

ESTADO DEL ARTE DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS EN  
ORGANIZACIONES DEL SECTOR SERVICIOS.

IVÁN MAURICIO GONZÁLEZ GAITÁN

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD  
BOGOTÁ D.C  
AÑO 2016

ESTADO DEL ARTE DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS EN  
ORGANIZACIONES DEL SECTOR SERVICIOS.

MONOGRAFÍA EN APOYO A LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE ESPECIALISTA EN GERENCIA DE LA CALIDAD

IVÁN MAURICIO GONZÁLEZ GAITÁN

ORIENTADOR(A)  
INGENIERA YENITH CRISTINA ORTIZ GONZÁLEZ  
Msc. CALIDAD Y GESTIÓN INTEGRAL  
DOCENTE INVESTIGADORA

FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA  
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE LA CALIDAD  
BOGOTÁ D.C  
AÑO 2016

## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del Director**

---

**Firma Calificador**

Bogotá D.C., Julio de 2016

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García – Peña

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Secretario General

Dr. Juan Carlos Posada García – Peña

Decano Facultad de Educación Permanente

Dr. Luis Fernando Romero Suárez.

Director Especialización en Gerencia de la Calidad

Dr. Emerson Mahecha Roa

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## **DEDICATORIA**

Dedico esta monografía a Dios por darme la fortaleza, paciencia, y sabiduría para lograr este objetivo en mi formación como profesional.

A mis padres, hermanos, y esposa, quienes han estado conmigo en este camino, brindándome su apoyo incondicional y alentándome en los momentos de duda e incertidumbre.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por permitir el cumplimiento de un objetivo más en mi vida; por estar conmigo siempre; por darme la oportunidad de compartir este momento con mi familia.

Gracias a mis padres, hermanos, y familia en general, por estar conmigo durante mi desarrollo como profesional; por apoyarme en todo momento y en todo lugar.

Gracias a mi esposa hermosa, con quien inicié este sueño, y quien me dio la fuerza y el empuje necesario para lograrlo; por su comprensión y paciencia ante la ausencia mientras estuve cursando la especialización.

Gracias a Yenith Cristina Ortiz González, Msc. Calidad y Gestión Integral, quien guió con su conocimiento y experiencia el desarrollo de este trabajo investigativo.

## CONTENIDO

	pág
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>15</b>
<b>1. METODOLOGÍA</b>	<b>16</b>
1.1 PERIODO HISTÓRICO	16
1.2 IDENTIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LOS REFERENTES CONCEPTUALES CON SUS RESPECTIVOS AUTORES Y PRODUCCIÓN BIBLIOGRÁFICA.	16
1.2.1 Recuperación de información.	16
1.1.1 Matriz de fuentes	18
1.1.2 Selección de los artículos guías o claves.	22
1.1.3 Mapa conceptual, categorías, y subcategorías.	25
1.1.4 Análisis categorial	31
1.1.5 Análisis bibliométrico.	34
1.1.6 Sondeo descriptivo, sinóptico, y analítico de la información por categorías	42
<b>2. REDACCIÓN DEL ESTADO DEL ARTE</b>	<b>47</b>
2.1 GENERALIDADES DEL CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS (CEP)	47
2.2 CONTEXTO EMPRESAS DE SERVICIOS	57
2.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PRINCIPALES HERRAMIENTAS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP).	62
2.4 CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS MÁS USADO EN LAS ORGANIZACIONES DEL SECTOR SERVICIOS.	63
2.4.1 Servicios educativos.	64
2.4.2 Servicios financieros.	72
2.4.3 Servicios de telecomunicación	79
2.4.4 Servicios de salud	85
2.4.5 Servicios de supermercado.	107
2.5 VACÍOS CORRESPONDIENTES A LA GENERACIÓN DE DOCUMENTOS RELACIONADOS CON EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS APLICADO ORGANIZACIONES DEL SECTOR SERVICIOS.	112
<b>3. CONCLUSIONES.</b>	<b>113</b>
<b>4. RECOMENDACIONES</b>	<b>114</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	<b>115</b>



## LISTA DE CUADROS

	pág
Cuadro 1 Matriz de fuentes de información consultadas	18
Cuadro 2 Matriz de artículos guías o claves	22
Cuadro 3 Clasificación de referencias bibliográficas por categorías y subcategorías	27
Cuadro 4 Journal rankings – Colombia.	41
Cuadro 5 Artículos relevantes categorías y subcategorías.	43
Cuadro 6 Hitos históricos que han incidido en el desarrollo de la calidad y el servicio	47
Cuadro 7 Etapas de la evolución del concepto de calidad	49
Cuadro 8 Causas de variabilidad	52
Cuadro 9 Uso de gráficos de control más comunes.	56
Cuadro 10 Diferencia entre bienes y servicios.	60
Cuadro 11 Aplicaciones de los gráficos de control en organizaciones de servicios.	61
Cuadro 12 Determinación de causas especiales.	77

## LISTA DE GRÁFICOS

	pág
Gráfico 1 Mapa conceptual	26
Gráfico 2 Análisis por Tipo de documento	31
Gráfico 3 Análisis de Tipo de documento por fuente	32
Gráfico 4 Análisis de la cantidad de documentos por fuente – subcategoría Características	32
Gráfico 5 Análisis de la cantidad de documentos por fuente – subcategoría Historia.	33
Gráfico 6 Análisis de la cantidad de documentos por fuente – subcategoría Tipos de gráfico de control.	33
Gráfico 7 Cantidad de documentos por fuente – subcategoría Ejemplos de aplicación	34
Gráfico 8 Documentos por año “ <i>Quality Charts</i> ” and “ <i>Process Control</i> ”.	35
Gráfico 9 Documentos por país “ <i>Quality Charts</i> ” and “ <i>Process Control</i> ”.	36
Gráfico 10 Resultados por año “ <i>Statistical Methods</i> ” and “ <i>Process Control</i> ”.	37
Gráfico 11 Resultados por país.	38
Gráfico 12 Comparación	40
Gráfico 13 Evolución de la calidad	50
Gráfico 14 Control estadístico de procesos	51
Gráfico 15 Clasificación del cuadro de control.	57
Gráfico 16 Gráfico de control para el resultado de los exámenes en el grupo 1	65
Gráfico 17 Gráfico de control para el resultado de los exámenes en el grupo 2.	66
Gráfico 18 Gráfico de control para el resultado de la proporción de asistencia en el grupo 1	67
Gráfico 19 Gráfico de control para el resultado de la proporción de asistencia en el grupo 2	67
Gráfico 20 Distribución no normal de los datos.	69
Gráfico 21 Gráfico de control simple.	70
Gráfico 22 Gráfico p modificado	71
Gráfico 23 Hoja de ruta CEP	73
Gráfico 24 Las posibles causas del largo tiempo de ciclo del procesamiento de remesas interno	74
Gráfico 25 Diagrama de flujo para el proceso de remesas internas (RI)	75
Gráfico 26 Gráfico de control XR datos generados desde el 30/9 hasta 5/11	77
Gráfico 27 Gráfico de control XR – datos tomados del 5/11 al 10/12	78
Gráfico 28 Ejemplos representativos de los patrones de uso de teléfono del cliente (cruzadas) con movimiento suavizado promedio (línea continua) y el ajuste de regresión lineal mundial.	80
Gráfico 29 Procedimiento de tres etapas para la monitorización de la actividad del cliente.	82

Gráfico 30 MSFE´s para las predicciones simuladas de un solo paso-a para: (a) ningún cambio; (B) valor atípico = 10; (C) el cambio medio = 3; y (d) la pendiente, cambiar = 3.	83
Gráfico 31 Ejemplos de monitorización de la actividad basado en CEP utilizando el método de suavizado exponencial L2.	84
Gráfico 32 Gráfico rangos móviles (MR).	86
Gráfico 33 Gráfico de media (X).	87
Gráfico 34 Gráfico de control de Shewhart para los datos de salud en general (*) (Universidad)	90
Gráfico 35 Gráfico de control de Shewhart para los datos de nuevos casos de enfermedad por empleado (Ancianato)	91
Gráfico 36 Elementos clave de un plan para puntos fuera de control para los líderes cuando se produce una alarma de salud en el trabajo.	92
Gráfico 37 Errores en el Archivo de Historias Clínicas	94
Gráfico 38 Diagrama de Control con límites de control variables	96
Gráfico 39 Diagrama de Control estandarizado	97
Gráfico 40 Evolución del indicador <Identificación de EM de preparación que no alcanzan al paciente>	100
Gráfico 41 Evolución del indicador <Identificación de EM de dispensación que no alcanzan al paciente>	101
Gráfico 42 Evolución del indicador <Identificación de EM que alcanzan al paciente, en los procesos de validación farmacéutica, preparación y dispensación>	102
Gráfico 43 Carta control para la proporción de muertes perinatales, sin puntos fuera de control	104
Gráfico 44 Carta control para el Logit de muertes perinatales, sin puntos fuera de control	105
Gráfico 45 Gráfica de control para la media de tiempos de servicio en caja rápida	110
Gráfico 46 Control de rangos para caja rápida	111

## LISTA DE TABLAS

	pág
Tabla 1 Documentos por año “ <i>Quality Charts</i> ” and “ <i>Process Control</i> ”.	35
Tabla 2 Resultados por país “ <i>Quality Charts</i> ” and “ <i>Process Control</i> ”.	36
Tabla 3 Documentos por año “ <i>Statistical Methods</i> ” and “ <i>Process Control</i> ”.	37
Tabla 4 Resultados por país “ <i>Statistical Methods</i> ” and “ <i>Process Control</i> ”.	38
Tabla 5 Comparación documentos producidos - Scimago.	39
Tabla 6 Ranking por país	40
Tabla 7 Ranking por país – Latín América	41
Tabla 8 Comparación de resultados – Servicios educativos	64
Tabla 9 Resultados encuesta de satisfacción	74
Tabla 10 Datos generados desde el 30/9 hasta 5/11	76
Tabla 11 Estadísticas descriptivas para los dos datos de la Universidad y del Ancianto.	89
Tabla 12 Límites de control de los diagramas de Shewhart	95
Tabla 13 Descripción de los Indicadores de Calidad que miden la seguridad del paciente	99
Tabla 14 Tiempo de atención a cliente en caja rápida	108
Tabla 15 Cálculo de medias y rangos para tiempo de atención a cliente en cajero rápido	109

## RESUMEN

Este trabajo investigativo tuvo como objetivo realizar el estado del arte sobre la aplicación del control estadístico de procesos en empresas de servicios. Lo anterior con el fin de identificar, principalmente, cuál ha sido la producción documental con respecto al tema, la forma en la que ha sido tratado el tema por diferentes autores, y cómo lo han expuesto en sus respectivos documentos.

La primera actividad realizada fue la búsqueda documental, previa definición del periodo histórico para la correspondiente búsqueda, en diferentes bases de datos: Redalyc, Scielo, Ebsco, Ebrary, Proquest, y Virtualpro. Adicionalmente, se realizó el análisis bibliométrico con la información que se obtuvo en las bases de datos Scimago y Scopus, para establecer la producción documental correspondiente al tema de este trabajo.

Posteriormente, con el resultado de la búsqueda y análisis de la información, se establecen los documentos referencia, y de impacto, a utilizar en el trabajo investigativo. Con base en la información seleccionada, y la lectura respectiva, se redacta el estado del arte.

**Palabras claves:** Estado del arte, calidad, control estadístico de procesos, gráficos de control, empresas de servicios.

## INTRODUCCIÓN

Las empresas, tanto de servicios como de manufactura, tienen como foco principal un aspecto clave en común: los clientes y su nivel de satisfacción con respecto a los servicios/productos ofrecidos. Lo anterior se puede entender como prestar servicios/producir productos con *calidad*. Para Evans<sup>1</sup>, si una empresa quiere crear clientes satisfechos, primero debe identificar sus necesidades, diseñar los sistemas de producción y servicios para cumplirlas, y medir los resultados como base de la mejora.

A través de la historia se han definido diferentes teorías y modelos con respecto a la calidad, dentro de los cuales se menciona el Control Estadístico de Procesos (CEP), permitiendo a las empresas analizar sus resultados y tomar las acciones correspondientes para alcanzar los objetivos trazados.

Sin embargo, es usual encontrar información sobre la aplicación del CEP en empresas de industria/manufactura, pero no lo es tanto en empresas de servicios.

Este trabajo investigativo busca entender cómo diferentes autores han abordado el concepto *control estadístico de procesos*, sus ventajas y desventajas, y casos de aplicación en empresas de servicios.

En el primer capítulo se establece la metodología usada para la investigación, incluyendo: periodo de tiempo en el cual se realiza la búsqueda de información, la identificación y categorización de los documentos encontrados según la base de datos y tipo de documentos, el mapa conceptual respectivo, el análisis por cada una de las categorías establecidas, el análisis bibliométrico con la producción documental, y los documentos elegidos para el trabajo como sondeo descriptivo.

En el segundo capítulo se redacta el estado del arte, abarcando: generalidades del control estadístico de procesos, el contexto de las empresas de servicios, las ventajas y desventajas del control estadístico de procesos, el uso del control estadístico de procesos, y los vacíos documentales encontrados durante la investigación.

---

<sup>1</sup> EVANS, James R., Lindsay, William R. Introducción a la calidad. En: Administración y Control de la Calidad. Editor: Sergio R. Cervantes González. 7 ed. México D.F: Cengage Learning Editores, 2008. p 154. ISBN-13: 978-970-686-836-

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Revisar el estado del arte de control estadístico de procesos en organizaciones prestadoras de servicio.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar y categorizar los referentes conceptuales con sus respectivos autores y producción bibliográfica.
- Realizar un paralelo entre las ventajas y desventajas de las principales herramientas del control estadístico de procesos.
- Establecer, mediante los enfoques y tendencias vinculadas al estudio de la aplicación de control estadístico de procesos, el control más usado en las organizaciones de prestación de servicios.
- Identificar vacíos correspondientes a la generación de documentos relacionados con el control estadístico de procesos aplicado organizaciones del sector servicios.
- Elaborar el documento de estado del arte.

## 1. METODOLOGÍA

### 1.1 PERIODO HISTÓRICO

Para el desarrollo de este documento se realizó la búsqueda documental en el periodo comprendido entre los años 2004 al 2015.

### 1.2 IDENTIFICACIÓN Y CATEGORIZACIÓN DE LOS REFERENTES CONCEPTUALES CON SUS RESPECTIVOS AUTORES Y PRODUCCIÓN BIBLIOGRÁFICA.

#### 1.2.1 Recuperación de información.

Para la búsqueda de información correspondiente al presente estado del arte se identificó la siguiente información:

- Palabras claves: Control estadístico, gráficos de control, empresas de servicios, herramientas de calidad, métodos estadísticos.
- Tesoros: Quality control, Service industries, Process control.
- Búsqueda de información: Se realizó la búsqueda de información en las siguientes bases de datos:

- **Redalyc**

*Palabras claves o tesoros: Control de calidad*

La búsqueda arrojó 22 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2015. De acuerdo a la consulta inicial realizada, solo dos (2) documentos representan un aporte significativo para la investigación.

- **Scielo**

*Palabras claves o tesoros: Control estadístico de procesos*

La búsqueda arrojó 17100 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2015.

*Palabras claves o tesoros: Quality control charts*

La búsqueda arrojó 3010 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2015.



*Palabras claves o tesauros: Control charts*

La búsqueda arrojó 23 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2015.

De acuerdo a la consulta inicial realizada, solo tres (3) documentos representan un aporte significativo para la investigación.

- **Ebsco**

*Palabras claves o tesauros: QUALITY control -- Charts, diagrams, etc." AND DE "PROCESS control -- Statistical methods*

La búsqueda arrojó 478 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2013. De acuerdo a la consulta inicial realizada, solo diez (10) documentos representan un aporte significativo para la investigación.

*Palabras claves o tesauros: Process Control DE "PROCESS control -- Statistical methods" AND DE "SERVICE sector"*

La búsqueda arrojó 16430 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2013. De acuerdo a la consulta inicial realizada, solo doce (12) documentos representan un aporte significativo para la investigación.

*Palabras claves o tesauros: Quality charts DE "CHARTS, diagrams, etc." AND DE "SERVICE industries"*

La búsqueda arrojó 253 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2013. De acuerdo a la consulta inicial realizada, solo cuatro (4) documentos representan un aporte significativo para la investigación

- **Ebrary**

*Palabras claves o tesauros: Control estadístico procesos. Gestión OR "Administración De Empresas" OR "Total Quality Management" OR "Quality Control" OR Calidad*

La búsqueda arrojó 386 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2013. De acuerdo a la consulta inicial realizada, solo diez (10) documentos representan un aporte significativo para la investigación.

*Palabras claves o tesauros: Process control – statistical. "Quality Control" OR "Statistical Methods" OR Ingeniería OR "Control De Calidad" OR Calidad*

La búsqueda arrojó 89 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2013. De acuerdo a la consulta inicial realizada, solo un (1) documento representa un aporte significativo para la investigación.

- **Proquest**

*Palabras claves o tesoros:* Control process and control chart

La búsqueda arrojó 0 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2015.

*Palabras claves o tesoros:* Control chart and industry service

La búsqueda arrojó 0 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2015

- **Virtual pro**

*Palabras claves o tesoros:* Statistical quality control

La búsqueda arrojó 1047 resultados, filtrando por las publicaciones generadas entre el año 2004 y el 2015. De acuerdo a la consulta inicial realizada, ningún documento representa un aporte significativo para la investigación.

### 1.1.1. Matriz de fuentes

Después de realizar la búsqueda y recuperación de información, se identificaron los documentos que podrían aplicar al estudio, los cuales se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Matriz de fuentes de información consultadas

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento
1	Libro	Ebrary	Juran, Joseph M. Juran y la planificación para la calidad. Ediciones Díaz de Santos. 2008. p. 151-173
2	Libro	Ebrary	Cuatrecasas, Lluís. Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. 3a. Ed. 2009. p. 42-50, 76, 187
3	Libro	Ebrary	Fontalvo Herrera, Tomás José. Sistema de gestión de la calidad. Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000. 2006. p. 27-44
4	Libro	Ebrary	Membrado Martínez, Joaquín . Metodologías avanzadas para la planificación y mejora. Ediciones Díaz de Santos. 2013. p. 133-149

Cuadro 1. Continuación Matriz de fuentes de información consultadas

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento
5	Libro	Ebrary	González Gaya, Cristina Domingo Navas, Rosario Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas de mejora de la calidad. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. España. 2013. p. 71
6	Libro	Ebrary	Ishikawa, Kaoru. Introducción al control de calidad. Ediciones Díaz de Santos. España. 2007. p. 81-84, 163-208
7	Libro	Ebrary	Zeithaml, Valarie A. Parasuraman, A. Berry, Leonard L. Calidad total en la gestión de servicios. Ediciones Díaz de Santos. España. 2007. p. 17-57, 155-183
8	Libro	Ebrary	Vargas Quiñones, Martha Elena Aldana de Vega, Luzángela. Calidad y servicio: conceptos y herramientas (2a. ed.). Ecoe Ediciones. Colombia. 2011. p. 109-137
9	Libro	Ebrary	Hansen, Bertrand L. Ghare, Prabhakar M. Control de calidad: teoría y aplicaciones. Ediciones Díaz de Santos. España. 2008. p. 83-114
10	Libro	Ebrary	Bonilla Castillo, José Antonio. Gestión de la calidad total en el servicio público. El Cid Editor. Argentina. 2014. p. 101-118, 185-193
11	Libro	Ebrary	Lind, Douglas A. Marchal, William G. Wathen, Samuel A. Estadística aplicada a los negocios y a la economía. McGraw-Hill Interamericana. México. 2011. p. 586-604
12	Artículo	EBSCOhost	Gaffney, Robert L. Hays, Julie M. Sweet Control Charts and Process Capability. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. Sep2007, Vol. 5 Issue 2, p. 397-403
13	Artículo	EBSCOhost	DePuy, Jeff. About Control Charts. En: Manufacturing Engineering. May2009, Vol. 142 Issue 5, p. 12
14	Artículo	EBSCOhost	Green Jr., Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. STATISTICAL PROCESS CONTROL APPLIED WITHIN AN EDUCATION SERVICES ENVIRONMENT. En: Academy of Educational Leadership Journal. 2012, Vol. 16 Issue 2, p. 33-46
15	Artículo	EBSCOhost	Argent, David. Special Causes: Enemy or Opportunity?. En: Paper, Film & Foil Converter. Dec2008, Vol. 82 Issue 12, p. 12
16	Artículo	EBSCOhost	Silver, E. A. Rohleder, T. R. A more accurate representation of the expected number of false alarms in statistical quality control. En: International Journal of Production Research. Dec2007, Vol. 45 Issue 23, p. 5589-5599
17	Artículo	EBSCOhost	Trip, Albert. Does, Ronald J. M. M. Quality Quandaries: Interpretation of Signals from Runs Rules in Shewhart Control Charts. En: Quality Engineering. Oct-Dec2010, Vol. 22 Issue 4, p. 351-357

Cuadro 1. Continuación Matriz de fuentes de información consultadas

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento
18	Articulo	EBSCOhost	Chakraborti, S. Human, S. W. Graham, M. A. Phase I Statistical Process Control Charts: An Overview and Some Results. En: Quality Engineering. Jan2009, Vol. 21 Issue 1, p. 52-62
19	Articulo	EBSCOhost	Porter, Leslie J. Caulcutt, Roland. CONTROL CHART DESIGN A REVIEW OF STANDARD PRACTICE. En: Quality & Reliability Engineering International. Mar/Apr92, Vol. 8 Issue 2, p. 113-122
20	Articulo	EBSCOhost	Apley, Daniel W. Chang-Ho Chin. An Optimal Filter Design Approach to Statistical Process Control. En: Journal of Quality Technology. Apr2007, Vol. 39 Issue 2, p. 93-117
21	Articulo	EBSCOhost	Sorooshian, Shahryar. Fuzzy Approach to Statistical Control Charts. En: Journal of Applied Mathematics. 2013, p. 1-6
22	Articulo	EBSCOhost	Yang, Mei. Wu, Zhang. Lee, Ka Man. Khoo, Michael B.C. The X control chart for monitoring process shifts in mean and variance. En: International Journal of Production Research. Feb2012, Vol. 50 Issue 3, p. 893-907
23	Articulo	EBSCOhost	Moosa, Kamran. Sajid, Ali. Critical analysis of Six Sigma implementation. En: Total Quality Management & Business Excellence. Jul2010, Vol. 21 Issue 7, p. 745-759
24	Articulo	EBSCOhost	Ming-Ching Tsai. Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. May2010, Vol. 27 Issue 3, p. 226-236
25	Articulo	EBSCOhost	Adamczak, Michał. Domański, Roman. Cyplik, Piotr. Pruska, Żaneta. THE TOOLS FOR EVALUATING LOGISTICS PROCESSES. En: LogForum. 2013, Vol. 9 Issue 4, p. 255-263
26	Articulo	EBSCOhost	ANTONIO MARTÍNEZ GARCÍA, JOSE. MARTÍNEZ CARO, LAURA. La percepción de la calidad en el sector de la mensajería urgente. En: Cuadernos de Gestión. 2009, Vol. 9 Issue 1, p. 13-30
27	Articulo	EBSCOhost	Wei Jiang. Tom Au. Kwok-Leung Tsui. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. Mar2007, Vol. 39 Issue 3, p. 235-249
28	Articulo	EBSCOhost	Xin Ding. Wardell, Don. Verma, Rohit. An Assessment of Statistical Process Control-Based Approaches for Charting Student Evaluation Scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. Jul2006, Vol. 4 Issue 2, p. 259-272
29	Articulo	EBSCOhost	Mendoza, José María. Mendoza, José Jaime. Seis sigmas: Hacia la cumbre de la calidad. En: Pensamiento & Gestión. 2005, Issue 19, p. 101-117

Cuadro 1. Continuación Matriz de fuentes de información consultadas

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento
30	Artículo	EBSCOhost	Boe, Debra Thingstad. Riley, William. Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. Sep2009, Vol. 99 Issue 9, p. 1619-1
31	Artículo	EBSCOhost	Gambini, Ingeniero Bruno Barbieri. ¡NECESIDAD DE UN 'PENSAMIENTO ESTADÍSTICO' PARA SER COMPETITIVOS!. En: Agro Enfoque. abr2009, Vol. 23 Issue 163, p. 14-15
32	Artículo	EBSCOhost	Sulek, Joanne M. Statistical quality control in services. En: International Journal of Services Technology & Management. 2004, Vol. 5 Issue 5/6, p. 1
33	Artículo	EBSCOhost	Hoerl, Roger W. Snee, Ron. Statistical Thinking and Methods in Quality Improvement: A Look to the Future. En: Quality Engineering. Jul-Sep2010, Vol. 22 Issue 3, p. 119-129
34	Artículo	EBSCOhost	Nunes, Isabel L. Larsson, J. Landstad, B.J. Wiklund, H. Vinberg, S. Control charts as an early-warning system for workplace health outcomes. En: Work. 2011, Vol. 39 Issue 4, p. 409-425
35	Artículo	EBSCOhost	Wu, Zhang. Jiao, Jianxin. A control chart for monitoring process mean based on attribute inspection. En: International Journal of Production Research. Aug2008, Vol. 46 Issue 15, p. 4331-4347
36	Artículo	EBSCOhost	Mehmood, Rashid. Riaz, Muhammad. Does, Ronald J.M.M. Control charts for location based on different sampling schemes. En: Journal of Applied Statistics. Mar2013, Vol. 40 Issue 3, p. 483-494
37	Artículo	EBSCOhost	Services (trade, Transportation, travel and communications). En: Canadian Economic Observer. Dec2008 Supplement, Vol. 21, p. 47-53
38	Artículo	Scielo	Asensio V., Paula. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Especialista Salud Pública. Julio - Agosto 2011. Volumen 85, No. 4. p 391-404
39	Artículo	Scielo	LOPEZ-MONTENEGRO SORIA, M <sup>a</sup> Á.; ALBERT MARI, A. y JIMENEZ TORRES, N. V.. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. Farm Hosp. [online]. 2013, vol.37, n.2, pp. 143-150. ISSN 1130-6343.

Cuadro 1. Continuación Matriz de fuentes de información consultadas

40	Artículo	Scielo	Montoya-Restrepo, Nora E., Correa Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. En: Revista Especialista Salud Pública. 2009. Volumen 85, No. 1. p 92-99
41	Artículo	Scielo	Pierdant R, Alberto Isaac., Rodríguez F, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas y R. En: Política y Cultura. 2009. Número 32.
42	Artículo	Redalyc	Lara-Hernández, C.; Melo-González, R.; Herrera-Ruiz, D.A.; Valdez-Gómez, J. A. Control estadístico de procesos en tiempo real de un sistema de endulzamiento de gas amargo. Metodología y resultados. Tecnología, Ciencia, Educación. 2011. Volumen 26. Número
43	Artículo	Redalyc	Arias M, Leonel., Portilla, Liliana M., Bernal L, Maria Elena. Los costos y su manejo con el control estadístico de procesos, con ayuda de la distribución normal. Scientia Et Technica, Vol. 14, Núm. 38, Junio 2008, p. 259-263
44	Artículo	Scielo	Ferreira S, Lucas de Paula., Montenegro C. Claudio M. Evaluation of turbidity measuring instruments using statistical process control. En: Ciencia y Agrotecnología. 2012. Volumen 36. Número 4.

Fuente: El autor del presente estudio.

### 1.1.2. Selección de los artículos guías o claves.

A continuación, en el cuadro 2, se seleccionan los artículos claves que aportan al estudio en cuestión.

Cuadro 2. Matriz de artículos guías o claves

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento
1	Libro	Ebrary	Juran, Joseph M. Juran y la planificación para la calidad. Ediciones Díaz de Santos. 2008. p. 151-173
2	Libro	Ebrary	Cuatrecasas, Lluís. Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. 3a. Ed. 2009. p. 42-50, 76, 187
3	Libro	Ebrary	Fontalvo Herrera, Tomás José. Sistema de gestión de la calidad. Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000. 2006. p. 27-44
4	Libro	Ebrary	Membrado Martínez, Joaquín . Metodologías avanzadas para la planificación y mejora. Ediciones Díaz de Santos. 2013. p. 133-149

Cuadro 2. Continuación Matriz de artículos guías o claves

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento
5	Libro	Ebrary	González Gaya, Cristina Domingo Navas, Rosario Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas de mejora de la calidad. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. España. 2013. p. 71
6	Libro	Ebrary	Ishikawa, Kaoru. Introducción al control de calidad. Ediciones Díaz de Santos. España. 2007. p. 81-84, 163-208
7	Libro	Ebrary	Zeithaml, Valarie A. Parasuraman, A. Berry, Leonard L. Calidad total en la gestión de servicios. Ediciones Díaz de Santos. España. 2007. p. 17-57, 155-183
8	Libro	Ebrary	Vargas Quiñones, Martha Elena Aldana de Vega, Luzángela. Calidad y servicio: conceptos y herramientas (2a. ed.). Ecoe Ediciones. Colombia. 2011. p. 109-137
9	Libro	Ebrary	Hansen, Bertrand L. Ghare, Prabhakar M. Control de calidad: teoría y aplicaciones. Ediciones Díaz de Santos. España. 2008. p. 83-114
10	Libro	Ebrary	Bonilla Castillo, José Antonio. Gestión de la calidad total en el servicio público. El Cid Editor. Argentina. 2014. p. 101-118, 185-193
11	Articulo	EBSCOhost	Gaffney, Robert L. Hays, Julie M. Sweet Control Charts and Process Capability. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. Sep2007, Vol. 5 Issue 2, p. 397-403
12	Articulo	EBSCOhost	Green Jr., Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. STATISTICAL PROCESS CONTROL APPLIED WITHIN AN EDUCATION SERVICES ENVIRONMENT. En: Academy of Educational Leadership Journal. 2012, Vol. 16 Issue 2, p. 33-46
13	Articulo	EBSCOhost	Silver, E. A. Rohleder, T. R. A more accurate representation of the expected number of false alarms in statistical quality control. En: International Journal of Production Research. Dec2007, Vol. 45 Issue 23, p. 5589-5599
14	Articulo	EBSCOhost	Trip, Albert. Does, Ronald J. M. M. Quality Quandaries: Interpretation of Signals from Runs Rules in Shewhart Control Charts. En: Quality Engineering. Oct-Dec2010, Vol. 22 Issue 4, p. 351-357
15	Articulo	EBSCOhost	Porter, Leslie J. Caulcutt, Roland. CONTROL CHART DESIGN A REVIEW OF STANDARD PRACTICE. En: Quality & Reliability Engineering International. Mar/Apr92, Vol. 8 Issue 2, p. 113-122
16	Articulo	EBSCOhost	Apley, Daniel W. Chang-Ho Chin. An Optimal Filter Design Approach to Statistical Process Control. En: Journal of Quality Technology. Apr2007, Vol. 39 Issue 2, p. 93-117

Cuadro 2. Continuación Matriz de artículos guías o claves

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento
17	Articulo	EBSCOhost	Yang, Mei. Wu, Zhang. Lee, Ka Man. Khoo, Michael B.C. The X control chart for monitoring process shifts in mean and variance. En: International Journal of Production Research. Feb2012, Vol. 50 Issue 3, p. 893-907
18	Articulo	EBSCOhost	Moosa, Kamran. Sajid, Ali. Critical analysis of Six Sigma implementation. En: Total Quality Management & Business Excellence. Jul2010, Vol. 21 Issue 7, p. 745-759
19	Articulo	EBSCOhost	Ming-Ching Tsai. Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. May2010, Vol. 27 Issue 3, p. 226-236
20	Articulo	EBSCOhost	Adamczak, Michał. Domański, Roman. Cyplik, Piotr. Pruska, Żaneta. THE TOOLS FOR EVALUATING LOGISTICS PROCESSES. En: LogForum. 2013, Vol. 9 Issue 4, p. 255-263
21	Articulo	EBSCOhost	ANTONIO MARTÍNEZ GARCÍA, JOSE. MARTÍNEZ CARO, LAURA. La percepción de la calidad en el sector de la mensajería urgente. En: Cuadernos de Gestión. 2009, Vol. 9 Issue 1, p. 13-30
22	Articulo	EBSCOhost	Wei Jiang. Tom Au. Kwok-Leung Tsui. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. Mar2007, Vol. 39 Issue 3, p. 235-249
23	Articulo	EBSCOhost	Xin Ding. Wardell, Don. Verma, Rohit. An Assessment of Statistical Process Control-Based Approaches for Charting Student Evaluation Scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. Jul2006, Vol. 4 Issue 2, p. 259-272
24	Articulo	EBSCOhost	Boe, Debra Thingstad. Riley, William. Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. Sep2009, Vol. 99 Issue 9, p. 1619-1
25	Articulo	EBSCOhost	Gambini, Ingeniero Bruno Barbieri. ¡NECESIDAD DE UN 'PENSAMIENTO ESTADÍSTICO' PARA SER COMPETITIVOS!. En: Agro Enfoque. abr2009, Vol. 23 Issue 163, p. 14-15
26	Articulo	EBSCOhost	Sulek, Joanne M. Statistical quality control in services. En: International Journal of Services Technology & Management. 2004, Vol. 5 Issue 5/6, p. 1
27	Articulo	EBSCOhost	Hoerl, Roger W. Snee, Ron. Statistical Thinking and Methods in Quality Improvement: A Look to the Future. En: Quality Engineering. Jul-Sep2010, Vol. 22 Issue 3, p. 119-129
28	Articulo	EBSCOhost	Nunes, Isabel L. Larsson, J. Landstad, B.J. Wiklund, H. Vinberg, S. Control charts as an early-warning system for workplace health outcomes. En: Work. 2011, Vol. 39 Issue 4, p. 409-425



Cuadro 2. Continuación Matriz de artículos guías o claves

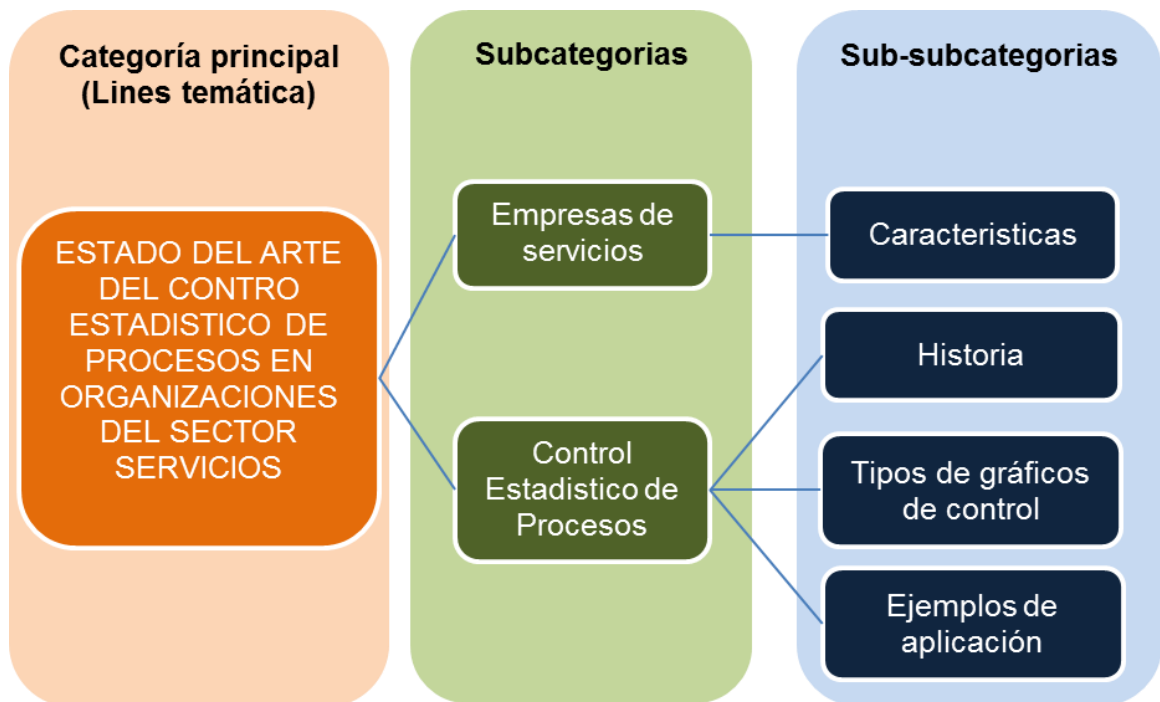
No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento
29	Articulo	Scielo	Asensio V., Paula. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Especialista Salud Pública. Julio - Agosto 2011. Volumen 85, No. 4. p 391-404
30	Articulo	Scielo	LOPEZ-MONTENEGRO SORIA, M <sup>a</sup> Á.; ALBERT MARI, A. y JIMENEZ TORRES, N. V.. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. Farm Hosp. [online]. 2013, vol.37, n.2, pp. 143-150. ISSN 1130-6343.
31	Articulo	Scielo	Montoya-Restrepo, Nora E., Correa Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. En: Revista Especialista Salud Pública. 2009. Volumen 85, No. 1. p 92-99
32	Articulo	Scielo	Pierdant R, Alberto Isaac., Rodríguez F, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas y R. En: Política y Cultura. 2009. Número 32.
33	Articulo	Redalyc	Lara-Hernández, C.; Melo-González, R.; Herrera-Ruiz, D.A.; Valdez-Gómez, J. A. Control estadístico de procesos en tiempo real de un sistema de endulzamiento de gas amargo. Metodología y resultados. Tecnología, Ciencia, Educación. 2011. Volumen 26. Número
34	Articulo	Scielo	Ferreira S, Lucas de Paula., Montenegro C. Claudio M. Evaluation of turbidity measuring instruments using statistical process control. En: Ciencia y Agrotecnología. 2012. Volumen 36. Número 4.

Fuente: El autor de este documento

### 1.1.3. Mapa conceptual, categorías, y subcategorías.

Después de analizar la información que se obtuvo en la búsqueda respectiva, se definieron las categorías, subcategorías, y sub-subcategorías respectivas, las cuales se muestran en el gráfico 1.

Gráfico 1. Mapa conceptual



Fuente: El autor de este documento

#### 1.1.3.1. Clasificación de referencias bibliográficas por categorías y subcategorías.

Las referencias bibliográficas se relacionan con las subcategorías respectivas, de acuerdo con el cuadro 3.

