

LOS METODOS ESTADISTICOS EN LA GESTION DE CALIDAD DE LAS EMPRESAS ESPAÑOLAS

DANIEL PEÑA

Laboratorio de Estadística, ETSII
Universidad Politécnica de Madrid

ARTURO RUIZ-FALCÓ

Telecomunicación y Control, S. A.

DAMIÁN DÍEZ

Laboratorio de Estadística, ETSII
Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados de una encuesta sobre la utilización de los métodos estadísticos por las empresas que pertenecen a la Asociación Española para la Calidad. Se concluye que las técnicas más utilizadas son la aceptación por muestreo y el control de procesos. Comparando los resultados de esta encuesta con los obtenidos en otros países, se detecta un retraso en la utilización de los métodos estadísticos por las empresas en España del orden de 5 años respecto a Gran Bretaña, y de más de 15 años respecto a Estados Unidos.

Palabras clave: Control Estadístico de Calidad, Diseño de Experimentos, Aplicaciones.

Clasificación AMS: 62N10, 62N99, 90B25.

SUMMARY

This work presents the results of a survey on the use of statistical methods by firms members of the Spanish Association for Quality. The methods most widely used are acceptance sampling and statistical process control. Comparing these results with those obtained in other countries, there seems to exist a 5

Recibido diciembre 1989.
Revisado junio 1990.

years lag with respect to Great Britain, and more than 15 years with respect to the United States.

Key words: Statistical Quality Control, Design of Experiments, Applications.

AMS classification: 62N10, 62N99, 90B25

Title: Statistical Methods for Quality Control in Spanish firms.

1. INTRODUCCION

El progreso experimentado por las empresas japonesas durante las últimas décadas ha sido espectacular y es difícil encontrar antecedentes comparables. En la actualidad los productos japoneses son punteros en casi todos los sectores industriales, desde la industria pesada (siderúrgica, construcción naval, etc.) hasta microelectrónica, pasando por la óptica, automoción, etc. En un futuro próximo es muy posible que sean muy competitivos en otros sectores, como por ejemplo el aeroespacial, y quizá en los servicios.

¿Cuál es el secreto de este éxito? Evidentemente sería muy simplista pensar que un triunfo tan formidable se debe a una causa única. De todos modos es un hecho reconocido que una parte importante de ese éxito se debe a las altas cotas de calidad que ha alcanzado la empresa japonesa.

Pero, ¿en qué consiste la «calidad japonesa»? Desde luego sería demasiado frívolo decir que «la calidad japonesa consiste en una aplicación intensiva de las herramientas de Ishikawa, es decir, de los métodos estadísticos». La metodología japonesa tiene implicaciones de organización muy importantes que no se pueden soslayar. Sin embargo, no resulta exagerado en absoluto decir que «la herramienta fundamental en la metodología japonesa es la aplicación intensiva de los métodos estadísticos».

Cualquier herramienta en sí no vale para nada, necesita que la maneje una mano experta que la utilice en la consecución de unos fines. Por otra parte, esa mano experta sin la herramienta adecuada vale para poco.

Tras estas consideraciones surge el interrogante, ¿qué utilización estamos haciendo en España de los métodos estadísticos en la gestión de calidad? ¿Estamos utilizando esa herramienta cuya eficacia ha quedado más que contrastada? En medio de este interrogante se creó en septiembre de 1987 el Comité de Métodos Estadísticos de la A.E.C.C.

Este comité, integrado por profesionales procedentes de distintos sectores industriales, consideró interesante tener un conocimiento lo más amplio y exacto posible del uso actual por las empresas españolas de los métodos estadísticos para el control y mejora de la calidad. Este artículo resume los resultados de una encuesta realizada por este objetivo.

2. CARACTER DE LAS EMPRESAS ESTUDIADAS

La encuesta se realizó durante la primavera de 1988 utilizando como población al conjunto de las 678 empresas afiliadas a la A.E.C.C.

A estas empresas se les distribuyó un cuestionario que constaba de dos partes, la primera recogía datos generales de la empresa, y la segunda se refería a la utilización de las técnicas estadísticas más comunes. El cuestionario se diseñó para ser contestado en forma anónima, aunque algunas empresas no hicieron uso de ese derecho y renunciaron a su anonimato.

