

Control de calidad para procedimientos administrativos en una empresa con procesos contables descentralizados

MIGUEL UCETA, Santiago
JIMÉNEZ TORRES, Fernando

*Departamento de Métodos Estadísticos
Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales
Universidad de Zaragoza*

RESUMEN

Para lograr la máxima eficacia en una empresa, el Control de Calidad no solo debe estar orientado hacia su proceso de producción, sino también hacia sus procedimientos administrativos. Una deficiente calidad en las tareas administrativas: clasificar, archivar, registrar, inspeccionar, contabilizar, auditar, etc., origina un sobre coste que debe ser tratado con la misma importancia que el control de la producción.

En este trabajo se presenta un control de calidad para procesos contables, mediante un Análisis de la Varianza, con el objetivo de examinar los errores cometidos en la contabilidad de una empresa, diferenciados por meses y por sucursales. El problema posee la circunstancia agravante de tratar procesos contables realizados en distintos centros de trabajo, es decir, de una contabilización descentralizada que se elabora en las distintas sucursales que la empresa tiene en diferentes localidades. La información a partir de la cual se ha realizado el estudio se corresponde con datos reales del bienio 1.997-1.998 de una empresa con sede central en Zaragoza y líder en su sector.

Key Words: Control de procesos administrativos, gráficos de control, análisis de la varianza, asientos contables, auditoría interna.

*“ La calidad nunca es un accidente;
siempre es el resultado de un esfuerzo de la inteligencia “*

John Ruskin.

1. Introducción

Cuando se fabrica un bien o se realiza un servicio es esencial que se atiendan las exigencias del usuario que lo demanda, es decir, que se realicen de tal forma que tengan aptitud para el uso o que satisfagan una necesidad. El conjunto de cualidades que hacen que eso sea posible es lo que se entiende por *calidad*. Es evidente que la mayor parte de bienes y servicios pueden realizarse con distintos grados de perfección, o lo que es lo mismo, con distintos niveles de calidad. La mayoría de las veces estas variaciones en los niveles son intencionadas para conseguir distintas gamas de productos fabricados (por ejemplo en la fabricación de automóviles) o distintas categorías de servicios ofertados (por ejemplo en el ramo de la hostelería). Cuando ésto ocurre nos encontramos ante lo que se llama calidad de diseño, que no es el objeto que nos ocupa. Ahora bien, si nos dedicamos a estudiar si un cierto producto o proceso cumple las especificaciones y tolerancias requeridas por un determinado diseño, estamos ante la calidad de conformidad. Podemos afirmar que el *control de calidad* es la actividad técnica y administrativa mediante la cual se miden las características de un producto, se comparan con especificaciones o requisitos, y se toman decisiones para corregir las posibles discrepancias observadas.

Las técnicas estadísticas aplicadas en Control de Calidad y Diseño de Experimentos son diversas y, obviamente, no pretendemos en este trabajo realizar un resumen de las mismas. No obstante, en las Secciones 2 y 3 recogemos brevemente aquéllas que posteriormente aplicaremos en el desarrollo del estudio presentado.

El trabajo que a continuación exponemos se centra en el control de procesos administrativos y más concretamente en el proceso de contabilización. Dicho trabajo versa sobre un estudio realizado en una empresa líder en su sector, con información procedente de los ejercicios 1.997 y 1.998 referente a los errores cometidos en la contabilización de los partes de caja efectuados en las diferentes sucursales que la sociedad posee a lo largo del territorio nacional. Dichos partes llegan precontabilizados a la sede central y es en ésta donde se revisan y se efectúan las correcciones oportunas. Además de cuantificar los errores cometidos, se han contrastado las hipótesis de homogeneidad entre sucursales y homogeneidad entre meses mediante un Análisis de la Varianza.

2. El Control de Calidad en la empresa

Las técnicas estadísticas del control de calidad se desarrollaron inicialmente para procesos industriales. Fue en 1.924 cuando Walter A. Shewart, de Bell Telephone Laboratories, desarrolló el concepto estadístico de diagramas de control para detectar unidades defectuosas en un proceso industrial. Este hecho se considera generalmente como el inicio del control estadístico de la calidad. A finales de la década de los años veinte, Harold F. Dodge y Harold G. Roming, ambos de laboratorios Bell, desarrollaron el muestreo para aceptación basado en la estadística, como una alternativa a la

inspección del total de las piezas. Durante la II Guerra Mundial se perfeccionaron y desarrollaron las técnicas de control de calidad para mejorar el proceso de fabricación de armas y municiones. En 1.946 se formó la American Society for Quality Control (ASQC), que promueve la utilización de estas técnicas para todo tipo de productos y servicios. En las décadas de los años cincuenta y sesenta se desarrollaron los costos de calidad, la ingeniería de confiabilidad y la idea de administrar toda organización bajo el punto de vista de la calidad, es decir, la generalización de éstas a todo proceso, bien sea administrativo, logístico, comercial, etc., y de cualquier organización. Desarrollos más recientes se han ocupado de la motivación del trabajador y de la responsabilidad por el producto.

De manera que, se ha pasado del objetivo inicial que fue la detección de piezas defectuosas para impedir que incidieran negativamente en la fabricación de otras o en el grado de satisfacción del cliente, a un concepto de control de calidad mucho más evolucionado, que tiene como características más relevantes:

- El intento de conseguir el objetivo “cero defectos” (ZD). Idealmente un programa encaminado a conseguir este objetivo tiene dos aspectos: uno de motivación de los empleados, para intentar reducir sus propios errores y otro de prevención, dirigido a disminuir los errores sistemáticos controlables. La filosofía básica de ZD es que una vez detectado un defecto, los técnicos responsables se dedicarán a aislar el origen del mismo y a implantar acciones reparadoras que eviten que el defecto vuelva a ocurrir.

- El concepto actual de Control Total de la Calidad, que sobrepasa los métodos estadísticos y la visión parcial de que la calidad es responsabilidad de unos pocos, se ha convertido en una cultura empresarial donde todos están involucrados, desde la alta dirección hasta los empleados con menor cualificación e incide en todos los departamentos, tanto los de producción como los de administración, sin olvidar al resto de departamentos de la empresa.

- La generalización desde el mundo industrial al mundo de los servicios: financieros, sanitarios, culturales, etc.

El control de calidad puede clasificarse en:

- a) Control de procesos.
- b) Control de recepción de materia prima y de producto acabado.

y puede realizarse:

- Sobre una característica de calidad medible (longitud, resistencia, pureza,...). Denominándose en este caso Control por Variables.
- Sobre un atributo o característica cualitativa que el producto posee o no. Es el llamado Control por Atributos.
- Contando el número de defectos por unidad producida o Control por número de defectos.