Cuadro 3. Clasificación de referencias bibliográficas por categorías y subcategorías

Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento	Linea temática			
			Empresa de servicios	Control estadístico de procesos		
			Características	Historia	Tipos de gráficos de control	Ejemplos de aplicación
Libro	Ebrary	Juran, Joseph M. Juran y la planificación para la calidad. Ediciones Díaz de Santos. 2008. p. 151-173		X	X	
Libro	Ebrary	Cuatrecasas, Lluís. Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. 3a. Ed. 2009. p. 42-50, 76, 187		X	X	
Libro	Ebrary	Fontalvo Herrera, Tomás José. Sistema de gestión de la calidad. Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000. 2006. p. 27-44			X	
Libro	Ebrary	Membrado Martínez, Joaquín . Metodologías avanzadas para la planificación y mejora. Ediciones Díaz de Santos. 2013. p. 133-149			X	
Libro	Ebrary	González Gaya, Cristina Domingo Navas, Rosario Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas de mejora de la calidad. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. España. 2013. p. 71			X	
Libro	Ebrary	Ishikawa, Kaoru. Introducción al control de calidad. Ediciones Díaz de Santos. España. 2007. p. 81-84, 163-208		X	X	
Libro	Ebrary	Zeithaml, Valerie A. Parasuraman, A. Berry, Leonard L. Calidad total en la gestión de servicios. Ediciones Díaz de Santos. España. 2007. p. 17-57, 155-183	X	X	X	
Libro	Ebrary	Vargas Quiñones, Martha Elena Aldana de Vega, Luzángela. Calidad y servicio: conceptos y herramientas (2a. ed.). Ecoe Ediciones. Colombia. 2011. p. 109-137	X		X	
Libro	Ebrary	Hansen, Bertrand L. Ghare, Prabhakar M. Control de calidad: teoría y aplicaciones. Ediciones Díaz de Santos. España. 2008. p. 83-114		X	X	
Libro	Ebrary	Bonilla Castillo, José Antonio. Gestión de la calidad total en el servicio público. El Cid Editor. Argentina. 2014. p. 101-118, 185-193	X		X	
Artículo	EBSCOhost	Gaffney, Robert L. Hays, Julie M. Sweet Control Charts and Process Capability. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. Sep2007, Vol. 5 Issue 2, p. 397-403			X	

Cuadro 3. Continuación Clasificación de referencias bibliográficas por categorías y subcategorías

Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento	Linea temática			
			Empresa de servicios	Control estadístico de procesos		
			Características	Historia	Tipos de gráficos de control	Ejemplos de aplicación
Artículo	EBSCOhost	Green Jr., Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. STATISTICAL PROCESS CONTROL APPLIED WITHIN AN EDUCATION SERVICES ENVIRONMENT. En: Academy of Educational Leadership Journal. 2012, Vol. 16 Issue 2, p. 33-46			X	X
Artículo	EBSCOhost	Silver, E. A. Rohleder, T. R. A more accurate representation of the expected number of false alarms in statistical quality control. En: International Journal of Production Research. Dec2007, Vol. 45 Issue 23, p. 5589-5599			X	
Artículo	EBSCOhost	Trip, Albert. Does, Ronald J. M. M. Quality Quandaries: Interpretation of Signals from Runs Rules in Shewhart Control Charts. En: Quality Engineering. Oct-Dec2010, Vol. 22 Issue 4, p. 351-357			X	
Artículo	EBSCOhost	Porter, Leslie J. Caulcutt, Roland. CONTROL CHART DESIGN A REVIEW OF STANDARD PRACTICE. En: Quality & Reliability Engineering International. Mar/Apr92, Vol. 8 Issue 2, p. 113-122			X	
Artículo	EBSCOhost	Apley, Daniel W. Chang-Ho Chin. An Optimal Filter Design Approach to Statistical Process Control. En: Journal of Quality Technology. Apr2007, Vol. 39 Issue 2, p. 93-117			X	
Artículo	EBSCOhost	Yang, Mei. Wu, Zhang. Lee, Ka Man. Khoo, Michael B.C. The X control chart for monitoring process shifts in mean and variance. En: International Journal of Production Research. Feb2012, Vol. 50 Issue 3, p. 893-907			X	
Artículo	EBSCOhost	Moosa, Kamran. Sajid, Ali. Critical analysis of Six Sigma implementation. En: Total Quality Management & Business Excellence. Jul2010, Vol. 21 Issue 7, p. 745-759			X	
Artículo	EBSCOhost	Ming-Ching Tsai. Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. May2010, Vol. 27 Issue 3, p. 226-236			X	X
Artículo	EBSCOhost	Adamczak, Michał. Domański, Roman. Cyplik, Piotr. Pruska, Żaneta. THE TOOLS FOR EVALUATING LOGISTICS PROCESSES. En: LogForum. 2013, Vol. 9 Issue 4, p. 255-263			X	X

Cuadro 3. Continuación Clasificación de referencias bibliográficas por categorías y subcategorías

Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento	Linea temática			
			Empresa de servicios	Control estadístico de procesos		
			Características	Historia	Tipos de gráficos de control	Ejemplos de aplicación
Artículo	EBSCOhost	ANTONIO MARTÍNEZ GARCÍA, JOSE. MARTÍNEZ CARO, LAURA. La percepción de la calidad en el sector de la mensajería urgente. En: Cuadernos de Gestión. 2009, Vol. 9 Issue 1, p. 13-30			X	X
Artículo	EBSCOhost	Wei Jiang. Tom Au. Kwok-Leung Tsui. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. Mar2007, Vol. 39 Issue 3, p. 235-249			X	
Artículo	EBSCOhost	Xin Ding. Wardell, Don. Verma, Rohit. An Assessment of Statistical Process Control-Based Approaches for Charting Student Evaluation Scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. Jul2006, Vol. 4 Issue 2, p. 259-272			X	X
Artículo	EBSCOhost	Boe, Debra Thingstad. Riley, William. Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. Sep2009, Vol. 99 Issue 9, p. 1619-1			X	X
Artículo	EBSCOhost	Gambini, Ingeniero Bruno Barbieri. ¡NECESIDAD DE UN 'PENSAMIENTO ESTADISTICO' PARA SER COMPETITIVOS!. En: Agro Enfoque. abr2009, Vol. 23 Issue 163, p. 14-15			X	X
Artículo	EBSCOhost	Sulek, Joanne M. Statistical quality control in services. En: International Journal of Services Technology & Management. 2004, Vol. 5 Issue 5/6, p. 1			X	X
Artículo	EBSCOhost	Hoerl, Roger W. Snee, Ron. Statistical Thinking and Methods in Quality Improvement: A Look to the Future. En: Quality Engineering. Jul-Sep2010, Vol. 22 Issue 3, p. 119-129			X	
Artículo	EBSCOhost	Nunes, Isabel L. Larsson, J. Landstad, B.J. Wiklund, H. Vinberg, S. Control charts as an early-warning system for workplace health outcomes. En: Work. 2011, Vol. 39 Issue 4, p. 409-425			X	X

Cuadro 3. Continuación Clasificación de referencias bibliográficas por categorías y subcategorías

Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento	Linea temática			
			Empresa de servicios	Control estadístico de procesos		
			Características	Historia	Tipos de gráficos de control	Ejemplos de aplicación
Artículo	Scielo	Asensio V., Paula. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Especialista Salud Pública. Julio - Agosto 2011. Volumen 85, No. 4. p 391-404			X	X
Artículo	Scielo	LOPEZ-MONTENEGRO SORIA, M <sup>a</sup> Á.; ALBERT MARI, A. y JIMENEZ TORRES, N. V.. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. Farm Hosp. [online]. 2013, vol.37, n.2, pp. 143-150. ISSN 1130-6343.			X	X
Artículo	Scielo	Montoya-Restrepo, Nora E., Correa Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. En: Revista Especialista Salud Pública. 2009. Volumen 85, No. 1. p 92-99			X	X
Artículo	Scielo	Pierdant R, Alberto Isaac., Rodríguez F, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas y R. En: Política y Cultura. 2009. Número 32.			X	X
Artículo	Redalyc	Lara-Hernández, C.; Melo-González, R.; Herrera-Ruiz, D.A.; Valdez-Gómez, J. A. Control estadístico de procesos en tiempo real de un sistema de endulzamiento de gas amargo. Metodología y resultados. Tecnología, Ciencia, Educación. 2011. Volumen 26. Número			X	X
Artículo	Scielo	Ferreira S, Lucas de Paula., Montenegro C. Claudio M. Evaluation of turbidity measuring instruments using statistical process control. En: Ciencia y Agrotecnología. 2012. Volumen 36. Número 4.			X	X

Fuente: El autor de este documento

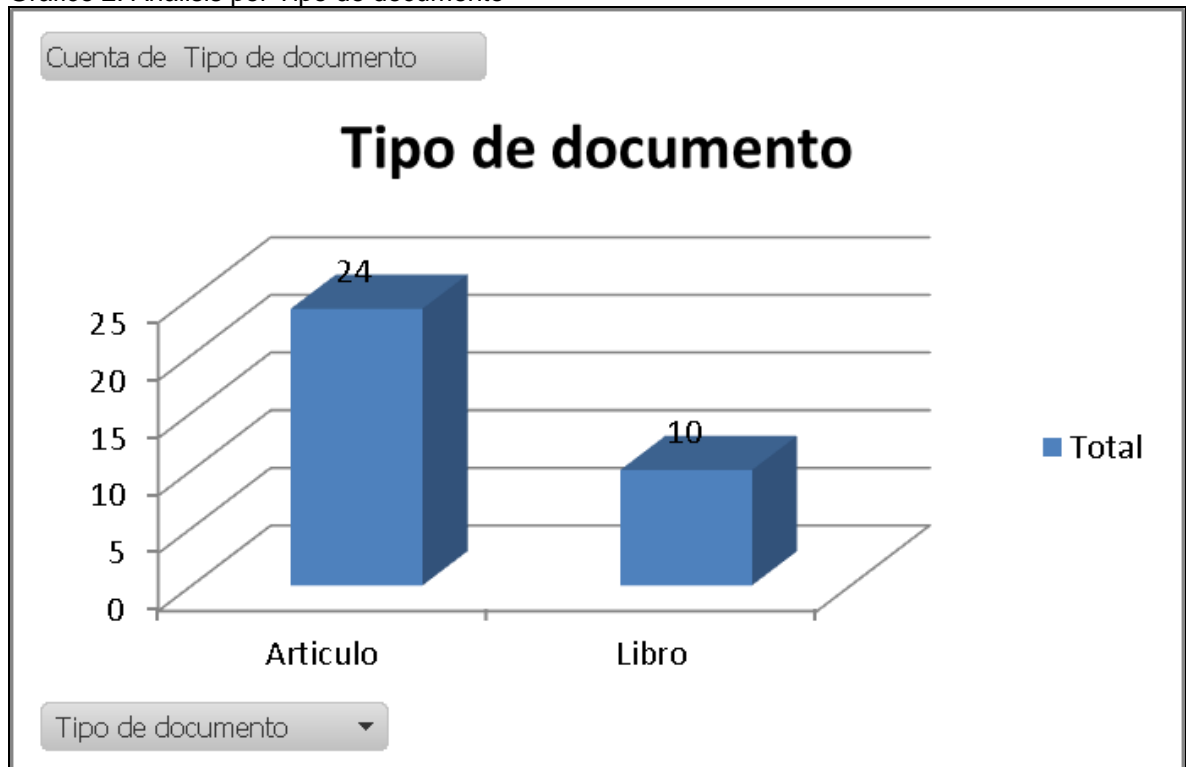
#### 1.1.4. Análisis categorial

Se realiza el siguiente análisis categorial:

##### 1.1.4.1. Tipo de documento.

Se tienen 34 artículos y 10 libros con mejor información correspondiente al estudio respectivo, como se muestra en el gráfico 2.

Gráfico 2. Análisis por Tipo de documento

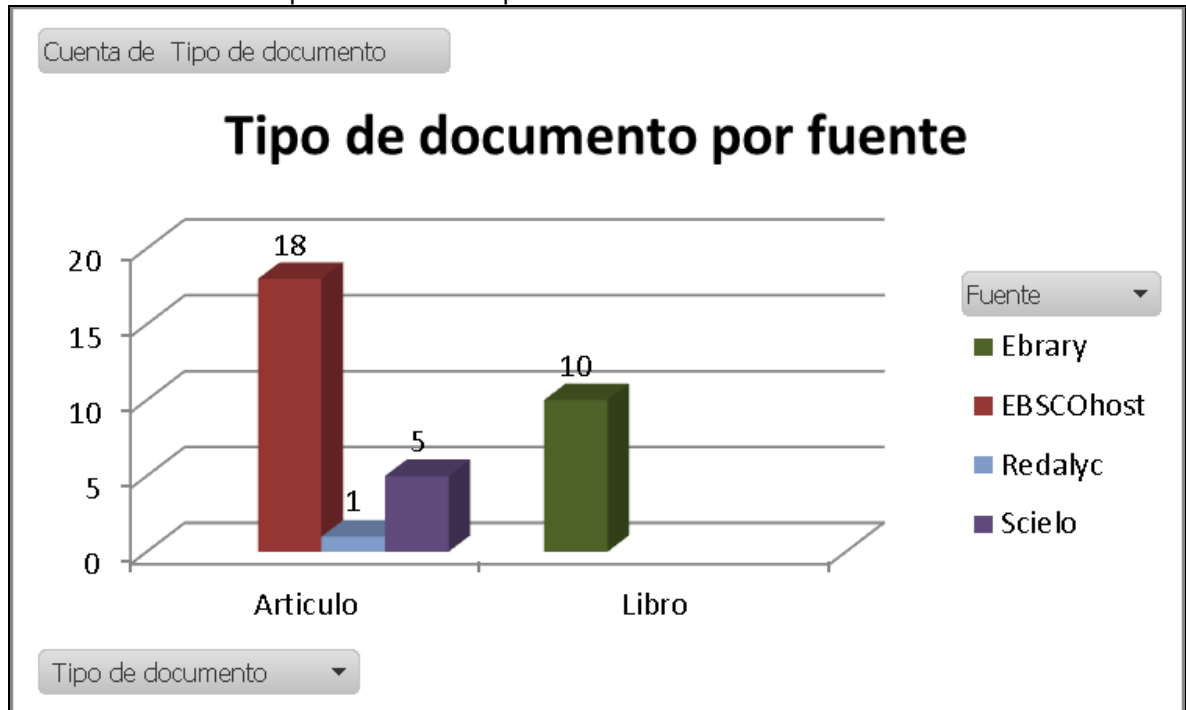


Fuente: El autor de este documento

##### 1.1.4.2. Tipo de documento por fuente.

Ebscohost es la base de datos que más artículos ofrece (18), mientras que Ebrary ofrece la totalidad de libros consultados (10), como se muestra en el gráfico 3.

Gráfico 3. Análisis de Tipo de documento por fuente

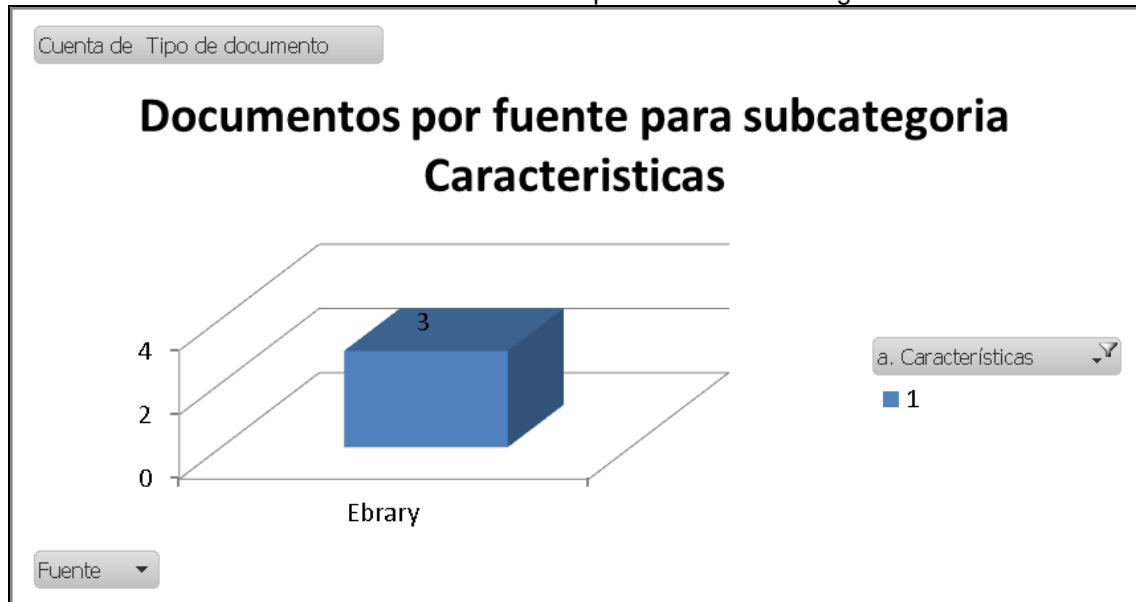


Fuente: El autor de este documento

#### 1.1.4.3. Cantidad de documentos por fuente.

Para la subcategoría *Características*, se encontraron en Ebrary 3 documentos, como se muestra en el gráfico 4.

Gráfico 4. Análisis de la cantidad de documentos por fuente – subcategoría Características

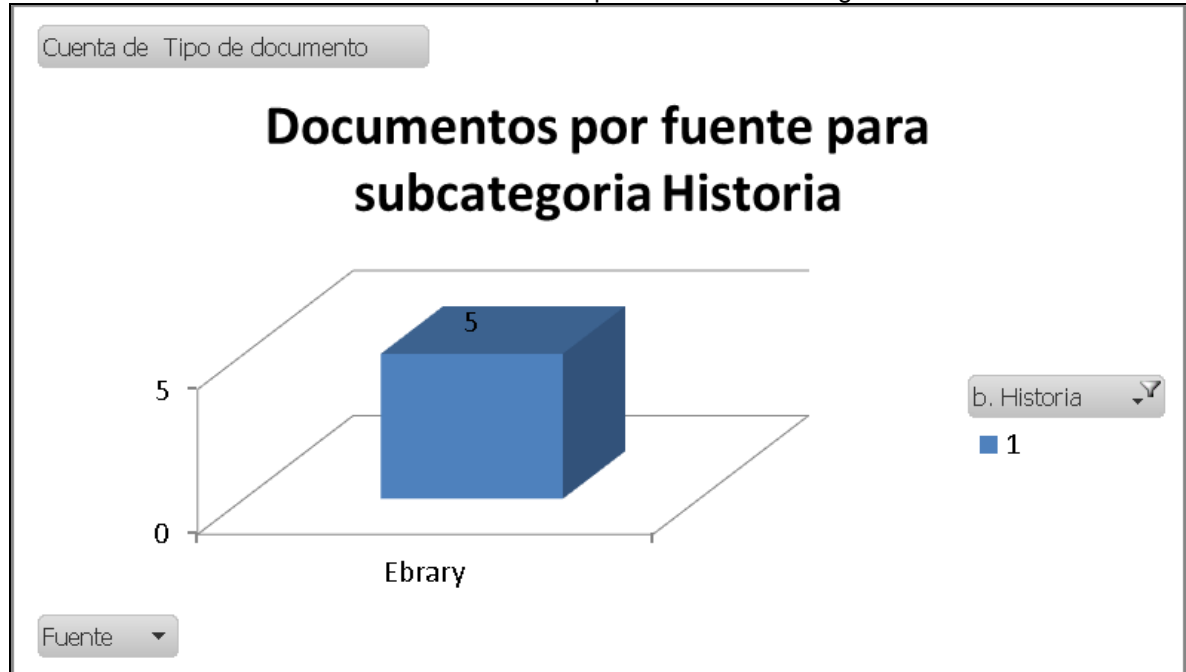


Fuente: El autor de este documento



Para la subcategoría *Historia*, se encontraron en Ebrary 5 documentos, como se muestra en el gráfico 5.

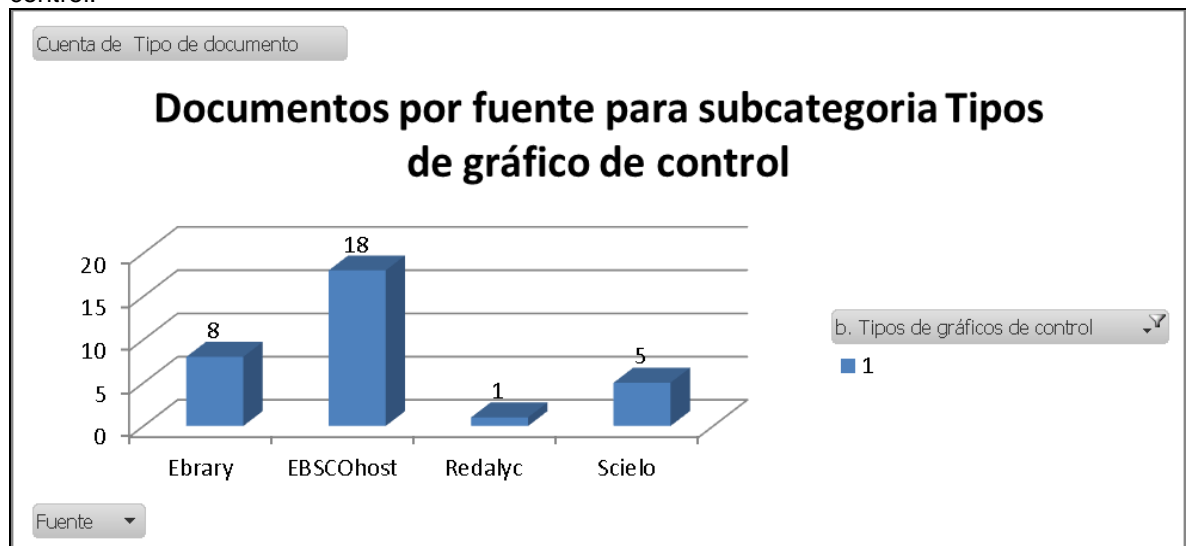
Gráfico 5. Análisis de la cantidad de documentos por fuente – subcategoría Historia.



Fuente: El autor de este documento

Para la subcategoría *Tipos de gráfico de control*, se encontraron en Ebscohost 18 documentos, como se muestra en el gráfico 6.

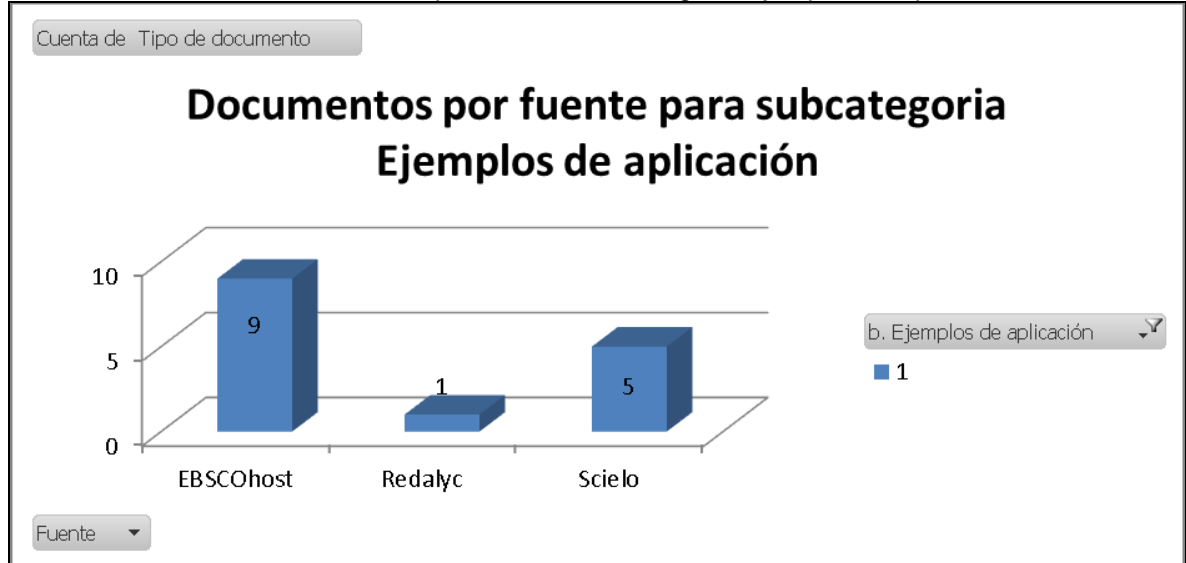
Gráfico 6. Análisis de la cantidad de documentos por fuente – subcategoría Tipos de gráfico de control.



Fuente: El autor de este documento

Para la subcategoría *Ejemplos de aplicación*, se encontraron en Ebscohost 9 documentos, como se muestra en el gráfico 7.

Gráfico 7. Cantidad de documentos por fuente – subcategoría Ejemplos de aplicación



Fuente: El autor de este documento

#### 1.1.5. Análisis bibliométrico.

La bibliometría “...permite describir y evaluar el comportamiento de la investigación científica, a través del análisis de la información científica validada en diversos formatos bibliográficos”<sup>2</sup>

Para este estado del arte, se realizó el análisis bibliométrico con la información bibliográfica que se obtuvo en las bases de datos Scopus y SCImago, con el rango de búsqueda entre el año 2004 y el año 2015.

##### 1.1.5.1. Resultados Scopus.

- “*Quality Charts*” and “*Process Control*”. Se encontraron 2671 documentos, siendo el año 2014 el que mayor documental tuvo. Los datos de la tabla 1, y el gráfico 8 muestra esta información.

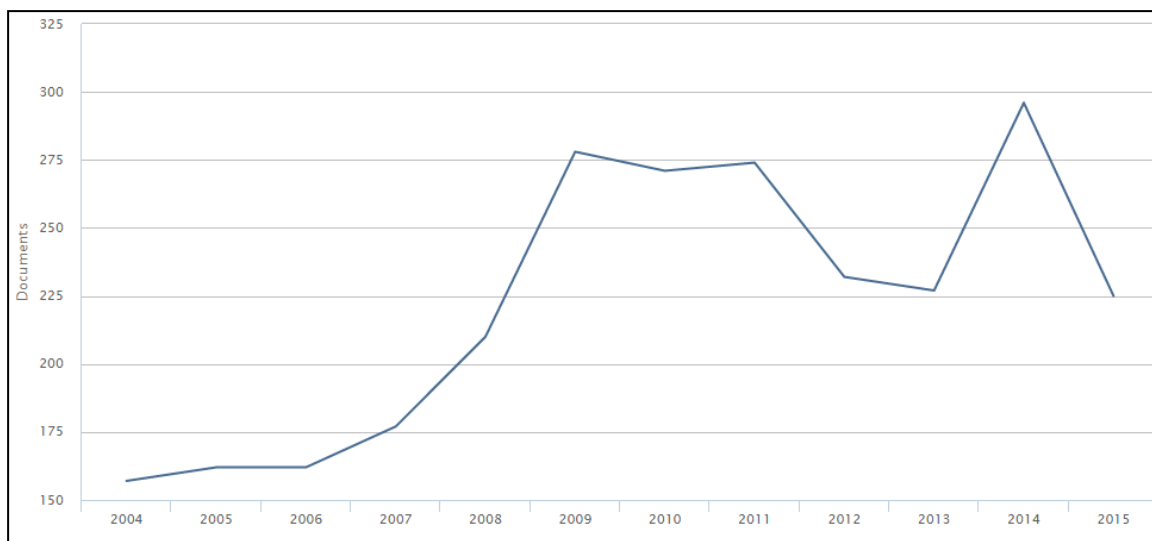
<sup>2</sup> RODRÍGUEZ Sánchez, Yaniris. Olivé Álvarez, Eunice. Principios teóricos y metodológicos para describir y evaluar los resultados de la Actividad Científica través de la Bibliometría. En: Metodología bibliométrica para la evaluación de la actividad científica. [En línea]. Cuba: D - Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, 2012. p. 4i. ProQuest ebrary. [Consultado 15, marzo, 2016]. Disponible en <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/detail.action?docID=10625192&p00=Metodolog%C3%ADa+bibliom%C3%A9trica+para+la+evaluaci%C3%B3n+de+la+actividad+cient%C3%ADfica>

Tabla 1. Documentos por año “Quality Charts” and “Process Control”.

Year	Documents
2015	225
2014	296
2013	227
2012	232
2011	274
2010	271
2009	278
2008	210
2007	177
2006	162
2005	162
2004	157

Fuente: SCOPUS. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 2004-2015. [en línea] [Consultado 29, abril, 2016]. Disponible en: <http://www.scopus.com>.

Gráfico 8. Documentos por año “Quality Charts” and “Process Control”.



Fuente: SCOPUS. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 2004-2015. [en línea] [Consultado 29, abril, 2016]. Disponible en: <http://www.scopus.com>.

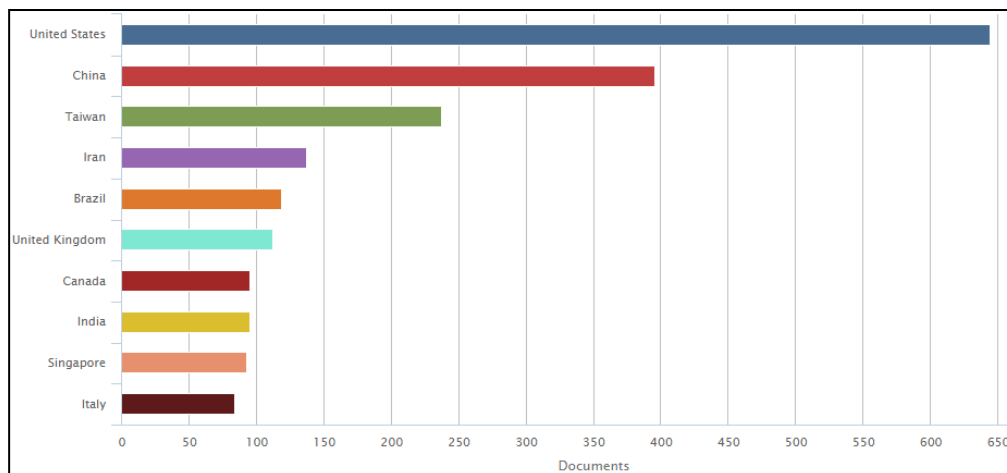
De los 2671 documentos, Estados Unidos es el mayor productor documental, como lo muestran los datos de la tabla 2, y el gráfico 9. (Se muestran los resultados de los primeros 10 países).

Tabla 2. Resultados por país “Quality Charts” and “Process Control”.

Country/Territory	Documents
<input checked="" type="checkbox"/> United States	644
<input checked="" type="checkbox"/> China	396
<input checked="" type="checkbox"/> Taiwan	237
<input checked="" type="checkbox"/> Iran	137
<input checked="" type="checkbox"/> Brazil	119
<input checked="" type="checkbox"/> United Kingdom	112
<input checked="" type="checkbox"/> Undefined	112
<input checked="" type="checkbox"/> India	95
<input checked="" type="checkbox"/> Canada	95
<input checked="" type="checkbox"/> Singapore	93

Fuente: SCOPUS. Análisis de los resultados de búsqueda: País/Territorio. 2004-2015. [en línea] [Consultado 29, abril, 2016]. Disponible en: <http://www.scopus.com>.

Gráfico 9. Documentos por país “Quality Charts” and “Process Control”.



Fuente: SCOPUS. Análisis de los resultados de búsqueda: País/Territorio. 2004-2015. [en línea] [Consultado 29, abril, 2016]. Disponible en: <http://www.scopus.com>.

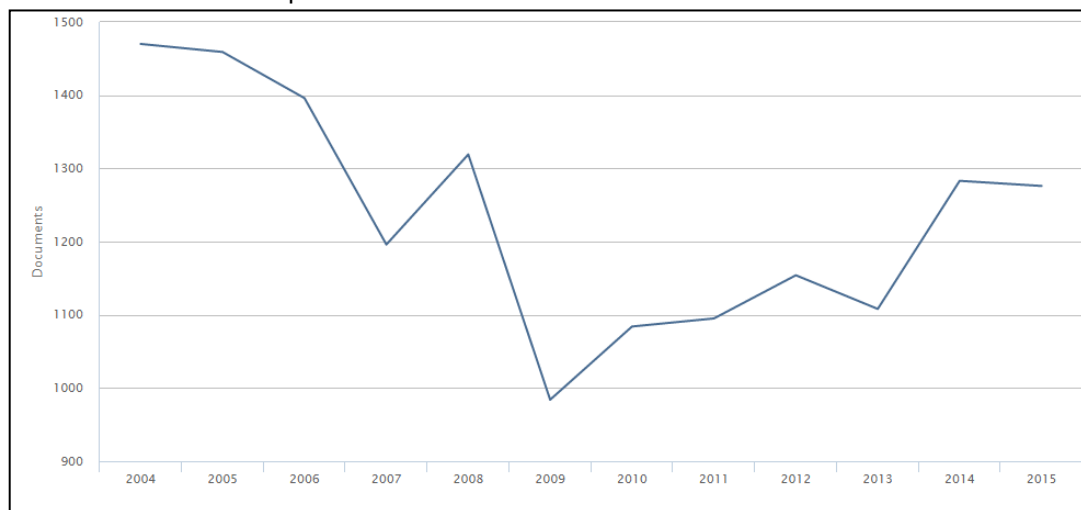
- “*Statistical Methods*” and “*Process Control*”. Se encontraron 14824 documentos, siendo el año 2013 el que mayor documental tuvo, como lo muestran los datos de la tabla 3 y el gráfico 10.

Tabla 3. Documentos por año “*Statistical Methods*” and “*Process Control*”.

Year	Documents
2015	1276
2014	1283
2013	1108
2012	1154
2011	1095
2010	1084
2009	984
2008	1319
2007	1196
2006	1396
2005	1459
2004	1470

Fuente: SCOPUS. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 2004-2015. [en línea] [Consultado 29, abril, 2016]. Disponible en: <http://www.scopus.com>.

Gráfico 10. Resultados por año “*Statistical Methods*” and “*Process Control*”.



Fuente: SCOPUS. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 2004-2015. [en línea] [Consultado 29, abril, 2016]. Disponible en: <http://www.scopus.com>.

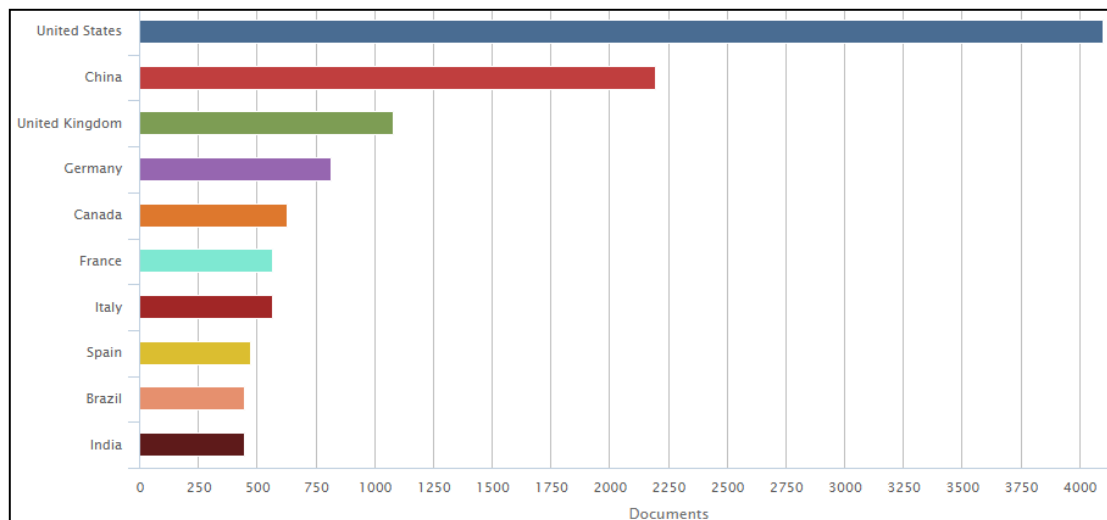
De los 14824 documentos, Estados Unidos es el mayor productor documental, como lo muestran los datos de la tabla 4, y el gráfico 11. (Se muestran los resultados de los primeros 10 países).

Tabla 4. Resultados por país “Statistical Methods” and “Process Control”.

Country/Territory	Documents
<input checked="" type="checkbox"/> United States	4099
<input checked="" type="checkbox"/> China	2195
<input checked="" type="checkbox"/> United Kingdom	1081
<input checked="" type="checkbox"/> Germany	813
<input checked="" type="checkbox"/> Canada	629
<input checked="" type="checkbox"/> Undefined	599
<input checked="" type="checkbox"/> France	564
<input checked="" type="checkbox"/> Italy	564
<input checked="" type="checkbox"/> Spain	474
<input checked="" type="checkbox"/> Brazil	448

Fuente: SCOPUS. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 2004-2015. [en línea] [Consultado 29, abril, 2016]. Disponible en: <http://www.scopus.com>.

Gráfico 11. Resultados por país.



Fuente: SCOPUS. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 2004-2015. [en línea] [Consultado 29, abril, 2016]. Disponible en: <http://www.scopus.com>.

### 1.1.5.2. Análisis SCImago.

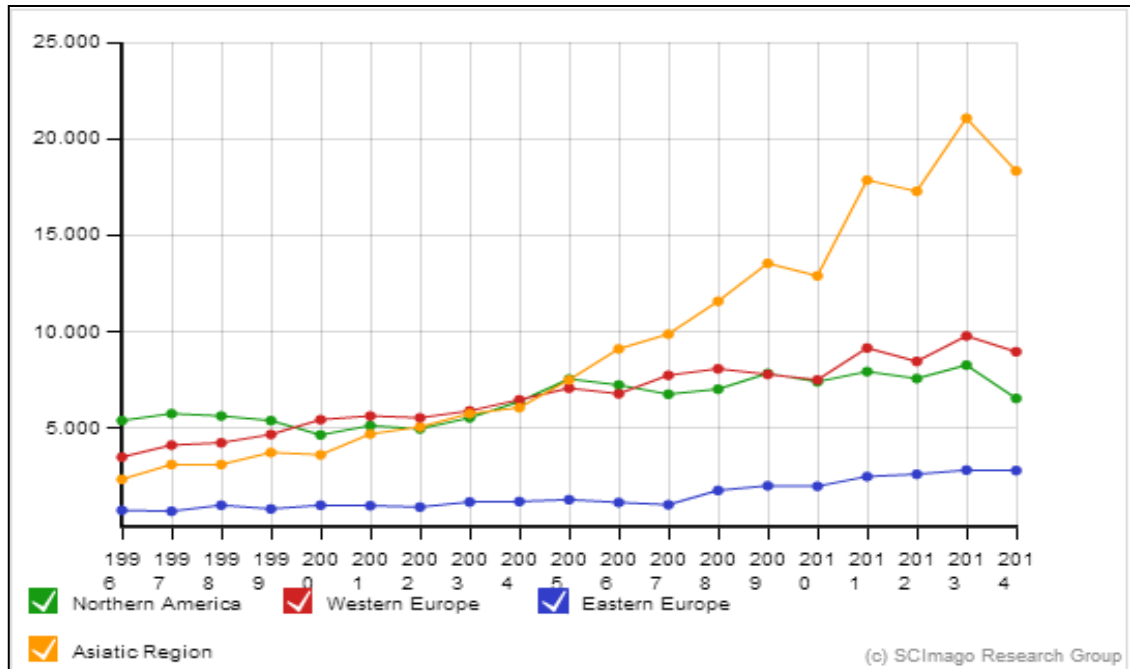
Mediante la búsqueda realizada en SCImago, realizando la comparación entre los países ubicados en *Northern America*, *Western Europe*, *Eastern Europe*, y *Asiatic Region*; Subject área: *Engineering*; y Subject category: *Industrial and Manufacturing Engineering*, se obtuvieron los resultados mostrados en la tabla No. 5 y el gráfico 12.

