UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

La importancia de los costos estándar para propósitos empresariales: un estudio de caso

Wilmar Alexander Alzate Castro

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería de la Organización

Medellín, Colombia

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

The importance of standard costs for business purposes: a case study

Wilmar Alexander Alzate Castro

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería de la Organización

Medellín, Colombia

2015

La importancia de los costos estándar para propósitos empresariales: un estudio de caso

Wilmar Alexander Alzate Castro

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:

Magister en Ingeniería Administrativa

Director:

Magíster en Administración MBA Jair Albeiro Osorio Agudelo

Codirector:

Magíster en Ingeniería Administrativa Jorge Enrique Lotero Botero

Línea de Investigación:

Administración

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Minas, Departamento de Ingeniería de la Organización

Medellín, Colombia

2015

"Lo que no se puede definir no se puede medir. Lo que no se puede medir no se puede mejorar. Lo que no se puede mejorar no se puede deteriorar".

Lord Kelvin.

Agradecimientos

A Dios por brindarme la oportunidad de interactuar con las personas que me enriquecieron espiritual y académicamente con el desarrollo de este trabajo.

A mi familia por el apoyo afectivo y motivacional para llevar a cabo este proyecto.

A mis asesores por brindarme los consejos, el conocimiento y la experiencia para realizar un trabajo investigativo que contribuya al comunidad académica en la construcción de conocimientos en pro del desarrollo de la sociedad.

Resumen

Este trabajo documenta las características, críticas, metodologías de cálculo y ventajas que tienen los costos estándar como herramienta de gestión y control en las organizaciones, a la luz de la aplicación de las buenas prácticas empresariales y los Estándares Internacionales de Información Financiera – IFRS. El trabajo contribuye en la aplicación de los diagramas de control para facilitar la selección de las variaciones que han de ser examinadas, determinar sus causas y establecer acciones correctivas. El tipo de investigación trabajado fue el estudio de caso en una empresa que fabrica sacos de papel ubicada en el municipio de Girardota, Antioquia. Se concluye que la importancia de los costos estándar para propósitos empresariales radica en seis aspectos, un ejemplo es ser un referente para comparar que las actividades productivas se llevan a cabo de acuerdo a los lineamientos definidos y bajo circunstancias de eficiencia y que a través del análisis de variaciones la empresa puede detectar cuanto le cuesta tener capacidad ociosa y generar desperdicios.

Palabras clave: costos estándar, análisis de variaciones, diagramas de control, costos de adquisición, costos de transformación, IFRS.

Abstract

This paper documents the features, reviews, calculation methods and advantages of the standard costs as a tool for management and control in organizations, in the light of the application of good business practices and International Financial Reporting Standards - IFRS. The work contributes to the implementation of control charts to facilitate the selection of variance that have to be examined to determine their causes and establish corrective

actions. The type of research was case study in a company that makes paper bags located in the municipality of Girardota, Antioquia. It is concluded that the importance of standard costs for business purposes lies in six aspects such as being a reference to compare that productive activities are carried out according to the guidelines defined and under circumstances of efficiency, further through the analysis of variances the company can detect your idle capacity costs and waste cost.

Keywords: standard cost, analysis of variances, control charts, cost of purchase, cost of convesion, IFRS.

Contenido

Pág.

Resumen ..... **X**

Lista de figuras ..... **XV**

Lista de tablas ..... **XVI**

Introducción **1**

1. Conceptualización teórica de los costos estándar **7**
1.1 Definiciones de los costos estándar 7
1.2 Metodologías para el cálculo de los costos estándar 14
1.2.1 Costos estándar de adquisición y los métodos para calcularlos 15
1.2.2 Costos estándar de transformación y los métodos para calcularlos 19
1.2.3 Otros costos estándar y los métodos para calcularlos 45

2. Análisis e inspección de variaciones **49**
2.1 Cálculo de variaciones 51
2.1.1 Variaciones de costos de adquisición 51
2.1.2 Variaciones de costos de transformación 53
2.1.3 Variaciones de otros costos 61
2.2 La importancia de las variaciones 63
2.3 Inspección de las variaciones 64
2.3.1 Herramienta para la inspección: diagramas de control 66
2.3.2 Herramienta teoría de la decisión 76

3. Aplicación de la Metodología y Análisis de Resultados **81**
3.1 Aspectos metodológicos 81
3.1.1 Criterios de calidad de la investigación 82
3.1.2 Información del estudio de caso 83
3.1.3 Trabajo de campo y bases de datos analizadas 84
3.2 Análisis de resultados 87
3.2.1 Diagramas de control para las variaciones de costos de adquisición 90
3.2.2 Diagramas de control para las variaciones de costos de transformación 94
3.2.3 Decisiones tomadas en la empresa objeto de estudio con el trabajo realizado 96

4. Conclusiones y recomendaciones **99**
4.1 Conclusiones 99
4.2 Recomendaciones 103

A. Anexo: Análisis matemático con Excel 105

B. Anexo: Tabla de factores para los diagramas de control 111

Referencias Bibliográficas 113

Lista de figuras

Pág.

Figura 1-1: Costos inventariables y no inventariables según las IFRS 11
Figura 1-2: Costos variables totales y unitarios..... 37
Figura 1-3: Costos fijos totales y unitarios 38
Figura 1-4: Costos semifijos mixtos y escalonados..... 38
Figura 1-5: Ejemplo de un costo variable por análisis de tendencia gráfica 42
Figura 1-6: Ejemplo de un costo fijo por análisis de tendencia gráfica 43
Figura 1-7: Ejemplo de un costo semivariable por análisis de tendencia gráfica..... 44
Figura 1-8: Metodologías para el cálculo de los costos estándar 48
Figura 2-1: Niveles de las variaciones de los CIF no medibles 57
Figura 2-2: Estructura de un diagrama de control 67
Figura 2-3: Ejemplo del patrón un punto fuera de los límites de control 68
Figura 2-4: Ejemplo del patrón cambio súbito en el promedio del proceso 70
Figura 2-5: Ejemplo del patrón ciclos..... 70
Figura 2-6: Ejemplo del patrón tendencia 71
Figura 2-7: Ejemplo del patrón apiñamiento en la línea central..... 72
Figura 2-8: Ejemplo del patrón apiñamiento en los límites de control..... 73
Figura 3-1: Diagrama x de la variación de cantidad de noviembre de 2014..... 90
Figura 3-2: Diagrama x de la variación de precio de noviembre de 2014..... 92
Figura 3-3: Diagrama x de la variación de eficiencia de MOD de febrero de 2015... 94
Figura 3-4: Diagrama x de la variación de salario de MOD de marzo de 2015 95
Figura 4-1: Pantallazo de la parametrización función INDICE en Excel 106
Figura 4-2: Pantallazo de la parametrización función ESTIMACION.LINEAL en Excel 107
Figura 4-3: Pantallazo de la parametrización función COEF.DE.CORREL en Excel 108
Figura 4-4: Pantallazo de la parametrización función COEF.DE.CORREL en Excel 108

Lista de tablas

Pág.
Tabla 1-1: Métodos utilizados para la obtención de costos estándar de MOD y MD ... 15
Tabla 1-2: Variables para el cálculo de los costos estándar de adquisición 16
Tabla 1-3: Variables para el cálculo de los costos estándar de transformación 20
Tabla 1-4: Variables para el cálculo de los costos estándar de mano de obra directa 21
Tabla 1-5: Ventajas y desventajas del uso de SPTM. 25
Tabla 1-6: Ventajas y desventajas del uso de los datos normalizados 26
Tabla 1-7: Ejemplo para determinar HPELM de un trabajador 27
Tabla 1-8: Variables para el cálculo del costo estándar de subcontratación 29
Tabla 1-9: Variables para el cálculo del costo estándar de CIF medibles 31
Tabla 1-10: Variables para el cálculo del costo estándar de CIF no medibles 33
Tabla 2-1: Variables para el cálculo de las variaciones de costos de adquisición 51
Tabla 2-2: Variables para el cálculo de las variaciones de MOD..... 53
Tabla 2-3: Variables para el cálculo de las variaciones de subcontratación 55
Tabla 2-4: Variables para el cálculo de las variaciones de CIF medibles 56
Tabla 2-5: Variables para el cálculo de las variaciones de CIF no medibles 60
Tabla 2-6: Variaciones entre el costo real y costo estándar 62
Tabla 2-7: Grado de importancia de las variaciones 63
Tabla 2-8: Métodos utilizados para inspeccionar las variaciones 66
Tabla 2-9: Evaluación de la alternativa “no investigar la variación” 77
Tabla 2-10: Evaluación de la alternativa “investigar la variación” 77
Tabla 3-1: Criterios de calidad de la investigación 83
Tabla 3-2: Información del muestreo no probabilístico para materiales 86
Tabla 3-3: Información de la población de órdenes de producción 86
Tabla 3-4: Variaciones calculadas por la empresa 87
Tabla 3-5: Resultados globales de las variaciones de los costos de adquisición 87
Tabla 3-6: Resultados globales de las variaciones de los costos de transformación... 88
Tabla 3-7: Análisis de patrones de la Figura 3-1 91
Tabla 3-8: Análisis de patrones de la Figura 3-2 92
Tabla 3-9: Resumen de resultados de análisis de patrones a las variaciones de costos de adquisición 93
Tabla 3-10: Análisis de patrones de la Figura 3-3 94
Tabla 3-11: Análisis de patrones de la Figura 3-4 95
Tabla 3-12: Resumen de resultados de análisis de patrones a las variaciones de costos de transformación 96
Tabla 4-1: Ejemplo de la información necesaria para aplicar mínimos cuadrados 105

Introducción

Para no afrontar procesos de cierre o quiebra, la estructura de las organizaciones deben de estar en la capacidad de responder ante aspectos como la globalización de los mercados, acelerados cambios tecnológicos, presiones regulatorias, intensos crecimientos de niveles de competencias, crisis económicas, entre otros. Las empresas de todos los sectores, especialmente el manufacturero o industrial, requieren realizar modificaciones en sus estructuras como medio para enfrentar estos desafíos y uno de esos cambios está relacionado con la gestión de sus costos. Para que los costos sea una herramienta que permita responder a los obstáculos que se presentan a las organizaciones es indispensable que sean gestionados y controlados.

En la literatura se encuentran diferentes herramientas para la gestión de los costos, siendo uno de ellos los costos estándar, que responden a las necesidades de planeación, organización, dirección, control y mejora a la toma de decisiones internas; actividades que hacen parte del proceso de gestión y control de un negocio. Los costos estándar puede utilizarse para propósitos empresariales como: costear los productos/servicios, elaborar presupuestos, servir de base en la fijación de precios, controlar los costos y facilitar los registros de la operación (Polimeni, Fabozzi, Adelberg, & Arthur, 1994). Por su parte, Duque y otros (2012) mencionan que su objetivo principal es disciplinar y controlar todas y cada una de las actividades y operaciones llevadas a cabo en la empresa con la finalidad de mejorar los resultados. De lo anterior se puede destacar que filosóficamente los costos estándar busca primordialmente ser un componente de gestión y control de la organización que los usa.

Varios estudios demuestran que los costos estándar son ampliamente utilizados en el mundo, se puede citar a Horngren y otros (2007) que muestra para cada uno de los siguientes países la participación de empresas que usan los costos estándar: Estados Unidos 76%, Irlanda 87%, China 87%, Reino Unido 76%, Nueva Zelanda 73%, India 68%, Singapur 56%, Australia 92% y Japón 90%. Otros estudios citados por Attiea y Ananth

(2010) muestran cifras similares para el uso del costo estándar, por ejemplo: Reino Unido 73%, Malasia 70%, Nueva Zelandia 73% y Japón con 86%. En el departamento de Antioquia, Colombia, Duque y otros (2012) muestran que 35 empresas antioqueñas utilizan el costo estándar, las cuales representan el 40% de los ingresos de las empresas del departamento y el 8,6% del país.

Todas las anteriores estadísticas soportan que los costos estándar son importantes para las empresas manufactureras a pesar de que varios autores indican que es una herramienta incompatible con el actual entorno de fabricación. Por ejemplo, autores como Maliah y otros (2005) que citan a: Monden y Lee, (1993); Ferrara, (1995); Drury, (1999), indican que para cumplir con el entorno empresarial actual, que se caracteriza por ser intensamente competitivo y globalizado, las empresas deben utilizar herramientas o estrategias como Justo a Tiempo - JIT, Costeo Basado en Actividades - ABC, Gestión de la Calidad Total - TQM, Reingeniería de Procesos - BPR, Costeo del Ciclo de Vida del Producto – LCC y el Costeo Objetivo.

De acuerdo con investigaciones realizadas a empresas antioqueñas por Duque y otros (2012), investigaciones realizadas por Maliah y otros (2005) a empresas de Japón y Malasia, y a la participación que ha tenido este investigador en auditorías a los sistemas de costos en empresas manufactureras, se evidencia que los costos estándar no son utilizados como una herramienta de gestión para el posicionamiento competitivo, pues las empresas manifiestan usarlo con mayor énfasis para la valoración del inventario que para evaluar y controlar la gestión.

Lo anterior se refleja en que el análisis de variaciones que realizan las empresas (comparar los costos reales con los costos estándar) es deficiente o simplemente no lo hacen. Por lo tanto, los costos estándar no proporcionan información confiable que permita tomar decisiones o dar alertas para buscar apoyo en otras herramientas que colaboren en el mejoramiento de la organización. Es así que, el análisis de variaciones no proporciona información de valor agregado para la gestión de aspectos relevantes como: tiempos prolongados de espera en la producción o cantidades significativas de productos defectuosos.

Kaplan y Cooper (1998) indican que las empresas que utilizan los costos estándar y realizan análisis de variaciones, no tienen a disposición una herramienta de gestión y control porque no realizan una indagación de las desviaciones que permita identificar las causas que las generaron. Por lo tanto, si una empresa no tiene políticas o procedimientos definidos para seleccionar las variaciones a investigar, no puede tener una retroalimentación al interior que le origine cumplir en los períodos siguientes las metas establecidas, aplicar mejoras al proceso productivo o simplemente, realizar una actualización del costo estándar si es que ya no refleja la realidad de la producción.

El no examinar las variaciones con sus causas, autores como Kaplan y Cooper (1998), los hermanos Cheatham (1996), Maskell (2006) y Dumitru (2010), mencionan que el análisis de variaciones en las empresas no contribuye a la gestión de la calidad, evaluación de los defectos de la producción y a la mejora continua. Además, cuando se presentan variaciones significativas se refleja situaciones como:

- que el costo estándar está alejado de la realidad porque está mal medido
- no se considera en el cálculo del costo estándar todos los costos de producción
- la existencia de ineficiencias altas en la producción

Si la empresa tiene permanentemente variaciones significativas, da a entender que el costo estándar no es utilizado como herramienta de gestión que retroalimente la compañía, ya sea para actualizarlo o para tomar acciones correctivas que eviten las ineficiencias que reflejan las variaciones.

Todas las circunstancias descritas ponen de manifiesto una dificultad: los costos estándar se aplica más con el propósito de costear los productos/servicios que para apoyar la toma de decisiones en función de la gestión y control de las operaciones de la empresa. Dentro de las causas se puede observar que los procedimientos para la toma de datos reales no corresponden con los mismos lineamientos con que se establecieron los costos estándar, por ende la comparación entre reales y estándares (análisis de variaciones) no genera oportunidad de mejoramiento, dado que el punto de referencia no es base comparable con los datos reales. Es así que, el análisis de variaciones como herramienta que la gerencia puede emplear para medir el desempeño y corregir ineficiencias según Polimeni (1994), no es útil bajo estas condiciones.

Otra causa que explica la ausencia de realizar análisis de variaciones es no asignar los costos reales a los productos, ya sea por: 1) la creencia de algunas organizaciones que tener implementado costos estándar elimina el cálculo de costos reales, 2) no realizar la asignación de costos reales por ser costosa la captura de estos datos en comparación con los beneficios que genera la asignación, y 3) por la falta de aplicación de Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) que apoyen la obtención de datos reales sin generar tiempos improductivos por el reporte de información. Entonces el camino más fácil que se les presenta a las empresas es costear los productos únicamente a valores estándar. De acuerdo con Polimeni y otros (1994) los costos estándar no reemplazan los costos reales en un sistema de acumulación de costos, sino que se requiere de acumular los costos estándares y los costos reales para poder obtener variaciones, y según Horngren (2007) ellas son el punto en el que se unen las funciones de planeación y control para ayudar a los gerentes a poner en práctica sus estrategias.

También se puede mencionar que las limitaciones que promulga Barfield (2005) generan presencia de las dificultades ilustradas, pues indica que una variación por sí sola no revela la causa del problema, ni la persona o el grupo responsable. Para determinar el porqué de la variación, los administradores deben examinar las variaciones significativas a través de la observación, la inspección y la averiguación, y este proceso ocasiona información no oportuna o retrasada para establecer los cambios adecuados. Se puede concluir que entre los problemas mencionados se tiene como factor común en las organizaciones la existencia de falencias en el análisis e indagación de variaciones.

Es así, que este trabajo es importante para informar tanto a la academia como al sector real que el uso de los costos estándar sólo con el propósito empresarial de facilitar el cálculo y asignación de costos a los productos/servicios, está generando un desaprovechamiento para otros propósitos como el control y gestión de las operaciones de la organización. Es necesario dar conciencia que el valor agregado que aportan los costos estándar es el análisis oportuno de variaciones, y por ende requiere de políticas adecuadas para seleccionar las variaciones a examinar.

La investigación aporta experiencia en la aplicación de procedimientos técnicos y matemáticos para la selección de las variaciones a examinar. Así, a través de un estudio

de caso evalúa si dichos procedimientos aportan a inspeccionar variaciones que dan información para obtener mejores desempeños, aprendizaje organizacional o mejoras al proceso productivo.

Por lo tanto, este trabajo de investigación presenta como objetivo evaluar la importancia que tiene los costos estándar para propósitos empresariales, en marcado en 1) identificar en la literatura las metodologías para el cálculo de los costos estándar bajo la aplicación de las buenas prácticas empresariales y los estándares internacionales de información financiera – IFRS, 2) describir los procedimientos técnicos y científicos que permitan escoger las variaciones a inspeccionar, garantizando que el costo de la examinación de la variación no supere el beneficio que ella genera, y 3) evaluar si dicho análisis de variaciones obtenido repercute en la toma de decisiones para mejorar la gestión y control de las actividades del proceso productivo en la empresa estudio de caso.

1. Conceptualización teórica de los costos estándar

1.1 Definiciones de los costos estándar

Los costos estándar representan lo que los costos deberían ser bajo un desempeño lograble, aceptable, pero no perfecto. Los costos estándar se determinan científicamente usando medios como los estudios de tiempos y movimientos y las estimaciones de ingeniería. Cuando las operaciones reales exceden a los estándares, los administradores examinan las variaciones. De tal modo, las empresas usan los costos estándar como una base de medición y de comparación. (Rayburn, 1999)

Los costos estándar son costos “científicamente” predeterminados que sirven de base para medir la actuación real. El costo estándar es la cantidad que, según la empresa, debería costar un producto o la operación de un proceso durante cierto periodo, sobre la base de ciertas condiciones de eficiencia. Los costos estándar son lo contrario de los costos reales. Estos últimos son costos históricos en los que se ha incurrido en un periodo anterior. (Backer, Jacobsen, & Ramírez, 1983)

La base de los costos estándar son datos predeterminados calculados mediante procedimientos científicos, antes de que se realice la producción en condiciones normales y eficientes. Posteriormente, y a medida que avanza la elaboración de los productos o al final del periodo, los costos predeterminados se confrontan con los reales para detectar las variaciones o desviaciones. (Zapata, 2007)

Los costos estándar representan aquellos en los que se incurriría con un rendimiento aceptable; no representan necesariamente el valor del costo si existiese un rendimiento máximo. Los costos estándar se determinan mucho más científicamente, mediante estudios de tiempos y estimaciones realizadas por ingenieros. Los costos estándar son

herramientas que sirven para la estimación y comparación de los costos. Sin embargo, se tienen que asociar necesariamente a los datos históricos, se comparan con los costos reales en los que se ha incurrido. Los costos estándar sirven de criterio para medir de qué forma se han conseguido o no los objetivos previstos. (Grupo Océano, 2002)

Los Costos Estándar es el más avanzado de los predeterminados y está basado en estudios técnicos que algunos autores llaman científicos, contando con la experiencia del pasado y experimentos controlados que comprenden:

- Una selección minuciosa de los materiales.
- Un estudio de tiempos y movimientos de las operaciones.
- Un estudio de ingeniería industrial sobre la maquinaria y otros medios de fabricación. (Reyes, 2005)

Un componente de cantidad y un componente de precio conforman el costo estándar. Por tanto, cuando se planifica un costo, se debe planificar primero la cantidad y el precio. Muchas veces hay que planificar también otros factores, tales como la especificación de los materiales, de la mano de obra o de las pérdidas experimentadas durante el proceso. A dicha cifra planificada se le denomina costo estándar (Harper, 1982). Los costos se distribuyen a los productos mediante estándares de cantidad y precio para los cuatro costos de manufactura: materiales directos, mano de obra directa, costos indirectos y tercerización. (Hansen & Mowen, 1999)

Los costos estándar se conocen también como costos planeados, costos pronosticados, costos programados y costos de especificaciones. Representan lo que debe ser el costo unitario de un producto. Por lo tanto, los costos estándar son objetivos fijados por la gerencia, que funcionan como controles para supervisar los resultados reales. (Polimeni, Fabozzi, Adelberg, & Arthur, 1994)

De acuerdo con Dumitru (2010) los costos estándar presentan las siguientes ventajas:

- No están influenciados por cambios a corto plazo y se actualizan sólo cuando ya no reflejan la realidad.
- No hay necesidad de esperar a recoger la información relativa al costo unitario.

- Facilitan la aplicación de medidas coercitivas siguientes al cálculo de las variaciones.
- Facilitan el desarrollo de presupuestos, simplifican el proceso de costeo.

Los costos estándar sirven para detectar desperdicios, ineficiencias y actividades improductivas, y así la gerencia podrá efectuar las correcciones respectivas, para mejorar el costo de producción, la calidad del producto y así poder ajustar oportunamente el precio de venta de los mismos, si fuese necesario. (Aguirre, 2004)

Polimeni y otros (1994) y Barfield y otros (2005) indican que un punto importante que siempre debe considerarse es que los costos estándar pueden ser incorrectos, es decir, no son "tablas de la ley" o que los costos estándar establecidos seguirán siendo útiles para siempre. Deben revisarse periódicamente para determinar si aún son realistas a la luz del ambiente de producción corriente. Si los costos estándar son incorrectos, deben revaluarse y reemplazarse por unos nuevos. Sin embargo, si se cambian con mucha frecuencia, puede generar disminución en su efectividad.

Desde un enfoque industrial los estándares son necesarios por cuatro motivos:

1. Programar el trabajo y asignar la capacidad. Todos los enfoques de programación requieren que se estime la cantidad de tiempo que tomará desempeñar el trabajo programado.
2. Ofrecer una base objetiva para motivar a la fuerza de trabajo y para medir el desempeño de los trabajadores. Los estándares medidos tienen especial importancia cuando se emplean planes de incentivos basados en la cantidad de producto.
3. Presentar cotizaciones para nuevos contratos y evaluar el desempeño de los existentes. Preguntas como "¿Podremos hacerlo?" y "¿Cómo vamos?" presuponen la existencia de estándares.
4. Proporcionar puntos de referencia para las mejoras. Además de la evaluación interna, los equipos usan los puntos de referencia para comparar los estándares del trabajo en su compañía con los de puestos similares en otras organizaciones. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

De acuerdo a todas las definiciones descritas, es importante mencionar que diversos autores categorizan los costos estándar como sistema de costos, y otros como una base

de costeo. Según el Observatorio Iberoamericano de Contabilidad de Gestión (2000) define el sistema de costos como:

> *El conjunto de reglas, procesos y procedimientos, que hacen posible la acumulación de datos contables y administrativos para suministrar información relevante encaminada a facilitar la toma de decisiones por parte de la dirección de la empresa, así como proceder a la valoración de la producción.*

En relación a la base de costeo, hace referencia a la fuente u origen de los costos que sirven de base para la valoración de los productos o servicios, es decir, si los costos mediante los cuales se valoran los objetos de costos son históricos o reales, predeterminados o una combinación de ambos. En el contexto de las normas internacionales de información financiera NIIFI/IFRS, existen otras bases de costeo como el valor razonable, el valor neto de realización, el valor presente neto, entre otros. (Ripoll, Duque, & Osorio, 2011).

En los trabajos académicos que ha desarrollado El Grupo de Investigaciones y Consultorías en Ciencias Contables – GICCO de la Universidad de Antioquia, bajo la línea Costos y Gestión, ha llegado a la conclusión de tratar los costos estándar como una base de costeo, pero sin desconocer la existencia de una serie de procedimientos técnicos científicos a aplicar para determinar dichos costos, lo cual le puede otorgar a los costos estándar la categoría de sistema de información como herramienta para la gestión y control.

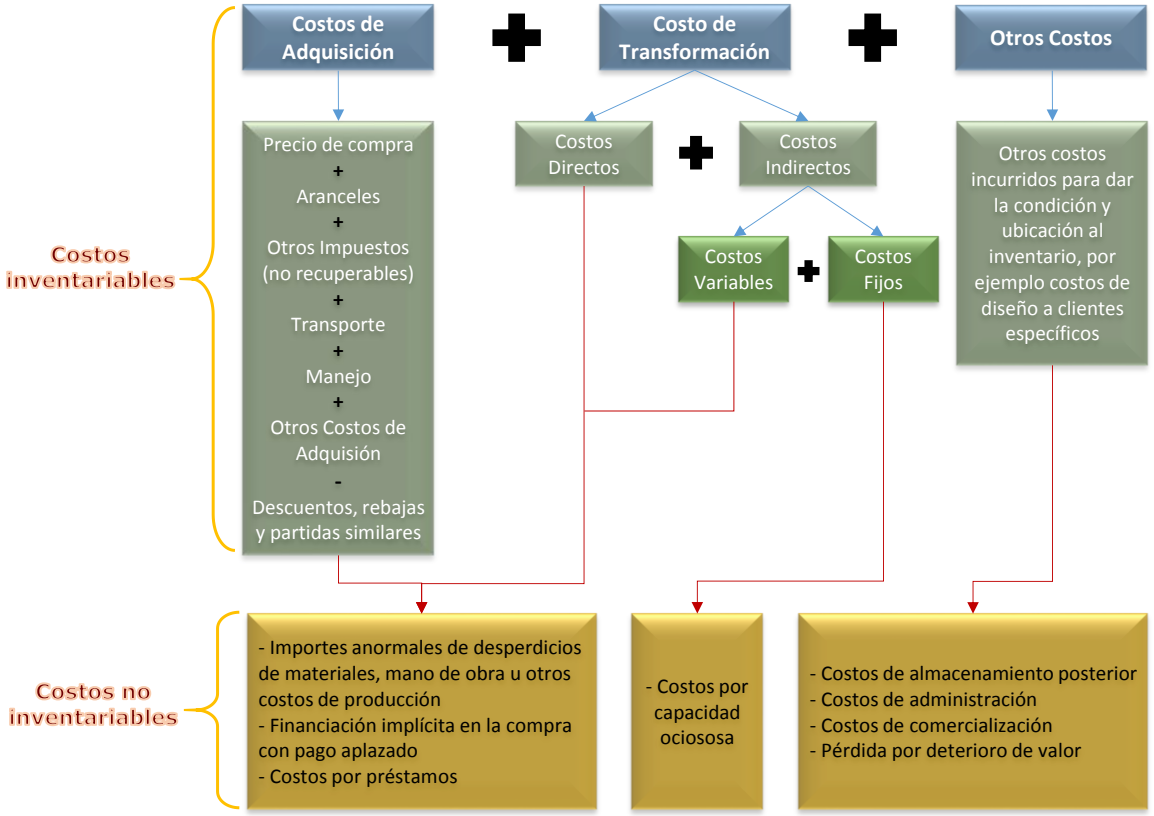
En el siguiente inciso se comentan los métodos que la teoría general de costos ha definido para obtener los costos estándar, y para este trabajo de investigación no se documenta bajo la clasificación clásica de los cuatro elementos del costo: materiales, mano de obra directa, costos indirectos y contrato de servicios, sino que propone documentarlos bajo la clasificación que indica los Estándares Internacionales de Información Financiera - IFRS. Lo anterior, debido a que el trabajo de investigación está orientado sobre las mejores prácticas empresariales, y los estándares internacionales son una muestra de ello. Para mostrar la clasificación de los costos según las IFRS se presenta la Figura 1-1, donde se relaciona la existencia de los costos inventariables y los costos no inventariables.

Según Ripoll, Duque y Osorio (2011) los costos inventariables:

> *Son todos los esfuerzos económicos orientados a la producción de bienes o a la prestación de los servicios y por lo tanto se deben cargar como un mayor valor de los productos hasta que estén listos para ser comercializados o vendidos o en el punto de expendio, en el caso de los servicios hasta que sea reconocido el ingreso de operación correspondiente.*

Contextualizando, los costos estándar inventariables son todos aquellos costos predeterminados de manera técnica y científica que se incurren en la fabricación de productos o prestación de servicios, incluyendo los costos que se generan para que el inventario esté condición y ubicación para la venta. Los principales costos inventariables son los costos de adquisición, costos de transformación y otros costos como presenta la Figura 1-1. Las definiciones correspondientes a cada uno de estos costos se van a tratar en el siguiente inciso en conjunto con los métodos para su cálculo.