El Control por Variables es más informativo que el Control por Atributos, ya que indica no sólo si un producto es defectuoso o no, sino además la magnitud del defecto. Es por tanto mucho más eficaz para identificar la causa de los problemas de calidad y se utiliza especialmente en el Control de Procesos. Cuando el objetivo del control no es establecer acciones correctoras, sino verificar las especificaciones, el Control por Atributos o por número de defectos, es más rápido y sencillo de aplicar que el Control por Variables y por tanto más económico.

Un gráfico o diagrama de control es una representación gráfica de una característica de calidad, medida o calculada a partir de una muestra, en función del número de elementos de la muestra o del tiempo. La gráfica tiene una línea central que representa el valor medio de la característica de calidad correspondiente al estado bajo control, una línea superior o límite superior de control (LSC) y una inferior o límite inferior de control (LIC). Se escogen estos límites de tal forma que si el proceso está bajo control todos los puntos muestrales deben hallarse entre ellos. Si algún punto de la muestra estuviera fuera de tales límites, nos encontraríamos ante un proceso fuera de control y serían necesarias acciones de investigación y corrección a fin de encontrar y eliminar las causas que ocasionan este comportamiento. Si el proceso está bajo control, todos los puntos deben tener un esquema esencialmente aleatorio. Normalmente, los puntos se unen mediante segmentos rectilíneos para facilitar visualmente el seguimiento de la secuencia. La figura siguiente muestra un diagrama de un proceso bajo control.

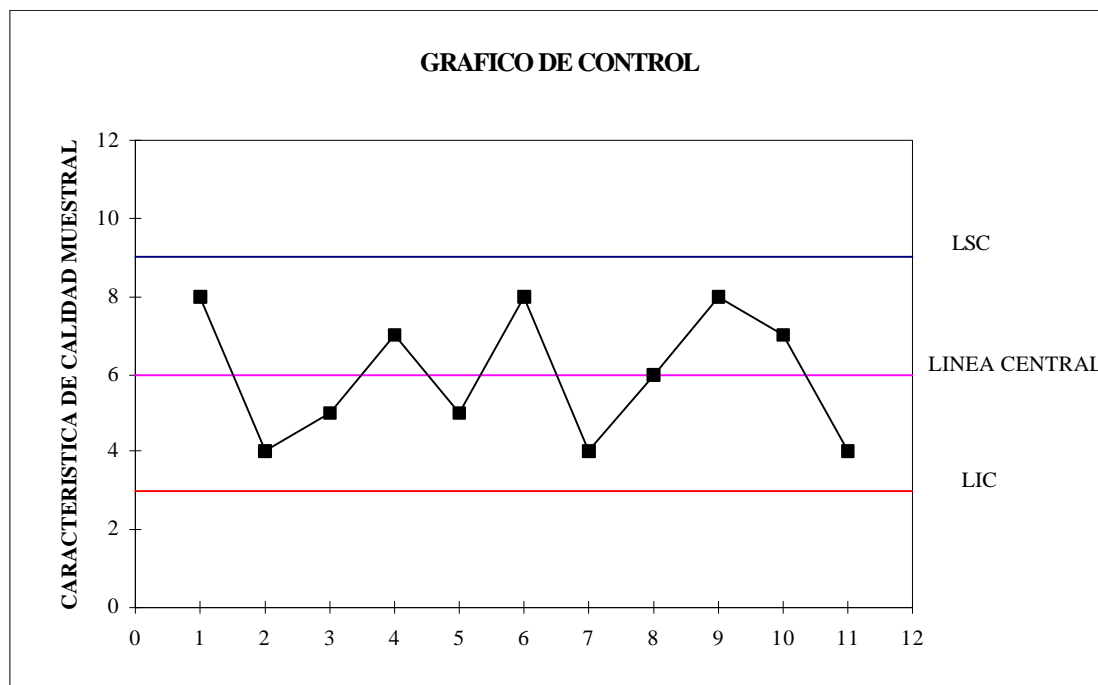


Figura 1.

En general, para construir los límites superior e inferior y la línea central se suele considerar el siguiente modelo: sea w un estadístico muestral que mide alguna característica de calidad de interés, con media μ_w y desviación típica σ_w .

$$LSC = \mu_w + t \sigma_w$$

$$\text{Línea Central} = \mu_w$$

$$LIC = \mu_w - t \sigma_w$$

donde t es la “distancia” entre los límites de control y la línea central, expresada en desviaciones típicas. Como ya indicamos anteriormente, esta teoría fue propuesta por Walter Shewart y dichas gráficas se llaman frecuentemente diagramas de Shewart. Los gráficos de control se pueden utilizar de varias maneras:

- Para la vigilancia del proceso. Se obtienen datos muestrales y se utilizan para elaborar un diagrama de control. Si los valores muestrales se hallan entre los límites y no muestran ningún patrón sistemático, se dice que el proceso está bajo control al nivel indicado por la gráfica.
- Como una herramienta administrativa de control que permite alcanzar ciertas metas con respecto a la calidad del proceso. La línea central y los límites de control pueden ser valores estándares, escogidos por el responsable de la administración.
- Como medios de estimación. Es posible estimar ciertos parámetros del proceso (media, desviación típica, proporción de defectuosos, etc.) y utilizarlos con el fin de determinar la capacidad del proceso para generar productos aceptables.

Los diagramas de control pueden clasificarse generalmente en dos tipos:

- De atributos. Sirven para clasificar las unidades de producto en aceptables o rechazables, según posean o no ciertos atributos. También se emplean para contar el número de unidades defectuosas por muestra y para evaluar la proporción de defectuosos.
- De variables. Se utilizan cuando es posible medir la característica de calidad y expresarla como un número. Dicha característica se describe mediante una medida de tendencia central (normalmente la media aritmética) y otra de variabilidad (usualmente la desviación típica o el recorrido).

Un factor importante en la utilización de los diagramas de control es el diseño de la gráfica, el cual incluye la selección del tamaño de la muestra, los límites de control y la frecuencia del muestreo. El uso de criterios estadísticos junto a criterios económicos y a la experiencia industrial permite establecer pautas para el diseño de los diagramas.