Tabla 5. Comparación documentos producidos - Scimago.

	Northern America	Western Europe	Eastern Europe	Asiatic Region
1996	5,413	3,513	773	2,374
1997	5,775	4,152	718	3,135
1998	5,658	4,259	1,040	3,130
1999	5,417	4,703	838	3,753
2000	4,669	5,473	1,023	3,638
2001	5,158	5,657	998	4,726
2002	4,981	5,568	941	5,071
2003	5,557	5,920	1,199	5,766
2004	6,404	6,495	1,232	6,080
2005	7,568	7,096	1,312	7,530
2006	7,257	6,796	1,186	9,131
2007	6,775	7,770	1,060	9,895
2008	7,048	8,082	1,801	11,596
2009	7,856	7,802	2,030	13,553
2010	7,439	7,521	2,004	12,922
2011	7,946	9,169	2,524	17,876
2012	7,587	8,468	2,632	17,285
2013	8,283	9,789	2,841	21,085
2014	6,562	8,992	2,831	18,334

Fuente: SCImago. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 1996-2015. [en línea] [Consultado 04, abril, 2016] Disponible en: <http://www.scimagojr.com/compare.php?c1=Northern+America&c2=Western+Europe&c3=Eastern+Europe&c4=Asiatic+Region&area=2200&category=2209&in=it>

Gráfico 12. Comparación



Fuente: SCImago. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 1996-2015. [en línea] [Consultado 04, abril, 2016] Disponible en: <http://www.scimagojr.com/compare.php?c1=Northern+America&c2=Western+Europe&c3=Eastern+Europe&c4=Asiatic+Region&area=2200&category=2209&in=it>

Adicionalmente, buscando en *Country Rankings*, por los parámetros Subject área: *Engineering*; y Subject category: *Industrial and Manufacturing Engineering*, y Year: 1996-2013, se generaron los resultados mostrados en la tabla 6. (Solo se muestran los 10 primeros países).

Tabla 6. Ranking por país

	Country	Documents	Citable documents	Citations	Self-Citations	Citations per Document	H index
1	United States	108.962	106.072	766.454	248.657	7,52	203
2	China	78.316	77.804	267.622	156.011	5,34	98
3	Germany	36.266	35.522	193.186	51.044	5,58	123
4	Japan	34.548	34.361	153.868	46.550	5,04	102
5	India	23.886	23.624	137.761	44.555	7,04	93
6	United Kingdom	23.657	23.063	229.283	46.854	10,30	133
7	Canada	16.141	15.806	155.064	29.099	10,70	118
8	South Korea	15.454	15.313	102.501	18.858	9,56	87
9	France	14.417	14.176	120.294	29.618	9,52	95
10	Italy	13.720	13.511	121.125	29.735	10,37	106

Fuente: SCImago. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 1996-2014. [en línea] [Consultado 04, abril, 2016] Disponible en: <http://www.scimagojr.com/compare.php?c1=Northern+America&c2=Western+Europe&c3=Eastern+Europe&c4=Asiatic+Region&area=2200&category=2209&in=it>



En este mismo ranking, Colombia se encuentra ubicada en el puesto 53 con una producción de 51.590 documentos, en el periodo 1996 – 2014.

Realizando la búsqueda, con los mismos criterios definidos anteriormente, pero para la región *Latín América*, se obtienen los resultados mostrados en la tabla 7. (Se muestran los 10 primeros puestos)

Tabla 7. Ranking por país – Latín América

	Country	Documents	Citable documents	Citations	Self-Citations	Citations per Document	H index
1	Brazil	8.493	8.378	41.054	10.641	6,30	64
2	Mexico	3.324	3.284	20.541	4.868	8,06	50
3	Argentina	1.709	1.676	12.086	2.549	8,15	40
4	Chile	1.237	1.208	8.992	1.720	8,70	41
5	Colombia	857	845	2.703	500	4,91	24
6	Venezuela	466	462	3.021	375	7,72	26
7	Puerto Rico	161	160	416	36	4,36	9
8	Cuba	150	149	1.377	156	12,79	21
9	Trinidad and Tobago	90	89	757	34	9,20	13
10	Uruguay	72	72	376	63	6,00	12

Fuente: SCImago. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 1996-2014. [en línea] [Consultado 31, mayo, 2016] Disponible en: [http://www.scimagojr.com/countryrank.php?area=2200&category=2209&region=Latin+America&year=all&order=it&min=0&min\\_type=it](http://www.scimagojr.com/countryrank.php?area=2200&category=2209&region=Latin+America&year=all&order=it&min=0&min_type=it)

Se observa que Colombia ocupa el puesto 5, entre 34 países, en la producción documental, 857 documentos.

Por otro lado, realizando la búsqueda por la opción *Journal Rankings*, subject área; *Engineering*, subject category; *Industrial and Manufacturing Engineering*, Region/Country: *Colombia*, los resultados se muestran en el cuadro 4.

Cuadro 4. Journal rankings – Colombia.

<p>Subject Area: <b>Engineering.</b>  Subject Category: <b>Industrial and Manufacturing Engineering.</b>  Country: <b>Colombia.</b>  Year: <b>2014.</b></p> <p><b>Sorry, your Ranking Parameters did not match any journal. Please, try different values.</b></p>
---

Fuente: SCImago. Análisis de los resultados de búsqueda: Año. 2014. [en línea] [Consultado 31, mayo, 2016] Disponible en: [http://www.scimagojr.com/journalrank.php?area=2200&category=2209&country=CO&year=2014&order=sjr&min=0&min\\_type=cd](http://www.scimagojr.com/journalrank.php?area=2200&category=2209&country=CO&year=2014&order=sjr&min=0&min_type=cd)

Lo anterior muestra que no se encuentra producción documental durante el 2014

#### 1.1.6. Sondeo descriptivo, sinóptico, y analítico de la información por categorías

Con base en los resultados generados del análisis categorial y bibliométrico, se puede definir lo siguiente:

- De las cuatro sub-subcategorías definidas, *Tipos de gráficos de control* tiene el porcentaje más alto de referencias bibliográficas (58%); mientras que *Características* tiene el porcentaje más bajo de referencias bibliográficas (5%).
- Mediante la búsqueda realizada en Scopus, "*Statistical Methods*" and "*Process Control*" registro la mayor cantidad de documentos encontrados 209796.
- No ha sido posible encontrar información que permita comparar el uso de gráfico de control en empresas de servicios.

Los artículos relevantes por categorías se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Artículos relevantes categorías y subcategorías.

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento	Linea temática			
				Empresa de servicios	Control estadístico de procesos		
				Características	Historia	Tipos de gráficos de control	Ejemplos de aplicación
1	Libro	Ebrary	Juran, Joseph M. Juran y la planificación para la calidad. Ediciones Díaz de Santos. 2008. p. 151-173		1		
2	Libro	Ebrary	Cuatrecasas, Lluís. Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. 3a. Ed. 2009. p. 42-50, 76, 187		1		
3	Libro	Ebrary	Fontalvo Herrera, Tomás José. Sistema de gestión de la calidad. Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000. 2006. p. 27-44			1	
4	Libro	Ebrary	González Gaya, Cristina Domingo Navas, Rosario Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas de mejora de la calidad. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia. España. 2013. p. 71			1	
5	Libro	Ebrary	Ishikawa, Kaoru. Introducción al control de calidad. Ediciones Díaz de Santos. España. 2007. p. 81-84, 163-208		1	1	
6	Libro	Ebrary	Zeithaml, Valarie A. Parasuraman, A. Berry, Leonard L. Calidad total en la gestión de servicios. Ediciones Díaz de Santos. España. 2007. p. 17-57, 155-183	1	1	1	
7	Libro	Ebrary	Vargas Quiñones, Martha Elena Aldana de Vega, Luzángela. Calidad y servicio: conceptos y herramientas (2a. ed.). Ecoe Ediciones. Colombia. 2011. p. 109-137	1		1	
8	Libro	Ebrary	Hansen, Bertrand L. Ghare, Prabhakar M. Control de calidad: teoría y aplicaciones. Ediciones Díaz de Santos. España. 2008. p. 83-114		1	1	
9	Libro	Ebrary	Vargas Quiñones, Martha Elena, and Aldana de Vega, Luzángela. Calidad en el servicio. Colombia: Universidad de La Sabana, 2007. P. 47-55	1			

Cuadro 5. Continuación Artículos relevantes categorías y subcategorías.

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento	Linea temática			
				Empresa de servicios	Control estadístico de procesos		
				Características	Historia	Tipos de gráficos de control	Ejemplos de aplicación
10	Libro	Ebrary	Fontalvo Herrera, Tomás José. Vergara Schmalbach, Juan Carlos. La gestión de la calidad en los servicios. ISO 9001: 2008. B - EUMED. España. 2010. ProQuest ebrary. p. 23	1	1		
11	Artículo	Knovel	GREEFF, Gerhard Ghoshal, Ranjan. Practical E-Manufacturing and Supply Chain Management. [En línea]. p 205. Knovel. Disponible en <a href="http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPEMSCM0B/practical-e-manufacturing/practical-e-manufacturing">http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPEMSCM0B/practical-e-manufacturing/practical-e-manufacturing</a> .				1
12	Artículo	Knovel	ZHANG, Peng. Advanced Industrial Control Technology. Knovel. [En línea]. 2010. Disponible en: <a href="http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpAICT0003/advanced-industrial-control/advanced-industrial-control">http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpAICT0003/advanced-industrial-control/advanced-industrial-control</a>				1
13	Artículo	EBSCOhost	Green Jr., Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. STATISTICAL PROCESS CONTROL APPLIED WITHIN AN EDUCATION SERVICES ENVIRONMENT. En: Academy of Educational Leadership Journal. 2012, Vol. 16 Issue 2, p. 33-46			1	1
14	Artículo	EBSCOhost	Ming-Ching Tsai. Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. May2010, Vol. 27 Issue 3, p. 226-236			1	1
15	Artículo	EBSCOhost	Wei Jiang. Tom Au. Kwok-Leung Tsui. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. Mar2007, Vol. 39 Issue 3, p. 235-249			1	
16	Artículo	EBSCOhost	Xin Ding. Wardell, Don. Verma, Rohit. An Assessment of Statistical Process Control-Based Approaches for Charting Student Evaluation Scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. Jul2006, Vol. 4 Issue 2, p. 259-272			1	1

Cuadro 5. Continuación Artículos relevantes categorías y subcategorías.

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento	Linea temática			
				Empresa de servicios	Control estadístico de procesos		
				Características	Historia	Tipos de gráficos de control	Ejemplos de aplicación
17	Artículo	EBSCOhost	Xin Ding, Wardell, Don. Verma, Rohit. An Assessment of Statistical Process Control-Based Approaches for Charting Student Evaluation Scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. Jul2006, Vol. 4 Issue 2, p. 259-272			1	1
18	Artículo	EBSCOhost	Boe, Debra Thingstad. Riley, William. Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. Sep2009, Vol. 99 Issue 9, p. 1619-1625			1	1
19	Artículo	EBSCOhost	Gambini, Ingeniero Bruno Barbieri. ¡NECESIDAD DE UN 'PENSAMIENTO ESTADISTICO' PARA SER COMPETITIVOS!. En: Agro Enfoque. abr2009, Vol. 23 Issue 163, p. 14-15			1	1
20	Artículo	EBSCOhost	Sulek, Joanne M. Statistical quality control in services. En: International Journal of Services Technology & Management. 2004, Vol. 5 Issue 5/6, p. 1			1	1
21	Artículo	EBSCOhost	Hoerl, Roger W. Snee, Ron. Statistical Thinking and Methods in Quality Improvement: A Look to the Future. En: Quality Engineering. Jul-Sep2010, Vol. 22 Issue 3, p. 119-129			1	
22	Artículo	EBSCOhost	Nunes, Isabel L. Larsson, J. Landstad, B.J. Wiklund, H. Vinberg, S. Control charts as an early-warning system for workplace health outcomes. En: Work. 2011, Vol. 39 Issue 4, p. 409-425			1	1
23	Artículo	Scielo	Asensio V., Paula. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Especialista Salud Pública. Julio - Agosto 2011. Volumen 85, No. 4. p 391-404			1	1
24	Artículo	Scielo	LOPEZ-MONTENEGRO SORIA, M <sup>a</sup> Á.; ALBERT MARI, A. y JIMENEZ TORRES, N. V.. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. Farm Hosp. [online]. 2013, vol.37, n.2, pp. 143-150. ISSN 1130-6343.			1	1

Cuadro 5. Continuación Artículos relevantes categorías y subcategorías.

No. Reseña	Tipo de documento	Fuente	Referencia del documento	Linea temática			
				Empresa de servicios	Control estadístico de procesos		
				Características	Historia	Tipos de gráficos de control	Ejemplos de aplicación
17	Artículo	EBSCOhost	Boe, Debra Thingstad. Riley, William. Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. Sep2009, Vol. 99 Issue 9, p. 1619-1625			1	1
18	Artículo	EBSCOhost	Nunes, Isabel L. Larsson, J. Landstad, B.J. Wiklund, H. Vinberg, S. Control charts as an early-warning system for workplace health outcomes. En: Work. 2011, Vol. 39 Issue 4, p. 409-425			1	1
19	Artículo	Scielo	Asensio V., Paula. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Especialista Salud Pública. Julio - Agosto 2011. Volumen 85, No. 4. p 391-404			1	1
20	Artículo	Scielo	LOPEZ-MONTENEGRO SORIA, M <sup>a</sup> Á.; ALBERT MARI, A. y JIMENEZ TORRES, N. V.. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. Farm Hosp. [online]. 2013, vol.37, n.2, pp. 143-150. ISSN 1130-6343.			1	1
21	Artículo	Scielo	Montoya-Restrepo, Nora E., Correa Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. En: Revista Especialista Salud Pública. 2009. Volumen 85, No. 1. p 92-99			1	1
22	Artículo	Redalyc	Pierdant R, Alberto Isaac., Rodríguez F, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas y R. En: Política y Cultura. 2009. Número 32.			1	1

Fuente: El autor de este documento

## 2. REDACCIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

### 2.1. GENERALIDADES DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP)

La calidad ha existido, probablemente, desde inicios de la humanidad, y, a medida que esta ha evolucionado, también la calidad lo ha hecho. Según Evans<sup>3</sup>, por ejemplo, los murales egipcios que datan del año 1450 a.C muestran evidencias de medición e inspección. Adicionalmente, Quiñonez<sup>4</sup> presenta varios ejemplos de hitos históricos que hacen parte del desarrollo de la calidad, algunos de ellos se mencionan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Hitos históricos que han incidido en el desarrollo de la calidad y el servicio

Etapas de la historia	Periodos	Características	Hitos	Influencia en calidad y servicio
Prehistoria	18000 - 7000 a. C.	La piedra es tallada por el hombre	Aprovechamiento de los alimentos y los utensilios	Se satisface la necesidad básica de alimento con el producto de la pesca y la caza y se utiliza una herramienta de piedra tallada para desmembrar a los animales cazados.
Paleolítico		Los pueblos son nómadas dedicados a la pesca y la caza	Aparición de los primeros métodos de transporte (canoas) y utilización de las primeras plantas con fines medicinales	Se transforman los alimentos con el fuego para hacerlos comestibles. Se inicia el proceso de satisfacción de necesidades de salud.
Neolítico	7000 - 3000 a.C.	Uso de la piedra pulimentada, algunos pueblos se vuelven sedentarios al dedicarse a la agricultura y la ganadería. Primeras sepulturas.	Vivienda, aliemento, tejidos para el vestido.	Los alimentos cultivados son almacenados, la cría del ganado produce leche y la carne para alimentación humana.
		Aparición de la rueda y los telares	Indicios de organizaciones sociales y su estructura.	
		Reconocimiento de la necesidad de planear, organizar, y controlar.	Utilización de servicios de miles de personas para el desarrollo de proyectos de enorme alcance.	Proceso administrativo enfocado hacia el servicio en la ejecución de los monumentos
		Los egipcios contaban con dirigentes capaces de planear, organizar y controlar a miles de trabajadores en la ejecución de sus monumentos.		

Fuente: Vargas Quiñones, Martha Elena, and Aldana de Vega, Luz Ángela. Marco histórico. En: Calidad y servicio: conceptos y herramientas. [en línea]. 2. ed. Ecoe Ediciones, 2011. p. 4. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/detail.action?docID=10552805>

Lo anterior permite entender cómo la calidad ha estado presente históricamente en el desarrollo de la humanidad.

<sup>3</sup> EVANS, James R., Lindsay, William R. Introducción a la calidad. En: Administración y Control de la Calidad. Editor: Sergio R. Cervantes González. 7 ed. México D.F: Cengage Learning Editores, 2008. p 4-5. ISBN-13: 978-970-686-836-7

<sup>4</sup> VARGAS Quiñones, Martha Elena, and Aldana de Vega, Luz Ángela. Marco histórico. En: Calidad y servicio: conceptos y herramientas. [en línea]. 2. ed. Ecoe Ediciones, 2011. p. 4. ISBN: 9781449276041. [Consultado 04, marzo, 2016] Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/detail.action?docID=10552805>

Desde el punto de vista organizacional se menciona que, "...la calidad como una necesidad de las empresas surge desde el siglo XIX con la revolución industrial"<sup>5</sup>. Existen cinco fases de la evolución de la calidad:

- *Inspección: Establece mecanismos y herramientas que pudieran detectar si los productos o piezas que los conformaban se ajustaban o no a los estándares establecidos, lo cual significó un avance en relación con aquel tipo de inspección basado únicamente en la percepción visual que había sido altamente utilizada hasta el momento por las grandes compañías manufactureras. Esta inspección se limitaba exclusivamente al conteo y separación de piezas o productos defectuosos, pero en ese momento histórico, la inspección proporcionó las bases para llegar al siguiente nivel, el control estadístico.*
- *Control estadístico de la calidad: Se basa en el diseño y aplicación de herramientas estadísticas para la determinación de las características de los procesos y productos sin tener que inspeccionarlos a todos. Surge con los fundamentos teóricos desarrollados por Shewhart, los cuales resultaron en herramientas tales como las cartas de control y el estudio de variables para el control de la calidad.*
- *Aseguramiento de la calidad: Implica un conjunto de acciones planificadas que garanticen el cumplimiento de unos requisitos establecidos por la organización con base en las necesidades de los clientes.*
- *Gestión de la calidad. La gestión de la calidad surge en la década de los ochentas como un nuevo enfoque que considera la calidad como un aspecto más estratégico, hay un énfasis en la mejora continua de los procesos, así como en las necesidades y satisfacción de los clientes, lográndose oportunidades competitivas para la empresa las cuales se pueden traducir en ventaja sostenible y duradera.*
- *Gestión avanzada de la calidad. Hace referencia al concepto de manufactura avanzada desarrollada por Taiichi Ohno y Shingeo Shingo quienes desarrollaron los conceptos de procesos esbeltos, soportando estos con herramientas de calidad como el AMEF, QFD, Poka Yoke, 5S y otros<sup>6</sup>.*

Como complemento a la evolución de la calidad, para Cuatrecasas<sup>7</sup>, el papel de la calidad ha tomado un importante creciente al evolucionar desde un mero control o inspección a convertirse en uno de los pilares de la estrategia global de

---

<sup>5</sup> FONTALVO Herrera, Tomás José. Sistema de gestión de la calidad. En: La gestión avanzada de la calidad: metodologías eficaces para el diseño, implementación y mejoramiento de un sistema de gestión de la calidad. [En línea]. Colombia: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000, 2006. p. 42. ISBN: 9789583389535. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10179523&ppg=6>

<sup>6</sup> Ibid, p. 43-44.

<sup>7</sup> CUATRECASAS, Lluís. La Gestión de la Calidad Total. En: Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. [En línea]. 3 ed. España: Ediciones Gestión 2000, 2009. p. 21. ISBN: 9781413579703. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10317466&ppg=10>.



la empresa. Diferenciando en algunos conceptos, con respecto a Fontalvo Herrera, este autor establece cuatro etapas de la evolución del concepto de calidad:

- *Inspección: Verificación de todos los productos de salida, es decir, después de la fabricación y antes de que fueran distribuidos hacia los clientes.*
- *Control de producto: La aplicación de los conceptos estadísticos para el control y verificación de los productos ya fabricados supuso un avance considerable que permitió la reducción de la inspección.*
- *Control del proceso: En esta etapa la calidad de los productos ya no se controla únicamente al final del proceso, sino que éste se verá sometido a un control a lo largo de dicha cadena de producción para evitar los defectos o el incumplimiento de las especificaciones de los productos.*
- *Gestión de la calidad: La calidad se extiende a toda la empresa en su crecimiento conceptual y en sus objetivos<sup>8</sup>.*

El cuadro 7 identifica las etapas de la evolución del concepto de calidad

**Cuadro 7.** Etapas de la evolución del concepto de calidad

	<b>Objetivos</b>	<b>Orientación</b>	<b>Implicación</b>	<b>Métodos</b>
<b>Gestión de la Calidad Total</b>	Impacto estratégico	Satisfacción plena del cliente	Toda la organización	Planificación estratégica
<b>Control del Proceso</b>	Organización y coordinación	Aseguramiento y prevención	Dep. de calidad, producción. I + D...	Sistemas, técnicas y programas.
<b>Control del Producto</b>	Control de productos	Reducción de inspecciones	Departamento de Calidad	Muestreo y estadística
<b>Inspección</b>	Detección de defectos	Orientación al producto	Departamento de Inspección	Medición y verificación

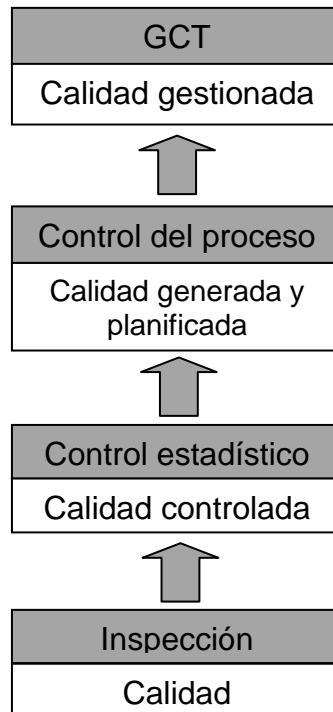
Fuente: Cuatrecasas, Lluís. Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. Ed. 3. España: Ediciones Gestión 2000, 2009. p. 22. ProQuest ebrary. [En línea]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10317466&ppg=10>.

El concepto de calidad desde su inicio, con la Inspección, ha evolucionado a través de los años, hasta llegar a la Gestión de la Calidad Total.

Complementariamente, el concepto de la evolución de la calidad también se puede mostrar según en el gráfico 13.

<sup>8</sup> CUATRECASAS, Lluís. La Gestión de la Calidad Total. En: Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. [En línea]. 3 ed. España: Ediciones Gestión 2000, 2009. p. 21. ISBN: 9781413579703. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10317466&ppg=10>.

**Gráfico 13.** Evolución de la calidad



**Fuente:** Cuatrecasas, Lluís. Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. Ed. 3. España: Ediciones Gestión 2000, 2009. p. 22. ProQuest ebrary. [En línea]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10317466&ppg=10>.

El mismo autor plantea dos opciones para entender la evolución del concepto de calidad.

Según Kumar<sup>9</sup>, en 1920, Walter A. Shewart, de Laboratorios Bell Telephone, fue el pionero en el campo del Control Estadístico de Procesos.

El Control Estadístico de Procesos (SPC por sus siglas en inglés) se puede definir como "...una metodología para el seguimiento de un proceso para identificar las causas de la variación y señalar la necesidad de emprender una acción correctiva en el momento apropiado"<sup>10</sup>. Esta definición menciona las causas de variación como base para la toma de acciones correctivas, con el fin de entender que los procesos tienen variación, y que es necesario entender y analizar esta situación.

<sup>9</sup> KUMAR, Dharendra. Controlar. En: Six Sigmas Las mejores prácticas. Traductor: Jaime Valencia Villa. Bogotá: 3R Editores, 2009. p. 389. ISBN: 978-958-30-3090-1

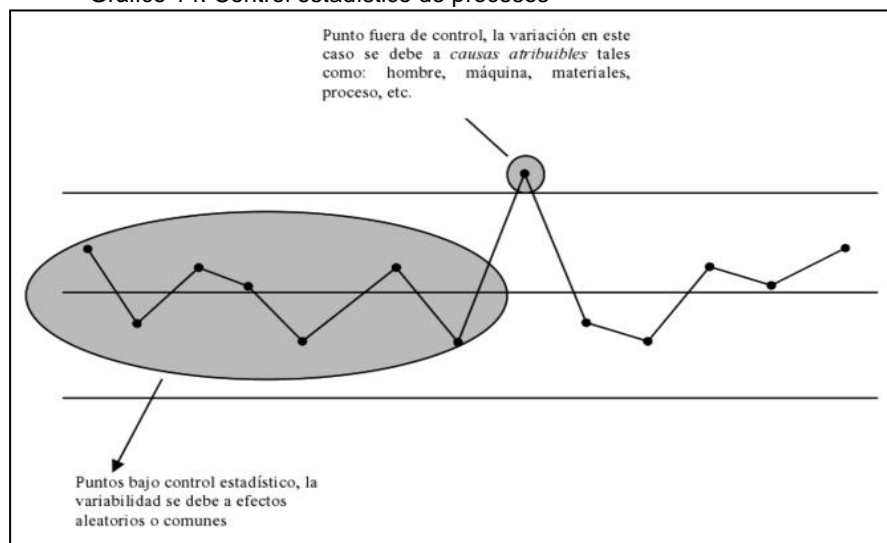
<sup>10</sup> EVANS, James R., Lindsay, William R. Control Estadístico de Procesos. En: Administración y Control de la Calidad. Editor: Sergio R. Cervantes González. 7 ed. México D.F: Cengage Learning Editores, 2008. p 712. ISBN-13: 978-970-686-836-7.

Kumar<sup>11</sup> maneja una definición similar, aunque él menciona que el Control Estadístico de Procesos (SPC por sus siglas en inglés) es una herramienta que resuelve problemas y que puede aplicarse a cualquier proceso.

Como lo define Juran<sup>12</sup>, los procesos muestran variabilidad, así como Vargas Quiñonez<sup>13</sup> menciona que cualquier proceso, incluida la prestación de servicios de salud y servicios educativos, produce variabilidad. De esta manera se logra complementar el concepto del Control Estadístico de Procesos expuesto anteriormente.

De acuerdo con Fontalvo<sup>14</sup>, la base del control estadístico es la comprensión de la variación natural de los procesos, la cual puede ser por causas comunes (azar), o a causas especiales (situaciones particulares). El gráfico 14 ejemplifica cómo es el comportamiento de las causas comunes o especiales dentro del proceso.

Gráfico 14. Control estadístico de procesos



**Fuente:** Fontalvo Herrera, Tomás José. La gestión avanzada de la calidad: metodologías eficaces para el diseño, implementación y mejoramiento de un sistema de gestión de la calidad. Colombia: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000, 2006. ProQuest ebrary. [En línea]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10179523&ppg=6#>

<sup>11</sup> KUMAR, Dhirendra. Controlar. En: Six Sigmas Las mejores prácticas. Traductor: Jaime Valencia Villa. Bogotá: 3R Editores, 2009. p. 389. ISBN: 978-958-30-3090-1

<sup>12</sup> JURAN, Joseph M. Desarrollo del proceso. En: Juran y la planificación para la calidad. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2008. p. 164. ISBN: 9788487189371. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10204125&ppg=164>

<sup>13</sup> VARGAS Quiñones, Martha Elena, and Aldana de Vega, Luz Ángela. La ruta del cliente y herramientas utilizadas en la gestión de la calidad y el servicio. En: Calidad y servicio: conceptos y herramientas. [en línea]. 2. ed. Ecoe Ediciones, 2011. p. 128. ISBN: 9781449276041. [Consultado 04, marzo, 2016] Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/detail.action?docID=10552805>.

<sup>14</sup> FONTALVO Herrera, Tomás José. Sistema de gestión de la calidad. En: La gestión avanzada de la calidad: metodologías eficaces para el diseño, implementación y mejoramiento de un sistema de gestión de la calidad. [En línea]. Colombia: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000, 2006. p. 44. ISBN: 9789583389535. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10179523&ppg=6>

González Gaya<sup>15</sup> define que en un proceso pueden aparecer dos causas de variación, las comunes o no asignables y las especiales o asignables. Para Ishikawa<sup>16</sup>, hay dos tipos de causas que afectan a los procesos y ocasionan la variación del producto, lo cual lleva que existan dos tipos de variación: Causas inevitables (o causas de azar), y causas evitables (o causas asignables). Complementando este concepto. En el cuadro 8 se muestra la definición de las dos causas de variación.

Cuadro 8. Causas de variabilidad

<b>Causas no asignables o comunes</b>	<b>Causas asignables o especiales</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son de carácter aleatorio.</li> <li>• Existe una gran cantidad, pero cada una es de pequeña importancia.</li> <li>• Producen una variabilidad estable.</li> <li>• Es difícil reducir sus efectos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Existe un número pequeño, pero cada una de ellas produce un efecto fuerte.</li> <li>• Producen una variabilidad imprevisible.</li> <li>• Sus efectos desaparecen al eliminar la causa.</li> </ul>

Fuente: González Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario, and Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas de mejora de la calidad.: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000. P. 27. ProQuest ebrary. [En línea]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10803889&ppg=72#>

Greff y Ghoshal<sup>17</sup> definen que las técnicas de SPC (CEP en español) incluyen:

- Cartas de control,
- Hojas de verificación,
- Diagrama de Pareto,
- Diagrama de Causa y Efecto,
- Diagrama de defectos,
- Diagrama Scatter,
- Histogramas

<sup>15</sup> GONZÁLEZ Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario, and Pérez, Miguel Ángel Sebastián. La mejora de la calidad. En: Técnicas de mejora de la calidad: [En línea]. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000. p. 26. ISBN: 9788436266412. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10803889&ppg=72#>.

<sup>16</sup> ISHIKAWA, Kaoru. El enfoque estadístico y algunas herramientas estadísticas sencillas. En: Introducción al control de calidad. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2007. p. 120. ISBN: 9788479781729. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10198498&ppg=134#>

<sup>17</sup> GREEFF, Gerhard Ghoshal, Ranjan. Practical E-Manufacturing and Supply Chain Management. [En línea]. p 205. Knovel. Disponible en <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPEMSCM0B/practical-e-manufacturing/practical-e-manufacturing>. Texto original

Evans<sup>18</sup> muestra las técnicas como las siete herramientas del control de calidad, excluyendo el diagrama de defectos y el de Scatter, e incluyendo diagramas de flujo y de dispersión. Lo anterior lo resume acertadamente Cuatrecasas<sup>19</sup>, mencionando que, dependiendo de los diferentes autores existen ligeras variaciones en la clasificación, e incluso se describen las mismas herramientas de distintas formas.

Zhang<sup>20</sup> menciona que el control estadístico de procesos (CEP) es un método para monitorear un proceso industrial a través del uso de cartas de control. Cuatrecasas<sup>21</sup> menciona que los gráficos de control se emplean en el CEP como herramienta para analizar la variabilidad de los procesos con el tiempo, ayudando a identificar las posibles causas de variación o desviación.

Lo anterior permite entender que, aunque existen diferencias conceptuales, el CEP está basado, principalmente, en los gráficos de control, tal y como lo menciona Cuatrecasas<sup>22</sup>.

#### *Gráficos de control.*

Ishikawa<sup>23</sup> menciona que el término *gráficos de control* fue usado por el Dr. W.A Shewart en 1926. Bertrand<sup>24</sup> establece que un gráfico de control es un dibujo para determinar si el modelo de probabilidad es estable o cambia a lo largo del tiempo.

El uso de los gráficos de control está ligado con el tipo de dato que se va a analizar. “Los cuadros de control se han clasificado por mediciones (continuos) y

---

<sup>18</sup> EVANS, James R., Lindsay, William R. Herramientas para la mejora de los procesos. En: Administración y Control de la Calidad. Editor: Sergio R. Cervantes González. 7 ed. México D.F: Cengage Learning Editores, 2008. p 662-663. ISBN-13: 978-970-686-836-7

<sup>19</sup> CUATRECASAS, Lluís. La Gestión de la Calidad y su mejora. Herramientas. En: Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. [En línea]. 3 ed. España: Ediciones Gestión 2000, 2009. p. 64. ISBN: 9781413579703. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10317466&ppg=10>

<sup>20</sup> ZHANG, Peng. Advanced Industrial Control Technology. Knovel. [En línea]. 2010. Disponible en: <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpAICT0003/advanced-industrial-control/advanced-industrial-control>.

<sup>21</sup> CUATRECASAS, Lluís. La Gestión de la Calidad y su mejora. Herramientas. En: Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. [En línea]. 3 ed. España: Ediciones Gestión 2000, 2009. p. 77. ISBN: 9781413579703. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10317466&ppg=10>

<sup>22</sup> Ibid. p. 76-77.

<sup>23</sup> GONZÁLEZ Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario, and Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Resolución de problemas. En: Técnicas de mejora de la calidad: [En línea]. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000. p. 163. ISBN: 9788436266412. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10803889&ppg=72#>.

<sup>24</sup> HANSEN, Bertrand L., and Ghare, Prabhakar M. Control estadístico de procesos. En: Control de calidad: teoría y aplicaciones. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2008. p. 91. ISBN: 9788487189319. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10249536&ppg=108>

por atributos (discretos), dependiendo de si las observaciones sobre las características de calidad son mediciones o enumeraciones de datos”<sup>25</sup>. Complementariamente, González Gaya<sup>26</sup>, adicionando a los descritos, menciona que también se pueden clasificar en función del número de defectos por unidad producida, recibiendo el nombre de Gráfico de Control por Número de Defectos o Disconformidades.

Evans<sup>27</sup> define los datos variables como aquellos que se miden con base en una escala continua (ejemplo: longitud, peso, tiempo y distancia). Juran<sup>28</sup> menciona que los datos [variables] consisten en números a lo largo de una escala de medida: 110 voltios; 182 gramos; 23,2 segundos.

Por otro lado, según Juran<sup>29</sup>, los datos discretos (atributos) se pueden definir como la expresión en función de la proporción del producto que posee o carece del atributo a medir.

Para Ishikawa<sup>30</sup>, se define *discreta* como la medida que pasa de un número entero a otro, y atributo a los valores discretos que cumplen la condición anterior.

Complementariamente, para González Gaya<sup>31</sup> una definición más sencilla de los atributos, mencionando que se basan en la idea de pasa – no pasa.

### *Tipos de gráfico.*

#### 1. Por variables.

---

<sup>25</sup> KUMAR, Dhirendra. Controlar. En: Six Sigmas Las mejores prácticas. Traductor: Jaime Valencia Villa. Bogotá: 3R Editores, 2009. p. 392. ISBN: 978-958-30-3090-1

<sup>26</sup> GONZÁLEZ Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario, and Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas básicas de mejora de la calidad: Las 7H. En: Técnicas de mejora de la calidad: [En línea]. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000. p. 72. ISBN: 9788436266412. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10803889&ppg=72#>.

<sup>27</sup> EVANS, James R., Lindsay, William R. Control estadístico de procesos. En: Administración y Control de la Calidad. Editor: Sergio R. Cervantes González. 7 ed. México D.F.: Cengage Learning Editores, 2008. p 718. ISBN-13: 978-970-686-836-7

<sup>28</sup> JURAN, Joseph M. Desarrollo del proceso. En: Juran y la planificación para la calidad. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2008. p. 162. ISBN: 9788487189371. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10204125&ppg=164>

<sup>29</sup> Ibid, p. 162.

<sup>30</sup> ISHIKAWA, Kaoru. El enfoque estadístico y algunas herramientas estadísticas sencillas. En: Introducción al control de calidad. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2007. p. 129. ISBN: 9788479781729. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10198498&ppg=134#>

<sup>31</sup> GONZÁLEZ Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario, and Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas básicas de mejora de la calidad: Las 7H. En: Técnicas de mejora de la calidad: [En línea]. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000. p. 74. ISBN: 9788436266412. [Consultado 04, marzo, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10803889&ppg=72#>.

- Gráfico  $\bar{x} - R$ . Evans<sup>32</sup> menciona que la gráfica  $\bar{x}$  se usa para el seguimiento del centrado del proceso, mientras que el R se usa para el seguimiento de la variación del proceso. Kumar<sup>33</sup> maneja un concepto similar, indicando que el gráfico  $\bar{X}$ -bar ( $\bar{x}$ ) es un cuadro de control desarrollado sobre una calidad promedio, y los cuadros R (rango) están basados en el rango de valores que representan la variación en la respuesta al tiempo analizado. Ishikawa<sup>34</sup> menciona que el gráfico  $\bar{x}$  se utiliza principalmente para observar los cambios en la media de la distribución, y el R se usa para observar los cambios en la dispersión, o la variación, de una distribución.
- Gráfico  $\bar{x} - s$ . González Gaya<sup>35</sup> establece que la media ( $\bar{x}$ ) mide la tendencia central, mientras que la desviación estándar ( $s$ ) representa la dispersión de los datos. Para Evans<sup>36</sup>, la desviación estándar de la muestra es un indicador más sensible y mejor de la variabilidad del proceso que el rango (R), especialmente para tamaños de muestras grandes.

## 2. Por atributo.

- Gráfico p. Para Ishikawa<sup>37</sup> este gráfico se usa cuando el número de unidades defectuosas de una muestra es como fracción de unidades defectuosas, para un tamaño de  $n$  muestras variables. Bertrand<sup>38</sup> define que este gráfico de control es sumamente dúctil, basándose en que cada unidad producida tiene cierta probabilidad  $p'$  de ser defectuosa o de no hallarse dentro de los requisitos especificados.