La extrapolación de estos datos a la totalidad de las empresas españolas es bastante discutible debido al propio sesgo en materia de calidad de las empresas afiliadas a la A.E.C.C. con respecto a la población global de las empresas españolas. De todos modos resulta razonable pensar que, como media, el conjunto de las empresas de la A.E.C.C. tienen una predisposición hacia la calidad superior a la media nacional, por lo que la realidad media española será más pesimista que lo expresado por los datos expuestos.

En total se recibieron 154 respuestas, lo que representa un 22.7 % sobre la población total.

El 59 % de las respuestas provienen del sector de Transformación de los Metales y Mecánica de precisión. Dentro de ellas, el 22.7 % proviene de Fabricación de Productos Metálicos (excepto máquinas y material de transporte), y el 16.2 % de Automoción. Desafortunadamente la distribución de las empresas afiliadas a la A.E.C.C. no es conocida de momento, pero parece que también tiene una tendencia industrial-metalúrgica, por lo que no se aprecia ningún sesgo en la respuesta respecto de la población base.

Respecto al tamaño, el 56.8 % de las respuestas provienen de empresas menores de 500 empleados, mientras que en la población encuestada esta proporción es del 67 %. Se detecta un cierto sesgo en las respuestas

hacia empresas grandes con relación a la población. El 35.6 % de las respuestas provenían de empresas que facturaban más de 10.000 millones/año y el 48.1 % de empresas cuya facturación se encuentra comprendida entre 1.000 y 10.000 millones/año.

Con objeto de verificar la coherencia de los datos recibidos, se ha hallado la correlación existente entre número de empleados y facturación. El valor obtenido es de 0.7, que se considera aceptable.

La distribución de la ubicación geográfica de las empresas que contestaron a la encuesta está de acuerdo con el grado de desarrollo alcanzado por las distintas comunidades autónomas. El 20.8 % corresponden a Madrid, el 20 % a Cataluña, el 18.2 % al País Vasco, el 10 % tiene implantación nacional y el resto se distribuye por las demás comunidades autónomas. Se denominan empresas con «Implantación Nacional» a aquellas con instalaciones en varias autonomías.

Respecto a la antigüedad, el 61 % tienen más de 25 años, el 38.8 % entre 5 y 25 y sólo un 0.2 corresponde a empresas nuevas. Globalmente un 40 % son multinacionales y un 60 % son nacionales. Sin embargo el 75 % trabajan en mercados internacionales.

Se consideró interesante conocer el tipo de producción de la empresa (grandes series, etc.). La distribución se incluye en la Tabla 1. Como «mixta» se han incluido aquellas que combinan varios tipos.

TABLA 1
Respuesta al cuestionario según el tipo de producción

TIPO DE PRODUCCION	%
Grandes series	37.7
Mixta	22.7
A petición del cliente	20.8
Pequeñas series	13.6
Continua	2.6
Otros	1.3
NS/NC	1.3
TOTAL	100.0

A continuación se proporcionan datos descriptivos sobre la gestión de calidad de las empresas estudiadas. En la Tabla 2 se indica la distribución del tamaño relativo a la plantilla de la empresa de los departamentos de calidad. Debido a las distintas estructuras de la empresa (por ejemplo, que el personal de verificación esté incluido en calidad o esté transferido a producción), la interpretación de estos datos ha de hacerse con muchas precauciones.

TABLA 2
Respuesta al cuestionario según el tamaño relativo del departamento de calidad

NUMERO DE EMPLEADOS DEL DEPARTAMENTO DE CALIDAD	%
Entre 1 y 25	38.4
Entre 26 y 100	16.1
Entre 101 y 500	4.6
Más de 500	1.3
NS/NC	39.6
TOTAL	100.0

La distribución del número de empleados del departamento de calidad en proporción a la plantilla total de la empresa se indica en la Tabla 3. Destaca un alto porcentaje de NS/NC.

TABLA 3
Respuesta al cuestionario según el número de empleados del departamento de calidad

TAMAÑO RELATIVO DEL DEPARTAMENTO DE CALIDAD	%
Entre 0 y 2.5%	18.8
Entre 2.5 y 5%	32.5
Entre 5 y 7.5%	22.8
Entre 7.5 y 10%	16.9
Más del 10%	7.0
NS/NC	2.0
TOTAL	100.0

En la Tabla 4 se da la distribución de los costes por fallos con relación a la facturación. Es sabido que los datos oficiales de costes por fallos no son igualmente fiables en todas las empresas, por lo que la valoración de los datos de la Tabla 4 ha de hacerse con muchas reservas.