3. Técnicas Estadísticas aplicadas

Para la construcción de los gráficos de control suponemos que la aparición de un error contable en un momento dado es independiente de lo que haya ocurrido antes. El número de errores c en una muestra de tamaño n sigue una distribución binomial¹. Si n es lo suficientemente grande, esta distribución se puede aproximar por una distribución normal. Si se considerara que el número de errores c no fuera demasiado grande, entonces se utilizaría una distribución de Poisson, que también puede aproximarse por una distribución normal (bajo ciertas condiciones necesarias de convergencia que suelen darse en la práctica). En una población normal $N(\mu; \sigma)$, la media muestral \bar{X} se distribuye de la siguiente forma:

$$\bar{X} \longrightarrow N\left(\mu; \frac{\sigma}{\sqrt{n}}\right)$$

Dado el nivel de significación $\alpha = 0.003$, las líneas fundamentales del gráfico de control son:

$$LSC = m + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\text{Línea central} = m$$

$$LIC = m - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Por lo que respecta al Análisis de la Varianza, esta técnica fue propuesta por R.A. Fisher en 1.925 para descomponer la variabilidad de un experimento en componentes independientes que puedan asignarse a causas distintas. El problema consiste en disponer de n elementos que se diferencian en un factor, y se desea conocer si existe relación entre el valor medio esperado de la característica estudiada y el factor. En este trabajo el estudio que se realiza es doble, en primer lugar se considera la sucursal como variable de estudio y la variable mes como factor, y en segundo lugar se realiza el estudio contrario.

Admitiremos que el porcentaje medio de errores oscila aleatoriamente alrededor de un valor desconocido μ_i que caracteriza a la sucursal (o al mes). Las diferencias entre los valores observados (y_{ij}) y su media (μ_i) son el resultado de múltiples factores que englobaremos en un término (v_{ij}) llamado error experimental o perturbación. Por lo tanto: $y_{ij} = \mu_i + v_{ij}$. En nuestro caso hemos descompuesto la perturbación v_{ij} en la componente α_i debida al efecto de la sucursal i -ésima, en la componente β_j correspondiente al efecto del mes j -ésimo, y en la componente u_{ij} que recoge el efecto de las restantes causas posibles de variabilidad del experimento. Los modelos propuestos son los siguientes:

$$\text{Modelo I: } y_{ij} = \mu_i + \alpha_i + \beta_j + u_{ij} \quad \text{para sucursales}$$

$$\text{Modelo II: } y_{ij} = \mu_j + \alpha_i + \beta_j + u_{ij} \quad \text{para meses}$$

¹ Suponiendo que el tamaño de la población es muy grande en comparación con el de la muestra, como es el caso que nos ocupa, ya que si esto no sucediera así, al ser un muestreo sin reemplazamiento, habría que utilizar una distribución hipergeométrica.

Se supone que las perturbaciones u_{ij} son independientes entre sí y siguen una distribución normal $N(0;\sigma)$ para todo “i” y para todo “j”.

La metodología a seguir para realizar un Análisis de la Varianza, es la siguiente:

- a) Representación gráfica de los datos.
- b) Estimación de los parámetros del modelo (las medias μ_i o μ_j y la varianza común σ^2).
- c) Contrastar la hipótesis nula de igualdad de medias: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_S = \mu$, donde S es el número de sucursales (o de meses según el caso), para lo cual se construye la correspondiente tabla ANOVA y se utiliza el test de la F de Fisher con S-1 y n-S grados de libertad.
- d) Comprobar las hipótesis básicas del modelo analizando los residuos.

4. Control de Procesos Contables

La empresa en la que se ha realizado el estudio posee procesos administrativos descentralizados en 27 centros de trabajo distintos a sus oficinas centrales. Entre estos procesos cabe señalar la contabilización de los partes de caja en los que deben registrarse las entradas y salidas de efectivo, así como los movimientos bancarios ocasionados por ingresos de talones y por cargos debidos a domiciliaciones, principalmente. A priori, todas las sucursales cuentan con recursos humanos suficientes y formados adecuadamente, disponen de las mismas aplicaciones informáticas, conectadas en red con el ordenador central y del mismo manual de procedimientos que se actualiza periódicamente. Por tanto, en principio puede suponerse que no deben existir grandes diferencias de comportamiento entre unas sucursales y otras. Una vez contabilizados, los partes de caja son enviados a las oficinas centrales donde se revisan, se corrigen los errores que se hayan podido cometer, y se realiza la contabilización definitiva.

Para contrastar la hipótesis de igualdad de comportamiento entre sucursales se realizó un muestreo de los partes de caja y se anotaron las correcciones efectuadas en las oficinas centrales, evidentemente tantas como errores producidos en las sucursales, durante los ejercicios 1.997 y 1.998. El porcentaje del número de errores cometidos sobre el total de asientos realizados, así como las medias por sucursales y meses y la media total se presentan en las tablas 1 y 2 (ver Anexo). En la primera de ellas puede observarse como la media total de errores es del orden del 3,6%, siendo Lérida la sucursal que presenta mayor porcentaje de errores con una media del 12% y Febrero el mes más conflictivo con un 10,4% de errores. Por lo que respecta a 1.998, la media total es del 2,3%, repitiéndose nuevamente Lérida con un 8,7% y Febrero con un 4,7% como los resultados menos satisfactorios. Las desviaciones típicas muestrales, que no aparecen en las tablas, son 3,4% y 1,9% para las sucursales y 3,5% y 2,2% para los meses, respectivamente para los años 1.997 y 1.998.

Hemos de indicar que la empresa posee estadísticas de los errores cometidos y que se toman las medidas, en cuanto a formación y medios, necesarias para evitar en lo posible su repetición. Debido a ésto es lógico que el porcentaje de errores haya disminuido de un año para otro. La Figura 2 (ver Anexo) muestra el gráfico de control para los errores medios por sucursales correspondientes al año 1.997, con líneas de control:

$$LSC = m + 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \qquad LIC = m - 3 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Puede observarse en la Figura 2 que todo el proceso está bajo control, no obstante, el pequeño valor del porcentaje de errores cometidos hace que la LIC sea negativa y quede por debajo del eje de abscisas, lo cual no tiene sentido, ya que dicho porcentaje siempre será mayor o igual que cero². Este hecho unido al comportamiento aparentemente anómalo tanto de la sucursal de Lérida como del mes de Febrero, y en aras de obtener una mayor calidad en el proceso, nos indujo a considerar gráficos de control con un intervalo: $\mu \pm 0.5 \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, tanto para sucursales como para meses (ver

Figuras 3, 4 5 y 6 en el Anexo). En los citados gráficos puede observarse que con las líneas de control más estrictas que establecimos, tanto el mes de febrero como algunas sucursales, además de Lérida, presentan un comportamiento anómalo.

El siguiente paso en el trabajo fue la contrastación de la hipótesis de igualdad de medias, para lo cual se construyeron las correspondientes tablas ADEVA con la totalidad de los datos para los años 1.997 y 1.998. El test de la F que debe aplicarse es el siguiente:

rechazar la hipótesis nula (igualdad de medias) si: $S_e^2/S_R^2 > F_{S-1, n-S}$
en otro caso aceptar.