Figura 1-1: Costos inventariables y no inventariables según las IFRS



Fuente: elaboración propia a partir de Ripoll, Duque y Osorio (2011)

Por su parte, los costos no inventariables son aquellos que no están relacionados directa ni indirectamente con los inventarios, son costos que no se requieren para la producción de bienes o prestación de servicios, ni para dejarlos listos para la venta. (Ripoll, Duque, & Osorio, 2011) En la Figura 1-1 se presenta un listado de costos no inventariables según ha promulgado las IFRS y que se describen a continuación:

- **Importes anormales de desperdicios de materiales, mano de obra y otros costos de producción**: hace referencia a los costos incurridos por el despilfarro o la utilización sin necesidad de cantidades de materiales, tiempo de personal u otros recursos para la producción de bienes o prestación de servicios.

- **Costos por capacidad ociosa:** permitir que cualquier recurso esté inactivo cuando se tiene una estructura de costos fijos es tener capacidad ociosa. Incurrir en un costo sin haber tenido la oportunidad de producir es una pérdida para la empresa. (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013) A partir de esto las IFRS promulga que los Costos Indirectos de Fabricación Fijos se asignen bajo la capacidad normal, pues el valor del inventario no se incrementará por tener un bajo nivel de producción ni por capacidad ociosa. Los CIF fijos se podrá asignar con el nivel de producción real si está se aproxima a la capacidad normal. (IFRS Foundation, 2013)

- **Costos de almacenamiento posterior:** es lógico que si el costo de los inventarios comprende todos los costos derivados de su adquisición y transformación, así como otros costos en los que se haya incurrido para darles su condición y ubicación actual, los costos asociados por el almacenamiento posterior no se reconozcan como costo inventariable, pues es un recurso no necesario para que el inventario esté listo para la venta. Si el almacenamiento es requerido en el proceso productivo, como el caso del añejamiento de los licores, los costos asociados a estas actividades si pueden ser inventariables.

- **Costos indirectos de administración que no son necesarios:** hace referencia a los recursos económicos utilizados en las áreas administrativas de la empresa que no contribuyan a dar a los inventarios su condición y ubicación.

- **Costos de comercialización:** corresponde a los costos asociados para vender el bien o servicio, como son la distribución, la publicidad, las comisiones de venta, entre otros.

- **Financiación implícita en la compra con pago aplazado:** la empresa puede adquirir inventarios con pago aplazado, en algunos, el acuerdo contiene de hecho un elemento de financiación implícita, por ejemplo, la diferencia entre el precio de compra en condiciones normales de crédito y el importe de pago aplazado.

- **Pérdida por deterioro de valor:** los inventarios están deteriorados cuando no es totalmente recuperable, por condiciones como daños, obsolescencia o precios de venta decrecientes. Si el inventario está deteriorado, de acuerdo a las IFRS, se requiere que mida el inventario a su valor neto de realización[1] y reconozca una pérdida por deterioro de valor.

- **Costos por préstamos:** son costos por préstamos los intereses y otros costos en los que una entidad incurre, que están relacionados con los fondos que ha tomado prestados. Los costos por préstamos que se pueden inventariar son aquellos atribuidos directamente a la adquisición, construcción o producción de un activo cualificado[2] cumpliendo con ciertas condiciones.

Desde una concepción muy general de los costos estándar cómo base de medición y comparación científica frente a los costos reales para cualquier objeto de costo[3], se podría obtener costos estándar de los denominados no inventariables. Estas mediciones no estarían relacionadas directamente con la producción de bienes o prestación de servicios hasta dejarlos listos para la venta, pues ese es el concepto de costo no inventariable. Por lo tanto, y de acuerdo a que el alcance de este trabajo está orientado a los costos

[1] Valor neto realizable es el precio estimado de venta de un activo en el curso normal de la operación menos los costos estimados para terminar su producción y los necesarios para llevar a cabo la venta. (IFRS Foundation, 2013)
[2] Activo cualificado o apto es aquel que requiere, necesariamente, de un período sustancial antes de estar listo para su uso o para la venta. (IFRS Foundation, 2013)
[3] Representa todo aquello que en última instancia se desea costear. (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013)

inventariables, a continuación sólo se relaciona las metodologías para el cálculo de los costos estándar inventariables.

1.2 Metodologías para el cálculo de los costos estándar

En este inciso se describen metodologías para calcular costos estándar y en algunos casos, se introducen conceptos para el mejor entendimiento de las variables a considerar en el cálculo de los costos estándar. No obstante, es importante mencionar que para establecer estándares se deben considerar factores como la calidad de la materia prima, las cantidades normales de pedidos de materia prima, las tarifas salariales esperadas para los empleados, el grado de automatización de la planta, la distribución física de las instalaciones, la mezcla de habilidades de los empleados, entre otros.

De acuerdo con Chaviano (2009) el procedimiento para el establecimiento de los costos estándar debe pasar al menos por las siguientes fases:

- *Caracterizar la producción*: consiste en determinar el equipo de trabajo e identificar los costos de la producción que serán objeto de mediciones para la estandarización.

- *Establecimiento de los costos estándar*: se define y aplica los procedimientos técnicos científicos para el levantamiento de los costos estándar.

- *Levantamiento de fichas técnicas*: a cada producto se le construye una ficha técnica que contienen las especificaciones técnicas y el valor estándar de los costos de producción requeridos para su elaboración, de acuerdo con un nivel de operación.

Según los estudios realizados por: Badem, Ergin y Drury (2013) en 67 empresas del sector automotriz de Turquía, por Sulaiman, Nik Ahmad y Alwi (2005) en 62 compañías de Malasia y por Drury y Tayles (1994) en 303 organizaciones del Reino Unido, se presenta en la Tabla 1-1 los métodos que utilizan las empresas analizadas en sus investigaciones para la determinación de costos estándar de Materiales y Mano de Obra.

Tabla 1-1: Métodos utilizados para la obtención de costos estándar de MOD y MD

Método	Turquía (%)	Malasia (%)	Reino Unido (%)
Basados en estudios de diseño e ingeniería	37	55	51
Observaciones basadas en pruebas	46	45	30
Estudios de tiempos y movimientos	48	26	42
Promedio según la historia	55	58	44

Fuente: Badem y otros (2013), Sulaiman y otros (2005), y Drury y Tayles (1994)

De los datos presentados en la Tabla 1-1, indican que las compañías utilizan más de un método para definir los estándares, y que el más empleado es el promedio histórico. El anterior resultado es preocupante, pues según Reyes (2005) los costos que se basan en cálculos sobre experiencias adquiridas y amplio conocimiento del sector al que pertenece la empresa se denominan costos estimados, por lo tanto, el método de utilizar el promedio histórico para determinar los costos estándar no sería congruente con la definición de costo estándar, dado que el promedio histórico no demuestra técnicamente que en un futuro es el costo que debe ser, sino más bien el costo que podría ser.

Es importante aclarar que dentro del alcance de este trabajo no está el desarrollo a profundidad de los métodos para definición de los costos estándar, pues el objetivo se centra en el beneficio que genera el análisis de variaciones, pero es relevante documentar al lector de la existencia de los métodos que se tienen para determinar los costos estándar del proceso productivo. Para cada caso se explicará los componentes que se describen en la Figura 1-1, como son los costos de adquisición que se pueden inventariar y cuáles no, enmarcado sobre los costos estándar como una base de costeo.

1.2.1 Costos estándar de adquisición y los métodos para calcularlos

Bajo el contexto de este trabajo, el costo de adquisición corresponde al costo de los materiales que se utilicen para producir los bienes o servicios. El costo de adquisición estándar de una producción corresponde al producto de la cantidad de materiales que requiera un nivel de producción con el costo de adquisición de una unidad de consumo de materiales (kilogramos, metros, litros, etc.), como se ilustra en la ecuación 1.1. A

continuación se presentan las variables (ver Tabla 1-2) y las ecuaciones relacionadas con los costos estándar de adquisición.

Tabla 1-2: Variables para el cálculo de los costos estándar de adquisición

Símbolo	Término
CE_A	Costo estándar de adquisición para un nivel de producción
CE_a	Costo estándar de adquisición para producir un producto
Q_E	Cantidad estándar de un material que requiere la fabricación del producto para un nivel de producción
P_E	Es el precio estándar de una unidad de material o el costo de adquisición de una unidad de consumo de materiales
q_E	Cantidad estándar de un material que requiere la fabricación de un producto
PE[4]	Unidades realmente producidas. Se utiliza el término de producción equivalente para considerar las unidades en proceso

Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{CE}_A = Q_E \times P_E \qquad (1.1)$$

$$\mathrm{CE}_a = q_E \times P_E \qquad (1.2)$$

$$Q_E = q_E \times PE \qquad (1.3)$$

Es así, que para determinar el costo estándar de adquisición de la producción de una unidad es necesario realizar las mediciones técnicas científicas para las dos variables P_E y q_E, por lo tanto, a continuación se describen las metodologías para su cálculo.

Para el caso de establecer el precio estándar de los materiales (o costo de adquisición de una unidad de consumo de materiales) P_E; aunque es complejo en muchos casos por la falta de control del mercado, se puede realizar con la información que manejan los agentes de compras como experiencia en los hábitos de compras y conocimiento de proveedores alternativos. (Barfield, Raiborn, & Kinney, 2005).

[4] En la teoría general de costos PE corresponde a la producción equivalente, que contiene a las unidades producidas y terminadas más las unidades en proceso expresadas en términos de unidades terminadas. (Polimeni, Fabozzi, Adelberg, & Arthur, 1994) La PE se define como el número de unidades que asumen los costos incurridos. La producción equivalente debe calcularse para cada elemento del costo.

El costo de adquisición de una unidad de consumo de materiales debe incluir el precio de compra, los aranceles de importación y otros impuestos que no sean recuperables posteriormente de las autoridades fiscales, el transporte, el almacenamiento y otros costos directamente atribuibles con la adquisición de los materiales. Los descuentos comerciales, las rebajas y otras partidas similares se deducirán para determinar el costo de adquisición. (IFRS Foundation, 2013) Según Polimeni y otros (1994) indican que variables como la calidad y tiempos de entrega de los materiales son factores predominantes para determinar el precio estándar.

Para el caso de calcular la cantidad estándar que requiere un producto o servicio q_E, el primer paso que debe darse es identificar y enlistar los materiales específicos que se utilizan para fabricar un producto. Con frecuencia esta lista está disponible en los documentos de especificaciones del producto que prepara el departamento de ingeniería. Si no existe tal documento, las especificaciones de materia prima se pueden determinar observando el área de producción, haciendo preguntas al personal de producción e inspeccionando las requisiciones de materia prima. (Barfield, Raiborn, & Kinney, 2005)

Las especificaciones de la materia prima, incluyendo la calidad y la cantidad, se compilan en una lista de materiales. Aun las compañías que no tienen sistemas formales de información desarrollan listas de materiales para los productos simplemente como guías para las actividades de producción. (Barfield, Raiborn, & Kinney, 2005) Los desperdicios y mermas normales deben estar considerados en la lista de materiales.

Otros métodos más técnicos que permite determinar la cantidad estándar de materiales para un producto o servicio son los denominados *diseño de experimentos*, que consiste en aplicar el método científico para generar conocimiento acerca de un proceso, por medio de pruebas planeadas adecuadamente, relacionándose un conjunto de técnicas estadísticas y de ingeniería, que permitan entender mejor situaciones complejas de relación causa - efecto (Gutiérrez & de la Vara, 2008). Existen muchos diseños experimentales para estudiar la gran diversidad de problemas que ocurren en la práctica, los relacionados con determinar la cantidad que requiere de materias primas un producto o servicio son:

- **Los diseños factoriales:** su objetivo es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias variables de respuestas (Gutiérrez & de la Vara, 2008). Se entiende por

diseño factorial el que en cada ensayo o réplica completa del experimento se investigan todas las combinaciones posibles de los niveles[5] de los factores (Montgomery, 2003). Estos modelos consideran múltiples factores, pero con dos niveles para cada factor. Ejemplos de este tipo de modelos se tienen los diseños factorial 2^k, los diseños factoriales fraccionados 2^{k-p} o el modelo Plakett-Burman. Para determinar la cantidad de materia prima que requiere un producto se puede considerar las características de calidad del producto como variables de respuestas y como factor la cantidad de materia prima.

- **Los diseños para la optimización de procesos:** también denominados diseños de superficie de respuesta, ellos proporcionan los tratamientos a correr para generar datos que permitan ajustar un modelo que describa una variable respuesta en la región experimental[6] en las condiciones óptimas de un proceso. (Gutiérrez & de la Vara, 2008). Estos modelos pueden trabajar diseños de primer orden, de segundo orden o ambos. Ejemplos de diseños de primer orden[7] son 2^k, 2^{k-}p, Plakett-Burman o el diseño simplex. Ejemplos de diseños de segundo orden[8] son el diseño de composición central, el diseño de Box-Behnken y los diseños factoriales 3^k y 3^{k-p}.

- **Diseños de Mezclas:** es aquel donde los factores son los componentes o ingredientes de una mezcla y las características de calidad de la mezcla dependen de las proporciones con la que participan los ingredientes en la mezcla. Los objetivos de estos diseños son determinar cuáles de los ingredientes de la mezcla o interacciones

[5] Los diferentes valores que se asignan a cada factor estudiado en un diseño experimental se llaman *niveles*. Una combinación de niveles de todos los factores estudiados se llama *tratamiento*. (Gutiérrez & de la Vara, 2008)

[6] La región experimental especifica la región de valores para los niveles de los factores. (Montgomery, 2003)

[7] Los diseños de superficie de primer orden corresponden a los diseños para ajustar el modelo en los que sólo son importantes los efectos principales y no existen efectos de interacción. Se dice que el efecto principal de un factor de dos niveles es igual al valor promedio de la variable respuesta en el nivel alto del factor menos el valor promedio en el nivel bajo de ese mismo factor. Dos factores interactúan de manera significativa sobre la variable de respuesta cuando el efecto de uno depende del nivel en que está el otro (Gutiérrez & de la Vara, 2008).

[8] Son aquellos que permiten estudiar efectos lineales, de interacción y efectos cuadráticos o de curvatura pura. Por consiguiente, estos diseños se emplean cuando se quiere explorar una región que se espera sea más compleja o cuando se cree que el punto óptimo se encuentra en la región experimental. Estos diseños deben tener por lo menos tres niveles para cada factor para estimar la curvatura de la superficie en la dirección de cada factor. (Gutiérrez & de la Vara, 2008)

entre ellos tienen mayor influencia sobre una o varias variables de respuestas, modelar las respuestas de interés en función de las proporciones de los componentes de la mezcla y usar dichos modelos para determinar en qué porcentaje debe participar cada uno de los ingredientes para lograr que la fórmula tenga las propiedades deseadas. (Gutiérrez & de la Vara, 2008). Ejemplos de estos modelos se tienen el diseño simplex-reticular, diseño simplex con centroide, diseño de vértices extremos y diseño de experimento mixto.

1.2.2 Costos estándar de transformación y los métodos para calcularlos

Los costos de transformación como su propio nombre lo indica, hacen referencia a los costos de los factores productivos que convierten o modifican las materiales en productos o los que generan la prestación del servicio. Las IFRS los categoriza entre costos directos[9] y costos indirectos[10] en relación a las unidades de producción. Asimismo clasifica los costos indirectos en fijos y variables, donde los costos indirectos fijos son los que permanecen relativamente constantes, independiente del volumen de producción que se realice cada período, y son costos indirectos variables los que se modifican directamente, o casi directamente, con el volumen de producción obtenida. (IFRS Foundation, 2013) Según la teoría general de costos la mano de obra directa, los costos indirectos de fabricación y la contratación de servicios corresponden a los costos de conversión o transformación.

En la Tabla 1-3 se presentan las variables que conforman los costos estándar de transformación, y en la ecuación 1.4 se muestra matemáticamente como se relacionan

[9] Un costo directo es aquel que se identifica fácilmente con producto, servicio, actividad, proceso, centro de costos o cualquier objeto de costo que lo haya consumido, sin necesidad de aplicar prorrateos o distribuciones. (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013) Los costos directos que relaciona las IFRS están relacionados a los productos.

[10] Un costo indirecto es aquel que no tiene una relación directa con el producto, actividad u otro objeto de costo. Su cuantía total se conoce fácilmente para la organización, pero para su asignación se debe prorratear. (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013). Un costo puede ser directo o indirecto a la vez, por ejemplo la depreciación de una máquina es un costo directo al centro de costos donde se ubica la máquina pero a la vez indirecto al producto.

estas variables. Posteriormente se ilustra para cada variable que compone el costo estándar de transformación el concepto y los métodos que existen para sus cálculos.

Tabla 1-3: Variables para el cálculo de los costos estándar de transformación

Símbolo	Término
CE_T	Costo estándar de transformación para un nivel de producción
CE_{MOD}	Costo estándar de mano de obra directa para un nivel de producción
$\mathrm{CE}_{CIF\ M}$	Costo estándar de CIF medibles para un volumen de producción
$CE_{CIF\ N}$	Costo estándar de CIF no medibles para un nivel de operación
CE_{SUB}	Costo estándar de subcontratación para un volumen de producción

Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{CE}_T = \mathrm{CE}_{MOD} + CE_{SUB} + \mathrm{CE}_{CIF\ M} + CE_{CIF\ N} \qquad (1.4)$$

- **Costos directos y los métodos para calcularlos**

Se denominan costos directos de transformación para la elaboración de los productos o prestación de los servicios aquellos que cuando se consumen se identifican plenamente con dichos objetos de costos, es decir, tienen una relación clara y precisa con los productos o servicios que los consumieron, sin la necesidad de aplicar un prorrateo o tasas de distribución. (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013) Hacen parte de este grupo el costo estándar de mano de obra directa CE_{MOD} y el costo estándar de subcontratación CE_{SUB}.

◊ **Costo estándar de mano de obra directa**

Corresponde a los salarios y prestaciones sociales legales y extralegales, como contraprestación por el esfuerzo físico o mental, pagados a los trabajadores que tienen una relación directa con la producción o la prestación de servicios. De este concepto se excluyen los supervisores, vigilantes y todo el personal administrativo. (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013)

En la Tabla 1-4 se describen las variables a considerar para determinar el valor del costo estándar de mano de obra directa. Luego, se presentan de las ecuaciones 1.5 a la 1.7 la relación matemática entre estas variables.

Tabla 1-4: Variables para el cálculo de los costos estándar de mano de obra directa

Símbolo	Término
CE_{MOD}	Costo estándar de mano de obra directa para un nivel de producción
CE_{mod}	Costo estándar de MOD para producir un producto
H_E	Tiempo estándar de MOD que requiere la fabricación de los productos para un nivel de producción
S_E	Es el costo de personal estándar por una unidad de tiempo (horas, minutos, etc.)
h_E	Representa el tiempo estándar de MOD que requiere la fabricación de una unidad de producto. Normalmente está dado en horas
PE	Unidades realmente producidas. Se utiliza el término de producción equivalente para considerar las unidades en proceso

Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{CE}_{MOD} = H_E \times S_E \qquad (1.5)$$

$$\mathrm{CE}_{mod} = h_E \times S_E \qquad (1.6)$$

$$H_E = h_E \times PE \qquad (1.7)$$

Es para esta clasificación donde se presenta más documentación en la literatura sobre métodos para determinar los costos estándar. Al igual que los costos de adquisición, para determinar el costo de transformación de mano de obra directa para fabricar una unidad es necesario realizar las mediciones técnicas científicas para dos tipos de variables, el tiempo estándar por unidad h_E y el costo estándar por unidad de tiempo S_E

Para la obtención de estándares del tiempo de las operaciones realizadas por la mano de obra existen cuatro técnicas básicas, dos métodos de observación directa y dos de observación indirecta. Los métodos directos son el *estudio de tiempos con cronometro* y el *muestreo del trabajo*. Los dos métodos indirectos son los *sistemas de datos predeterminados de tiempos y movimientos* (SPTM) y *datos elementales*. Previo a la aplicación de alguno de estos cuatro métodos, se deben haber establecido todas las actividades que conforman el proceso productivo y los métodos para llevar a cabo estas operaciones.

a) **Estudio de tiempos con cronometro:** desarrollada originalmente por Taylor en 1881, se define como una técnica de medición para registrar el tiempo y el ritmo de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida y realizada en condiciones

determinadas, así como para analizar los datos con el fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea en un nivel de ejecución prestablecido. (Domínguez, 1995) El tiempo se estudia con un cronómetro, en el lugar en cuestión o analizando una videograbación del trabajo. El trabajo o la tarea objeto del estudio se divide en partes o elementos medibles y el tiempo de cada uno de ellos es cronometrado de forma individual. Algunas reglas generales para dividir en elementos son:

- Definir cada elemento del trabajo de modo que dure poco tiempo, pero lo bastante como para poder cronometrarlo y anotarlo
- Si el operario trabaja con equipo que funciona por separado (o sea que el operario desempeña una tarea y el equipo funciona de forma independiente), dividir las acciones del operario y del equipo en elementos diferentes.
- Definir las demoras del operador o del equipo en elementos separados. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

De acuerdo con Sempere (2006) los principales inconvenientes que presenta el estudio de tiempos son:

- No obliga a seguir un registro detallado del método total que se emplea, incluyendo la distribución de equipo en el lugar de trabajo, los patrones de movimientos, la condición de los materiales, las herramientas, etc.
- Bastante sensible a cambios de métodos de trabajo.
- Basa el estándar en una muestra pequeña, puesto que es determinado por un analista que estudia a un sólo operario que utiliza un sólo método.
- Los operarios pueden sentirse incómodos frente al cronómetro.
- No es recomendable ni justificable económicamente para trabajos variables como los de oficina.
- En el caso de tareas nuevas, habrá que tener en cuenta el efecto de aprendizaje en el momento de establecer el estándar.

Sempere (2006) recomienda utilizar está técnica cuando se tengan ciclos de trabajo repetitivos, ciclos de trabajo de operaciones de gran cantidad de unidades y amplia variedad de trabajos diferentes.

b) Muestreo del trabajo: técnica desarrollada por el estadístico Tippett en 1934 y consiste en estimar la proporción del tiempo dedicado a un tipo de actividad dado, durante un cierto período de tiempo, empleando para ello observaciones instantáneas, intermitentes y espaciadas al azar, por lo tanto, este método se observa de manera directa el trabajo, pero a diferencia del estudio con cronometraje, no se realiza de manera continua. Esta técnica implica llevar registro de observaciones aleatorias de una persona o de equipos mientras trabajan. (Palacios Acero, 2009) El muestreo del trabajo se emplea principalmente para: determinar el porcentaje de tiempo dedicado a diversas actividades, determinar el grado de utilización de máquina, equipo y/o instalaciones y establecer tolerancia por demora para diversos o departamentos. (Sempere, 2006) La preparación de un estudio con muestreo del trabajo sigue cinco pasos:

1. Identificar la o las actividades específicas que son el objeto central del estudio. Por ejemplo, determinar el porcentaje de tiempo que el equipo está laborando, parado o en reparación.
2. Calcular la proporción de tiempo de la actividad en cuestión con relación al tiempo total (por ejemplo, que el equipo está trabajando 80% del tiempo). El analista puede hacer estos cálculos con base en su conocimiento, en datos del pasado, en supuestos confiables de terceros o en un estudio piloto de muestreo del trabajo.
3. Establecer la exactitud que se desea de los resultados del estudio.
4. Establecer las horas específicas en que se efectuará cada observación.
5. Durante el periodo del estudio, cada dos o tres intervalos, se debe volver a calcular el tamaño que requiere la muestra utilizando los datos que se hayan reunido hasta ese momento. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

El muestreo del trabajo presenta las siguientes ventajas frente a la técnica del estudio de tiempos con cronometro de acuerdo con Domínguez (1995) y Sempere (2006):

- Es más barato, ya que el analista puede observar a varios trabajadores simultáneamente.
- El observador no necesita ser un analista especializado a no ser que el propósito del estudio sea establecer un estándar del tiempo.
- No se requieren aparatos para medir el tiempo.

- No se interfiere tanto en la actividad de los operarios.
- La duración del estudio es más largo y ello minimiza los efectos de las variaciones que se presentan en los periodos cortos.
- El estudio se puede detener temporalmente en cualquier momento sin grandes repercusiones.
- Dado que el muestreo del trabajo sólo requiere observaciones que duran unos instantes (efectuados dentro de un periodo más largo), el operario tiene menos posibilidad de influir en los resultados modificando su método de trabajo.

Esta técnica es idónea para situaciones como: 1) ciclos largos y de alta producción, 2) cuando los períodos de observación puedan ser como mínimo igual a la duración del periodo más largo de cualquier comportamiento cíclico de la característica que se estudia, 3) cuando existen diferencias considerables en el contenido de trabajo de ciclo a ciclo, como en ciertas actividades de embarque, manejo de materiales y trabajos de oficina, 4) actividades de producción para el personal indirecto o de apoyo y 5) actividad humana en procesos automatizados. (Sempere, 2006)

Un inconveniente del muestreo del trabajo es que no ofrece una división de los elementos tan completa como un estudio de tiempos. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

c) **Sistemas de datos predeterminados de tiempos y movimientos SPTM:** suman datos de tablas de tiempos de movimientos genéricos que han sido desarrollados en un laboratorio para encontrar el tiempo correspondiente al trabajo. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009) Éstos son el resultado de estudiar una gran muestra de operaciones diversificadas con un dispositivo de medición de tiempo, como una cámara de cine o de video grabación capaz de medir lapsos muy pequeños de tiempo. (Rico, Maldonado, Escobedo, & de la Riva, 2005)

El método de aplicación de este sistema consiste en descomponer la operación en elementos básicos y asignar el grado de dificultad a cada uno, luego aplicar los tiempos normales tomados con anterioridad a otras operaciones y aplicar los suplementos para obtener el tiempo estándar. (Palacios Acero, 2009) Los SPTM más conocidos son: Methods Time Measurement (MTM) creado por Maynard en 1940,

Work Factor creado por Philco Corporation en 1934, Motion Time Analysis (MTA) creado por Segur en 1912, entre otros. (García, 2005 y Domínguez, 1995) En la Tabla 1-5 se muestra las ventajas y desventaja de esta técnica para la medición del trabajo.

Tabla 1-5: Ventajas y desventajas del uso de SPTM.

Ventajas	Desventajas
• Evita tener que evaluar la actividad desempeñada por el operario, lo cual es lo más difícil del estudio de tiempos. • No hay alteración de las actividades productivas. • Se pueden emplear tanto en tareas que están realizando como en las que todavía no se han realizado. • Son universales. • El costo es reducido. Para las empresas sería prohibitivo establecer un sistema propio. • Son generalmente más fiables que los estudios de tiempos realizados en la propia empresa. • Se pueden predecir los efectos de los cambios de métodos. • Son normalmente aceptados tanto por los trabajadores como por la dirección.	• El analista debe tener un alto grado de preparación. • Para aplicar el análisis a una tarea manual de 1 minuto de duración, se necesitan aproximadamente 100 minutos de análisis y cálculos. Volviendo a la consideración de costo, se dice que es más costoso que el estudio de tiempos cuando el ciclo de trabajo dura más de 2 minutos. • Depende de otras técnicas de medición: cronometro, datos estándares o fórmulas para los elementos controlados por proceso y por máquina. • En ocasiones, puede que exista un movimiento básico cuyas características particulares no estén en las tablas.

Fuente: Elaboración propia a partir de Domínguez (1995) y Sempere (2006)

Los STPM se emplean principalmente para: 1) trabajo controlado por el operario, 2) ciclos cortos de robots, 3) ciclos de trabajo repetitivos con duración corta a mediana, 4) trabajos en pequeñas cantidades, 5) donde es necesario planear métodos de trabajo, 6) para la estimación de costos de productos nuevos y/o prototipos, y 7) donde se han provocado controversias en lo referente a la consistencia de los estándares. (Sempere, 2006)

d) **Datos elementales o normalizados:** finalmente están los datos elementales o también llamados normalizados o estándar. Los datos elementales son, en su mayor parte, tiempos elementales estándar tomados de estudios de tiempos que han probado ser satisfactorios. Los datos normalizados comprenden todos los elementos estándar: tabulados, monogramas, tablas, etc., que se han recopilado para ayudar en la medición de un trabajo específico, sin necesidad de algún dispositivo de medición de tiempos, tales como cronómetros. (García, 2005) Bajo este sistema no es necesario medir directamente, ni observar la operación para poder establecer el estándar; lo único que se necesita es contar con las especificaciones del producto como tamaño, forma, peso y dureza. (Palacios Acero, 2009)

Tabla 1-6: Ventajas y desventajas del uso de los datos normalizados

Ventajas	Desventajas
• Ahorro de costos derivado de la no realización de nuevos estudios de tiempos para cada proceso nuevo o cualquier modificación de los ya existentes. • Evitar interrupciones originadas por el estudio de tiempos • Si se utilizan tiempos de estudios previos que están siendo aplicados, hay una mayor garantía de que los valores sean correctos y aceptables, tanto para los trabajadores como para la dirección de la empresa.	• Puede que los tiempos calculados no tengan la exactitud deseada, sobre todo si hay muchos elementos que no se encuentran en la tabla. • Como consecuencia de lo anterior, si se tiene pocos elementos estándar con sus tiempos respectivos, esta técnica no es viable. • Como, normalmente, las condiciones de una empresa varían con respecto a las de las otras, es poco aconsejable emplear datos de otra compañía.

Fuente: Elaboración propia a partir de Domínguez (1995) y Sempere (2006)

Los datos elementales son útiles cuando se cumplen las siguientes características: 1) existen operaciones similares, 2) para actividades de oficina, mantenimiento y otras indirectas. (Sempere, 2006). En la Tabla 1-6 de muestran los beneficios e inconvenientes que presenta está técnica para la medición del trabajo.

