórmula.

De los mismos cuadros anexos se obtendrá la cuadrilla tipo con la finalidad de determinar los índices Bo.

La determinación de la cuadrilla tipo para proyectos de edificaciones, parte del concepto de que una cuadrilla es una agrupación real o ideal de personas que desempeñó diferentes actividades particularmente, en conjunto elaboran un solo producto cuantificable; se puede llegar a definir un procedimiento específico para calcular la incidencia de cada categoría de trabajos en la totalidad de una obra de edificación, y lógicamente, al agruparlas se habrá obtenido la cuadrilla tipo de un proyecto:

1. Se tabulará en un cuadro de doble entrada los costos consignados en cada rubro relacionados con cada categoría de trabajos; el cuadro en mención podría ser el siguiente:

No.	Rubro	Cant.	Categoría I		Categoría II		Categoría III		Categoría IV		Valor Mano de Obra	
			Costo	Total	Costo	Total	Costo	Total	Costo	Total	Costo	Total
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sumatorio												
Jornal Real Total												
No. Días/Hombre												
Cuadrilla Tipo												

En estas columnas se consignará lo siguiente:

- a. Número de ítem, columna 1.
- b. Descripción del rubro a analizarse en la fila, columna 2.
- c. Cantidad de unidades del rubro en análisis, columna 3.
- d. Valor económico tomado del análisis de precios unitarios como componente del valor total del rubro, columna 4.
- e. Producto de los valores consignados en la columna 3 y la columna 4 correspondiente.
- f. Sumatoria de las columnas 4
- g. Sumatoria de las columnas 5; como control de cálculo, se verificará que este valor sea idéntico al producto de la columna 3 por la columna 6.

2. Una vez que se ha tabulado en un solo cuadro el valor de la mano de obra de todos los análisis de precios unitarios de la obra, se procederá a realizar los sumatorios verticales en la columna 5 y la columna 7; se verificará los resultados de la columna 5 sea idéntico al de la columna 7. De igual manera se trabajará en el caso de las columnas restantes (columna 8 a 13).

3. En la fila denominada "JORNAL REAL TOTAL", y bajo las columnas 5 se consignarán los valores económicos que se consideraron en los análisis de precio unitarios como jornales totales incluyendo en ellos el jornal nominal, las remuneraciones adicionales por cargas sociales y de ley, y de aquellas que por el "Código del trabajo" deben incluirse en dicho análisis.

4. En la fila denominada "No. DIAS/HOMBRE", y bajo la columna 5 se anotará el resultado de dividir la fila "SUMATORIO" para la fila "JORNAL REAL TOTAL".

5. Se deberá obtener el sumatorio de la fila "No. DIAS/HOMBRE".

6. Finalmente, en la fila "CUADRILLA TIPO" se expresará como un porcentaje del total del "No. DIAS/HOMBRE", cada una de las cantidades anotadas en la fila anterior.

De esta manera, la cuadrilla tipo representativa queda calculada como un conjunto de porcentajes en que intervienen cada tipo de trabajadores en la construcción de la obra.

3.5 Ejemplo de Aplicación de la Fórmula Polinómica

FORMULA POLINOMICA PARA EL REAJUSTE DE PRECIOS

PROYECTO : REHABILITACION DE LA ACEQUIA DE SANTO DOMINGO DE PINTAG
 CONTRATISTA :
 MONTO : 182.689,83
 FECHA : 04-mar-09
 FORMULA : POLINOMICA

$$Pr=Po(0.129 B1/Bo + 0.029 C1/Co + 0.047 F1/Fo + 0.228 G1/Go + 0.031 H1/Ho + 0.010 P1/Po + 0.492 T1/To + 0.020 V1/Vo + 0.014 X1/Xo)$$

Coeficientes y símbolos de esta fórmula

PR = Valor reajustado del anticipo o de la planilla

Po = Valor del anticipo o de la planilla calculada con cantidades de obra ejecutadas a los precios contractuales decontado la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado

FORMULA:	COEFICIENTE	SIMBOLO	DENOMINACION
	0,129	B1/Bo	MANO DE OBRA
	0,029	C1/Co	Equipo y maquinaria de Construc. vial
	0,047	F1/Fo	Perfiles estructurales de acero
	0,228	G1/Go	Productos geosintéticos
	0,031	H1/Ho	Cemento Portland Tipo I Sacos
	0,010	P1/Po	Materiales pétreos (Pichincha)
	0,492	T1/To	Tubos y accesorios de PVC Para desague
	0,020	V1/Vo	Válvulas de bronce 6/ (l)
	0,014	X1/Xo	Obras de riego
	<u>1,000</u>		

CUADRILLA TIPO:	COEFICIENTE	CATEGORIA OCUPACIONAL
	0,628	CATEGORIA I
	0,061	CATEGORIA II
	0,092	CATEGORIA III
	0,147	CATEGORIA IV
	0,027	CATEGORIA V INSPECTOR DE OBRA
	0,009	TOPOGRAFO 3
	0,009	TOPOGRAFO 4
	0,025	CHOFER LICENCIA "C"
	0,002	CHOFER LICENCIA "E"
	<u>1,000</u>	

FECHA SUB CERO: ABRIL 2009

DESGLOSE DE EQUIPO

PROYECTO : REHABILITACION DE LA ACEQUIA DE SANTO DOMINGO DE PINTAG			
DESGLOSE DE EQUIPO + TRANSPORTE			
DESCRIPCION	%	TOTAL	TERMINO
EQUIPO	100	4.208,370	C
REPUESTOS	0	0,000	D
MECANICO	0	0,000	B
COMBUSTIBLE	0	0,000	E
VARIOS	0	0,000	X
TOTAL		4.208,370	

DETALLE DE CUADRILLA TIPO

PROYECTO : REHABILITACION DE LA ACEQUIA DE SANTO DOMINGO DE PINTAG				
DETALLE CUADRILLA				
DESCRIPCION	S.R.H.	TOTAL	# TRABAJADORES	COEFICIENTE
CATEGORIA I	1,81	11.574,13	6.394,55	0,628
CATEGORIA II	1,81	1.116,65	616,93	0,061
CATEGORIA III	1,81	1.690,73	934,11	0,092
CATEGORIA IV	1,81	2.716,20	1.500,66	0,147
CATEGORIA V INSPECTOR DE OB	1,81	493,14	272,45	0,027
CHOFER LICENCIA "C"	2,11	537,53	254,75	0,025
CHOFER LICENCIA "E"	2,57	24,44	9,51	0,002
TOPOGRAFO 3	1,81	173,59	95,91	0,009
TOPOGRAFO 4	1,81	173,59	95,91	0,009
TOTALES		18.500,00	10.174,78	1,000

DETALLE DE FÓRMULA

PROYECTO : REHABILITACION DE LA ACEQUIA DE SANTO DOMINGO DE PINTAG			
DETALLE FORMULA POLINOMICA			
TERMINO	DESCRIPCION	TOTAL	COEFICIENTE
B	MANO DE OBRA	18.500,00	0,129
C	Equipo y maquinaria de Construc. vial	4.208,37	0,029
F	Perfiles estructurales de acero	6.757,10	0,047
G	Productos geosintéticos	32.828,00	0,228
H	Cemento Portland Tipo I Sacos	4.459,64	0,031
P	Materiales pétreos (Pichincha)	1.439,49	0,010
T	Tubos y accesorios de PVC Para desagüe	70.795,67	0,492
V	Válvulas de bronce 6/ (l)	2.815,30	0,020
X	Obras de riego	1.998,84	0,014
TOTALES		143.802,41	1,000

ASIGNACIÓN DE TÉRMINOS

PROYECTO : REHABILITACION DE LA ACEQUIA DE SANTO DOMINGO DE PINTAG								
ASIGNACION DE TERMINOS								
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL	%	TERMINO	DESCRIPCION	
CATEGORIA III		936,23	1,81	1.690,73	1,18	B	MANO DE OBRA	
TOPOGRAFO 4		96,12	1,81	173,59	0,12	B		
CHOFER LICENCIA "C"		254,38	2,11	537,53	0,37	B		
CATEGORIA IV		1.496,77	1,81	2.716,20	1,89	B		
CHOFER LICENCIA "E"		9,51	2,57	24,44	0,02	B		
CATEGORIA II		618,33	1,81	1.116,65	0,78	B		
CATEGORIA I		6.397,36	1,81	11.574,13	8,05	B		
CATEGORIA V INSPECTOR DE OBRA		273,07	1,81	493,14	0,34	B		
TOPOGRAFO 3		96,12	1,81	173,59	0,12	B		
Transporte_Geomembrana (Poli)	M2	0,00	0,00	0,00	0,00	C		Equipo y maquinaria de Construc. vial
CAMION PLATAFORMA, 10 T, 180 HP		25,33	30,05	761,25	0,53	C		
CAMIONETA C/S		4,81	23,81	114,46	0,08	C		
Transporte_PINTURA ESMALTE	L	0,00	0,00	0,00	0,00	C		
Transporte_TESTIGOS PARA TOPOG	U	0,00	0,00	0,00	0,00	C		
COMPAC. MANUAL DE PLACA 5 HP		5,02	3,09	15,50	0,01	C		
BOMBA 5HP.		1.545,08	1,53	2.363,97	1,64	C		
HORMIGONERA DE UN SACO		19,90	3,44	68,55	0,05	C		
Transporte_PEGAMENTO PARA PA	L	0,00	0,00	0,00	0,00	C		
Transporte_ESTACAS DE MADERA	U	0,00	0,01	0,00	0,00	C		
LUBRICANTE	KG	370,28	2,10	781,70	0,54	C		
VIBRADOR		15,65	5,17	102,94	0,07	C		
COMPUERTA METÁLICA	KG	215,81	31,31	6.757,10	4,70	F	Perfiles estructurales de acero	
GEOMEMBRANA (POLIETILENO AL	M2	5.800,00	4,70	27.260,00	18,96	G	Productos geosintéticos	
PEGAMENTO PARA PAD	L	696,00	8,00	5.568,00	3,87	G	Cemento Portland Tipo I Sacos	
CEMENTO	KG	20.271,10	0,22	4.459,64	3,10	H	Materiales pétreos (Pichincha)	
ARENA	M3	36,55	16,00	584,79	0,41	P	Tubos y accesorios de PVC Para desagüe	
RIPO	M3	53,42	16,00	854,70	0,59	P		
POLIPEGA	L	0,08	10,10	0,75	0,00	T	Válvulas de bronce 6/ (I)	
POLILIMPIA	L	0,08	6,10	0,45	0,00	T		
TUBO PVC TIPO RIBLOC D=200 MM	M	4.114,23	16,88	69.448,14	48,29	T		
CODO PVC PRESIÓN L/R EC 200 M	U	43,00	31,31	1.346,33	0,94	T	Obras de riego	
VÁLVULA DE REGULACIÓN D=200	U	5,00	563,06	2.815,30	1,96	V		
ESTACAS DE MADERA, TOPOGRA	U	310,00	0,20	62,00	0,04	X		
TESTIGOS PARA TOPOGRAFIA, L=	U	310,00	0,60	186,00	0,13	X		
PINTURA ESMALTE	L	6,20	2,20	0,00	0,00	X		
HERRAMIENTA MANUAL (5% DE MANO DE OBR		3.839,96	0,00	990,72	0,69	X		
EQUIPO DE TOPOGRAFIA (TEODOLITO Y NIVEL		96,12	7,91	760,12	0,53	X		
AGUA	0	0,00	0,00	0,00	0,00	X		
TOTALES				143.802,41	100,00			

MEMORIA DE CÁLCULO

La tabla de Memoria de cálculo se encuentra en el enlace de la Bibliografía (Ver enlace1 web en Bibliografía).

LIQUIDACION

ESTUDIO DE REAJUSTE DE PRECIOS DEL ANTICIPO, PLANILLA UNICA										
CONTRATANTE:										
CONTRATISTA:										
FECHA SUB-CERO: Abril 2009										
PROYECTO: REHABILITACION DE LA ACEQUIA DE SANTO DOMINGO DE PINTAG										
MONTO CONTRATADO (USD):		147,570.02		ANTICIPO :		103,299.01		70%		
MONTO PLANILLA 1 (USD):		148,726.22								
REAJUSTE DE PRECIOS							REAJUSTE	FECHA		
PLANILLA	MONTO PLANILL.	AMORT. ANTIC.	MONTO A REAJ.	COEF.	MONTO REAJ.	Pr - Po				
anticipo	103,299.01	0.00	103,299.01	0.998	103,092.42	-206.60	definitivo	Mayo 2009		
planilla No. 1	148,726.22	103,299.01	45,427.21	0.987	44,836.65	-590.55	definitivo	Diciembre 2009		
TOTAL ADEUDADO AL CONTRATISTA (USD) :						-797.15				
AMORTIZACION DE ANTICIPO :										
		MONTO								
		ANTICIPO :		103,299.01						
		PLANILLA		AMORTIZACION						
		planilla No. 1		103,299.01						
		POR DEVENGAR		0.00						

Capítulo 4. Análisis Comparativo de los Índices Presentados por el INEC y la Inflación real de los Insumos de Construcción

4.1 Índices de Precios de la Construcción (INEC)

El 30 de Marzo de 1983, se publica en el Registro Oficial No. 461, mediante decreto legislativo No. 123, la Ley de Reajuste de Precios, de aplicación en todos los contratos que celebren las entidades del sector público para la construcción de obras. Posteriormente se publica el decreto ejecutivo No. 2059 en el Registro Oficial No. 581 de Septiembre 19 de 1983, el cual reglamenta la aplicación de la Ley de Reajuste de precios; y el 16 de Agosto de 1990 la Ley de Contratación Pública y su reglamento el 29 de Abril de 1991 y el 13 de Marzo del 2000, la Ley 2000-4 para la Transformación Económica del Ecuador, leyes que regulan el reajuste de precios de la Obra Pública.

Estos instrumentos legales establecen que el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) es la institución que debe proporcionar los precios o índices de precios de materiales, equipo y maquinaria de la construcción que se aplicarán en las fórmulas polinómicas de reajuste y que toda entidad pública debe hacer constar en los contratos de ejecución de obras, adquisición de bienes y prestación de servicios.

El INEC ante el mandato legal indicado, inició varias investigaciones nuevas en el país, algunas de las cuales son previas para la realización de la principal, esto es la recolección de precios de venta a nivel de productor para los bienes de producción nacional o de importador para aquellos bienes importados.

4.1.1 Conceptos Generales

El Índice de Precios de la Construcción (IPCO): es un indicador que mide mensualmente la evolución de los precios, a nivel de productor y/o importador, de los Materiales, Equipo y Maquinaria de la Construcción, para ser aplicados en las fórmulas polinómicas de los reajustes de precios de los contratos de la Obra Pública, de acuerdo a lo que dispone el Art. 83 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de

Contratación Pública vigente a partir del 4 de Agosto del 2008. (el período base es Abril 12/2000 = 100.00).

Para determinar, estos Índices, se realiza una investigación, la cual tiene como objetivos el determinar las series de precios de materiales, equipo y maquinaria de la construcción, los cuales servirán para la elaboración de índices de precios para ser aplicados en las fórmulas polinómicas.

Otro de los objetivos de la investigación es elaborar índices de precios de materiales, equipo y maquinaria de la construcción, de los componentes no principales, por tipo de obra, y de los principales por grupos, subgrupos o genéricos.

En la investigación se definen y delimitan los elementos, con los que se obtienen precisamente los índices que debemos aplicar y en los que se basan las fórmulas polinómicas.

Universo de estudio: Es el conjunto de los materiales, equipo y maquinaria que se utilizan en la construcción de los proyectos de obra.

Unidad de observación: Es el material específico que se incorpora como componente en la construcción de la obra o el equipo y maquinaria específicos que intervienen en la construcción.

Características por investigar: Es el precio a nivel de productor o importador del material, equipo y maquinaria específicos.

Unidad de comercialización: Es la unidad que el productor o importador utiliza para comercializar el material, equipo o maquinaria, y para establecer sus precios; por ejemplo: metro, kilogramo, unidad, etc.

Unidad de investigación: Es el establecimiento productor o importador de materiales, equipo o maquinaria específicos.

Período de referencia: En esta encuesta el período de referencia es el mes calendario, es decir, que se investigará el precio, o precios, que haya tenido un artículo específico durante el mes.

Periodicidad de investigación: En cada mes se investigarán los precios correspondientes al período de referencia.

Establecimiento informante: Es la unidad que se dedica, bajo un solo propietario o control, a una o más actividades económicas de producción o importación de materiales, equipo y maquinaria de construcción. El calificativo de "informante" se circunscribe a los establecimientos que explotan minas o canteras y fabrican o importan directamente para la venta materiales, equipo y maquinaria de la construcción.

Importación: Es la actividad comercial, mediante la cual se traen del extranjero productos nuevos o usados para su venta o uso en el país, sin que hayan experimentado ninguna transformación desde su llegada hasta su utilización; en este caso se refiere a aquellos bienes que son insumos en la actividad de la construcción.

Material: Cualquier sustancia o producto específico que se incorpora a la obra en el proceso de construcción.

Equipo y maquinaria: Son los bienes de capital, tales como vehículos, concretas, tractores, o soldaduras, etc. excepto herramientas: aquellos instrumentos que se emplean para construir obras y que no requieren de otra energía más que de la humana para ser operativos, tales como: palas, picos, martillos, etc.

Se incluye en la categoría de equipo y maquinaria a los que se ordenan fabricar dentro de plazos convenidos o que serán incorporados a la obra (turbinas, generadores, etc.).

Precio productor: Es el precio de venta al contado en el establecimiento productor. Incluye los gastos de embalaje, empaque y otros servicios que presta el establecimiento, pero no el precio del transporte, exceptuándose el caso de materiales de cantera, en los cuales el rubro transporte puede llegar a ser mayor que el precio del mismo material y del hormigón premezclado. No incluye los intereses ni cargas financieras por compra a plazo, ni descuentos o bonificaciones por el volumen de compra.