<sup>32</sup> EVANS, James R., Lindsay, William R. Control estadístico de procesos. En: Administración y Control de la Calidad. Editor: Sergio R. Cervantes González. 7 ed. México D.F: Cengage Learning Editores, 2008. p 718. ISBN-13: 978-970-686-836-7.

<sup>33</sup> KUMAR, Dharendra. Controlar. En: Six Sigmas Las mejores prácticas. Traductor: Jaime Valencia Villa. Bogotá: 3R Editores, 2009. p. 393. ISBN: 978-958-30-3090-1

<sup>34</sup> ISHIKAWA, Kaoru. Preparación y uso de los gráficos de control. En: Introducción al control de calidad. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2007. p. 164. ISBN: 9788479781729 [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10198498&ppg=134#>

<sup>35</sup> GONZÁLEZ Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario, and Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas básicas de mejora de la calidad. 7H. En: Técnicas de mejora de la calidad: [En línea]. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000. p. 73. ISBN: 9788436266412. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10803889&ppg=72#>.

<sup>36</sup> EVANS, James R., Lindsay, William R. Control estadístico de procesos. En: Administración y Control de la Calidad. Editor: Sergio R. Cervantes González. 7 ed. México D.F: Cengage Learning Editores, 2008. p 737. ISBN-13: 978-970-686-836-7

<sup>37</sup> ISHIKAWA, Kaoru. Preparación y uso de los gráficos de control. En: Introducción al control de calidad. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2007. p. 165. ISBN: 9788479781729. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10198498&ppg=134#>

<sup>38</sup> HANSEN, Bertrand L., and Ghare, Prabhakar M. Control estadístico de procesos. En: Control de calidad: teoría y aplicaciones. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2008. p. 164. ISBN: 9788487189319. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10249536&ppg=108>

- Gráfico np. González Gaya<sup>39</sup> establece el gráfico para el número de unidades disconformes, cuando las muestras tomadas son todas del mismo tamaño. Ishikawa<sup>40</sup> corrobora este concepto, mencionando que el gráfico np solo se utiliza cuando el tamaño de subgrupos,  $n$ , es constante.
- Gráfico c. Para Evans<sup>41</sup> este gráfico se utiliza para controlar el número total de defectos por unidad cuando el tamaño del subgrupo es constante. Para González Gaya<sup>42</sup>, este gráfico se usa cuando el número de muestras tomadas son del mismo tamaño.
- Gráfico u. Para Kumar<sup>43</sup>, este gráfico de control se utiliza para cuando los datos de los defectos muestrales se recogen de  $n$  componentes en la muestra. Evans establece que, si los tamaños de los subgrupos son variables, se usa este gráfico para controlar el número promedio de defectos por unidad.

En el cuadro 9 se muestra un resumen sobre el uso del gráfico de control, según el tipo de dato.

Cuadro 9. Uso de gráficos de control más comunes.

TIPO DE DATO	GRÁFICO DE CONTROL	USO
Variable	$\bar{x} - R$	Seguimiento de la media y rango del proceso
Variable	$\bar{x} - s$	Seguimiento de la media y desviación estándar del proceso
Atributo	p	Fracción de disconformidades.
Atributo	np	Número de unidades disconformes.
Atributo	c	Número de disconformidades.
Atributo	u	Número de disconformidades / unidad.

Fuente: El autor de este documento, basado en la documentación analizada.

<sup>39</sup> GONZÁLEZ Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario, and Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas básicas de mejora de la calidad. 7H. En: Técnicas de mejora de la calidad: [En línea]. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000. p. 75. ISBN: 9788436266412 [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10803889&ppg=72#>.

<sup>40</sup> ISHIKAWA, Kaoru. Preparación y uso de los gráficos de control. En: Introducción al control de calidad. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2007. p. 181. ISBN: 9788479781729. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10198498&ppg=134#>

<sup>41</sup> EVANS, James R., Lindsay, William R. Control estadístico de procesos. En: Administración y Control de la Calidad. Editor: Sergio R. Cervantes González. 7 ed. México D.F: Cengage Learning Editores, 2008. p 753. ISBN-13: 978-970-686-836-7.

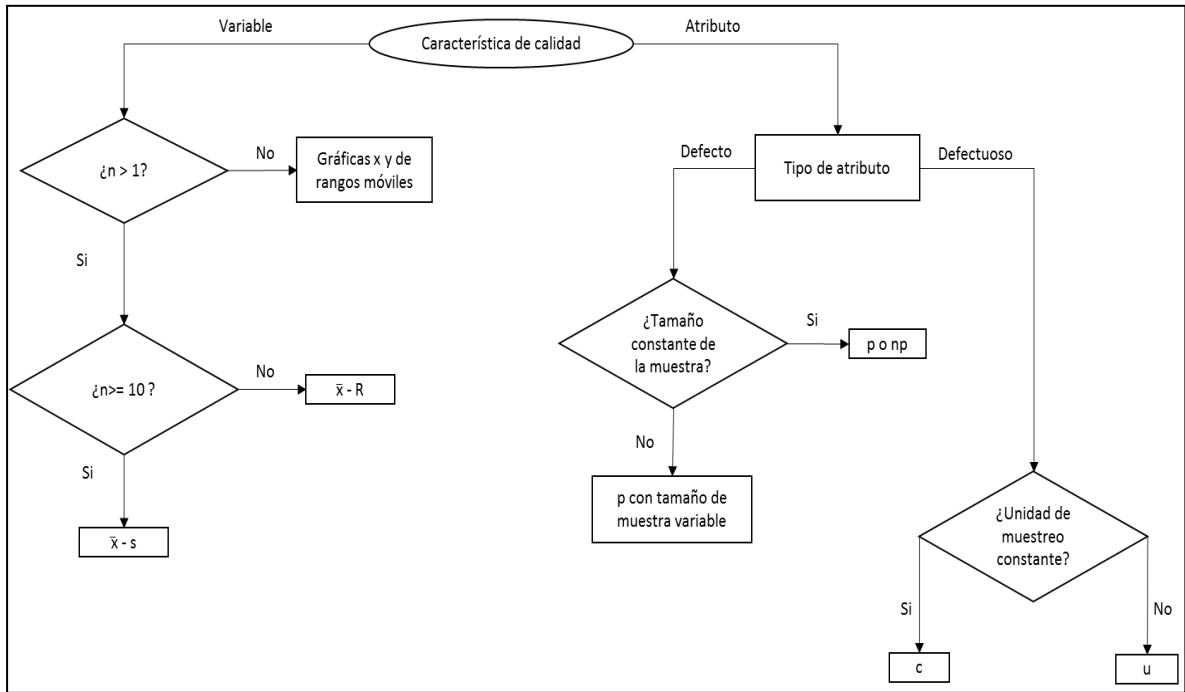
<sup>42</sup> GONZÁLEZ Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario, and Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas básicas de mejora de la calidad. 7H. En: Técnicas de mejora de la calidad: [En línea]. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000. p. 77. ISBN: 9788436266412. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10803889&ppg=72#>

<sup>43</sup> KUMAR, Dharendra. Controlar. En: Six Sigmas Las mejores prácticas. Traductor: Jaime Valencia Villa. Bogotá: 3R Editores, 2009. p. 415. ISBN: 978-958-30-3090-1



En el gráfico 15 se puede aclarar la inquietud generada sobre cuál gráfico de control usar en una determina situación.

Gráfico 15. Clasificación del cuadro de control.



Fuente: Evans, James R., Lindsay, William R. Administración y Control de la Calidad. Ed. 7. Cengage Learning Editores. 2008. p 759

## 2.2. CONTEXTO EMPRESAS DE SERVICIOS

Parra Ferié<sup>44</sup> menciona que existen tres sectores productivos en los sistemas económicos: sector primario, el cual agrupa las empresas que se dedican a actividades agrícolas, pecuarias, y extractivas; sector secundario, conformado por aquellas empresas que se encuentran en la industria automovilística, de equipos electrónicos y de ropas, entre otros; y el sector *terciario* en el cual el producto no es tangible, como bancos, y escuelas.

<sup>44</sup> PARRA Ferié, Cecilia, Negrin Sosa, Ernesto, and Gómez Figueroa, Olga. Prólogo. En: Procesos de servicios: tendencias modernas en su gestión. [En línea]. Elibro, 2000. p. 5. ISBN: 9789591610232. [Consultado 04, abril, 2016] Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10307168&ppg=10>

El sector terciario, o sector servicios, ha sido, durante las últimas décadas, el sector dominante dentro de las actividades económicas, según lo menciona Valoto Patuzzo<sup>45</sup>. La siguiente estadística ayuda a soportar esta afirmación:

*“En 1984 el sector servicio representaba en el promedio general, el 66% de la economía de los Estados Unidos. En el 2003 según las estadísticas del Banco Mundial el porcentaje de contribución sectorial al PIB del mismo país es del 70%, en promedio. En Japón es del 67,7%; en Méjico 69,7%; Perú 64,7%; Australia 72% y China 33,8%. Para el 2004 en la Unión Europea fue de 64.1%. En Colombia en el 2003, según el DANE, el aporte del sector al PIB fue del 64%”<sup>46</sup>*

Dentro del análisis documental realizado, se evidencia que no existe una definición común y estándar del servicio. “La tarea de definir y conceptualizar los servicios no es sencilla pues bajo el término *servicios* se abarca un conjunto heterogéneo de productos y actividades intangibles que resultan difíciles de englobar en una definición simple”<sup>47</sup>.

Para Funch<sup>48</sup> es añadir valor al producto, ya que el servicio es intangible, pero relaciona al productor y al consumidor. Kotler<sup>49</sup> define servicio como la actividad o beneficio que una parte entrega a otra, esencialmente intangibles, y sin propiedad de la cosa. Evans<sup>50</sup> lo define como la actividad que no produce un bien físico, entendiéndolo como la parte sin producto entre la relación comprador (cliente) y vendedor (proveedor). Para F. Lamata, el servicio es conceptualizado como: “actividad o proceso producido por el hombre (producto) que soporta un valor de utilidad (resuelve un problema o satisface una necesidad) que puede y

---

<sup>45</sup> VALOTTO Patuzzo, Genilson. Introducción. En: Las transformaciones en la consideración del sector servicios: del Siglo XVIII hasta la actualidad. [En línea]. España: D - Universidad de Alcalá, 2011. ProQuest ebrary. p. 3. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10576564&ppg=7>

<sup>46</sup> ARANGO Londoño, Gilberto, Estructura Económica Colombiana. 10 ed., Editorial McGraw-Hill. Pág. 7. Citado por Vargas Quiñones, Martha Elena, Aldana de Vega, Luz Ángela. Marco teórico. En: Calidad en el servicio. [En línea]. Colombia: Universidad de La Sabana, 2007. p. 22. ISBN: 9789586484602. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10565616&ppg=11>

<sup>47</sup> VALOTTO Patuzzo, Genilson. Definición y conceptos de servicios. En: Las transformaciones en la consideración del sector servicios: del Siglo XVIII hasta la actualidad. [En línea]. España: D - Universidad de Alcalá, 2011. ProQuest ebrary. p. 5. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10576564&ppg=7>

<sup>48</sup> FUNCH. Citado por PARRA Ferié, Cecilia, Negrin Sosa, Ernesto, and Gómez Figueroa, Olga. Prólogo. En: Procesos de servicios: tendencias modernas en su gestión. [En línea]. Elibro, 2000. p. 8. ISBN: 9789591610232. [Consultado 04, abril, 2016] Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10307168&ppg=10>

<sup>49</sup> KOTLER. Citado por PARRA Ferié, Cecilia, Negrin Sosa, Ernesto, and Gómez Figueroa, Olga. Prólogo. En: Procesos de servicios: tendencias modernas en su gestión. [En línea]. Elibro, 2000. p. 8. ISBN: 9789591610232. [Consultado 04, abril, 2016] Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10307168&ppg=10>

<sup>50</sup> EVANS, James R., Lindsay, William R. Calidad total en las organizaciones. En: Administración y Control de la Calidad. Editor: Sergio R. Cervantes González. 7 ed. México D.F: Cengage Learning Editores, 2008. p 58. ISBN-13: 978-970-686-836-7

suele cambiarse por otros bienes o servicios o por su valor en moneda”<sup>51</sup>. Julio Lobos<sup>52</sup> lo define como lo que se hace para satisfacer la expectativa de un cliente.

Sin embargo, se encuentran características comunes del servicio:

- **“Intangibilidad:** esta es la característica más importante de los servicios. Consiste en que estos no pueden verse, probarse, sentirse, oírse, ni olerse antes de su adquisición por los compradores. Esta característica dificulta una serie de acciones que pudieran ser deseables de hacer. Los servicios no se pueden inventariar ni patentar, ser explicados o representados fácilmente, etc, o incluso evaluar su calidad antes de la prestación.
- **Heterogeneidad (o variabilidad):** dos servicios similares nunca serán idénticos o iguales. Esto por varios motivos: las entregas de un mismo servicio son realizadas por personas a personas, en momentos y lugares distintos. Cambiando uno solo de estos factores el servicio ya no es el mismo. Incluso esto se observa sólo con la modificación del estado de ánimo de la persona que entrega o de que recibe el servicio. Por esto en la práctica resulta necesario prestar atención a las personas que en nombre de la empresa prestarán los servicios.
- **Inseparabilidad:** en los servicios la producción y el consumo son parcial o totalmente simultáneos, A estas funciones muchas veces se puede agregar su venta. Esta inseparabilidad también se da con la persona que presta el servicio.
- **Perecedero:** los servicios no se pueden almacenar por la simultaneidad entre producción y consumo. La principal consecuencia de esto es que un servicio no prestado no se puede realizar en otro momento (por ejemplo, un vuelo con un asiento vacío en un vuelo comercial).
- **Ausencia de propiedad:** los compradores de servicios adquieren derecho a recibir una prestación, uso, acceso o arriendo de algo, pero no la propiedad del mismo. Después de la prestación del servicio sólo existen como experiencias vividas”<sup>53</sup>.

---

<sup>51</sup> MAQUEDA Lafuente, Javier, Llaguno Musons, José Ignacio. Marketing estratégico para las empresas de servicio. Madrid España. Ediciones Díaz de Santos. 1995. Citado por Vargas Quiñones, Martha Elena, Aldana de Vega, Luz Ángela. Marco teórico. En: Calidad en el servicio. [En línea]. Colombia: Universidad de La Sabana, 2007. p. 58. ISBN: 9789586484602. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10565616&ppg=11>

<sup>52</sup> LOBOS Julio. La Empresa centrada en el cliente. Ediciones Dolmen. 1996. Citado por Vargas Quiñones, Martha Elena, Aldana de Vega, Luz Ángela. Marco teórico. En: Calidad en el servicio. [En línea]. Colombia: Universidad de La Sabana, 2007. p. 58. ISBN: 9789586484602. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10565616&ppg=11>

<sup>53</sup> Sampson y Snape (1986), Bhagwati (1988), Cuadrado Roura y Del Río (1993), y González (1999). Citado por Valotto Patuzzo, Genilson. Introducción. En: Las transformaciones en la consideración del sector servicios: del Siglo XVIII hasta la actualidad. [En línea]. España: D - Universidad de Alcalá, 2011. p. 9-10. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10576564&ppg=7>

Lo anterior permite establecer parámetros de uniformidad en el concepto del término *servicios*.

Las características del servicio difieren de las definidas para manufactura (bienes), lo cual se menciona en el cuadro 10.

Cuadro 10. Diferencia entre bienes y servicios.

BIENES	SERVICIOS	COMENTARIOS
Tangible	Intangibles	Una muestra del servicio no puede ser enviada anticipadamente al cliente, para su aprobación; tampoco su valor es necesariamente proporcional a los Costos de Producción. Todo ello porque la calidad del servicio es una cuestión altamente subjetiva.
Almacenables	Percibles	El servicio es prestado habitualmente en el lugar donde se encuentra el cliente y por personas que poco o nada tienen que ver con su concepción original y que son supervisadas a distancia
Transportables	Instantáneos	Un servicio en su versión final, es producido en el instante mismo en que es entregado al cliente.
Compra inmediata	Compra inmediata- uso inmediato	No hay cómo pedir a terceros que repasen un servicio ya prestado.
Impersonal	Personal	Salvo en casos de automatización total, los servicios poseen un componente social determinante. Y cuanto mayor sea el número de proveedores del servicio con que el cliente interactúa personalmente, mayor será el riesgo que correrá éste de no quedar satisfecho.

**Fuente:** Maqueda Lafuente, Javier. Marketing estratégico para empresas de servicio. Citado por Vargas Quiñones, Martha Elena, and Aldana de Vega, Luzángela. Calidad en el servicio. Colombia: Universidad de La Sabana, 2007. ProQuest ebrary. p 55. [En línea]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10565616&ppg=11>

Por otra parte, existe un concepto que se aplica de manera similar a cualquier empresa, sin importar su actividad económica: momento de verdad.

Para Evans<sup>54</sup>, en los servicios, los momentos de verdad impactan directamente en la satisfacción o no satisfacción del cliente. Es decir, cada vez que el cliente tiene contacto con un empleado de la empresa. Vargas Quiñones<sup>55</sup> va un poco

<sup>54</sup> EVANS, James R., Lindsay, William R. Enfoque en los clientes. En: Administración y Control de la Calidad. Editor: Sergio R. Cervantes González. 7 ed. México D.F: Cengage Learning Editores, 2008. p 173. ISBN-13: 978-970-686-836-7

<sup>55</sup> VARGAS Quiñones, Martha Elena, Aldana de Vega, Luz Ángela. Marco conceptual. En: Calidad en el servicio. [En línea]. Colombia: Universidad de La Sabana, 2007. p. 52. ISBN: 9789586484602. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10565616&ppg=11>

más allá, y menciona que son las interacciones entre los representantes del cliente y los diversos recursos de la empresa. Se encuentran varios ejemplos de estos momentos de verdad:

- *“El cliente reserva el vuelo con el representante de la compañía.*
- *El cliente espera en la fila.*
- *El agente procesa el pago y le entrega el ticket.*
- *El agente de ventas de tickets invita al cliente al mostrador.*
- *El cliente espera en la sala de salida a que avisen para abordar el avión”<sup>56</sup>.*

Los momentos de verdad se mencionan en este documento porque pueden servir como base para la aplicación del CEP – Gráficos de Control. Vargas Quiñones<sup>57</sup> menciona algo similar, estableciendo que, para administrar la calidad en el servicio, se pueden usar varios tipos de herramientas, incluyendo los gráficos de control. Ejemplos de esta aplicación se muestran en el cuadro 11.

Cuadro 11. Aplicaciones de los gráficos de control en organizaciones de servicios.

Organización	Indicador de calidad
Hospital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exactitud del laboratorio de análisis</li> <li>• Exactitud de la reclamación de los pagos del seguro.</li> <li>• Entrega a tiempo de comidas y medicamentos.</li> </ul>
Banco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exactitud al procesar los cheques</li> </ul>
Compañía de seguros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exactitud en la facturación.</li> <li>• Tiempo de respuesta para procesar la reclamación de los pagos de seguros</li> </ul>
Oficina de correos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exactitud al clasificar.</li> <li>• Tiempo de entrega.</li> <li>• Porcentaje de correspondencia de entrega inmediata entregada a tiempo.</li> </ul>
Ambulancia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo de respuesta</li> </ul>
Departamento de policía	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incidencia del crimen en un área.</li> <li>• Número de multas de tránsito.</li> </ul>
Hotel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proporción de habitaciones con limpieza satisfactoria.</li> <li>• Hora de salida.</li> <li>• Número de quejas recibidas.</li> </ul>

**Fuente:** Evans, James R., Lindsay, William R. Administración y Control de la Calidad. Ed. 172. Cengage Learning Editores. 2008. p 712

<sup>56</sup> ALBRECHT, Karl. La revolución del servicio. 1988. p. 26-27. Citado por Vargas Quiñones Martha Elena, Aldana de Vega, Luz Ángela. Marco conceptual. En: Calidad en el servicio. [En línea]. Colombia: Universidad de La Sabana, 2007. p. 52. ISBN: 9789586484602. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10565616&ppg=11>

<sup>57</sup> VARGAS Quiñones, Martha Elena, and Aldana de Vega, Luz Ángela. La ruta del cliente y herramientas utilizadas en la gestión de la calidad y el servicio. En: Calidad y servicio: conceptos y herramientas. [en línea]. 2. ed. Ecoe Ediciones, 2011. p. 109. ISBN: 9781449276041. [Consultado 04, marzo, 2016] Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/detail.action?docID=10552805>.

Zeithalm<sup>58</sup>, en su investigación sobre la calidad en los servicios, menciona que no encontró bibliografía que le sirviera como guía, y lo que encontró estaba dedicada, casi exclusivamente, en la aplicación de productos tangibles. Lo anterior fortalece la necesidad de entender el contexto de las empresas de servicios y la aplicación de herramientas técnicas, como el CEP.

### **2.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS PRINCIPALES HERRAMIENTAS DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS (CEP).**

Kumar<sup>59</sup> presenta las siguientes ventajas y desventajas de usar un cuadro de control (gráfico de control):

#### *Ventajas:*

- Muy efectiva en la prevención de defectos.
- Es una técnica probada en la mejora de la calidad y de la productividad.
- Suministra información sobre la capacidad del proceso.
- Es una buena herramienta de diagnóstico.
- Puede usarse con variables dependientes e independientes.

#### *Desventajas:*

- No es una herramienta simple; todos los usuarios deben estar bien entrenados y deben participar en un programa de educación continuada.
- Los datos correctos deben recopilarse.
- Los parámetros de la herramienta (media, desviación estándar, rango) deben calcularse correctamente.
- El usuario debe tener un buen conocimiento de cómo analizar correctamente los cuadros de control.

Las diferentes aplicaciones que tienen los gráficos de control se pueden considerar como una ventaja. Ishikawa<sup>60</sup> menciona las siguientes áreas de aplicación:

---

<sup>58</sup> ZEITHAML, Valerie A., Parasuraman, A., and Berry, Leonard L. El punto de vista de del consumidor sobre la calidad de los servicios. En: Calidad total en la gestión de servicios. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2007. p. 17. ISBN: 9788479780616. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10184529&ppg=32>

<sup>59</sup> KUMAR, Dhirendra. Controlar. En: Six Sigmas Las mejores prácticas. Traductor: Jaime Valencia Villa. Bogotá: 3R Editores, 2009. p. 391. ISBN: 978-958-30-3090-1

<sup>60</sup> ISHIKAWA, Kaoru. El enfoque estadístico y algunas herramientas estadísticas sencillas. En: Introducción al control de calidad. [En línea]. España: Ediciones Díaz de Santos, 2007. p. 127. ISBN: 9788479781729. [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10198498&ppg=134#>

- Para control: Papel esencial del gráfico de control. El control de calidad empieza y termina con el gráfico de control.
- Para análisis: Se considera una etapa preparatoria en la cual se preparan los gráficos de control útiles para el control del proceso.
- Como gráficos: Los datos se representan en forma de gráfico de control, pero no se utilizan como tal. Aunque se representen los límites de control, estos gráficos solo se ojean.
- Para ajuste: Quiere decir, por ejemplo, cambiar la temperatura, el filo de una herramienta cortante, la composición de una materia prima, u otra condición del proceso cuando un gráfico de control indique que un proceso está fuera de control, sin buscar necesariamente la causa de la anomalía o entrar en acción para eliminarla.
- Para inspección: Utilizarlos de varias maneras desde el punto de vista de la inspección: por ejemplo, cuando un gráfico indica que hay una anomalía en un lote, y el lote se trata de diferente manera.

Dentro del análisis, según González Gaya<sup>61</sup>, los gráficos de control ayudan a conocer si un proceso está controlado, permitiendo identificar las causas, midiendo sus efectos, y mejorar el proceso.

En conclusión, y teniendo en cuenta la información descrita a lo largo de este documento, los gráficos de control permiten entender las causas de variación del proceso, y tomar las acciones pertinentes. Sin embargo, es muy importante la competencia del personal que se involucra en el tema, y la confiabilidad de los datos que se analizarán.

#### **2.4. CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS MÁS USADO EN LAS ORGANIZACIONES DEL SECTOR SERVICIOS.**

El control estadístico de procesos (CEP) es aplicable a empresas del sector servicios. Los casos de aplicación de los gráficos de control como herramienta de CEP, derivados de la búsqueda documental respectiva, se muestran a continuación.

---

<sup>61</sup> GONZÁLEZ Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario, and Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas básicas de mejora de la calidad: las 7H. En: Técnicas de mejora de la calidad: [En línea]. UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000. p. 78. ISBN: 9788436266412 [Consultado 04, abril, 2016]. Disponible en: <http://site.ebrary.com/lib/biblioamericasp/reader.action?docID=10803889&ppg=72#>.

#### 2.4.1. Servicios educativos.

##### *ESCUELA DE NEGOCIOS INTERNACIONALES.*

Según Green<sup>62</sup> las escuelas de negocio acreditadas por la AACSB (Association to Advance Collegiate Schools of Business International) deben implementar y mantener programas de evaluación integrales para garantizar que los servicios educativos suministrados a los estudiantes son de alta calidad (\*).

En el mismo artículo, el autor menciona que "...los gráficos de control son desarrollados y utilizados para monitorear los procesos de prestación de servicios educativos en un esfuerzo por mantener y controlar los procesos..."<sup>63</sup> (\*)

##### Análisis de resultados.

Inicialmente, se analizaron los datos para comparar los resultados de los exámenes. La tabla 8 muestra los resultados de los tres exámenes (pre test), y del examen final (postest) por cada grupo (section) evaluado (\*).

Tabla 8. Comparación de resultados – Servicios educativos

Section 01	
Pre-test mean:	39.11
Post-test mean:	84.32
Mean difference:	+45.21
Significance:	Mean difference is positive and significant at .01 level
Section 02	
Pre-test mean:	39.94
Post-test mean:	86.35
Mean difference:	+46.41
Significance:	Mean difference is positive and significant at .01 level

**Fuente:** Green Jr, Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. En: Academy of Educational Leadership Journal. [en línea]. 2012. Número 2. Volumen 16. P. 40. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=694907b2-2a98-442e-a71d-48d292a73dc4%40sessionmgr4003&vid=1&hid=4104>

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor.

<sup>62</sup> GREEN Jr, Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. En: Academy of Educational Leadership Journal. [en línea]. 2012. Número 2. Volumen 16. P. 33. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=694907b2-2a98-442e-a71d-48d292a73dc4%40sessionmgr4003&vid=1&hid=4104>

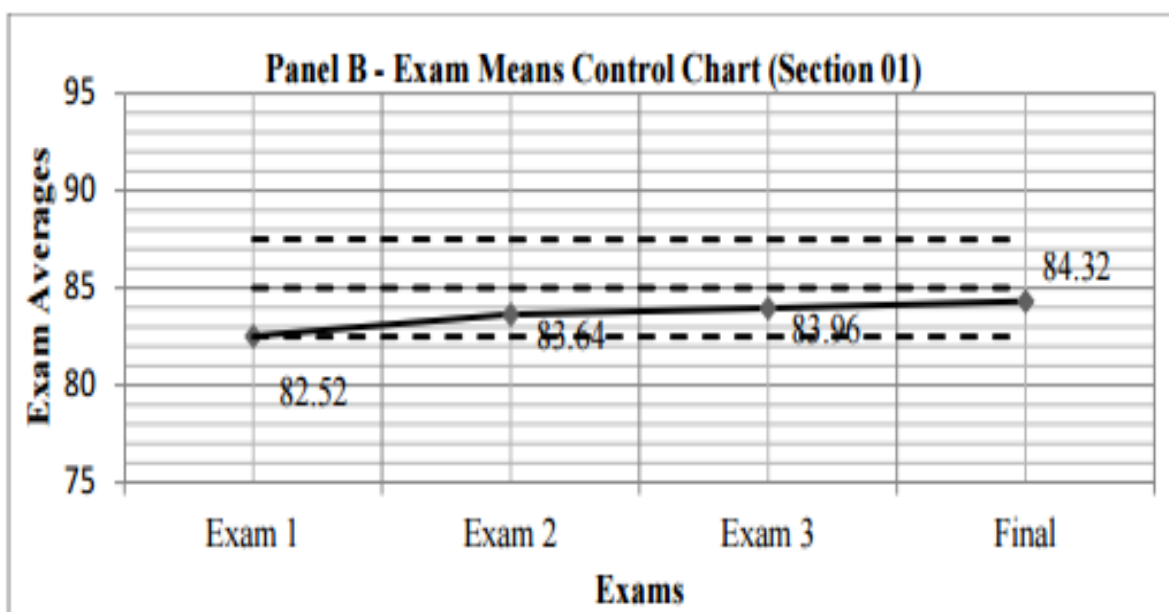
<sup>63</sup> Ibid, p. 37.



“El promedio objetivo para el post-test (último examen) se fija en 85. Suponiendo un tamaño de clase de 36, y que el estudiante obtiene una puntuación mínima y máxima de 70 y 100, los límites de control superior e inferior, con tres sigmas, son 82.50 y 87.50 respectivamente. El promedio del examen final (post-test) para el grupo (section) 01 es 84.32, y para el grupo (section) 02 es 86,35 están dentro de los límites de control, lo cual indica que el proceso está bajo control”<sup>64</sup>

En los gráficos 16 y 17 se muestran el comportamiento de los datos que se obtuvieron en el estudio dentro del grafico de control correspondiente.

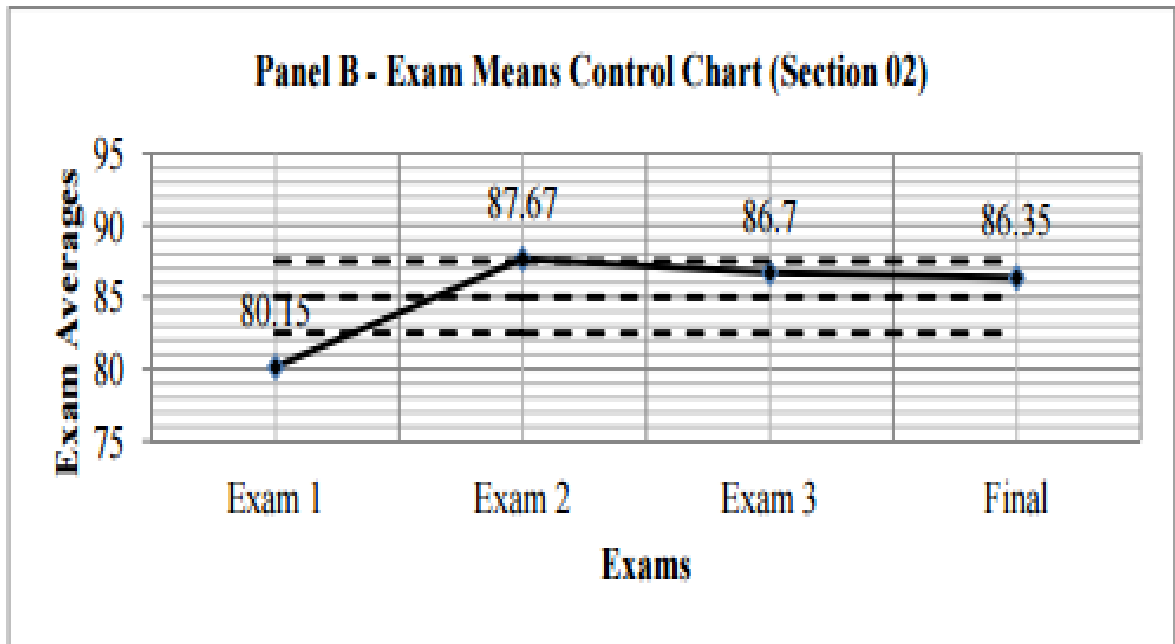
Gráfico 16. Gráfico de control para el resultado de los exámenes en el grupo 1.



Fuente: Green Jr, Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. En: Academy of Educational Leadership Journal. [en línea]. 2012. Número 2. Volumen 16. P. 42. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=694907b2-2a98-442e-a71d-48d292a73dc4%40sessionmgr4003&vid=1&hid=4104>

<sup>64</sup> GREEN Jr, Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. En: Academy of Educational Leadership Journal. [en línea]. 2012. Número 2. Volumen 16. P. 42. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=694907b2-2a98-442e-a71d-48d292a73dc4%40sessionmgr4003&vid=1&hid=4104>

Gráfico 17. Gráfico de control para el resultado de los exámenes en el grupo 2.



Fuente: Green Jr, Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. En: Academy of Educational Leadership Journal. [en línea]. 2012. Número 2. Volumen 16. P. 42. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=694907b2-2a98-442e-a71d-48d292a73dc4%40sessionmgr4003&vid=1&hid=4104>

El gráfico 18 muestra que el proceso, para el grupo 1, se encuentra estable; mientras que el proceso para el grupo 2 tiene un punto fuera de control (exam 1).

La segunda variable que se analizó fue la asistencia de los estudiantes a clase. El análisis de los datos de asistencia muestra los siguientes resultados:

Grupo 1. 86.30%. Tasa global de asistencia.  
 Grupo 2. 88.00%. Tasa global de asistencia<sup>65</sup>.

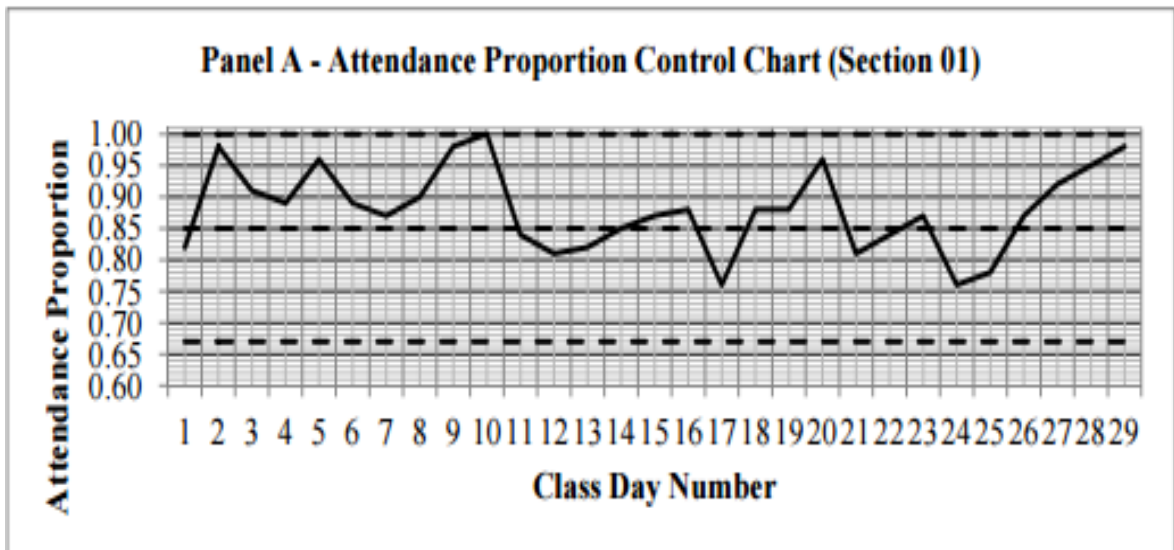
*“El promedio objetivo de asistencia a tiempo es 0,85. Suponiendo un tamaño de la clase de 36, los límites de control definidos son 0.67 y 1.00. Las proporciones promedio de asistencia para los grupos (sections) 01 y 02 son 0,86 y 0,88. Ambos están dentro de los límites de control”<sup>66</sup> (\*)*

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>65</sup> GREEN Jr, Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. En: Academy of Educational Leadership Journal. [en línea]. 2012. Número 2. Volumen 16. P. 40. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=694907b2-2a98-442e-a71d-48d292a73dc4%40sessionmgr4003&vid=1&hid=4104>

<sup>66</sup> Ibid, p. 40.

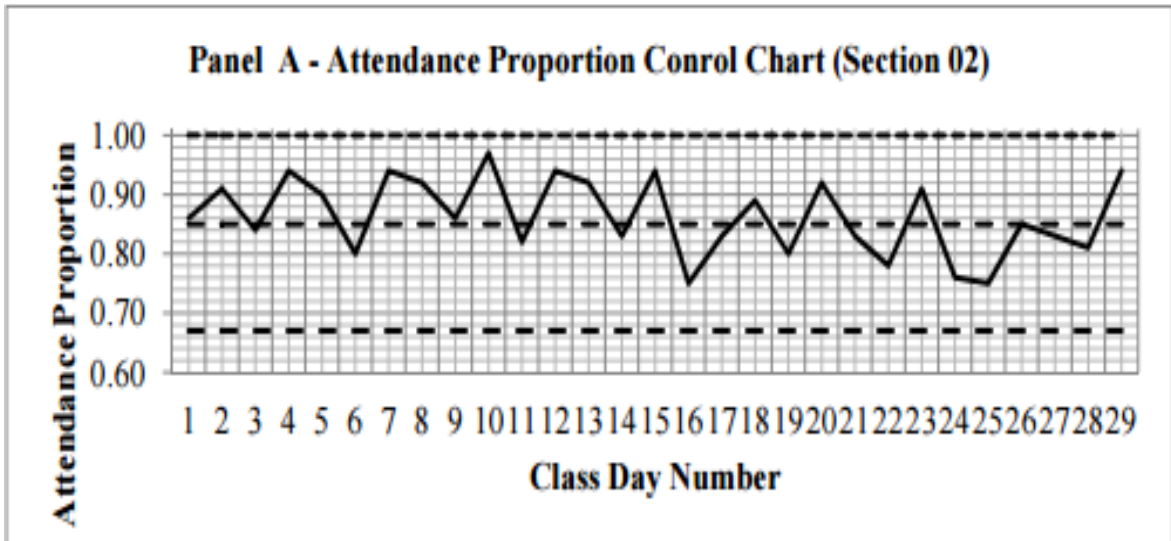
Gráfico 18. Gráfico de control para el resultado de la proporción de asistencia en el grupo 1



Fuente: Green Jr, Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. En: Academy of Educational Leadership Journal. [en línea]. 2012. Número 2. Volumen 16. P. 41. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible:<http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=694907b2-2a98-442e-a71d-48d292a73dc4%40sessionmgr4003&vid=1&hid=4104>

El gráfico 19 muestra el comportamiento de los datos dentro del grafico de control.

Gráfico 19. Gráfico de control para el resultado de la proporción de asistencia en el grupo 2.