TABLA 4
Respuesta al cuestionario según el coste por fallos

COSTES POR FALLOS	%
Entre 0 y 5%	50.6
Entre 5 y 10%	11.7
Más del 10%	1.3
Desconocido	31.8
NS/NC	4.6
TOTAL	100.0

Respecto a la capacitación del personal disponible en la organización, el 42.2 % contesta diciendo que cuenta con personal con formación estadística superior.

3. UTILIZACION DE LOS METODOS ESTADISTICOS

3.1. Uso global de los métodos estadísticos

Se preguntó a las empresas encuestadas sobre el grado de utilización de cada técnica estadística. Las respuestas existentes en el cuestionario se encuadraban en la escala siguiente:

- «Nunca».
- «Raramente».
- «Bastante».

- «En condiciones normales».
- «Rutinariamente y en todo momento que se requiera».

Esta escala se transformó en la siguiente escala numérica:

- NS/NC, Nunca y Raramente 0
- Bastante 1 (1)
- En condiciones normales y Rutinariamente 2

Con objeto de proporcionar una visión global de la utilización de las distintas técnicas, se ha definido *el grado medio de utilización* (G.M.) de cada una de ellas del siguiente modo:

$$G.M. = \frac{0(N(NS/NC) + N(N) + N(R)) + N(B) + 2(N(CN) + N(S))}{154} \quad (2)$$

Donde:

$N(N)$ es el número de las empresas que utilizan esa técnica «Nunca», $N(R)$ es el número de las empresas que utilizan esa técnica «Raramente», $N(B)$ es el número de las empresas que utilizan esa técnica «Bastante», $N(CN)$ es el número de las empresas que utilizan esa técnica «En condiciones normales» y $N(S)$ es el número de las empresas que utilizan esa técnica «Siempre», es decir, «Rutinariamente y en todo momento que se requiera». 154 es el número de respuestas.

En la Tabla 5 se ha asociado a cada técnica el G.M. obtenido con este método. De las técnicas enumeradas en la encuesta, las más utilizadas son las relacionadas con el control de calidad, salvo el control de procesos «CUSUM». Menos populares son técnicas clásicas como regresión y diseño de experimentos. En cuanto a las técnicas más modernas, como puede ser la metodología Taguchi, su uso es escasísimo.

Por otra parte se ha definido un *Indice de Utilización* (I.U.) global de los métodos estadísticos para cada empresa sumando sus respuestas sobre la utilización de cada técnica de acuerdo con la escala definida en (1).

En el Gráfico 1 se ha representado el histograma del Indice de Utilización de las Técnicas Estadísticas de las empresas estudiadas.

TABLA 5
Grado medio de utilización de las distintas técnicas estadísticas

TECNICA ESTADISTICA	GM	USO
Aceptación muestreo atributos	1.3	Frecuente.
Control procesos variables	1.2	"
Control procesos atributos	1.1	"
Aceptación muestreo variables	1.0	"
Téc. estadíst. aplic.a la fiabilidad	0.5	Raramente
Regresión y correlación	0.2	"
Diseño de experimentos	0.2	"
Series temporales	0.1	Pract.Nunca
Análisis multivariante	<0.1	"
Metodología Taguchi	<0.1	"
Control procesos CUSUM	<0.1	"
Operación Evolutiva "EVOP"	<0.1	"

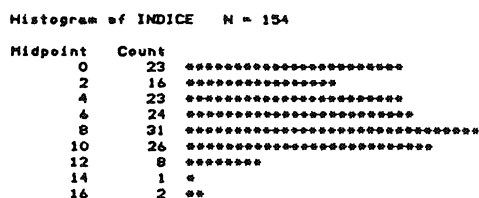


Gráfico 1: Histograma del I.U.