En relación con el costo estándar de mano de obra por unidad de tiempo S_E se determinan a partir de presupuestar el costo de un período y dividirlo el tiempo que las personas dedican al desempeño de actividades que contribuyen a la producción de bienes y servicios durante un período de referencia determinado. Por ejemplo, se presupuesta el costo asociado al personal en un centro de costo para un mes, esto se define a partir de los contratos laborales donde se indica el sueldo básico y se incluye todo el factor prestacional al que tiene derecho los trabajadores, este valor se divide este dato por las horas potencialmente efectivas de trabajo en el mes HPELM y así se determina el costo estándar por hora. En la Tabla 1-7 se muestra un ejemplo de cómo calcular las horas potencialmente efectivas laborales.

Tabla 1-7: Ejemplo para determinar HPELM de un trabajador

	Concepto	**Valor**
	Días del año	365
(-)	Días de descanso	85
(-)	Días promedio incapacidad	3
(=)	**Días laborables en el año**	**277**
(*)	Horas de la jornada laboral	8
(=)	**Horas laborables en el año**	**2216**
(/)	Meses del año	12
(=)	**Horas laborables en el mes**	**184,67**
(-)	Horas inactivas normales en el mes (14%)	25,87
(=)	**Horas potencialmente efectivas laborables en el mes (HPELM)**	**158,8**

Fuente: elaboración propia

La metodología de las HPELM propone que a partir de los días del año quitar todos los tiempos que normalmente no laboran los trabajadores, como es el caso de las vacaciones, los días de descanso o los tiempos de fatiga. Para el cálculo de las HPELM que presenta la Tabla 1-7 se deben tener en cuenta que hay datos que son específicos de cada organización, por ejemplo:

- **Días de descanso:** en la Tabla 1-7 el dato de 85 corresponde a la sumatoria de todos los días del año que los trabajadores no laboran para el caso de una empresa donde se trabajan 6 días a la semana, estos son: los 15 días correspondiente a las

vacaciones, 52 días de los descansos semanales[11] y los 18 días feriados promedios por año, en los cuales normalmente tampoco se trabajan. Si la empresa trabaja 5 días a la semana se deberán incluir 52 días adicionales a este grupo. Si los días feriados no se descansan, deberían entonces suprimirse del cálculo de las HPELM.

- **Días promedio de incapacidad:** los días promedio de incapacidad también es un dato específico de cada empresa, el área de talento humano puede otorgar el número de días promedio de incapacidad de la compañía, incluso detallarlo por área de responsabilidad. Para el caso de la Tabla 1-7 se toma la cifra de 3 días de incapacidad reportada por la Organización Internacional del Trabajo – OIT (2003).

- **Horas de la jornada laboral:** es un dato definido en función de cada compañía, hay empresas que tienen una jornada de 8 horas diarias para seis días a la semana, otras por ejemplo manejan una jornada de 9,6 horas diarias para cinco días a la semana. Por lo tanto, de acuerdo a la jornada laboral diaria de la empresa se determina este valor.

- **Horas normales inactivas:** a partir de los métodos descritos para determinar h_E para cada organización es posible identificar los tiempos de inactivos normales en la producción de los operarios, también denominados tiempos suplementarios[12]. De acuerdo con la OIT (2008) estima que el tiempo suplementario corresponde al 14%, discriminado en un 5% por necesidades personales, 4% por fatiga básica y 5% por contingencias u otros.

Es así que el costo del personal por hora estándar se calcularía como muestra la ecuación 1.8.

$$S_E = \frac{Costo\ Presupuestado\ de\ MOD}{HPELM \times Número\ de\ empleados} \tag{1.8}$$

[11] Normalmente un año está compuesto por 52 semanas, si se descansa un día por semana entonces en el año el trabajador tendría derecho a 52 días de descanso.
[12] El tiempo de suplemento de una operación es un incremento de tiempo sobre el tiempo normal del mismo, para que el empleado pueda recuperarse de la fatiga, atender sus necesidades personales, y compensar cualquier penalidad que forme parte del trabajo.

◊ **Costo estándar de subcontratación**

El otro costo de transformación directo es el correspondiente al subcontratación, también denominado en otros contextos como contratación de servicios, externalización o tercerización. Representa el costo de servicios recibidos en desarrollo de contratos celebrados por la empresa con personas naturales o jurídicas, a fin de ejecutar labores relacionadas la producción o prestación de servicios. (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013)

En la Tabla 1-8 se describen las variables a considerar para determinar el valor del costo estándar de subcontratación. Luego, se presentan de las ecuaciones 1.9 a la 1.11 la relación matemática entre estas variables.

Tabla 1-8: Variables para el cálculo del costo estándar de subcontratación

Símbolo	Término
CE_{SUB}	Costo estándar de subcontratación para un nivel de producción
CE_{sub}	Costo estándar de subcontratación para producir un producto
QS_E	Cantidad de servicios subcontratados que requiere la fabricación de los productos para un nivel de producción
PS_E	Es el precio estándar de una unidad de servicio tercerizado o contratado
qs_E	Representa la cantidad estándar de servicio subcontratado que requiere la elaboración de una unidad de producto
PE	Unidades realmente producidas. Se utiliza el término de producción equivalente para considerar las unidades en proceso

Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{CE}_{SUB} = QS_E \times PS_E \qquad (1.9)$$

$$\mathrm{CE}_{sub} = qs_E \times PS_E \qquad (1.10)$$

$$QS_E = qs_E \times PE \qquad (1.11)$$

De acuerdo con Duque, Osorio y Agudelo (2012) en la literatura no hay referencias específicas sobre cómo se calculan los costos estándar de la subcontratación del proceso productivo, y la revisión bibliográfica realizada para este trabajo confirma la afirmación de los autores. Lo anterior no indica que este costo directo de transformación no sea importante, pues dentro de las nuevas prácticas empresariales presentan como tendencia la tercerización o maquila de parte del proceso productivo.

Analizando la ecuación 1.10 y el concepto de este tipo de costo de transformación, se puede determinar que para calcular el costo estándar de una unidad de servicio tercerizado o subcontratado proviene de la negociación que se realiza entre la empresa y el tercero. En relación con la cantidad estándar de servicio que requiere la fabricación de una unidad de producto, estará determinada por el tercero aplicando los métodos descritos para los costos de transformación de mano de obra.

- **Costos indirectos y los métodos para calcularlos**

Los costos indirectos son todos aquellos conceptos que se consumen en el área de producción o de prestación del servicio que son necesarios para completar los procesos productivos y no tienen una relación directa con los productos o servicios. Se denominan costos indirectos de fabricación (CIF) o costos indirectos del servicio (CIS), y a éstos pertenecen rubros como mano de obra indirecta, servicios públicos, depreciaciones de los equipos productivos, mantenimientos, entre otros. Son difíciles de medir y cuantificar la multiplicidad de componentes que lo conforman. (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013)

Con relación a los costos indirectos hay una parte de ellos que se pueden estandarizar con los métodos que se aplican para calcular los costos de mano de obra que por efectos metodológicos en este trabajo se denominaran *Costos Indirectos Medibles*. Para la otra parte o grupo de CIF su costo estándar se calcula empleando el método de la tasa predeterminada, y a ellos se les denominara *Costos Indirectos no Medibles*. Básicamente, los costos indirectos a los productos que están en función del uso específico de ciertas actividades productivas hacen parte del primer grupo, por ejemplo, el costo de utilizar una máquina inyectora para realizar la actividad de inyectar polímeros a un molde en una empresa que fabrica productos de plástico es posible medir y estandarizar el tiempo de uso de la máquina en dicha actividad. En cambio, los CIF no medibles tiene la característica de que su utilización no está en función de un uso específico, por ejemplo, el costo por ocupar el espacio físico de la planta de producción se da para todas las actividades que allí se realizan.

La propuesta de clasificar los CIF en medibles y no medibles está orientado en los cambios que ha tenido en el entorno empresarial, dónde se introduce producción de múltiples

productos en pequeños lotes y aumento en la automatización, generando aumentos en los costos de soporte y servicio que apoya las actividades operativas del negocio y el sistema de gestión de la producción, es decir, los costos indirectos son más representativos en la actualidad en comparación con décadas pasadas. Lo anterior con lleva a la existencia de actividades indirectas que son necesarias para satisfacer las demandas del cliente mediante el suministro de diversos productos con rapidez y de una manera flexible, y que los costos indirectos de esas actividades están más relacionados con los tipos de productos que a la cantidad de producción de dichos productos. (De Zoysa & Kanthi, 2007). Bajo el anterior panorama se manifiesta la necesidad de controlar los CIF mediante la captura de la fuente correcta, y esta propuesta de clasificación puede ser una contribución a ello.

◊ **Costo estándar de CIF medibles**

Como se mencionó anteriormente, estos costos indirectos tienen la particularidad que aunque siguen teniendo una relación indirecta a los productos y servicios, se pueden identificar sus consumos a ciertas actividades u operaciones. Es el caso de los costos asociados a los equipos productivos empleados para la ejecución de actividades operativas. Por ejemplo, realizar un corte con la maquina demora 5 minutos, un producto requiere 4 cortes, entonces el tiempo de realizar el corte del producto corresponde a 20 minutos, y el costo de depreciación a asignar al producto es el resultado de multiplicar ese último tiempo por el costo de utilización la máquina por minuto.

En la Tabla 1-9 se relacionan las variables a considerar para determinar el costo estándar de los CIF medibles, para luego, presentar las ecuaciones que contienen las asociaciones matemáticas de estas variables.

Tabla 1-9: Variables para el cálculo del costo estándar de CIF medibles

Símbolo	Término
$\mathrm{CE}_{CIF\ M}$	Costo estándar de CIF medibles para un nivel de producción
$\mathrm{CE}_{cif\ m}$	Costo estándar de CIF medible para producir un producto

Símbolo	Término
QTY_E	Corresponde a la cantidad o tiempo estándar de cada CIF medible requiere en la elaboración de los productos para un volumen de producción.
ts_E	Representa el costo estándar unitario del CIF medible, por ejemplo el costo de depreciación de una máquina por minuto.
qty_E	Es la cantidad o tiempo estándar que cada CIF medible requiere en la elaboración un producto.
PE	Unidades realmente producidas. Se utiliza el término de producción equivalente para considerar las unidades en proceso

Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{CE}_{CIF\ M} = QTY_E \times ts_E \qquad (1.12)$$

$$\mathrm{CE}_{cif\ m} = qty_E \times ts_E \qquad (1.13)$$

$$QTY_E = qty_E \times PE \qquad (1.14)$$

Dada la diversidad de conceptos que son agrupados en los costos indirectos, las ecuaciones relacionadas entre la 1.12 y la 1.14 se pueden determinar para cada concepto de CIF medible, y la sumatoria de todos ellos corresponderá a este costo de transformación.

Como se indicó anteriormente, para calcular los costos estándar de CIF medibles se pueden utilizar los mismos métodos que se emplean para determinar las variables h_E y S_E de la MOD, siendo las variables análogas qty_E y ts_E, respectivamente.

◊ **Costo estándar de CIF no medibles**

Para el cálculo de los costos indirectos no medibles se emplea la tasa estándar, tasa de aplicación o tasa predeterminada, la cual es un cargo constante y presupuestado por unidad de actividad que se usa para asignar estos costos a los productos y/o servicios. (Barfield, Raiborn, & Kinney, 2005) Es importante mencionar, que si la compañía ha estandarizado lo que se denominó CIF medibles, el valor de estos no se debe incluir en el presupuesto de CIF que se utiliza para calcular la tasa predeterminada, pues generaría una imputación adicional de CIF sin corresponder. En la Tabla 1-10 se presentan todas las variables a tener en cuenta para el cálculo de la tasa predeterminada y el costo estándar

de los CIF no medibles, igualmente las relaciones matemáticas de estas variables se presentan en las ecuaciones 1.15 a la 1.20.

Tabla 1-10: Variables para el cálculo del costo estándar de CIF no medibles

Símbolo	Término
$\mathrm{CE}_{CIF\ N}$	Costo estándar de CIF no medibles para un nivel de producción
$\mathrm{CE}_{CIF\ Nf}$	Costo estándar de CIF no medibles fijos para un nivel de producción
$\mathrm{CE}_{CIF\ Nv}$	Costo estándar de CIF no medibles variables para un nivel de producción
$\mathrm{CIF\ P}$	CIF no medibles presupuestados
TP	Tasa predeterminada de CIF no medibles
FP	CIF no medibles fijos presupuestados para un período
t_v	Tasa predeterminada variable de CIF no medible por unidad de actividad
t_f	Tasa predeterminada fija de CIF no medible por unidad de actividad
NOP	Es un nivel de actividad u operación que se presupuesta utilizar para producir un volumen de producción presupuestado, puede ser las horas hombre, las horas máquina, metros consumidos, entre otros, que requiera la fabricación de unas unidades presupuestadas
NOS	Es un nivel de actividad u operación estándar y es el que debe utilizarse para producir un nivel de actividad, puede ser las horas hombre, las horas máquina, metros consumidos, entre otros
nos	Es un nivel de actividad u operación estándar que debe utilizarse para fabricar una unidad, puede ser las horas hombre, las horas máquina, metros consumidos, entre otros
PE	Unidades realmente producidas. Se utiliza el término de producción equivalente para considerar las unidades en proceso

Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{CE}_{CIF\ N} = NOS \times TP \tag{1.15}$$

$$NOS = nos \times\ PE \tag{1.16}$$

$$NOP = nos \times\ unidades\ presupuestadas \tag{1.17}$$

$$CIF\ P = FP + t_v \times NOP \tag{1.18}$$

$$TP = \frac{FP + t_v \times NOP}{NOP} \tag{1.19}$$

$$t_f = \frac{FP}{NOP} \tag{1.20}$$

De acuerdo con lo ilustrado en las ecuaciones 1.15 y 1.16, para obtener el costo estándar de CIF no medibles es necesario determinar dos aspectos, los niveles de operación (NOS y NOP) y la tasa predeterminada TP. A continuación se documenta sobre los métodos para

calcular los niveles de operación, para luego analizar el cálculo de la TP, que según lo que promulga las IFRS y las buenas prácticas empresariales se tendrá que modificar la ecuación 1.15.

a) **Niveles de operación:** el nivel de operación o actividad estándar NOS corresponde a un volumen de producción que puede estar dado en horas hombre, horas máquina, unidades producidas, costo primo, o cualquier otro volumen que refleje el uso de los factores de producción. Este nivel concierne al volumen que debe consumir la producción para las unidades realmente fabricadas. Por su parte el NOP está medido en la misma unidad de actividad con la que se mide el NOS, pero aplica a las unidades que se presupuestan producir.

   Para calcular los niveles de operación se pueden utilizar los mismos métodos empleados para calcular las variables asociadas a cantidad de los costos de adquisición, los costos de transformación directos o para los CIF medibles. Por ejemplo, si la base de actividad del NOS son las horas hombre, con la medición realizada a la variable h_s de la mano de obra directa a los productos se obtendría el nos y este al multiplicar por las unidades realmente producidas se obtiene el NOS. Es así, que lo nuevo a documentar para determinar el nivel de operación corresponde a como seleccionar la base de actividad con el cuál se va a medir.

   La teoría general de costos indica que para seleccionar la base de actividad con el cuál se determina los niveles de operación, es decir, si se mide en horas hombre, horas máquina, metros consumidos, unidades producidas, entre otros, se deben seguir los siguientes criterios:

   - Que sea el principal factor de ocurrencia del costo
   - Que haya relación de causalidad con los CIF no medibles
   - Que la base sea fácil de calcular
   - Que se cuente con un buen sistema de información que permita calcular la base
   - Que sea económico el cálculo de la base

Para determinar los niveles de operación, la teoría general de costos ha presentado cuatro criterios para ello, y se exponen a continuación según lo descrito por Cuervo, Osorio y Duque (2013)

- **Capacidad máxima**: es un criterio de capacidad idealista toda vez que supone que la planta, el personal y los equipos operan a la máxima eficiencia usando 100% de su capacidad y en condiciones de máxima y absoluta eficacia en el aprovechamiento de los recursos. No incluye ninguna restricción por demoras, mantenimiento o descomposturas de las máquinas.

- **Capacidad práctica**: este criterio representa la utilización posible de los medios físicos disponibles considerando las interrupciones normales de la operación, como tiempo de reparaciones, mantenimientos preventivos, cambios de turnos, ausencia temporales normales de operarios, entre otros. Se estima por lo general la capacidad práctica aproximadamente entre el 80% y 90% de la capacidad máxima.

- **Capacidad normal**: es aquella que permite a la empresa poder cubrir su demanda, teniendo en cuenta las estacionalidades y los problemas cíclicos que se presentan; incluye el tiempo ocioso normal de los equipos y los trabajadores. Algunos estiman que la capacidad normal se sitúa entre el 75% y el 80% de la capacidad máxima.

- **Capacidad real esperada**: es la cantidad que se necesita para satisfacer la demanda de actividades, productos o servicios en el período siguiente.

El criterio de capacidad normal es el definido por los Estándares de Internacionales de Información Financiera para calcular las tasas de CIF y costos unitarios, pero teniendo en cuenta el hacer un seguimiento con la producción real, con el ánimo de medir la ineficiencia. (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013)

b) Tasa predeterminada: el utilizar la tasa predeterminada para cargar el costo estándar de los CIF no medibles está justificado por la variedad de ítems que constituyen el conjunto de estos costos indirectos de fabricación, como por ejemplo: mano de obra indirecta, arriendos y depreciaciones de edificios, mantenimientos, servicios públicos, entre otros. (Polimeni, Fabozzi, Adelberg, & Arthur, 1994)

De acuerdo a las ecuaciones 1.15 y 1.19, los costos estándar de CIF no medibles contempla costos fijos y costos variables, pero las IFRS indican que el proceso de distribución de los costos indirectos fijos a los costos de transformación se basará en la capacidad normal de trabajo de los medios de producción, debido a que el importe de costo indirecto fijo distribuido a cada unidad de producción no se incrementará como consecuencia de un nivel bajo de producción, ni por la existencia de capacidad ociosa. Puede usarse el nivel real de producción siempre que se aproxime a la capacidad normal. (IFRS Foundation, 2013)

Lo anterior, obliga que la ecuación 1.15 que ilustra la manera clásica como se ha cargado los CIF a los productos y servicios se modifique, separando la tasa predeterminada en la tasa de aplicación de CIF no medibles fijos y la tasa de aplicación de CIF no medibles variables, y cada una de ellas afectándola por niveles de operación diferente.

$$\mathrm{CE}_{CIF\ Nf} = NOS \times t_f \qquad (1.21)$$

$$\mathrm{CE}_{CIF\ Nv} = NOS \times t_v \qquad (1.22)$$

$$\mathrm{CE}_{CIF\ N} = \mathrm{CE}_{CIF\ Nf} + \mathrm{CE}_{CIF\ Nv} \qquad (1.23)$$

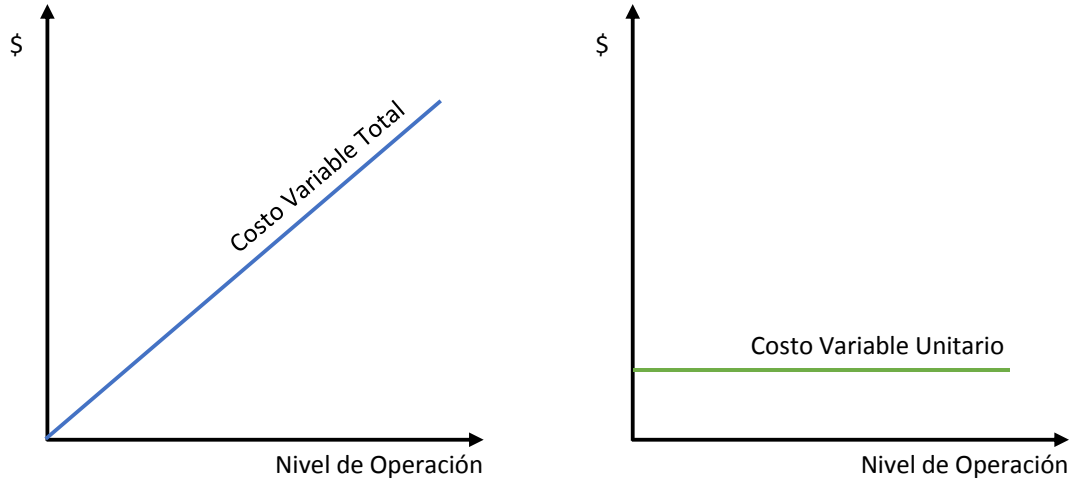
La desagregación de la ecuación 1.23 presenta mayor sentido para realizar el cálculo de variación que permita identificar si hay capacidad ociosa, y por ende no incrementar el importe de costos indirectos no medibles fijos por un nivel bajo de producción.

Ahora se debe proceder a explicar la metodología para calcular la tasa de aplicación fija y variable, pues debido a la existencia de los CIF semivariables o semifijos que tienen un comportamiento combinado, es decir, no son completamente fijos ni completamente variables, no es posible identificar fácilmente la parte fija y la parte variable de los CIF no medibles. Para ello existen varios métodos: punto alto y punto bajo, gráfico de dispersión y el método de los mínimos cuadrados, siendo este último el de mayor exactitud y por eso es el explicado en este trabajo.

Antes de proceder a explicar la aplicación de los mínimos cuadrados, es prudente profundizar un poco más en los conceptos del comportamiento de los costos en fijos, variables y semivariables.

Un costo variable cambia por completo en la proporción de los cambios en el nivel relacionado del volumen o de la actividad total. (Horngren, Datar, & Foster, 2007) En la Figura 1-2 se muestra que los costos variables tienen una relación lineal con el nivel de operación, pues si no hay producción no hay costo variable, y si hay mucha producción el costo variable es alto.

Figura 1-2: Costos variables totales y unitarios



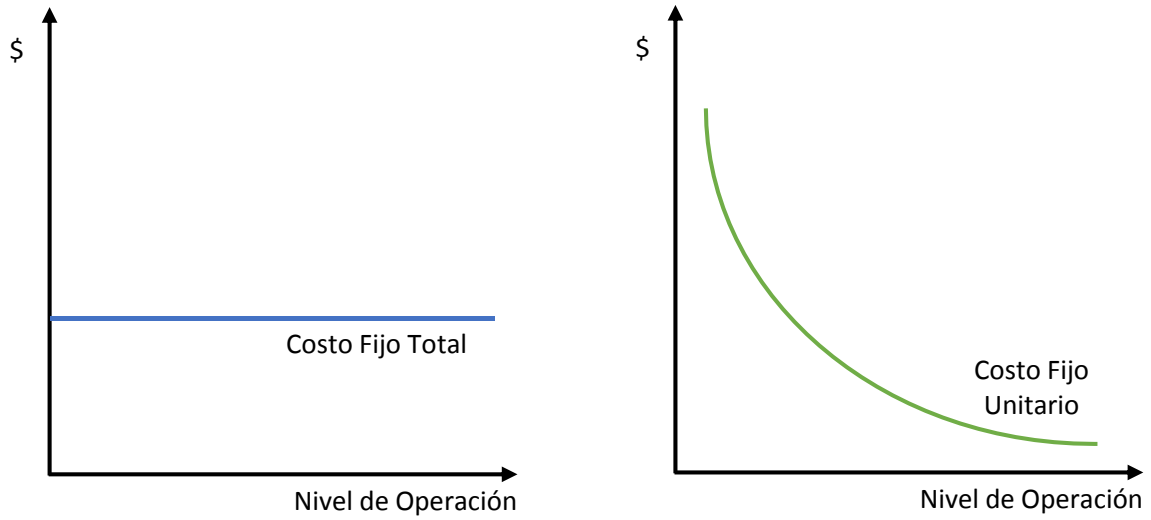
Fuente: Cuervo, Osorio y Duque (2013)

Por su parte los costos fijos permanecen constantes durante un período de tiempo determinado o para cierto nivel de capacidad de producción. (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013) Los costos fijos se consideran como tal en su monto global, pero unitariamente se consideran variables como muestra la Figura 1-3.

Como se mencionó en párrafos anteriores, existen los costos semivariables o semifijos, estos pueden ser mixtos o escalonados. Los primeros, como es el caso del servicio público de energía eléctrica, tienen una porción fija (independiente del consumo) y otra variable de acuerdo al consumo de kilovatios. Los segundos, permanecen fijos de acuerdo con el comportamiento de una variable, es el caso de la supervisión, esta

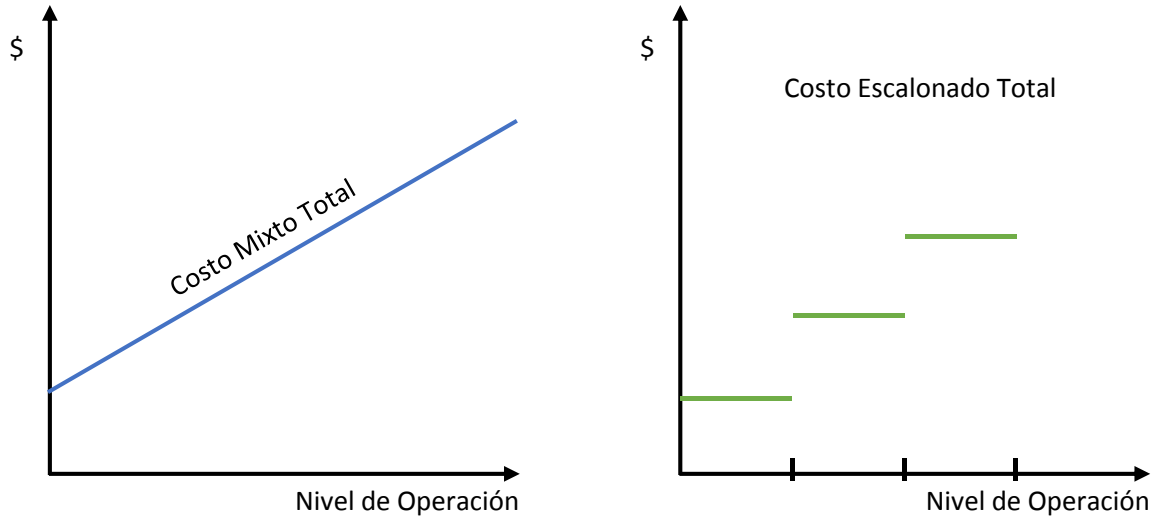
permanece fija de acuerdo con el número de trabajadores. La Figura 1-4 ilustra el comportamiento gráfico de estos costos.

Figura 1-3: Costos fijos totales y unitarios



Fuente: Cuervo, Osorio y Duque (2013)

Figura 1-4: Costos semifijos mixtos y escalonados



Fuente: Cuervo, Osorio y Duque (2013)

Utilizando la ecuación de la línea recta[13] (ecuación 1.24), se puede modelar el comportamiento matemático de un CIF no medible, es decir, si es variable, es fijo o es semivariable. Por lo tanto, a continuación se describen los métodos que permitan identificar para cada CIF no medible su comportamiento, aplicando dos tipos de análisis: el análisis matemático y análisis de tendencia gráfica, es importante mencionar que para realizar estos análisis se requiere tener datos históricos de los CIF no medibles, teoría general de costos recomienda como mínimo 24 períodos. Para ello, se presenta inicialmente que indica cada variable de la ecuación de la línea recta en el contexto de este trabajo.

$$y = mx + b \qquad (1.24)$$

Donde:

y: Representa el costo semivariable total, es la variable dependiente.

m: Corresponde al costo variable unitario o la tasa variable del CIF, es uno de los parámetros del modelo.

x: Es el valor de la base de actividad o volumen de producción.

b: Como es un dato constante, simboliza a la parte fija del costo semivariable.

Análisis de matemático

El análisis matemático para identificar los parámetros de la ecuación 1.24 consiste en aplicar el análisis de regresión, el cual tiene como objetivo modelar en forma matemática el comportamiento de una variable dependiente en función de una o más variables independientes. Si mediante un modelo matemático es posible describir tal relación, entonces este modelo puede ser usado para propósitos de predicción, optimización o control, (Gutiérrez & de la Vara, 2008) siendo esto la condición a cumplir, para que el dato calculado corresponda con la definición de costo estándar.

[13] Nótese que la ecuación 1.18 de los CIF presupuestados está basado también en la ecuación de la línea recta, por lo tanto, este modelo no es sólo útil para determinar la parte fija y la parte variable de un CIF no medible, sino que también sirve para agrupar la totalidad de los costos fijos y costos variables de los CIF no medibles.

De todos los procesos estadísticos que conlleva el análisis de regresión, para determinar el modelo de la ecuación línea recta; en este contexto, se requiere la aplicación de tres técnicas: los mínimos cuadrados, el coeficiente de correlación y el coeficiente de determinación.