Fuente: Green Jr, Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. En: Academy of Educational Leadership Journal. [en línea]. 2012. Número 2. Volumen 16. P. 42. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible:<http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=694907b2-2a98-442e-a71d-48d292a73dc4%40sessionmgr4003&vid=1&hid=4104>

Los gráficos 18 y 19 muestran que el proceso, para las dos secciones, se encuentra estable ya que no presenta puntos fuera de control.

Como conclusión del caso de estudio, se menciona que “(...) los gráficos de control de procesos se utilizan para supervisar los procesos que garantizan la prestación de servicios educativos de calidad, y cumplir con los requisitos establecidos, en este caso, por la AACSB<sup>67</sup> (\*).

### *EVALUACIÓN DEL RESULTADO DE ESTUDIANTES.*

Continuando con información del sector educativo, Ding<sup>68</sup> presenta la comparación de tres gráficos de control para el seguimiento de los datos en las evaluaciones de los estudiantes en la enseñanza (SET, por sus siglas en inglés) con el objetivo de mejorar la satisfacción de los estudiantes con el desempeño de los docentes (\*).

El objetivo del estudio fue: “...enfocarse en cómo el conjunto de datos se puede utilizar para evaluar y, finalmente, mejorar la satisfacción del alumnado con respecto al desempeño del instructor. En particular, mediante el estudio cuidadoso de las causas especiales señaladas por los gráficos de control...”<sup>69</sup> (\*).

El estudio se enfocó en los datos analizados durante tres años en el departamento de gestión de una gran universidad de Estados Unidos. El estudio se centró en la pregunta la eficacia general de la enseñanza, lo cual es, desde el punto de vista de Ding<sup>70</sup>, crítico para la evaluación de los instructores (\*).

---

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor.

<sup>67</sup> GREEN Jr, Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. En: Academy of Educational Leadership Journal. [en línea]. 2012. Número 2. Volumen 16. p. 43. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=694907b2-2a98-442e-a71d-48d292a73dc4%40sessionmgr4003&vid=1&hid=4104>

<sup>68</sup> DING, Xin, Wardell, Don, Verma, Rohit. An assement of statistical process control-based approaches for charting student evaluation scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. [en línea]. 2006. Volume 4, Number 2. p. 259. [Consultado 09, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c3215a41-108f-4e58-998d-b8d5b8164ebf%40sessionmgr106&vid=1&hid=115>

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor.

<sup>69</sup> DING, Xin, Wardell, Don, Verma, Rohit. An assement of statistical process control-based approaches for charting student evaluation scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. [en línea]. 2006. Volume 4, Number 2. p. 260. [Consultado 09, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c3215a41-108f-4e58-998d-b8d5b8164ebf%40sessionmgr106&vid=1&hid=115>

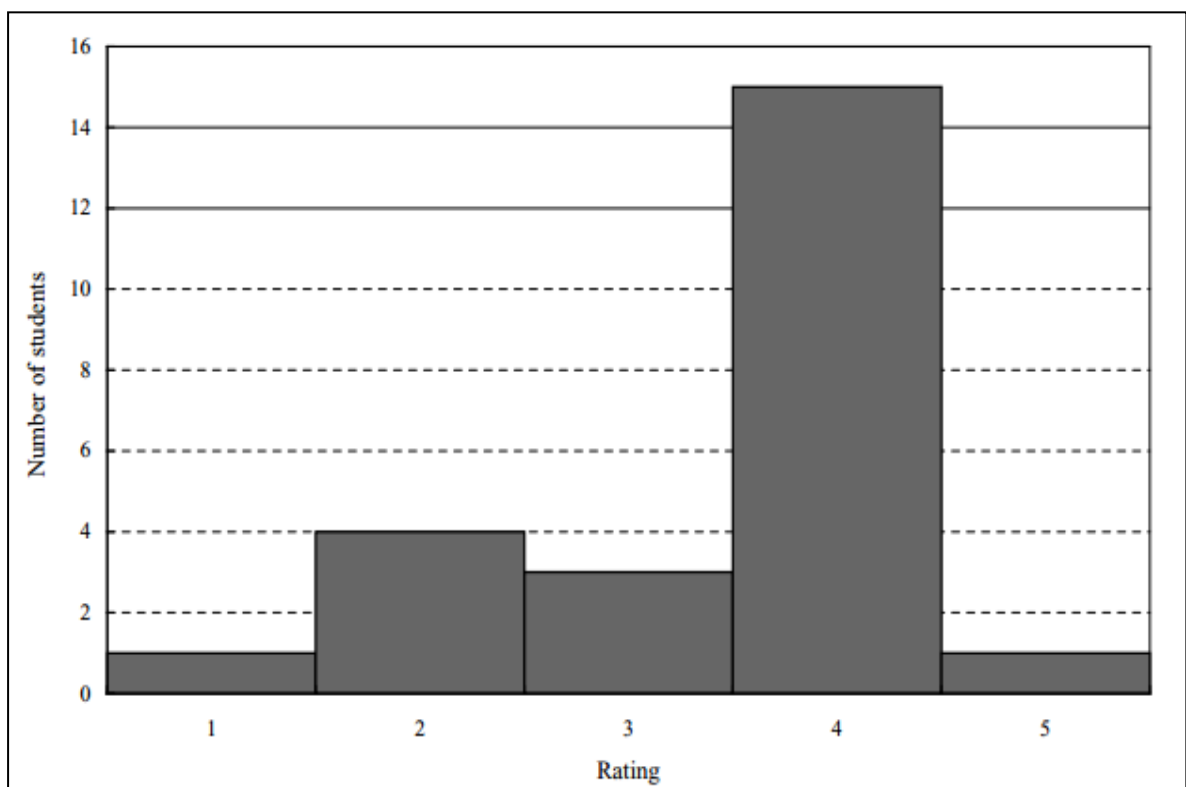
<sup>70</sup> Ibid, p. 263.

Ding<sup>71</sup> menciona las cinco opciones que tuvieron los estudiantes para responder a la pregunta:

1. Totalmente de acuerdo = 5.
2. Algo de acuerdo = 4.
3. Neutro = 3.
4. Algo en desacuerdo = 2.
5. Muy en desacuerdo = 1

Como ejemplo, el gráfico 20 muestra la calificación que tuvo el docente 1. En el gráfico se determina que no existe distribución normal entre los datos.

Gráfico 20. Distribución no normal de los datos.



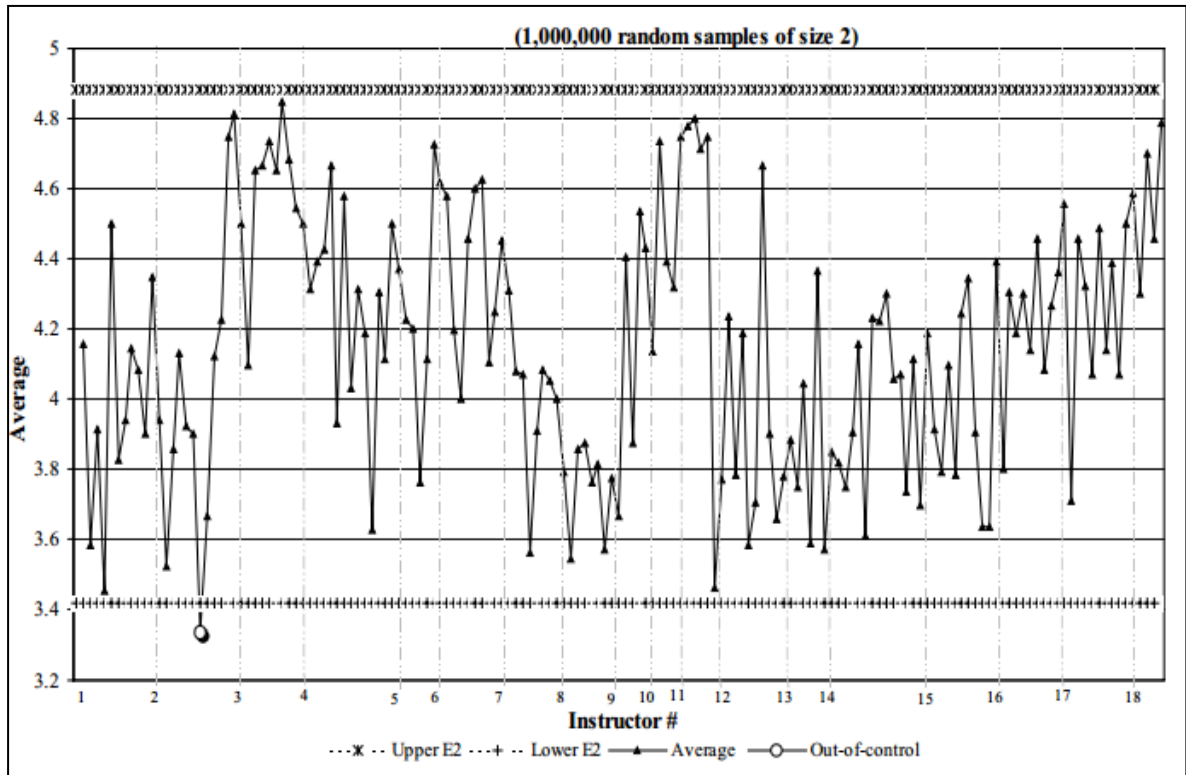
Fuente: DING, Xin, Wardell, Don, Verma, Rohit. An assement of statistical process control-based approaches for charting student evaluation scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. [en línea]. 2006. Volume 4, Number 2. p. 264. [Consultado 09, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c3215a41-108f-4e58-998d-b8d5b8164ebf%40sessionmgr106&vid=1&hid=115>

Con esta información se genera el gráfico de control basado en X-R, el cual se muestra en el gráfico 21.

<sup>71</sup> Ibid, p. 263.

“Después de identificar los 158 cursos diferentes, cada docente se analiza a nivel individual, se calcularon las estadísticas apropiadas, y se trazaron los diferentes gráficos”<sup>72</sup> (\*).

Gráfico 21. Gráfico de control simple.



Fuente: Ding, Xin, Wardell, Don, Verma, Rohit. An assement of statistical process control-based approaches for charting student evaluation scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. [en línea]. 2006. Volume 4, Number 2. p. 264. [Consultado 09, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c3215a41-108f-4e58-998d-b8d5b8164ebf%40sessionmgr106&vid=1&hid=115>

“El gráfico muestra que 1 docente, dentro de los 158 cursos, está por fuera de los límites de control. A partir de la gráfica de control, se concluye que todos los otros docentes están bien (al menos dentro de los límites predecibles) y sólo el rendimiento de un docente es inusualmente bajo”<sup>73</sup> (\*).

(\* ) Texto original en inglés, traducido al español por el autor.

<sup>72</sup> DING, Xin, Wardell, Don, Verma, Rohit. An assement of statistical process control-based approaches for charting student evaluation scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. [en línea]. 2006. Volume 4, Number 2. p. 264. [Consultado 09, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c3215a41-108f-4e58-998d-b8d5b8164ebf%40sessionmgr106&vid=1&hid=115>

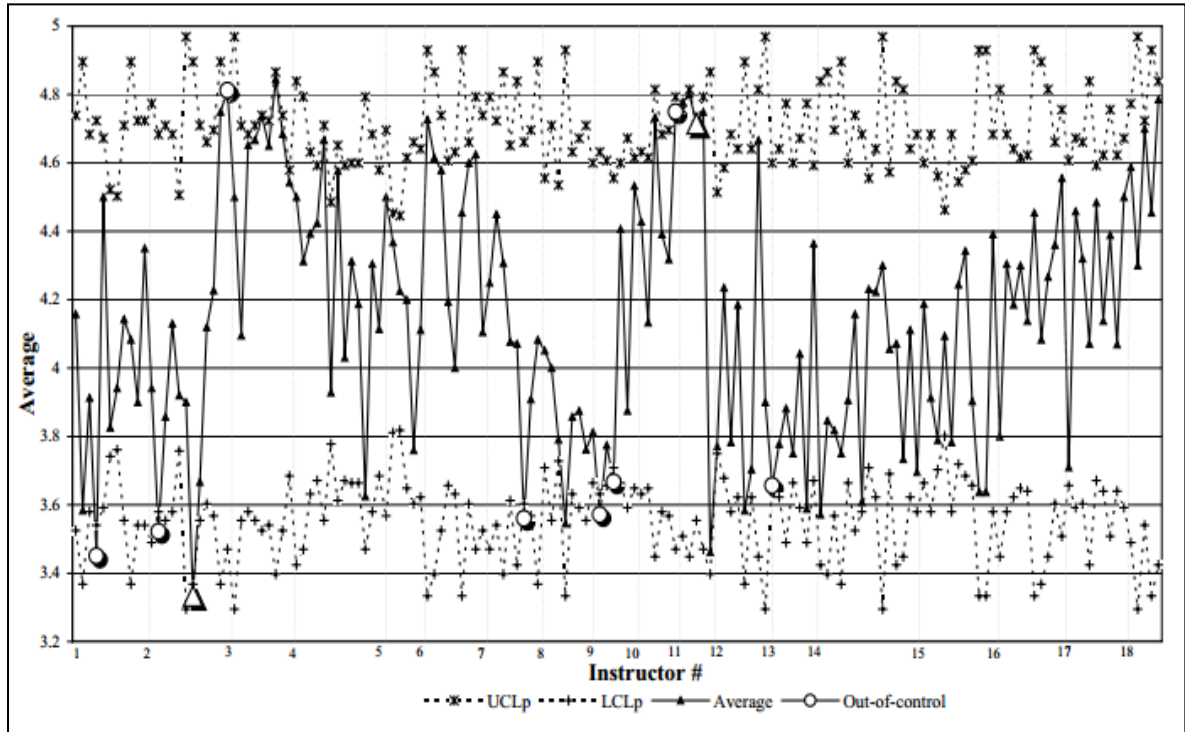
(\* ) Texto original en inglés, traducido al español por el autor.

<sup>73</sup> DING, Xin, Wardell, Don, Verma, Rohit. An assement of statistical process control-based approaches for charting student evaluation scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. [en línea]. 2006. Volume 4, Number 2.

Sin embargo, dado que los datos no presentan distribución normal, se genera un gráfico  $p$  modificado, basándose en los conceptos definidos por Wardell y Canda<sup>74</sup>.

En el gráfico 22 se muestra el gráfico de control  $p$  modificado.

Gráfico 22. Gráfico  $p$  modificado



Fuente: Ding, Xin, Wardell, Don, Verma, Rohit. An assement of statistical process control-based approaches for charting student evaluation scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. [en línea]. 2006. Volume 4, Number 2. p. 264. [Consultado 09, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c3215a41-108f-4e58-998d-b8d5b8164ebf%40sessionmgr106&vid=1&hid=115>

*“Este gráfico muestra 10, de 158 cursos, que están por fuera de los límites de control, con 3 de ellos que están por encima del límite de control superior, y 7 por debajo del límite de control inferior. Entre los 18 docentes, los docentes 1 y 3 son identificados por tener el desempeño considerablemente más bajo que la media con 18,18% y 33,33% de evaluaciones de los cursos que caen por debajo del límite de control inferior, respectivamente. En comparación, el docente 11 se identifica por el desempeño considerablemente más alto que la*

p. 264. [Consultado 09, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c3215a41-108f-4e58-998d-b8d5b8164ebf%40sessionmgr106&vid=1&hid=115>

<sup>74</sup> WARDELL, 1996. Citado por DING, Xin, Wardell, Don, Verma, Rohit. An assement of statistical process control-based approaches for charting student evaluation scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. [en línea]. 2006. Volume 4, Number 2. p. 264. [Consultado 09, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c3215a41-108f-4e58-998d-b8d5b8164ebf%40sessionmgr106&vid=1&hid=115>

media con el 40% de las evaluaciones del curso situados por encima del límite de control superior.”<sup>75</sup> (\*).

Como conclusiones del caso de estudio, Ding<sup>76</sup> define:

- El gráfico de control p modificado es adecuado para un conjunto de datos con distribución no normal.
- La identificación de causas especiales para los puntos fuera de control, la generación de recomendaciones para el bajo rendimiento de los docentes, y, automáticamente, informar sobre el desempeño de cada docente.

#### 2.4.2. Servicios financieros.

### *OPERACIÓN EN UN BANCO COMERCIAL – TAIWAN*

Tsai<sup>77</sup>, identifica la aplicación del CEP en un banco de Taiwán. El autor menciona que “...Hay cientos de miles de informes en la literatura que se centraron en la mejora de la calidad y la aplicación de control estadístico de procesos en la industria manufacturera sectores”<sup>78</sup> (\*). Sin embargo, como soporte a este documento, menciona que “...Algunos autores, como Wheeler, trataron el concepto del CEP no solo en producción de bienes, también en la entrega de servicios”<sup>79</sup> (\*)

Para Tsai<sup>80</sup>, la investigación tiene como objetivo entender y probar si las herramientas CEP que se aplican mayoritariamente en la fabricación de los sectores productivos, son igualmente prácticas en instituciones financieras (\*).

---

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor.

<sup>75</sup> DING, Xin, Wardell, Don, Verma, Rohit. An assement of statistical process control-based approaches for charting student evaluation scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. [en línea]. 2006. Volume 4, Number 2. p. 264. [Consultado 09, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c3215a41-108f-4e58-998d-b8d5b8164ebf%40sessionmgr106&vid=1&hid=115>

<sup>76</sup> DING, Xin, Wardell, Don, Verma, Rohit. An assement of statistical process control-based approaches for charting student evaluation scores. En: Decision Sciences Journal of Innovative Education. [en línea]. 2006. Volume 4, Number 2. p. 269. [Consultado 09, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c3215a41-108f-4e58-998d-b8d5b8164ebf%40sessionmgr106&vid=1&hid=115>

<sup>77</sup> TSAI Ming-Ching, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 226-236. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

<sup>78</sup> Ibid, p. 226.

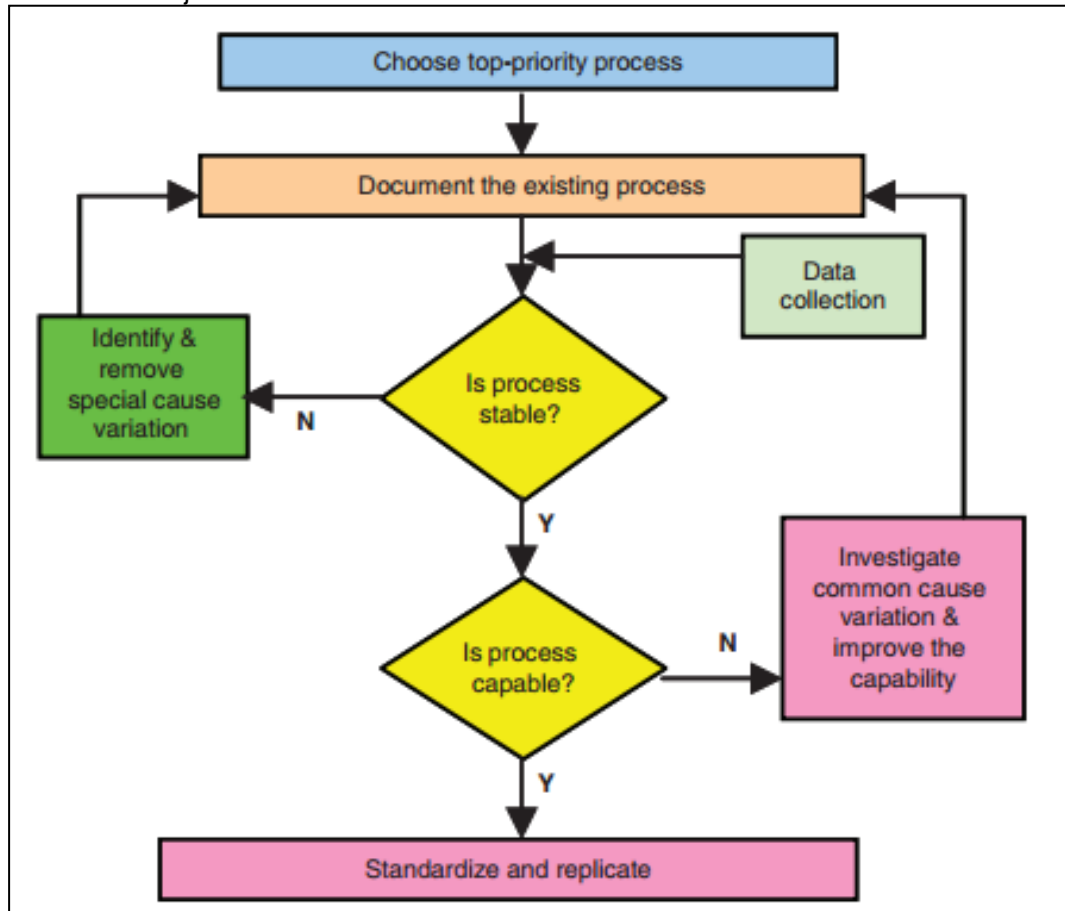
<sup>79</sup> Ibid, p. 226.

<sup>80</sup> Ibid, p. 226.



El caso de estudio identifica una hoja de ruta, bastante interesante, por cierto, para aplicar CEP en una organización, la cual se muestra en el gráfico 23.

Gráfico 23. Hoja de ruta CEP



**Fuente:** Ming-Ching Tsai, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 227. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

Esta hoja de ruta puede ser una herramienta muy interesante, y práctica, para que se aplicada por cualquier organización.

Para escoger la prioridad más alta del proceso (choose top-priority process), “en junio de 2004, Prudential Bank distribuyó una encuesta de satisfacción del cliente a 400 clientes corporativos, para realizar un seguimiento de la regeneración de clientes hacia los dos procesos principales de productos transfronterizos, a saber, remesas hacia el exterior (O) y las remesas hacia el interior (IR)”<sup>81</sup>(\*).

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor.

<sup>81</sup> TSAI Ming-Ching, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 228. [Consultado

En la tabla 9 se muestra el resultado de la encuesta realizada por la organización.

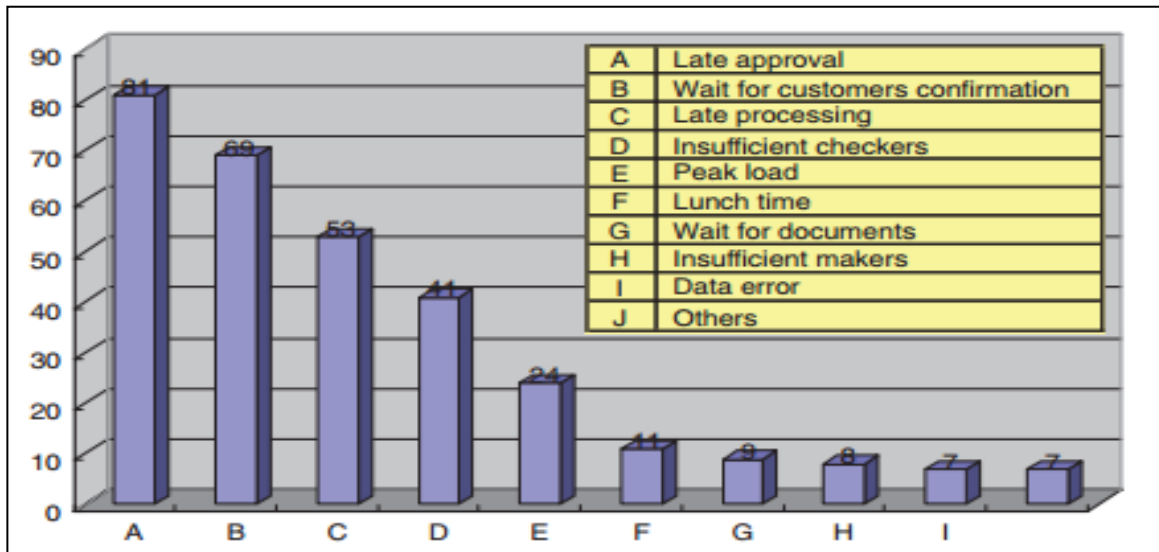
Tabla 9. Resultados encuesta de satisfacción

	Overall		Service attitude		Trouble case handling skill		Outward remittance		IR speed	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Satisfied + very satisfied (%)	81.39	83.98	82.51	93.35	84.23	92.58	79.76	83.39	70.35	73.25
Dissatisfied + very dissatisfied (%)	3.88	5.36	3.26	0.89	4.42	0.88	3.02	2.83	0.78	1.12

**Fuente:** Ming-Ching Tsai, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 228. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

De ese resultado, el Banco decide enfocarse en el proceso IR como prioridad más alta<sup>82</sup> (\*). El Banco identifica las posibles causas que llevaron al resultado del proceso, las cuales se muestran en el gráfico 26.

Gráfico 24. Las posibles causas del largo tiempo de ciclo del procesamiento de remesas interno



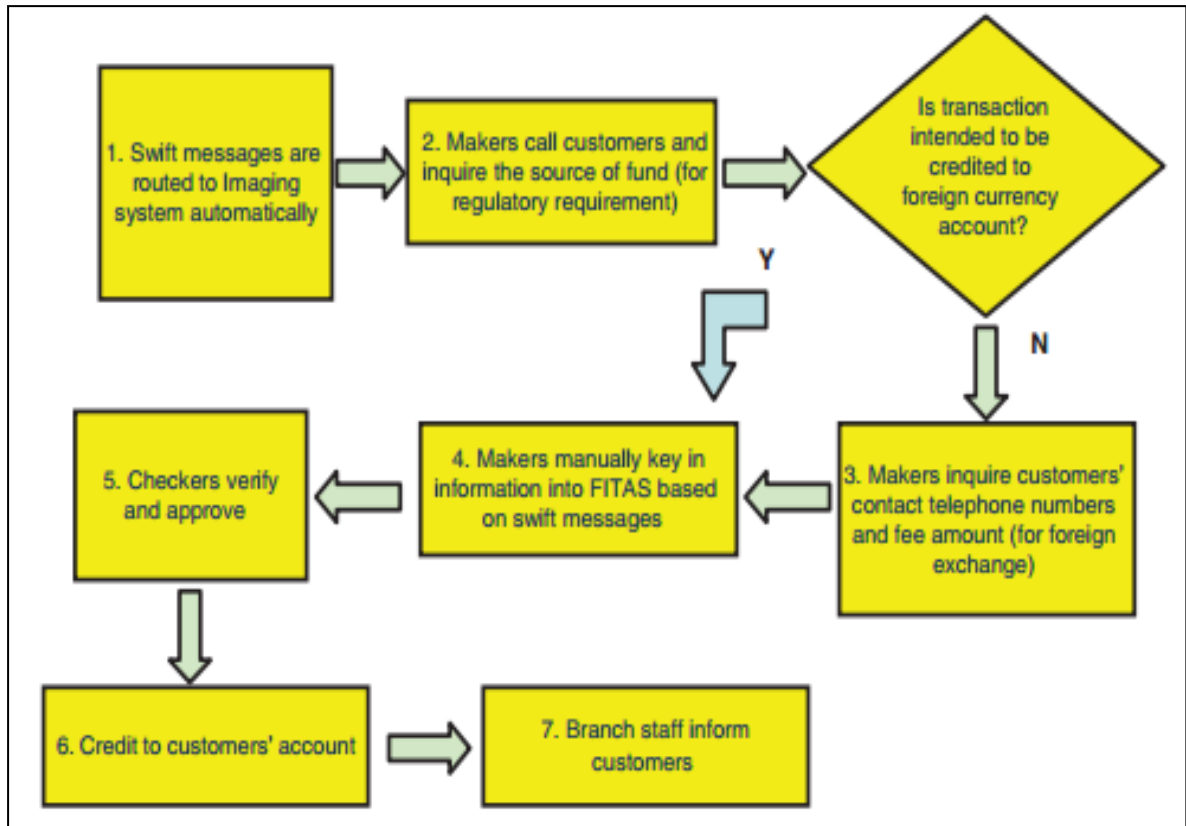
**Fuente:** Ming-Ching Tsai, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 228. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

<sup>82</sup> TSAI Ming-Ching, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 228. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

Después de identificar la causa más influyente (A-Late Approval), y como segundo paso de la hoja de ruta, se identifica el proceso como es (as-is<sup>83</sup>) (\*), el cual se muestra en el gráfico 25.

Gráfico 25. Diagrama de flujo para el proceso de remesas internas (RI)



**Fuente:** Ming-Ching Tsai, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 229. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

El diagrama de flujo permite identificar las actividades que generan valor, las que son necesarias, y las que son desperdicio, para tomar las acciones del caso, y mejorar la velocidad del proceso.

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor.

<sup>83</sup> TSAI Ming-Ching, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 229. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

Para establecer si el proceso es estable, el Banco decide tomar una muestra de 25 datos desde el 03 de septiembre de 2004 hasta el 5 de noviembre del 2004<sup>84</sup> (\*). Los datos se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Datos generados desde el 30/9 hasta 5/11

	9/30	10/1	10/4	10/5	10/6	10/7	10/8	10/11	10/12	10/13	10/14	10/15	10/18
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
X1	202.00	122.00	455.00	177.00	36.00	106.00	400.00	248.00	20.00	81.00	110.00	142.00	89.00
X2	120.00	176.00	453.00	128.00	34.00	108.00	174.00	250.00	20.00	44.00	111.00	162.00	89.00
X3	117.00	43.00	103.00	128.00	56.00	11.00	90.00	43.00	61.00	51.00	114.00	62.00	103.00
X4	110.00	123.00	102.00	342.00	56.00	9.00	336.00	172.00	64.00	57.00	116.00	182.00	112.00
X5	117.00	113.00	135.00	155.00	138.00	75.00	279.00	42.00	25.00	100.00	116.00	66.00	114.00
X6	116.00	287.00	135.00	177.00	296.00	75.00	137.00	39.00	72.00	43.00	67.00	249.00	116.00
	10/20	10/21	10/22	10/26	10/27	10/28	10/29	11/1	11/2	11/3	11/4	11/5	
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
X1	49.00	226.00	327.00	130.00	90.00	100.00	72.00	172.00	51.00	43.00	111.00	8.00	
X2	137.00	111.00	203.00	21.00	56.00	101.00	87.00	163.00	67.00	9.00	67.00	13.00	
X3	249.00	41.00	126.00	144.00	83.00	97.00	239.00	32.00	111.00	60.00	79.00	54.00	
X4	550.00	154.00	118.00	144.00	9.00	142.00	192.00	82.00	273.00	56.00	24.00	48.00	
X5	168.00	153.00	22.00	155.00	364.00	98.00	19.00	425.00	56.00	130.00	15.00	141.00	
X6	11.00	276.00	116.00	153.00	241.00	8.00	19.00	35.00	128.00	28.00	100.00	100.00	

**Fuente:** Ming-Ching Tsai, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 229. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

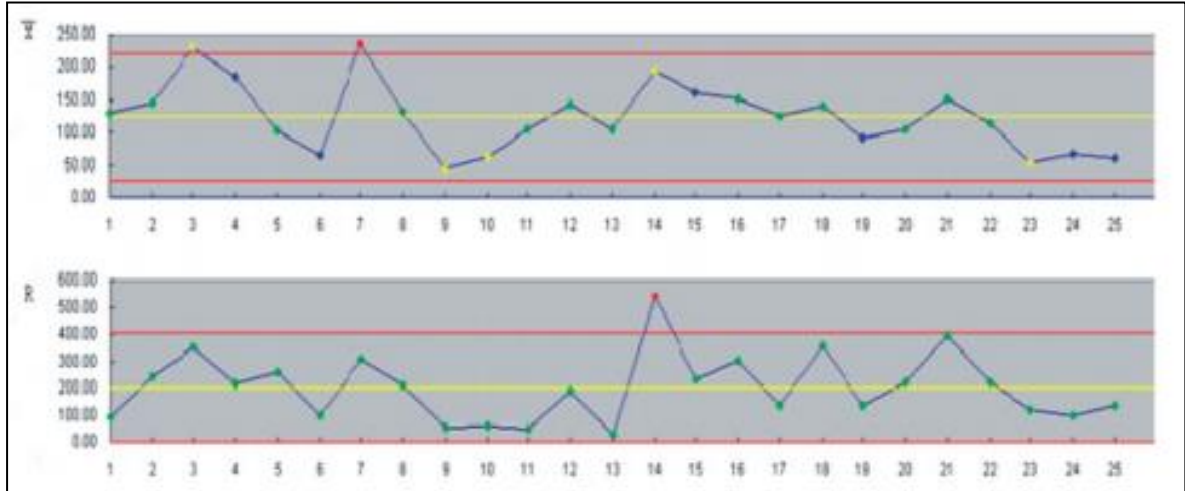
Con los datos que se obtuvieron, y mediante el uso del gráfico de control X – R, se determina que el proceso no es estable<sup>85</sup> (\*). El resultado se muestra en el gráfico 26.

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor.

<sup>84</sup> TSAI Ming-Ching, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 229. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

<sup>85</sup>Ibid, p. 230.

Gráfico 26. Gráfico de control XR datos generados desde el 30/9 hasta 5/11



**Fuente:** Ming-Ching Tsai, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 230. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

Dado que el proceso no es estable, se identifican las causas especiales que impactaron el proceso, y se determinan las soluciones para eliminarlas. Esta información se muestra en el cuadro 12.

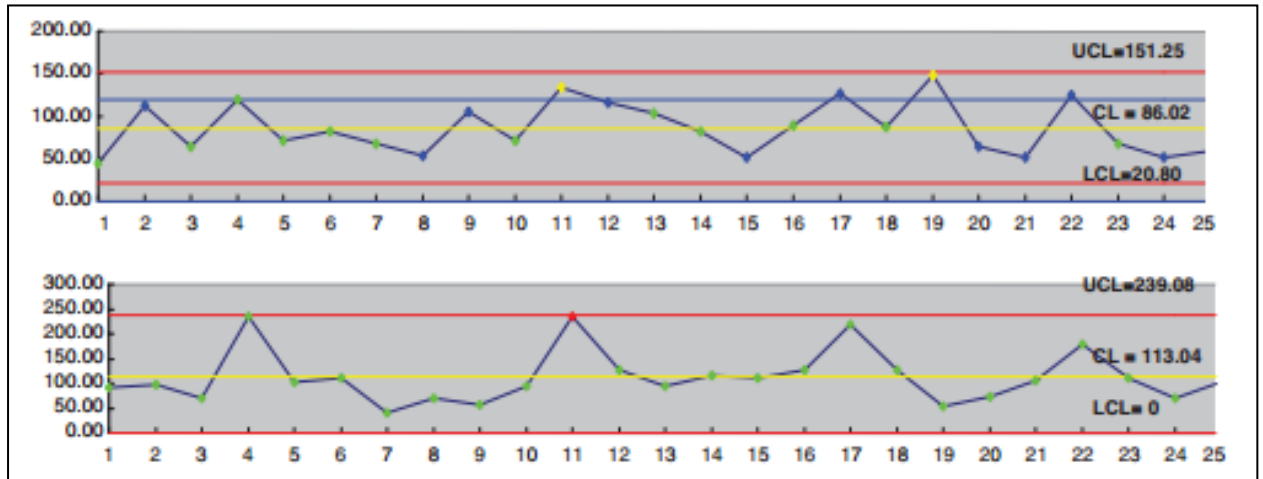
Cuadro 12. Determinación de causas especiales.

Special causes determination	
Possible causes	Specific causes
High volumes of IR Swift messages	Got around 300 IR messages during 14:00–15:00
Reject	Checker found key-in mistake made by maker
Lunch time	Checkers or makers go to lunch causing no timely handling
Insufficient manpower of checkers or makers	Insufficient number of on-duty checkers or makers due to attending meeting or leaves
Makers or checkers delay processing	Makers or checker do not follow the rule of first-in/first-out processing
Source: This research.	
Table 4. Solutions to remove special causes.	
Special causes	Solutions
Received around 300 IR message during 14:00–15:00	Implement flexible shifts and avoid absence of staff so as to process daily peak volume
Insufficient number of on-duty checker or makers due to attending meeting or leaver	
Makers or checkers do not follow the rule of first-in/first-out processing	Implement "idiot proof" by restricting the first-in/last-out processing in the system

**Fuente:** Ming-Ching Tsai, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 230. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

Después de implementar las soluciones identificadas, el Banco vigila el comportamiento del proceso entre el 5 de noviembre y el 10 de diciembre<sup>86</sup> (\*). El resultado del proceso se muestra en el gráfico 27.

Gráfico 27. Gráfico de control XR – datos tomados del 5/11 al 10/12



**Fuente:** Ming-Ching Tsai, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 231. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

Posteriormente el Banco, y siguiendo la hoja de ruta, define la capacidad del proceso, mediante el cálculo del Cpk, e identifica y elimina las causas comunes que lo afectan. Esta información no se muestra ya que esta fuera del alcance de este documento.

Este caso permite conocer una metodología estructurada para el análisis y mejora de un proceso.

Como conclusión del caso de estudio, Tsai<sup>87</sup> define:

- La hoja de ruta de SPC fue desarrollada y probada usando datos empíricos de varias unidades de funcionamiento de un banco comercial de Taiwán. Los dos casos se ensayaron, y los resultados muestran que el modelo teórico es eficaz y viable (\*).

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>86</sup> TSAI Ming-Ching, Chao Ou-Yang. Improving a commercial bank's operation performance through statistical process control. En: Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. [en línea]. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 231. [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=b340d260-7f17-44ec-95cc-811005afcad3%40sessionmgr106&vid=1&hid=128>

<sup>87</sup>Ibid, p. 233.

- Debido a la aplicación de SPC con resultados positivos del caso elegido de una operación de remesas transfronteriza, el banco se esforzó continuamente por los programas de calidad en los años siguientes en campos tales como el procesamiento de préstamos hipotecarios, vehículo préstamo de descenso, transacciones manejadas por el mostrador de servicio de sucursales del banco, etc. (\*).

#### 2.4.3. Servicios de telecomunicación

Jiang<sup>88</sup> menciona que los principios del CEP se pueden aplicar a tareas de la industria del servicio, como el de telecomunicaciones, mediante el monitoreo de las actividades de negocio (BAM por sus siglas en inglés).

“El sector servicios es actualmente muy competitivo, ya que ofrece numerosos servicios y productos ofrecidos por la competencia”<sup>89</sup> (\*). Esta alta competencia hace que la pérdida de clientes sea crítica para cualquier proveedor. “La pérdida de clientes se refiere a la tendencia de los clientes a dejar de hacer negocios con una empresa en un período de tiempo determinado”<sup>90</sup> (\*).

Para Jiang<sup>91</sup>, la pérdida de ingresos se produce debido a esta pérdida de clientes y, en consecuencia, el esfuerzo considerable de investigación se ha centrado en cómo predecir actividades de deserción antes y después de su ocurrencia. El autor muestra como muchas empresas de servicios analizan el desempeño corporativo examinando la actividad del cliente en un espejo retrovisor: tomando los datos históricos para vincular los resultados con las causas, desarrollar nuevas promociones, y resolver las ineficiencias y problemas después del hecho.