Teniendo en cuenta que en la encuesta se han considerado 12 técnicas, el rango del Índice de Utilización varía desde 0, si no se utilizase ninguna técnica, hasta $12 \times 2 = 24$ si se utilizasen todas en grado máximo. El valor medio de este Índice de Utilización en la muestra está alrededor de 7. Además hay un alto porcentaje (15 %) de las empresas que no utilizan ninguna de estas técnicas y tienen por tanto un índice 0. Si se compara este resultado con la respuesta a la pregunta directa sobre

la utilización general de los métodos estadísticos (ver Gráfico 2) donde un 66.9 % de las empresas indica que los métodos estadísticos se aplican regularmente, podría concluirse que las técnicas consideradas por los encuestados se limitan a tres, aspecto que se confirma en el punto 3.2.

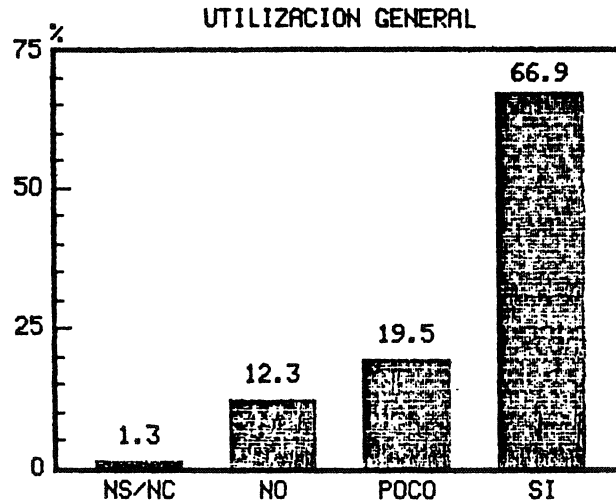


Gráfico 2: Histograma de la utilización de los métodos estadísticos.

Sobre las causas de abandono o no utilización de los Métodos estadísticos, el 89 % de los cuestionarios dejó la pregunta en blanco (por no haberlos abandonado), y porcentajes muy bajos, en torno al 4 %, indican que es debido a la complejidad y falta de formación. Respecto al motivo por el que se utilizan, se recogen los datos en la Tabla 6. En

TABLA 6
Causa de la utilización de los métodos estadísticos

CAUSA POR EL QUE SE UTILIZAN LOS M.E.	%
Ventajas económicas	39.6
Mixta	26
Imposición clientes	10.4
Imposición dirección	7.8
NS/NC	16.2
TOTAL	100.0

relación con el futuro de los Métodos estadísticos existe bastante unanimidad y el 69 % opina que su uso aumentará (Gráfico 3).

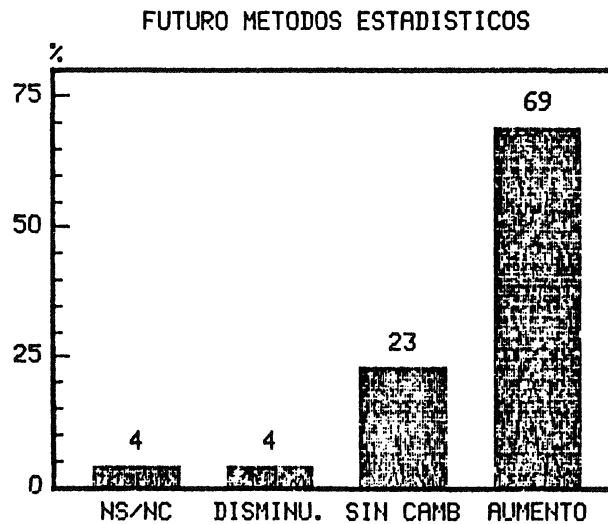


Gráfico 3: Histograma de la opinión sobre el futuro de la utilización de los métodos estadísticos.

3.2. Uso por técnicas estadísticas

Las respuestas al grado de utilización de las técnicas estadísticas en las empresas estudiadas, indican que estas técnicas pueden clasificarse en tres grupos: el primero incluye las técnicas de muestreo de aceptación, tanto por atributos como por variables; el segundo el control de procesos; el tercero el resto de las técnicas incluyendo regresión y correlación, fiabilidad, el diseño de experimentos, la metodología de Taguchi, el análisis de series temporales, la operación evolutiva y el análisis multivariante.

Esta clasificación coincide con las etapas clásicas del desarrollo de los métodos estadísticos en la gestión y mejora de la calidad: en primer lugar, aplicación del muestreo a la inspección; en segundo el control de procesos mediante gráficos de Shewart; en tercero las técnicas de mejora de la calidad desarrolladas en los últimos veinte años.