Con el método de los mínimos cuadrados se estima los parámetros del modelo minimizando los errores de ajuste del mismo, en este caso, estos parámetros son las variables b y m, que corresponden al FP y t_v, respectivamente. Es importante mencionar que el modelo a generar es una estimación del comportamiento real del costo, los mínimos cuadrados garantiza que la diferencia entre el dato real y el estimado sea el mínimo. (Newbold, 2013) En las ecuaciones 1.25 y 1.26 se muestra cómo se calcula los parámetros de la ecuación 1.24.

$$b = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n\sum {x_i}^2 - (\sum x_i)^2} \qquad (1.25)$$

$$m = \frac{\sum y_i}{n} - b\frac{\sum x_i}{n} \qquad (1.26)$$

Donde:

y_i: Representa un valor real del CIF no medible para el período i

x_i: Corresponde al dato del nivel de actividad real para el período i

n: Es el número de períodos a analizar los CIF no medibles con los niveles de actividad

Las siguientes dos técnicas corresponden a pruebas estadísticas que permiten determinar el grado de precisión que tiene el modelo generado por los mínimos cuadrados. Así, la primera es el coeficiente de correlación (r) que mide la intensidad de la relación lineal entre las variables del costo total del CIF no medible (y) y el nivel de operación (x) (Gutiérrez & de la Vara, 2008). El coeficiente de correlación es un número comprendido entre -1 y 1. Si r toma valores cercanos a -1 la correlación es fuerte e inversa, es decir, que ante un aumento grande en el volumen de producción el costo disminuye en una proporción considerable, en cambio, si toma valores cercanos a 1 la correlación es fuerte y directa, es decir, que si el volumen de producción incrementa en un nivel alto el costo también aumenta en un nivel alto. Si r tiene valores cercanos a

cero, se interpreta que no hay relación lineal entre las variables. La ecuación 1.27 presenta como se calcula el coeficiente de correlación.

$$r = \frac{\sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\sum x_i{}^2 - n\bar{x}^2)(\sum y_i{}^2 - n\bar{y}^2)}} \qquad (1.27)$$

Dónde:

$\bar{y}$: Es el promedio de todos los valores del CIF no medible que se están tomando en el análisis

$\bar{x}$: Es la media de todos niveles de actividad u operación que se están utilizando en el análisis

Adaptando la escala del coeficiente de correlación presentada por Martínez y otros (2009) al contexto financiero, se muestran a continuación la interpretación de los valores que arrojaría el coeficiente de correlación para determinar el comportamiento del CIF no medible.

- $0.8 \leq r \leq 1$, hay un grado elevado de relación, es decir, que el CIF no medible aumenta si aumenta el volumen de producción, cumpliendo así con la definición de costo variable en sentido estricto o la parte variable del costo semivariable.

- $0.6 \leq r < 0.8$, buen grado de relación, es decir, el CIF no medible no aumenta en la misma proporción a los aumentos del volumen de producción, pero sigue cumpliendo la definición de costo variable o la parte variable del costo semivariable.

- $0.4 \leq r < 0.6$, el grado es moderado, en este caso se debe complementar con el análisis de tendencia gráfica para evaluar el comportamiento del CIF no medible.

- $r < 0.4$, el grado de relación es bajo, por lo tanto, lo más probable es que el CIF no medible sea fijo o simplemente no está relacionado con el volumen de producción con el que se comparó. Se debe completar el estudio con el análisis de tendencia gráfica para evaluar el comportamiento.

La otra técnica corresponde al coeficiente de determinación r^2, para modelos lineales este coeficiente indica el grado de aproximación de los datos estimados del modelo generado a partir de los mínimos cuadrados con los datos reales (Martínez, Levin, & Rubin, 2011). De acuerdo con Gutiérrez y de la Vara (2008), para fines de predicción con el modelo se recomienda un coeficiente de determinación de al menos un 70%. Según Newbold (2013), para modelos de regresión lineal el cuadrado del coeficiente de correlación corresponde al coeficiente r^2 como lo ilustra la ecuación 1.28.

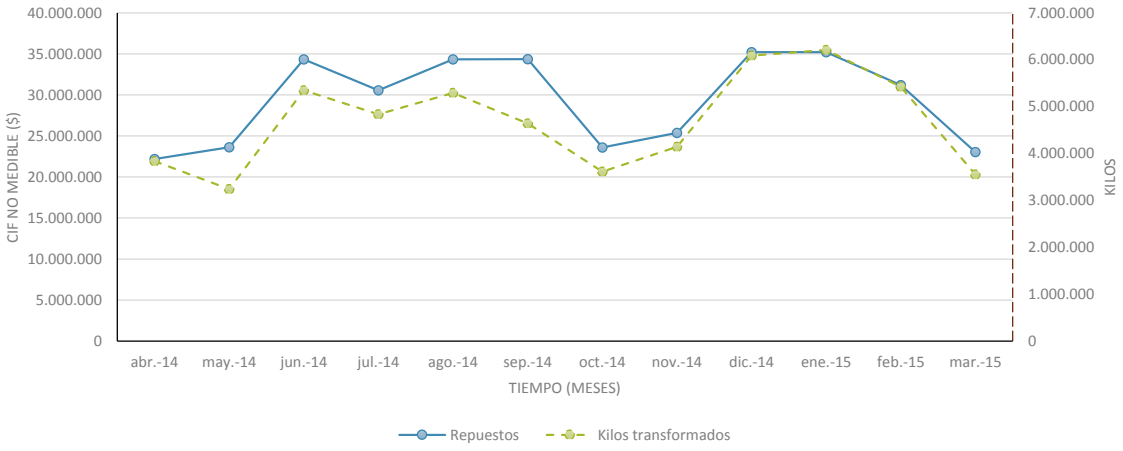
$$r^2 = \left(\frac{\sum x_i y_i - n\bar{x}\bar{y}}{\sqrt{(\sum {x_i}^2 - n\bar{x}^2)(\sum {y_i}^2 - n\bar{y}^2)}} \right)^2 \qquad (1.28)$$

Si el modelo generado por los mínimos cuadrados arroja valores positivos para los parámetros b y m, el resultado del coeficiente de correlación es superior 0.6 y el resultado del coeficiente de determinación es mayor o igual al 70%, entonces es confiable el modelo. En caso de que alguna de las tres condiciones no se cumple, entonces es necesario aplicar el análisis de tendencia gráfica para determinar el comportamiento del CIF no medible.

Análisis de tendencia gráfica

Con este análisis se pretende identificar el comportamiento de los CIF no medibles cuando no es posible determinarlo por medio del análisis matemático. El análisis consiste en graficar en un plano cartesiano los valores que han tomado el CIF no medible y la base de actividad a través del tiempo, para luego comparar el comportamiento de ambos a medida que transcurre el tiempo. Debido a que la unidad de medida del CIF no medible es diferente a la del volumen de producción, el gráfico debe contener dos ejes verticales (uno para cada variable) y el eje horizontal corresponderá al tiempo. En las figuras 1-5 a la 1-7 muestran ejemplos de lo anterior.

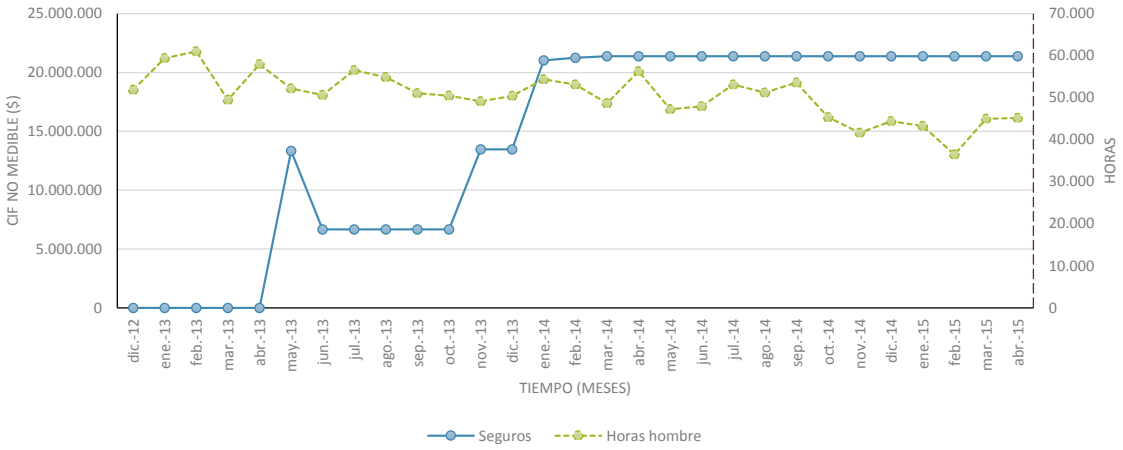
Figura 1-5: Ejemplo de un costo variable por análisis de tendencia gráfica



Fuente: elaboración propia

Teóricos como el profesor Osorio, manifiestan que para aquellos costos cuya tendencia es variable se espera que gráficamente tengan el mismo comportamiento al del nivel de operación, como presenta la Figura 1-5. En esta imagen se observa que cuando aumenta o disminuye los kilos transformados (nivel de operación) también aumenta o disminuye el CIF de Repuestos.

Figura 1-6: Ejemplo de un costo fijo por análisis de tendencia gráfica



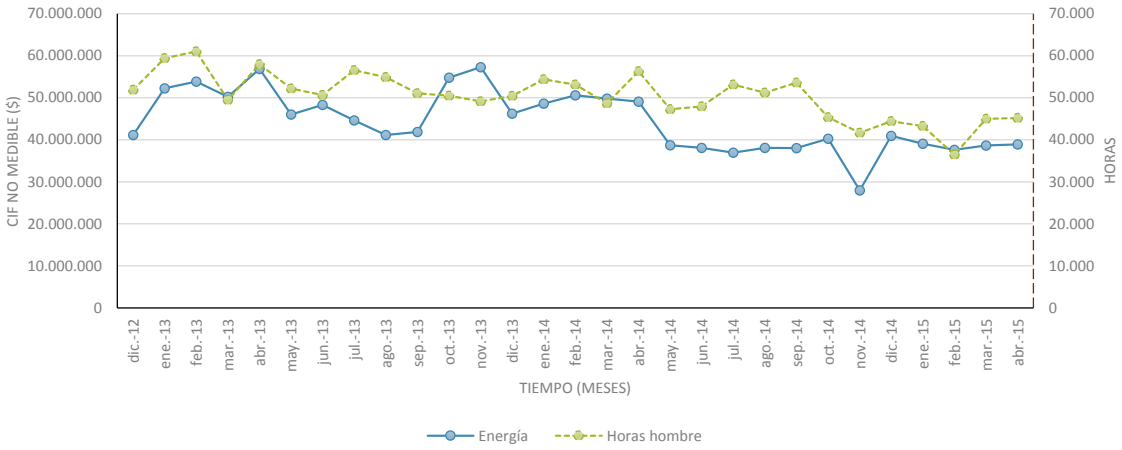
Fuente: elaboración propia

La tendencia fija se dará cuando el comportamiento gráfico del costo sea paralelo al eje horizontal, sin importar los cambios que presenta el volumen de producción. La Figura 1-6 muestra un ejemplo particular de costo fijo, pues a partir del período enero de 2014

y durante más de un año el CIF no se modifica aunque cambien las horas hombre, pero antes de este período hay un poco de variabilidad en su comportamiento. Según lo anterior, se proyecta que este costo es fijo, pero si se contempla en el análisis matemático con los mínimos cuadrados desde diciembre de 2012 hasta abril de 2015, probablemente arrojará para los parámetros valores no lógicos. Esto es un reflejo de lo que aporta el análisis de tendencia gráfica al análisis matemático, así, si se realiza de nuevo los mínimos cuadrados pero desde enero de 2014 lo más probable es que se arroje unos valores bajos para los coeficientes de correlación y determinación, demostrando que es un costo fijo.

Cuando la tendencia gráfica no refleje ninguna de las dos situaciones descritas, entonces se debe clasificar el CIF como semifijo o semivariable. La Figura 1-7 refleja la anterior situación, pues no en todos los períodos ante un cambio de las horas hombre cambia el valor de la energía, incluso hay meses donde permanece relativamente fijo (entre mayo y octubre de 2014) aunque se haya modificado el volumen de producción, pero también existen varios períodos donde si aumenta las horas incrementa la energía o viceversa, por ejemplo de marzo a abril de 2013 o de diciembre de 2013 a enero de 2014.

Figura 1-7: Ejemplo de un costo semivariable por análisis de tendencia gráfica



Fuente: elaboración propia

El análisis de tendencia gráfica es un complemento para el análisis matemático, de tal forma que genere ajustes al análisis matemático como los siguientes:

- Eliminar los costos atípicos, que por su condición no es normal que se vuelvan a presentar en un futuro. Ejemplo: el pago de servicio de asesoría especializada para un trabajo puntual.

- Tomar un período de tiempo inferior al análisis inicial por el cambio del comportamiento, por ejemplo, para aplicar los mínimos cuadrados se tomaron los últimos dos años, con el análisis de tendencia gráfica se sugiere aplicar los últimos 6 meses al método de los mínimos cuadrados.

- Modificar los datos por errores de contabilización, por ejemplo, en un mismo período se cargó dos pagos de un servicio, por lo tanto, se debe trasladar uno de los dos pagos al período respectivo.

En el Anexo A del presente trabajo se ilustra con mayor detalle el desarrollo de análisis matemático con ayuda de la aplicación Excel.

1.2.3 Otros costos estándar y los métodos para calcularlos

De acuerdo con las IFRS, los denominados *otros costos* que se puedan cargar al valor del inventario son aquellos en los que se hayan incurrido para dar la condición y ubicación al inventario, siendo diferentes de los costos de adquisición y de los costos de transformación. Por ejemplo los costos asociados al diseño del producto o servicio para clientes específicos. Los estándares internacionales de información financiera especifican más cuales son los costos que no hacen parte de este grupo, y son:

- Los importes anormales de desperdicio de materiales, mano de obra u otros costos de producción.
- Los costos de almacenamiento, a menos que sean necesarios en el proceso productivo, previos a un proceso de elaboración ulterior.
- Los costos indirectos de administración que no contribuyan a dar a los inventarios su condición y ubicación actuales.

- Los costos asociados a la comercialización de los productos. (IFRS Foundation, 2013)

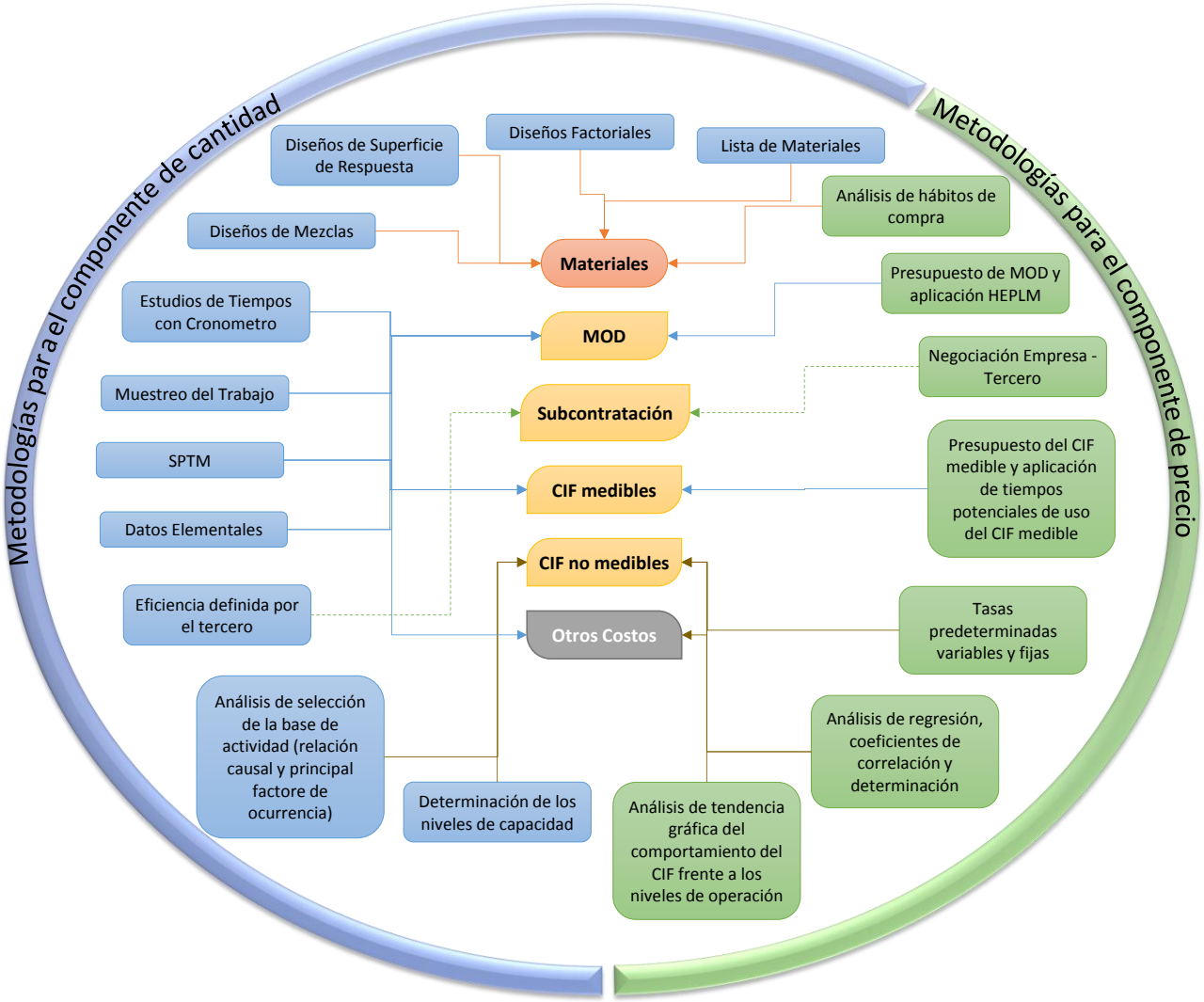
En relación a metodologías específicas para el cálculo de estos costos no se evidencian en la literatura, pero de acuerdo a la definición dada por las IFRS, se puede concluir que si este recurso se puede identificar por producto o servicio, es posible aplicar los métodos descritos para los costos de transformación de MOD, subcontratación y CIF Medibles. Un ejemplo sería en la producción de rones, los costos de almacenamiento que se incurren en el añejamiento del ron pueden ser cuantificables, lo que se podría establecer un costo estándar por hora o minuto en el almacén y según el tiempo que requiera estar el producto en el almacén para su añejamiento se le cargará dicho costo. También es posible que recursos de este grupo de costos tengan un comportamiento similar a los CIF no medibles, por lo tanto, para su cálculo se puede optar por aplicar los mismos métodos descritos para los CIF no medibles.

Con el fin de concluir el capítulo, en la Figura 1-8 se listan todas las metodologías descritas para el cálculo de los costos estándar. Cómo se mencionó en las definiciones de los costos estándar, estos están conformados por un componente de cantidad y un componente de precio.

En la figura se ilustra en azul todas las metodologías que sirven para la determinación del componente de cantidad, y con una flecha relaciona la metodología con el costo inventariable que le aplica para su cálculo, por ejemplo los diseños factoriales es una metodología que es útil para determinar el componente de cantidad del costo estándar de materiales. La misma situación se presenta para el componente precio, estos están relacionados con el color verde.

La figura también muestra los costos inventariables clasificados en un grupo según el color, los que están de color naranja corresponde a los costos de adquisición, los de color amarillo son los asociados a los costos de transformación, y finalmente el de color gris hace referencia a los otros costos.

Figura 1-8: Metodologías para el cálculo de los costos estándar



Fuente: elaboración propia

2. Análisis e inspección de variaciones

Uno de los propósitos más importantes del uso de los costos estándar es ayudar a la gerencia en el control de los costos de producción. Los costos estándar permiten que la gerencia haga comparaciones periódicas de los resultados reales con los resultados según el deber ser. Las diferencias que surgen entre los resultados reales y los estándares se denominan variaciones. El análisis de variaciones es una técnica que la gerencia puede emplear para medir el desempeño, corregir ineficiencias y encargarse de la función explicativa (lo anterior indica que los responsables de los centros de responsabilidad rinden informe a la gerencia, quien delega autoridad en ellos). (Polimeni, Fabozzi, Adelberg, & Arthur, 1994, pág. 430)

El análisis de variaciones es el proceso de categorizar la naturaleza (favorable o desfavorable) de las diferencias entre los costos reales y los costos estándar, y de buscar explicaciones para esas diferencias. El análisis de variaciones, como su propia palabra lo indica, realiza un examen por partes de la variación global que tiene cada componente del costo, por lo tanto, el análisis de variaciones no se subsana con calcular la diferencia entre el costo real y el costo estándar, sino que también evaluar si la diferencia se da por el componente cantidad, por el componente precio o ambos.

Un sistema de análisis de variaciones bien diseñado captura las variaciones lo más pronto posible, con enfoque en las evaluaciones de costo-beneficio. El sistema debe ayudar a los administradores a determinar quién o qué es responsable por cada una de las variaciones y quién tiene la mejor capacidad para explicarla. Un sistema oportuno de medición y de información les permite a los administradores controlar las operaciones, tomar las acciones correctivas en caso de que ello sea necesario, evaluar el desempeño y motivar a los trabajadores hacia el logro de un estándar de producción. (Barfield, Raiborn, & Kinney, 2005)

La meta del análisis de variaciones es que los gerentes entiendan por qué surgen las variaciones, que aprendan, y que mejoren el desempeño futuro. El análisis de variaciones no debería ser una herramienta para jugar a buscar culpables. (Horngren, Datar, & Foster, 2007)

El análisis de variaciones proporciona información de retroalimentación diseñada para ayudar a los administradores de las operaciones de control de acuerdo con los planes que se han fijado. Las variaciones de costos comprenden varios elementos diferentes que componen la variación total reportada: 1) cuánto cuestan los errores del sistema, 2) si los estándares son inadecuadas, 3) la existencia de factores aleatorios incontrolables, o 4) las variaciones controlables con causas operacionales. (Mitchell, 2005)

En la Figura 1-1 se presentó que bajo las IFRS hay costos inventariables y no inventariables. El cálculo e inspección de las variaciones facilita la identificación de costos no inventariables que en un momento inicial hacen parte los costos de adquisición, de transformación y de otros costos, por ejemplo dentro el costo del consumo de materias primas de un período están los importes anormales de desperdicio, comparando este monto con el costo estándar de adquisición, siendo mayor el primero al segundo, es posible detectar con las variaciones que esa diferencia corresponde a importes anormales de desperdicio de materiales.

Autores como Harper, 1982; Backer, 1983; Polimeni, 1994; Rayburn, 1999; Hansen, 1999; Grupo Océano, 2002; Barfield, 2005; Horngren, 2007 y Zapata, 2007 detallan y analizan el tema de las variaciones al clasificarlas en variaciones de materiales, variaciones de mano de obra, variaciones de CIF y variaciones de los contratos. De acuerdo al esquema que propone este trabajo de investigación, se presenta el análisis de variaciones de acuerdo a los costos de adquisición, costos de transformación y otros costos, manteniendo la clasificación con la cual se presentó las metodologías para el cálculo de los costos estándar.

2.1 Cálculo de variaciones

2.1.1 Variaciones de costos de adquisición

Como se mencionó anteriormente, los costos de adquisición hace referencia básicamente al costo del consumo de los materiales en el proceso productivo, por lo tanto, la diferencia entre el costo real y el costo estándar de los materiales empleados se refleja en dos variaciones: variación del precio de los materiales (V_P) y la variación del uso de los materiales (V_q). A continuación se relacionan las variables (Tabla 2-1) y cómo se calculan (ecuaciones 2.1 a la 2.5) las variaciones asociadas al costo de adquisición:

Tabla 2-1: Variables para el cálculo de las variaciones de costos de adquisición

Símbolo	Término
CR_A	Costo real de adquisición para un nivel de producción
Q_r	Cantidad real de un material que consumió la fabricación del producto para un nivel de producción
P_r	Es el precio real de una unidad de material o el costo de adquisición de una unidad de consumo de materiales
V_q	Variación de cantidad
V_p	Variación de precio
V_A	Variación de costos de adquisición

Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{CR}_A = Q_r \times P_r \qquad (2.1)$$

$$V_q = (Q_r - Q_E)P_E \qquad (2.2)$$

$$V_p = (P_r - P_E)Q_r \qquad (2.3)$$

$$V_A = V_p + V_q \qquad (2.4)$$

$$V_A = (Q_r \times P_r) - (Q_E \times P_E) \qquad (2.5)$$

La variación de cantidad (también llamada de eficiencia) ilustrada en la ecuación 2.2 corresponde a la diferencia entre la cantidad real de los materiales usados y la cantidad estándar permitida, y para valorar esa diferencia de cantidades se multiplica por el precio estándar de los materiales, de tal modo que no esté afectada por los cambios del precio de los materiales (Polimeni, Fabozzi, Adelberg, & Arthur, 1994). La variación de cantidad

de los materiales puede deberse a distintos factores, entre los que se cuentan la adquisición de materiales de inferior calidad, deficiencias de la inspección, deficiencia de la mano de obra, malas especificaciones de ingeniería, hurtos y máquinas o herramientas defectuosas. (Backer, Jacobsen, & Ramírez, 1983)

Cuando la cantidad real de materiales supera a la estándar, es decir, la variación es desfavorable, y si de acuerdo a la identificación de las causas que se realice el consumo adicional de materiales representa un importe anormal en la producción[14], de acuerdo a las IFRS el valor de la variación de cantidad no se debe inventariar. Esto es un ejemplo en lo que puede aportar los costos estándar en la aplicación de buenas prácticas empresariales, pues es sano que el costo a cargar a los productos y/o servicios no se debe recargar por las ineficiencias o desperdicios de la producción, y más en el nivel competitivo que está mercado actualmente.

Por su parte, la variación de precio representa la diferencia entre el costo estándar de adquisición de las cantidades reales consumidas y costo real de adquisición de estos materiales, como muestra la ecuación 2.3. La variación del precio de los materiales puede deberse a diversos factores entre los que se incluyen cambios de precio, tamaño antieconómico de las órdenes de compra, escasez de suministros, pedidos urgentes, procedimientos de compra deficientes, cargos de flete excesivos o el no aprovechamiento de los descuentos permitidos. (Backer, Jacobsen, & Ramírez, 1983). Al igual que la variación de cantidad está se puede catalogar como favorable o desfavorable.

Cuando los precios reales de adquisición son superiores a los precios estándar de adquisición, la variación se cataloga como desfavorable, debido a que los productos se les incrementa el costo en relación a lo estipulado por el estándar, en caso contrario se denomina favorable. Bajo IFRS, para la variación precio sea favorable o desfavorable se debe inventariar.

[14] Recordar que las cantidades normales de desperdicio están incluidas en la medición de las cantidades estándar.

2.1.2 Variaciones de costos de transformación

Este trabajo agrupa los costos de transformación en los costos directos de MOD y costos de subcontratación, más los costos indirectos fijos y variables agrupados en CIF medibles y CIF no medibles. Por lo tanto, existen variaciones detalladas para cada tipo de costo de transformación como se documentan a continuación:

- **Variaciones de MOD**

Se comienza por describir las variaciones de MOD, las cuales tienen la misma estructura que la de materiales, una variación de tiempo o eficiencia, V_e (análoga a la variación de cantidad de MD) y una variación de salario o tarifa, V_s (análoga a la variación de precio de MD). A continuación se relacionan las variables (Tabla 2-2) y cómo se calculan (ecuaciones 2.1 a la 2.5) las variaciones asociadas al costo de transformación de MOD:

Tabla 2-2: Variables para el cálculo de las variaciones de MOD

Símbolo	Término
CR_{MOD}	Costo real de mano de obra directa para un nivel de producción
H_r	Representa el tiempo real de MOD que se utilizó para la fabricación de una cantidad determinada de productos o servicios
S_r	Es el costo real de personal por una unidad de tiempo. Incluye todos los conceptos laborales
V_e	Variación de eficiencia de la MOD
V_s	Variación de salario de MOD
V_{MOD}	Variación de MOD

Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{CR}_{MOD} = H_r \times S_r \qquad (2.6)$$

$$V_e = (H_r - H_E)S_E \qquad (2.7)$$

$$V_s = (S_r - S_E)H_r \qquad (2.8)$$

$$V_{MOD} = V_e + V_s \qquad (2.9)$$

$$V_{MOD} = (H_r \times S_r) - (H_E \times S_E) \qquad (2.10)$$

La variación de eficiencia surge cuando las horas reales resultan diferentes a las horas permitidas por el estándar para el nivel de producción real. (Grupo Océano, 2002) Diversos factores pueden generar variaciones de eficiencia de MOD por ejemplo: mala calidad de los materiales, trabajadores inexpertos, estimación errónea de la producción, entre otros. Al igual que la variación de cantidad de los costos de adquisición, está variación aporta al tema de aplicación de buenas prácticas empresariales de acuerdo a las IFRS, pues cuando su resultado arroja un valor desfavorable, y su causa corresponde a mala supervisión, un ambiente de trabajo hostil o falta de materias primas a transformar, por citar algunos ejemplos, la variación indica un importe anormal de trabajo de la MOD y por ende no se debe cargar al inventario.

En el caso de la variación en tarifa de MOD muestra la diferencia entre los sueldos reales pagados a la mano de obra durante un periodo y los sueldos estándar por todas las horas trabajadas. (Barfield, Raiborn, & Kinney, 2005) Se pueden mencionar como posible causas que generan variación de salario: cambios inesperados de la remuneración de los trabajadores o remplazo de trabajadores en vacaciones o enfermos. En el tema relacionado con categorizar si es favorable o desfavorable, le aplica el mismo caso que la variación de precio de los costos de adquisición. Si el costo adicional pagado a la MOD se debió a un tiempo anormal de trabajo, entonces la variación de salario no debe inventariarse.

- **Variaciones de subcontratación**

Como se mencionó anteriormente, en la literatura no se referencia como se calcula el costo estándar de la subcontratación del proceso productivo, sucede lo mismo en relación a las variaciones de estos costos. Pero, debido a que el esquema que se emplea para calcular las variaciones de los costos de adquisición y el costo de transformación de mano de obra es el mismo para la subcontratación, no resulta descabellado proponer calcular las variaciones de este elemento bajo el mismo esquema: variación por un componente de cantidad y variación por un componente de precio, dónde ambas explican la variación global de la subcontratación.

Por lo tanto, en la Tabla 2-3 se presenta la nomenclatura de las variables que se utilizan para calcular las variaciones que se presentan en las ecuaciones 2.11 a la 2.15.