Es en esta etapa donde, “para mantener la competitividad de las empresas, es crucial para las empresas desarrollar módulos BAM que ayudan a dar pista sobre los perfiles del cliente y ajustar continuamente el negocio”<sup>92</sup> (\*).

Como ejemplo del análisis de la información, Jiang<sup>93</sup> se enfoca en los registros de uso del teléfono de los clientes de una empresa de telecomunicaciones, los cuales se muestran en el gráfico 28.

---

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>88</sup> JIANG, Wei, Au, Tom, Tsui, Kwok-Leung. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. [en línea]. 2007. Vol 39 Issue 3. p 235 [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3c616e16-b1d9-4b68-9189-933e919461b8%40sessionmgr120&vid=1&hid=115>

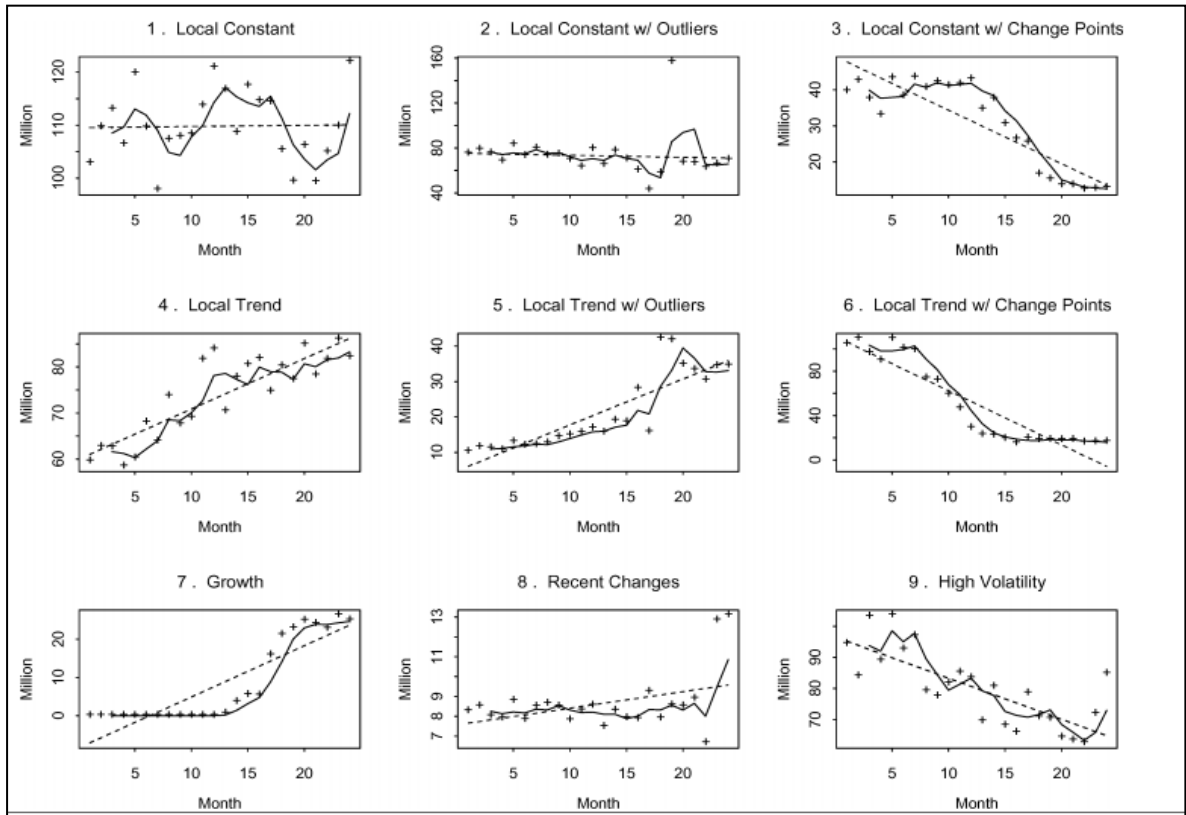
<sup>89</sup> Ibid, p 236.

<sup>90</sup> Ibid, p 236.

<sup>91</sup> Ibid, p 236.

<sup>92</sup> Ibid, p 236.

Gráfico 28. Ejemplos representativos de los patrones de uso de teléfono del cliente (cruzadas) con movimiento suavizado promedio (línea continua) y el ajuste de regresión lineal mundial.



**Fuente:** JIANG, Wei, Au, Tom, Tsui, Kwok-Leung. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. [en línea]. 2007. Vol 39 Issue 3. p 236 [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3c616e16-b1d9-4b68-9189-933e919461b8%40sessionmgr120&vid=1&hid=115>

*“Los tres gráficos en el panel superior, de izquierda a derecha, representan los clientes cuyo uso se mantiene aproximadamente constante (o localmente constante), constante contaminada por valores extremos, y constante con los cambios de comportamiento. Del mismo modo, el segundo panel representa clientes cuyo uso exhibe tendencia / local con / sin valores atípicos y contaminaciones por cambiar de punto. El panel inferior muestra varios patrones más complicados donde los clientes pueden ser nuevos, o someterse a cambios significativos recientemente, y / o de alta volatilidad con mezclas de los puntos de cambio y valores atípicos”<sup>94</sup> (\*).*

<sup>93</sup> Ibid, p 237.

<sup>94</sup> JIANG, Wei, Au, Tom, Tsui, Kwok-Leung. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. [en línea]. 2007. Vol 39 Issue 3. p 236 [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3c616e16-b1d9-4b68-9189-933e919461b8%40sessionmgr120&vid=1&hid=115>



Jiang<sup>95</sup> menciona que si los valores atípicos, y los puntos de cambio, son detectados a tiempo, la empresa se beneficiará de la reducción de errores de negocio, la mejora de la retención de clientes, y la mejora de la detección de fraudes.

Hasta el momento se ha mencionado cómo obtener información crítica para una empresa, sin embargo, no se ha mencionado el uso del CEP y cómo se integra con BAM para el análisis de la información y toma de acciones.

Según Jiang<sup>96</sup>, los métodos convencionales de CEP emplean un procedimiento de aplicación en dos etapas para controlar parámetros del proceso. En la fase I, llamada *retrospectiva*, el modelo para el control del proceso se obtiene con observaciones anómalas siendo identificadas y eliminadas. Después de construir el modelo, la fase II, que se conoce como la etapa *prospectiva*, se despliega para supervisar eventos anormales que conducen a desviaciones del modelo del control del proceso de manera que las causas fundamentales de estos eventos se pueden quitar. Esto se puede entender como el análisis de causas especiales (fase I), y el análisis de causas comunes (fase II). (\*)

Complementariamente, Jiang<sup>97</sup> define que, si los eventos especiales son encontrados en el perfil de cliente, el diagnóstico y reperfilado son llamados en una fase III para identificar los eventos significativos y que las acciones de marketing se puedan tomar de manera rápida (\*).

Para monitorear la actividad del cliente se define el procedimiento mostrado en el gráfico 29.

---

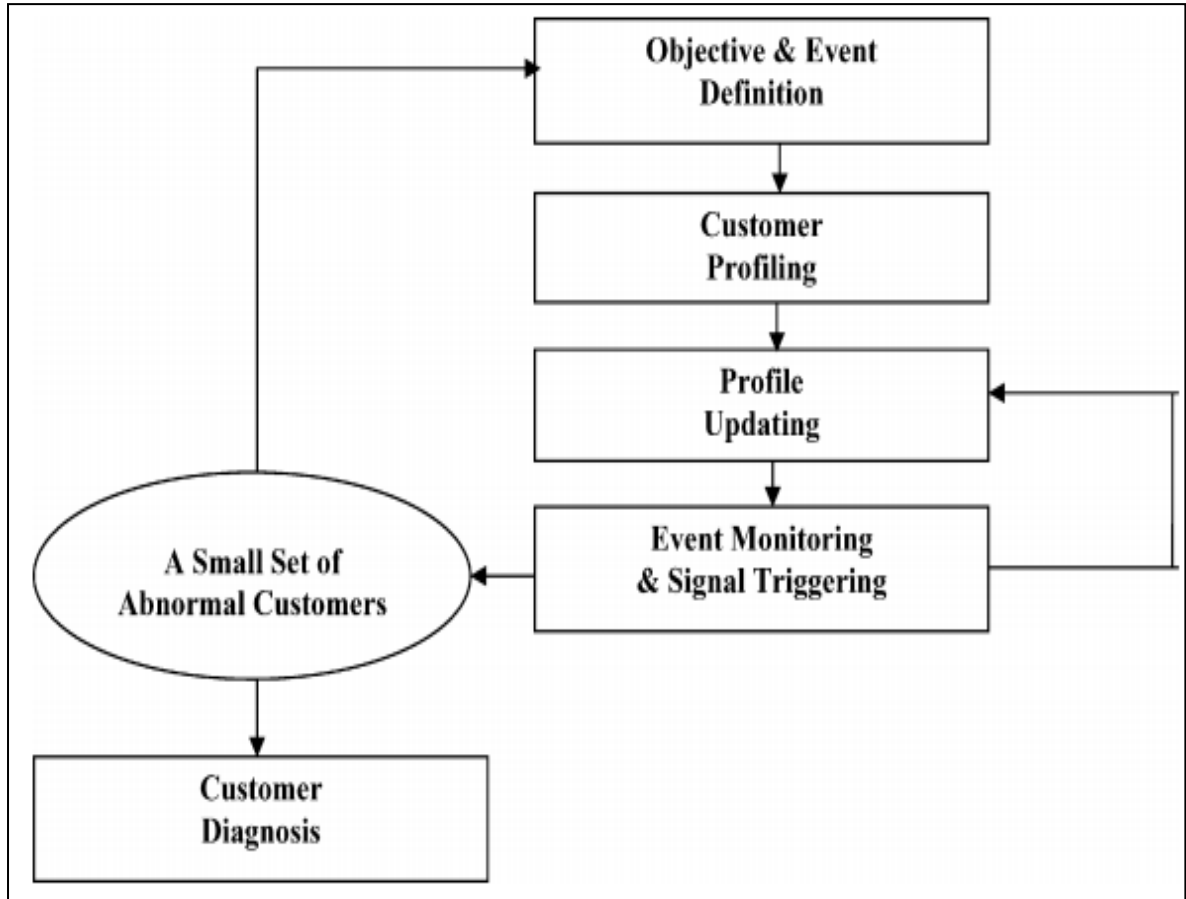
(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>95</sup> JIANG, Wei, Au, Tom, Tsui, Kwok-Leung. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. [en línea]. 2007. Vol 39 Issue 3. p 237 [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3c616e16-b1d9-4b68-9189-933e919461b8%40sessionmgr120&vid=1&hid=115>

<sup>96</sup> Ibid. p 237

<sup>97</sup> Ibid, p 237

Gráfico 29. Procedimiento de tres etapas para la monitorización de la actividad del cliente.



Fuente: JIANG, Wei, Au, Tom, Tsui, Kwok-Leung. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. [en línea]. 2007. Vol 39 Issue 3. p 238 [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3c616e16-b1d9-4b68-9189-933e919461b8%40sessionmgr120&vid=1&hid=115>

El gráfico permite identificar un conjunto de anomalías del cliente, y las acciones de análisis que se deben tomar para eliminarlas o reducirlas.

“El problema que se puede presentar [por ejemplo, para las empresas de telecomunicaciones] es predecir el uso del cliente en los siguientes meses e identificar desviaciones significativas de la predicción. Las técnicas de promedio móvil y exponencial suavizado son ampliamente usadas para la previsión de negocio”<sup>98</sup> (\*).

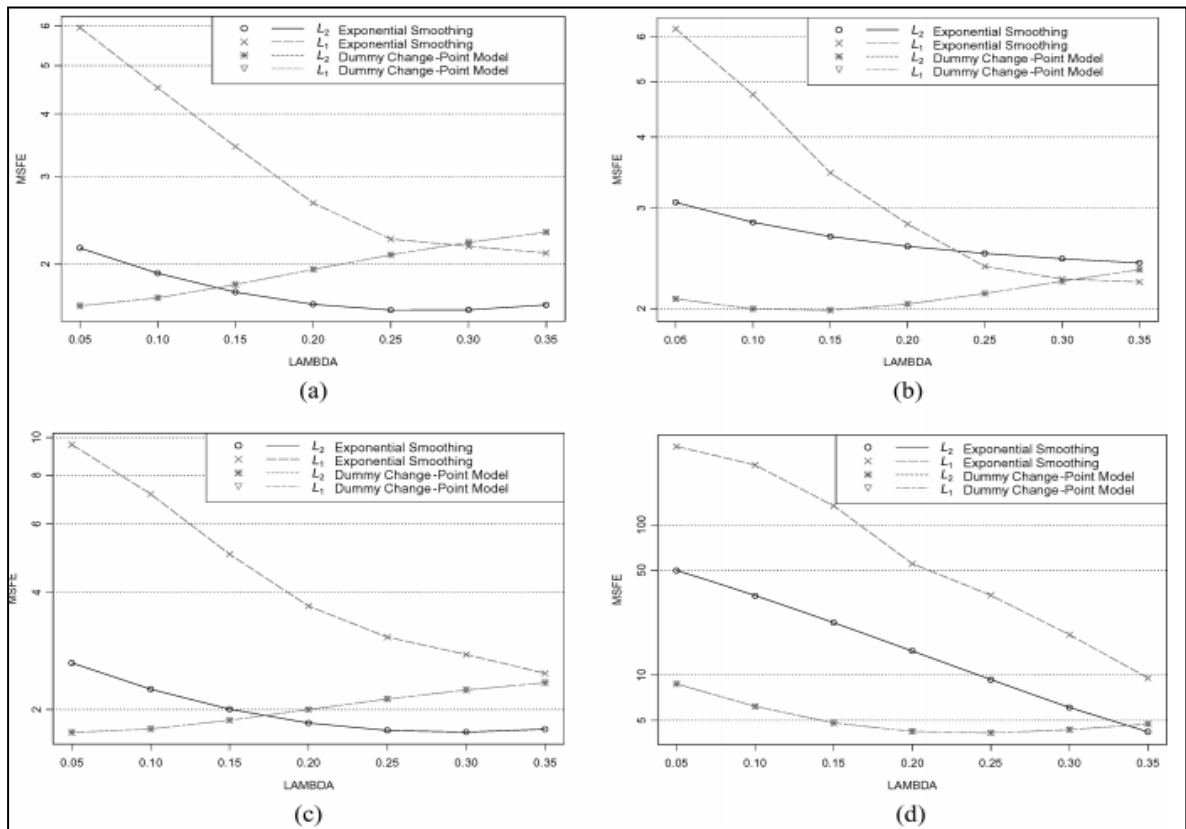
(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>98</sup> JIANG, Wei, Au, Tom, Tsui, Kwok-Leung. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. [en línea]. 2007. Vol 39 Issue 3. p 237 [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3c616e16-b1d9-4b68-9189-933e919461b8%40sessionmgr120&vid=1&hid=115>

Jiang<sup>99</sup> presenta una serie de modelos estadísticos basados en regresiones lineales, suavizaciones exponenciales, y algoritmos matemáticos, para monitorear las actividades de negocio de los clientes. Es en este momento en que se integra el CEP con el monitoreo de las actividades de negocio.

Por ejemplo, se establece el uso del pronóstico del error cuadrático de la media (MSFE, por sus siglas en inglés), y su resultado se muestra en el gráfico 30.

Gráfico 30. MSFE's para las predicciones simuladas de un solo paso-a para: (a) ningún cambio; (B) valor atípico = 10; (C) el cambio medio = 3; y (d) la pendiente, cambiar = 3.

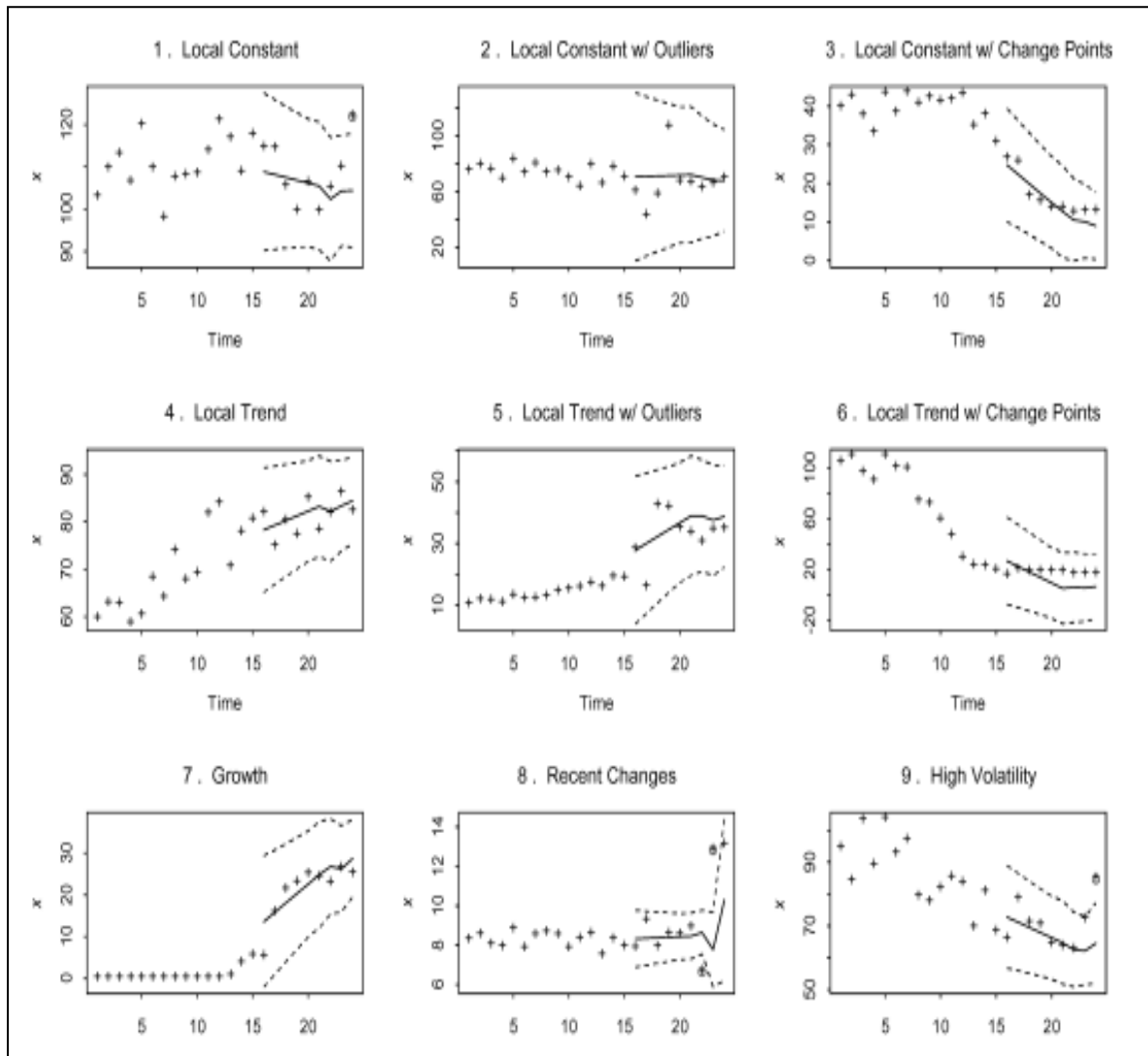


**Fuente:** JIANG, Wei, Au, Tom, Tsui, Kwok-Leung. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. [en línea]. 2007. Vol 39 Issue 3. p 244 [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3c616e16-b1d9-4b68-9189-933e919461b8%40sessionmgr120&vid=1&hid=115>

<sup>99</sup> JIANG, Wei, Au, Tom, Tsui, Kwok-Leung. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. [en línea]. 2007. Vol 39 Issue 3. p 240 [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3c616e16-b1d9-4b68-9189-933e919461b8%40sessionmgr120&vid=1&hid=115>

Adicionalmente, se presente la aplicación del CEP – monitoreo de los perfiles del cliente con cuatro algoritmos. Para efectos de este documento, se muestra, en el gráfico 31, uno de los cuatro algoritmos.

Gráfico 31. Ejemplos de monitorización de la actividad basado en CEP utilizando el método de suavizado exponencial L2.



Fuente: JIANG, Wei, Au, Tom, Tsui, Kwok-Leung. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. [en línea]. 2007. Vol 39 Issue 3. p 246 [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3c616e16-b1d9-4b68-9189-933e919461b8%40sessionmgr120&vid=1&hid=115>

Esta información se incluye en el documento como muestra del uso de CEP, no con gráficos de control sino con herramientas estadísticas avanzadas, para el análisis de procesos en empresas de servicios. Lo cual permite identificar la dualidad de conceptos con respecto al control estadístico de procesos.

Como conclusiones del caso de estudio, Jiang<sup>100</sup> establece:

- El artículo propone un seguimiento de la actividad basado en SPC con un marco basado en modelos dinámicos lineales para el perfil del cliente y su respectivo seguimiento.
- El enfoque propuesto de SPC monitorea la evolución del perfil del cliente a través de un conjunto de ecuaciones para captar los cambios dinámicos en los perfiles, y detectar eventos anormales que se desvían significativamente del perfil histórico de un cliente. (\*)

#### 2.4.4. Servicios de salud

##### SALUD PÚBLICA.

Boe<sup>101</sup> muestra como el control estadístico de procesos se ha propuesto como un medio para mejorar la prestación de servicios y el rendimiento en los entornos de salud pública.

El caso de estudio se aplicó "...en una clínica local que tiene un programa especial sobre nutrición suplementaria para mujeres, infantes, y niños (WIC, por sus siglas en inglés), para reducir los tiempos de espera y mejorarla satisfacción del cliente, mediante el uso del control estadístico de procesos para evaluar el desempeño inicial del proceso, implementar una intervención, y evaluar el proceso mejorado..."<sup>102</sup>(\*)

Para entender el problema a los que se enfrentan los clientes de la clínica, se menciona que "una función del programa es proveer a los clientes con vouchers para recibir comida sellada. Sin embargo, los largos tiempos de espera en la clínica significan barreras para recoger los vouchers"<sup>103</sup>.

---

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>100</sup> JIANG, Wei, Au, Tom, Tsui, Kwok-Leung. A statistical process control approach to business activity monitoring. En: IIE Transactions. [en línea]. 2007. Vol 39 Issue 3. p 246 [Consultado 15, abril, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=3c616e16-b1d9-4b68-9189-933e919461b8%40sessionmgr120&vid=1&hid=115>

<sup>101</sup> BOE, Debra Thingstad, Riley, William, Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. [en línea]. 2009. Vol. 99 Issue 9, p1619-1625. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=f1ea7f77-4e55-4b13-96af-9862cdf73e57%40sessionmgr106&hid=123>

<sup>102</sup> Ibid, p 1619.

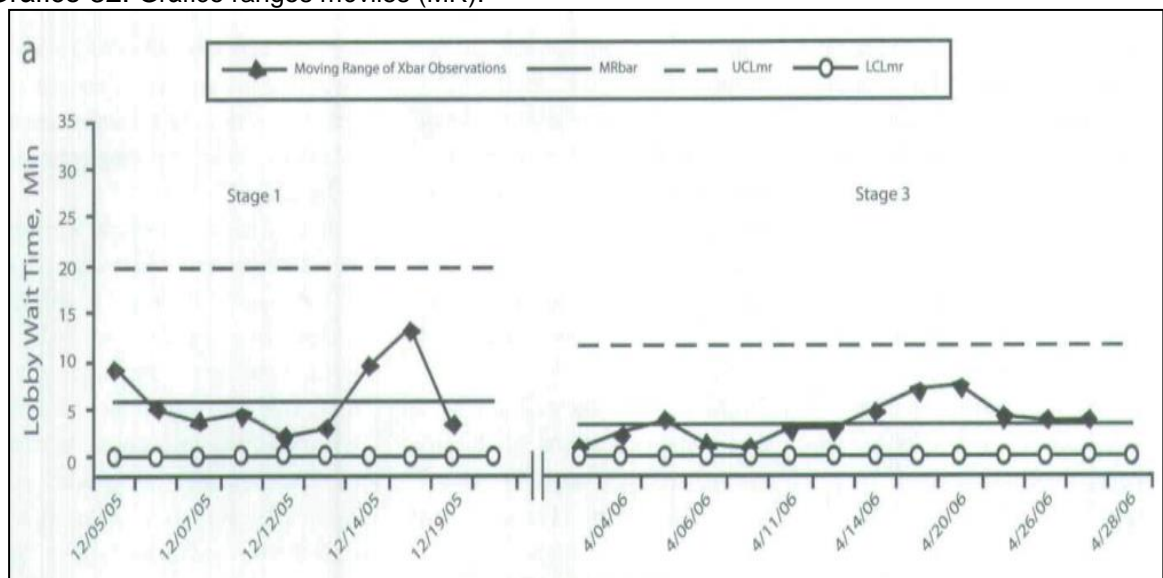
<sup>103</sup> Ibid, p 1619.

Para el estudio, “...en total, participaron 716 dientes (377 dientes en la etapa previa a la intervención de la etapa 1, y 339 clientes durante la post intervención en la tercera etapa) ...<sup>104</sup>” (\*). El estudio se realizó en cuatro etapas:

- Etapa 1. Recopilación de datos de referencia y medición inicial del proceso.
- Etapa 2. Análisis del proceso.
- Etapas 3 y 4. Implementación de nuevos procesos y monitorear los cambios en los procesos<sup>105</sup> (\*).

En las etapas 1 y 3, se usan gráficos de control para rangos móviles (MR) y para la media (Xbar), con el fin de establecer si existen causas comunes o especiales de variación, y así determinar si el proceso es estable y/o capaz, los cuales se muestran en los gráficos 32 y 33.

Gráfico 32. Gráfico rangos móviles (MR).



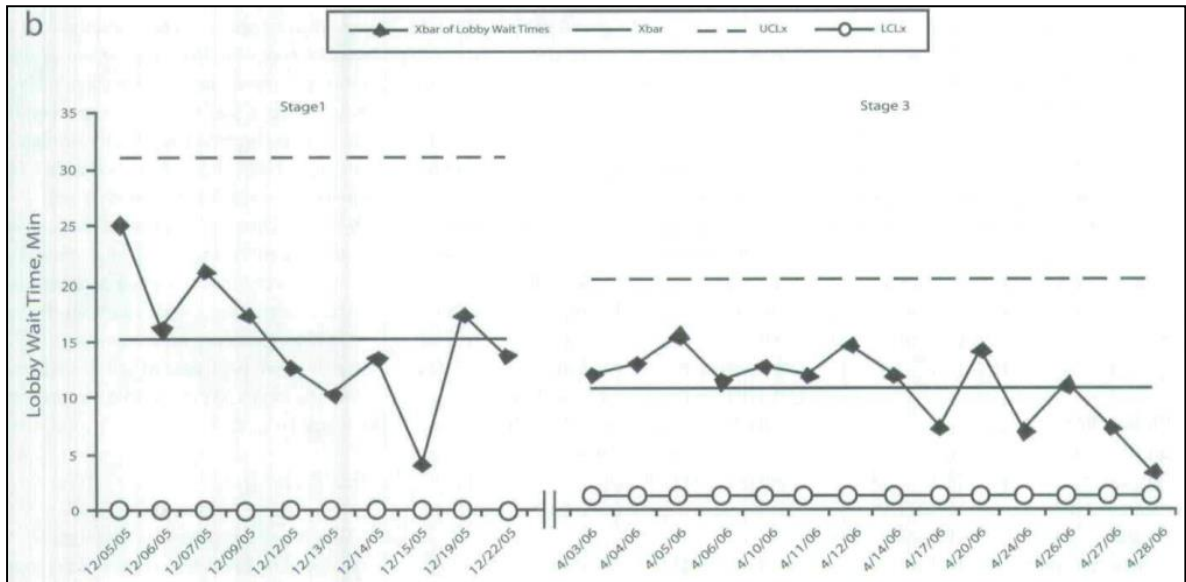
Fuente: Daitota County WiC Ciinic, Minnesota, December 2005-April 2006. En: BOE, Debra Thingstad, Riley, William, Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. [en línea]. 2009. Vol. 99 Issue 9, p 1620. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=f1ea7f77-4e55-4b13-96af-9862cdf73e57%40sessionmgr106&hid=123>

El gráfico de control para rangos móviles (MR) mide la variación dentro de los grupos específicos (días específicos) (\*).

<sup>104</sup> BOE, Debra Thingstad, Riley, William, Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. [en línea]. 2009. Vol. 99 Issue 9, p 1620. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=f1ea7f77-4e55-4b13-96af-9862cdf73e57%40sessionmgr106&hid=123>

<sup>105</sup> Ibid, p. 1621

Gráfico 33. Gráfico de media (X).



Fuente: Daitota County WiC Ciinic, Minnesota, December 2005-Aprij 2006. En: BOE, Debra Thingstad, Riley, William, Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. [en línea]. 2009. Vol. 99 Issue 9, p 1620. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=f1ea7f77-4e55-4b13-96af-9862cdf73e57%40sessionmgr106&hid=123>

“...El gráfico de control para la media (X) mide la capacidad y estabilidad del proceso de acuerdo con la variación de las horas extras...”<sup>106</sup> (\*).

Del resultado de la etapa 1 se encuentra que no existen causas especiales de variación dentro del proceso, ya que los datos están dentro de los límites de control respectivos. Por lo anterior, “el equipo de mejoramiento continuo estudia los resultados de la etapa 1 y crea un nuevo mapa del proceso, en el cual se identifican los pasos críticos en la entrega del servicio...”<sup>107</sup> (\*).

El gráfico 33 muestra los resultados de las mejoras realizadas en el proceso, evidenciando “...una reducción en la media de 15.1 minutos a 10.9 minutos”<sup>108</sup> (\*).

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>106</sup> BOE, Debra Thingstad, Riley, William, Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. [en línea]. 2009. Vol. 99 Issue 9, p 1621. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=f1ea7f77-4e55-4b13-96af-9862cdf73e57%40sessionmgr106&hid=123>

<sup>107</sup> Ibid, p 1623.

<sup>108</sup> Ibid, p 1623

Como conclusiones del caso de estudio, Boe<sup>109</sup> define:

- Examinando el desempeño de las agencias de salud públicas, la metodología del control estadístico de procesos puede dar ideas de que de otro modo no podrían obtenerse. Esta información puede recomendar acerca de si se necesitan cambios en los procesos de prestación de servicios, si es necesaria una reingeniería de procesos, si es necesario rediseñar la estrategia para alcanzar los objetivos del programa.
- Aunque el control estadístico de procesos se usa en otros sectores, rara vez se aplica en salud pública.
- La satisfacción del cliente y los tiempos de espera son importantes características de calidad de las agencias de salud pública (\*).

## SALUD LABORAL

Nunes<sup>110</sup>, complementando a Boe, aunque en un sector de salud diferente, menciona la aplicación del control estadístico de procesos como un sistema de alerta temprana para los resultados de la salud laboral. Los participantes del caso de estudio son dos organizaciones suecas: El departamento de una universidad, y el ancianato de un municipio (\*).

Uno de los dos objetivos del estudio fue: "...diseñar y analizar los gráficos de control como un sistema de alerta temprana para los resultados de salud del lugar de trabajo para promover la gerencia de un sistema integrado"<sup>111</sup>

Inicialmente, se establecen una serie de datos estadísticos para los dos casos de estudio (Universidad y Ancianato), los cuales se muestran en la tabla 11.

---

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>109</sup> BOE, Debra Thingstad, Riley, William, Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. En: American Journal of Public Health. [en línea]. 2009. Vol. 99 Issue 9, p 1624. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=f1ea7f77-4e55-4b13-96af-9862cdf73e57%40sessionmgr106&hid=123>

<sup>110</sup> NUNES, Isabel, Larsson, J, Landstad, B.J, Wiklund, H, Vinberg, S. Control charts as an early -warnings system for workplace health outcomes. [en línea]. 2011. Vol. 39 Issue 4, p 409-425. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c0b2cf63-e689-48e2-ad99-c6f258bd0486%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>

<sup>111</sup> Ibid, p. 413.



Tabla 11. Estadísticas descriptivas para los dos datos de la Universidad y del Anciano.

Data material	n	N	Mean	Median	$\sigma$	$R_{Indicator}$	$R_{Outcomes}$	Measurement period
University (Self-assessed general health)	5-11	40	3.40	3.42	0.33	1-5	1-5	060410- 060602
Elderly care (New sick-cases per employee)	23-33	48	19.87	18.77	9.81	0-∞	3.33-52	020101- 051231

**Fuente:** Nunes, Isabel, Larsson, J, Landstad, B.J, Wiklund, H, Vinberg, S. Control charts as an early -warnings system for workplace health outcomes. [en línea]. 2011. Vol. 39 Issue 4, p 414. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c0b2cf63-e689-48e2-ad99-c6f258bd0486%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>

El estudio tiene como base la generación de dos indicadores de salud: *Salud en general*, y *Nuevos casos de enfermedad en el lugar de trabajo*. En la Universidad, por ejemplo, para el primer indicador, participaron 11 trabajadores, “los cuales eran del grupo de líderes del departamento y dos representantes sindicales de los lugares de trabajo. El grupo respondió una pregunta en cuanto a cómo evalúan su salud, en general, todos los días laborables durante ocho semanas<sup>112</sup>” (\*). Con la información de los dos casos, Larsson<sup>113</sup> establece, entre otros, que:

- Se obtuvo un total de 40 observaciones (N) - Universidad
- La cantidad de trabajadores que respondieron por día, varió entre 5 - 11. (n)
- La pregunta acerca del estado de salud en general usó valores numéricos de calificación, donde uno significa “muy malo”, y cinco significa “muy bueno”. (R indicator)
- La cantidad de empleados que contestaron la pregunta varió entre 23-33 (n). – Anciano.
- Cada mes, desde enero de 2002 hasta diciembre de 2005, el indicador de nuevos casos de enfermedad por empleado se calculó con un total de 48 observaciones. (N)

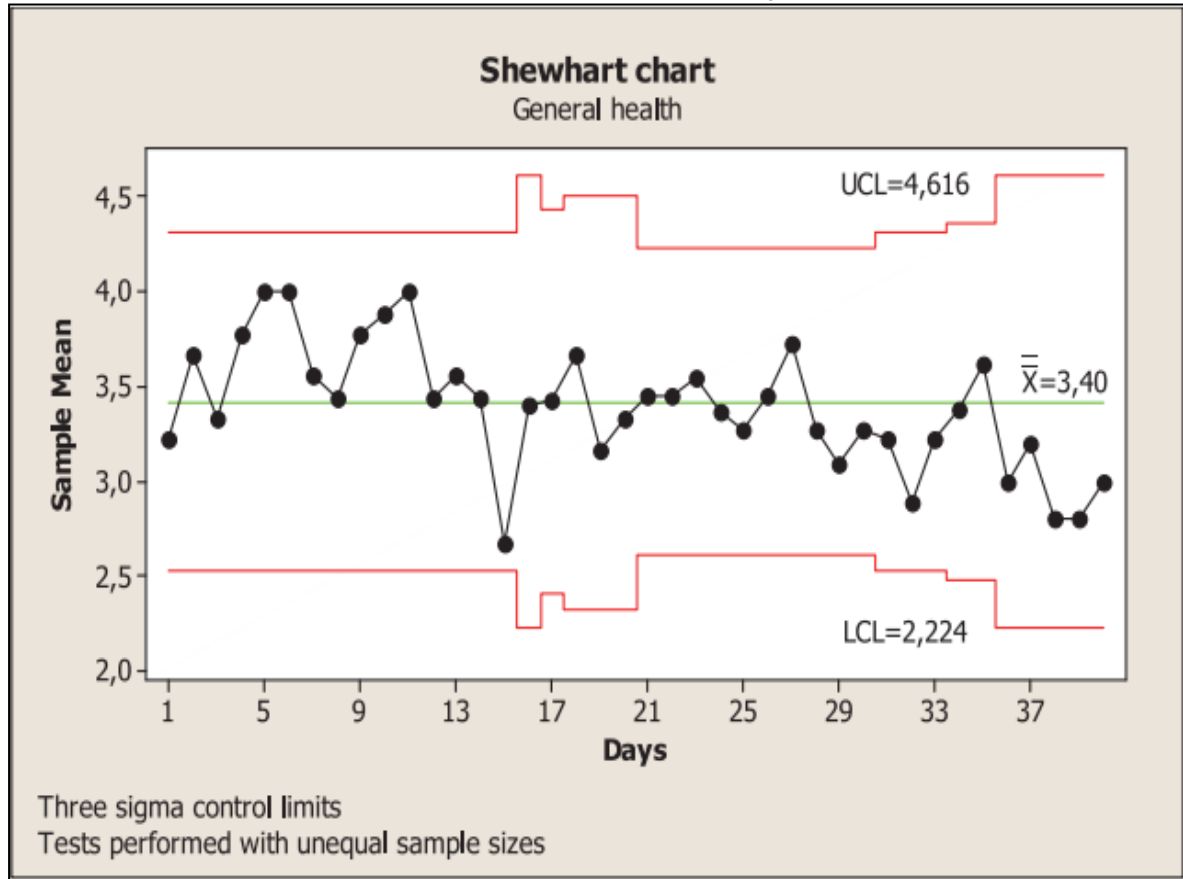
Con los datos generados, se realizan dos gráficos de control, uno por cada caso, los cuales se muestran en los gráficos 34 y 35.