Fijemos el nivel de significación del test en 0.05 (el 5%), cuya $F_{26,11}$ es del orden de 2.59. Se observa que para 1997 los valores obtenidos: 6.90 para sucursales y 15.71 para meses, son muy superiores, por lo tanto, rechazamos la hipótesis de igualdad de medias. Para 1998 dichos valores son 8.63 y 5.50 respectivamente, que también nos llevan a rechazar la hipótesis nula. Se muestran también los niveles de significación correspondientes a dichos valores, que como puede observarse, son excesivamente pequeños. Así, para las sucursales en el año 1997 el nivel de significación correspondiente es del orden del 0.09%.

Tabla ADEVA 1997 (total).

	Suma Cuad.	Grad. Lib.	Varianza	R ²	F	F _{Tabla}	Niv. Sig.(%)
Entre sucursales	0,152	26	0,006	0,281	6,903	6,903	0,092
Entre meses	0,146	11	0,013	0,271	15,714	15,716	0,0017
Residual	0,242	286	0,001	0,448			
TOTAL	0,540	323					

² Este mismo hecho se repetía en los gráficos de control de meses y en los correspondientes a 1.998.

Tabla ADEVA 1998 (total).

	Suma Cuad.	Grad. Lib.	Varianza	R ²	F	F _{Tabla}	Niv. Sig.(%)
Entre sucursales	0,074	26	0,003	0,393	8,630	8,629	0,032
Entre meses	0,020	11	0,002	0,106	5,501	5,502	0,257
Residual	0,094	286	0,000	0,501			
TOTAL	0,187	323					

A la vista de los gráficos de control, decidimos investigar si se podría establecer la hipótesis de igualdad de medias en sucursales y en meses si eliminábamos los datos correspondientes a aquéllos que se quedaban fuera de las líneas de control (ver Tablas ADEVA modificadas). Para el año 1.997 no se puede aceptar la hipótesis de igualdad de medias en sucursales para un nivel de significación del 5%, aunque sí para un nivel del 3,68% e inferiores. En cambio, sí puede aceptarse la hipótesis nula H_0 correspondiente a los meses e incluso para niveles inferiores al 36,81%, valor que nos da una gran seguridad en la aceptación de H_0 , ya que cuanto mayor es el nivel de significación, más seguros estaremos de que la hipótesis nula es verdadera. Por lo que se refiere a 1.998, aceptamos la hipótesis de igualdad de medias tanto en sucursales como en meses puesto que se obtienen niveles de significación muy altos.

Tabla ADEVA 1997 (modificada).

	Suma Cuad.	Grad. Lib.	Varianza	R ²	F	F _{Tabla}	Niv. Sig.(%)
Entre sucursales	0,023	21	0,00107	0,223	3,037	3,037	0,037
Entre meses	0,004	10	0,00044	0,044	1,252	1,252	0,368
Residual	0,074	210	0,00035	0,734			
TOTAL	0,101	241					

Tabla ADEVA 1998 (modificada).

	Suma Cuad.	Grad. Lib.	Varianza	R ²	F	F _{Tabla}	Niv. Sig.(%)
Entre sucursales	0,008	19	0,00043	0,128	1,543	1,543	0,244
Entre meses	0,003	10	0,00026	0,041	0,927	0,927	0,576
Residual	0,053	190	0,00028	0,831			
TOTAL	0,063	219					

Por lo que respecta a las sucursales eliminadas en el estudio final tenemos que comentar que tanto Lérida como Vitoria poseen sólo un administrativo que además debe realizar labores comerciales, por lo cual parece lógico que el número de errores cometidos sea superior. Por lo que respecta a Sevilla, durante los ejercicios de 1997 y 1998 asumió de forma escalonada las administraciones de Cádiz y Córdoba, de manera que parece bastante razonable que en los gráficos figure fuera de las líneas de control. El comportamiento de la sucursal de Bilbao en 1998 está ya bajo control. Las sucursales que quedan por debajo de la línea inferior de control las hemos eliminado según la metodología descrita, aunque hay que comentar que su comportamiento es bueno y evidentemente superarían notablemente la inspección administrativa de una auditoría interna.

En cuanto al mes de febrero, señalar que a lo largo de este mes aparecen facturas correspondientes al año anterior (recibos de luz, teléfono, agua, etc.) que no deben contabilizarse en el ejercicio actual sino que deben llevarse contra la provisión³. Este hecho, suele ocasionar numerosos errores de contabilización y por eso es lógico que este mes aparezca fuera de las líneas de control.

Para completar el análisis de la varianza se ha efectuado un análisis gráfico de los residuos para comprobar su hipótesis básica, es decir, que siguen distribuciones normales $N(0;\sigma)$. En la Tabla 3 del Anexo se muestran los residuos correspondientes al año 1998 de todas las sucursales y en la Figura 7, a modo de ejemplo, el gráfico de residuos de la sucursal de Alicante, comprobándose que se corresponde con un ruido blanco.

5. Conclusiones

En este trabajo se presenta una metodología para realizar un control de calidad para procesos administrativos, mediante gráficos de control y análisis de la varianza. Es decir, conjugando técnicas de control de procesos industriales y adaptándolas a procesos administrativos.

Se ha enunciado como hipótesis nula la igualdad de comportamiento entre los distintos centros de trabajo, contrastándola, en un primer paso, mediante un análisis de la varianza. En un segundo paso, se han utilizado gráficos de control como herramienta para eliminar las variables responsables del rechazo de la hipótesis nula y poder reiterar la hipótesis.

En el caso concreto que se ha desarrollado, una vez eliminadas las variables que en los gráficos de control se situaban fuera de las líneas de aceptación, se ha comprobado la hipótesis de igualdad de medias para meses tanto en el ejercicio 1997 como en 1998. En el caso de las sucursales no ha sido posible la aceptación para 1997 pero sí para 1998.

Por lo que respecta a las variables excluidas y que mostraban un comportamiento no deseable, se ha encontrado una explicación razonable para el mismo, con lo cual pueden establecerse las oportunas medidas correctoras.

El estudio realizado puede generalizarse al caso de una empresa multinacional para el control administrativo de las empresas filiales por parte de la matriz.

³ Recibe el nombre de provisión el asiento que debe realizarse antes del cierre contable de un ejercicio y referido a gastos e ingresos que se han producido, pero que todavía no se posee el documento físico.