Precio importador: Es el precio al contado que paga el comprador en el establecimiento importador. Incluye todos los impuestos y tasas aduaneras, así como los gastos de transporte, embalaje, empaque y otros servicios pagados por el importador.

Las especificaciones de un ítem son fundamentales en las investigaciones de precios, pues permiten su identificación por parte del investigador y el seguimiento de los precios tanto en el tiempo, como en el ámbito geográfico. Las especificaciones deben ser lo suficientemente adecuadas para impedir que el investigador confunda un ítem con otro similar, y así asegurar un seguimiento continuo del precio a través del tiempo y la formación de una serie cronológica auténtica de precios del ítem.

4.1.2 Metodología de Elaboración (INEC)

El Instituto Nacional de Estadística y Censos debido a la publicación de la Ley 2000-4 de Transformación Económica del Ecuador¹⁷, por la cual se somete al esquema de dolarización a los contratos de obra pública vigentes en la parte del contrato no ejecutada y los contratos celebrados a partir de vigencia de esta Ley, publica los índices de precios de materiales, equipos y maquinaria de la construcción en función de la nueva base Abril/12 2000 = 100,00 para ser aplicados en las fórmulas polinómicas de los contratos de obra pública.

Con el expuesto anteriormente, el Instituto Nacional de Estadística y Censos, ha determinado una metodología para el cálculo de precios e índices de la Construcción los cuales son emitidos mensualmente en boletines, y es la siguiente:

1. CONFORMACIÓN, DETERMINACIÓN DE LA CANASTA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES EQUIPO Y MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN

1.1 **Conformación y determinación de la Canasta:** Los índices que se publican, están conformados por distintas canastas (específicos) seleccionados en base a su importancia dentro del sector de la construcción, los mismos que se determinan por incidencias de los valores de los materiales individuales respecto al valor total en el mercado del material respectivo y su participación en los distintos tipos de obra. El conjunto de los ítems seleccionados conforman “Las canastas de los distintos materiales”, cuyo tamaño y estructura varía ocasionalmente, según las necesidades detectadas y cambios ocurridos en el mercado.

1.2 **Clasificación de los Materiales Equipo y Maquinaria de la Construcción:** Para identificar cada uno de los ítems que conforman “Las Canastas” se han elaborado una clasificación bajo los siguientes criterios:

¹⁷ Ley 2000-4 de Transformación Económica, Disposición General Séptima, Registro Oficial No.34 del 13 de marzo del 2000.

- a. Naturaleza y denominaciones (especificaciones técnicas, normas, unidades de comercialización, el sistema internacional, etc.), similitud y función del material.
- b. Posibilidad de elaboración de índices en los diferentes niveles de agrupación.
- c. Comparabilidad internacional con fines estadísticos.

A cada denominación del material le corresponde una especificación y un código de identificación a nivel de división, grupo, subgrupo, genérico y específico.

Específico: Es el ítem cuya denominación permite diferenciar uno de otro, de acuerdo a las características primarias como dimensiones, formas, volumen, peso, color, etc., Ej. Ladrillo de arcilla (38x19x9)cm; Tubo de Hormigón Simple Diámetro 20cm L 1.00m, etc.

Genérico: Es el conjunto de ítems cuyo nivel de especificación permite que se agrupen específicos de características similares, según normas de producción o fabricación. Ej. Ladrillos de distintas dimensiones se consideran en el genérico "Ladrillos de Arcilla"; "Tubos de varios diámetros se agrupan en el genérico", "Tubos de Hormigón Simple".

Subgrupo: Define y agrupa a ítems o específicos o genéricos de componentes similares de una misma naturaleza por la función o uso preponderante dentro del contexto de la construcción. Ej. El subgrupo "Tubos PVC de presión" agrupa a tubos de PVC de presión unión roscable, unión espiga-campana y unión especial.

Grupo: Define y clasifica a subgrupos de materiales por su naturaleza, similitud, grados adicionales de transformación, llegando en varios casos a descripciones generalizadas de los materiales básicos que dan origen a los

productos. Ej. El grupo “Tubos de PVC” incluye a los subgrupos y genéricos constituidos por los tubos de PVC de presión, desagüe, e instalaciones eléctricas.

División: Define a grupos de materiales por su naturaleza, similitud y grados adicionales de transformación.

2. INVESTIGACIÓN DE PRECIOS

De conformidad con la correspondiente reglamentación interna del INEC, se investigan precios a nivel de Productor y/o Importador de materiales, equipo, maquinaria de la construcción. Los precios son proporcionados mensualmente por auto-empadronamiento en el formulario IPCO-002 o en listas de precios y corresponden al mes calendario. Adicionalmente se investigan otras características como la denominación del específico, la unidad de comercialización, país de origen, políticas de descuentos, IVA, desaparición temporal o definitiva de algún ítem (con el fin de determinar remplazos o nuevas incorporaciones en la canasta).

3. CÁLCULO DE PRECIOS

Dependiendo de la vigencia de los precios dentro del periodo de referencia, se procede al cálculo, considerando variaciones de precios y el IVA según los datos proporcionados por los establecimientos informantes. En caso de existir dos o más precios para el periodo de referencia, se calculará un precio promedio, ponderando por los días de vigencia de cada uno de ellos, la fórmula utilizada es:

$$P_p = \frac{(P_1 \times V_1) + (P_2 \times V_2) + \dots + (P_n \times V_n)}{\sum_{i=1}^n V_i}$$

P_p = Precio promedio ponderado.

$P(1,2,\dots,n)$ = Precios informados en el periodo de referencia.

$V(1,2,\dots,n)$ = Días de vigencia de cada precio informado.

Ejemplo:

P1= 20 usd con vigencia 15 días

P2= 23 usd con vigencia 15 días

P3= 25 usd con vigencia 15 días

$$P_p = \frac{(20 \times 15) + (30 \times 15) + (40 \times 15)}{15 + 15 + 15}$$

$$P_p = 22.67 \text{ usd}$$

4. CÁLCULO DE LOS ÍNDICES DE PRECIOS

Para el cálculo de los índices se toman en cuenta los precios vigentes en los períodos de referencia, de cada uno de los ítems que intervienen en una canasta previamente seleccionada.

4.1 **Cálculo de relativos de precios:** Para un específico o ítem i, de un informante j, la relación (Ptij/Poij), arroja el relativo.

4.2 **Cálculo de los índices simples:** Se elaboran cuando no es posible obtener ponderadores para los ítems y se calculan mediante el promedio geométrico de relativos de precios, cuya fórmula es:

$$I_{st} = \sqrt[N]{\prod_{j=1}^m \prod_{i=1}^n \frac{P_{tij}}{P_{oij}}}$$

I_{st} = Índice simple para el período t.

N = Número de relativos.

P_{tij} = Precio en el período corriente del ítem i, de la informante j.

P_{oij} = Precio en el período base del ítem i, de la informante j.

Ejemplo:

Informante	a	b	c	d	e
Precio fecha base (Po)	10	8	11	12	9
Precio fecha corriente (Pt)	20	23	19	22	24

$$Ist = \left(\frac{20}{10} \times \frac{23}{8} \times \frac{19}{11} \times \frac{22}{12} \times \frac{24}{9} \right) \times 100$$

$$Ist = 217.39$$

4.3 Determinación de los ponderadores: Con los valores de venta de los ítems (Vij) se determinan las ponderaciones; la fórmula es: $V_{ij} = Q_{rij} \cdot P_{oij}$; donde el valor de cada ítem se compone de la cantidad (Qrij) correspondiente a las ventas efectuadas en un año determinado r considerado año base para Q, de un artículo i del informante j, multiplicado por el precio base (Poj), de un artículo i de un informante j en el mes considerado base para P. La ponderación (Wij) de cada ítem es el cociente de los valores de venta del ítem por informante, dividido para la sumatoria de estos valores, cuya fórmula es:

$$W_{ij} = \frac{V_{ij}}{\sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n V_{ij}}$$

W_{ij} = Ponderación del ítem i, de la informante j.

V_{ij} = Valor de ítem i, del informante j en un año base.

Ejemplo:

Informante	a	b	C	d	e
Cantidad (Q)	2	3	3	4	5
Precio fecha base (Po)	10	8	11	12	9
Valor del ítem (V=QxPo)	20	24	33	48	45
Ponderadores	0.1176	0.1411	0.1941	0.2823	0.2647

$$W1 = \frac{20}{20 + 24 + 33 + 48 + 45} * 100 = 0.1176$$

$$W2 = \frac{24}{20 + 24 + 33 + 48 + 45} * 100 = 0.1411$$

$$W3 = \frac{33}{20 + 24 + 33 + 48 + 45} * 100 = 0.1941$$

$$W4 = \frac{48}{20 + 24 + 33 + 48 + 45} * 100 = 0.2823$$

$$W5 = \frac{45}{20 + 24 + 33 + 48 + 45} * 100 = 0.2647$$

4.4 **Cálculo de índice ponderado:** Se lo obtiene a través de la sumatoria de las ponderaciones individuales multiplicadas por los respectivos relativos de precios, mediante la fórmula:

$$I_{pt} = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^n W_{ij} \frac{P_{tij}}{P_{oij}} * 100$$

W_{ij} = Ponderación del ítem i, de la informante j.

I_{pt} = Índice ponderado en el periodo t.

P_{tij} = Precio del periodo corriente del ítem i, de la informante j.

P_{oij} = Precio del periodo base del ítem i, de la informante j.

Ejemplo:

Informante	a	b	C	d	e
Precio fecha base (Po)	10	8	11	12	9
Precio fecha corriente (Pt)	20	23	19	22	24
Ponderadores	0.1176	0.1411	0.1941	0.2823	0.2647

$$I_{pt} = \left[\left(0.1176 \times \frac{20}{10} \right) + \left(0.1411 \times \frac{23}{8} \right) + \left(0.1941 \times \frac{19}{11} \right) + \left(0.2823 \times \frac{22}{12} \right) + \left(0.2647 \times \frac{24}{9} \right) \right] * 100$$

$$I_{pt} = 219.95$$

5. OTROS ÍNDICES DE PRECIOS

5.1 **Cálculo del índice de componentes no principales (CNP):** En base a los estudios de los tipos de obras representativos (presupuestos, análisis de costos unitarios, especificaciones técnicas, etc.), proporcionados por las diferentes instituciones públicas contratantes, se determinaron los materiales o componentes principales y no principales, con éstos últimos se conforma las canastas de los componentes no principales (CNP) por tipología de obra con sus respectivas ponderaciones. La fórmula de cálculo para obtener este índice es la misma que se utiliza para los índices ponderados, bajo las siguientes consideraciones: en lugar de precios se utilizan los índices nacionales y/o provinciales de los materiales seleccionados en la canasta; la fórmula utilizada es:

$$I_{cnp}(t) = \sum_{i=1}^n W_i \frac{I_{ti}}{I_{oi}}$$

Ejemplo:

Informante	a	b	c	d	e
Ponderadores	0.1176	0.1411	0.1941	0.2823	0.2647
Índices Nacionalizados fecha base (I _o)	100	100	100	100	100
Índices Nacionalizados fecha corriente (I _f)	284.37	285.75	272.65	263.67	266.83

$$I_{cnp} = \left[\left(0.1176 \times \frac{284.37}{100} \right) + \left(0.1411 \times \frac{285.75}{100} \right) + \left(0.1941 \times \frac{272.65}{100} \right) + \left(0.2823 \times \frac{263.67}{100} \right) + \left(0.2647 \times \frac{266.83}{100} \right) \right] \times 100$$

$$I_{cnp} = 271.80$$

5.2 **Cálculo de índices nacionalizados:** En los casos que no se disponen de datos para el cálculo de series cronológicas de precios, se procede a obtener índices con la cotización mensual media del dólar, con respecto al cambio de moneda del país de origen del producto, de acuerdo a las leyes vigentes para importaciones, que sirve de base para establecer el Costo del Dólar de Importación (CDI). Luego

de convertir el valor de un dólar FOB en CIF, mediante coeficientes obtenidos de datos del Banco Central del Ecuador, al dólar CIF se le agregan otros costos como tasas (portuarias, cambiarias, inspección, tramitación, etc.), gastos de transporte, seguro, etc., y los derechos arancelarios (basados en decretos ejecutivos, regulaciones de Junta Monetaria), depósitos previos, comisiones bancarias; por último a este nuevo valor se le incluye el impuesto al valor agregado (IVA) y se obtiene el costo del dólar de importación (CDI).

Con el CDI y el índice de un ítem seleccionado de una publicación extranjera especializada (como el Producer Price Indexes), se procede al cálculo para nacionalizar el material o equipo, utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Inac}(t) = \frac{\text{CDI}_t * \text{Iext}(t)}{\text{CDI}_o * \text{Iext}(o)} * 100$$

$\text{Inac}(t)$ = índice nacionalizado en el periodo t.

CDI_t =Costo del dólar de importación en el periodo corriente.

CDI_o =Costo del dólar de importación en el periodo base.

$\text{Iext}(t)$ =índice de un ítem de una publicación extranjera, en el periodo corriente o último disponible.

$\text{Iext}(o)$ =Índice de un ítem de una publicación extranjera, en el periodo base.

Ejemplo:

Si el ítem proviene de Europa, se debe conocer cotizaciones reales al periodo base y corriente del Euro y del Dólar, aquí se tomara en cuenta la cotización del dólar de importación en base al año 2006 y corriente al año 2009. Los índices fueron tomados de Instituto Nacional de Estadística de España.

Datos:

Cotización del Dólar de Importación base (dic-2006)= 0.89usd (1€= 1.25usd)

Cotización del Dólar de Importación corriente(feb-2010)= 0.77usd (1€= 1.30usd)

Índice del ítem en publicación España base(dic-2006) = 118.73

Índice del ítem en publicación España corriente (feb-2010) = 281.33

$$I_{nac} = \frac{0.77 \times 281.33}{0.89 \times 118.73} \times 100$$

$$I_{nac} = 205.00$$

5.3 Índices de grupos de materiales: Se calculan en base a los índices de precios de materiales y equipo considerados afines por la naturaleza de sus componentes. Las series de indicadores por grupo de materiales son: Equipo y Maquinaria, Materiales eléctricos, Equipos para instalaciones eléctricas, Productos de Hormigón Simple y Armado y Productos Metálicos; la fórmula que se aplica para el cálculo es:

$$I_{gmat}(t) = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n \frac{I_{ti}}{I_{oi}}}$$

$I_{gmat}(t)$ = Índice por grupos de materiales en el período t.

I_{ti} = Índice en el período corriente del ítem i.

I_{oi} = Índice en el período base del ítem i.

n = Número de índices del índice del grupo de materiales.

Ejemplo: (Instalaciones Sanitarias)

Material	inodoro	lavamanos	grifería	Tubería cobre
Índices fecha base (I _o) (abr-2000)	100	100	100	100
Índices fecha corriente (I _f) (feb-2010)	167.89	168.83	209.52	486.89

$$I_{\text{gmat}} = \sqrt[4]{\left(\frac{167.89}{100} \times \frac{168.83}{100} \times \frac{209.52}{100} \times \frac{486.89}{100}\right)} \times 100$$

$$I_{\text{gmat}} = 231.89$$

5.4 **Índices de tipos de obra:** Se calculan en base a los índices de materiales, equipo y maquinaria de la construcción. Cada uno de los materiales considerados; principales o no, participa con la ponderación establecida en base a su importancia con relación al presupuesto total del proyecto. Los tipos de obra considerados son: vivienda unifamiliar y multifamiliar, obras de riego, pequeñas centrales hidroeléctricas, alcantarillado sanitario urbano y rural, sistema de agua potable plantas de tratamiento urbano y rural, hospitales, construcciones escolares.; la fórmula de cálculo es:

$$I_{\text{tob}}(t) = \sum_{i=1}^n W_i \frac{I_{ti}}{I_{oi}} * 100$$

$I_{\text{tob}}(t)$ = Índice por tipos de obra en el periodo t.

I_{ti} = Índice en el período corriente del ítem i.

I_{oi} = Índice en el período base del ítem i.

W_i = Ponderaciones de cada ítem i, dentro el tipo de obra.

Ejemplo: (Alcantarillado Sanitario)

	Zona rural	Zona urbana
Índices fecha base (I _o) (abr-2000)	100	100
Índices fecha corriente (I _f) (dic-2009)	210.32	238.78

Ponderadores

Informante	Zona Rural	Zona Urbana
Cantidad (Q en km)	5	15
Precio fecha base (Po)	150000	180000
Valor del ítem (V=QxPo)	750000	2700000
Ponderadores	0.2173	0.7826

$$W1 = \frac{750000}{750000 + 2700000} = 0.2173$$

$$W2 = \frac{2700000}{750000 + 2700000} = 0.7826$$

$$I_{tob} = \left| \left(0.2173 \times \frac{210.32}{100} \right) + \left(0.7826 \times \frac{238.78}{100} \right) \right| \times 100$$

$$I_{tob} = 232.57$$

5.5 Índice General de “Materiales, Equipo y Maquinaria de la construcción”

(IPCO): El índice general se calcula con los índices a nivel nacional de los materiales y equipos que se incorporan a la obra. Para los materiales que se tienen índices provinciales se calcula un índice nacional para cada uno de estos. Cada material o equipo tiene su ponderación y el índice general se obtiene mediante la sumatoria de las ponderaciones individuales multiplicadas por los respectivos relativos de índices; la fórmula utilizada es:

$$IG(t) = \sum_{i=1}^n W_i \frac{I_{ti}}{I_{oi}} * 100$$

IG(t) = Índice general en el periodo t.

I_{ti} = Índice en el período corriente del ítem i.

lo_i = Índice en el período base del ítem i.

W_i = Ponderaciones de cada ítem i.

n = Número de índices del índice general.