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>112</sup> NUNES, Isabel, Larsson, J, Landstad, B.J, Wiklund, H, Vinberg, S. Control charts as an early -warnings system for workplace health outcomes. [en línea]. 2011. Vol. 39 Issue 4, p 414. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c0b2cf63-e689-48e2-ad99-c6f258bd0486%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>

<sup>113</sup> Ibid, p. 414

Gráfico 34 Gráfico de control de Shewhart para los datos de salud en general (\*) (Universidad)



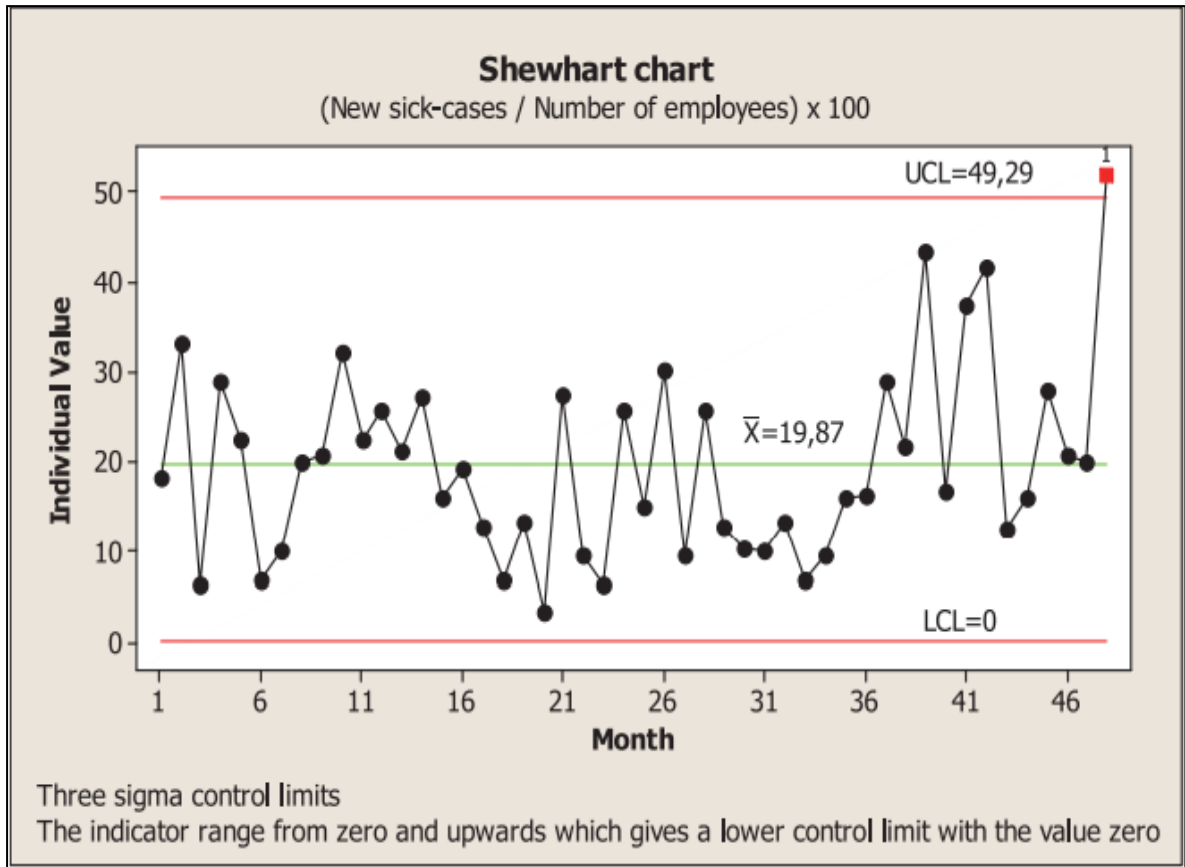
**Fuente:** Nunes, Isabel, Larsson, J Landstad, B.J, Wiklund, H, Vinberg, S. Control charts as an early -warnings system for workplace health outcomes. [en línea]. 2011. Vol. 39 Issue 4, p 419. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c0b2cf63-e689-48e2-ad99-c6f258bd0486%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>

“Los límites de control varían según con el número de observaciones en cada subgrupo. ...El gráfico no mostró ninguna señal de alarma para cualquier violación del límite de control. Una tendencia no significativa se puede ver de la observación 36 a 40; todas las observaciones estaban debajo del valor medio<sup>114</sup>”  
(\*)

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>114</sup> NUNES, Isabel, Larsson, J, Landstad, B.J, Wiklund, H, Vinberg, S. Control charts as an early -warnings system for workplace health outcomes. [en línea]. 2011. Vol. 39 Issue 4, p 418. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c0b2cf63-e689-48e2-ad99-c6f258bd0486%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>

Gráfico 35. Gráfico de control de Shewhart para los datos de nuevos casos de enfermedad por empleado (Ancianato)



**Fuente:** Nunes, Isabel, Larsson, J, Landstad, B.J, Wiklund, H, Vinberg, S. Control charts as an early -warnings system for workplace health outcomes. [en línea]. 2011. Vol. 39 Issue 4, p 420. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c0b2cf63-e689-48e2-ad99-c6f258bd0486%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>

“Los límites de control se mantuvieron estables ya que el indicador fue relativo y refleja la totalidad lugar de trabajo... El gráfico muestra una alarma en la observación 48<sup>115</sup>” (\*)

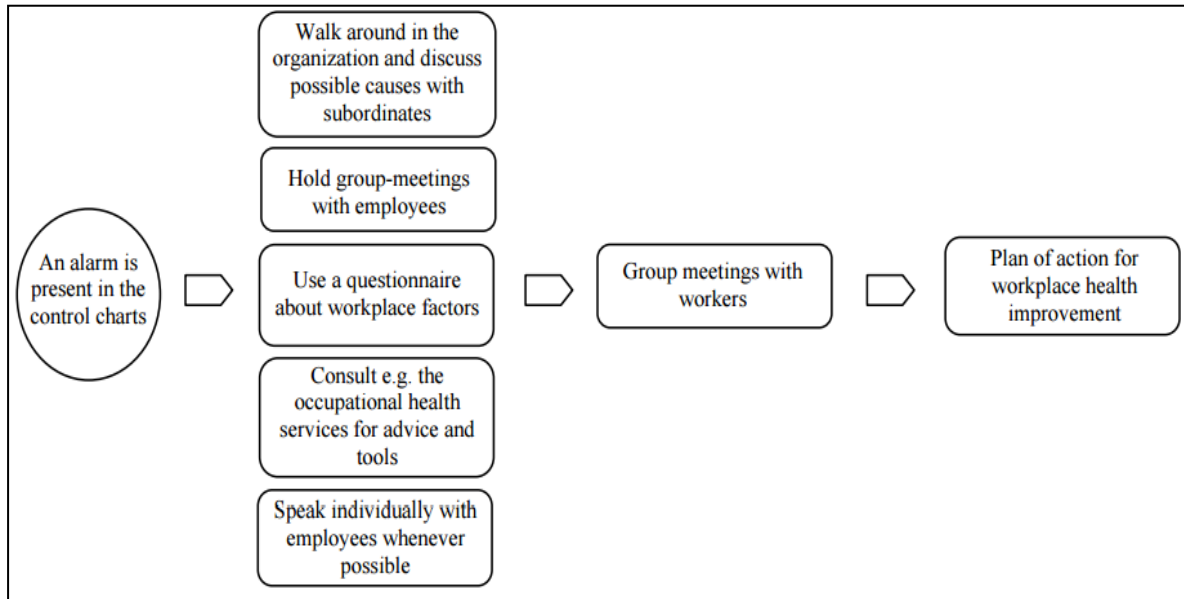
Nunes<sup>116</sup> presenta una serie de elementos clave para definir un plan cuando ocurren puntos fuera de control, como en la observación 48 de los datos en los nuevos casos de enfermedad, los cuales se muestran en el gráfico 36.

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>115</sup> NUNES, Isabel, Larsson, J Landstad, B.J, Wiklund, H, Vinberg, S. Control charts as an early -warnings system for workplace health outcomes. [en línea]. 2011. Vol. 39 Issue 4, p 419. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c0b2cf63-e689-48e2-ad99-c6f258bd0486%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>

<sup>116</sup> Ibid, p. 422.

Gráfico 36. Elementos clave de un plan para puntos fuera de control para los líderes cuando se produce una alarma de salud en el trabajo.



**Fuente:** Nunes, Isabel, Larsson, J, Landstad, B.J, Wiklund, H, Vinberg, S. Control charts as an early -warnings system for workplace health outcomes. [en línea]. 2011. Vol. 39 Issue 4, p 420. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c0b2cf63-e689-48e2-ad99-c6f258bd0486%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>

El cuadro presentado servirá al lector como guía para establecer un plan de acción al momento de encontrar puntos fuera de control en un gráfico de control determinado.

Como conclusiones del caso de estudio, Nunes<sup>117</sup> menciona:

- Los gráficos de control, junto con una implementación bien diseñada, constituyen un poderoso sistema de alerta temprana de gestión utilizable, que promueve la salud en el trabajo y ayuda a prevenir el ausentismo por enfermedad.
- Educación de los líderes, y de los trabajadores clave, en los gráficos de control estadístico es necesario. (\*)

(\*) Texto original en inglés, traducido al español por el autor

<sup>117</sup> NUNES, Isabel, Larsson, J Landstad, B.J, Wiklund, H, Vinberg, S. Control charts as an early -warnings system for workplace health outcomes. [en línea]. 2011. Vol. 39 Issue 4, p 409-. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible: <http://web.a.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=c0b2cf63-e689-48e2-ad99-c6f258bd0486%40sessionmgr4005&vid=1&hid=4109>

## HISTORIAS CLINICAS

Asensio<sup>118</sup> presenta el uso de gráficos de control para la evaluación de un archivo de historias clínicas.

“El establecimiento del sistema de información clínica, basado en la extracción de un mínimo número de datos básicos de cada alta hospitalaria es lo que constituye el Conjunto Mínimo Básico de Datos (CMBD) de hospitalización. El registro del CMBD, tanto de hospitalización como de los procedimientos ambulatorios especializados, es de obligada cumplimentación para todos los hospitales del Sistema Nacional de Salud, en nuestro caso particular [España] desde 1992<sup>119</sup>”. La importancia del CMBD está ligada a los indicadores definidos, especialmente, el de *disponibilidad*, en tiempo y lugar, de la documentación clínica, como implementación de un sistema de control de calidad en el Archivo de Historias Clínicas<sup>120</sup>.

Las autoridades sanitarias [en España] definen como objetivo del hospital la codificación del 99% de las altas hospitalarias del año, para el CMBD anual<sup>121</sup>.

En el caso de estudio se realizó una búsqueda retrospectiva de las altas hospitalarias pendientes de codificar en el registro del CMBD de hospitalización, durante el periodo comprendido entre junio de 2005 y enero de 2009<sup>122</sup>. Con esta búsqueda, “se realizó un registro continuo en una hoja de cálculo de Microsoft Excel de los resultados obtenidos sobre las historias clínicas/altas (HC) según los epígrafes: HC buscadas, HC encontradas, HC prestadas (altas mal gestionadas informáticamente), HC con incidencias (sobres vacíos, incompletos...) y HC que no se localizaron (pérdidas)<sup>123</sup>...”

Adicionalmente, “se realizó un análisis retrospectivo con el cálculo del Índice de Eficacia Global en primer lugar, considerándose el valor de 0,9 como límite inferior indicativo de control de calidad del Archivo de Historias Clínicas, siendo lo

---

<sup>118</sup> ASENSIO Villahoz, Paula y Vicente Virseda, Juan Antonio. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Española de Salud Pública. [en línea]. 2011, vol.85, n.4. p.391-404 [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1135-5727.

<sup>119</sup> Ibid,p. 392

<sup>120</sup> Ibid, p. 392

<sup>121</sup> Ibid, p. 392

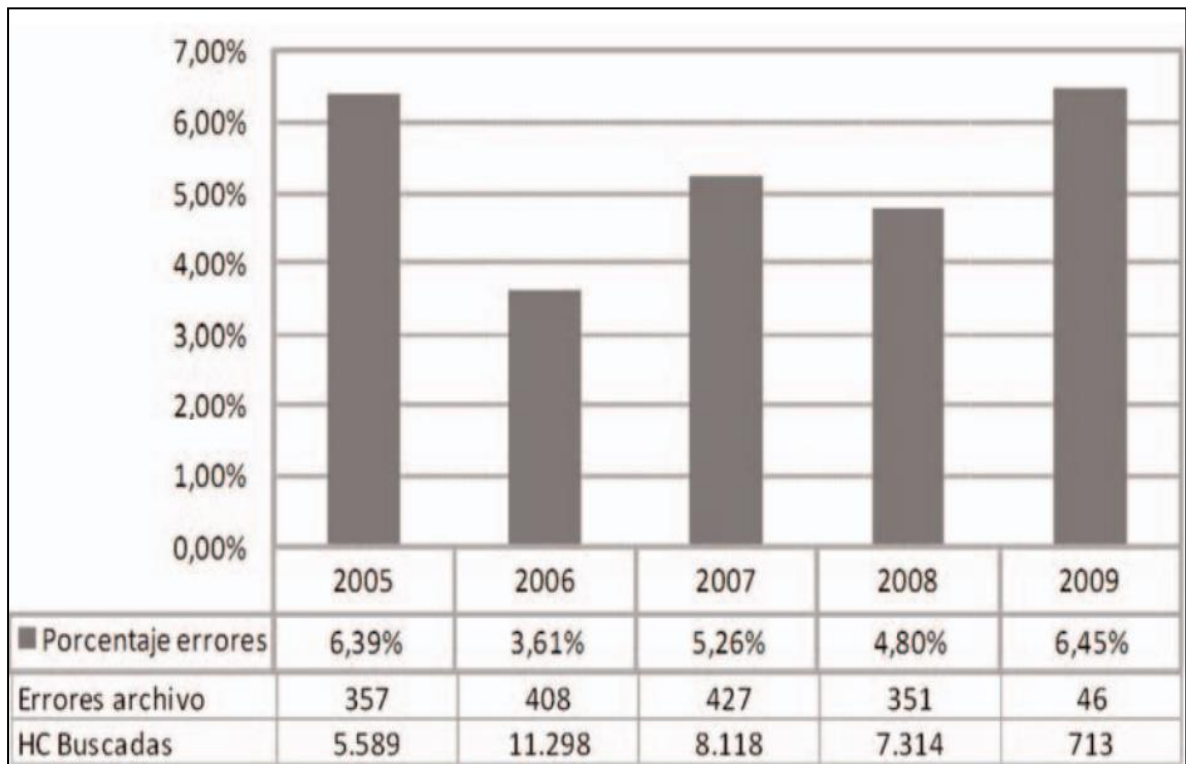
<sup>122</sup> Ibid, p. 393

<sup>123</sup> Ibid, p. 393

ideal el valor 1, es decir, el número HC buscadas es igual al número HC encontradas<sup>124</sup>”

Con los datos que se obtuvieron, se encontraron los errores mostrados en el gráfico 37.

Gráfico 37. Errores en el Archivo de Historias Clínicas



**Fuente:** Asensio Villahoz, Paula y Vicente Virseda, Juan Antonio. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Española de Salud Pública. [en línea]. 2011, vol.85, n.4. p.396 [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso).

Con base en los errores encontrados, se calcularon los límites de control para los diagramas correspondientes, según la tabla 12. Como ejemplo, se muestran resultados para los años 2005 y 2006.

<sup>124</sup> Ibid, p. 393

Tabla 12. Límites de control de los diagramas de Shewhart

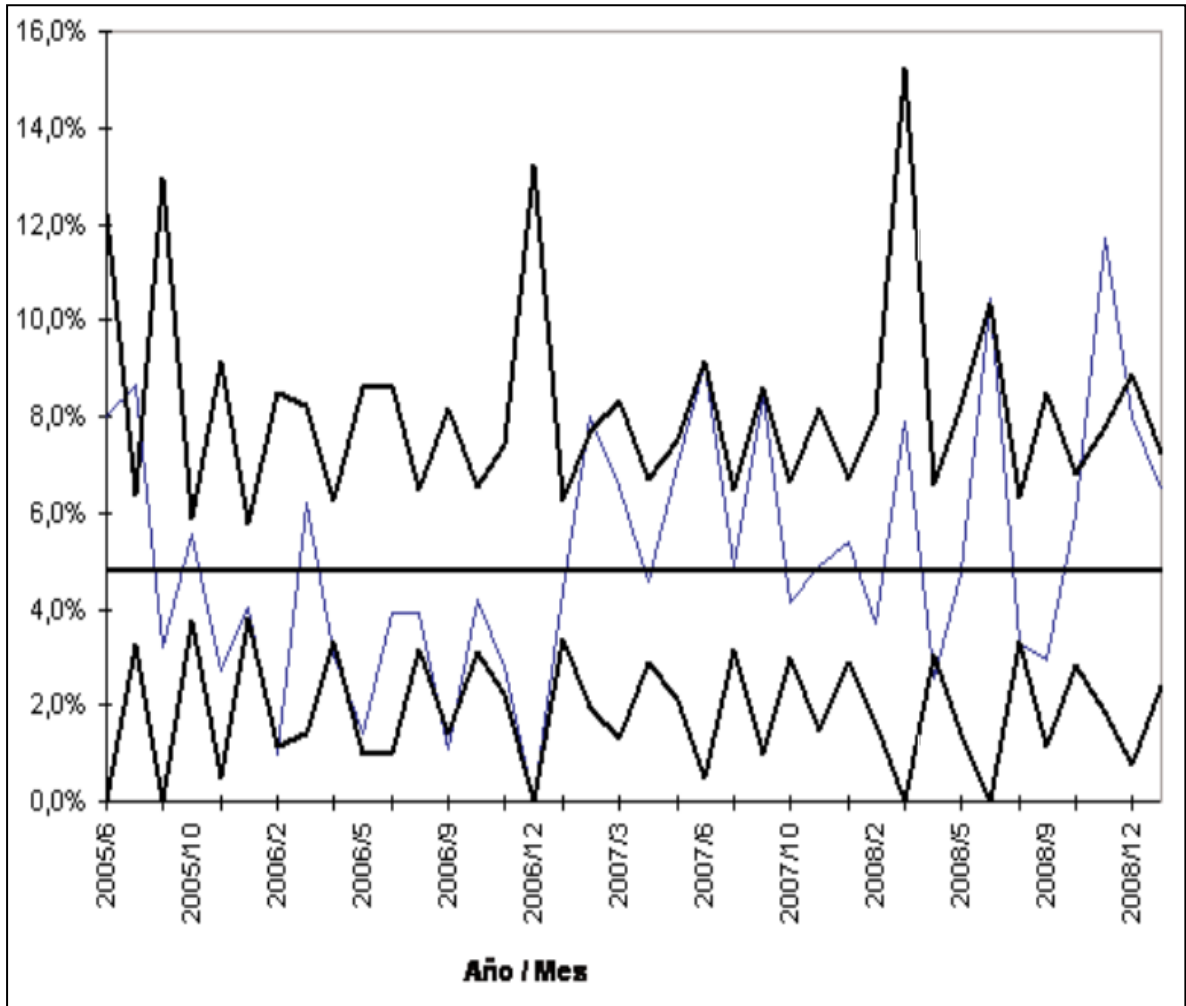
Año	Mes	Errores	n	Diagrama de control				Diagrama de control estandarizado			
				% Errores	LIC	LC	LSC	% errores estandarizado	LIC	LC	LSC
2005	Junio	6	75	8,00%	0,00%	4,81%	12,22%	1,29	-3	0	3
2005	Julio	147	1.697	8,66%	3,25%	4,81%	6,37%	7,42	-3	0	3
2005	Agosto	2	62	3,23%	0,00%	4,81%	12,96%	-0,58	-3	0	3
2005	Octubre	196	3.534	5,55%	3,73%	4,81%	5,89%	2,04	-3	0	3
2005	Noviembre	6	221	2,71%	0,49%	4,81%	9,13%	-1,46	-3	0	3
2006	Enero	173	4.279	4,04%	3,83%	4,81%	5,79%	-2,35	-3	0	3
2006	Febrero	3	305	0,98%	1,13%	4,81%	8,49%	-3,12	-3	0	3
2006	Marzo	22	354	6,21%	1,40%	4,81%	8,22%	1,23	-3	0	3
2006	Abril	58	1.900	3,05%	3,34%	4,81%	6,28%	-3,58	-3	0	3
2006	Mayo	4	284	1,41%	1,00%	4,81%	8,62%	-2,68	-3	0	3
2006	Junio	11	282	3,90%	0,99%	4,81%	8,63%	-0,71	-3	0	3
2006	Julio	57	1.463	3,90%	3,13%	4,81%	6,49%	-1,63	-3	0	3
2006	Septiembre	4	362	1,10%	1,44%	4,81%	8,18%	-3,29	-3	0	3
2006	Octubre	59	1.404	4,20%	3,10%	4,81%	6,52%	-1,06	-3	0	3
2006	Noviembre	17	607	2,80%	2,20%	4,81%	7,42%	-2,31	-3	0	3
2006	Diciembre	0	58	0,00%	0,00%	4,81%	13,24%	-1,71	-3	0	3

**Fuente:** Asensio Villahoz, Paula y Vicente Virseda, Juan Antonio. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Española de Salud Pública. [en línea]. 2011, vol.85, n.4. p.397 [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso).

Aunque en el texto no se menciona explícitamente, por la lectura y análisis del mismo, se infiere que los límites de control del diagrama estandarizado se basan en +/- 3 sigmas.

Una vez definidos los límites correspondientes, se procedió a realizar los respectivos gráficos de control, como se muestra en los gráficos 38 y 39.

Gráfico 38. Diagrama de Control con límites de control variables

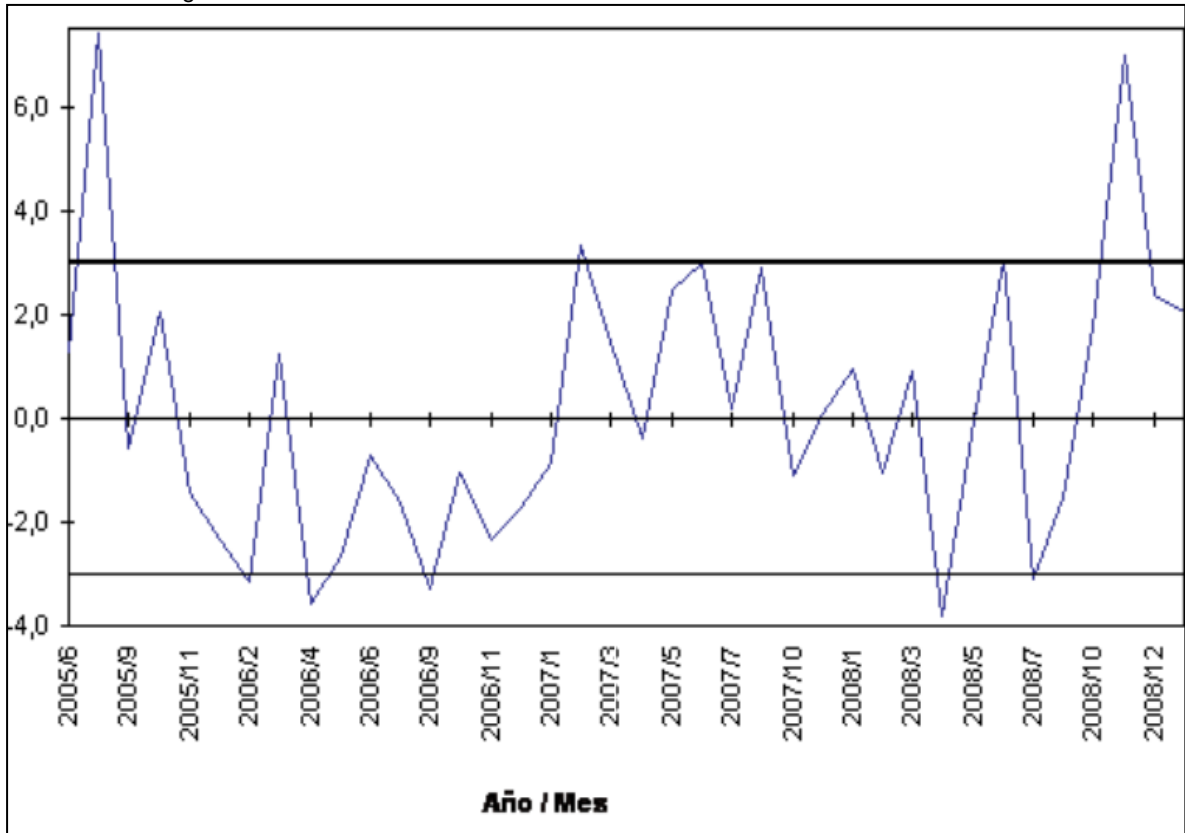


**Fuente:** Asensio Villahoz, Paula y Vicente Virseda, Juan Antonio. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Española de Salud Pública. [en línea]. 2011, vol.85, n.4. p.398 [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso).

De este gráfico se puede determinar que el proceso no es estable, ya que existen puntos fuera de control, como en 2007/2 (8%) – 2008/11 (11.73%).



Gráfico 39. Diagrama de Control estandarizado



**Fuente:** Asensio Villahoz, Paula y Vicente Virseda, Juan Antonio. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Española de Salud Pública. [en línea]. 2011, vol.85, n.4. p.399 [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso).

“Destacando aquí los valores anormalmente altos, obtenidos tras la estandarización, en los meses de julio de 2005 (7,42) y noviembre de 2008 (7,00). También se sobrepasa el LSC en los meses correspondientes a febrero de 2007 (3,33) y junio de 2008 (3,05)”<sup>125</sup>.

Como conclusiones del caso de estudio, Asensio<sup>126</sup> menciona:

- El Índice de Eficacia Global fue 0,95.
- Los mayores % de errores correspondieron a noviembre 2008 con 55 (11,73%) y junio 2008 con 14 (10,45%). En los Diagramas de Control destacan los

<sup>125</sup> ASENSIO Villahoz, Paula y Vicente Virseda, Juan Antonio. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. En: Revista Española de Salud Pública. [en línea]. 2011, vol.85, n.4. p.399 [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272011000400008&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1135-5727.

<sup>126</sup> Ibid, p. 391

valores anormalmente altos, obtenidos tras la estandarización, en julio2005 (7,42) y noviembre2008 (7,00).

- la calidad del Archivo de Historias Clínicas no se mantiene constante a lo largo del tiempo, siendo ésta una cualidad deseable en cualquier proceso.
- La evaluación continua, o monitorización según unos estándares de calidad predeterminados con técnicas estadísticas de control de calidad hace posible detectar los momentos a partir de los cuales el proceso se desvía de esos estándares, es decir, que no está bajo control, permitiendo así el análisis y la identificación de los posibles factores que contribuyen a dicha desviación y la consiguiente implantación de medidas para su corrección.

## SEGURIDAD DEL PACIENTE ONCOLOGICO

Continuando la línea de estudio en el sector salud, Lopez-Montenegro<sup>127</sup> presenta el uso de gráficos de control como herramienta para analizar la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico, a través de la evolución de los indicadores de calidad.

“La necesidad de aplicar en una organización sanitaria la gestión de calidad se refleja en la Ley 16/2003 de Cohesión y Calidad del Sistema Nacional de Salud [En España], así surge el Plan de Calidad del Sistema Nacional de Salud, entre cuyas estrategias se encuentra fomentar la evaluación externa y periódica de la calidad y la seguridad de los centros y servicios sanitarios mediante auditorias, con la finalidad de alcanzar la excelencia clínica, mejorando la seguridad y la atención que reciben los pacientes.”<sup>128</sup>

Dentro del caso de estudio vale la pena resaltar la aplicación del sistema de gestión de calidad (SGC) bajo los requisitos de la ISO 9001:2008 “con el objetivo de mejorar la calidad del proceso farmacoterapéutico”<sup>129</sup>

Según lo menciona Lopez-Montenegro<sup>130</sup>, la seguridad hace parte de las múltiples dimensiones de calidad, dentro del cual un porcentaje importante tiene origen en los errores de medicación (EM). Es en este punto, donde el sistema de gestión de calidad tiene como objetivo “...prevenir la aparición de errores de

---

<sup>127</sup> LOPEZ-MONTENEGRO Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. En: Farmacia Hospitalaria. [en línea]. 2013, vol.37, n.2. p.143-150. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso)

<sup>128</sup> Ibid, p. 144

<sup>129</sup> Ibid, p. 144

<sup>130</sup> Ibid, p. 144

medicación que pueden producirse en cualquier fase del proceso farmacoterapéutico, en concreto, en el paciente oncológico<sup>131</sup>...”

En el caso de estudio se realizó un “estudio observacional prospectivo realizado durante un periodo de 4 años (desde enero 2008 a diciembre de 2011), en una Unidad de Oncología Farmacéutica (UOF) con una carga de trabajo anual media de 35.110 preparaciones (antineoplásicos y soporte) y 13.226 pacientes-día”<sup>132</sup>

La UOF, con el fin de medir y analizar la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico, establece tres indicadores, asociados a los procesos clave de preparación, dispensación y calidad farmacoterapéutica:

- Identificación de EM de preparación que no alcanzan al paciente.
- Identificación de EM de dispensación que no alcanzan al paciente.
- Identificación de EM que alcanzan al paciente.

En la tabla 13 se muestran las características de los indicadores.

Tabla 13. Descripción de los Indicadores de Calidad que miden la seguridad del paciente

Proceso asociado	Indicador	Estándar
Preparación	Identificación de EM de preparación que no alcanzan al paciente $\frac{\text{n.º EM preparación NA}}{\text{n.º preparaciones}} \times 1.000 \text{ preparaciones}$	≤ 1 EM/1000 preparaciones
Dispensación	Identificación de EM de dispensación que no alcanzan al paciente $\frac{\text{n.º EM dispensación NA}}{\text{n.º preparaciones}} \times 1.000 \text{ preparaciones}$	≤ 1 EM/1000 preparaciones
Calidad farmacoterapéutica	Identificación de EM que alcanzan al paciente, en los procesos de validación farmacéutica, preparación y dispensación $\frac{\text{n.º EM alcanza pacientes}}{\text{n.º pacientes – día}} \times 1.000 \text{ pacientes – día}$	≤ 1 EM/1000 pacientes-día

EM: errores de medicación; NA: no alcanzan.

**Fuente:** Lopez-Montenegro Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. En: Farmacia Hospitalaria. [en línea]. 2013, vol.37, n.2. p 146. [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso)>

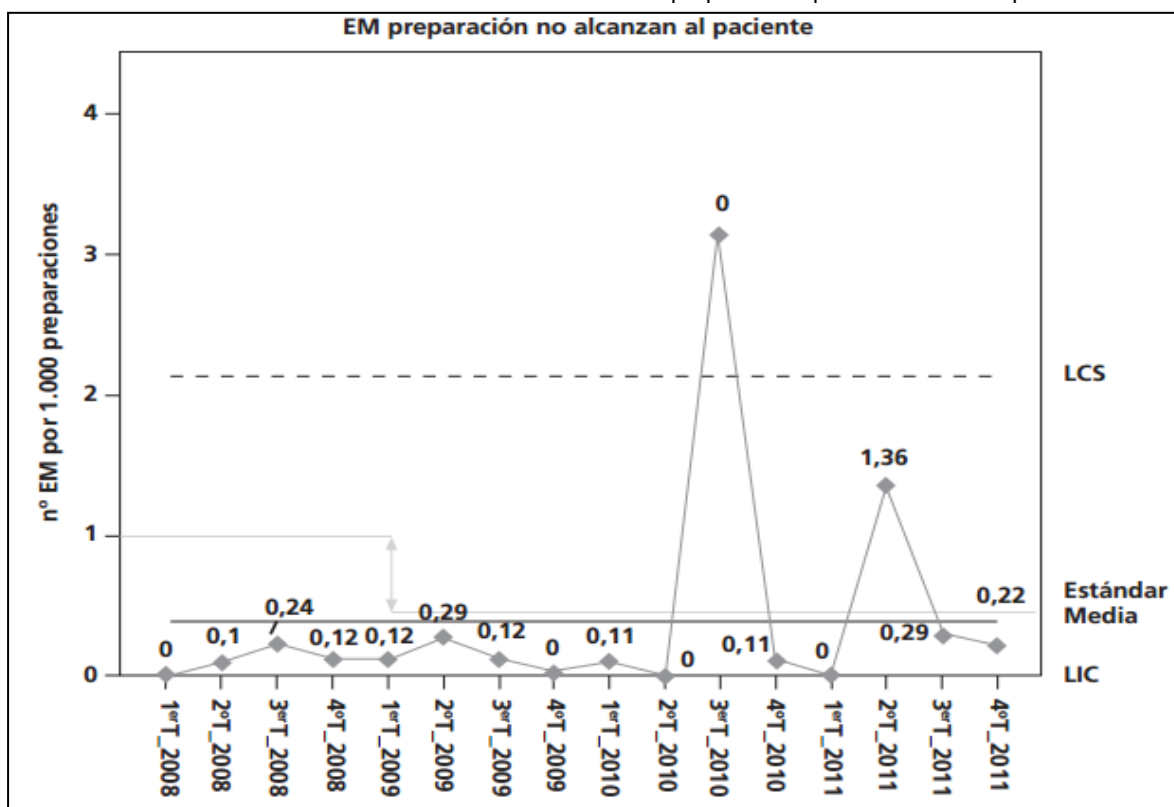
<sup>131</sup> Ibid, p. 144

<sup>132</sup> LOPEZ-MONTENEGRO Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. En: Farmacia Hospitalaria. [en línea]. 2013, vol.37, n.2. p. 144 [Consultado 05, mayo, 2016], pp.143-150. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso)

“El término pacientes-día equivale al número de pacientes que reciben tratamiento antineoplásico cada día y por tanto están expuestos a que se produzca un EM, para el cálculo de los indicadores se normalizó el término a mil pacientes-día<sup>133</sup>”

El análisis del indicador se realiza mediante el gráfico de control. “El gráfico de control calcula la media del indicador durante todo el periodo, así como el límite superior de control (LSC) y el límite inferior de control (LIC), los límites de control indican a partir de qué valor se considera que la variabilidad del indicador no se debe al azar y se puede atribuir a una causa específica que se debe analizar y corregir<sup>134</sup>”. Los gráficos de control respectivos se muestran en los gráficos 40, 41, y 42.

Gráfico 40. Evolución del indicador <Identificación de EM de preparación que no alcanzan al paciente>



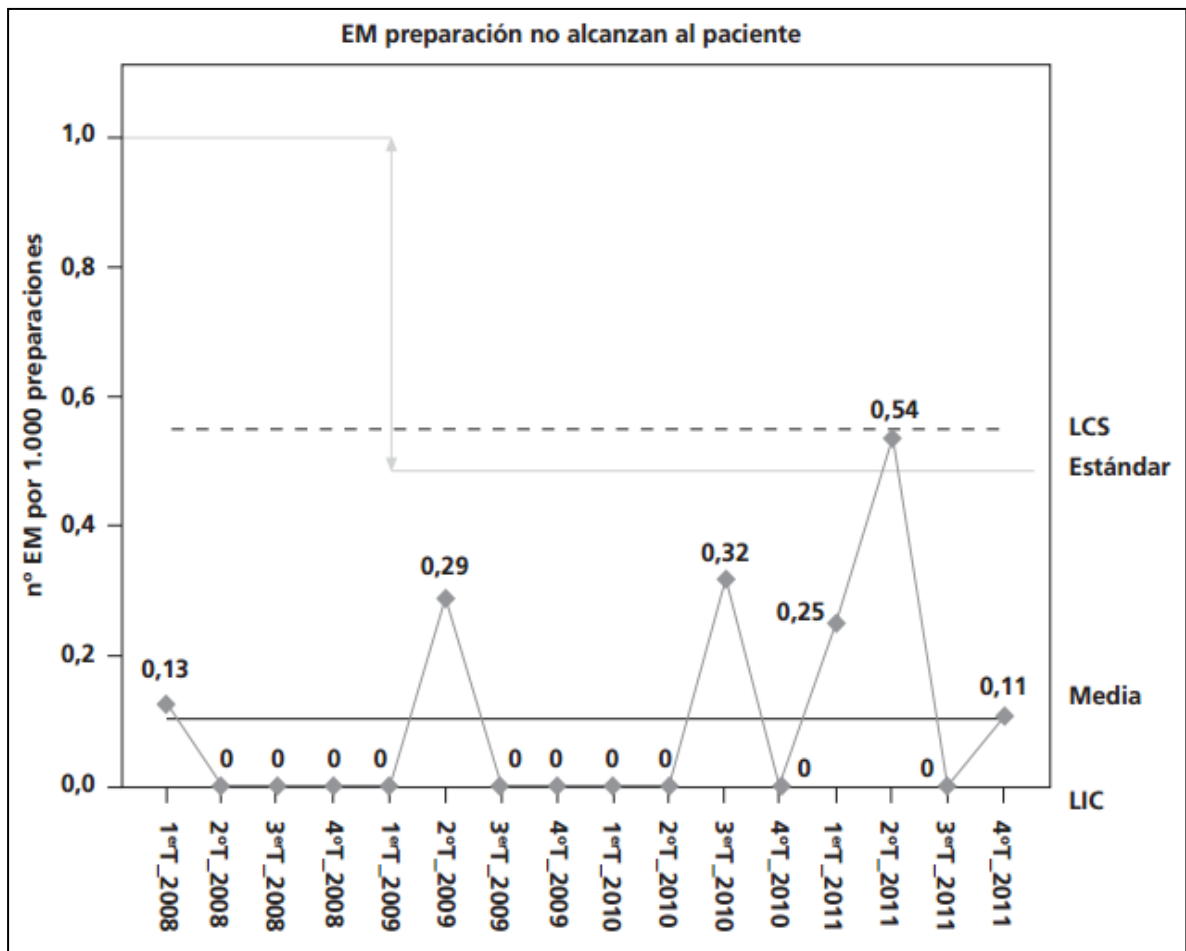
**Fuente:** Lopez-Montenegro Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. En: Farmacia Hospitalaria. [en línea]. 2013, vol.37, n.2. p 147. [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso)>

<sup>133</sup> Ibid, p. 146

<sup>134</sup> LOPEZ-MONTENEGRO Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. En: Farmacia Hospitalaria. [en línea]. 2013, vol.37, n.2. p. 146 [Consultado 05, mayo, 2016], pp.143-150. Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso)>

“La representación mediante gráficos de control de los errores de preparación que no alcanzan al paciente, nos indica que durante el periodo de seguimiento el valor medio del indicador ha sido de 0,36 errores de medicación por mil preparaciones (EM X 1000 preparaciones), estableciéndose un LCS de 2,14 EM X 1000 preparaciones y un LIC de 0 EM X 1000 preparaciones”<sup>135</sup>. Adicionalmente se menciona que “se identifica un valor anómalo, el correspondiente al 3er trimestre de 2010, que se produjo durante el periodo estival que coincide con la incorporación de nuevo personal a la unidad”

Gráfico 41. Evolución del indicador <Identificación de EM de dispensación que no alcanzan al paciente>

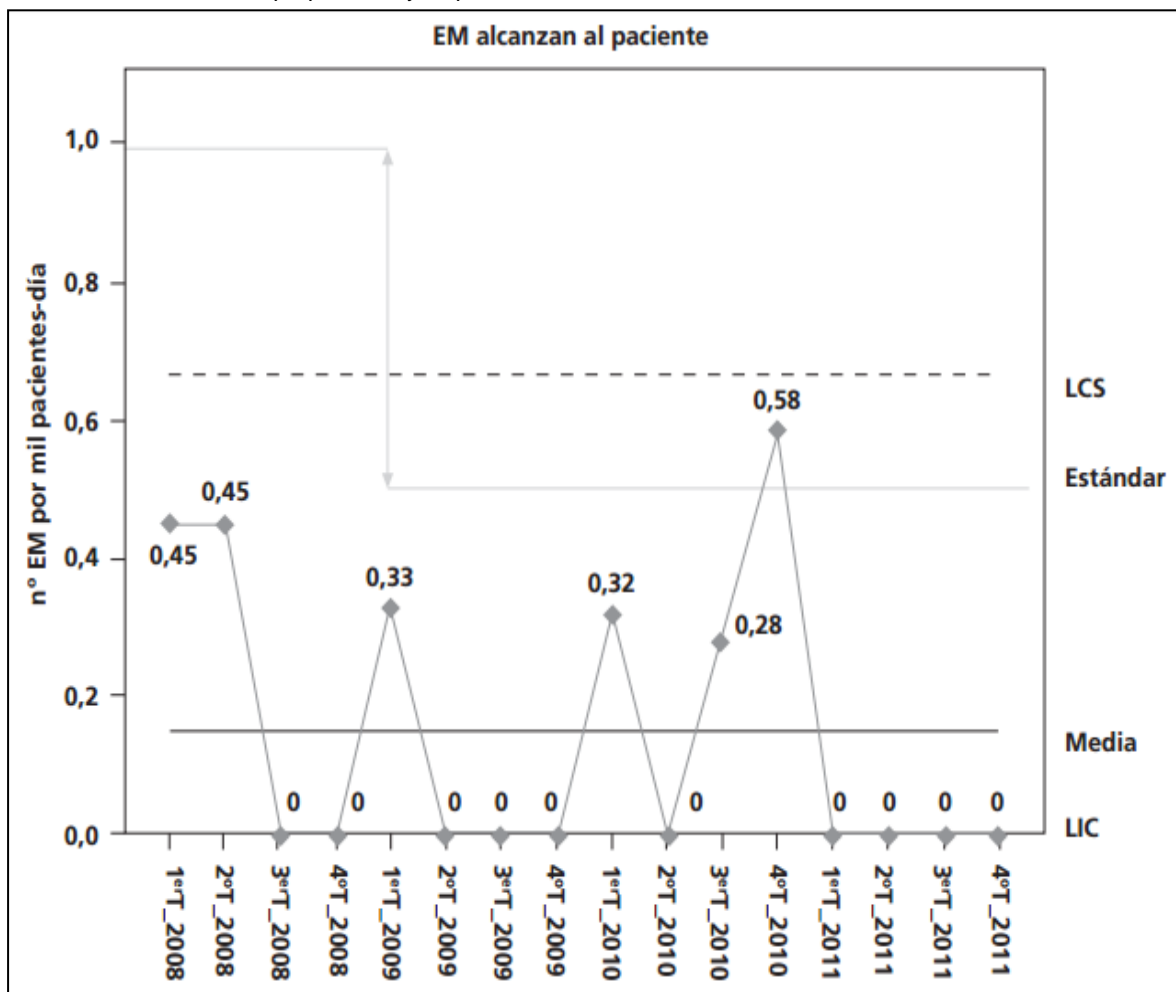


**Fuente:** Lopez-Montenegro Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. En: Farmacia Hospitalaria. [en línea]. 2013, vol.37, n.2. p 147. [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso)>

<sup>135</sup> LOPEZ-MONTENEGRO Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. En: Farmacia Hospitalaria. [en línea]. 2013, vol.37, n.2. p. 148 [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso)>

“Respecto a los errores de dispensación que no alcanzan al paciente, el valor medio del indicador ha sido de 0,17 EM X 1000 preparaciones, estableciéndose un LSC de 0,55 EM X 1000 preparaciones y un LIC de 0 EM X 1000 preparaciones”<sup>136</sup>. Se evidencia que el proceso está estable y bajo control.