Tabla 2-3: Variables para el cálculo de las variaciones de subcontratación

Símbolo	Término
CR_{SUB}	Costo real de subcontratación para un nivel de producción
QS_r	Cantidad real de servicios subcontratados que se utilizó para la fabricación de una cantidad determinada de productos o servicios
PS_r	Es el precio real por una unidad de servicio tercerizado o subcontratado
V_{qs}	Variación de cantidad de los servicios tercerizados
V_{ps}	Variación de precio de los servicios tercerizados
V_{SUB}	Variación de la subcontratación

Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{CR}_{SUB} = QS_r \times PS_r \quad (2.11)$$

$$V_{qs} = (QS_r - QS_E)PS_E \quad (2.12)$$

$$V_{ps} = (PS_r - PS_E)QS_r \quad (2.13)$$

$$V_{SUB} = V_{ps} + V_{qs} \quad (2.14)$$

$$V_{SUB} = (QS_r \times PS_r) - (QS_E \times PS_E) \quad (2.15)$$

El tratamiento de las variaciones de cantidad y de precio de los servicios tercerizados o subcontratados del proceso productivo bajo las IFRS, siempre serán cargadas al inventario. En teoría, las variaciones de la subcontratación deberían ser poco significativas, pues cuando se negocia con un tercero la elaboración de cierta cantidad de producción, esto conlleva a que el tercero entrega a la empresa dicha cantidad por valor acordado en la negociación.

- **Variaciones de CIF medibles**

Este trabajo propone la variable CIF medibles en concordancia a la aplicación de buenas prácticas empresariales, y disminuir el impacto desventajoso que tiene la tasa

predeterminada[15]. Empleando el mismo esquema, se presenta a continuación la tabla que contiene la lista de variables para calcular las variaciones de CIF medibles ilustradas en las ecuaciones 2.16 a la 2.20.

Tabla 2-4: Variables para el cálculo de las variaciones de CIF medibles

Símbolo	Término
$\mathrm{CR}_{CIF\ M}$	Costo real de CIF medibles para un nivel de producción
QTY_r	Corresponde a la cantidad o tiempo real de cada CIF medible que se utilizó para la elaboración de una cantidad determinada de producción.
ts_r	Representa el costo real unitario del CIF medible
V_{qty}	Variación de cantidad de los CIF medibles
V_{ts}	Variación de precio de los CIF medibles
$V_{CIF\ M}$	Variación de los CIF medibles

Fuente: elaboración propia

$$\mathrm{CR}_{CIF\ M} = QTY_r \times ts_r \quad (2.16)$$

$$V_{qty} = (QTY_r - QTY_E)ts_E \quad (2.17)$$

$$V_{ts} = (ts_r - ts_E)QTY_r \quad (2.18)$$

$$V_{CIF\ M} = V_{ts} + V_{qty} \quad (2.19)$$

$$V_{CIF\ M} = (QTY_r \times ts_r) - (QTY_E \times ts_E) \quad (2.20)$$

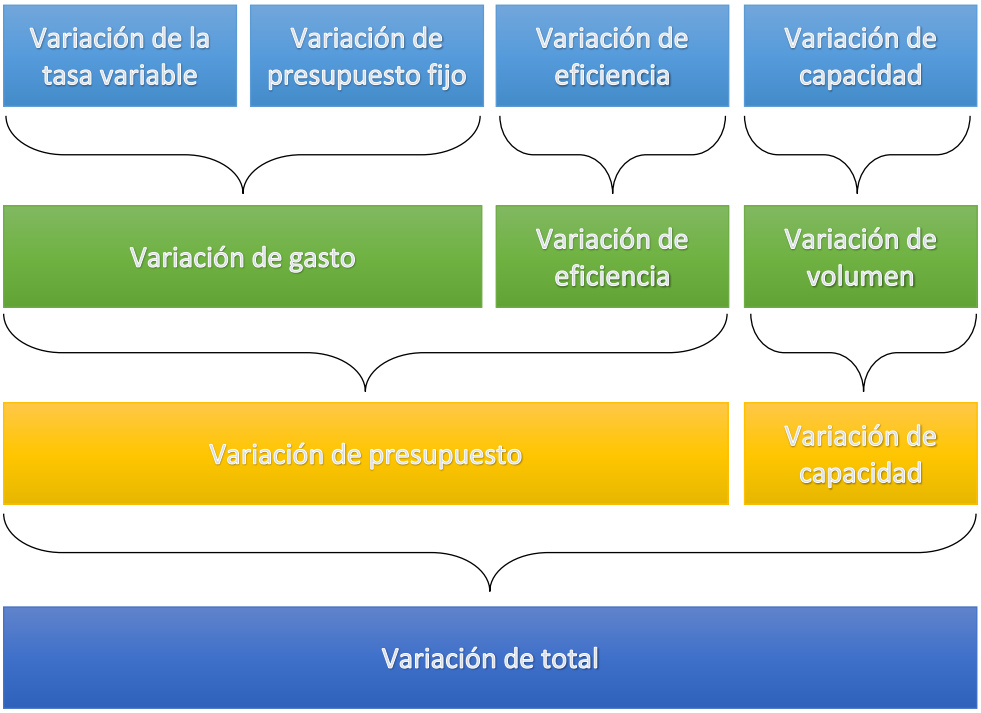
Si el CIF medible tiene un comportamiento fijo, la variación de cantidad ni la variación de precio serían indicadores para evaluar si tiene capacidad ociosa o no, se debería compara la cantidad real de uso del CIF con el nivel de capacidad normal de uso, si es mayor esta última hay costos ocioso del CIF medible, y el valor en dinero de esa diferencia no se debe inventariar. Si el CIF medible es variable, entonces el tratamiento de las variaciones bajo IFRS sería que se asignan todas al producto o servicio, independientemente que sea favorable o desfavorable.

- **Variaciones de CIF no medibles**

[15] La asignación de los costos indirectos empleando el mecanismo de la tasa predeterminada es tan cuestionada por la asignación de diversos CIF a todos los productos sin importar si realmente todos estos costos son consumidos por los productos (Cuervo, Osorio, & Duque, 2013)

El caso de los CIF no medibles, se encuentran diferentes niveles de variación como menciona Duque, Osorio y Agudelo (2012), que van desde una variación total que resulta de comparar los CIF realmente consumidos frente a los CIF aplicados a la producción, pasando por el método de dos variaciones que se compone de una variación de presupuesto y una variación de capacidad; el método de las tres variaciones que se compone de una variación de gasto, una variación de eficiencia y una variación de volumen y finalmente, el nivel de las cuatro variaciones en las cuales se separan claramente las variaciones relacionadas con los CIF fijos y los CIF variables así: variación en la tasa de CIF variables; variación de eficiencia de CIF variables, variación de presupuesto de CIF fijos y variación de capacidad de CIF fijos. Cada nivel es un mayor detalle para algunas variaciones del nivel anterior, así lo ilustra la Figura 2-1.

Figura 2-1: Niveles de las variaciones de los CIF no medibles



Fuente: elaboración propia

El segundo nivel es el método de las dos variaciones que consiste de una variación de presupuesto y una variación de volumen o capacidad. La variación de presupuesto indica la diferencia que existe entre los costos indirectos reales y las estimaciones

presupuestarias de lo que debería haberse gastado. La variación del presupuesto se relaciona esencialmente con los costos indirectos variables, puesto que los costos indirectos fijos normalmente no se apartan en una forma notable del presupuesto (Backer, Jacobsen, & Ramírez, 1983). Está variación se debe asignar al inventario, pues independiente si es favorable o desfavorable, no representan ninguno de los costos no inventariables tratados en el inciso 1.1.

La variación de volumen o capacidad se debe a una sobreutilización o subutilización de las instalaciones de la planta en comparación con el nivel presupuestario de operaciones. Está representada por la diferencia entre los costos indirectos de fabricación fijos presupuestados y los costos indirectos de fabricación fijos asignados a la producción. (Backer, Jacobsen, & Ramírez, 1983) Esta variación sólo se relaciona con los costos indirectos fijos, dado que estos representan los costos de adquirir una capacidad, y que no disminuye automáticamente si los recursos necesarios para producir en un período resultan inferiores a los recursos adquiridos. (Horngren, Datar, & Foster, 2007) Cuando está variación arroja un resultado desfavorable, es decir, los fijos presupuestados son mayores a los fijos asignados a la producción, indica que hay capacidad ociosa, y de acuerdo a las IFRS la capacidad ociosa es un costo no inventariable.

Bajo el análisis de los CIF con base en tres variaciones, otro nivel de variación, la variación del presupuesto del método anterior se divide en dos variaciones: variación de gasto y variación de eficiencia. La variación de volumen permanece igual. La variación de gasto representa la diferencia entre los costos indirectos reales incurridos y el presupuestado ajustado al nivel real. La variación de eficiencia es la diferencia entre la cantidad real de la base de asignación del costo utilizada (horas hombre, horas máquina, costo primo, unidades producidas, tiempo de fabricación, etc.) y la cantidad presupuestada de la base de asignación que debió haberse utilizado en la producción real, multiplicada por CIF variables presupuestados por unidad de la base de asignación del costo. (Horngren, Datar, & Foster, 2007). La variación de eficiencia y la variación de gasto se deberán asignar al inventario, pues su resultado no refleja alguno de los costos no inventariables que mencionan las IFRS.

Y finalmente está el método de las cuatro variaciones, donde se detallan dos variaciones relacionadas con los CIF no medibles variables y dos relacionadas con los fijos. Como se

ha mencionado algunas de estas variaciones son un mayor detalle, específicamente es el caso de la variación de gasto, que se descompone en la variación de la tasa variable y variación de presupuesto de CIF fijos, como lo ilustra la Figura 2-1. Para las otras dos variaciones, de eficiencia y de capacidad, permanecen sin modificación tal y como se describe a continuación:

- *Variación de la tasa variable*: la diferencia entre el costo indirecto no medible real variable por unidad de la base de actividad y el costo indirecto no medible estándar variable por unidad de la base de actividad, multiplicada por la cantidad real de la base de actividad. (Horngren, Datar, & Foster, 2007) Corresponde a la diferencia entre lo que realmente se invirtió en costos indirectos variables y lo que debió haberse consumido. (Jones, Werner, Terrell, & Terrell, 2001) Esta variación al igual que la variación de gasto, debe inventariarse de acuerdo a las IFRS.

- *Variación en la eficiencia de los CIF variables*: la diferencia entre la cantidad de la base de actividad real y la cantidad de la base de actividad permitida por el estándar para el nivel de producción real, multiplicada por la tasa estándar. Esta variación se basa en la eficiencia con se utiliza la base de actividad, es decir, compara el nivel de operación que se empleó para fabricar un lote de unidades con el nivel que debió utilizarse para ese mismo lote de unidades. (Horngren, Datar, & Foster, 2007) Esta variación es igual a la de eficiencia bajo el método de las tres variaciones.

- *Variación de presupuesto fijo*: la diferencia entre el desembolso real de los CIF fijos y el presupuesto. (Zapata, 2007) Corresponde a la comparación entre el total real de CIF no medibles fijos con los CIF no medibles presupuestados. A diferencia de otros costos de producción, los CIF fijos posiblemente se vean menos afectados por las decisiones rutinarias que toman a diario los gerentes y empleados, por consiguiente, está variación es ocasionada por un presupuesto deficiente. (Jones, Werner, Terrell, & Terrell, 2001) Esta variación al igual que la variación de gasto, debe inventariarse de acuerdo a las IFRS.

- *Variación en la capacidad de los CIF fijos*: son la cantidad presupuestada de la base de actividad menos la cantidad de la base de actividad permitida por el estándar para

el nivel de producción real, multiplicadas por la tasa estándar. (Zapata, 2007) Esta variación es igual a la variación de volumen del método de las tres variaciones, por lo tanto, cuando esta variación es desfavorable no se debe asignar a la producción.

Después de describir los cálculos de las variaciones de los CIF no medibles por cada uno de los métodos, a manera de resumen se presenta en la Tabla 2-5 las variables a considerar para los cálculos que se referencian en las ecuaciones 2.21 a la 2.33.

Tabla 2-5: Variables para el cálculo de las variaciones de CIF no medibles

Símbolo	Término
$\mathrm{CR}_{CIF\ N}$	Costo real de CIF no medibles para un nivel de producción
$\mathrm{CR}_{CIF\ Nf}$	Costo real de CIF no medibles fijos para un nivel de producción
$\mathrm{CR}_{CIF\ Nv}$	Costo real de CIF no medibles variables para un nivel de producción
FR	CIF no medibles fijos reales para un período
NOR	Es un nivel de actividad u operación real utilizado para producir un volumen de producción
$CIF\ N\ V_u$	CIF no medible variable unitario
$V_{CIF\ N}$	Variación de los CIF no medibles
V_C	Variación de capacidad o volumen
V_P	Variación de presupuesto de CIF no medible
V_g	Variación de gasto
V_{ef}	Variación de eficiencia
V_{tv}	Variación de la tasa variable
V_{FP}	Variación de presupuesto fijo

Fuente: elaboración propia

Ecuación asociada al método de una variación

$$V_{CIF\ N} = \mathrm{CR}_{CIF\ N} - \mathrm{CE}_{CIF\ N} \qquad (2.21)$$

Ecuaciones asociadas al método de las dos variaciones

$$V_C = (NOP - NOS) \times t_f \qquad (2.22)$$

$$V_P = \mathrm{CR}_{CIF\ N} - (FP + t_v \times NOS) \qquad (2.23)$$

$$V_{CIF\ N} = V_C + V_P \qquad (2.24)$$

Ecuaciones relacionadas al método de las tres variaciones

$$V_C = (NOP - NOS) \times t_f \quad (2.25)$$

$$V_{ef} = (NOR - NOS) \times t_v \quad (2.26)$$

$$V_g = \mathrm{CR}_{CIF\ N} - (FP + t_v \times NOR) \quad (2.27)$$

$$V_{CIF\ N} = V_C + V_{ef} + V_g \quad (2.28)$$

Ecuaciones referentes al método de las cuatro variaciones

$$V_C = (NOP - NOS) \times t_f \quad (2.29)$$

$$V_{ef} = (NOR - NOS) \times t_v \quad (2.30)$$

$$V_{tv} = (CIF\ N\ V_u - t_v) \times NOR \quad (2.31)$$

$$V_{FP} = FR - FP \quad (2.32)$$

$$V_{CIF\ N} = V_C + V_{ef} + V_{tv} + V_{FP} \quad (2.33)$$

A manera de resumen, entonces se presenta en la ecuación 2.34 cómo se determina la variación total de los costos de transformación.

$$\mathrm{V}_T = V_{MOD} + V_{SUB} + V_{CIF\ M} + V_{CIF\ N} \quad (2.34)$$

2.1.3 Variaciones de otros costos

Como se mencionó anteriormente, en la literatura no hay referencias sobre el tema de los otros costos, pues es un tema que introduce las IFRS. Si para determinar el dato estándar de estos costos, se hace en forma similar a los casos de los costos de adquisición o los costos directos de transformación, se puede entonces indicar que la variación de los otros costos se puede discriminar en un componente de cantidad y de precio. Si este costo es de poca representatividad, entonces sería suficiente para el análisis de variaciones calcular la diferencia entre su costo real y su costo estándar.

Los otros costos se pueden volver muy específicos, como el caso de los incurridos por elaboración de diseños a clientes específicos, o almacenamiento necesario en el proceso productivo, por lo tanto, es viable crear variaciones globales por cada concepto que conforme los otros costos.

Adicionalmente en la Tabla 2-6, se presenta un resumen sobre los casos donde las variaciones se deben inventariar, es decir, asignarse a los inventarios de productos en proceso, inventarios de productos terminados y a la producción vendida en el período.

Tabla 2-6: Variaciones entre el costo real y costo estándar

Costo	Elemento	Variación	Observación
Costo de adquisición	Materiales	Variación de cantidad, V_q	Si es desfavorable y la causa de la variación indica que es un desperdicio anormal, entonces no se inventarea
		Variación de precio, V_p	Siempre se inventarea
Costos de Transformación	Mano de obra directa	Variación de eficiencia, V_e	Si es desfavorable y la causa de la variación indica que hay un tiempo anormal de trabajo, entonces no se inventarea
		Variación de salario, V_s	Si es desfavorable y la causa de la variación indica que el costo adicional pagado se debió a un tiempo anormal de trabajo, entonces no se inventarea
	Subcontratación	Variación de cantidad, V_{qs}	Siempre se inventarea
		Variación de precio, V_{ps}	Siempre se inventarea
	Costos indirectos medibles	Variación de cantidad, V_{qty}	Para CIF medible variables siempre se inventarea, para los fijos se debe evaluar otras opciones
		Variación de precio, V_{ts}	
	Costos indirectos no medibles	Variación de eficiencia, V_{ef}	Siempre se inventarea

Costo	Elemento	Variación	Observación
		Variación de la tasa variables, V_{tv}	Siempre se inventarea
		Variación de capacidad, V_C	Si es desfavorable no se inventarea
		Variación de presupuesto fijo, V_{FP}	Siempre se inventarea
Otros Costos	Otros Costos	Variación global de otros costos	Siempre se inventarea

Fuente: elaboración propia.

2.2 La importancia de las variaciones

En la Tabla 2-7 se presenta los resultados de una investigación realizada por Sulaiman, Nik Ahmad y Alwi (2005), ellos detectaron que en las empresas encuestadas de Malasia, Japón y Reino la variación menos importante para fines de control tienen como conceso general la variación de gasto de los CIF.

Tabla 2-7: Grado de importancia de las variaciones

Variación	Japón (%)	Malasia (%)	Reino Unido (%)
Variación de precio, V_p	94	92	69
Variación de cantidad, V_q	82	93	66
Variación de salario, V_s	82	70	36
Variación de eficiencia, V_e	88	69	65
Variación de eficiencia, V_{ef}	59	71	32
Variación de capacidad, V_C	50	54	28
Variación de gasto, V_g	39	52	18

Fuente: Sulaiman, Nik Ahmad y Alwi (2005)

Para autores como De Zoysa y Kanthi (2007) indican que las variaciones generadas entre los costos estándar y los costos reales hacen efectos disfuncionales dentro de la organización como resultado un exceso de existencias, incremento en el costo, pérdida de oportunidades, disminución de la calidad, etc. Dan como ejemplo, la variación de precio de los costos de adquisición incentiva aumentos en las cantidades pedidas de las órdenes de compra con el fin de obtener precios más bajos, pero esto genera resultados como exceso de inventario, compras de materiales de baja calidad y demoras en las entregas. Estos resultados pueden generarse por una visión miope de las variaciones, para contrastar este tipo de efectos el área responsable del cálculo del costo en las organizaciones deberá incentivar una visión más holística al analizar las variaciones, pues una causa como material de mala calidad por comprar más barato repercute en variaciones desfavorables en cantidad, pues se usa más material de lo debido, también repercute en variaciones desfavorables de eficiencia del personal, pues esté tendrá que trabajar con más cuidado para no desperdiciar cantidades exageradas de material.

De acuerdo con Horngren (2007) las variaciones son utilizadas para evaluar desempeño, impulsar el aprendizaje organizacional y para hacer mejoras continuas. Para que el análisis de variaciones contribuya a lo anterior es importante tener en cuenta dos aspectos, el primero es que las variaciones no deben analizarse por separado, porque la causa de éstas en una parte de la cadena de valor de la organización puede ser el resultado de decisiones tomadas en otra parte de dicha cadena, y segundo, las variaciones pueden tener diversas causas y para hallarlas deben inspeccionarse.

2.3 Inspección de las variaciones

Inspeccionar las variaciones corresponde a detectar las causas que originan las variaciones, esto implica actividades que van desde llamadas telefónicas y correos electrónicos hasta análisis de ingeniería de los procesos de producción, actividades que pueden ser costosas y más aún en empresas donde se trabaja bajo un esquema de 200 o más órdenes de producción al mes, y cada orden se le puede calcular al menos las variaciones asociadas al componente de cantidad. Así que, cabe la pregunta ¿qué variaciones se deben examinar? Polimeni (1994) indica que se tienen dos enfoques que

determinan que variaciones se deben inspeccionar, el primero es un enfoque subjetivo donde la administración establece políticas como las siguientes:

- Basándose en el principio de administración por excepción[16], inquirir todas las variaciones desfavorables sin considerar su valor.

- Indagar las variaciones favorables o desfavorables que superen un valor determinado.
- Inspeccionar todas las variaciones favorables o desfavorables independientemente de su valor.

- Examinar las variaciones favorables o desfavorables que superen un porcentaje dado.

El segundo enfoque es más técnico pues utiliza herramientas matemáticas como los diagramas de control y la teoría de la decisión, y que se describirán en los siguientes incisos. Pero según Horngren (2007) una inspección de las variaciones detallada es una garantía sólo cuando los beneficios esperados como reducción de costos o la toma de mejores decisiones debido a información más precisa exceden los costos esperados de realizar dicha inspección.

Autores como Sulaiman, Nik y Alwi (2005) y Drury y Tayles (1994) indagaron para las empresas que analizaron en países como Japón, Reino Unido y Malasia cuales eran los métodos que empleaban para determinar que variaciones se examinaban, y lo resultados que arrojan que no utilizan un único método, pero tienen preferencias por usar los del enfoque subjetivo. Indican para el caso de no utilizar ningún método formal para determinar si una variación particular debe ser o no inspeccionada, un 75% en el Reino Unido, 56% en Japón y 44% en Malasia.

---

[16] Principio que establece que los ejecutivos de una empresa deben dedicar una atención pormenorizad a los aspectos excepcionales (poco usuales) que aparecen en las actividades periódicas (diaria, semanal, mensual,...), dejando el tiempo necesario para los aspectos de planeación. Es decir, deben concentrarse en los problemas o trabajos que merezcan atención y pasar por alto lo que se supone se desenvuelve bien, no olvidando la función de planeación. (Nel Correa, 2007)

Para el caso de examinar la variación cuando supera un porcentaje, los resultados son 71% en Japón, 64% en Malasia y 36% en el Reino Unido. El uso de gráficos de control es el menos popular, sólo el 31% de las empresas japonesas y el 24% de las empresas malayas informaron haber utilizado este método en particular. Las empresas de Reino Unido parecen no favorecer en absoluto la utilización de gráficos de control, pues un 3% reportó haber utilizado ésta técnica para determinar si una variación debe ser inspeccionada o no. (Sulaiman, Nik Ahmad, & Alwi, 2005) Badem, Ergin y Drury (2013) se basaron en la investigación de Sulaiman, Nik y Alwi (2005), realizaron el comparativo con las empresas de producción de automóviles de Turquía, estos datos se presentan en la Tabla 2-8, mostrando valores cercanos Turquía al Reino Unido.

Tabla 2-8: Métodos utilizados para inspeccionar las variaciones

Método	Turquía (%)	Malasia (%)	Reino Unido (%)
No usan un método formal	3	47	75
Se inspeccionan las que exceden un valor monetario	31	63	41
Se inspeccionan las que exceden un porcentaje	39	66	36
Usan gráficos de control u otros modelos estadísticos	27	26	3

Fuente: Badem y otros (2013), Sulaiman y otros (2005), y Drury y Tayles (1994)

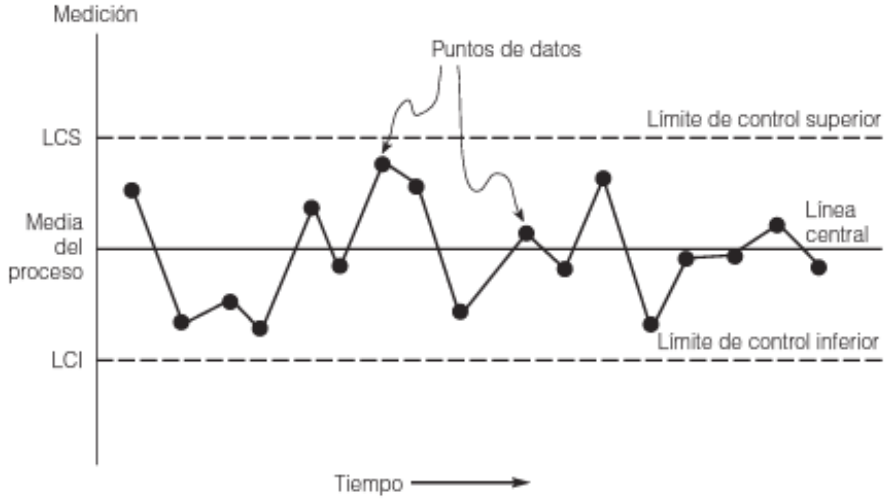
A lo largo de este trabajo, se ha documento que los costos estándar son importantes para el manejo de buenas prácticas empresariales, y que una de ellas está relacionada con detectar de los costos de producción cuáles se pueden inventariar y cuáles no, las variaciones hace parte de la herramienta que tiene los costos estándar para ello. Por lo tanto, aplicar los métodos del enfoque técnico para evaluar que variaciones inspeccionar permitirá de una forma más razonable de no asignar costos no inventariables ocultos como el caso de los costos de desperdicios anormales de materiales que pueden estar incorporados en los costos de adquisición. A continuación se presentan los dos métodos de enfoque técnico: control estadístico de la calidad y teoría de la decisión.

2.3.1 Herramienta para la inspección: diagramas de control

Un diagrama o gráfico de control es simplemente un gráfico de líneas cuyos datos se representan en el tiempo. El eje vertical representa un indicador, el eje horizontal es una escala de tiempo y una línea central (LC) que indica el promedio de los datos. A los diagramas de control deben agregarse dos líneas horizontales llamadas límites de control: el límite de control superior (LCS) y el límite de control inferior (LCI). (Evans & Lindsay, Administración y control de la calidad, 2014) La Figura 2-2 presente un ejemplo de la estructura de un gráfico de control.

El primer paso al elaborar un gráfico de control consiste en identificar el indicador por observar, que en este contexto, este indicador corresponderá a las variaciones explicadas en el inciso 2.1. En algunas situaciones se podrían medir las características para cada unidad de producción u orden de producción, pero en casos de altos volúmenes se utilizan muestras que proporcionan los datos para calcular los parámetros básicos estadísticos como la media, el rango o la desviación estándar.

Figura 2-2: Estructura de un diagrama de control



Fuente: Evans y Lindsay (2014)

La Asociación de Centros Promotores de la Excelencia de España (2001) indica que en el contexto de los diagramas de control, se dan dos clases de variación, la variación aleatoria (que es natural en el proceso tal y como se desarrolla habitualmente) y la no aleatoria (resultado de una causa atribuible específica). La primera es predecible (proceso bajo

control), sin embargo la segunda hace que el proceso se encuentre fuera de control. Un gráfico de control presenta la variación total en un proceso (aleatoria y no aleatoria) y se utiliza para monitorizar un proceso y mantenerlo dentro de su capacidad operativa, es decir, bajo control estadístico.

El análisis de los patrones en gráfico permiten concluir si el proceso está bajo condiciones de control, aquí es donde cobra importancia los límites de control pues facilitan la interpretación de los patrones en el gráfico. Si hay causas especiales el diagrama de control las indicará, y será posible emprender una acción correctiva con rapidez. (Evans & Lindsay, Administración y control de la calidad, 2014)

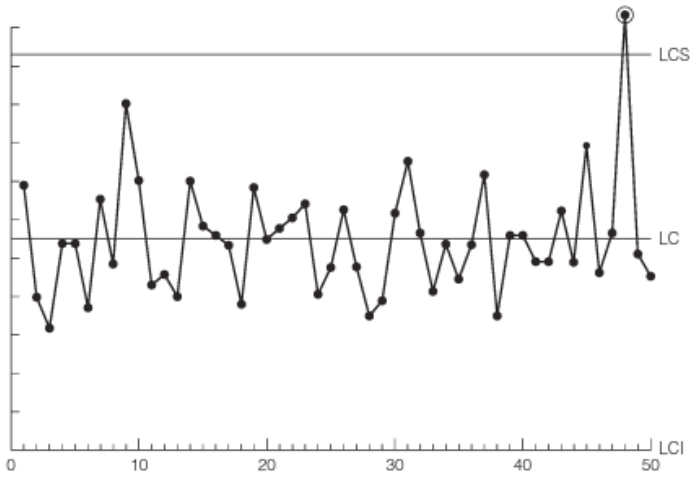
Cuando un proceso está en control estadístico los puntos en el diagrama fluctúan en forma aleatoria entre los límites de control sin patrones reconocibles. Evans y Lindsay, (2014) presentan en la siguiente lista un conjunto de reglas generales para examinar un diagrama de control a fin de establecer si el proceso está en control, bajo la premisa de la distribución de las medias o de los datos de la muestra tienen una distribución normal.

- No hay puntos fuera de los límites de control
- La cantidad de puntos por encima y por debajo de la línea central es aproximadamente la misma
- Los puntos al parecer caen aleatoriamente por encima y por debajo de la línea central
- La mayoría de los puntos, pero no todos, están cerca de la línea central y sólo algunos están cerca de los límites de control.

Ahora se describe a continuación los patrones que se pueden detectar en el diagrama de control y que reconocidos por la literatura para concluir que el proceso está por fuera de control: (Evans & Lindsay, 2014)

- **Un punto fuera de los límites de control:** un punto aislado fuera de los límites de control con frecuencia se produce por una causa especial. Las variaciones de costos que estén por fuera de los límites de control se deberán inspeccionar, dado que indica condiciones atípicas.