Bibliografía

- [1] AENOR (1998): Norma UNE 4070: *Estadística. Vocabulario y símbolos*. Norma UNE 66002: *Control estadístico de la calidad. Vocabulario*.
- [2] ARKIN H. (1982): *Sampling Methods for the Auditor. An Advanced Treatment*. McGraw-Hill.
- [3] BARNARD G.A. (1959): *Control Charts and Stochastic Processes*. Journal of the Royal Statistical Society. (B). Vol. 21.
- [4] BARRAINCA I. (1997): *La problemática de la contabilización de los costes de la calidad*. Técnica Contable.
- [5] BRAVERMAN J.D. (1981): *Fundamentals of Statistical Quality Control*. Reston Publishing. Mc Graw-Hill.
- [6] CHARBONNEAU H.C. y WEBSTER G.L. (1983): *Control de Calidad*. Iberoamericana.
- [7] CHIU W.K. y WETHERILL (1975): *Quality Control Practices*. International Journal of Production Research, Vol. 13.
- [8] DERMAN C. y ROSS S.M. (1997): *Statistical Aspects of Quality Control*.
- [9] DUNCAN A.J. (1956): *The Economic Design of \bar{X} -Charts Used to Maintain Current Control of Process*. Journal of American Statistical Association, Vol. 66.
- [10] DUNCAN A.J. (1990): *Control de Calidad y Estadística Industrial*. Alfaomega.
- [11] GRANT E.L. y LEAVENWORTH R.S. (1972): *Statistical quality control*. McGraw-Hill.
- [12] HAWKINS D.M. y OLWELL, D.H. (1997): *Cumulative Sum Charts and Charting for Quality Improvement*. Springer.
- [13] ISHIKAWA K. (1976): *A Guide to Quality Control*. Asian Productivity Association. Tokyo.
- [14] ISHIKAWA K. (1985): *What is Total Quality Control?. The Japanese Way*. Prentice Hall.
- [15] JURAN J.M. y otros (1983): *Manual de Control de calidad*. Reverté.
- [16] LADANY S.P. (1973): *Optimal Use of Control Charts for Controlling Current Production*. Management Science, Vol. 19.
- [17] LAMPRECHT J.L. (1996): *ISO 9000 en la pequeña y mediana empresa*. AENOR.
- [18] MONTGOMERY D.C. y otros (1975): *Economic Design of Fraction Defective Control Charts*.
- [19] MONTGOMERY D. (1991): *Control Estadístico de la Calidad*. Iberoamericana.
- [20] SMALL J.E. (1998): *ISO 9002 para directivos*. AENOR.
- [21] TAGUCHI G. (1981): *On line quality control*. Japanese Standards Association.
- [22] TIAGO DE OLIVEIRA. J. y LITTAUER S.B. (1966): *Techniques for Economic Use of Control Charts*. Revue de Statistique Appliquée, Vol. 14.
- [23] WESTERN ELECTRIC (1956): *Statistical Quality Control Handbook*. W.E.Corp.Indianapolis.

ANEXO

Tabla 1. Porcentaje de errores (1997).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIAS
ALICANTE	0,024	0,076	0,010	0,017	0,005	0,028	0,054	0,000	0,005	0,037	0,023	0,013	0,024
ASTURIAS	0,011	0,083	0,024	0,008	0,014	0,000	0,012	0,032	0,008	0,013	0,014	0,041	0,022
BARCELONA	0,061	0,076	0,015	0,015	0,023	0,025	0,007	0,014	0,012	0,037	0,026	0,014	0,027
BILBAO	0,140	0,082	0,041	0,039	0,033	0,022	0,025	0,010	0,029	0,083	0,107	0,121	0,061
EXTREMADURA	0,000	0,083	0,013	0,015	0,073	0,013	0,011	0,031	0,049	0,011	0,029	0,011	0,028
GERONA	0,000	0,120	0,052	0,020	0,000	0,020	0,013	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,019
GRANADA	0,005	0,064	0,008	0,052	0,067	0,078	0,068	0,035	0,066	0,063	0,075	0,067	0,054
LA CORUÑA	0,007	0,137	0,015	0,039	0,006	0,005	0,012	0,013	0,020	0,031	0,000	0,006	0,024
LAS PALMAS	0,050	0,208	0,026	0,030	0,021	0,008	0,036	0,027	0,017	0,049	0,040	0,035	0,046
LEÓN	0,000	0,065	0,029	0,000	0,000	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,019	0,000	0,011
LÉRIDA	0,125	0,163	0,136	0,154	0,101	0,100	0,074	0,000	0,092	0,144	0,221	0,130	0,120
LOGROÑO	0,033	0,075	0,037	0,000	0,043	0,000	0,000	0,030	0,014	0,023	0,011	0,113	0,032
MADRID	0,043	0,092	0,009	0,017	0,044	0,017	0,017	0,032	0,012	0,026	0,029	0,045	0,032
MÁLAGA	0,010	0,139	0,018	0,047	0,048	0,000	0,024	0,015	0,011	0,031	0,089	0,046	0,040
MURCIA	0,051	0,071	0,025	0,022	0,061	0,030	0,013	0,024	0,006	0,057	0,010	0,054	0,035
PALMA	0,043	0,075	0,015	0,012	0,043	0,029	0,047	0,008	0,047	0,028	0,032	0,006	0,032
PAMPLONA	0,009	0,068	0,020	0,000	0,000	0,000	0,012	0,013	0,022	0,023	0,010	0,026	0,017
SAN SEBASTIÁN	0,053	0,054	0,010	0,009	0,000	0,010	0,000	0,028	0,016	0,020	0,027	0,000	0,019
SALAMANCA	0,051	0,176	0,014	0,000	0,000	0,040	0,000	0,000	0,032	0,000	0,000	0,000	0,026
SEVILLA	0,147	0,129	0,038	0,050	0,079	0,012	0,021	0,024	0,039	0,088	0,033	0,030	0,057
TARRAGONA	0,025	0,137	0,009	0,000	0,019	0,000	0,000	0,010	0,000	0,037	0,036	0,044	0,026
TENERIFE	0,022	0,078	0,016	0,027	0,000	0,051	0,038	0,071	0,029	0,042	0,030	0,038	0,037
VALENCIA	0,054	0,097	0,003	0,059	0,004	0,012	0,009	0,058	0,003	0,052	0,003	0,004	0,030
VALLADOLID	0,017	0,177	0,013	0,019	0,000	0,000	0,018	0,037	0,000	0,027	0,016	0,016	0,028
VIGO	0,014	0,110	0,025	0,038	0,010	0,009	0,008	0,000	0,000	0,032	0,000	0,018	0,022
VITORIA	0,042	0,136	0,029	0,047	0,017	0,091	0,266	0,133	0,031	0,000	0,045	0,020	0,071
ZARAGOZA	0,067	0,031	0,043	0,078	0,014	0,007	0,036	0,000	0,000	0,022	0,007	0,000	0,025
MEDIAS	0,041	0,104	0,026	0,030	0,027	0,023	0,030	0,024	0,021	0,036	0,035	0,033	0,036