Concretamente, el 62 % de las empresas indican que utilizan frecuentemente el muestreo de aceptación por atributos (Gráfico 4), y el 46 % el de variables. El control de procesos por atributos es utilizado por el 49 % de las empresas (Gráfico 5), mientras que el control por variables lo es por un 50 %. El grado de utilización se reduce drástica-

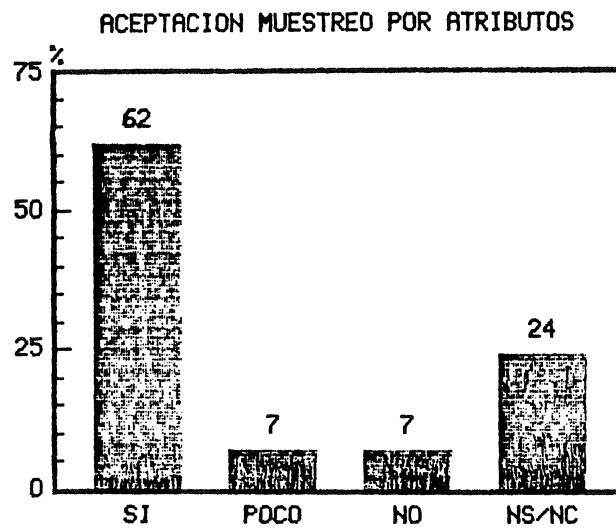


Gráfico 4: Histograma de la utilización de muestreo de aceptación por atributos.

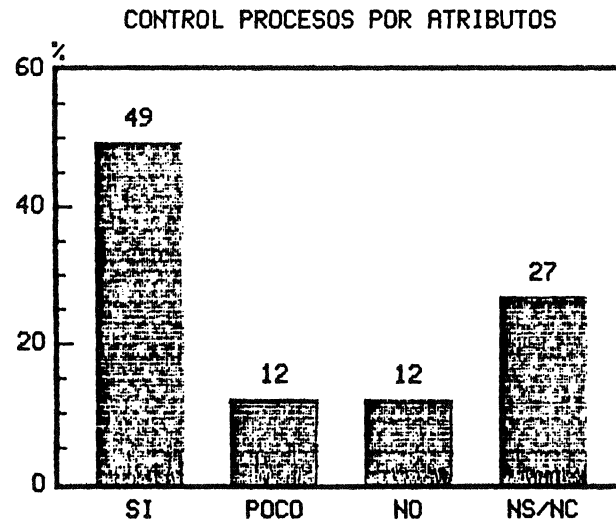


Gráfico 5: Histograma de la utilización del control de procesos por atributos.

mente al pasar al tercer grupo de técnicas: la regresión es utilizada únicamente por el 7 % de las empresas (véase Gráfico 6) y las técnicas de fiabilidad por el 17 %. Porcentajes similares se encuentran en las restantes.

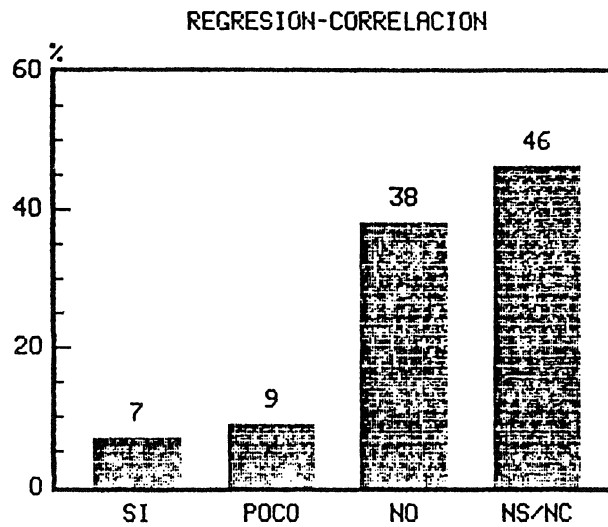


Gráfico 6: Histograma de la utilización de regresión-correlación.