Ejemplo:

Material	Cemento	Acero en barras
Índices fecha base (lo) (abr-2000)	100	100
Índices fecha corriente (lf) (feb-2010)	281.33	144.89

Ponderadores

Material	Cemento	Acero en Barras
Cantidad (Q)	35	70
Precio fecha base (Po)	4.81	0.40
Valor del ítem ($V=Q \times P_o$)	168.35	28
Ponderadores	0.8573	0.1426

$$W_1 = \frac{168.35}{168.35 + 28} = 0.8573$$

$$W_2 = \frac{28}{168.35 + 28} = 0.1426$$

$$IG = \left[\left(0.8573 \times \frac{281.33}{100} \right) + \left(0.1426 \times \frac{144.89}{100} \right) \right] \times 100$$

$$IG = 261.85$$

Nota: El índice general es mucho más complejo debido a que se debe tomar en cuenta todos los elementos que intervienen en la construcción. Aquí solamente se da una referencia de cómo iniciar su cálculo.

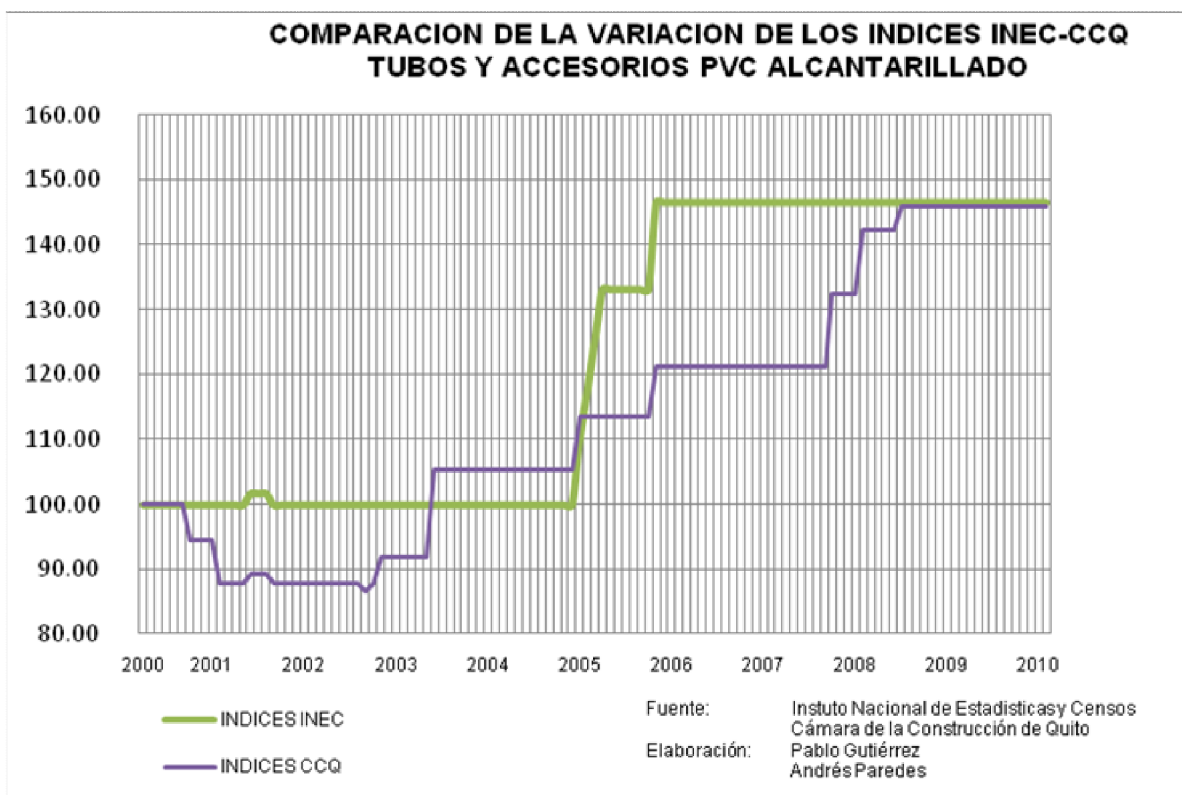
4.2 Variación de los Índices de Precios en los Materiales de la Construcción del INEC y Comparación con los Precios de la Cámara de la Construcción de Quito.

Para realizar la comparación entre los Índices del INEC y los precios de la Cámara de la Construcción de Quito, se transformaron los precios de la CCQ a índices en base a la metodología utilizada por el INEC. A pesar de que el INEC determina los índices con ponderaciones por número de días, precio de productor y volumen de producción, y la CCQ publica precios individualizados, esta comparación permite de una manera similar analizar las tendencias en las variaciones de cada uno de los componentes que se ha agrupado por tipo de obra.

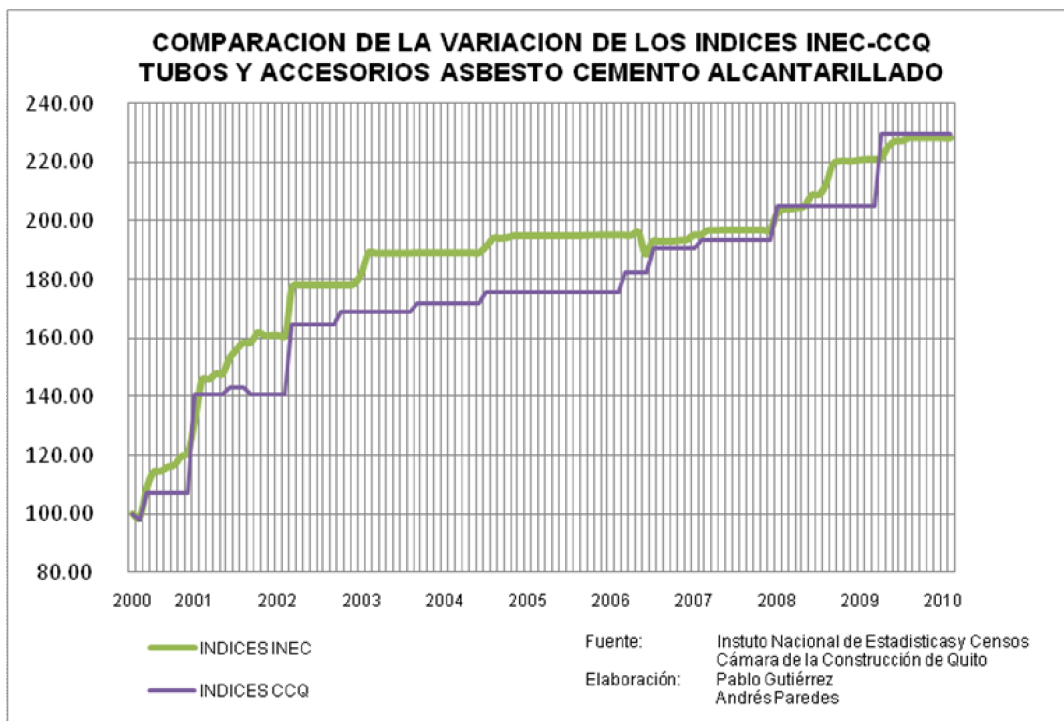
4.2.1 En Proyectos Sanitarios

Alcantarillado:

Tubería y Accesorios PVC alcantarillado

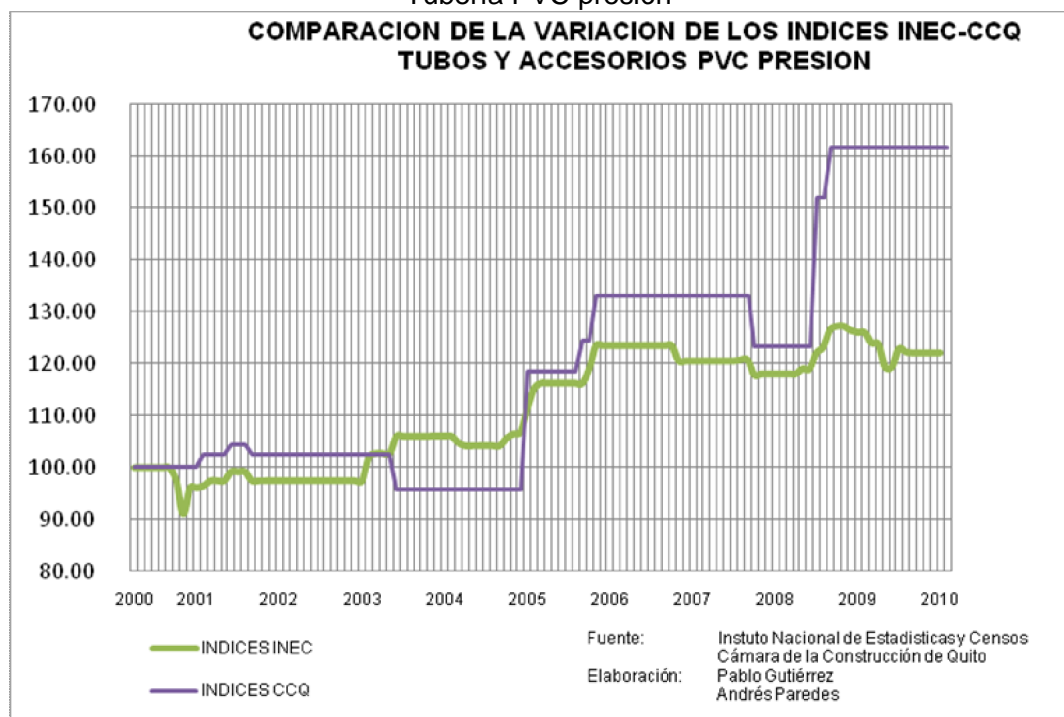


Tubería Asbesto Cemento

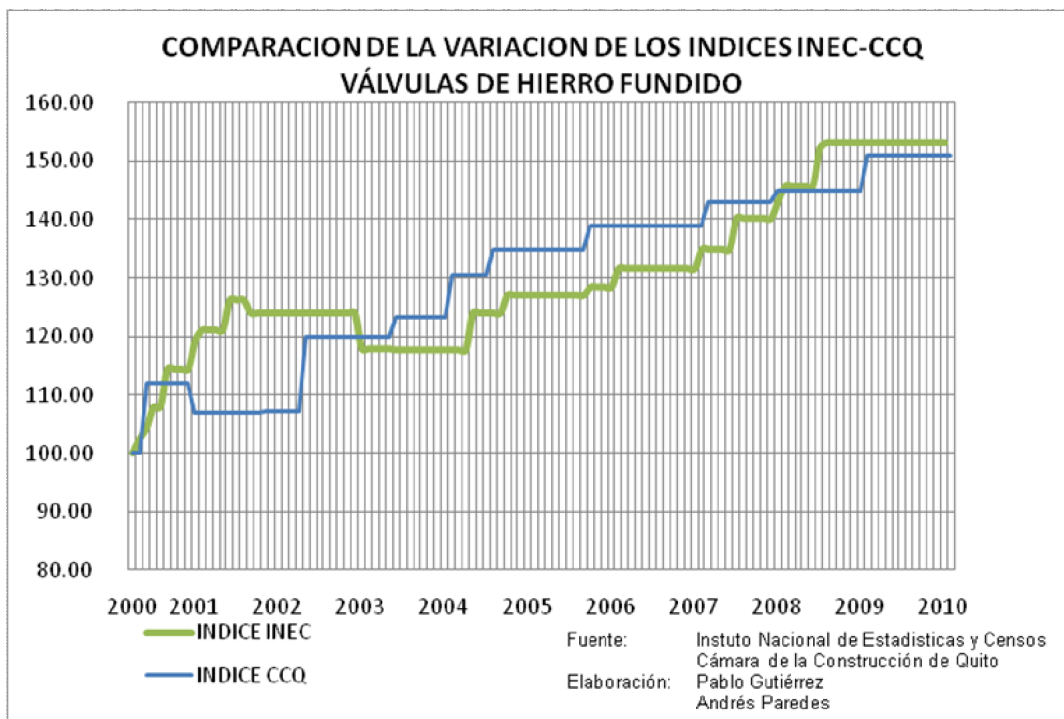


Agua Potable:

Tubería PVC presión



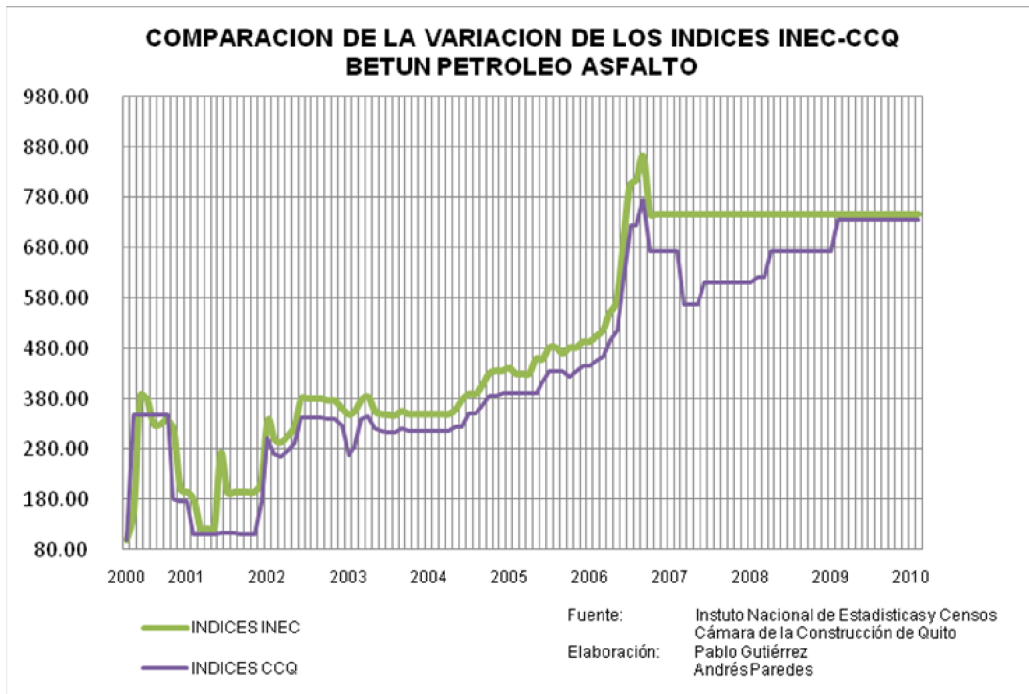
Válvulas de hierro fundido



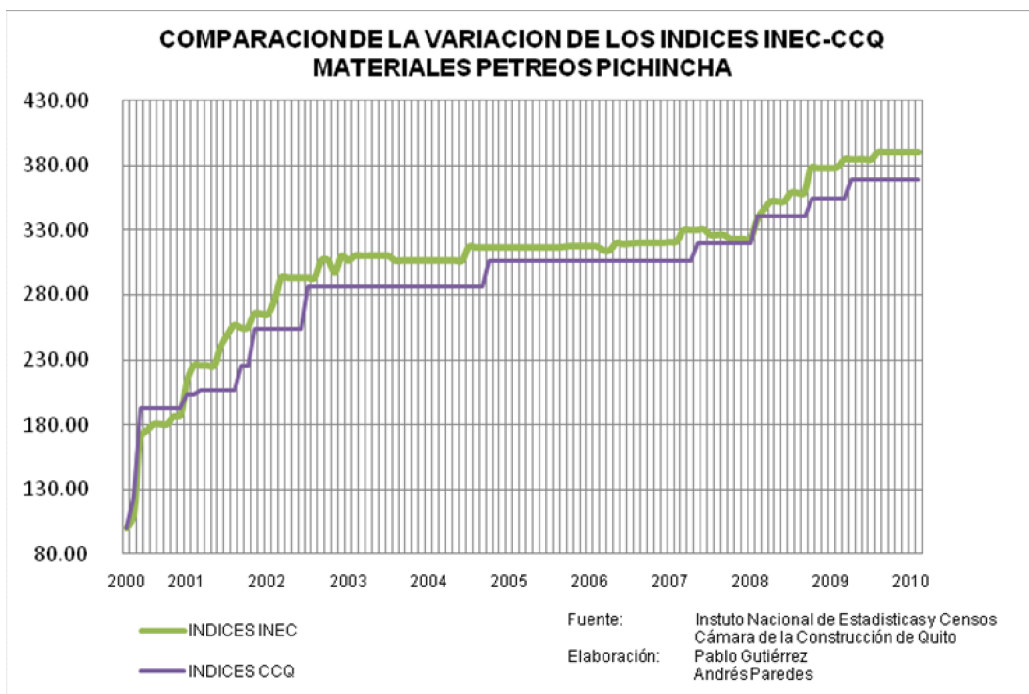
4.2.2 En Proyectos de Vialidad

Carretera:

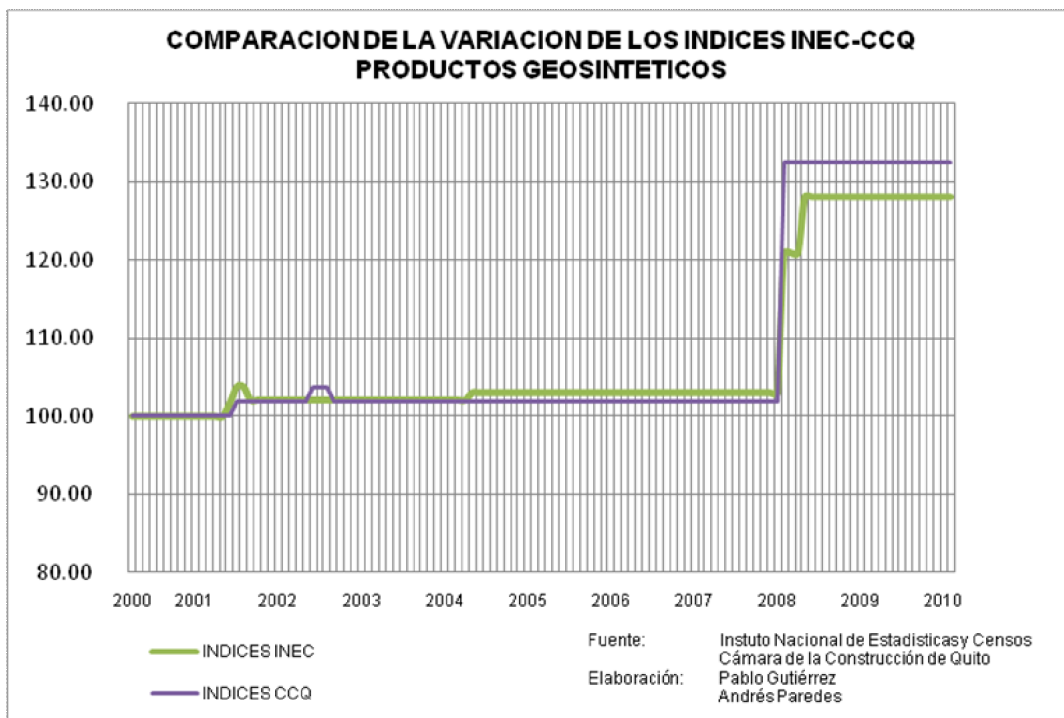
Betún, Petróleo, Asfalto



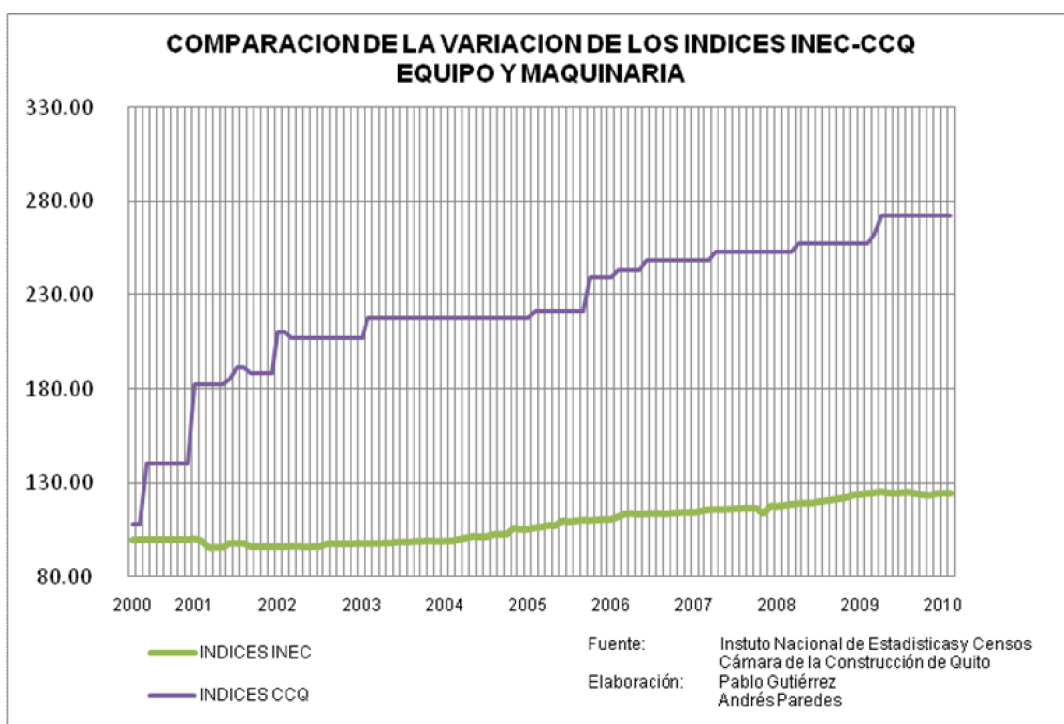
Pétreos



Productos Geosintéticos

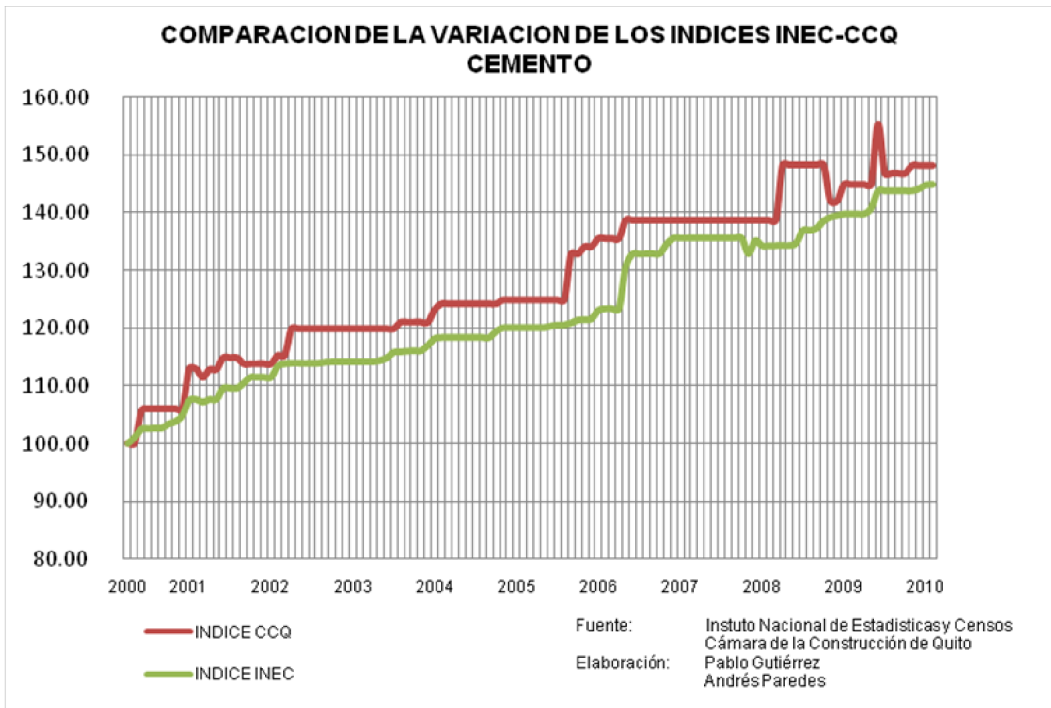


Equipo y Maquinaria

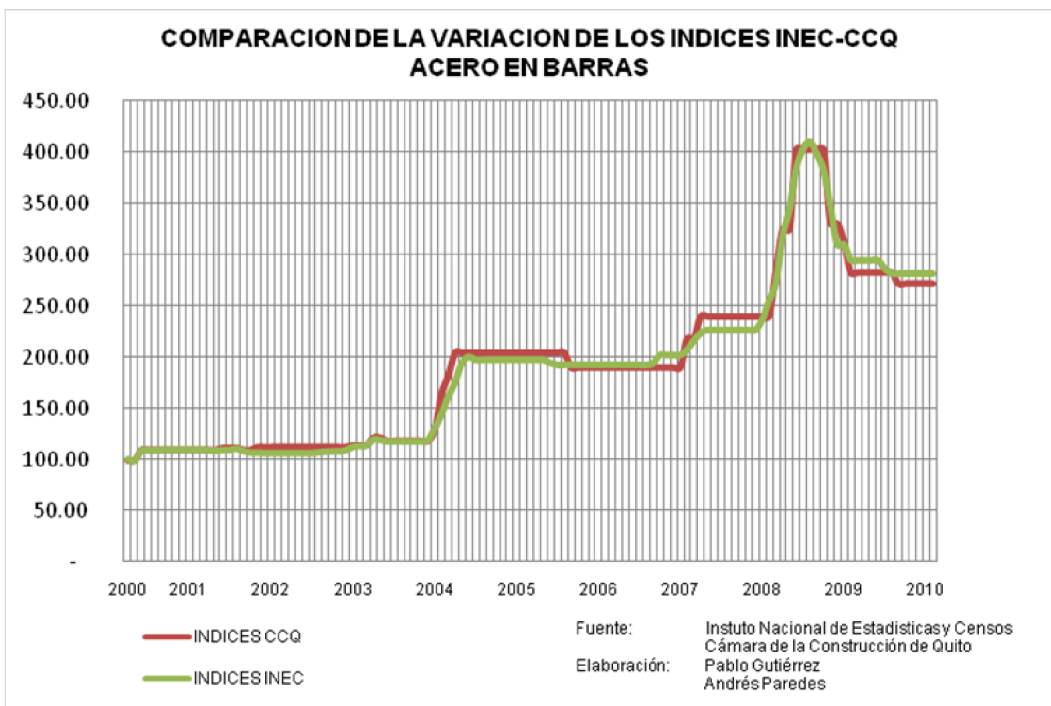


4.2.3 En Proyectos Hidráulicos

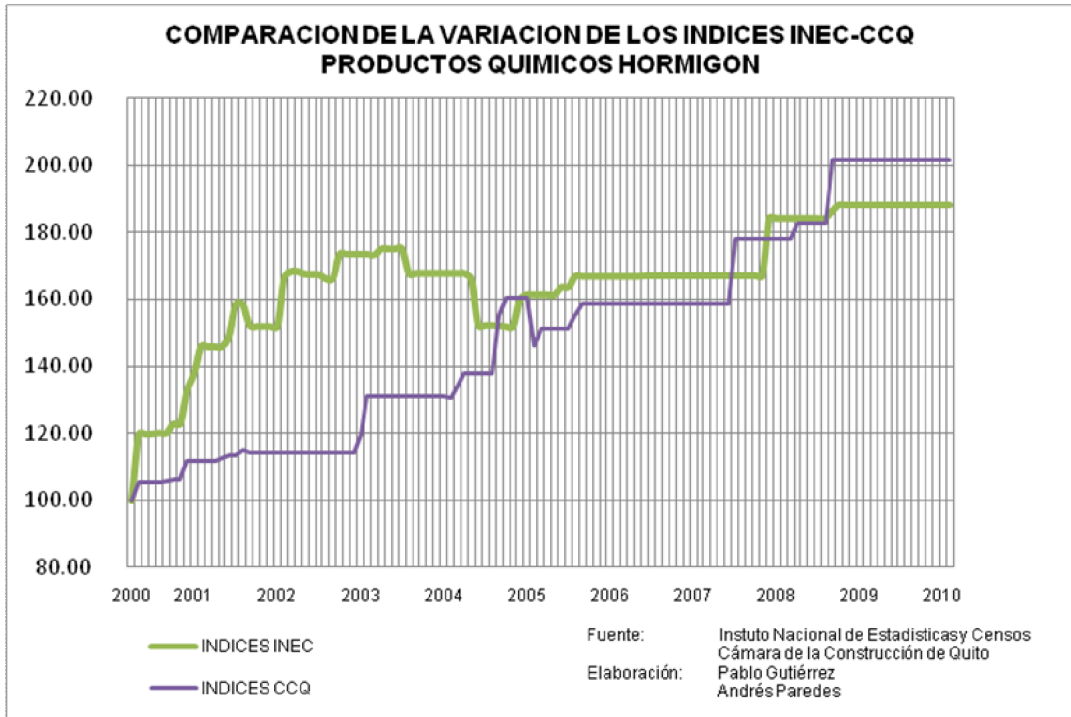
Cemento



Acero

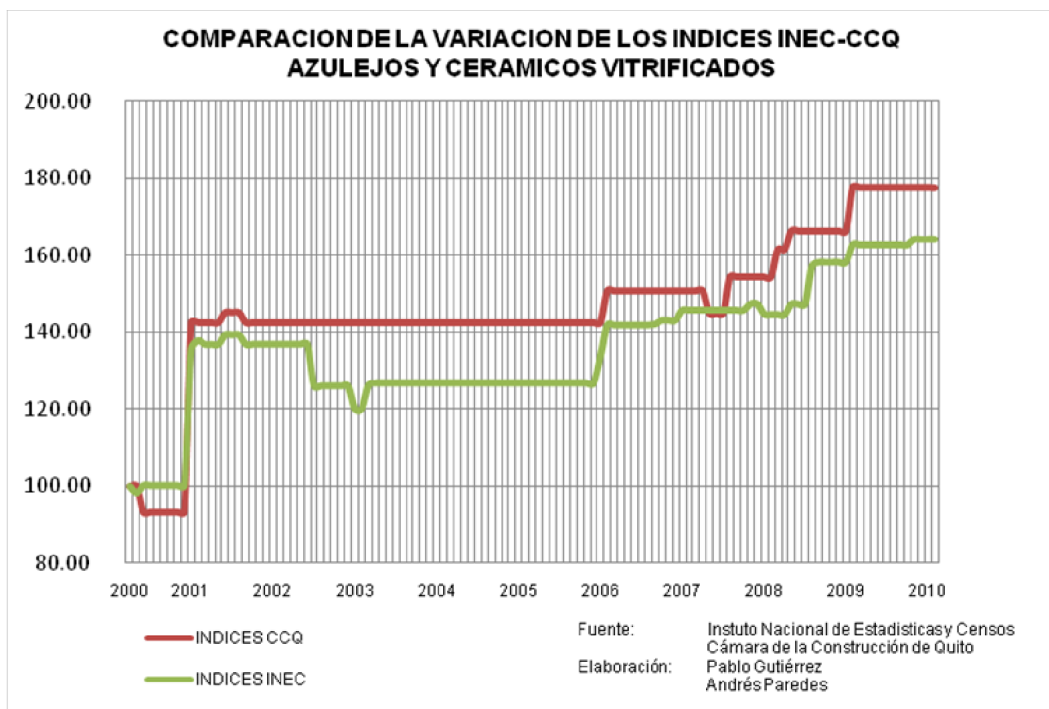


Productos Químicos

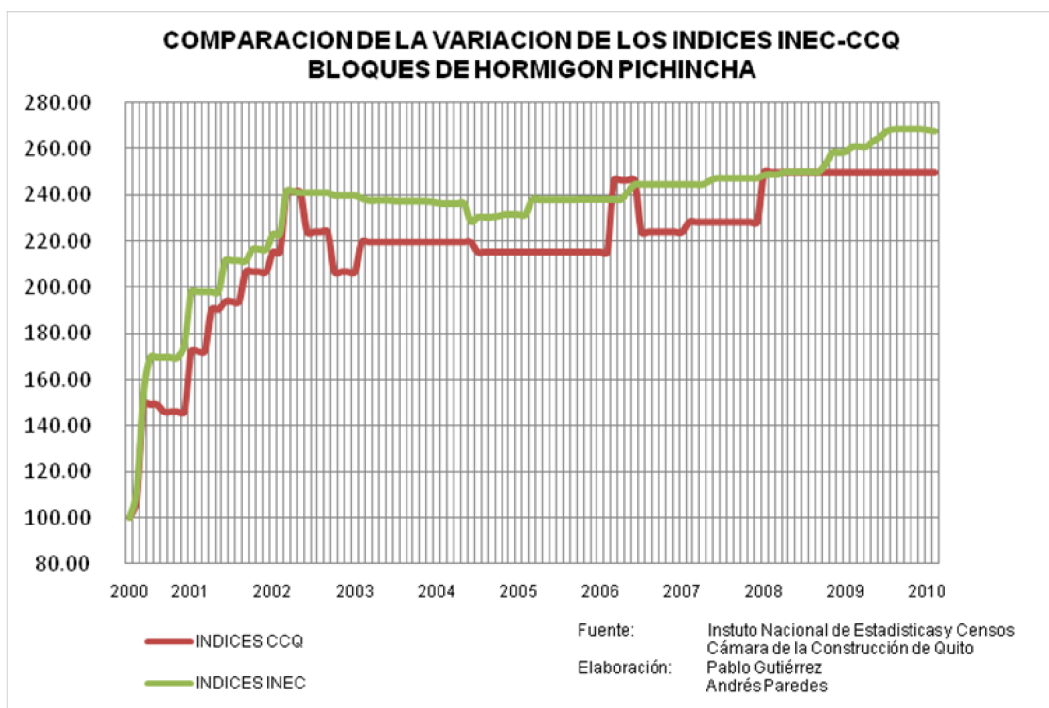


4.2.4 En Proyectos de Vivienda

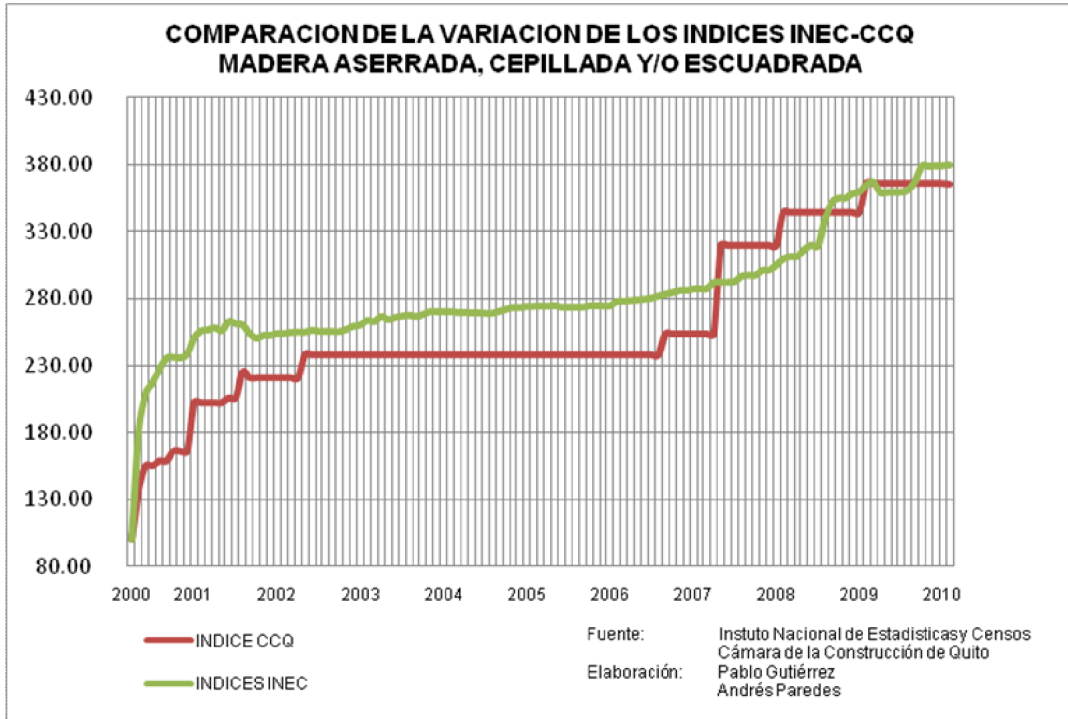
Azulejos



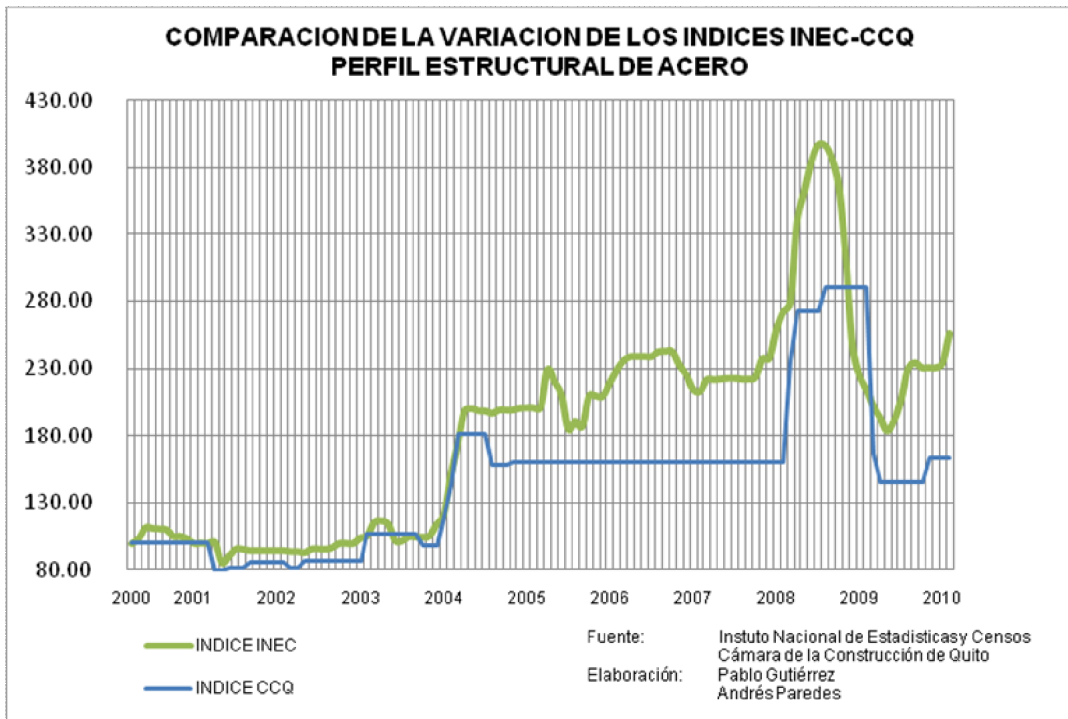
Bloques de Hormigón



Madera



Perfiles estructurales de Acero



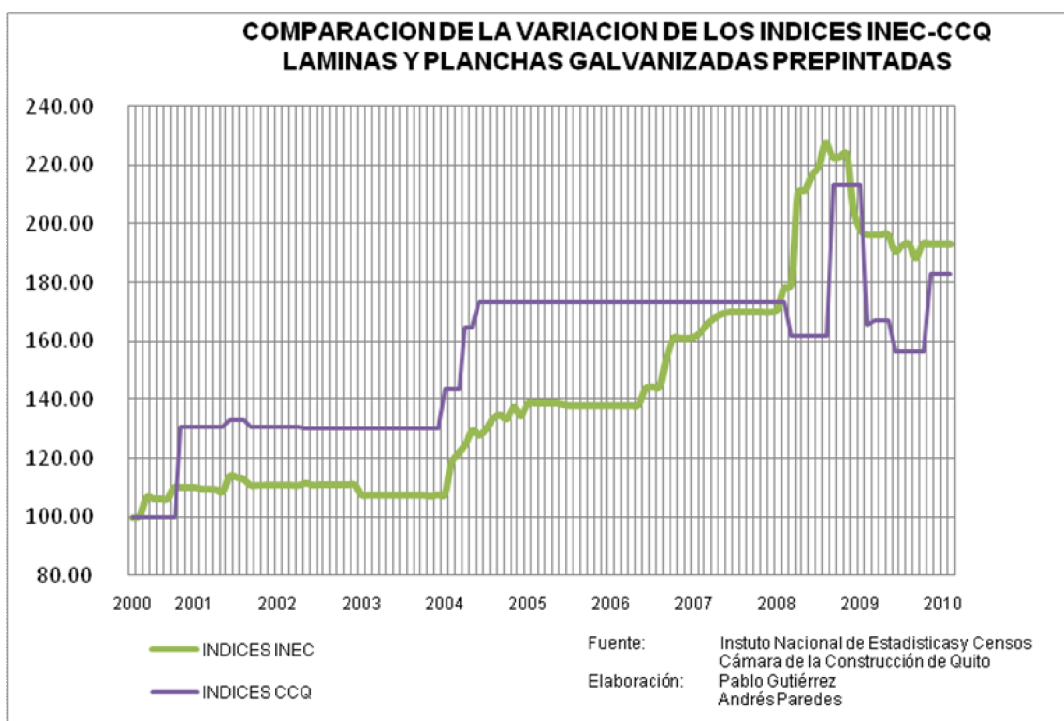
Aluminio



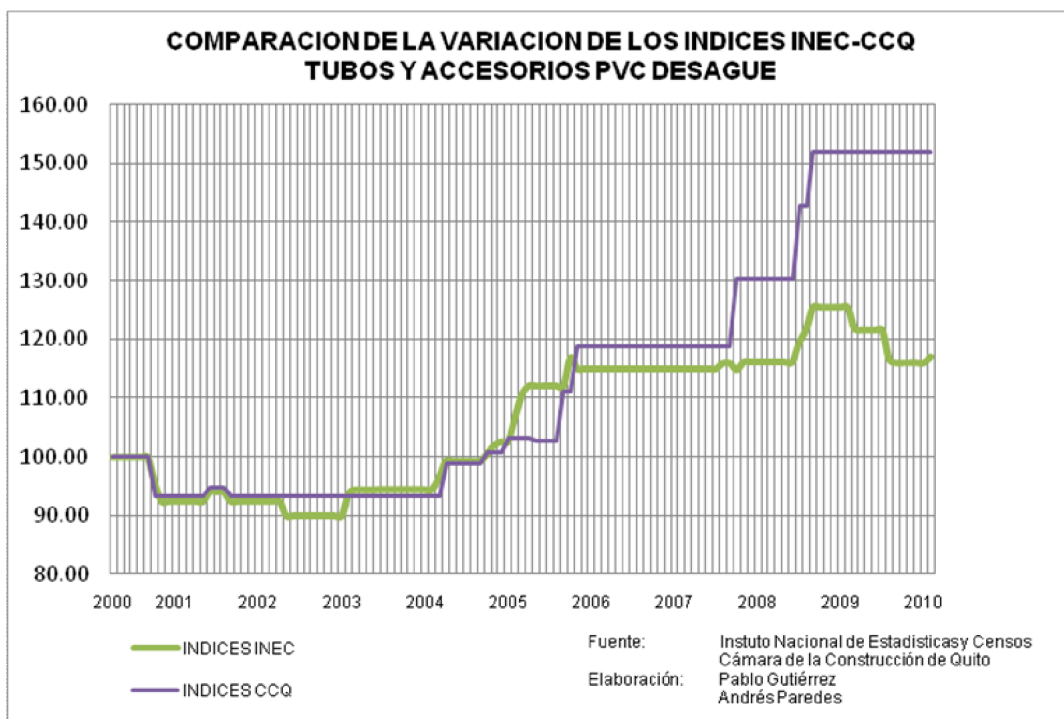
Vidrio



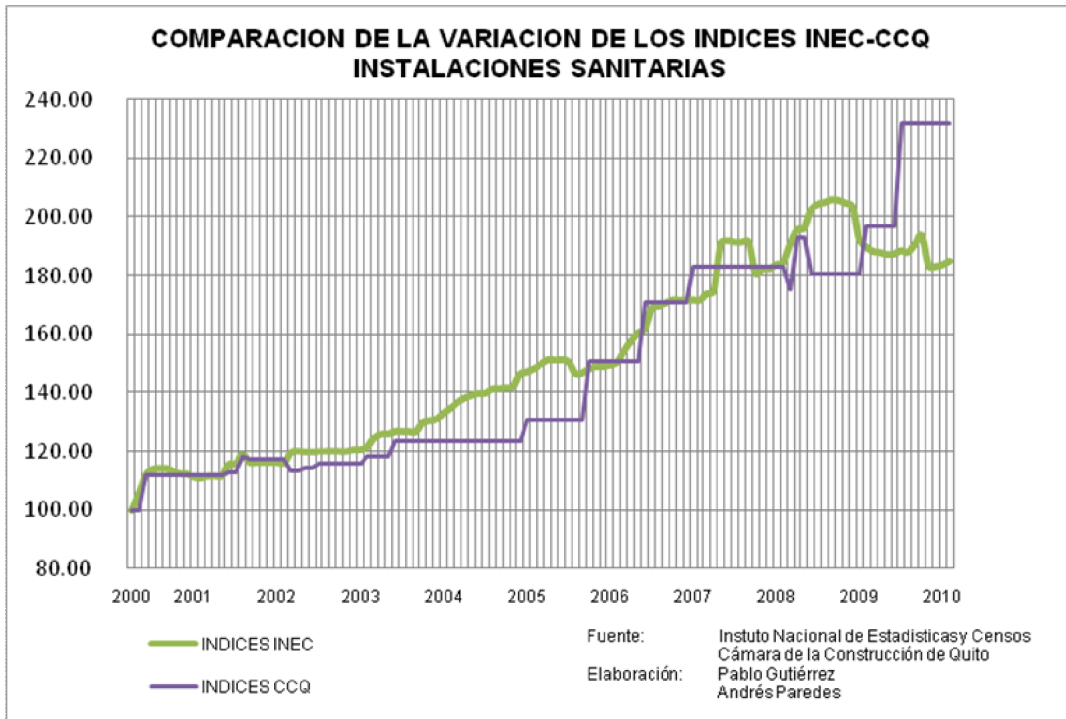
Láminas y placas galvanizadas



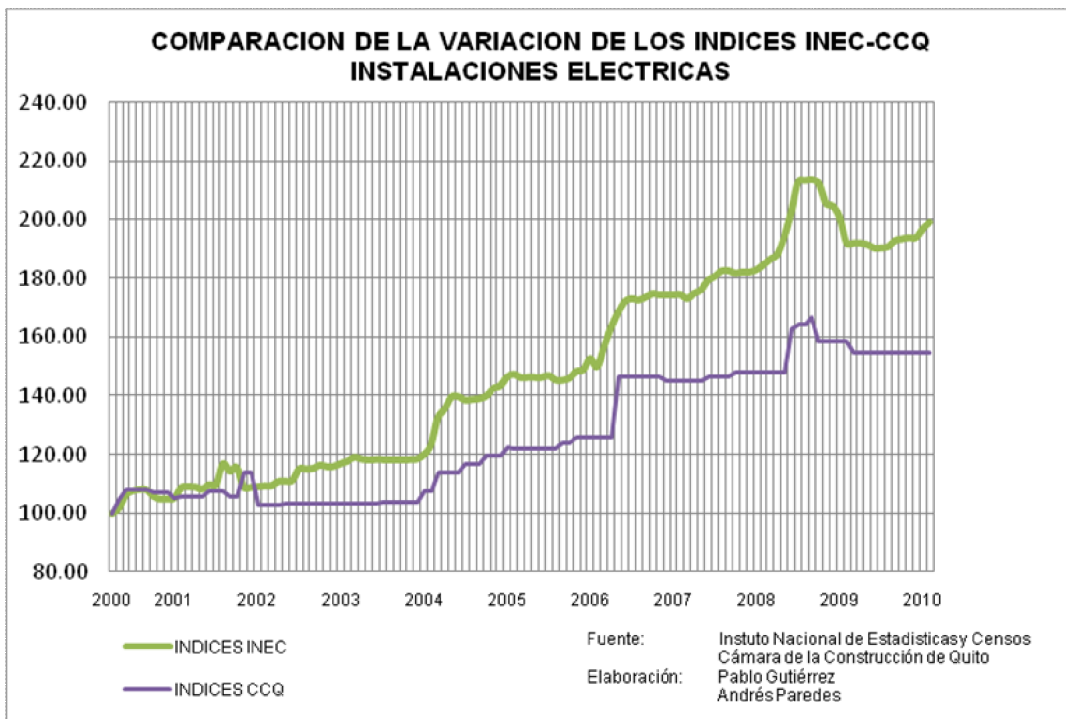
Tubería PVC desagüe



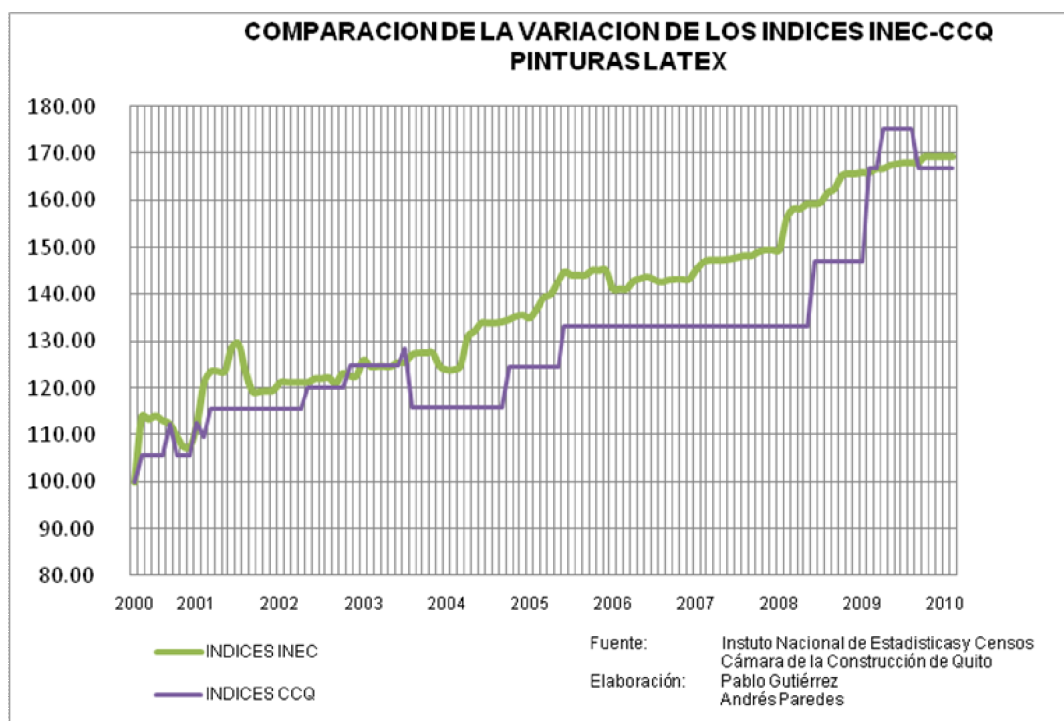
Instalaciones Sanitarias



Instalaciones Eléctricas



Pinturas Látex



Para lo anteriormente analizado se utilizó la metodología aplicada por el INEC en base a los precios publicados mensualmente por la Cámara de la Construcción de Quito, como resultado de esto se ha obtenido similitud en la tendencia en la variación de los precios con respecto a los índices publicados por el INEC.

La diferencia en algunos de los insumos de la construcción se debe a que el INEC utiliza precios directamente del productor o importador, mientras que los precios de la Cámara de la Construcción de Quito son precios de venta al público a nivel de distribuidores.

En cuanto a lo que se refiere con Equipo y Maquinaria de la construcción, la diferencia se debe a que la Cámara de la Construcción de Quito tiene referencias acerca del alquiler de los Equipos y Maquinaria, lo cual hace que no represente la variación que el INEC presenta en sus estudios.

En general, se puede observar que la aplicación de la metodología utilizada por el INEC está correcta y que está representando la variación real de los precios.

Las tablas con las que se determinaron los gráficos, y los índices en base a los precios de la Cámara de la Construcción se encuentran como Anexo. (Ver enlace2 web en Bibliografía).