Tabla 2. Porcentaje de errores (1998).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIAS
ALICANTE	0,006	0,013	0,030	0,020	0,014	0,014	0,036	0,000	0,028	0,020	0,010	0,030	0,018
ASTURIAS	0,007	0,022	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,004	0,018	0,006	0,006	0,006
BARCELONA	0,028	0,032	0,018	0,005	0,021	0,016	0,011	0,028	0,029	0,017	0,022	0,019	0,020
BILBAO	0,028	0,050	0,027	0,066	0,017	0,055	0,020	0,000	0,014	0,031	0,053	0,006	0,031
EXTREMADURA	0,012	0,053	0,030	0,015	0,069	0,012	0,022	0,000	0,024	0,057	0,015	0,053	0,030
GERONA	0,000	0,030	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,003
GRANADA	0,027	0,030	0,021	0,045	0,053	0,026	0,000	0,000	0,037	0,011	0,031	0,024	0,025
LA CORUÑA	0,056	0,026	0,040	0,009	0,005	0,025	0,000	0,000	0,013	0,025	0,021	0,011	0,019
LAS PALMAS	0,025	0,020	0,031	0,040	0,022	0,022	0,055	0,017	0,033	0,060	0,014	0,037	0,031
LEÓN	0,028	0,075	0,000	0,000	0,031	0,024	0,000	0,000	0,000	0,020	0,000	0,020	0,017
LÉRIDA	0,075	0,095	0,136	0,065	0,050	0,151	0,132	0,055	0,042	0,108	0,048	0,085	0,087
LOGROÑO	0,014	0,070	0,000	0,014	0,000	0,015	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,067	0,017
MADRID	0,041	0,011	0,010	0,016	0,035	0,034	0,019	0,007	0,017	0,009	0,009	0,017	0,019
MÁLAGA	0,000	0,052	0,015	0,016	0,007	0,016	0,025	0,000	0,007	0,026	0,049	0,015	0,019
MURCIA	0,057	0,033	0,009	0,024	0,017	0,008	0,000	0,009	0,039	0,018	0,057	0,028	0,025
PALMA	0,000	0,022	0,000	0,032	0,015	0,018	0,019	0,032	0,035	0,021	0,008	0,012	0,018
PAMPLONA	0,000	0,020	0,000	0,011	0,000	0,006	0,019	0,027	0,028	0,000	0,021	0,007	0,012
SAN SEBASTIÁN	0,021	0,058	0,011	0,008	0,000	0,000	0,023	0,033	0,000	0,007	0,021	0,000	0,015
SALAMANCA	0,045	0,045	0,016	0,000	0,000	0,035	0,000	0,013	0,012	0,013	0,000	0,000	0,015
SEVILLA	0,042	0,096	0,032	0,009	0,022	0,032	0,025	0,008	0,024	0,050	0,080	0,063	0,040
TARRAGONA	0,010	0,078	0,000	0,008	0,020	0,000	0,014	0,000	0,017	0,022	0,028	0,019	0,018
TENERIFE	0,007	0,019	0,023	0,017	0,009	0,047	0,008	0,050	0,053	0,013	0,015	0,048	0,026
VALENCIA	0,048	0,060	0,000	0,011	0,017	0,013	0,025	0,016	0,056	0,006	0,020	0,017	0,024
VALLADOLID	0,046	0,090	0,082	0,015	0,000	0,016	0,000	0,018	0,000	0,037	0,000	0,018	0,027
VIGO	0,013	0,081	0,049	0,000	0,000	0,011	0,009	0,028	0,000	0,000	0,060	0,019	0,023
VITORIA	0,018	0,066	0,049	0,017	0,043	0,085	0,022	0,037	0,014	0,028	0,042	0,026	0,037
ZARAGOZA	0,010	0,012	0,000	0,007	0,006	0,000	0,006	0,000	0,017	0,022	0,011	0,012	0,009
MEDIAS	0,025	0,047	0,023	0,017	0,018	0,025	0,019	0,014	0,020	0,024	0,024	0,024	0,023

Tabla 3. Residuos u_{ij} (1998).

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
ALICANTE	-0.008	-0.024	0.017	0.013	0.006	-0.002	0.027	-0.004	0.017	0.006	-0.004	0.015
ASTURIAS	0.017	0.011	0.012	0.018	0.018	0.016	0.016	0.021	0.020	0.029	0.017	0.017
BARCELONA	0.009	-0.009	0.000	-0.007	0.010	-0.004	-0.002	0.020	0.015	-0.001	0.004	0.001
BILBAO	-0.011	-0.011	-0.011	0.034	-0.015	0.015	-0.014	-0.029	-0.021	-0.007	0.015	-0.033
EXTREMADURA	-0.027	-0.007	-0.007	-0.016	0.038	-0.027	-0.011	-0.028	-0.009	0.019	-0.022	0.014
GERONA	0.016	0.023	0.017	0.023	0.022	0.015	0.021	0.026	0.020	0.026	0.016	0.016
GRANADA	-0.002	-0.021	-0.006	0.023	0.032	-0.004	-0.023	-0.018	0.013	-0.017	0.003	-0.005
LA CORUÑA	0.040	-0.013	0.025	0.000	-0.004	0.008	-0.011	-0.006	0.001	0.009	0.005	-0.005
LAS PALMAS	-0.016	-0.043	-0.008	0.007	-0.011	-0.020	0.020	-0.013	-0.002	0.020	-0.025	-0.003
LEÓN	0.017	0.042	-0.010	-0.004	0.027	0.012	-0.006	0.000	-0.007	0.009	-0.010	0.009
LÉRIDA	-0.076	-0.078	-0.014	-0.079	-0.094	-0.001	-0.014	-0.086	-0.105	-0.043	-0.103	-0.067
LOGROÑO	0.002	0.036	-0.011	0.010	-0.005	0.002	0.018	-0.001	-0.007	-0.011	-0.011	0.055
MADRID	0.026	-0.026	-0.004	0.008	0.026	0.018	0.009	0.002	0.006	-0.006	-0.006	0.001
MÁLAGA	-0.016	0.014	0.000	0.007	-0.002	-0.001	0.015	-0.006	-0.005	0.011	0.034	-0.001
MURCIA	0.030	-0.017	-0.017	0.003	-0.003	-0.020	-0.022	-0.008	0.016	-0.009	0.030	0.000
PALMA	-0.014	-0.014	-0.012	0.025	0.008	0.003	0.011	0.029	0.026	0.008	-0.004	-0.001
PAMPLONA	-0.001	-0.003	0.000	0.017	0.006	0.004	0.024	0.037	0.031	-0.001	0.021	0.006
SAN SEBASTIÁN	0.013	0.028	0.004	0.006	-0.001	-0.009	0.020	0.036	-0.004	0.000	0.013	-0.008
SALAMANCA	0.038	0.016	0.010	-0.001	-0.001	0.026	-0.002	0.015	0.009	0.006	-0.007	-0.008
SEVILLA	-0.017	0.016	-0.026	-0.042	-0.029	-0.027	-0.028	-0.040	-0.030	-0.008	0.022	0.005
TARRAGONA	-0.004	0.042	-0.012	0.001	0.013	-0.015	0.006	-0.003	0.007	0.009	0.015	0.006
TENERIFE	-0.022	-0.032	-0.005	-0.005	-0.013	0.016	-0.015	0.031	0.028	-0.015	-0.013	0.019
VALENCIA	0.022	0.013	-0.025	-0.008	-0.002	-0.014	0.004	0.001	0.034	-0.019	-0.006	-0.008
VALLADOLID	0.015	0.036	0.052	-0.010	-0.024	-0.016	-0.026	-0.003	-0.027	0.006	-0.031	-0.013
VIGO	-0.010	0.036	0.027	-0.016	-0.016	-0.012	-0.008	0.015	-0.018	-0.022	0.038	-0.003
VITORIA	-0.034	-0.009	-0.002	-0.028	-0.002	0.032	-0.025	-0.004	-0.034	-0.024	-0.010	-0.026
ZARAGOZA	0.015	-0.005	0.006	0.019	0.018	0.004	0.017	0.016	0.027	0.027	0.017	0.017