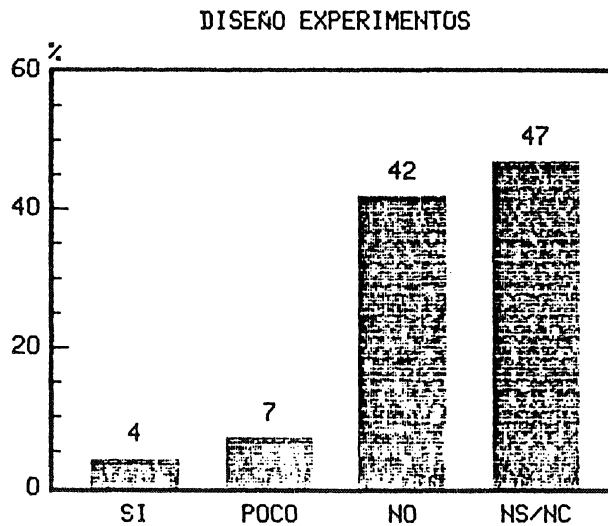


Gráfico 7: Histograma de la utilización del diseño de experimentos.

Si se comparan estos resultados con los indicados en el Gráfico 2 se deduce que el 66.9 % de empresas que declaran utilizar las técnicas estadísticas se refieren, casi exclusivamente, al muestreo de aceptación y, en menor medida, al control de procesos.

Podemos concluir que las empresas españolas se encuentran mayoritariamente en una fase inicial en el uso de estas herramientas: las ligadas a la función de inspección, que no sirve para mejorar la calidad ni evitar los defectos de fabricación, aunque previene el envío al mercado de unidades defectuosas. El control de procesos, que corresponde a una segunda etapa en la que se trata de evitar las causas de los problemas, se encuentra poco desarrollado en términos relativos. Finalmente, las técnicas específicas de mejora de calidad —regresión y diseño de experimentos— son muy poco conocidas y utilizadas por nuestras empresas.

4. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación se trata de ver la relación existente entre el Índice de Utilización y las características de las empresas encuestadas.

En la Tabla 7 se ha representado los valores medios del Índice de Utilización de las empresas agrupadas según sus costes por fallos. Esta tabla muestra que las empresas que desconocen sus costes de calidad son las que utilizan menos los métodos estadísticos. El dato correspondiente a unos costes superiores al 10 % se ha obtenido a partir de dos valores únicamente, por lo que no podemos considerarlo representativo.

TABLA 7
Valor medio de I.U. de los distintos grupos de costes por fallos

COSTES POR FALLOS	MEDIA DE I.U.
Desconocidos	4.1
0 - 5 %	6.5
5 - 10 %	6.6
Más de 10 %	2.5

La Tabla 8 relaciona la opinión de las empresas sobre el futuro de los métodos estadísticos. Se observa que las empresas que prevén más utilización futura son precisamente los que más la utilizan actualmente.

TABLA 8
Valor medio de I.U. de los distintos grupos de opinión sobre el futuro de la aplicación de los métodos estadísticos

FUTURO DE LOS M.E.	MEDIA DE I.U.
Aumentará su utilización	6.4
Sin cambios	4.6
Disminuirá su utilización	5.2

Al relacionar el Índice de Utilización con las respuestas dadas sobre la capacitación del personal, se distingue una lógica relación entre éste y la capacitación del personal disponible (ver Tabla 9). Resalta el bajo valor del Índice incluso en aquellas empresas que afirman tener un personal plenamente capacitado (media de 7.1 sobre un máximo de 24).

TABLA 9
Valor medio del I.U. de los grupos de empresas clasificadas según la capacitación de su personal

CAPACITACION DEL PERSONAL	MEDIA I.U.
Capacitación estadística superior	7.1
Aplicación de normas reconocidas y diseño de planes de muestreo propios	5.9
Unicamente aplicación de normas reconocidas	4.0

Al cruzar el Índice de Utilización con la actividad de la empresa, sobresale el bajo valor en relación de este Índice de Utilización dentro del sector «Instituciones y servicios prestados a las empresas». Por contra no aparecen diferencias apreciables entre las industrias de transformación metálica con respecto al resto de las industrias manufactureras. Este hecho es coherente con la Tabla 9, en la que se ve que las

únicas T.E. con un G.M. superior a 1 son las típicas de fabricación «on line» (muestreos y control de procesos).

Los datos recogidos corroboran la idea que la empresa de carácter multinacional hace un mayor uso de los métodos estadísticos.