Capítulo 5. Problemas y Conflictos en la Aplicación del Sistema de reajuste de Precios.

En general, de acuerdo al análisis realizado a varios proyectos de contrato de Ingeniería, se puede determinar las más notorias deficiencias incurridas en la determinación y posterior aplicación de la fórmula de reajuste.

Los presupuestos y consecuentemente las fórmulas de reajuste, en buena parte de las veces, no refleja de manera precisa los volúmenes y los rubros que finalmente se ejecutarán, debido a las deficiencias de los estudios o a la ausencia de éstos. Esta limitación produce sustanciales diferencias en los reajustes, desfigurando el concepto de representatividad de la fórmula, por lo que es necesario el cálculo de la fórmula polinómica definitiva, con los volúmenes realmente ejecutados para culminar de las obras.

No se especifica un tratamiento especial para considerar la incidencia de ciertos rubros de trabajo, que tienen un período de ejecución perfectamente delimitado y que sin embargo cualquier variación en sus componentes alteran el comportamiento de los costos del conjunto de la obra. Se podría ensayar el uso de fórmulas para grupos de rubros similares y que se ejecutan en periodos determinados.

La ausencia de nuevos índices que van acorde a las nuevas tecnologías de construcción, y la aparición de nuevos materiales hacen que al momento de calcular la fórmula polinómica no se pueda representar la realidad del objeto contractual, ya que estos componentes se los tiene que agrupar con otros que tengan cierta similitud.

La falta de conocimiento y capacitación referente al tema de reajuste de precios de las personas relacionadas con la ejecución y supervisión de obras conlleva en algunos casos la malinterpretación de la ley, ocasionando pérdidas económicas al contratante o al contratista, rompiendo así el equilibrio contractual, base fundamental del reajuste de precios. En el proceso de cálculo de las fórmulas polinómicas existe mucha discrecionalidad en cuanto a la agrupación de términos similares, dejando a criterio de la persona que calcula la forma de realizar dicha agrupación.