Figura 2-3: Ejemplo del patrón un punto fuera de los límites de control



Fuente: Evans y Lindsay (2014)

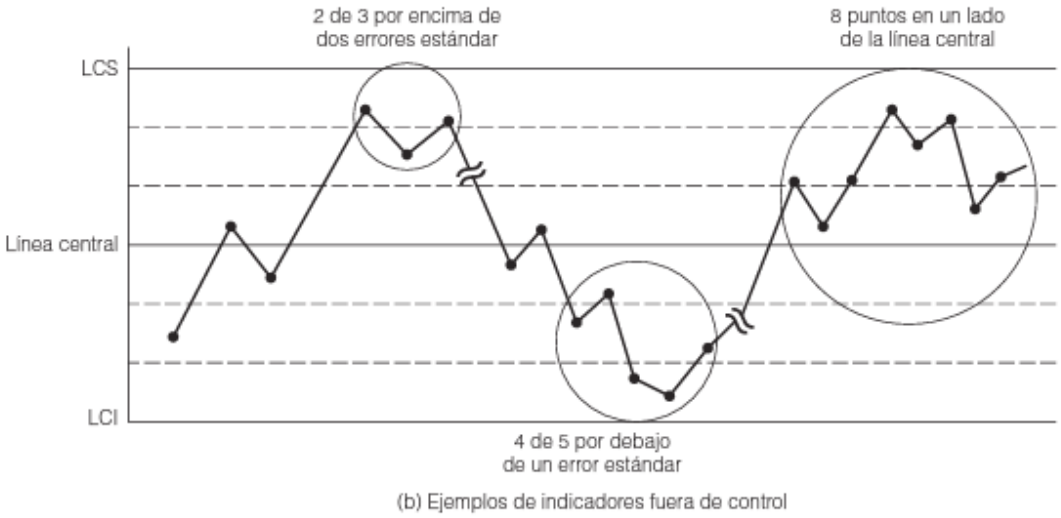
- **Cambio súbito en el promedio del proceso:** una cantidad poco común de puntos consecutivos que quedan de un lado de la línea central en general es un indicador de que el promedio del proceso ha cambiado en forma repentina. Este patrón podrían indicar que las variaciones se están dado porque no se ha actualizado el costo estándar a las nuevas condiciones de fabricación o de prestación de un servicio, pues la causa de este patrón está asociada modificaciones en el método de producción. Para la detección oportuna de los cambios en el proceso se utilizan tres reglas generales, que se ilustran en la Figura 2-4 y se describen a continuación:

  - ◊ Primero, si ocho puntos consecutivos quedan de un lado de la línea central, sería posible concluir que la media ha cambiado.

  - ◊ Segundo, se debe dividir en tres parte iguales la región entre la línea central y cada límite de control. Luego, si dos de tres puntos consecutivos quedan en la región del tercio externo entre la línea central y uno de los límites de control, el proceso presenta el patrón cambió súbito.

  - ◊ Tercero, con la misma división del inciso anterior, cuatro de cinco puntos consecutivos quedan dentro de la región de los dos tercios externos.

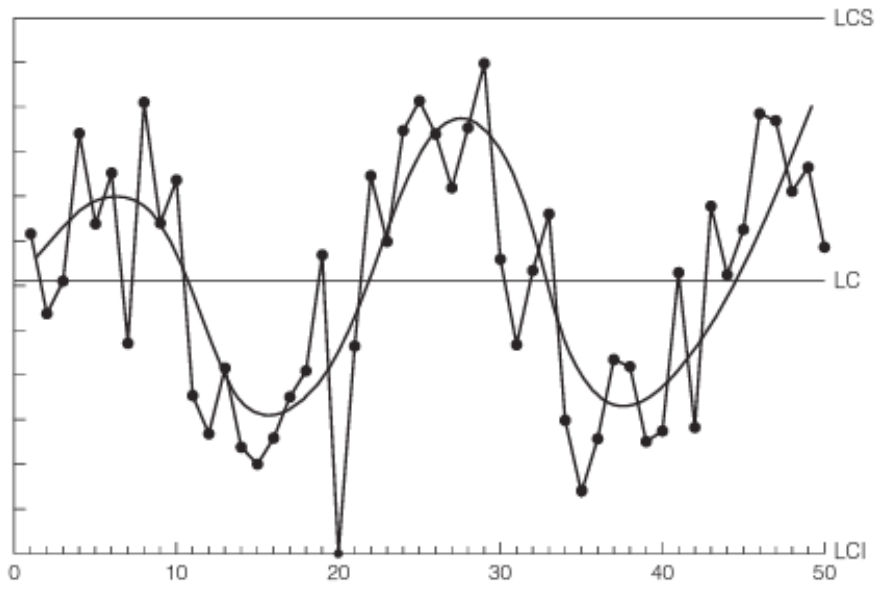
Figura 2-4: Ejemplo del patrón cambio súbito en el promedio del proceso



Fuente: Evans y Lindsay (2014)

- **Ciclos:** son patrones breves y repetidos en el diagrama que se alternan entre picos elevados y valles bajos. Estos patrones son resultado de causas especiales que vienen y van en forma regular. Pueden ser consecuencia de la rotación o fatiga del operario, efectos estacionales como temperatura o humedad, o diferencias entre los turnos de día y de noche. La Figura 2-5 muestra un ejemplo de esto. Las variaciones de costos que tenga este patrón deberán inspeccionarse.

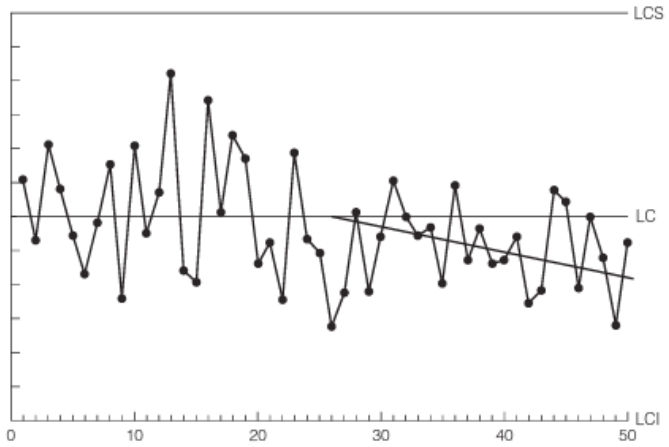
Figura 2-5: Ejemplo del patrón ciclos



Fuente: Evans y Lindsay (2014)

- **Tendencias:** una tendencia es resultado de alguna causa que afecta gradualmente la medición y hace que los puntos de un diagrama de control se muevan en forma ascendente o descendente en relación con la línea central. Puede ser causada por el mejoramiento de las habilidades del operario, desgate de las herramientas o cambios en la temperatura. La Figura 2-6 muestra un ejemplo de este patrón. Al igual que el caso anterior, las variaciones que muestren tendencia se deberán inspeccionar. Se evalúa con seis puntos consecutivos que aumenten o disminuyan de manera constante.

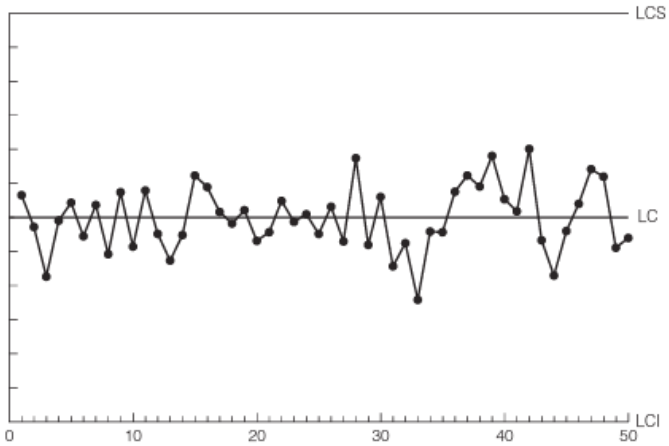
Figura 2-6: Ejemplo del patrón tendencia



Fuente: Evans y Lindsay (2014)

- **Apiñamiento en la línea central:** ocurre cuando casi todos los puntos quedan cerca de la línea central, como muestra la Figura 2-7. Una causa de este patrón es por cálculos equivocados de los límites de control, o porque la muestra comprende una mezcla de datos de procesos diferentes.

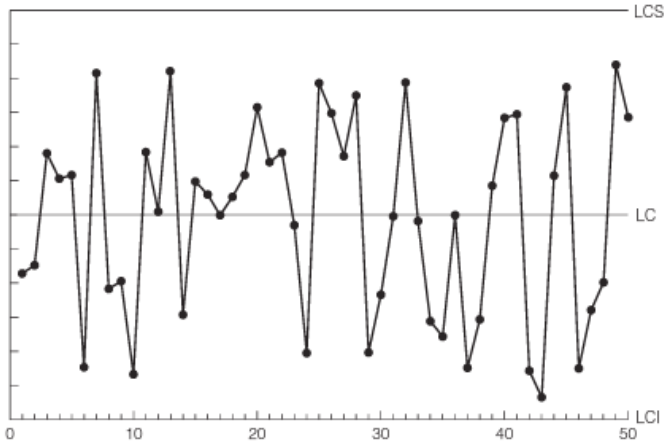
Figura 2-7: Ejemplo del patrón apiñamiento en la línea central



Fuente: Evans y Lindsay (2014)

- **Apiñamiento en los límites de control:** este patrón aparece cuando muchos puntos se encuentran cerca de los límites de control y pocos en el medio, como muestra la Figura 2-8. Puede ocurrir cuando todas las muestras que se toman provienen de diferentes procesos.

Figura 2-8: Ejemplo del patrón apiñamiento en los límites de control



Fuente: Evans y Lindsay (2014)

Por el significado que da la literatura sobre los dos últimos patrones, estos no orientan la necesidad de inspeccionar las variaciones que cumpla el patrón, pues indican es una falla en la realización del gráfico de control.

A continuación se describe los pasos necesarios para el desarrollo y utilización de las gráficas de control, de acuerdo a Evans y Lindsay, (2014) y Sangüesa, Mateo e Ilzarbe, (2006):

1. **Preparación:** seleccionar la variable o atributo que será medido, determinar la base, tamaño y frecuencia del muestreo.

2. **Recopilación de datos:** registrar los datos, calcular los valores estadísticos relevantes, promedios, rangos, proporciones, etc., y graficar estos valores estadísticos.

3. **Establecimiento de los límites de control de prueba:** trazar la línea central (promedio del proceso) en la gráfica, calcular y trazar en el diagrama los límites de control superior e inferior.

4. **Análisis del diagrama:** examinar la gráfica para detectar la falta de control, eliminar los puntos que están fuera de control y volver a calcular los límites de control, si es necesario.

5. **Uso como herramienta para solucionar problemas:** continuar con la recopilación de datos y su trazo en la gráfica, identificar las situaciones fuera de control y emprender acciones correctivas.

Los indicadores de control de calidad se dividen en dos categorías: atributo y variable. Un **atributo** es una característica del desempeño que está presente o ausente del producto o servicio por considerar, por lo tanto, los datos de atributos son discretos e indican si la característica es conforme. Por lo general, los indicadores del atributo se expresan como proporciones o tasas. La segunda categoría se conoce como **variable**, los datos de las variables son continuos, por ejemplo la longitud o el peso. Por lo general, los indicadores de la variable se expresan con valores estadísticos como promedios y desviaciones estándar. (Evans & Lindsay, 2014) Según el contexto de este trabajo, los diagramas de control a construir sería para la categoría variable, dado que el valor que asumen las variaciones son datos continuos, por lo tanto, se presenta a continuación las ecuaciones a considerar para calcular los límites de control y realizar los diagramas de esta categoría.

Los diagramas que se utilizan de manera común para los datos variables son el diagrama de medias $\overline{x}$ y el diagrama de desviación estándar s.[17] El primero se utiliza para dar seguimiento al promedio del proceso y el segundo para dar seguimiento a la variabilidad. (Besterfield, 2009)

El primer paso para desarrollar diagramas $\overline{x}$ y s es reunir k muestras durante un período, cada una de tamaño n. Por lo común, se reúnen aproximadamente entre 25 a 30 muestras, y en general el tamaño de cada muestra entre 3 y 10, siendo más común 5 (Evans & Lindsay, 2014). Para cada muestra i se calcula la media y se denota como $\overline{x}_i$ y la

[17] En la teoría del control estadístico de la calidad se tiene como diagramas comunes el de medias y el de rango R. Pero la teoría recomienda reemplazar el de rango por el de desviación estándar para tamaños de muestras grandes, debido a que es un indicador más sensible y mejor de la variabilidad de un proceso. (Besterfield, 2009)

desviación estándar $\overline{s}_i$. Estos valores se trazan después en sus diagramas de control respectivos. Luego se realiza los cálculos de la media general y desviación estándar promedio, que corresponden a los valores de la línea central de los diagramas $\overline{x}$ y s, respectivamente. La media general se denota como $\overline{\overline{x}}$ y se calcula así: $\overline{\overline{\mathrm{x}}}$

$$\overline{\overline{x}} = \frac{\sum \overline{x}_i}{k} \qquad (2.35)$$

La desviación estándar promedio se denota como $\overline{\overline{s}}$, se calcula de forma similar a la media general, como se presenta en la ecuación 2.36

$$\overline{\overline{s}} = \frac{\sum \overline{s}_i}{k} \qquad (2.36)$$

La media general y la desviación estándar promedio se usan para calcular los límites de control superior e inferior (LCS y LCI) en los diagramas en que se aplican las ecuaciones 2.37 y 2.38 para las desviaciones y las ecuaciones 2.39 y 2.40 para las medias:

$$LCI_s = B_3 \times \overline{s} \qquad (2.37)$$

$$LCS_s = B_4 \times \overline{s} \qquad (2.38)$$

$$LCI_{\overline{x}} = \overline{\overline{x}} - A_3\overline{s} \qquad (2.39)$$

$$LCS_{\overline{x}} = \overline{\overline{x}} + A_3\overline{s} \qquad (2.40)$$

Las constantes B_3, B_4 y A_3 dependen del tamaño de la muestra n y se encuentran en la tabla de los factores para los diagramas de control, que la mayoría de los libros de control estadístico de la calidad las contiene en sus apéndices. En el anexo B de este trabajo se documenta dicha tabla para consultar hasta tamaño de 25 muestras n.

Una vez obtenida la gráfica, se de proceder a verificar la existencia de los patrones documentados, con el fin de seleccionar las variaciones a inspeccionar. Bajo el control estadístico de procesos, la utilización de los diagramas de control continúa con otros pasos como el cálculo de la capacidad del proceso, modificación de los límites de control y seguimiento al proceso, pero bajo el contexto de este trabajo de investigación, se adapta la teoría de los diagramas de control como herramienta estadística para determinar que

variaciones se seleccionan para inspeccionar las causas que la generaron, y esto se cumple con la realización de la gráfica, el cálculo de los límites de control y el análisis de los patrones. Por lo tanto, no se documenta esos otros pasos mencionados que deben realizarse cuando se aplica diagramas de control en las circunstancias tradicionales.

2.3.2 Herramienta teoría de la decisión

La teoría de la decisión se ocupa de analizar cómo elige una persona aquella acción que, de entre un conjunto de acciones posibles, le conduce al mejor resultado dadas sus preferencias. La teoría de la decisión aborda la naturaleza formal de las decisiones individuales y analiza criterios diversos de decisión a tenor del contexto informativo en que se desenvuelva el individuo. (Aguiar, 2004)

El uso de la teoría de la decisión en el contexto de la inspección de variaciones se restringirá a la determinación de un costo promedio ponderado de la alternativa “inspeccionar la variación” y “no inspeccionar la variación”. Un costo promedio ponderado se calcula ponderando el costo de posibles resultados de cada alternativa por sus correspondientes probabilidades de ocurrencia. Con un ejemplo ilustrado por Polimeni y otros (1994), se explicará a continuación la aplicación de la teoría de la decisión para seleccionar la variación a inspeccionar.

La compañía A analiza sus variaciones sobre un valor mensual. A la gerencia le agradaría determinar la mejor alternativa por seguir en vista de que en junio ocurrió una variación desfavorable de $4.400.000. El costo total de inspeccionar la variación para propósitos de identificar la causa exacta se estima en $8.800.000, que incluye como único elemento fundamental un costo neto para la producción y las ventas pasadas mientras el proceso de manufactura se suspende temporalmente.

Si se toma la experiencia como guía, una variación desfavorable de esta naturaleza se autocorregirá en el 25% de las ocasiones y, por tanto, no necesita intervención alguna de la gerencia; el 75% de las ocasiones una variación desfavorable de esta naturaleza continuará constante en $4.400.000 por mes hasta el fin del año calendario (cuando el

proceso de manufactura es rutinariamente reacondicionado) a menos que la causa se identifique y se corrija a un costo estimado de $13.200.000. De esta manera la gerencia se enfrenta con dos alternativas: no inspeccionar la variación e inspeccionar la variación; la decisión óptima será la menos costosa de los dos cursos alternativos de acción.

Tabla 2-9: Evaluación de la alternativa “no investigar la variación”

Resultados Posibles (1)	**Probabilidad de Ocurrencia (2)**	**Costo de cada Resultado Posible (3)**	**Costo Promedio Ponderado (4) = (2) * (3)**
Causa de la variación no identificada pero la variación se autocorrige	25%	0	0
Causa de la variación no identificada y la variación continúa	75%	26.400.000	19.800.000
	100%		19.800.000

Fuente: elaboración propia a partir de Polimeni y otros (1994)

En la Tabla 2-9 se evalúa la alternativa de “no inspeccionar la variación”. El costo de cada uno de los dos posibles resultados es cero si la variación se autocorrige y 26,4 millones si continúa durante 6 meses (de julio a diciembre) a $4.400.000 cada mes. Para encontrar el costo promedio ponderado de todos los posibles resultados (columna 4 de la Tabla 2-8), se ponderan los costos de la columna 3 por las probabilidades de ocurrencia (columna 2). El costo promedio para la alternativa de “no inspeccionar la variación” es de $19.800.000.

Tabla 2-10: Evaluación de la alternativa “investigar la variación”

Resultados Posibles (1)	**Probabilidad de Ocurrencia (2)**	**Costo de cada Resultado Posible (3)**	**Costo Promedio Ponderado (4) = (2) * (3)**
Causa de la variación no identificada pero la variación se autocorrige	25%	8.800.000	2.200.000
Causa de la variación no identificada y la variación continúa	75%	22.000.000	16.500.000
	100%		18.700.000

Fuente: elaboración propia a partir de Polimeni y otros (1994)

Ahora en la Tabla 2-10 se evalúa la alternativa “inspeccionar la variación”. El costo de cada uno de los dos posibles resultados es de $8.800.000 si la variación se autocorrige y de $22.000.000 si se corrige ($8.800.000 por el costo de inspección + $13.200.000 de costo de corrección). Para encontrar el costo promedio ponderado de los resultados posibles, se ponderan los costos de la columna 3 por las probabilidades de ocurrencia de la columna 2. El costo promedio para la alternativa de “inspeccionar la variación” es de $18.700.000.

Cuando el costo promedio ponderado de la alternativa de “no inspeccionar la variación” se compara con el costo promedio ponderado de la alternativa de “inspeccionar la variación”, la toma de decisiones racionales exige que la gerencia seleccione la de menor costo de las dos alternativas.

Con relación al ejemplo descrito por Polimeni y otros (1994) sobre la aplicación de la teoría de la decisión para seleccionar si la variación se inspecciona o no presenta las siguientes limitantes:

- Se requiere análisis detallados para determinar, así sea por experiencia, cuáles son las probabilidades de ocurrencia de la variación y si estas se autocorrigen. De acuerdo a lo documento en este trabajo, no se puede garantizar que por ejemplo la variación desfavorable de cantidad de los costos de adquisición siempre ocurra por la misma causa y por los mismos valores, por lo tanto, se requiere documentación histórica que avale o refute la afirmación.

- Un interés de este trabajo es aportar herramientas para seleccionar las variaciones a inspeccionar, por la dificultad que se tienen en las empresas de realizar análisis de variaciones con el volumen de órdenes de producción que se manejan. Aplicando la teoría de la decisión frente a un volumen alto de órdenes sería impráctico, pues requiere del análisis de variación por variación para determinar si se inspecciona o no. Sería mejor un complemento a la aplicación de los diagramas de control, en función, de evaluar el costo versus el beneficio de inspeccionar la variación seleccionada por los gráficos de control.

- Varias empresas tienen dificultad para medir los costos de su producción, y de estos cuáles son inventariables y cuáles no. Bajo este esquema sería poco probable que una compañía pueda valorar de forma razonable cuál es el costo de inspeccionar una variación, pues si aún no tiene el costo de producto menos tendrá el costo de inspeccionar.

3. Aplicación de la Metodología y Análisis de Resultados

3.1 Aspectos metodológicos

Dado que el interés es obtener una percepción completa de la importancia de los costos estándar para propósitos empresariales, como analizar las características básicas y la gestión que permite el análisis e inspección de las variaciones en el objeto de estudio, el enfoque de la investigación es cualitativo y el tipo de investigación, de acuerdo con las clasificaciones que realiza el módulo 2 de la serie Aprender a Investigar (ICFES, 1999), es estudio de caso.

Se ejecutaron las siguientes etapas en el proceso investigativo para obtener los análisis y las evidencias que se muestran en los incisos siguientes, de tal forma que se contrasta con el marco teórico y permita alcanzar los objetivos trazados:

- *Diseño de la investigación*: aquí se planeó todos los aspectos relacionados con la recogida, procesamiento y análisis de los datos obtenidos.

- *Obtención de las evidencias*: en esta etapa se utilizaron múltiples fuentes de información para recoger los datos a analizar, que de acuerdo con autores como Ayuso y Ripoll (2005) y Castro (2010) es necesario la aplicación de varias fuentes para poder obtener la visión holística de la unidad de análisis.

    - ◊ se revisaron los documentos que permitieran obtener conocimiento general de la compañía y el procedimiento que utiliza para el cálculo de los costos estándar y las variaciones.

- ◊ se aplicaron entrevistas donde se obtuvo información más detallada y se realizan precisiones para la suministro de los datos a analizar. Con las entrevistas se verificaron las metodologías que utilizaron en la empresa para el cálculo de los costos estándar.
- ◊ La observación directa fue otra fuente de información empleada como las visitas a la planta de producción, evaluación de la parametrización de los costos estándar en el sistema ERP de la empresa y conversaciones informales sobre los procesos de producción, manejo de las órdenes de producción y registros de tiempos del personal y las máquinas.

- *Construcción de la base de datos:* con los datos suministrados y ordenados en tablas, como por ejemplo, consumos reales de materiales, tiempos de producción del personal y las máquinas, fichas técnicas, listado de referencias, informes de costos de producción, entre otros, se construyeron las bases de datos que contienen la información de las variaciones de los costos de adquisición y de transformación por orden de producción para el período objeto de análisis.[18] En esta etapa también se realizaron los diagramas de control para las variaciones.

- *Análisis de resultados:* se evalúan los resultados de los diagramas de control como herramienta para detectar las variaciones a inspeccionar, identificar la causa de la variación y determinar si su valor se puede inventariar. Igualmente se evalúa la condición de la empresa con relación a lo que la teoría general de costos y las buenas prácticas determinan sobre los costos estándar.

3.1.1 Criterios de calidad de la investigación

Es necesario tener en cuenta cuáles son los requisitos a cumplir para que el uso de una metodología determinada sea adecuado a las condiciones existentes y se realice cumpliendo los criterios que garantizan la calidad de cualquier tipo de investigación. (Ayuso & Ripoll, 2005) En la Tabla 3-1 se muestran los procedimientos que utilizados en la

[18] El período de análisis fueron cinco meses de noviembre de 2014 a marzo de 2015

investigación con el fin de garantizar los criterios básicos de calidad propuestos por Yin. (1994)

Tabla 3-1: Criterios de calidad de la investigación

Criterio de Calidad	Táctica Empleada	Etapa de la Investigación
Consistencia interna (credibilidad)	▪ Definiciones en el marco teórico de los aspectos analizados ▪ Usar múltiples fuentes de evidencias	Obtención de evidencias
Validez interna (coherencia de las relaciones establecidas)	▪ Construcción de explicaciones ▪ Utilización de los modelos para el cálculo de las variaciones	Análisis de resultados
Validez externa (transferibilidad)	▪ Contrastar la teoría en el estudio de caso	Diseño de la investigación
Confiabilidad	▪ Seguimiento a los resultados ▪ Desarrollar una base de datos de estudio	Diseño de la investigación y obtención de evidencias

Fuente: elaboración propia de Yin (1994)

3.1.2 Información del estudio de caso

La empresa objeto del estudio de caso está dedicada la fabricación de sacos de papel. El saco de papel es un envase fabricado a partir de una o más capas tubulares planas de papel cerrado al menos por uno de sus extremos y eventualmente combinado con otros materiales flexibles. La empresa tiene su administración y planta de producción en el municipio de Girardota (Antioquia), a 20 km de Medellín, donde ha operado ininterrumpidamente desde su constitución en 1972. Por solicitud de la empresa en relación al uso prudente, la reserva y buen manejo de la información, este trabajo no manifiesta la identidad en forma directa de la empresa. Lógicamente la compañía seleccionada utiliza costos estándar.

La empresa maneja cinco etapas en el proceso productivo. El primero corresponde a la **impresión**, esta etapa sólo aplica para 4 productos de los 95 que se producen, y es donde se imprime en el papel que conforma el saco los aspectos asociados a la imagen

corporativa del cliente como el logotipo. Los principales recursos empleados en esta etapa son la máquina impresora, un operario y las materias primas utilizadas corresponden al papel sin impresión y las tintas.

El siguiente proceso es el **tubulado**, que para los productos donde el papel ya viene impreso con la imagen corporativa sería el primer proceso productivo. Aquí se arma tubos de papel con el material principal, por lo tanto, se utilizan como recursos: las dos máquinas tubuladoras, la mano de obra está compuesta por tripulación de tres personas conformada por operario, alimentador y ayudante, y se emplean como materiales papel y gomas o adhesivos.

El tercer proceso corresponde al **fondeo y pegado**, aquí se realizan las actividades de cortar los tubos de papel y formar el saco papel. En este proceso la empresa también dispone de dos máquinas denominadas fondeadoras, la tripulación está compuesta por cuatro personas: operario, alimentador y dos ayudantes. En relación a materias primas se consumen de nuevo las gomas y refuerzos de papel denominados fajas de válvula.

El cuarto proceso se denomina **compactado**, aquí se apiñan o aprietan los sacos de papel y se realizan algunos acabados como colocar las tapas o los zunchos para los sacos que llevan válvula. Como máquina se utiliza la compactadora y de personal un ayudante de producción.

Y la última etapa del proceso productivo es el **secado**, que simplemente corresponde a dejar reposar el producto en el almacén al menos un día antes de despacharse al cliente.

3.1.3 Trabajo de campo y bases de datos analizadas

Es importante mencionar que dentro de la información analizada se construyeron las siguientes bases de datos:

- **Listado de las referencias**. Se tiene una base de datos de 95 referencias o productos que fábrica la empresa, agrupados en dos líneas de producción: cementeros y no cementeros. 26 referencias hacen parte de la línea de cementeros que están

asociados a clientes que producen cementos. 69 productos conforman la línea de no cementeros que están asociados a diversidad de clientes que hacen parte del sector de los lácteos, chocolates, pinturas, fármacos, entre otros.

- **Fichas técnicas**. Son las hojas de costos estándar de cada una de las 95 referencias, dónde se específica la cantidad que se requiere de materiales, mano de obra y CIF no medibles para producir 1.000 unidades por producto. La empresa no presenta CIF medibles ni subcontratación en su proceso de producción. La base de actividad que utiliza la empresa para la asignación de los CIF no medibles corresponde a las horas hombre. Se hace la aclaración que en el proceso de producción el tiempo máquina y las horas hombre son casi iguales, pues el funcionamiento de la maquinaria está directamente ligada al operario.

- **Unidades presupuestadas de producción**. Para cada uno de los cinco meses analizados la empresa suministró el presupuesto de producción por referencia. Sólo se entregó el presupuesto de 47 referencias de las 95.

- **Listado de materiales**. La empresa tiene una base de datos de materiales compuesta por 66 ítems, que se agrupan en 14 tipos de papel, 5 películas de plásticos, 12 clases fajas, 21 variedades de tintas, 8 tipos de gomas o adhesivos y 6 clases material de empaque.

- El área de costos suministró la información de la **tasa variable** y **tasa fija de los CIF no medibles**, mostraron evidencia de la aplicación de los mínimos cuadrados para determinar la parte fija y variable de los CIF, evidenciando como pruebas estadísticas del modelo generado por el análisis de regresión el resultado de los coeficientes de correlación y determinación de 0,87 y 76,79% respectivamente. De acuerdo con la literatura estos coeficientes tienen buenos valores que permiten confiar en el modelo generado. La deficiencia de este análisis es que se realizó sobre el total de CIF y no sobre cada concepto que conforma este tipo de costo de transformación.

- **Informe de consumos reales de materias primas**. La empresa suministró una muestra por cada uno de los cinco meses sobre el consumo de cada una de las materias primas por orden de producción. Aquí se aplicó un muestro no probabilístico

a juicio del personal experto en la compañía en el manejo de las compras de materias primas. El ERP que utiliza la empresa no permite generar un informe global con todas las órdenes de producción y sus consumos de materiales, sino que se debe consultar orden por orden los consumos, por lo tanto, el empleado encargado de esta información suministró al investigador una muestra a su juicio obteniendo los resultados reflejados en la Tabla 3-2.

Tabla 3-2: Información del muestreo no probabilístico para materiales

Período	Cantidad de Órdenes de Producción	Cantidad de MP Analizadas
Noviembre de 2014	45	31
Diciembre de 2014	47	44
Enero de 2015	46	35
Febrero de 2015	46	26
Marzo de 2015	56	37

Fuente: elaboración propia

- **Reporte de tiempos reales por orden de producción.** La maquinaria de la empresa almacena en su propio software las estadísticas de tiempo reales de fabricación utilizados por lotes de producción de cada una de las órdenes de fabricación. En términos generales, este reporte presenta dos o tres lotes por orden de producción. En la Tabla 3-3 está la muestra de los lotes de producción suministrados para la investigación. En la misma tabla se presenta el número de órdenes de fabricación que contienen dichos lotes.