5. COMPARACION CON OTROS PAISES

Es interesante comparar los resultados de esta encuesta con los obtenidos en estudios similares en otros países.

En Europa, la única investigación análoga a la nuestra que conocemos es la realizada por Oakland y Duprey (1983) sobre la industria británica. Estos autores realizaron una encuesta a una población de 1000 empresas pertenecientes a Institute of Quality Assurance (I.A.Q.) británico, obteniendo 173 contestaciones, lo que supone una tasa de respuesta algo menor que la obtenida en la encuesta española (17.3 % frente a 22.7 %). La Tabla 10 resume sus resultados —que se refieren

TABLA 10
Comparación del uso de los métodos estadísticos en España, Reino Unido y EE.UU.

UTILIZACION	PORCENTAJE DE RESPUESTAS QUE LA USAN		
	A. E. C. C. (1988)	I. Q. A. (1983)	A. S. Q. C. (1977)
ACEPTACION MUESTREO POR VARIABLES	27.3	21.4	45
ACEPTACION MUESTREO POR ATRIBUTOS	39.6	44.1	76
CONTROL PROCESOS POR VARIABLES	33.1	37.5	71
CONTROL PROCESOS POR ATRIBUTOS	31.2	22	48
CONTROL PROCESOS POR CUSUM	0.6	15.6	11

únicamente a las técnicas allí enunciadas— conjuntamente con los datos españoles y los obtenidos por Saniga y Shirland (1977) en una encuesta similar en la American Society for Quality Control (A.S.Q.C.) casualmente del mismo tamaño que la británica, 173 respuestas.

La Tabla 10 muestra que el grado de utilización de estas técnicas en España en 1988 parece similar al británico en 1983 y ambos están muy por debajo del uso en EE.UU. en 1977.

Los resultados de la I.A.Q. británica indicaban que el mayor impedimento para la utilización de estos métodos era la falta de formación del personal.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Lockyer et al. (1984), que ha llevado a cabo un estudio sobre las barreras para el uso de los métodos estadísticos de control de calidad en la industria británica, combinando encuestas y entrevistas en profundidad. Los autores concluyen que la mayor barrera para el uso de estos métodos en la industria es la falta de formación del personal que debería aplicarlas. Un dato que induce a la reflexión es que, según dicha encuesta, el 66 % de los profesionales que utilizan estas técnicas las han aprendido mediante estudio personal, sin ayuda de cursos o formación suplementaria.

Finalmente, el Comité de Educación de la Sociedad Americana de Estadística realizó en 1980 un estudio sobre la utilización de los métodos estadísticos en la industria. Sus resultados no se dirigen exclusivamente a la utilización de estos métodos para la mejora de la calidad y la productividad, aunque se concentran en aquellas técnicas utilizadas en aspectos industriales relacionados con las ciencias físicas, químicas, biológicas o ingeniería. En consecuencia, los aspectos económicos, comerciales, financieros y de personal quedan fuera de esta investigación. La investigación consistió en consultas a expertos en dichas áreas y concluyó con la clasificación de técnicas que se presenta en la Tabla 11, donde se recogen a efectos de comparación los resultados de nuestra encuesta. Se observa que las técnicas de regresión y diseño experimental son utilizadas rutinariamente en EE.UU., mientras que en España son, actualmente, casi desconocidas. Esto refleja un grave problema en la formación de los técnicos que, de no subsanarse, puede tener graves consecuencias para la industria española en el futuro.

TABLA 11
Comparación del uso de los métodos estadísticos en España
y los EE.UU.

UTILIZACION	ESPAÑA (1988)	EE.UU (1980)
RUTINARIAMENTE		REGRESION ANALISIS DE VARIANCIA INFORMACION GRAFICA Y RESUMEN DE DATOS DISEÑO DE EXPERIMENTOS CONTROL DE CALIDAD Y MUESTREO DE ACEPTACION
FRECUEMENTEMENTE	CONTROL DE CALIDAD Y MUESTREO DE ACEPT.	ANALISIS MULTIVARIANTE FIABILIDAD SERIES TEMPORALES ESTUDIO ENCUESTAS OPERACION EVOLUTIVA
RARAMENTE	FIABILIDAD REGRESION DISEÑO DE EXPERIMEN	
PRACTICAMENTE NUNCA	SERIES TEMPORALES ANALISIS MULTIVARIAN MET. TAGUCHI OPERACION EVOLUTIVA	

6. CONCLUSIONES

Las técnicas de aceptación por muestreo y control de procesos, salvo CUSUM, son las más utilizadas por las empresas de la A.E.C.C. Existe otro grupo de técnicas que se usan raramente, aunque se aprecia mayor uso de las mismas en determinadas agrupaciones, como la fabricación de automóviles.