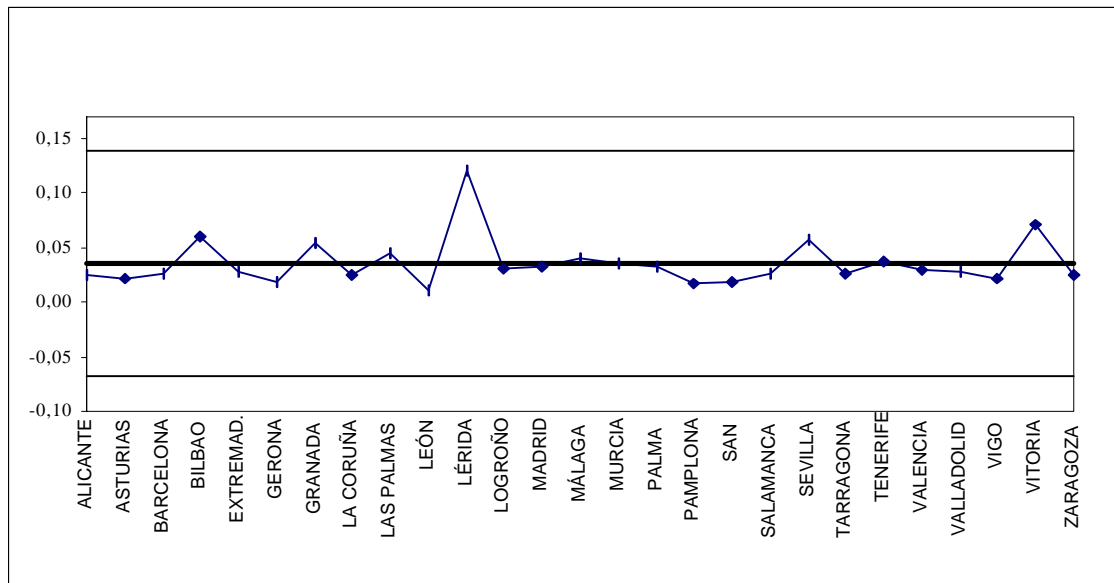


Figura 2. Sucursales 1997. Líneas de control: $\mu \pm 3\sigma/\sqrt{n}$

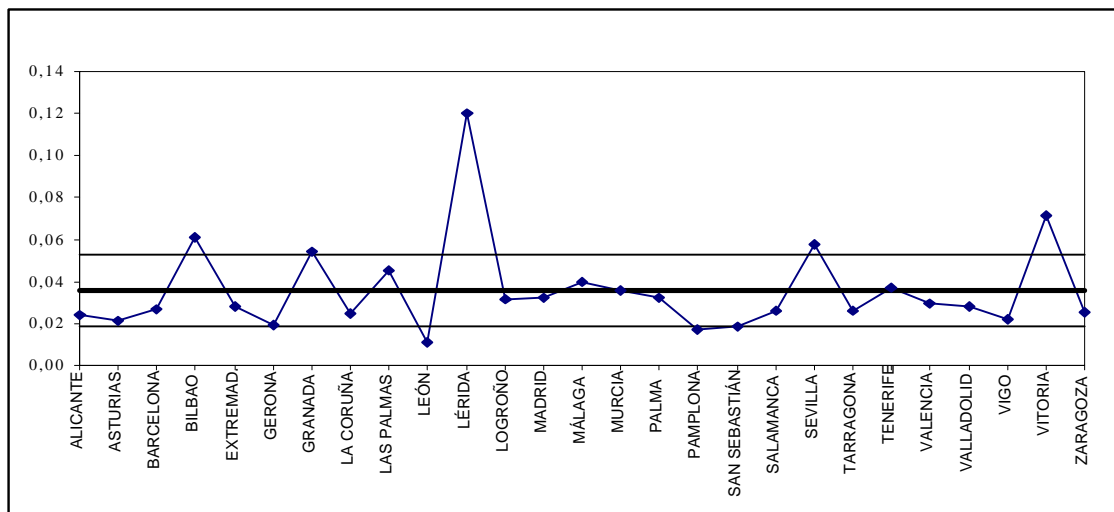


Figura 3. Sucursales 1997. Líneas de control: $\mu \pm 0.5\sigma/\sqrt{n}$

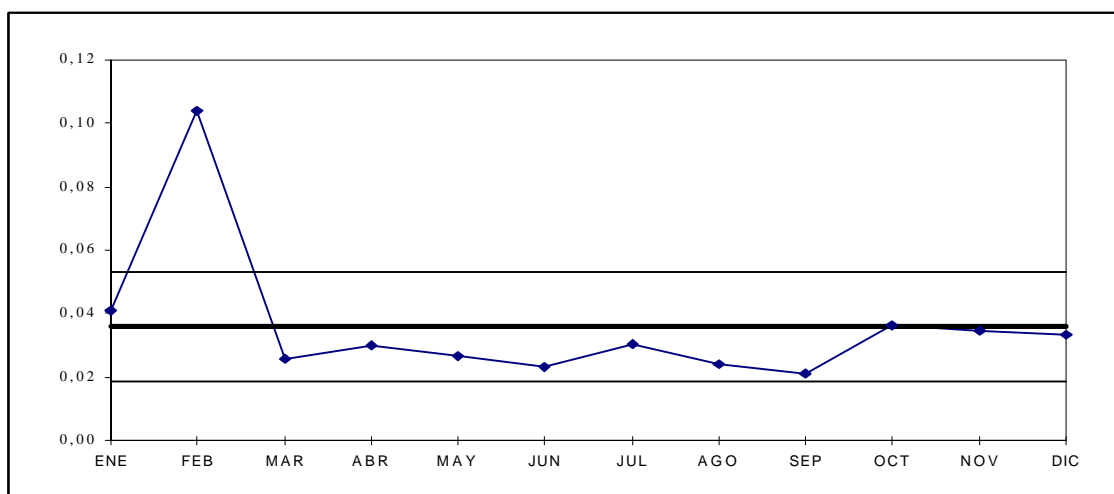


Figura 4. Meses 1997. Líneas de control: $\mu \pm 0.5\sigma/\sqrt{n}$