Poca representatividad del índice de precios al consumidor. El índice de precios al consumidor se lo obtiene en base a una canastilla familiar, cuyos componentes son artículos de primera necesidad: comestibles, transportes, vestido, vivienda, servicios básicos que no tienen ninguna relación con los rubros que intervienen en la construcción y son variaciones impredecibles, por lo que se recomienda que se utilice el Índice General de la construcción, con el cual se tendría mucha más representatividad.

Uno de los problemas más graves originado por la falta de una normativa clara y concisa sobre el reajuste de precios han sido los reajustes negativos. El incremento del valor de un material y luego su abrupta deflación en periodos muy cortos, no puede ser advertida por los contratistas al momento de ofertar ni de adquirir dichos materiales, lo que ha llevado a que, si bien en un primer momento el precio pudo haberse incrementado, perjudicando a los contratistas al momento de su adquisición, con su insospechada reducción ha provocado una injusta, ilógica y antijurídica reducción de valores por concepto de reajustes de precios, que resulta negativo en su ejercicio matemático, pero por sobre todo lesivo y perjudicial al desarrollo contractual, a su equilibrio económico y al patrimonio e interés de los contratistas y por lo tanto de la sociedad.

Capítulo 6. Sistemas de Reajustes de Precios usados en Venezuela, Colombia y Perú.

6.1 Sistema Utilizado en Venezuela

6.1.1 Introducción

En la República Bolivariana de Venezuela como en casi todos los países Latinoamericanos, se vive un proceso inflacionario de mucha significación para todas las actividades productivas, y muy especialmente la de construcción, ya que esta tiene un gran porcentaje de empleos directos e indirectos que la hacen ser la actividad termómetro del progreso y estabilidad económica de un país.

En Venezuela se habla de las reconsideraciones de precios por el método de Fórmulas Polinómicas ó Escalatorias a partir del año 1991, que es cuando se publica el Decreto 1.821.

En este país, a la inflación tampoco se lo ve como un problema, sino que más bien es la razón que obliga a determinar en forma precisa y justa los costos de construcción, y más aún, en la valoración de una utilidad y gastos administrativos, que permitan la supervivencia y desarrollo de la industria de la Construcción .

6.1.2 Reconsideración de precios por el método de Formula Polinómica

La Reconsideración de precios por el método de Fórmula Escalatoria o Polinómica está directamente relacionada al Título IV, Capítulo IV de la Gaceta Oficial de la República de Venezuela No 5.096 de fecha 16 de Septiembre de 1.996, decreto No 1.417, que lleva como Título " Variaciones del Presupuesto ".

Artículo 61. - Se consideran variaciones del Presupuesto Original:

- a. Las variaciones en los precios aprobados según lo contemplado en los artículos 62 al 67.
- b. Los aumentos o disminuciones según lo contemplado en los artículos 68 al 70.
- c. Las obras adicionales según lo contemplado en los artículos 71 al 72.

Variaciones en los precios:

- Reconsideración por el método tradicional (por factura o administración).
- Reconsideración por el método de Formula Polinómica.

1. Reconsideración por el método tradicional (por factura o administración):

Este método es muy conocido por la mayoría de las empresas y organismos tanto públicas como privadas, dedicadas al área de construcción y consiste en recalcularse los análisis de precios unitarios con los precios actualizados al momento de ejecución de cada valoración, obteniéndose un delta o el incremento habido para reconsiderar las mismas.

Este procedimiento funcionaba muy bien en Venezuela, porque los incrementos de precios no variaban mucho en un plazo de mediano a largo ni eran tan acentuados los mismos. Hoy en día cuando las variaciones son muy seguidas, aplicar este método resultaría muy lento y complicado, necesitándose muchas horas hombre de profesionales dedicados a las revisiones de cada reconsideración.

Cabe destacar que para obtener una revisión sin errores se deben cumplir con algunos pasos que se mencionan a continuación (dependiendo del organismo contratante, estos pueden aumentar o disminuir).

Preparar en original y cinco copias con los siguientes documentos :

1. Facturas de compra de cada insumo a reconsiderar.
2. Facturas de alquiler de equipos a reconsiderar.
3. Facturas de compra de equipos a reconsiderar.
4. Documento oficial donde establezca los aumentos salariales y/o bonos decretados.
5. Hojas de cada uno de los análisis de precios de las partidas a reconsiderar del presupuesto original (precios de los insumos originales).
6. Hojas de cada uno de los análisis de precios de las partidas a reconsiderar con los nuevos valores de los insumos.
7. Hoja explicativa y de cálculo de los incrementos y deltas obtenidos entre los puntos 5 y 6.

Adicionalmente hay que tener a una persona dedicada a explicar en cada departamento del organismo contratante los resultados de la misma y aclarar todas las dudas al respecto.

2. Reconsideración por el método de Fórmulas Polinómicas:

Este método es similar en cuanto a la metodología de cálculo que el anterior, sin embargo reduce el tiempo de elaboración, preparación y revisión a un número de horas hombre mínimo.

El método en sí, consiste en hallar los coeficientes de incidencias de Materiales, Equipos , Mano de obra, Administración, Financiamiento (si lo hay), Utilidad e Imprevistos, para ser multiplicados por su correspondiente Índice de Precio que emite el Banco Central de Venezuela ó Índice de precio propio (calculado entre el organismo contratante y el contratista).

Los aumentos ó disminuciones según lo contemplado en los artículos 68 al 70: Estos dependen de la disponibilidad monetaria del organismo contratante, y sus

reconsideraciones se realizan para ambos métodos de igual manera (en lo que a la metodología de cálculo se refiere).

Las obras adicionales según lo contemplado en los artículos 71 al 72:

Según el artículo 71: Son obras adicionales aquellas cuyos precios unitarios no hubieren sido previstos en el presupuesto original del contrato y se clasifican en:

- *Obras Extras*: Las comprendidas en los planos y especificaciones particulares pero omitidas en los cálculos originales.
- *Obras Complementarias*: Las que no fueron señaladas en los planos y especificaciones particulares ni en los cálculos originales, pero cuya ejecución sea necesaria para la construcción y cabal funcionamiento de la obra contratada.
- *Nuevas Obras*: Las modificaciones de la obra ordenada por el ente contratante.

Para los casos de obras adicionales se elaboran las ecuaciones de la fórmula Polinómica para cada uno, y su índice inicial sería la del presupuesto adicional.

Cuadro comparativo entre los dos métodos: (Principales ventajas)		
Ítem	I) Reconsideración método tradicional (factura)	II) Reconsideración método Fórmula Escalatoria ó Polinómica
1	Se requieren de muchas horas hombre para su elaboración y revisión	Pocas horas hombre para su elaboración y revisión
2	Se presta para cotizar más bajo que el mercado y reconsiderar altos porcentajes, (modificando facturas , precios bajos inicial)	No permite malas intenciones ya que se reconsidera de acuerdo a los índices inflacionarios del Banco Central de Venezuela.
3	Para su presentación se requiere de muchos documentos comprobatorios	Una sola página es su presentación y una página en documentos comprobatorios.
4	Al ser un método muy laborioso, es muy fácil equivocarse durante toda la obra.	Se convierte durante la ejecución de la obra en algo fácil y automático.
5	La oferta beneficiada con la Buena Pro, no representa la mejor oferta durante la Obra.	La oferta beneficiada con la Buena Pro, si representa la mejor oferta durante toda la Obra.

6.1.3. Conceptos Básicos

Materiales: Son aquellos insumos consumibles ó instalables que quedan incorporados a la obra, en la cantidad a usar por unidad de medida, y deberán tener el desperdicio del mismo. Este renglón no es afectado por el rendimiento de la partida.

Equipos: Son aquellos insumos (maquinarias, equipos, herramientas, implementos, vehículos para la obra, etc). Estos pueden ser propios ó alquilados, donde cada uno deberá tener su respectivo coeficiente de depreciación diaria. Este renglón si es afectado por el rendimiento de la partida.

Mano de obra: Es la cantidad de personas especializadas ó no, necesarias para realizar una labor determinada en un tiempo determinado (la unidad de medida pueden ser de dos tipos, una seria la cantidad entre el tiempo en días y la otra en número de horas hombres a emplearse). Se debe reflejar el porcentaje de prestaciones sociales, bonos y cualquier otra reivindicación que se le pague al personal, ya sea por decretos, leyes ó contratación colectiva. Este renglón también es afectado por el rendimiento de la partida.

Prestaciones Sociales: (Factor de Costo Asociado Al Salario): Viene expresado en un porcentaje con respecto al salario promedio ponderado de los salarios tabulados utilizados en los análisis de precios del presupuesto. Este porcentaje va a depender de muchos factores, entre los cuales podemos mencionar los siguientes, sin ser limitativo a los mismos:

- Duración de la obra
- Cantidad de personas a utilizar
- Fecha de ejecución de la obra (Verano - Invierno)
- Ubicación de la obra
- Horario de trabajo permitido
- Días laborables
- Días de fiestas
- Instalación de baños
- Instalación de comedores
- Implementos de seguridad
- Examen médico pre - empleo y post - empleo
- Beneficios de la ley del trabajo
- Beneficios del contrato colectivo
- Suministro de hielo, agua en botellón, vasos.
- Otros (dependiendo del tipo de obra)

Rendimiento: Es la cantidad de trabajo realizado entre el tiempo empleado, cada organismo, empresa e institución tienen calculados los rendimientos de acuerdo a sus propias experiencias. Los mismos son en base a la cantidad de la unidad de medida de la partida entre el tiempo en días, como por ejemplo: (M3 / día), (M2 / día), (KG / día), etc.

Costo directo: Es la suma de los costos unitarios de los renglones de materiales, equipos y mano de obra para el caso de los análisis de precios, para el presupuesto completo sería la suma de todos los costos de materiales, equipos y mano de obra a emplearse en el mismo.

Gastos administrativos: Son los gastos que se generan tanto a nivel de oficina de obra como la oficina principal, los mismos se expresan como un porcentaje del costo directo. Este porcentaje va a depender de muchos factores, entre los cuales mencionaremos algunos de ellos:

Gasto de teléfono.

Gasto de electricidad.

Gasto de alquiler de oficina ó de depreciación en caso de ser propia.

Mantenimiento de equipos de oficina.

Sueldos al personal profesional (ingeniero de campo, contadores, administrador, abogados, topógrafos, etc.).

Sueldos de secretarías, recepcionista, mensajero, personal de limpieza, etc.

Sueldos de Presidente, Gerentes, etc.

Gastos de papelería, y útiles de oficina.

Gastos de representación.

Suscripciones a revistas y publicaciones técnicas.

Reparaciones, combustible y otros, de los vehículos de oficina.

Pagos de impuestos municipales, sobre la renta, patente de industria y comercio etc.

otros (dependiendo de cada empresa y del tipo de obra).

Utilidad: Representa el beneficio que debe obtener una empresa por haber invertido tiempo, dinero y trabajo. El mismo se expresa como un porcentaje de la inversión realizada, es decir de la suma de los renglones anteriores (costo directo + gastos de administración). Este porcentaje puede variar entre varias empresas dependiendo del beneficio que quiera obtener cada una, así como también de la complejidad ó sencillez de la obra.

Financiamiento: Representa el dinero que tiene que retornar al inversionista (contratista) por haber financiado parte o toda la obra, viene expresada en un porcentaje de la inversión realizada (costo directo + gastos de administración). La misma va a depender si se ha recibido un anticipo ó no, de la forma de pago y tiempo de recibirlo. Para el cálculo de la tasa a considerar de retorno de capital, se toma la tasa pasiva promedio a plazo fijo no mayor de noventa días (90) de los seis principales bancos de Venezuela.

Proporción, Incidencia (Coeficiente de incidencia): Es la relación cuantitativa existente entre varias cantidades con respecto al total de las mismas. En nuestro caso usaremos esta proporción como coeficientes de incidencias y la expresaremos en porcentaje, designándole una letra del abecedario.

Ejemplo:

PROPORCION Y COEFICIENTES DE INCIDENCIAS				
Descripción	Monto Bs.	Proporción= Monto / total	Coeficiente de incidencia (%)	Letra asignada
Materiales	1.000,00	0,4209	42,09	A
Equipos	500,00	0,2104	21,04	B
Mano de Obra	300,00	0,1263	12,63	C
Sub – total (Costo Directo)	1.800,00			
20 % Adm.	360,00	0,1515	15,15	D
Sub – total Bs.	2.160,00			
10 % Utilidad	216,00	0,0909	9,09	E
Total Bs.	2.376,00	1,0000	100,00	

Índice de precio: Valores indicadores de precios para una fecha determinada con respecto a otra fecha tomada como base, en nuestro caso haremos referencia a los indicadores de precios del Banco Central de Venezuela los cuales reflejan los mismos con respecto a una fecha tomada como base de cálculo , la cual es el año 1.984 = 100, lo que significa que todos los índices del Banco Central de Venezuela para ese año son igual a 100.

El hecho que se usen los índices del ente antes mencionado, no debe ser limitativo para la actividad, puede que no exista algún material estudiado y analizado por el mismo, pero sabiendo como calcularlos se puede realizar el propio calculo y comportamiento inflacionario para aquellos productos que no aparezcan en los emitidos por dicho ente.

Ejemplo:

En un material como la Pintura Epóxica que no aparece entre los materiales estudiados por el Banco Central de Venezuela.

Precio base del año 1984 = 1.500,00 Bs. / Gal, aquí se dice que el índice base para la pintura Epóxica es igual a 100

$$1.500,00 = 100 \text{ para el año base 1984}$$

Ahora bien este material ha sufrido un incremento y cuesta:

$$\text{Para el año 1985} = 1.800,00 \text{ Bs. / Gal.}$$

Para obtener el índice del año 1985 se realiza una simple regla de tres:

$$1.500,00 \text{ ----- } 100$$

$$1.800,00 \text{ ----- } X$$

X = 120 será que el índice de la pintura Epóxica para el año 1985 es igual a 120.

Familias: Con este término se refieren en forma numérica a los insumos que de alguna forma se puedan agrupar según el Banco Central de Venezuela.

Por ejemplo: Materiales: Equipos:

Familia (01): Productos de Acero Familia (01): Equipos Nacionales

Familia (02): Cementos, Cales y otros Familia (02): Equipos importados, ETC.

Familia (03): Transporte

Para la familia 01 de materiales (Productos de Acero) se agrupan todos aquellos insumos que tengan en común al acero, el hierro etc. (clavos, alambres etc.) y así sucesivamente.

Mano de Obra: La agrupamos en una sola familia la (01).

Variación De Precios (Porcentajes de Cambios): Son los que indican la diferencia existente entre dos cantidades en forma porcentual, que serán las diferencias existentes entre dos precios ó índices.

Estos se dividen en porcentajes de aumentos y porcentajes de disminución, solo nos referiremos al primero de ambos (porcentajes de aumentos), ya que usando este solo quedaría involucrada en forma del signo una disminución en caso de haberla.

La fórmula a aplicar sería la siguiente:

$$Pa = \left(\frac{Pf}{Po} \right) * 100$$

Donde:

Pa = Porcentaje de aumento

Pf= Precio ó Índice final

Po = Precio ó Índice inicial

Ejemplo: usando el mismo caso del ejemplo anterior (índice)

1. Calculándolo con respecto a los precios

Precio inicial = 1.500,00

Precio final = 1.800,00

$$Pa = \left(\frac{1800,00}{1500,00} \right) * 100 = (1,20 - 1) * 100 = 20 \% \text{ de aumento}$$

2. Calculándolo con respecto a los índices

Índice Inicial = 100

Índice Final = 120

$$Pa = \left(\frac{120}{100} \right) * 100 = (1,20 - 1) * 100 = 20 \% \text{ de aumento}$$

Estos resultados demuestran que es lo mismo trabajar con índices que con precios.

Las Variaciones de precios al usarlas dentro de la Ecuación de La Fórmula Polinómica, se los colocan en tanto por uno si los Coeficientes están en porcentaje, y en porcentajes si los Coeficientes están en tanto por uno (Nunca los dos en porcentajes).

6.2 Sistema Utilizado en Colombia

En Colombia se considera algo relacionado con el ajuste de precios a partir del año 1993, con la expedición de la Ley 80 del 28 de Octubre, cuando se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública por el Congreso de Colombia.

Históricamente se inicia la importancia al sector de la construcción en Colombia cuando cincuenta ingenieros consultores crearon una Asociación de Ingenieros Consultores Colombianos (AICO) en el año 1961. Bajo la reglamentación de la Ley 4 de 1964 y con el apoyo claro del Estado y en especial del sector eléctrico, la consultoría se había desarrollado rápidamente y llegó a ser en los años 60 y 70 una de las más importantes de América del Sur.

El Estado convirtió a los consultores colombianos en sus aliados para el desarrollo. La selección de los consultores hasta la década de los 80 se basó en el conocimiento y la calidad; mientras que el precio era fruto de una negociación más no un factor de selección.

La competencia y los excesos derivaron en la regulación de la contratación estatal. Sucesivas leyes y crecientes reglamentaciones fueron expedidas relacionadas al sector de la construcción como la Ley 4 de 1964, el Decreto 150 de 1976 y el Decreto Ley 222 de 1983 y hasta llegar a la “Ley 80 de 1993” en la que el precio fue introducido como factor decisivo de selección de consultores.

La Ley 80 de 1993 pretendió establecer reglas para la contratación pública basadas en los principios de transparencia, economía, responsabilidad y equilibrio de la ecuación contractual.

Sobre el tema, la Ley 80 de Octubre de 1993 establece acerca de mantener el equilibrio contractual en el párrafo único del artículo 27:

ARTICULO 27. DE LA ECUACION CONTRACTUAL. En los contratos estatales se mantendrá la igualdad o equivalencia entre derechos y obligaciones surgidos al momento de proponer o de contratar, según el caso. Si dicha igualdad o equivalencia se rompe por causas no imputables a quien resulte afectado, las partes adoptarán en el menor tiempo posible las medidas necesarias para su restablecimiento.