Tabla 3-3: Información de la población de órdenes de producción

Período	Número de lotes de producción	Número de Órdenes de Producción
Noviembre de 2014	56	29
Diciembre de 2014	51	26
Enero de 2015	53	25
Febrero de 2015	50	19
Marzo de 2015	58	27

Fuente: elaboración propia

- **Datos de costos reales.** La administración de la empresa suministró los costos reales para los meses del período de análisis de los cada uno de materiales, para la mano de obra y los CIF no medibles. Es importante aclarar que los datos suministrados de

mano de obra es el costo por minuto de los operarios de la planta sin discriminar si corresponde al cargo de operario, ayudante o alimentador. Igualmente con los CIF medibles, se suministró el dato general para la planta y no por centro de costos, debido a que el sistema contable no registra los costos reales por departamento.

- **Variaciones por orden de producción.** Con la información de las anteriores bases de datos se calculó para las órdenes de producción suministradas las variaciones que muestra la Tabla 3-4. Es importante mencionar que se validaron estos cálculos con lo reportado en los informes de costos para dichas órdenes de producción.

Tabla 3-4: Variaciones calculadas por la empresa

Costo	Elemento	Variación
Costo de adquisición	Materiales	Variación de cantidad, V_q
		Variación de precio, V_p
Costos de Transformación	Mano de obra directa	Variación de eficiencia, V_e
		Variación de salario, V_s
	Costos indirectos no medibles	Variación de eficiencia, V_{ef}
		Variación de la tasa variables, V_{tv}
		Variación de capacidad, V_C
		Variación de presupuesto fijo, V_{FP}

Fuente: elaboración propia.

- **Diagramas de control.** Con la información de las variaciones calculadas y validadas en el sistema de información de la empresa, se construyeron los diagramas de control con el fin de utilizar está herramienta para seleccionar las variaciones a inspeccionar. Esta herramienta no es utilizada por la empresa objeto de estudio.

3.2 Análisis de resultados

En primera instancia se muestra el resultado general de las variaciones en los períodos analizados se presentan en las tablas 3-5 y 3-6. Recuerde que los valores negativos hacen alusión a variaciones favorables.

Tabla 3-5: Resultados globales de las variaciones de los costos de adquisición

Concepto	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15
Costo estándar de adquisición	1.439.926.831	1.999.043.647	2.291.616.038	2.141.220.630	2.289.637.365
Costo real de adquisición	1.312.844.177	1.830.776.176	1.678.536.544	2.079.292.518	2.268.153.627
Variación de precio	-67.727	-1.417.729	544.498	-139.937	3.102.617
Variación de cantidad	-127.014.927	-166.849.742	-613.623.992	-61.788.175	-24.586.355
Variación costo de adquisición	-127.082.654	-168.267.471	-613.079.494	-61.928.112	-21.483.738
Participación V_A sobre el costo real	**-9,7%**	**-9,2%**	**-36,5%**	**-3,0%**	**-0,9%**

Fuente: elaboración propia

Tabla 3-6: Resultados globales de las variaciones de los costos de transformación

Concepto	nov-14	dic-14	ene-15	feb-15	mar-15
Costo estándar de MOD	119.438.654	137.055.117	152.548.192	164.152.366	171.671.982
Costo real de MOD	138.946.026	169.489.233	154.439.637	139.356.662	141.053.441
Variación de salario	15.672.394	31.471.931	2.254.317	-18.517.580	-32.441.265
Variación de eficiencia de MOD	3.834.979	962.186	-362.872	-6.278.125	1.822.724
Variación de MOD	19.507.372	32.434.116	1.891.445	-24.795.704	-30.618.541
Participación V_{MOD} sobre el costo real de MOD	**14,0%**	**19,1%**	**1,2%**	**-17,8%**	**-21,7%**
Costo estándar de CIF no medible	173.257.774	205.900.441	226.810.731	243.033.610	251.619.789
Costo real de CIF no medible	317.521.748	214.313.739	235.971.859	254.085.955	253.397.649
Variación de eficiencia de CIF no medible	2.797.904	701.987	-264.742	-4.580.362	1.329.814
Variación de capacidad de CIF no medible	42.183.269	22.393.132	12.786.201	5.029.436	1.929.380
Variación de gasto de CIF no medible	99.282.801	-14.681.820	-3.360.330	10.603.271	-1.481.334
Variación de CIF no medible	144.263.974	8.413.298	9.161.128	11.052.345	1.777.860
Participación $V_{CIF\ N}$ sobre el costo real de CIF no medible	**45,4%**	**3,9%**	**3,9%**	**4,3%**	**0,7%**
Costo estándar de transformación	292.696.428	342.955.558	379.358.923	407.185.976	423.291.771
Costo real de transformación	456.467.774	383.802.972	390.411.496	393.442.617	394.451.090
Variación de costos de transformación	163.771.346	40.847.414	11.052.573	-13.743.359	-28.840.681
Participación V_T sobre el costo real de transformación	**35,88%**	**10,64%**	**2,83%**	**-3,49%**	**-7,31%**

Fuente: elaboración propia

A partir de los resultados mostrados en la Tabla 3-6, y contextualizando según lo analizado en los capítulos 1 y 2, independiente de la inspección que se realice a la variación que se escoja según los diagramas de control, se pueden tomar decisiones de algunas variaciones si se van a cargar o no al inventario. Durante los cinco meses la variación de capacidad de los CIF no medibles arrojó valores desfavorables, eso indica, que la empresa no aprovechó su infraestructura para producir lo determinado por la capacidad normal, es decir, que eso refleja el costo ocioso por no utilizar toda su capacidad. Para el caso de las variaciones de precio de los costos de adquisición y de eficiencia de los CIF no medibles, independiente de si fue favorable o desfavorable, estos valores se deben cargar al inventario.

Lo anterior no indica que no se aplique los gráficos de control a las variaciones de capacidad, eficiencia de CIF y de precio, pues inspeccionarlas y determinar las causas contribuye a realizar mejoras en el proceso de producción que minimice los costos que generan estas variaciones.

Al observar el comportamiento de las variaciones de manera general en las tablas anteriores se presentan en algunos casos de volatilidades. Por ejemplo, en el mes de enero la variación de los costos de adquisición creció fuertemente en relación con los períodos pasados, aunque la variación continúa con un comportamiento favorable es preocupante su crecimiento. Con la aplicación de la herramienta de los diagramas de control se detectará cuáles ordenes de producción se deberán inspeccionar para identificar la causa de la variación.

Por lo tanto, en el siguiente apartado se presentan algunos diagramas de control calculados con sus análisis de patrones. Se informa que el tamaño de las muestras utilizadas para la elaboración de los gráficos se utilizó el recomendado por la literatura $k = 25$ para todos los casos. Asimismo, el tamaño de cada una de las muestras se manejó entre el rango recomendado de 2 a 10 datos por muestra. (Evans & Lindsay, 2014)

Se utilizó como herramienta informática el aplicativo Statgraphics para la realización de los diagramas. La herramienta maneja la teoría expuesta por Polimeni y otros (1994), que en la práctica los límites de control se fijan a tres desviaciones estándares por encima del promedio para LCS y tres desviaciones estándares por debajo del promedio para el LCI.

Con tales límites de control, las variaciones que están dentro del intervalo se deben a factores ocasionales el 99.7% de las veces que no requieren la intervención de la gerencia.

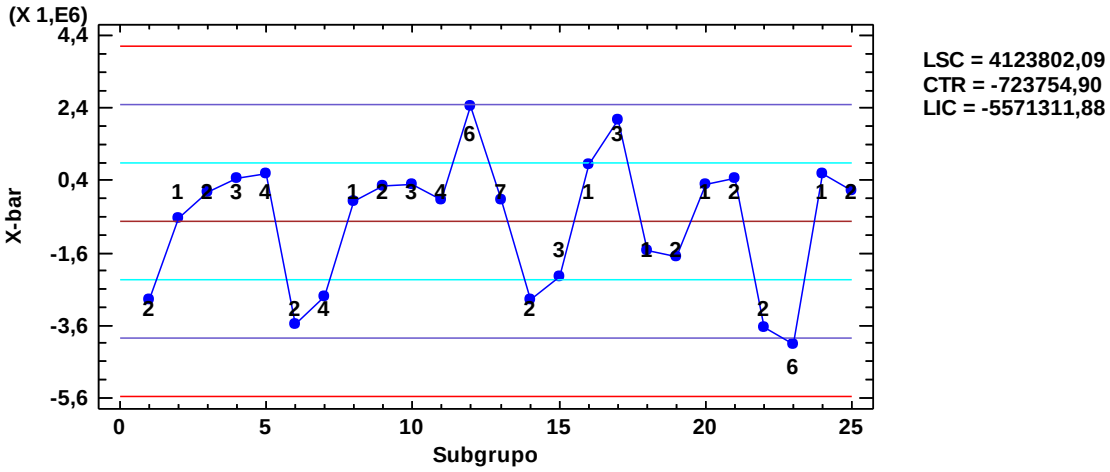
Adicionalmente, apoyado en lo que indica Polimeni y otros (1994) que el objetivo de utilizar los diagramas de control es definir un intervalo de desempeño aceptable que se representa en el gráfico en la que las variaciones (favorables o desfavorables) se deben a causas fortuitas y, por tanto, no a la habilidad para controlar por parte de la administración, pero que cuando están fuera de los límites de control no se debe a causas fortuitas, y se considera una excepción a la cual hay que dirigir la atención. Los autores no hacen referencia que debe cumplirse la distribución normal de los datos a utilizar en las gráficas, pues esta herramienta del control estadístico de la calidad se adapta a la teoría de los costos estándar como medio para la identificación de las variaciones a inspeccionar. Esto es un esquema que hace más práctico la aplicación de la herramienta de los gráficos de control, generando cambios a los indicados por la teoría presentada en el capítulo 2 y apoyada por autores como Evans y Lindsay (2014) y Gutiérrez y de la Vara (2009).

Por la misma razón, los autores no establecen la necesidad de calcular para los mismos datos los dos diagramas, el de las medias $\overline{x}$ y el de las desviaciones s, por lo tanto, para los siguientes análisis se trabaja con el gráfico de medias aplicando las ecuaciones 2.35 a la 2.40 indicadas en el inciso 2.2.1. del capítulo 2.

3.2.1 Diagramas de control para las variaciones de costos de adquisición

Se mostrarán dos ejemplos de los gráficos de medias para variaciones de los costos de adquisición en el mes de noviembre. Después de cada figura se presenta la tabla que contiene el análisis de patrones que permiten verificar que muestra debe entrar a ser inspeccionada para verificar sus causas y tomar la decisión de acuerdo a la Tabla 2-6 si se inventarea o no la variación.

Figura 3-1: Diagrama $\overline{x}$ de la variación de cantidad de noviembre de 2014



Fuente: elaboración propia

Para todos los gráficos las líneas rojas indican los límites de control, las líneas azules son las utilizadas para dividir en tres partes espacio entre la línea central y los límites de control con el fin de analizar el patrón de cambio súbito en el promedio del proceso.

Tabla 3-7: Análisis de patrones de la Figura 3-1

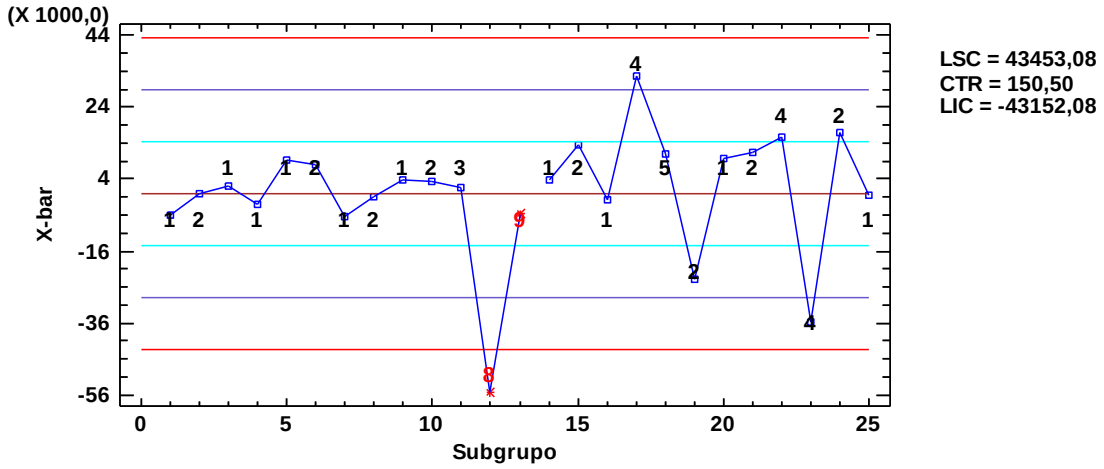
Patrón	Observación
Un punto fuera de los límites de control	Se observar que en el gráfico no hay ningún punto por fuera de los límites de control, por lo tanto, de acuerdo a este patrón no se selecciona muestra de variaciones a inspeccionar.
Cambio súbito en el promedio	La herramienta Statgraphics aporta en el gráfico la división en tres partes entre el medio y los límites de control, además realiza el conteo para revisar que: • No hay 8 puntos consecutivos de un lado de la línea central • No hay 2 de 3 puntos consecutivos en la región del tercio externo (entra la línea azul y la roja) • No hay 4 de 5 puntos consecutivos en la región de los dos tercios externos (entre las líneas azules)
Ciclos	No se observa alternación entre picos elevados y valles profundos
Tendencia	No se evidencia seis puntos consecutivos que aumenten o disminuyan de manera constante.

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a lo analizado en la Tabla 3-7 y que la variación de cantidad de noviembre no representa un valor significativo frente al costo real, no habría necesidad de inspeccionar

estas variaciones. Bajo IFRS y las condiciones descritas, la empresa deberá inventariar la variación de cantidad de materiales de dicho período.

Figura 3-2: Diagrama $\overline{x}$ de la variación de precio de noviembre de 2014



Fuente: elaboración propia

Tabla 3-8: Análisis de patrones de la Figura 3-2

Patrón	Observación
Un punto fuera de los límites de control	Se observa un punto fuera de control. Para este caso se deberá entonces inspeccionar las variaciones que representa la muestra número doce
Cambio súbito en el promedio	Se analiza: • No hay 8 puntos consecutivos de un lado de la línea central • No hay 2 de 3 puntos consecutivos en la región del tercio externo (entra la línea azul y la roja) • No hay 4 de 5 puntos consecutivos en la región de los dos tercios externos (entre las líneas azules)
Ciclos	No se observa alternación entre picos elevados y valles profundos
Tendencia	No se evidencia seis puntos consecutivos que aumenten o disminuyan de manera constante.

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a lo analizado en la Tabla 3-8 y que aunque la variación de precio de noviembre no representa un valor significativo frente al costo real, habría la necesidad de inspeccionar las variaciones que conforman la muestra número doce. Independiente de la causa que se

identifique de la variación, bajo las IFRS está variación la empresa deberá cargarla al inventario.

A consideración del autor, con los dos análisis descritos se tiene suficiente ilustración sobre el procedimiento a aplicar con los diagramas de control para la selección de las variables a inspeccionar. En la Tabla 3-9, se resume el resultado de todos los análisis de los diagramas para las variaciones del costo de adquisición y que se suministró a la empresa como orientación para que realizaran el procedimiento de inspección.

Es importante mencionar que dentro del análisis de las variaciones de costos de adquisición no se presentaron los patrones de ciclos y tendencias. Recordar que según la teoría, las causas al patrón punto por fuera de los límites está asociados a asunto atípicos o especiales, en cambio el patrón cambio súbito del promedio está acorde a cambios en los métodos de trabajo y no se actualizado el costo estándar. Indagando con la compañía es posible que la presentación de este último patrón está asociado a cambios realizados en la planeación de la producción, que generan menor desperdicio cuando se realizan cambios de referencia en los alistamientos de las máquinas.

Tabla 3-9: Resumen de resultados de análisis de patrones a las variaciones de costos de adquisición

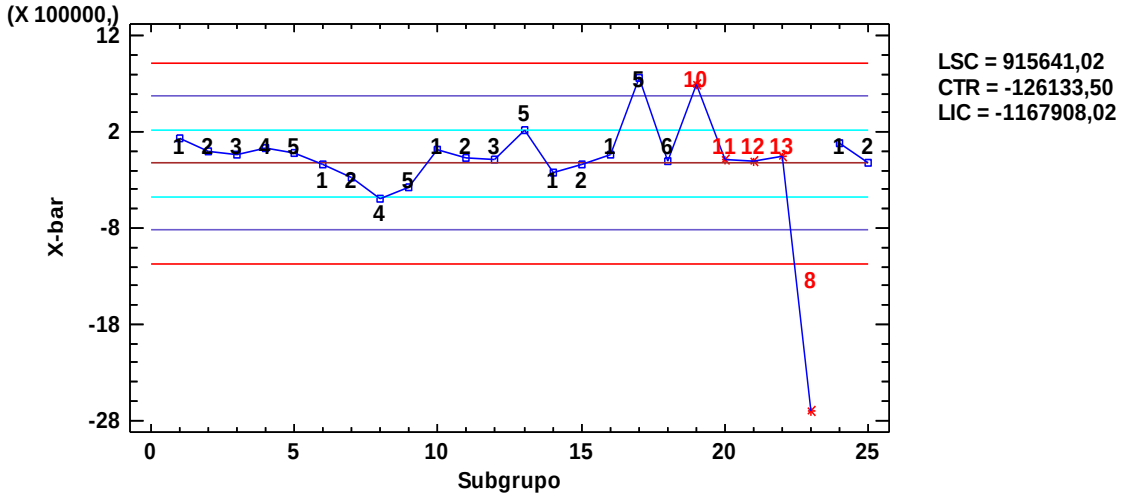
Período	Variación	Patrones Identificados	Número de Patrones
nov-14	Variación de cantidad, V_q	Ninguno	0
dic-14	Variación de cantidad, V_q	Cambio súbito del promedio Punto fuera de los límites de control	1 2
ene-15	Variación de cantidad, V_q	Cambio súbito del promedio	1
feb-15	Variación de cantidad, V_q	Cambio súbito del promedio Punto fuera de los límites de control	1 2
mar-15	Variación de cantidad, V_q	Cambio súbito del promedio Punto fuera de los límites de control	1 1
nov-14	Variación de precio, V_p	Punto fuera de los límites de control	1
dic-14	Variación de precio, V_p	Cambio súbito del promedio Punto fuera de los límites de control	1 2
ene-15	Variación de precio, V_p	Punto fuera de los límites de control	1
feb-15	Variación de precio, V_p	Punto fuera de los límites de control	2
mar-15	Variación de precio, V_p	Ninguno	0

Fuente: elaboración propia

3.2.2 Diagramas de control para las variaciones de costos de transformación

Aplicando la misma metodología utilizada con las variaciones de los costos de adquisición, se presentan dos ejemplos de análisis de los patrones en los diagramas de control de variaciones de los costos de transformación.

Figura 3-3: Diagrama $\overline{x}$ de la variación de eficiencia de MOD de febrero de 2015



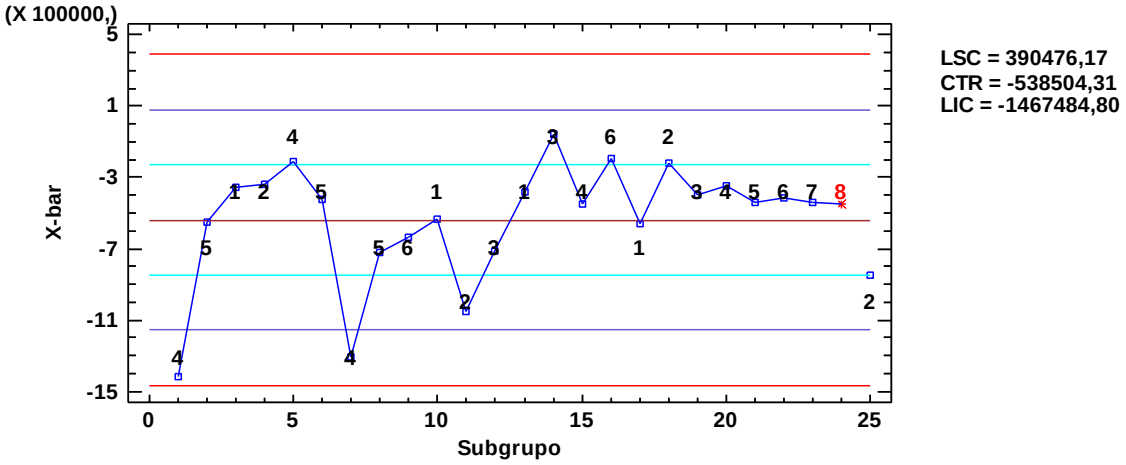
Fuente: elaboración propia

Tabla 3-10: Análisis de patrones de la Figura 3-3

Patrón	Observación
Un punto fuera de los límites de control	Se observa un punto fuera de control. Se deberá entonces inspeccionar las variaciones que contiene la muestra veinte tres
Cambio súbito en el promedio	Se analiza: • No hay 8 puntos consecutivos de un lado de la línea central • No hay 2 de 3 puntos consecutivos en la región del tercio externo • No hay 4 de 5 puntos consecutivos en la región de los dos tercios externos
Ciclos	No se observa alternación entre picos elevados y valles profundos
Tendencia	No se evidencia seis puntos consecutivos que aumenten o disminuyan de manera constante

Fuente: elaboración propia

Figura 3-4: Diagrama $\overline{x}$ de la variación de salario de MOD de marzo de 2015



Fuente: elaboración propia

Tabla 3-11: Análisis de patrones de la Figura 3-4

Patrón	Observación
Un punto fuera de los límites de control	No se observa un punto fuera de control.
Cambio súbito en el promedio	Se analiza: • No hay 8 puntos consecutivos lado de la línea central • No hay 2 de 3 puntos consecutivos en la región del tercio externo • No hay 4 de 5 puntos consecutivos en la región de los dos tercios externos
Ciclos	No se observa alternación entre picos elevados y valles profundos
Tendencia	No se evidencia seis puntos consecutivos que aumenten o disminuyan de manera constante

Fuente: elaboración propia

En conclusión con los anteriores diagramas de control, se recomienda inspeccionar las variaciones de eficiencia de MOD de febrero de 2015 que conforman el grupo de la muestra número 23, que según la teoría del control estadístico de la calidad corresponderá a una causa específica. Para las variaciones de salario de marzo no requieren aplicar inspección, aunque bajo IFRS se asignará al inventario producido en ese período.

En la Tabla 3-12, se resume el resultado de todos los análisis de los diagramas para las variaciones del costo de transformación y que se suministró a la empresa como orientación

para que realizaran el procedimiento de inspección. Se aclara las variaciones de los CIF no medibles se realizan por orden de producción, como la muestra de órdenes de producción con los tiempos de producción[19] para cada mes son menores a 50, que es el número mínimo que se requiere para construir el diagrama de control por mes (25 muestras cada una con un tamaño de 2), el investigador decidió realizar el gráfico contemplando los cinco meses.

Tabla 3-12: Resumen de resultados de análisis de patrones a las variaciones de costos de transformación

Período	Variación	Patrones Identificados	Número de Patrones
nov-14	Variación de eficiencia, V_e	Punto fuera de los límites de control	1
dic-14	Variación de eficiencia, V_e	Punto fuera de los límites de control	1
ene-15	Variación de eficiencia, V_e	Punto fuera de los límites de control	1
feb-15	Variación de eficiencia, V_e	Punto fuera de los límites de control	1
mar-15	Variación de eficiencia, V_e	Ninguno	0
nov-14	Variación de salario, V_s	Ninguno	0
dic-14	Variación de salario, V_s	Punto fuera de los límites de control	1
ene-15	Variación de salario, V_s	Cambio súbito en el promedio	2
feb-15	Variación de salario, V_s	Punto fuera de los límites de control	1
mar-15	Variación de salario, V_s	Ninguno	0
Todos los períodos	Variación de eficiencia, V_{ef}	Punto fuera de los límites de control	2
Todos los períodos	Variación de gasto, V_g	Punto fuera de los límites de control Cambio súbito en el promedio	1 1
Todos los períodos	Variación de capacidad, V_C	Punto fuera de los límites de control Cambio súbito en el promedio	1 1

Fuente: elaboración propia

3.2.3 Decisiones tomadas en la empresa objeto de estudio con el trabajo realizado

[19] Recordar que la base de asignación de los CIF no medibles en la empresa objeto de estudio son las horas hombre, en la Tabla 3-3 se muestra que el número de órdenes por mes suministradas para la investigación con la información de los tiempos reales de MOD tiene como valor máximo 29.

El análisis de variaciones que realiza la empresa, la contextualización sobre la aplicación de estándares internacionales de información financiera y el suministro de los diagramas de control, pusieron de manifiesto reflexionar sobre los asuntos de los costos ociosos y administración de los materiales.

Con este trabajo la empresa identificó que la variación de capacidad de los CIF no medibles colabora en la determinación de cuanto le cuesta a la empresa la ociosidad de su infraestructura y que ese costo no debe ser cargado a la producción de los sacos de papel. Aunque en el período de análisis está variación es poco significativa, pues la empresa en esa temporada en algunos momentos no tenía la suficiente capacidad para responder a tiempo con los pedidos solicitados, los administrativos están analizando la forma de como en sus sistema de información la valoración del inventario no cargue aquellos costos que reflejan ineficiencias.

En relación a la administración de los materiales, la empresa identificó dos cosas en la inspección que se realizó con ayuda de los diagramas de control. La primera es la actualización de las fichas técnicas en relación a los rendimientos que se generan actualmente. Con cambios realizados en la forma de planear las órdenes de producción, se disminuyen el montaje y alistamiento de las máquinas, especialmente de las tubuladoras, lo que genera un menor desperdicio de material en el momento de la corrida inicial después del montaje. Por lo tanto, el desperdicio que tiene medido las fichas técnicas se reducirá a partir de las nuevas mediciones que hagan, antes de esta detección la empresa determinaba un desperdicio promedio por saco de 2,5 metros cuadrados.

Lo segundo corresponde a un problema que se está cometiendo en el registro de consumos de materiales por orden de fabricación. Se detectó que cuando los rollos de papel están montados en las máquinas, y estos pueden ser utilizados para la fabricación de varios sacos de papel, el consumo total del rollo está cargado a la primera orden que utiliza este rollo, lo que genera que algunas ordenes tienen consumos excesivos y otras muy pocos.

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1 Conclusiones

Con la revisión del estado del arte se pudo identificar la variedad de metodologías que se tienen para el cálculo de los costos estándar. Básicamente se pueden separar en dos grupos: las metodologías para determinar la cantidad del recurso que requiere el producto o servicio y las metodologías para establecer el costo en función de la unidad de medición de dicha cantidad. Se observa que han tenido más desarrollo técnico científico el primer grupo con respecto al segundo, además ese primer grupo requiere de un mayor conocimiento en procedimientos de ingeniería como es el caso de los diseños de experimentos y los estudios de tiempos y movimientos.

Es relevante tener en cuenta la aplicación de buenas prácticas empresariales para el cálculo de los costos estándar, pues ello repercute en identificación de costos que reflejan ineficiencias, los cuáles no deben ser cargados al producto o servicio pues sería cargar al objeto de costo recursos que no son necesarios para su producción y venta. Los estándares internacionales de información financiera están bajo estos lineamientos, y por ello indica que las empresas sean cuidadosas en la medición de sus costos de producción al detectar los costos ociosos o costos de desperdicios anormales. Los costos estándar bajo su filosofía cumplen con lo anterior, y por ello brindan herramientas que le permitan a la gerencia detectar cuanto le cuesta no producir bajo condiciones de eficiencia, reflejado por ejemplo en las variaciones de capacidad de los CIF no medibles.

Este trabajo abre el panorama en relación a las mediciones técnico científicas que se pueden emplear para el cálculo de los costos estándar. En general, salvo algunas excepciones, en la teoría general de costos cuando se habla del tema de los costos estándar no hace profundidad en cuáles son las metodologías que tienen un carácter

técnico o científico para la medición de los mismos, lo poco que indican es que existen un estudio de tiempos y movimientos para determinar los costos de mano de obra. El trabajo describió la existencia de varias metodologías como los diseños factoriales, diseños de superficie de respuesta, los análisis matemáticos y de tendencia gráfica apoyados con la regresión lineal, entre otros. Con esto se evidencia que áreas como la contabilidad de gestión se apoya en las herramientas que brindan otras disciplinas. En futuras investigaciones se podría analizar si las empresas de nuestro medio si están utilizando dichos métodos para determinar sus costos estándar, o si aplican métodos no técnicos para predeterminar un costo como mirar promedios históricos, y ello lo denominan costo estándar cuando en realidad es un costos estimado.

Un aporte de este trabajo es manifestar el uso de herramientas diferentes al muestreo o el uso de la subjetividad para seleccionar las variaciones a inspeccionar, con el fin de detectar sus causas y corregirlas paro que haya un mayor desempeño y eficiencia en la producción. En un mundo dónde los volúmenes de información cada vez son más grandes, hace complicado extraer los datos necesarios para evaluar, planear y tomar decisiones. Los diagramas o gráficas de control que provienen del control estadístico de la calidad, adaptadas al contexto de las variaciones es una excelente herramienta para seleccionar las variaciones a inspeccionar para identificar sus causas y tomar esas acciones correctivas.

Obviamente existen otras técnicas diferentes a los diagramas de control para seleccionar las variaciones, que para futuras investigaciones se pueden analizar con el fin de evaluar si son pertinentes en el contexto empresarial. Pero una ventaja que presentan los diagramas de control con su análisis de patrones, es la indicación o pistas de lo que pudo causar las variaciones. Por ejemplo, cuando se presenta el patrón de cambio súbito en el promedio indica que hay modificaciones en los métodos de producción y estos no se han actualizado en las fichas técnicas que refleja el costo estándar de los productos o servicios.