Gráfico 42. Evolución del indicador <Identificación de EM que alcanzan al paciente, en los procesos de validación farmacéutica, preparación y dispensación>



**Fuente:** Lopez-Montenegro Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. En: Farmacia Hospitalaria. [en línea]. 2013, vol.37, n.2. p 148. [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso)>

<sup>136</sup> LOPEZ-MONTENEGRO Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. En: Farmacia Hospitalaria. [en línea]. 2013, vol.37, n.2. p. 148 [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: <[http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso)>

“...en cuanto a los errores de medicación de validación farmacéutica, preparación y dispensación que alcanzan al paciente, la media del indicador durante el periodo de seguimiento ha sido de 0,15 EM X 1000 pacientes-día, el LSC 0,63 EM X 1000 pacientes-día y el LIC 0 EM X 1000 pacientes-día”<sup>137</sup>. Se evidencia que el proceso está estable y bajo control.

Como conclusiones del caso de estudio, Lopez-Montenegro<sup>138</sup> define:

- Las desviaciones identificadas durante el seguimiento trimestral han requerido implantar medidas correctivas cuando no se han considerado puntuales, como el diseño de un programa de formación intensivo y desarrollo de videos formativos al personal eventual durante el periodo vacacional, o aplicar el análisis causa-raíz para EM que alcanzan al paciente con consecuencias graves (eventos centinela).
- La baja tasa de incidencia de EM detectada muestra una tendencia hacia la «tolerancia cero», la baja prevalencia de errores de medicación en el entorno está relacionada con la amplia utilización de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) implantadas.
- La implantación del sistema de gestión de la calidad en la unidad de oncología farmacéutica y el seguimiento de los indicadores de calidad permite medir y evaluar la seguridad farmacoterapéutica en el paciente oncológico e instaurar nuevos objetivos de calidad.

## MONITOREO DE LA MORTALIDAD PERINATAL

Montoya – Restrepo<sup>139</sup> presenta el uso del control estadístico de procesos en la vigilancia de la mortalidad perinatal, indicador de la salud materno-perinatal.

Para contextualizar la situación, se menciona que “entre los indicadores seleccionados por la OMS para la vigilancia del proceso reproductivo se encuentra la mortalidad perinatal: muerte del producto que alcanza un mínimo de 1 000 gramos o 28 semanas de gestación y hasta los siete primeros días de vida...”<sup>140</sup>

---

<sup>137</sup> LOPEZ-MONTENEGRO Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. En: Farmacia Hospitalaria. [en línea]. 2013, vol.37, n.2. p. 148 [Consultado 05, mayo, 2016], Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-63432013000200008&lng=es&nrm=iso)

<sup>138</sup> Ibid, p. 149

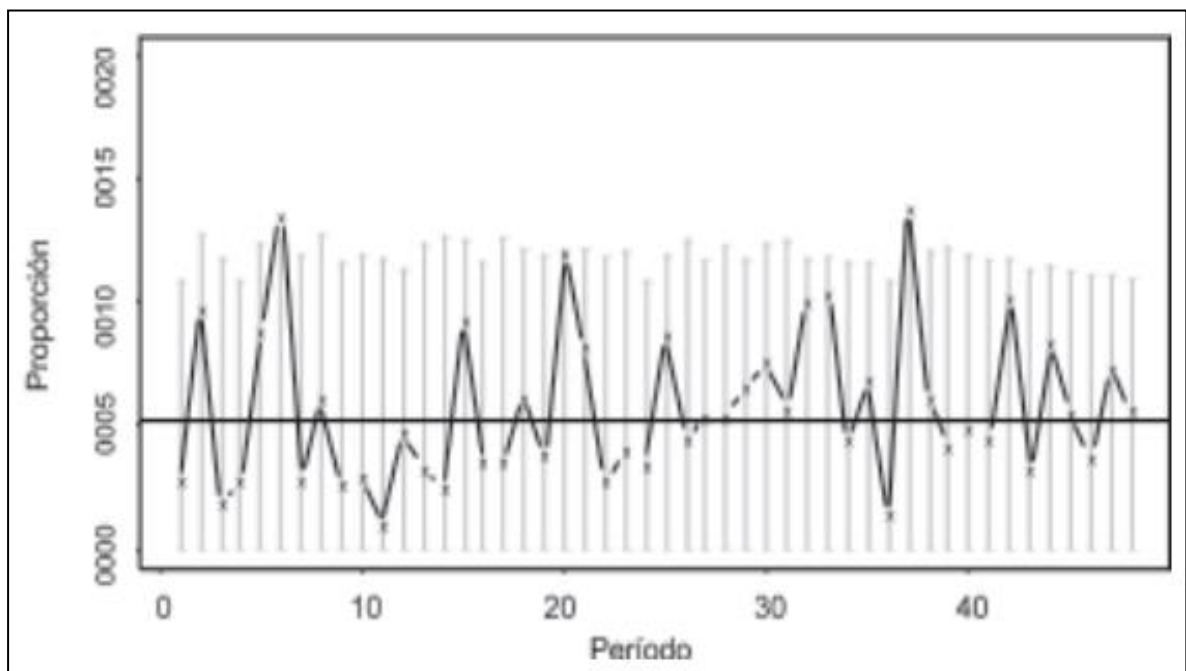
<sup>139</sup> MONTOYA-RESTREPO, Nora E, Correa-Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. En Revista de Salud Pública. [en línea]. 2009, vol.11, n.1. p.92-99. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642009000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642009000100010&lng=en&nrm=iso)

<sup>140</sup> Ibid, p. 93.

El documento corrobora conceptualmente el uso de gráficos de control, mencionando que “La variabilidad en la calidad de un producto puede ser debida a causas aleatorias, sobre las cuales poco o nada se puede hacer o, a <<causas especiales>> o <<causas asignables>> sobre las que se puede tener algún grado de control”<sup>141</sup>. Adicionalmente, Montoya- Restrepo<sup>142</sup> menciona que la distribución estadística para en el área del cuidado de la salud puede ser Poisson, Binomial, o Geométrica.

Para el caso de estudio, “las cartas de control SPC fueron elaboradas teniendo en cuenta 286 muertes perinatales reportadas a la Coordinación de Promoción y Prevención de la Empresa Promotora de Salud SUSALUD, al igual que los 51 840 nacimientos, ocurridos entre enero de 2004 y diciembre de 2007”<sup>143</sup>. Después de tener los datos respectivos, se generaron dos gráficos de control, los cuales se muestran en los gráficos 43 y 44.

Gráfico 43. Carta control para la proporción de muertes perinatales, sin puntos fuera de control



**Fuente:** Compañía Suramericana de Servicios de Salud S.A. Enero 2004 a diciembre de 2007. Citado por Montoya - Restrepo, Nora E, Correa-Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. En Revista de Salud Pública. [en línea]. 2009, vol.11, n.1. p.96. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642009000100010&Ing=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642009000100010&Ing=en&nrm=iso)>

<sup>141</sup> MONTOYA-RESTREPO, Nora E, Correa-Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. En Revista de Salud Pública. [en línea]. 2009, vol.11, n.1. p.93. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642009000100010&Ing=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642009000100010&Ing=en&nrm=iso)

<sup>142</sup> Ibid, p. 93.

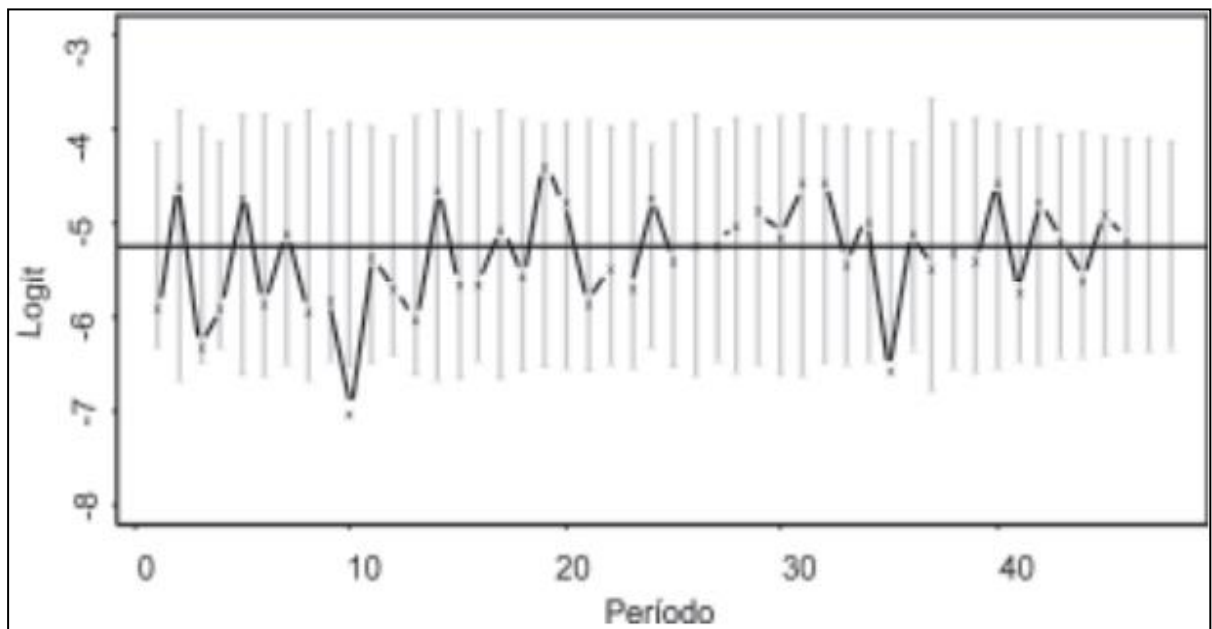
<sup>143</sup> Ibid, p. 95.



“La primera carta se hizo teniendo en cuenta como línea central la proporción de muertes perinatales en cada uno de los meses y como límites superior e inferior de control la proporción de muertes  $\pm 3 SD$ ”<sup>144</sup>. Montoya – Restrepo<sup>145</sup>, en conjunto con su colaborador, estiman las proporciones para cada uno de los meses, entendiendo  $p_i = (\text{muertes perinatales en el mes } i) / (\text{Número de partos en el mes } i)$ . Se obtuvo un promedio para el proceso igual a:  $p=0,005256451$  esto es, cinco muertes perinatales por cada mil nacimientos.

A manera de explicación del gráfico, se establece que “(...) los límites son variables ya que para cada mes se tiene un número diferente de partos. Se observa que los límites inferiores son todos cero, esto se debe a que los límites inferiores calculados fueron negativos. En este proceso se observan dos puntos «fuera de control» que corresponden a las observaciones 6 y 37”<sup>146</sup>

Gráfico 44. Carta control para el Logit de muertes perinatales, sin puntos fuera de control



**Fuente:** Compañía Suramericana de Servicios de Salud S.A. Enero 2004 a diciembre de 2007. Citado por Montoya - Restrepo, Nora E, Correa-Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. En Revista de Salud Pública. [en línea]. 2009, vol.11, n.1. p.97. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642009000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642009000100010&lng=en&nrm=iso)>

<sup>144</sup> MONTOYA-RESTREPO, Nora E, Correa-Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. En Revista de Salud Pública. [en línea]. 2009, vol.11, n.1. p.96. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642009000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642009000100010&lng=en&nrm=iso)>

<sup>145</sup> Ibid, p. 96.

<sup>146</sup> Ibid, p. 97

El segundo gráfico “se elaboró calculando los logits de las proporciones de muertes perinatales, esto se hizo debido a que en el área de epidemiología es más natural expresar los riesgos en términos de Odds (cocientes de probabilidad) y a que, desde el punto de vista teórico, el log del Odds converge a la normal más rápidamente”<sup>147</sup>. Montoya – Restrepo<sup>148</sup>, en conjunto con su colaborador, establecen como resultado de este gráfico que los puntos 11 y 36 se encuentran fuera de control, correspondiendo a las probabilidades observadas de 0,0009057971 y 0,001375516 respectivamente, siendo las probabilidades más bajas. Si se determinan las causas asignables se podría mejorar el proceso como un todo.

Desde el punto de vista conceptual, “el logit se define como  $\log(\pi/(1-\pi))$ . La distribución asintótica del  $\log(\pi/(1-\pi))$  es normal con media  $\log(\pi/(1-\pi))$  y varianza  $1/(n \cdot p \cdot (1-p))$ ”<sup>149</sup>

Como conclusiones del caso de estudio, Montoya – Restrepo<sup>150</sup> define:

- La mortalidad perinatal es un indicador de impacto, que refleja en forma directa, la atención prenatal, intraparto y neonatal y, en forma indirecta, la salud materna.
- Las tasas decrecientes a través del tiempo son el reflejo de un buen estado de salud, pero, las tasas crecientes pueden reflejar un verdadero deterioro de la calidad de los servicios o del acceso a los mismos.
- El caso de estudio permitió elaborar dos cartas de control para el monitoreo de la mortalidad perinatal, uno de los indicadores del proceso reproductivo, las cuales pueden ser usadas para vigilar la variación del mismo a lo largo del tiempo y probar la efectividad de las acciones correctivas emprendidas

---

<sup>147</sup> MONTROYA-RESTREPO, Nora E, Correa-Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. En Revista de Salud Pública. [en línea]. 2009, vol.11, n.1. p.96. [Consultado 05, mayo, 2016]. Disponible en: <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642009000100010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642009000100010&lng=en&nrm=iso)>

<sup>148</sup> Ibid, p. 97.

<sup>149</sup> Ibid, p. 97

<sup>150</sup> Ibid, p. 98.

#### 2.4.5. Servicios de supermercado.

Pierdant<sup>151</sup> presenta una breve historia de los gráficos de control, conceptos relacionados, y su aplicación en una caja rápida (expres) de un supermercado al sur de la ciudad de México.

Inicialmente se establece que “la calidad de un producto o la calidad en la prestación de un servicio se puede lograr si, como administradores, tenemos la creencia de que la variabilidad excesiva se puede evitar”<sup>152</sup>. Adicionalmente, Pierdant<sup>153</sup> menciona que en todo proceso de prestación de un servicio existen dos tipos de variación:

- La variación aleatoria (variación común o inherente)
- La variación sistemática (variación asignable o de causa especial)

Una vez identificadas las causas de variación de un proceso, el artículo define que “las gráficas, diagramas o cartas de control permiten detectar la variación sistémica generada en un proceso de producción o en la prestación de un servicio con el objetivo de poder ser identificada y corregida antes de que ésta produzca una gran cantidad de partes, productos o servicios defectuosos”<sup>154</sup>

El caso de estudio “(...) consistió en determinar si el tiempo de atención al cliente (en segundos) se encontraba dentro de los estándares de atención establecidos por la tienda para su caja rápida”<sup>155</sup>

Los datos que se recolectaron en el estudio se muestran en la tabla 14.

---

<sup>151</sup> PIERDANT Rodríguez, Alberto Isaac, Rodríguez Franco, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. En: Política y Cultura [en línea]. 2009. Número 32, p. 151-169. [Consultado: 24, mayo,2016] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26711870008>> ISSN 0188-7742

<sup>152</sup> PIERDANT Rodríguez, Alberto Isaac, Rodríguez Franco, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. En: Política y Cultura [en línea]. 2009. Número 32, p. 151-169. [Consultado: 24, mayo,2016] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26711870008>> ISSN 0188-7742

<sup>153</sup> Ibid, p. 155.

<sup>154</sup> Ibid, p. 156.

<sup>155</sup> Ibid, p. 162

Tabla 14. Tiempo de atención a cliente en caja rápida

Muestra	Tiempo requerido por cliente (segundos)									
Lunes	33	37	39	39	31	35	31	39	37	34
Martes	36	30	33	37	33	39	37	35	35	35
Miércoles	40	40	32	31	34	40	30	31	34	35
Jueves	33	38	31	40	36	36	40	39	38	31
Viernes	32	38	32	33	32	34	35	34	40	35
Sábado	41	37	44	44	36	36	35	38	41	37
Domingo	37	39	45	41	41	43	38	45	44	39
Lunes	31	40	40	38	36	38	36	36	30	40
Martes	35	36	39	34	32	35	31	38	34	33
Miércoles	40	30	36	34	38	38	34	39	40	30
Jueves	38	34	36	38	35	38	32	35	31	33
Viernes	32	36	40	37	38	40	40	38	30	36
Sábado	41	40	41	35	45	43	40	39	45	44
Domingo	42	45	44	45	45	45	41	43	39	41
Lunes	33	32	34	39	35	33	39	35	32	35
Martes	39	36	40	32	36	36	32	32	33	40
Miércoles	38	34	34	38	36	36	32	40	38	38
Jueves	30	33	38	34	33	32	36	40	37	38
Viernes	36	34	40	35	39	33	39	30	31	31
Sábado	45	36	39	43	39	40	39	37	44	45
Domingo	36	36	44	35	39	36	40	44	41	37

Fuente: Pierdant Rodríguez, Alberto Isaac, Rodríguez Franco, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. En: Política y Cultura [en línea]. 2009. Número 32, p. 163. [Consultado: 24, mayo,2016] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26711870008>> ISSN 0188-7742

“Se realizaron 210 mediciones del tiempo requerido de atención (en segundos) en una caja rápida. En este tipo de caja, sólo está permitido un máximo de 8 artículos por cliente (...) el muestreo consistió en tomar el tiempo de cada cliente desde que llega a la caja y se retira de ella mediante un cronómetro digital. Se tomaron los tiempos de atención de diez clientes por día de manera aleatoria dentro del turno de trabajo del cajero que atiende esta caja”<sup>156</sup>.

Con esos datos, se calculan los valores de  $\bar{X}$  y R, los cuales se muestran en la tabla 15.

<sup>156</sup> PIERDANT Rodríguez, Alberto Isaac, Rodríguez Franco, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. En: Política y Cultura [en línea]. 2009. Número 32, p. 163. [Consultado: 24, mayo,2016] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26711870008>> ISSN 0188-7742

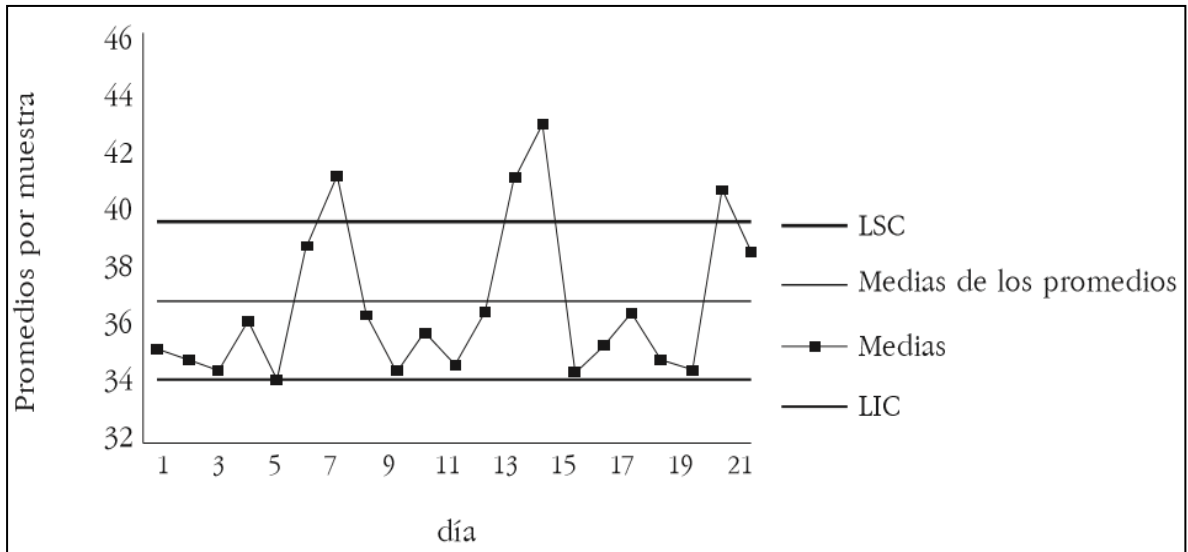
Tabla 15. Cálculo de medias y rangos para tiempo de atención a cliente en cajero rápido

Muestra	Tiempo requerido por cliente (segundos)										$\bar{X}$	R
Lunes	33	37	39	39	31	35	31	39	37	34	36	8
Martes	36	30	33	37	33	39	37	35	35	35	35	9
Miércoles	40	40	32	31	34	40	30	31	34	35	35	10
Jueves	33	38	31	40	36	36	40	39	38	31	36	9
Viernes	32	38	32	33	32	34	35	34	40	35	35	8
Sábado	41	37	44	44	36	36	35	38	41	37	39	9
Domingo	37	39	45	41	41	43	38	45	44	39	41	8
Lunes	31	40	40	38	36	38	36	36	30	40	37	10
Martes	35	36	39	34	32	35	31	38	34	33	35	8
Miércoles	40	30	36	34	38	38	34	39	40	30	36	10
Jueves	38	34	36	38	35	38	32	35	31	33	35	7
Viernes	32	36	40	37	38	40	40	38	30	36	37	10
Sábado	41	40	41	35	45	43	40	39	45	44	41	10
Domingo	42	45	44	45	45	45	41	43	39	41	43	6
Lunes	33	32	34	39	35	33	39	35	32	35	35	7
Martes	39	36	40	32	36	36	32	32	33	40	36	8
Miércoles	38	34	34	38	36	36	32	40	38	38	36	8
Jueves	30	33	38	34	33	32	36	40	37	38	35	10
Viernes	36	34	40	35	39	33	39	30	31	31	35	10
Sábado	45	36	39	43	39	40	39	37	44	45	41	9
Domingo	36	36	44	35	39	36	40	44	41	37	39	9

**Fuente:** Pierdant Rodríguez, Alberto Isaac, Rodríguez Franco, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. En: Política y Cultura [en línea]. 2009. Número 32, p. 164. [Consultado: 24, mayo, 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26711870008>> ISSN 0188-7742

Con estos datos, y mediante el cálculo de la media aritmética para el rango de datos, se elaboran los respectivos gráficos de control, los cuales se muestran en los gráficos 45 y 46.

Gráfico 45. Gráfica de control para la media de tiempos de servicio en caja rápida



**Fuente:** Pierdant Rodriguez, Alberto Isaac, Rodríguez Franco, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. En: Política y Cultura [en línea]. 2009. Número 32, p. 165. [Consultado: 24, mayo, 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26711870008>> ISSN 0188-7742

En el análisis de la gráfica se muestra que “(...) los tiempos del servicio de la caja rápida están fuera de control debido a una variación de causa asignable. Se observa que el empleado encargado de la caja trabaja muy rápidamente de lunes a viernes (menos de 37 segundos en promedio por cliente), pero los fines de semana, sábado y domingo su eficiencia cae (más de 39 segundos) como puede observarse en el primer domingo (41 seg.), el segundo sábado (41 seg.) y domingo (43 seg.) y el último sábado (41 seg.) estudiado”<sup>157</sup>.

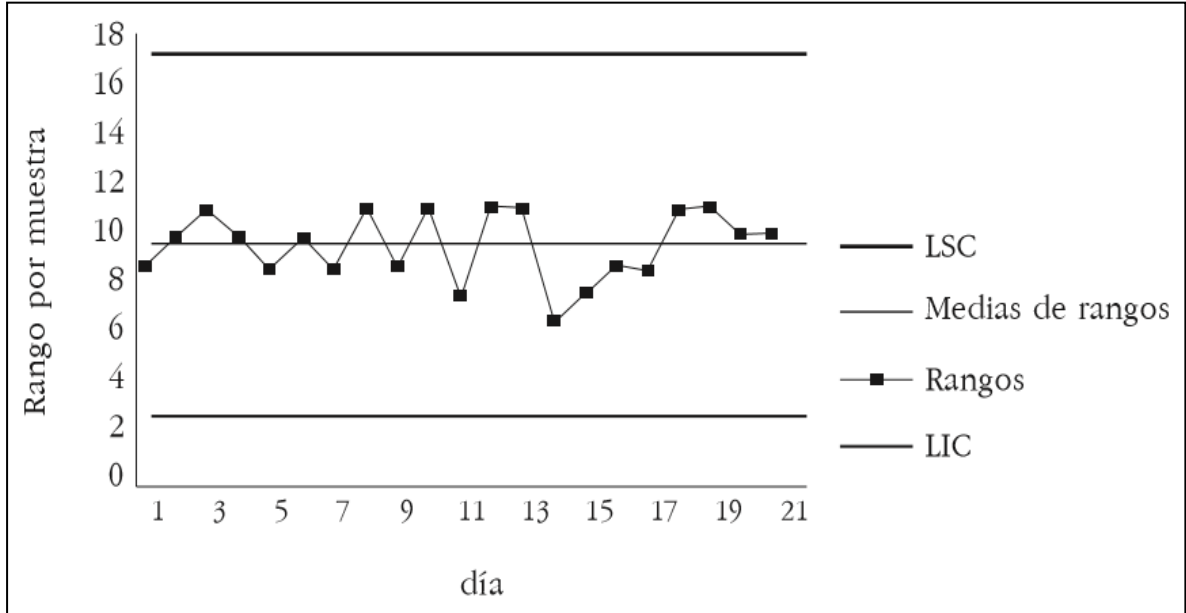
Pierdant<sup>158</sup> propone como acciones de mejora:

- Rotar al empleado que atiende la caja rápida los fines de semana.
- Abrir otra caja de este tipo durante los fines de semana, lo que permitirá atender a los clientes dentro de los estándares predefinidos (37 segundo en promedio)

<sup>157</sup> PIERDANT Rodriguez, Alberto Isaac, Rodríguez Franco, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. En: Política y Cultura [en línea]. 2009. Número 32, p. 167. [Consultado: 24, mayo, 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26711870008>> ISSN 0188-7742

<sup>158</sup> Ibid, p. 167.

Gráfico 46. Control de rangos para caja rápida



**Fuente:** Pierdant Rodriguez, Alberto Isaac, Rodríguez Franco, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. En: Política y Cultura [en línea]. 2009. Número 32, p. 167. [Consultado: 24, mayo, 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26711870008>> ISSN 0188-7742

En el gráfico de control R se observa que “(...) el proceso en la variabilidad de la atención a clientes está bajo control; es decir, el tiempo requerido de atención de un cliente está dentro de los estándares establecidos al observar que los rangos de tiempo de las tres semanas se encuentran dentro de los límites (...)”<sup>159</sup>

Como conclusiones del caso de estudio, Pierdant<sup>160</sup> establece que:

- Las técnicas cuantitativas simples, como las mostradas en el caso de estudio, se pueden aplicar a una gran variedad de servicios públicos y privados.
- Los conocimientos de estadística requeridos por una persona involucrada en este tema se limitan únicamente a cálculos de medias aritméticas y rangos, por lo que su aplicación e implementación en áreas de servicio parece ser simple y de manera inmediata.

<sup>159</sup> PIERDANT Rodriguez, Alberto Isaac, Rodríguez Franco, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. En: Política y Cultura [en línea]. 2009. Número 32, p. 168. [Consultado: 24, mayo, 2016] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26711870008>> ISSN 0188-7742

<sup>160</sup> Ibid, p. 168.

## **2.5. VACÍOS CORRESPONDIENTES A LA GENERACIÓN DE DOCUMENTOS RELACIONADOS CON EL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS APLICADO ORGANIZACIONES DEL SECTOR SERVICIOS.**

De acuerdo con los resultados de la recuperación de información, y el análisis bibliométrico respectivo, existe un bajo aporte significativo de documentos para el tema investigado. La recopilación documental es más compleja si se espera encontrar, en un mismo texto, concepto y aplicación del control estadístico de procesos en empresas de servicios.

Tomando como referencia, por ejemplo, la base de datos Scimago, y el criterio de búsqueda *Industrial and Manufacturing Engineering*, se puede entender que no existe la opción de buscar por empresas de servicios. Lo anterior dificulta la recopilación de información correspondiente.

Otro vacío encontrado, desde un punto de vista conceptual, es la falta de unificación en el concepto *control estadístico de procesos*. Aunque los autores mencionados en el documento definen la variabilidad como fuente principal del control estadístico de procesos, y el uso de los gráficos de control como principal herramienta, no es claro el papel que tienen otras herramientas mencionadas como Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto, entre otros, dentro de este concepto.

En la búsqueda documental, cuando se encontraron textos relacionados con la aplicación del control estadístico de procesos, los autores no mencionaron el uso de este tipo de herramientas, excepto de los gráficos de control.

Los anteriores vacíos podrían servir como entrada a futuros documentos investigativos con el fin de cerrar las brechas encontradas.



### 3. CONCLUSIONES.

- Se identificaron y categorizaron los referentes conceptuales con sus respectivos autores y producción bibliográfica, aplicando los tesauros correspondientes, lo cual permitió conocer la producción documental con respecto al tema. Se encontraron publicaciones relevantes que apoyaron el desarrollo de este trabajo investigativo.
- Se realizó el paralelo entre las ventajas y desventajas de las principales herramientas del control estadístico de procesos, permitiendo al lector entender los beneficios/riesgos de implementar el control estadístico de procesos en la organización.
- Se establecieron los gráficos de control como la herramienta de control estadístico de procesos más usado en las organizaciones de prestación de servicios.
- El control estadístico de procesos (gráficos de control) permite identificar la(s) causa(s) de variación del proceso, aplicando el gráfico de control respectivo, y tomar la(s) acción(es) correspondiente(s).
- Existe un gráfico de control para analizar el comportamiento del proceso, independientemente el tipo de variable (continua o discreta) elegida por la organización para ser analizada.
- Se identificaron los vacíos correspondientes a la generación de documentos relacionados con el control estadístico de procesos aplicado organizaciones del sector servicios, encontrando que existen vacíos en la producción documental y en la uniformidad conceptual sobre la definición del control estadístico de procesos.
- El control estadístico de procesos es un concepto que se aplica desde hace un siglo, aproximadamente, sin embargo, su uso ha estado relacionado con empresas del sector manufactura. Este trabajo investigativo permitió identificar empresas de diferentes sectores de servicios que aplican el control estadístico de procesos (gráficos de control) para conocer la variación de su(s) proceso(s), la(s) causa(s) de esta variación, y establecen el(los) plan(es) de acción correspondiente(s) para estabilizarlo(s) y mejorar su capacidad.
- Los aspectos clave en la implementación del control estadístico de procesos (gráficos de control) son: La competencia del personal que genera el gráfico y/o analiza el resultado; y la confiabilidad de los datos que analizarán.

#### **4. RECOMENDACIONES**

- Las organizaciones, tanto de prestación de servicios como de manufactura, pueden formar al personal asignado para implementar el control estadístico de procesos.
- Las organizaciones pueden definir su propia metodología para implementar el control estadístico de procesos como apoyo al análisis y mejora de sus procesos.
- Las organizaciones pueden incluir herramientas ofimáticas (excell, minitab, entre otras) como apoyo para el control estadístico de procesos.
- Las Universidades, Entidades Gubernamentales, o similares, en Colombia, podrían apoyar/incentivar/fomentar la publicación de documentos que contengan casos de estudio sobre la aplicación de control estadístico de procesos en el contexto nacional, con el fin de fortalecer la generación documental con respecto al tema.

## BIBLIOGRAFÍA.

Asensio Villahoz, Paula y Vicente Virseda, Juan Antonio. Evaluación de un archivo de historias clínicas mediante la aplicación de métodos de control estadístico de la calidad. 2011.

Boe, Debra Thingstad, Riley, William, Parsons, Helen. Improving Service Delivery in a County Health Department WIC Clinic: An Application of Statistical Process Control Techniques. 2009.

Cuatrecasas, Lluís. Gestión integral de la calidad: implantación, control y certificación. Ed. 3. España: Ediciones Gestión 2000, 2009.

Evans, James R., Lindsay, William R. Administración y Control de la Calidad. Ed. 7. Cengage Learning Editores. 2008. P 4-5.

Fontalvo Herrera, Tomás José. La gestión avanzada de la calidad: metodologías eficaces para el diseño, implementación y mejoramiento de un sistema de gestión de la calidad. Colombia: Corporación para la gestión del conocimiento ASD 2000, 2006.

González Gaya, Cristina, Domingo Navas, Rosario, and Pérez, Miguel Ángel Sebastián. Técnicas de mejora de la calidad: UNED - Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2000.

Greeff, Gerhard Ghoshal, Ranjan. Practical E-Manufacturing and Supply Chain Management. 2004.

Green Jr, Kenneth W. Toms, Lisa. Stinson, Terrye. Academy of Educational Leadership Journal. 2012.

Ishikawa, Kaoru. Introducción al control de calidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2007. p. 120.

Jiang, Wei. Au, Tom. Tsui, Kwok-Leung. IIE Transactions. Mar2007, Vol. 39 Issue 3, p. 235-249

Juran, Joseph M. Juran y la planificación para la calidad. España: Ediciones Díaz de Santos, 2008.

Kumar, Dharendra. Six Sigmas Las mejores prácticas. 3R Editores. 2009.

Lopez-montenegro Soria, M<sup>a</sup> Á.; Albert Mari, A. y Jiménez Torres, N. V. Medida de la mejora continua en la seguridad del paciente oncológico. 2013.

Montoya-Restrepo, Nora E, Correa-Morales, Juan C. Cartas de Control Estadístico de Procesos en el Monitoreo de la Mortalidad Perinatal. 2009.

Nunes, Isabel, Larsson, J Landstad, B.J, Wiklund, H, Vinberg, S. Control charts as an early -warnings system for workplace health outcomes. 2011.

Parra Ferié, Cecilia, Negrin Sosa, Ernesto, and Gómez Figueroa, Olga. Procesos de servicios: tendencias modernas en su gestión.: Elibro, 2000.

Pierdant Rodriguez, Alberto Isaac, Rodríguez Franco, Jesús. Control estadístico de la calidad de un servicio mediante Gráficas X y R. 2009.

Rodríguez Sánchez, Yaniris. Metodología bibliométrica para la evaluación de la actividad científica. Cuba: D - Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, 2012.

Tsai, Ming-Ching, Ou-Yang, Chao. Journal of the Chinese Institute of Industrial Engineers. 2010. Vol. 27 Issue 3, p. 231

Valotto Patuzzo, Genilson. Las transformaciones en la consideración del sector servicios: del Siglo XVIII hasta la actualidad. España: D - Universidad de Alcalá, 2011.

Vargas Quiñones, Martha Elena, and Aldana de Vega, Luzángela. Calidad en el servicio. Colombia: Universidad de La Sabana, 2007.

Vargas Quiñones, Martha Elena, and Aldana de Vega, Luzángela. Calidad y servicio: conceptos y herramientas (2a. ed.). Ecoe Ediciones, 2000.

Zeithaml, Valarie A., Parasuraman, A., and Berry, Leonard L. Calidad total en la gestión de servicios. España: Ediciones Díaz de Santos, 2007.

Zhang, Peng. Advanced Industrial Control Technology.