Para tales efectos, las partes suscribirán los acuerdos y pactos necesarios sobre cuantía, condiciones y forma de pago de gastos adicionales, reconocimiento de costos financieros e intereses, si a ello hubiere lugar, ajustando la cancelación a las disponibilidades de la apropiación de que trata el numeral 14 del artículo 25. En todo caso, las entidades deberán adoptar las medidas necesarias que aseguren la efectividad de estos pagos y reconocimientos al contratista en la misma o en la siguiente vigencia de que se trate.

ARTICULO 25. DEL PRINCIPIO DE ECONOMIA. En virtud de este principio:

Numeral 14. Las entidades incluirán en sus presupuestos anuales una apropiación global destinada a cubrir los costos imprevistos ocasionados por los retardos en los pagos, así como los que se originen en la revisión de los precios pactados por razón de los cambios o alteraciones en las condiciones iniciales de los contratos por ellas celebrados.

Con esta ley no se ha expedido ninguna forma de ecuación matemática específica para realizar el reajuste de precios. Se considera que se debe mantener el equilibrio contractual para lo cual se acuerde entre las partes un método de compensar la diferencia de precios provocado por imprevistos durante la ejecución del contrato.

Acerca del tema de ajuste de precios, no se han realizado modificaciones importantes, es decir que tampoco se han incluido en la ley fórmulas matemáticas específicas para realizar el reajuste de precios en los contratos; entonces se mantiene el criterio de aplicar las fórmulas de reajuste de precios solo cuando fueron pactadas en el respectivo contrato.

En algunos contratos se incluyen cláusulas sobre el reajuste de precios y se ha optado por utilizar fórmulas de Instituciones como:

Fórmula perteneciente al Ministerio de Transporte de Colombia

$$P = P_0 \left(\frac{A}{100} \right) + \left(\frac{I}{I_0} \right) * \left(1 - \frac{A}{100} \right)$$

Donde:

P= Valor de obra ejecutada reajustada

P₀= Valor de obra ejecutada según acta

A= Porcentaje anticipo

I= Índice del Ministerio de Transporte al cierre de la licitación

I₀= Valor básico al mes de la presentación de la propuesta

Fórmula perteneciente a la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL):

$$P = P_0 * \frac{I}{I_0}$$

Donde:

P= Representa el valor ajustado para el acta de obra ejecutada.

P₀= Representa el valor neto de la obra ejecutada, es decir, su valor bruto liquidado a los precios unitarios que aparecen en el contrato, menos el porcentaje correspondiente al descuento del anticipo entregado al inicio del contrato. En otras palabras, será el valor neto de la cuenta de cobro correspondiente, al Acta respectiva de obra liquidada

I= Representa el índice de reajuste total de CAMACOL, correspondiente al mes en el cual se ejecuta la obra.

I₀= Representa el índice de reajuste total de CAMACOL, correspondiente al mes de presentación de la propuesta.

Sin que ninguna sea parte de la Ley Colombiana, exponiéndose a errores o variaciones entre la aplicación de una y otra fórmula matemática o por diferencia de índices utilizados para el reajuste, debido a la no existencia de una entidad reguladora que exija la ley a que unifique los índices de la construcción en este país y que por esta razón cada institución se vea obligada a aplicar sus propios métodos para la determinación de los índices.

En otros casos y en la mayoría las instituciones prefieren contratar a través del “Sistema de Precios Unitarios Fijos Sin Fórmula de Reajuste”.

6.3 Sistema Utilizado en Perú

6.3.1 Introducción

En la República del Perú, hace varias décadas se ha empleado procedimientos de reajuste, los cuales, sin embargo, en sus inicios sólo eran aplicables a Contratos Públicos con empresas extranjeras dando un trato discriminatorio a las constructoras nacionales.

A partir de 1976 se oficializa el uso de fórmulas polinómicas de reajuste de precios para todas las obra públicas.

Actualmente están vigentes dos sistemas de reajuste de presupuestos de obras en el Perú:

- Para obras privadas, a través de los factores de reajuste.
- Para obras públicas (y privadas para obras de más de 4 pisos), mediante Fórmulas Polinómicas.

En el Perú, se establecen las fórmulas de reajuste con la finalidad de restablecer el equilibrio económico, por el que se puede ver afectado debido al transcurso del tiempo entre la fecha de celebración del contrato y la fecha de la ejecución de la prestación. La elaboración como la aplicación de las fórmulas polinómicas se sujetan a lo dispuesto en el Decreto Supremo N° 011-79-VC, dado el 26 de noviembre del 2004 y sus modificatorias, ampliatorias y complementarias.

6.3.2 Bases para la Aplicación de Fórmulas de Reajuste

En el Decreto Supremo N° 011-79-VC, Artículo 55 se establecen las bases para la aplicación de Fórmulas de Reajuste de los contratos expresados en moneda

nacional¹⁸, indicando casos para la aplicación, en los numerales 1, 2 y 3, y para la no aplicación en el numeral 4:

1. En los casos de contratos de tracto sucesivo o de ejecución periódica o continuada de bienes o servicios, pactados en moneda nacional, las Bases o el contrato podrán considerar fórmulas de reajuste de los pagos que corresponden al contratista, conforme a la variación del Índice de Precios al Consumidor que establece el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), correspondiente al mes de pago. Cuando se trate de bienes sujetos a cotización internacional o cuyo precio esté influido por ésta, no se aplicará la limitación del Índice de Precios al Consumidor a que se refiere el párrafo precedente.
2. En el caso de contratos de obras pactados en moneda nacional, las Bases establecerán las fórmulas de reajuste. Las valorizaciones que se efectúen a precios originales del contrato y sus ampliaciones serán 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. 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 modificatorias, ampliatorias y complementarias.
3. En el caso de contratos de consultoría de obras pactados en moneda nacional, los pagos estarán sujetos a reajuste por aplicación de fórmulas monómicas o polinómicas, según corresponda, las cuales deberán estar previstas en las Bases. Para tal efecto, el consultor calculará y consignará en sus facturas, el monto resultante de la aplicación de dichas fórmulas, cuyas variaciones serán mensuales, hasta la fecha de pago prevista en el contrato respectivo,

¹⁸ Reglamento de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, Decreto N°084-2004-PCM, CAPITULO VII – LAS BASES - SUBCAPITULO II – CONDICIONES MINIMAS, Artículo 55.

utilizando los Índices publicados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) a la fecha de facturación. Una vez publicados los índices definitivos, se efectuarán las regularizaciones correspondientes.

4. No son de aplicación las fórmulas de reajuste cuando las Bases establezcan que las propuestas se expresen en moneda extranjera, salvo el caso de los bienes sujetos a cotización internacional o cuyo precio esté influido por ésta.

Para todos los casos se debe tomar en referencia la información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Y a continuación se muestra el proceso y método para organizar estos índices.

Índices de Precios del INEI

En términos estadísticos un índice es un indicador que mide o cuantifica las variaciones o evoluciones de una cantidad, precio o valor.

En consecuencia, un índice de precio sería el indicador (adimensional) que representa la variación de precio de uno o un conjunto de elementos.

Índice Unificado

Para el sistema de reajuste por Fórmula Polinómica se considera índices relativos que corresponde al valor referido al precio que tuvo un elemento a una determinada fecha, llamada base y se considera como 100.

Desde su creación el Consejo de Reajuste de Precios (CREPCO) publicó índices relativos, siendo su primera lista de elementos con base 100 a Agosto de 1977, desde esa fecha hasta febrero de 1979 se publicaron índices individuales, es decir que muestran la variación de un solo elemento.

Desde Marzo de 1979 se empezaron a publicar índices Unificados e índices individuales.

Desde Octubre de 1979, CREPCO sólo publicó índices Unificados que vienen a representar la variación de un conjunto de elementos afines o similares.

Desde Diciembre de 1992 los índices vienen siendo publicados por el INEI en virtud a lo establecido por el Decreto Ley 255862.

Los índices Unificados han sido codificados según un Número, habiendo variado su cantidad, por diversas reagrupaciones, de los 79 originales a los 66 actuales.

La descripción de éstos se encuentra en un documento llamado “Diccionario de Elementos de la Construcción”, donde se indica que número de Índice Unificado le corresponde a cada elemento.

Adicionalmente al código, los índices se clasifican por ámbito geográfico en 6 grupos denominados Áreas Geográficas que consideran departamentos próximos.

Se adjunta el Diccionario de elaboración y obtención de los Índices de Precios está establecido en los artículos 5º y 6º del Decreto Supremo N° 011-79-VC.

En el siguiente cuadro se tiene el Manual de índices unificados:

Índice Unificado IU: Debe estar precedido por una letra.

Elementos: Cada elemento debe tener una respectiva numeración.

INDICE UNIFICADO (IU)	ELEMENTO
A	01. Aceite 02. Acero de construcción liso 03. Acero de construcción corrugado

	04. Agregado fino 05. Agregado grueso 06. Alambre y cable de cobre desnudo 07. Alambre y cable tipo TW y THW 08. Alambre y cable tipo WP 09. Alcantarilla metálica 10. Aparato sanitario con grifería 11. Artefacto de alumbrado exterior 12. Artefacto de alumbrado interior 13. Asfalto
B	14. Baldosa acústica 15. Baldosa asfáltica 16. Baldosa vinilica 17. Bloque de ladrillo
C	18. Cable telefónico 19. Cable NYY y NKY 20. Cemento asfáltico 21. Cemento Portland tipo I 22. Cemento Portland tipo II 23. Cemento Portland tipo V 24. Cerámica esmaltada y sin esmaltar 25. Eliminado 26. Cerrajería nacional
D	27. Detonante 28. Dinamita 29. Eliminado 30. Dólar 31. Dólar más inflación mercado USA
F	32. Flete Terrestre 33. Flete aéreo
G	34. Gasolina 35. Eliminado 36. Eliminado
H	37. Herramienta manual 38. Hormigón
I	39. Índice General de precios al consumidor
L	40. Loseta
M	41. Madera en tiras para piso 42. Madera importada para encofrado y carpintería 43. Madera nacional para encofrado y carpintería 44. Madera terciada para encofrado 45. Madera terciada para carpintería 46. Malla de acero 47. Mano de obra (incluido leyes sociales) 48. Maquinaria y equipo nacional 49. Maquinaria y equipo importados 50. Marco y tapa de fierro fundido
P	51. Perfil de acero liviano 52. Perfil de aluminio

	53. Petróleo Diesel 54. Pintura látex 55. Pintura temple 56. Plancha de acero LAC 57. Plancha de acero LAF 58. Eliminado 59. Plancha de asbesto cemento 60. Plancha galvanizada 61. Eliminado 62. Postes de concreto 63. Reagrupado 64. Terrazo 65. Tubería de acero negro y/o galvanizada 66. Tubería de asbesto cemento 67. Eliminado 68. Tubería de cobre 69. Tubería de concreto simple 70. Tubería de concreto reforzado 71. Tubería de fierro fundido 72. Tubería de PVC 73. Ducto telefónico de PVC 74. Tubería de PVC para electricidad (SAP) 75. Eliminado 76. Eliminado
V	77. Válvula de bronce nacional 78. Válvula de fierro fundido nacional 79. Vidrio incoloro nacional

Cambio de Base

Cuando los índices de precios contienen muchas cifras, por efecto de una constante variación del costo de los elementos, dificultan su aplicación en las fórmulas polinómicas, por lo cual el INEI fija una nueva base de magnitud 100.

Como historia se tienen las modificaciones de las bases:

Primera base 100, al mes de Agosto de 1977

Segunda base 100, al mes de Abril de 1983

Tercera base 100, al mes de Abril de 1989

Cuarta base 100, al mes de Julio de 1992

Para la última, y vigente base 100, se ha establecido la siguiente fórmula:

$$IUB' = \frac{IUB * IU'}{IU}$$

Donde:

IUB' = Índice Unificado Nuevo con referencia a Julio 1992

IUB = Índice Unificado base anterior.

IU' = Índice Unificado de Julio 1992 que es igual a 100.

IU = Índice Unificado de Julio 1992 referido a la base de magnitud 100, fijada en Abril de 1989, cuyo valor se da por última vez en julio de 1992 para efecto de cambio de base.

Ejemplo:

Presupuesto Base: Enero de 1991

IUB' = Nuevo Índice Unificado base a calcular.

IUB = Índice Unificado N72 a Enero 1991 (Base Abril 1989) = 19008,87

IU' = Índice Unificado N72 a Julio 1992 (Base Abril 1989) = Que se publica por última vez = 36931,68

$$IUB' = \frac{19008,87 * 100}{36931,68} = 51,47$$

Para comprobar si el cambio de base es correcto se determina la variación de los índices para el periodo Julio 1992/Enero 1991.

Con Índice Unificado en Base Abril 1989

$$\frac{(19008,87 - 1)}{36931,68} = 94,29\% \text{ de incremento}$$

Con Índice Unificado en Base Abril 1992

$$\frac{(100 - 1)}{51,47} = 94,29\% \text{ de incremento}$$

6.3.3 Elaboración de la Fórmula Polinómica

La elaboración de la Fórmula para el reajuste de precios se lo realiza en base a las normas establecidas en el decreto anteriormente expuesto. Las normas de formación de cada monomio están contenidas en los artículos 2 al 4 del Decreto Supremo N° 011-79 VC, los cuales textualmente dicen.

Artículo 2

Las fórmulas polinómicas, de reajuste automático de los precios referidos por el artículo 2 del Decreto Ley, adoptarán la siguiente forma general básica.

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

Donde se tiene que:

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.

a,b,c,d,e: Son cifras decimales con aproximación al milésimo que representan los coeficientes de incidencia en el costo de la obra, de los elementos mano de obra materiales, equipo de construcción, varios, gastos generales y utilidad respectivamente, donde:

Mano de Obra: Es la suma de jornales que se insume en el proceso productivo de la obra, incluyendo las leyes sociales y diversos pagos que se hacen a los trabajadores.

Materiales: Son los materiales nacionales e importados que quedan incorporados en las obras, así como los materiales consumibles, incluyendo los gastos de comercialización. Además, los equipos que se incorporan a la obra deben consignarse en el mismo rubro. El rubro de fletes puede ser considerado en otro monomio.

Equipo de Construcción: Son las máquinas, vehículos, implementos auxiliares y herramientas que emplea el contratista durante el proceso constructivo de la obra.

Varios: Son los elementos que, por naturaleza, no pueden incluirse en los correspondientes a mano de obra, materiales o equipos de construcción.

Gastos Generales: Son aquellos que deben efectuar el contratista durante la construcción, derivados de la propia actividad empresarial del mismo por lo cual no pueden ser incluidos dentro de las partidas de la obra. Comprende gastos efectuados directamente en obras proporcionalmente en oficina, tales como sueldos, jornales, alquileres de inmuebles, teléfonos útiles, etc.

Utilidad: Es el monto que percibe el contratista por ejecutar la obra. Los gastos generales y la utilidad serán siempre considerados como el solo monomio dentro de las fórmulas polinómicas. Cada coeficiente de incidencia podrá corresponder a un elemento o grupo de elementos representativos. Los coeficientes de incidencia varían de acuerdo con el tipo de obra de que tratan y reflejan en cada caso, la correspondiente estructura de costos. La suma de todos los coeficientes de incidencia ($a+b+c+d+e$) siempre será igual a la unidad (1).

Jo, Mo, Eo, Vo, GUo: Son los índices de precios de los elementos, mano de obra, materiales, equipos de construcción, varios y gastos generales y utilidad, respectivamente, a la fecha del presupuesto Base, los cuales permanecen invariables durante la ejecución de la obra.

Se entiende como Presupuesto Base Vigente, aquel cuyos precios han sido elaborados dentro de los treinta (30) días anteriores a la fecha de la respectiva convocatoria; debiendo consignarse en las bases correspondientes, la fecha de vigencia de dichos precios.

El término Presupuesto Base se hará extensivo al presupuesto controlado por la entidad pública, en los casos en que no exista el correspondiente Presupuesto Base.

Jr, Mr, Er, Vr, GUr: Son los índices de precios de los mismos elementos, a la fecha del reajuste correspondiente.

El índice de Precios Considerado en cada monomio tanto para la fecha del Presupuesto Base, como para la del reajuste podrá corresponder al Índice de Precio del elemento más representativo o el promedio ponderado de los índices hasta de tres (3) elementos como máximo.

Los elementos representativos no podrán ser sustituidos por otros, después de la firma del contrato respectivo.

$$\frac{Jr}{J}; \frac{Mr}{M}; \frac{Er}{E}; \frac{Vr}{V}; \frac{Gu}{Go}$$

Son los coeficientes de índices que expresan la variación de precios.

El producto de los coeficientes de incidencia por el coeficiente de índices, se expresará en cifras decimales con aproximación al milésimo.

Para la aproximación al milésimo, se tomará en cuenta que toda fracción que sea igual o superior a los cinco diez milésimos debe ser ajustado a la unidad inmediata superior.

Artículo 3

Cada monomio de la forma general básica de que trata el Artículo 2 del presente Decreto Supremo, podrá subdividirse en dos o más monomios con el propósito de alcanzar mayor aproximación en los reajustes a condición de que el número total de

monomios que componen la fórmula polinómica no excede de ocho (8) y que el coeficiente de incidencia de cada monomio no sea inferior a cinco centésimos (0.05).

Artículo 4

Se considera obra para los efectos del presente Decreto Supremo a toda construcción sea esta 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, solo podrá emplearse hasta ocho (8) fórmulas polinómicas. El presupuesto respectivo deberá subdividirse en tantas partes como fórmulas se requieren.

Por cada parte del Presupuesto a la cual corresponda una fórmula de reajuste, deberá elaborarse su respectivo Calendario de Avance, cuando la modalidad de contratación, así lo requiera. En las Bases correspondientes, se indicarán las partidas comprendidas en cada fórmula, así como la relación de materiales que, junto con los materiales fijados como Elementos Representativos determinan la incidencia de este o estos dentro del monomio respectivo.

Artículo 5

Los Índices de Precios serán fijados por el Instituto Nacional de Estadística e Informática INEI y se publican entre el 15 y 20 de cada mes en “El Peruano”.

6.3.4 Metodología para determinar coeficientes de incidencia.

La Metodología de cálculo básica para determinar los coeficientes de incidencia es la siguiente:

- Se identifica el índice unificado INEI de cada uno de los elementos de cada uno de los análisis de precios unitarios.