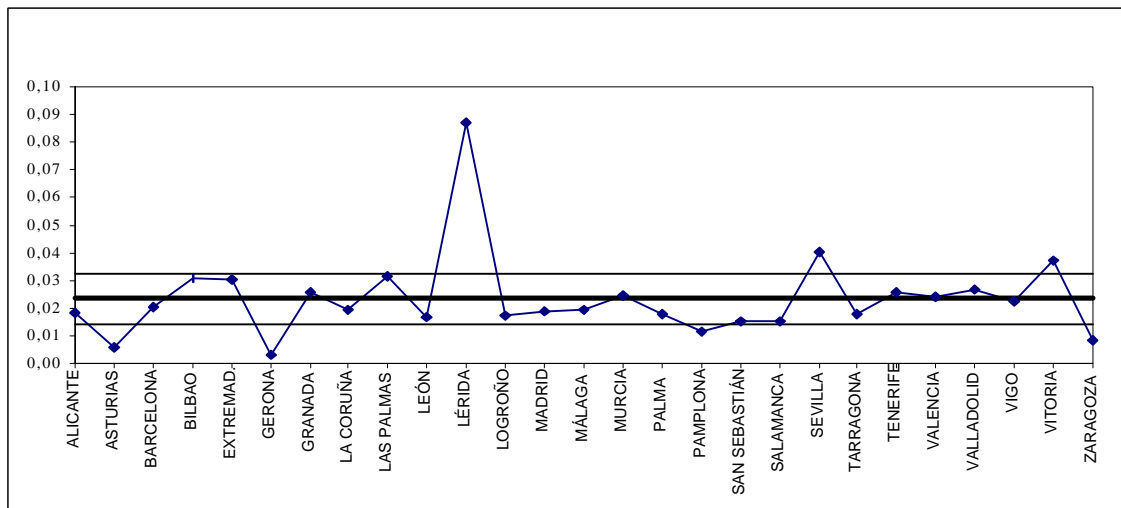


Figura 5. Sucursales 1998. Líneas de control: $\mu \pm 0.5\sigma/\sqrt{n}$

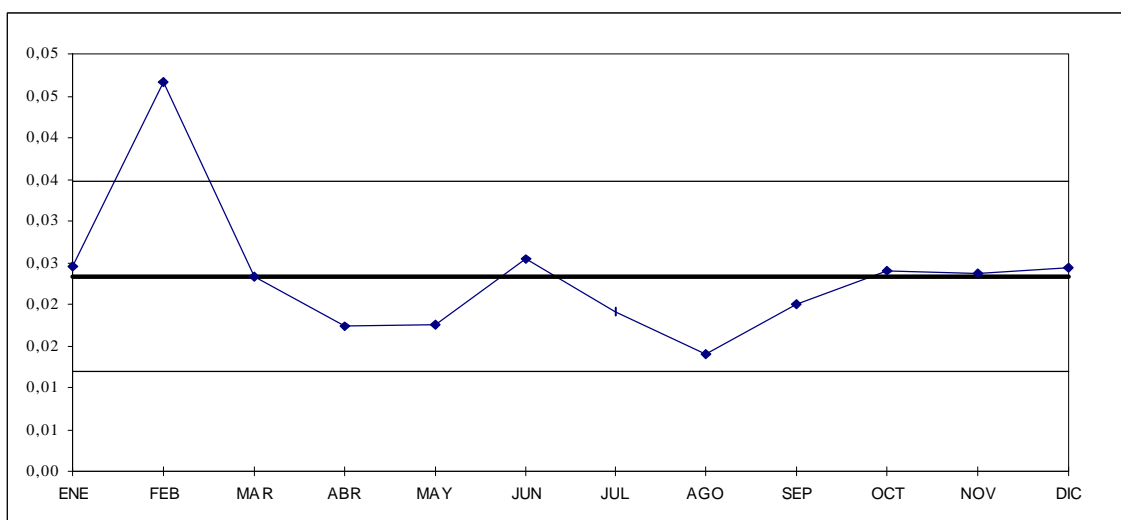


Figura 6. Meses 1998. Líneas de control: $\mu \pm 0.5\sigma/\sqrt{n}$

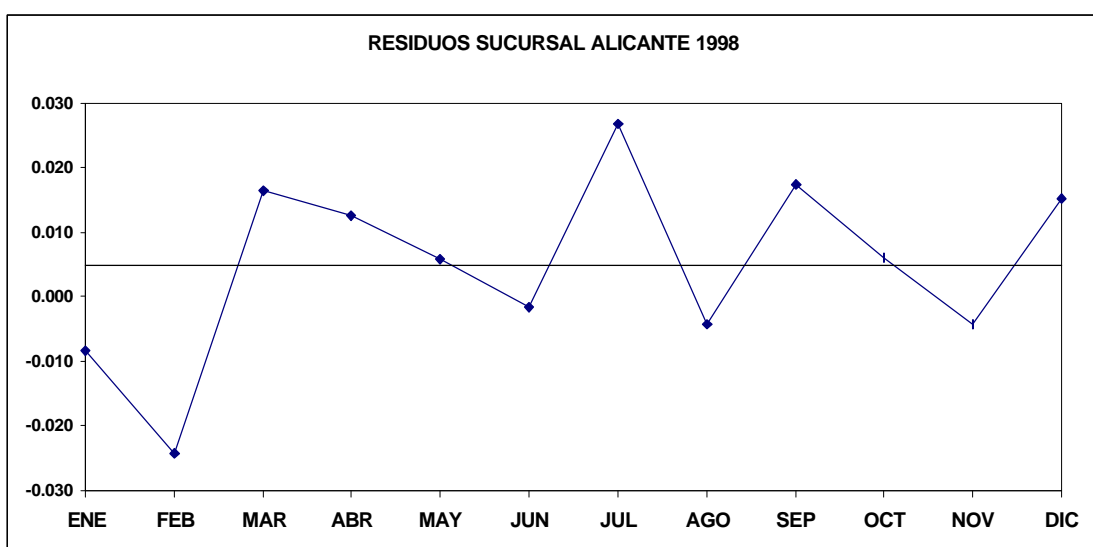


Figura 7.