Al comparar con otros países, EE.UU. y Reino Unido, se aprecia retraso en la aplicación de las técnicas clásicas de control de calidad. En cuanto a la comparación del uso de técnicas más avanzadas (por ejemplo, las de tipo off-line) con los EE.UU. en 1980, la diferencia es abismal.

También se ha observado que un alto número de empresas de

servicios respondían en el apartado de observaciones, que «estos métodos no son aplicables en su actividad». Naturalmente sin entrar a valorar la situación particular de cada una de estas empresas por ser desconocida para nosotros, es necesario señalar que, en general, los métodos estadísticos son plenamente aplicables en la gestión de calidad de las empresas de servicios al estar éstos sometidos a la variabilidad.

Aparecen ciertos indicios de contradicción a la hora de contestar a los cuestionarios. Así a la pregunta sobre la utilización general de los métodos estadísticos, un 67 % declara que sí los utiliza, no siendo este dato coherente con los resultados obtenidos al analizar el uso de cada técnica individualmente. Según se ha dicho anteriormente, posiblemente la respuesta sea que en la conciencia de muchos de los encuestados, la aplicación de los Métodos estadísticos a la gestión de calidad se limita a muestreos de aceptación y control de procesos.

También se aprecia una falta de aprovechamiento de la capacidad del personal. Más de un 40 % declara disponer de personal capacitado para utilizar la mayoría de las técnicas, estando su utilización muy por debajo de lo que declaran conocer.

La utilización efectiva del potencial que suponen los métodos estadísticos para la mejora de la Calidad y la Productividad requiere, como condición imprescindible, la formación del personal encargado de aplicarlas. El avance de Japón en este área se entiende mejor conociendo que, según la Asociación Japonesa de Científicos e Ingenieros, ocho millones y medio de trabajadores y técnicos han recibido formación básica estadística en los últimos años. Por otro lado, las experiencias de otros países comentados en el apartado anterior indican que la mayor barrera para la utilización de estas técnicas es la falta de formación. Este problema, detectado en varios países europeos, es especialmente acusado en nuestro país, donde la Estadística ha sido una disciplina poco desarrollada en comparación con los países anglosajones. Los métodos estadísticos ocupan todavía hoy un lugar muy marginal dentro de la formación de los ingenieros técnicos y superiores y las técnicas modernas de Control de Calidad y Diseño de Experimentos se van introduciendo con mucha dificultad en los planes de estudio. En este sentido, la reforma actualmente en marcha de las enseñanzas universitarias ofrece una oportunidad de reforzar la formación en estas herramientas científicas y recuperar parte del retraso existente con relación a los países más avanzados.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco del Comité de Métodos Estadísticos de la Asociación Española para la Calidad. Una versión más amplia del mismo se presentó en el IV Congreso Nacional de Calidad en abril de 1989. Los autores agradecen al resto de los miembros del Comité sus comentarios y sugerencias durante su realización, a la A.E.C.C. la financiación del mismo, y a las empresas que devolvieron el cuestionario su generosa colaboración para hacer posible este estudio.

BIBLIOGRAFIA

- LOCKYER, K. G., y et al. (1984): «The barriers to acceptance of statistical methods of quality control in U.K. manufacturing industry», *Int. J. Prod. Res.*, vol 22, n.º 4.
- OAKLAND, J. S., y DUPREY C.M. (1983): «Quality Control Practice», *Quality Assurance*, vol. 9 n.º 3, 75-80.
- REPORT OF THE A.S.A. SECTION ON STATISTICAL EDUCATIONAL COMMITTEE ON TRAINING OF STATISTICIAN FOR INDUSTRY (1980): «Preparing statistician por for careers in Industry», *The American Statistician*, vol. 31, NZ, 65-80.
- SANIGA, E. M., and SHIRLAND, L. E. (1977): «Quality Control in Practice a Survey», *Quality Progress*, p. 30.