- En cada análisis de precios unitarios, y por cada índice se multiplica el precio del elemento por el metraje correspondiente a esa partida, obteniendo el monto total por partida y por índice.
- Se suman los montos totales de cada partida por índice llegando así al monto general total de este dentro del presupuesto.
- Dividiendo el monto general total, por índice entre el presupuesto Base, se obtiene el coeficiente de incidencia del elemento respectivo. De ser necesario, tales coeficientes pueden agruparse para constituir un solo monomio.

Artículo 7

Para el cálculo de los reajustes, se deben tomar en cuenta las siguientes normativas:

- Las valorizaciones de la obra efectuada o de adicionales a precios originales del contrato, serán ajustadas multiplicándolas por el respectivo coeficiente de reajuste K que se obtenga de aplicar en la fórmula o fórmulas polinómicas de los Índices de Precios Correspondientes al mes en que debe ser pagada la valorización, de acuerdo al plazo legal o contractual estipulado.
- Para el caso en que las valorizaciones cubran periodos superiores al mes, se hallara por proporción los montos de cada mes calendario en que se haya efectuado avance real de obra, aplicándoles a estos montos el coeficiente de reajuste K respectivo.
- El mismo procedimiento se seguirá en valorizaciones que comprenden un lapso no coincidente con el mes calendario.

Las valorizaciones por concepto de contrato principal o de adicionales así reajustadas serán canceladas al contratista sin requerirse resolución alguna ni clausula adicional expresa, sin perjuicio de la adquisición y entrega de los respectivos Bonos de Fomento Hipotecario del banco de la Vivienda Del Perú.

Capítulo 7. Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones

1. El sistema de reajuste de precios nace de una necesidad imperante por parte de los contratistas en vista de la gran inestabilidad económica existente en el país en la década de 1960, desde su inicio hasta el sistema que presenta la ley actual, el sistema de reajustes de precios ha tenido una evolución en cuanto a los fundamentos legales que rigen dicho sistema, por lo que se ha venido mejorando la aplicación de los reajustes de precios en el Ecuador.
2. La normativa legal que rige el sistema de reajustes de precios, a pesar de haber sufrido mejoras desde su inicio, mantiene aun muchos vacíos legales que deben ser revisados para lograr un sistema que realmente represente la realidad económica dentro de la relación contractual.
3. La mayor parte de los problemas aparecen además por el grado de desconocimiento en lo referente a presupuestación, análisis de precios unitarios y fórmula polinómica, que, siendo la base para el cálculo de los reajustes de precios, y, si se presentan errores de aplicación, se tendrá como resultado un reajuste de precios que no refleje la realidad inflacionaria específica para el contrato en ejecución.
4. Para un mejor proceso de cálculo de la fórmula polinómica se ha considerado una guía de aplicación según el tipo de obra a ejecutarse, esto solo se lo podrá utilizar como referencia en lo concerniente a los componentes que deben formar parte de la misma, los coeficientes y los componentes solo serán definitivos cuando se haga un cálculo de la fórmula polinómica.
5. Es necesaria la aplicación del sistema de reajuste de precios en una economía inestable, por lo que concluimos que lo mencionado en el art 131 del Reglamento a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública es inviable y va en contra del fundamento principal que consagra al reajuste de precios como un derecho

inalienable y esencial para lograr mantenimiento del equilibrio contractual, y no como se ha juzgado como una retribución adicional al contratista.

6. En base a los gráficos resultantes de la comparación de los índices del INEC con los de la Cámara de la Construcción de Quito, se puede observar que existe una tendencia similar en la variación de los mismos, pero a la vez existe una diferencia en dichas variaciones debido a que los índices del INEC son ponderados por número de días, precio de cada productor y volumen de producción, mientras que la Cámara de la Construcción obtiene los datos individualizados a nivel de distribuidor.
7. En cuanto al equipo y maquinaria de la construcción, la diferencia que resulta de la comparación de índices de INEC y de la Cámara de la Construcción se debe a que ésta presenta precios de alquiler de maquinaria, en los que se encuentran incluidos precios de amortización, financiamiento y mantenimiento de dichos equipos, mientras que el INEC obtiene sus datos directamente a nivel de importador o productor, como resultado de esto los índices de maquinaria y construcción no representan la realidad.
8. En general se observa que la metodología utilizada por el INEC representa en muchos de los casos la variación real de los precios de los insumos de la construcción.
9. En base a lo analizado, se puede concluir que el Sistema de Reajuste de Precios en el Ecuador tiene aun muchas deficiencias, desde las bases legales hasta falta de conocimiento en la aplicación del sistema.
10. Los presupuestos de obra al ser estimados, no refleja de manera precisa los volúmenes y los rubros que finalmente se ejecutarán, debido a las deficiencias de los estudios o a la ausencia de éstos, provocando que las fórmulas polinómicas no representen la realidad del contrato, produciendo diferencias sustanciales en los reajustes, por lo que es necesario realizar el cálculo de la fórmula polinómica definitiva cuando se tengan las cantidades y rubros ejecutados.

11. Al no existir una capacitación adecuada en lo relacionado con los reajustes de precios, se crean muchos conflictos entre entidad contratante y contratista muchas veces por una mala interpretación de la ley o desconocimiento total del tema, ocasionando pérdidas económicas al contratante o al contratista, rompiendo así el equilibrio contractual, base fundamental del reajuste de precios. En el proceso de cálculo de las fórmulas polinómicas existe mucha discrecionalidad en cuanto a la agrupación de términos similares, dejando a criterio de la persona que calcula la forma de realizar dicha agrupación.
12. La ausencia de nuevos índices que van acorde a las nuevas tecnologías de construcción, y la aparición de nuevos materiales hacen que al momento de calcular la fórmula polinómica no se pueda representar la realidad del objeto contractual, ya que estos componentes se los tiene que agrupar con otros que tengan cierta similitud.
- 13. Uno de los problemas más graves originado por la falta de una normativa clara y concisa sobre el reajuste de precios han sido los reajustes negativos. El incremento del valor de un material y luego su abrupta deflación en periodos muy cortos, no puede ser advertida por los contratistas al momento de ofertar ni de adquirir dichos materiales, lo que ha llevado a que, si bien en un primer momento el precio pudo haberse incrementado, perjudicando a los contratistas al momento de su adquisición, con su insospechada reducción ha provocado una injusta, ilógica y antijurídica reducción de valores por concepto de reajustes de precios, que resulta negativo en su ejercicio matemático, pero por sobre todo lesivo y perjudicial al desarrollo contractual, a su equilibrio económico y al patrimonio e interés de los contratistas.**
14. El sistema de reconsideración de precios en Venezuela tiene dos formas de aplicación, por fórmulas polinómicas y por el método tradicional mediante facturas o administración. En la aplicación del primer sistema se utilizan fórmulas polinómicas calculadas mediante porcentajes de incidencia de los componentes de mano de obra, equipo, materiales, administración, financiamiento, utilidad e imprevistos,

multiplicados por sus correspondientes índices de precios que emite el organismo contratante o índices calculados entre el contratista y el contratante, lo que puede generar conflictos al no llegar a un acuerdo entre las dos partes, demorando el proceso de cálculo de reajuste. La aplicación del sistema de reconsideración de precios por el método tradicional se lo realiza mediante la actualización de los análisis de precios unitarios al momento de ejecución de cada rubro, previa presentación de facturas, sistema que podría funcionar en economías relativamente estables, porque de lo contrario se volvería un sistema complejo y por sobre todo lento y complicado.

15. En Colombia la ley 80, que regula la contratación pública, menciona en uno de sus artículos a la ecuación contractual necesaria para mantener el equilibrio económico entre las partes contratantes, pero no se menciona particularmente ningún tipo de fórmula o sistema, en este caso se deberá llegar a un acuerdo entre las partes contratantes. El Ministerio de Transportes y la Cámara de la Construcción de Colombia tienen su propio sistema de reajuste de precios sin que ninguna sea parte de la Ley Colombiana, exponiéndose a errores o variaciones entre la aplicación de una y otra fórmula matemática o por diferencia de índices utilizados para el reajuste, debido a la no existencia de una entidad reguladora que exija la ley a que unifique los índices de la construcción, cada institución se ve obligada a aplicar sus propios métodos para la determinación de los índices. En otros casos y en la mayoría las instituciones prefieren contratar a través del “Sistema de Precios Unitarios Fijos Sin Fórmula de Reajuste”.

16. En Perú se tiene un sistema de reajuste de precios muy bien estructurado y concordante con todas las leyes y reglamentos relacionados con el tema, con un procedimiento específico en la forma de agrupación de los componentes de un proyecto, lo cual permite un reajuste de precios más apegado a la realidad contractual.

Recomendaciones

El sistema de reajuste de precios vigente en el Ecuador, a pesar de estar en constante evolución, tiene vacíos legales que dificultan su aplicación, y en ciertos casos se obtienen resultados no representativos.

Se debe poner énfasis en la capacitación a los profesionales involucrados en la construcción, ya que existe un gran desconocimiento de las leyes que tratan acerca de los reajustes de precios, para evitar la discrecionalidad al momento de su aplicación. A nivel de las universidades se debe incluir al tema como parte de la formación a los estudiantes, además de una constante actualización de conocimientos al personal de las instituciones públicas.

Son necesarias algunas modificaciones a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública para lograr un sistema de reajuste de precios mejor estructurado y que mantenga el equilibrio contractual.

Una de las principales modificaciones que se recomienda es la inclusión de un artículo dentro de la ley que determine que si el coeficiente que resultare del cálculo de reajuste de precios es menor a la unidad, el sistema no sea aplicable, con lo que se eliminaría la posibilidad de los reajustes negativos que causan un desequilibrio contractual entre las partes.

Se debe eliminar el art. 131 del Reglamento a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública en el que se menciona que el reajuste de precios es renunciable ya que no se estaría cumpliendo con el principio fundamental de equidad en los contratos.

La inclusión de criterios de agrupación de los componentes de la fórmula polinómica evitaría que el cálculo de éstos se realice en base a criterio de la persona que realiza dicho cálculo. Un buen ejemplo de esto es el diccionario de elementos de la construcción que se utiliza en el sistema de reajuste de precios en Perú.

En lo referente a los índices calculados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), es de mucha importancia que se incrementen a la lista de índices los materiales que, por el avance tecnológico son necesarios para que la fórmula polinómica refleje la realidad del contrato. Como caso particular se debe utilizar el índice general de la construcción, que reemplace el uso del índice de precios al consumidor, ya que para la obtención de éste índice se utilizan componentes muy ajenos a lo que es el campo de la construcción, como lo es la canasta básica.

Al ser el INEC la encargada de todos los estudios estadísticos, no tiene un enfoque específico al sector de la construcción, por lo que es conveniente tener una entidad orientada únicamente a este sector, con lo cual se lograría una profundización y mejoramiento en el cálculo de los índices.

En los contratos en los que se presenta ofertas, la ley es muy clara al determinar la fecha base para el cálculo de reajustes de precios, pero cuando se tiene un contrato de emergencia en el que no es necesaria la presentación de ofertas, la ley no determina cual es la fecha base, por lo que es recomendable definirla como la fecha a la que se realizó el presupuesto, ya que es el único dato veraz con el que se cuenta.

A pesar de tener una ley muy completa, con buenos principios y coherente, si no hay un organismo de control que vigile su estricto cumplimiento, no se lograra el objetivo principal de tener un reajuste de precios justo.

Bibliografía

Documentos Legales:

Ley de Impuesto a las Transacciones Mercantiles y a la Prestación de Servicios, Registro Oficial 124 del 23 de Julio de 1970, Quito.

Decreto Supremo 239, Registro Oficial del 17 de Agosto de 1970.

Reglamento a la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública.

Reglamento General de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, Decreto 1248 (Suplemento del Registro Oficial 399, 8-VIII-2008).

Ley de Contratación Pública, Registro Oficial 272 de 22 de Febrero del 2001, Art.87.

Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública, Registro Oficial Suplemento 395, 4 de Agosto 2008.

Registro oficial No. 461, 30 de Marzo de 1983, No. 123 Ley de Reajuste de Precios.

Ley 2000-4 de Transformación Económica, Disposición General Séptima, Registro Oficial No.34 del 13 de marzo del 2000.

Decreto No 1.821 " Condiciones Generales de Contratación para la Ejecución de Obras " Gaceta Oficial No 34.797 del 12 de Septiembre de 1991, Caracas, Venezuela.

Decreto No 1.417 " Condiciones Generales de Contratación para la Ejecución de Obras "
Gaceta Oficial No 5.096 del 16 de Septiembre de 1996, Caracas Venezuela.

Reglamento de la Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado, Decreto Supremo No.
084-2004-PCM.

Ley 80 de 1993, Estatuto General de contratación de la Administración Pública, Diario Oficial
No. 41.094 de 28 Octubre de 1993, Lima, Perú.

Textos:

Rengel Espinosa, Iván, Manual de Contratación Pública Municipal, Consultoría y
Concesiones. Tomo II. Quito, 1995 pp.225.

Ministerio de Transporte y obras Públicas. Estudio y Publicación de análisis de costos y
precios unitarios en la construcción de carreteras en la República del Ecuador, Quito, 2008.

Montalvo Izurieta, Diego. Reajuste de Precios y liquidación de la obra pública, Quito,
Corporación de Estudios y Publicaciones, 2004.

Ing. Roddy Cabezas Murgueytio. Cámara de la Construcción de Quito. Ley de Reajuste de
precios y su reglamento, Quito, Editorial Mendieta, 1986.

Eguiguren, Genaro. Reajustes y Conflictos en los contratos públicos, Quito, Corporación
Editora Nacional, 2001.

Ing. Garcia Carrasquero, Carlos. Manual de ajuste y reconsideración de precios en la
Construcción, Caracas, 2004.

Manual para la Aplicación de Fórmulas Polinómicas, Programa FONDUR 1 - C, Ing. Eloy Paredes Paoli, Caracas 1992.

Pantigoso Loza, Henry. S10 2005 Costos y Presupuestos, Grupo Editorial Megabyte, Lima, Perú, 2006.

Revistas:

Instituto Nacional de Estadística y Censos. Índice de Precios al consumidor. Boletín del IPC, Número 333, Quito, Diciembre 2009.

Instituto Nacional de Estadística y Censos. Índices de Precios de materiales, equipo y maquinaria de la construcción. Boletín del IPCO, Número 119, Quito, Febrero 2010.

Documento Metodológico de las Estadísticas Básicas, Banco Central de Venezuela, Caracas, año 1984.

Boletines Mensuales y Semanales de índices del Banco Central de Venezuela y Ministerio de Infraestructura (MINFRA), Caracas, 2008.

Silva Fajardo, Germán. Revista de Ingeniería. Número 27, Bogotá D.C, Colombia, Junio 2008.

Programas:

FORPOL, Programa de cálculo de la fórmula polinómica, creador por Ing. Pablo Urdiales.

Enlace web:

Enlace 1: <http://www.mediafire.com/?cntjndatgzz> (Tabla de memoria de cálculo).

Enlace 2: <http://www.mediafire.com/?zmnt022zdzn> (Tablas de comparación de índices)

Tabla de contenido

Capitulo 1. Introducción	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Importancia	7
1.3 Planteamiento del Tema.....	14
1.4 Objetivos	15
1.5 Metodología	15
Capitulo 2. Conceptos Generales	16
2.1 Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública	16
2.2 Procesos Contractuales	18
2.2.1 Menor Cuantía.....	18
2.2.2 Cotización.....	19
2.2.3 Licitación.....	21
2.2.4 Precio Fijo.....	23
2.3 Presupuestación.....	25
2.3.1 Análisis de Precios Unitarios	25
2.3.1.1 Costos Directos.....	25
2.3.1.2 Costos Indirectos	25
2.4 Formula Polinómica.....	28
2.4.1 Análisis Matemático.....	28
2.4.2 Forma de Cálculo.....	33
2.4.3 Cálculo de la fórmula polinómica mediante el programa FORPOL.....	37
Capitulo 3. Aplicación de la Formula Polinómica.....	45
3.1 En Proyectos Sanitarios	45
3.2 En Proyectos de Vialidad	49
3.3 En Proyectos Hidráulicos	57
3.4 En Proyectos de Vivienda	65
3.5 Ejemplo de Aplicación de la Fórmula Polinómica	73
3.6 Ejemplo de Aplicación del Reajuste de Precios.....	76
Capitulo 4. Análisis Comparativo de los Índices Presentados por el INEC y la Inflación real de los Insumos de Construcción	79
4.1 Índices de Precios de la Construcción (INEC)	79

4.1.1 Conceptos Generales.....	79
4.1.2 Metodología de Elaboración (INEC).....	83
4.2 Variación de los Índices de Precios en los Materiales de la Construcción del INEC y Comparación con los Precios de la Cámara de la Construcción de Quito.	95
4.2.1 En Proyectos Sanitarios.....	95
4.2.2 En Proyectos de Vialidad.....	98
4.2.3 En Proyectos Hidráulicos.....	100
4.2.4 En Proyectos de Vivienda.....	102
Capitulo 5. Problemas y Conflictos en la Aplicación del Sistema de reajuste de Precios. ...	109
Capitulo 6. Sistemas de Reajustes de Precios usados en Venezuela, Colombia y Perú.....	111
6.1 Sistema Utilizado en Venezuela.....	111
6.1.1 Introducción.....	111
6.1.2 Reconsideración de precios por el método de Formula Polinómica.....	111
6.1.3. Conceptos Básicos.....	115
6.2 Sistema Utilizado en Colombia.....	122
6.3 Sistema Utilizado en Perú.....	126
6.3.1 Introducción.....	126
6.3.2 Bases para la Aplicación de Fórmulas de Reajuste.....	126
6.3.3 Elaboración de la Fórmula Polinómica.....	133
6.3.4 Metodología para determinar coeficientes de incidencia.....	136
Capitulo 7. Conclusiones y Recomendaciones.	138
Bibliografía	