Bajo un panorama de aplicación de buenas prácticas es relevante que los costos estándar estén actualizados y bien medidos, pues si no es así, la administración de la empresa tomará decisiones sobre información no confiable. Bajo las IFRS está permitido la utilización de los costos estándar siempre y cuando no presente desviaciones significativas

frente a los costos reales, por lo tanto, es necesario no sólo hacer bien la medición de los costos estándar en el momento de su implementación, sino mantenerlos actualizados.

Se reconoce que la orientación de este trabajo estuvo mayor énfasis en el tema teórico que en el práctico, pues se presentó como aporte novedoso la nueva estructura del costo de producción, pasando de la estructura clásica de que el costo de un producto corresponde a la sumatoria de los cuatro elementos del costo (materiales, mano de obra, costos indirecto y subcontratación) a una estructura alineada con los estándares internacionales de información financiera: costos de adquisición, costos de transformación y otros costos, teniendo en cuenta la medición de costos no inventariables o cargables a los productos o servicios. Es así, que se sugiere en investigaciones futuras de este tipo hacer mayor énfasis en la repercusión que se tiene una herramienta administrativa en la toma de decisiones que mejoren la gestión y el control de las actividades del proceso productivo, pues ya se tiene un camino abonado con la nueva forma de estructurar los costos.

En relación con los métodos de estudios de tiempos y movimientos, es importante resaltar que no todos los métodos son adecuados para medir todas las operaciones o actividades productivas. El tipo de operación es el primer factor condicionante en la selección del método para el establecimiento de estándares de tiempos. Las características de la operación como: el volumen de producción, el tiempo de ciclo, la frecuencia de aparición, el grado de automatización, la productividad de la maquinaria, etc., determinarán la idoneidad de cada una de los métodos. (Sempere, 2006) Es así que autores como Chase (2009) recomienda que cuando el trabajo es repetitivo y sumamente detallado, es mejor la técnica *estudio de tiempos con cronometro* y el *SPTM*. Cuando el trabajo se desempeña empleando equipamiento de tiempo fijo para el procesamiento, se suelen emplear la técnica de los *datos elementales* a efecto de que no resulte tan necesaria una observación directa. Cuando el trabajo es poco frecuente o entraña un tiempo largo dentro del ciclo, el *muestreo del trabajo* es el instrumento aconsejable.

Aunque los costos estándar han sido altamente criticados por varios autores como Maliah y otros (2005), Monden y Lee, (1993); Ferrara, (1995), Drury, (1999), Kaplan y Cooper (1998), los hermanos Cheatham (1996), Maskell (2006), Dumitru (2010), entre otros, porque según ellos no responde al el entorno altamente competitivo de hoy al no ser capaz

de proporcionar señales estratégicas apropiadas. Algunos autores también afirman que los beneficios del uso de los costos estándar como mecanismo de control operacional pueden ser menos evidentes en entornos de fabricación tan avanzados como los de hoy, de hecho, el costeo estándar puede llevar a un comportamiento disfuncional. Con este trabajo se responde que se deben tener cuidado con estas afirmaciones, pues en primera instancia sigue siendo el sistema de costos más utilizado en el mundo (Horngren, Datar, & Foster, 2007), como segundo se tiene que filosofías de gestión más modernas como el costeo objetivo, la teoría de restricciones, lean manufacturing, gestión de la calidad, entre otros, ven en los costos estándar un apoyo para los objetivos que dichas filosofías persiguen, y en tercer lugar normativas internacionales como las IFRS solicitan la aplicación de prácticas empresariales dónde los costos estándar apoyan.

Realizando la investigación bajo el esquema del estudio de caso permitió centralizarse en las generalidades teóricas y sus aplicaciones prácticas, aportando mayor conocimiento en las prácticas de gestión que ayuden a los profesionales detectar y resolver problemas. La utilización del estudio de caso como estrategia de investigación proporcionó como ventajas reafirmar la teoría de los costos estándar como herramienta importante en los propósitos empresariales para la gestión de los recursos, evaluación de desempeños, valoración de costos ociosos y desperdicios.

Aunque bajo el contexto de las IFRS la mayoría de las variaciones independientemente que sea favorable o desfavorable, se deben cargar al inventario para que los productos o servicios estén a costos reales, esto no indica que para estas variaciones no se aplique los gráficos de control, pues inspeccionarlas y determinar las causas contribuye a realizar mejoras en el proceso de producción que minimice los costos que generan estas variaciones.

Es así, que se reconoce que la importancia de los costos estándar para propósitos empresariales por los siguientes aspectos: 1) ser un referente para comparar que las actividades productivas se llevan a cabo de acuerdo a los lineamientos definidos y bajo circunstancias de eficiencia, 2) a través del análisis de variaciones detectar cuanto le cuesta a la empresa tener capacidad ociosa y generar desperdicios, 3) estructurar los recursos de la empresa en función cuáles costos deben ser cargados como mayor valor

del producto o servicio, 3) ser la base razonable para la construcción de presupuestos, 4) ser la puerta de entrada para conectar las áreas de gestión con las áreas operativas en la inspección de la variaciones, 4) valorar cuanto le cuesta a la empresa no cumplir con el deber ser cuando las variaciones son desfavorables o cual fue el ahorro generado cuando se superó al expectativa del costo estándar cuando las variaciones son favorables, 5) ser un complemento o apoyo para desarrollar otras herramientas de gestión empresarial y 6) brindar parámetros a la administración para la planeación y control de las actividades productivas.

4.2 Recomendaciones

En el campo de la ingeniería al servicio de la gestión empresarial existen diversas herramientas que se podrían utilizar como complemento con los costos estándar sea en función de calcular los costos estándar o mejorar el análisis e inspección de las variaciones. Por lo tanto, se recomienda en futuras investigaciones utilizar una herramienta de ellas, y bajo el contexto de los costos estándar identificar sus pros y sus contras. Por ejemplo, comparar entre las alternativas que se tienen para calculas los costos estándar de materiales cuál metodología es más eficiente o si depende de ciertos factores para indicar cuál es la mejor.

Uno de los inconvenientes que se presentan en las empresas es la obtención de los datos reales que son necesarios para realizar el análisis de variaciones al compararse con los costos estándar. Por ejemplo, existen organizaciones que no se tienen reportes de tiempos reales de mano de obra. Se podría explorar la existencia herramientas administrativas y tecnológicas pueden aportar a subsanar esos inconvenientes.

Está investigación deja el camino abierto para el explorar las ventajas o desventajas que trae la separación de los costos indirectos de fabricación en los dos grupos de CIF medibles y CIF no medibles.

A. Anexo: Análisis matemático con Excel

A continuación se describen los pasos a ejecutar con el análisis matemático y de tendencia gráfica para calcular la tasa predeterminada de los CIF no medibles con ayuda del aplicativo Excel.

1. Tener para cada período el valor del CIF no medible con su respectivo dato relacionado del nivel de actividad, cómo se muestra en las columnas *Valor Energía* y *Horas Máquina* de la Tabla 4-1, respectivamente.

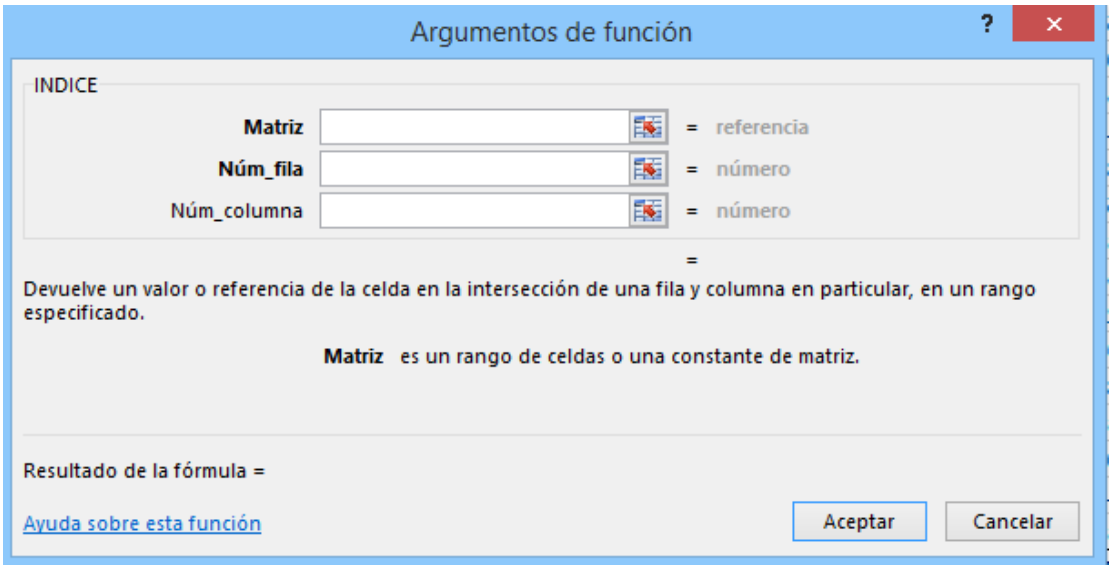
Tabla 4-1: Ejemplo de la información necesaria para aplicar mínimos cuadrados

Período	Valor Energía	Horas Máquina
abr-2014	9.521.270	53.136,80
may-2014	11.686.323	51.226,20
jun-2014	9.318.995	53.593,85
jul-2014	11.841.260	45.351,30
ago-2014	10.264.015	41.676,67
sep-2014	8.815.419	44.422,50
oct-2014	9.758.397	43.270,95
nov-2014	9.027.546	36.495,31
dic-2014	8.633.580	44.992,24
ene-2015	9.666.495	45.171,34
feb-2015	10.017.751	41.679,20
mar-2015	9.086.591	52.521,51

Fuente: elaboración propia

2. Aplicar las funciones de Excel ESTIMACION.LINEAL e INDICE. Con la primera función se realiza el procedimiento matemático de los mínimos cuadrados, está función puede arrojar varios resultados; que corresponden a los parámetros del modelo b y m, pero como en Excel sólo se da un resultado por celda y de la función ESTIMACION.LINEAL se necesita dos resultados, entonces se aplica la función INDICE. Se debe anidar la función ESTIMACION.LINEAL al primer argumento de la función INDICE. Las figuras 4-1 y 4-2 muestran los argumentos que se requieren para su ejecución, y debajo de cada figura se describe cuáles son los datos que corresponden a cada argumento.

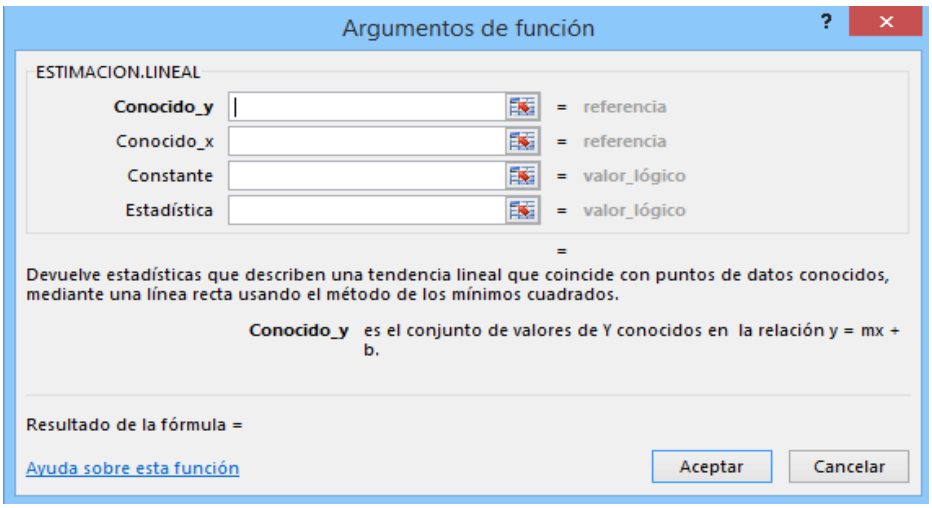
Figura 4-1: Pantallazo de la parametrización función INDICE en Excel



Fuente: imagen tomada de Microsoft Excel 2013

*=**INDICE** → **Matriz**: en este campo del argumento se diligencia la función ESTIMACION.LINEAL → **núm_fila:** se selecciona el número 1 para que traiga el costo variable de la función ESTIMACION.LINEAL, o se selecciona 2 para que traiga el costo fijo total mensual de la misma función.*

Figura 4-2: Pantallazo de la parametrización función ESTIMACION.LINEAL en Excel



Fuente: imagen tomada de Microsoft Excel 2013

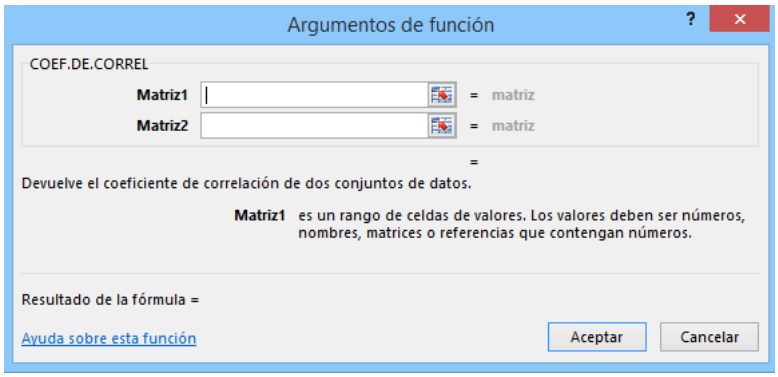
*=**ESTIMACION.LINEAL** → **Conocido_y**: aquí se selecciona los valores de los diferentes períodos del CIF no medible → **Conocido_x:** se selecciona los valores del nivel de operación de los diferentes períodos que se halla determinado para el análisis, por ejemplo: las horas máquina, horas hombre, metros producidos, entre otros. → **Constante:** este argumento indica si la constante b se calcula o no, se ingresa el número 1 o VERDADERO para que considere el costo fijo en caso de que exista, si se coloca 0 o FALSO se supondría que el costo es estrictamente variable. → **Estadística:** este argumento indica si se deben considerar otros parámetros a la ecuación lineal como la estimación del error, se ingresa 0 o FALSO, pues bajo el contexto de este trabajo los únicos parámetros necesarios de la ecuación son b y m.*

3. Con la aplicación de las funciones anteriores, ya se puede obtener los parámetros del modelo para el CIF no medible. Ahora se debe proceder a evaluar si estos datos son lógicos según el contexto financiero, por ejemplo si los valores de b y m son menores que cero, es decir, son costos negativos, se debe revisar el modelo con el análisis de tendencia gráfica (que se explicará más adelante), pues en la realidad no existe un costo negativo. Los valores de la ecuación de la línea recta deben ser mayores a cero.

4. El siguiente paso es aplicar las funciones de Excel para calcular los coeficientes de correlación y de determinación. Las figuras 4-3 y 4-4 muestran los argumentos que

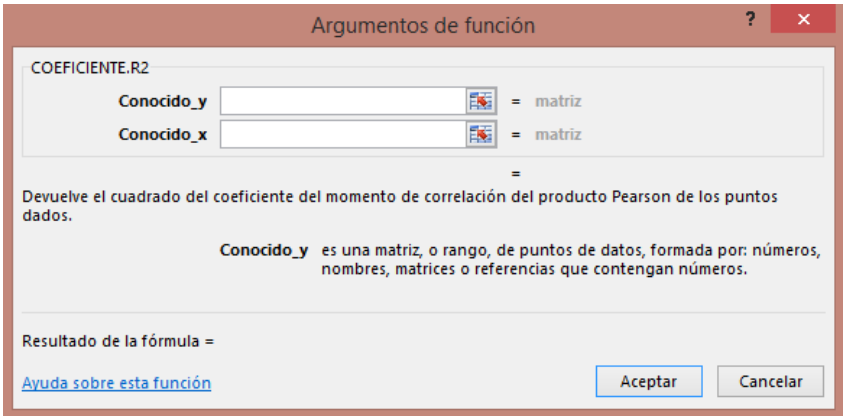
se requieren para su ejecución, y debajo de cada figura se describe cuáles son los datos que corresponden a cada argumento.

Figura 4-3: Pantallazo de la parametrización función COEF.DE.CORREL en Excel



=***COEF.DE.CORREL*** → ***Matriz1****: aquí se selecciona los valores de los diferentes períodos del CIF no medible* → ***Matriz2:*** *se selecciona los valores del nivel de operación de los diferentes períodos que se halla determinado para el análisis, por ejemplo: las horas máquina, horas hombre, metros producidos, entre otros.*

Figura 4-4: Pantallazo de la parametrización función COEF.DE.CORREL en Excel



=***COEF.DE.CORREL*** → ***Conocido_y****: aquí se selecciona los valores de los diferentes períodos del CIF no medible* → ***Conocido_x:*** *se selecciona los valores del nivel de operación de los diferentes períodos que se halla*

determinado para el análisis, por ejemplo: las horas máquina, horas hombre, metros producidos, entre otros.

5. Con la ejecución de los pasos anteriores, debe tener para cada concepto que agrupe los CIF no medibles la parte fija y variable que corresponda.

Recuerde que si el resultado de la función ESTIMACION.LINEAL da como resultado costos negativos, debe aplicarse análisis de la tendencia gráfica y tomar la decisión de eliminar los puntos atípicos, suavizarlo o considerar un período más corto para el análisis.

B. Anexo: Tabla de factores para los diagramas de control

n	Diagramas *x*				Diagramas *s*				Diagramas *R*					
	A	A_2	A_3	c_4	B_3	B_4	B_5	B_6	d_2	d_3	D_1	D_2	D_3	D_4
2	2,121	1,880	2,659	0,7979	0,000	3,267	0,000	2,606	1,128	0,853	0,000	3,686	0,000	3,267
3	1,732	1,023	1,954	0,8862	0,000	2,568	0,000	2,276	1,693	0,888	0,000	4,358	0,000	2,574
4	1,500	0,729	1,628	0,9213	0,000	2,266	0,000	2,088	2,059	0,880	0,000	4,698	0,000	2,282
5	1,342	0,577	1,427	0,9400	0,000	2,089	0,000	1,964	2,326	0,864	0,000	4,918	0,000	2,114
6	1,225	0,483	0,287	0,9515	0,030	1,970	0,029	1,874	2,534	0,848	0,000	5,078	0,000	2,004
7	1,134	0,419	1,182	0,9594	0,118	1,882	0,113	1,806	2,704	0,833	0,204	5,204	0,076	1,924
8	1,061	0,373	1,099	0,9650	0,185	1,815	0,179	1,751	2,847	0,820	0,388	5,306	0,136	1,864
9	1,000	0,337	1,032	0,9690	0,239	1,761	0,232	1,707	2,970	0,808	0,547	5,393	0,184	1,816
10	0,949	0,308	0,975	0,9727	0,284	1,716	0,276	1,669	3,078	0,797	0,687	5,469	0,223	1,777
11	0,905	0,285	0,927	0,9754	0,321	1,679	0,313	1,637	3,173	0,787	0,811	5,535	0,256	1,744
12	0,866	0,266	0,886	0,9776	0,354	1,646	0,346	1,610	3,258	0,778	0,922	5,594	0,283	1,717
13	0,832	0,249	0,850	0,9794	0,382	1,618	0,374	1,585	3,336	0,770	1,025	5,647	0,307	1,693
14	0,802	0,235	0,817	0,9810	0,406	1,594	0,399	1,563	3,407	0,763	1,118	5,696	0,328	1,672
15	0,775	0,223	0,789	0,9823	0,428	1,572	0,421	1,544	3,472	0,756	1,203	5,741	0,347	1,653
16	0,750	0,212	0,763	0,9835	0,448	1,552	0,440	1,526	3,532	0,750	1,282	5,782	0,363	1,637
17	0,728	0,203	0,739	0,9845	0,466	1,534	0,458	1,511	3,588	0,744	1,356	5,820	0,378	1,622
18	0,707	0,194	0,718	0,9854	0,482	1,518	0,475	1,496	3,640	0,739	1,424	5,856	0,391	1,608
19	0,688	0,187	0,698	0,9862	0,497	1,503	0,490	1,483	3,689	0,734	1,487	5,891	0,403	1,597
20	0,671	0,180	0,680	0,9869	0,510	1,490	0,504	1,470	3,735	0,729	1,549	5,921	0,415	1,585
21	0,655	0,173	0,663	0,9876	0,523	1,477	0,516	1,459	3,778	0,724	1,605	5,951	0,425	1,575
22	0,640	0,167	0,647	0,9882	0,534	1,466	0,528	1,448	3,819	0,720	1,659	5,979	0,434	1,566
23	0,626	0,162	0,633	0,9887	0,545	1,455	0,539	1,438	3,858	0,716	1,710	6,006	0,443	1,557
24	0,612	0,157	0,619	0,9892	0,555	1,445	0,549	1,429	3,895	0,712	1,759	6,031	0,451	1,548
25	0,600	1,530	0,606	0,9896	0,565	1,435	0,559	1,420	3,931	0,708	1,806	6,056	0,459	1,541

Fuente: Evans y Lindsay (2014)

Referencias Bibliográficas

Aguiar, F. (2004). Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. *Empiria: revista de metodología de ciencias sociales*(8), 139-160.

Aguirre, J. (2004). *Sistema de costeo la asignación del costo total a productos y servicios.* Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.

Asociación de Centros Promotores de la Excelencia. (01 de Febrero de 2001). *Centros de Excelencia*. Obtenido de Gráficos de control: http://www.centrosdeexcelencia.com/entidades/herram/control.htm

Attiea, M., & Ananth, R. (2010). Is standard costing still relevant? evidence from Dubai. *Management Accounting Quarterly, 11*(2), 1-10.

Ayuso, A., & Ripoll, V. (2005). El estudio de casos como prototipo de la investigación en la contabilidad de gestión desde una perspectiva cualitativa. *Revista Iberoamericana de contabilidad de gestión*(5), 131-168.

Backer, M., Jacobsen, L., & Ramírez, D. (1983). *Contabilidad de costos un enfoque administrativo para la toma de decisiones* (Segunda ed.). México: McGraw-Hill.

Badem, C., Ergin, E., & Drury, C. (2013). Is standard costing still used? Evidence from Turkish automotive industry. *International Business Research, 6*(7), 79-90.

Barfield, J., Raiborn, C., & Kinney, M. (2005). *Contabilidad de costos tradiciones e innovaciones* (Quinta ed.). México: Thomson.

Besterfield, D. (2009). *Control de calidad* (Octava ed.). México: Pearson Educación.

Castro, E. (2010). El estudio de casos como metodología de investigación y su importancia en la dirección y administración de empresas. *Revista Nacional de Administración, 1*(2), 31-54.

Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones producción y cadena de suministros* (Duodécima ed.). México: McGraw-Hill.

Chaviano, O. (2009). *Plusformación*. Recuperado el 16 de Noviembre de 2012, de http://www.plusformacion.com/Recursos/r/Procedimiento-integral-para-determinar-Costo-Estandar-dulcerias

Cheatham, C., & Cheatham, L. (Diciembre de 1996). Redesigning cost systems: is standard costing obsolete? *Accounting Horizons, 10*(4), 23-31.

Cuervo, J., Osorio, J., & Duque, M. (2013). *Costeo basado en actividades ABC gestión basada en actividades ABM* (Segunda ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones.

De Zoysa, A., & Kanthi, S. (2007). Standard costing in Japanese firms: Reexamination of its significance in the new manufacturing environment. *Industrial Management & Data Systems, 107*(2), 271-283.

Domínguez, J. (1995). *Direccion de operaciones: aspectos estrategicos en la produccion y los servicios* (482 ed.). España: McGraw-Hill Interamericana.

Drury, C., & Tayles, M. (1994). Product costing in UK manufacturing organizations. *The European Accounting Review, 3*(3), 443-469.

Drury, J. C. (1999). Standard costing: a technique at variance with modern management? *Management Accounting*, 56-58.

Dumitru, E. (Diciembre de 2010). Critical development of costing methods used in the furniture industry, in the context of economic reality special XXI century. *The Journal of the Faculty of Economics - Economic, 1*(2), 856-861.

Duque, M. I., Osorio, J., & Agudelo, D. (Julio-Diciembre de 2012). Costos estándar y su aplicación en el sector manufacturero colombiano. *Cuadernos de Contabilidad, 12*(31), 521-545.

Evans, J., & Lindsay, W. (2014). *Administración y control de la calidad* (Novena ed.). México: Cengage Learning.

Ferrara, W. (1995). Cost and management accounting: the 21st century paradigm. *Management Accounting*(36), 30-34.

García, R. (2005). *Estudio del trabajo* (Segunda ed.). México: McGraw-Hill.

Grupo Océano. (2002). *Contabilidad de gestión, presupuestaria y de costos.* España: Océano Grupo Editorial.

Gutiérrez Pulido, H., & de la Vara Salazar, R. (2009). *Control estadístico de la calidad y seis sigma* (Segunda ed.). México: McGrawHill.

Gutiérrez, H., & de la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos.* México: McGraw-Hill Interamericana.

Hansen, D., & Mowen, M. (1999). *Administración de costos contabilidad y control.* México: International Thomson.

Harper, W. (1982). *Contabilidad de costos.* España: Creset.

Horngren, C., Datar, S., & Foster, G. (2007). *Contabilidad de costos un enfoque gerencial.* México: Pearson Education.

ICFES. (1999). *Aprender a investigar módulo 2* (Tercera ed.). (M. Tamayo, Ed.) Bogotá: Arfo Editores.

IFRS Foundation. (2013). *Normas internacionales de información financiera parte A.* Londres: Instituto Mexicano de Contadores Públicos. Obtenido de Norma Internacional de Contabilidad 2.

Jones, K., Werner, M., Terrell, K., & Terrell, R. (2001). *Introducción a la contabilidad administrativa: perspectiva del usuario.* Bogotá: Pearson Educación.

Kaplan, R., & Cooper, R. (1998). *Coste y efecto: cómo usar el ABC, ABM y el ABB para mejorar la gestión, los procesos y la rentabilidad.* Barcelona: Gestión 2000.

Martínez, C., Levin, R., & Rubin, D. (2011). *Estadística aplicada.* Bogotá: Pearson Educación.

Martínez, R., Tuya, L., Martínez, M., Pérez, A., & Cánovas, A. (Abr-Jun de 2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas, 8*(2).

Maskell, B. (Enero-Febrero de 2006). Solving the standard costing problem. *Cost Management, 20*(1), 27-35.

Mitchell, F. (Octubre de 2005). Management accounting performance evaluation. *Financial Management*, 33-37.

Monden, Y., & Lee, J. (1993). How a Japanese auto maker reduces costs. *Management Accounting, 75*(2), 22-26.

Montgomery, D. (2003). *Diseño y análisis de experimentos* (Segunda ed.). México: Limusa Wiley.

Nel Correa, P. (2007). *Aprende en Línea Universidad de Antioquia.* Recuperado el 25 de Mayo de 2015, de Glosario de términos: http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/moodle/file.php/482/Modulo_0/Documentos/Glosario.pdf

Newbold, P. (2013). *Estadística para los negocios y la economía* (Octava ed.). Madrid: Pearson Educación.

Observatorio Iberoamericano de Contabilidad de Gestión. (2000). *Glosario Iberoamericano de Contabilidad de Gestión*. Recuperado el 15 de Septiembre de 2013,

de Glosario Iberoamericano de Contabilidad de Gestión: http://www.observatorio-iberoamericano.org/Relacion_de_Terminos_Glorario_Iberoam.htm

OIT. (2003). *La seguridad en cifras.* Obtenido de Organizacion Internacional del Trabajo: http://www.ilo.org/legacy/english/protection/safework/worldday/report_esp.pdf

OIT. (2008). *Introducción al estudio del trabajo.* México: Limusa.

Palacios Acero, L. C. (2009). *Ingeniería de Métodos, movimientos y tiempos.* Bogotá: Ecoe Ediciones.

Polimeni, R., Fabozzi, F., Adelberg, & Arthur. (1994). *Contabilidad de costos conceptos y aplicaciones para la toma de decisiones gerenciales* (Tercera ed.). Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.

Rayburn, L. (1999). *Contabilidad y administración de costos* (sexta ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.

Reyes, E. (2005). *Contabilidad de costos* (Cuarta ed.). México: Limusa.

Rico, L., Maldonado, A., Escobedo, M., & de la Riva, J. (Noviembre-Diciembre de 2005). Técnicas utilizadas para el estudio de tiempos: un análisis comparativo. *Cultura Científica y Tecnológica CULCyT*(11), 9-18.

Ripoll, V., Duque, M. I., & Osorio, J. (Diciembre de 2011). Valoración de existencias en las normas internacionales de contabilidad (NIC 2). *Suplemento Enfoque Contable de la Revista Análisis Tributario*(2), 12-19.

Sangüesa, M., Mateo, R., & Ilzarbe, L. (2006). *Teoría y práctica de la calidad.* Madrid: Thonsom Ediciones Paraninfo.

Sempere, F. (Septiembre de 2006). *ADIGOR.* Recuperado el 13 de Noviembre de 2012, de Asociación para el Desarrollo de la Ingeniería de Organización: http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2006/gestion_produccion//000017_final.pdf

Sulaiman, M., Nik Ahmad, N. N., & Alwi, N. (2005). Is standard costing obsolete? Empirical evidence from Malaysia. *Managerial Auditing Journal, 20*(2), 109-124.

Yin, R. (1994). *Case study research desing and methods.* Londres: Sage Publications.

Zapata, P. (2007). *Contabilidad de costos herramienta para la toma de decisiones.* Bogotá: McGraw-Hill Interamericana.