

UNIVERSIDAD DE SONORA

DIVISION DE INGENIERIA

Departamento de Ingeniería Industrial

INDICADORES NO PARAMETRICOS PARA EVALUAR
PROVEEDORES DE LA EMPRESA MAXI SWITCH.



Que para obtener el Título de
INGENIERO INDUSTRIAL ADMINISTRADOR

Presenta

MAYRA DEL ROCIO MARTINEZ BORGES

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue mostrar métodos alternativos para la evaluación de proveedores utilizando como herramienta a la estadística no paramétrica. Considerando que con estas técnicas podemos analizar y evaluar aspectos cualitativos del proveedor que ayudan a elaborar una evaluación más completa. Además que con la estadística no paramétrica podemos establecer procedimientos de evaluación de proveedores más efectivos que con los métodos que actualmente son utilizados. Esta investigación se realizó por la necesidad de establecer procedimientos de evaluación que ayudaran a evaluar aspectos del proveedor más específicos ya que con esta herramienta se pueden evaluar aspectos cualitativos y de conducta.

Se aplicaron diferentes técnicas de estadística no paramétrica a las variables de evaluación más importantes de la empresa que fueron calidad, tecnología, precio, servicio y entrega, en casos prácticos se ejemplifico la aplicación de las técnicas, seleccionando para cada uno de ellos la más adecuada y que pudiera darnos resultados más adecuados en cada caso. Con los resultados que obtuvimos pudimos demostrar que la aplicación de dichas técnicas es posible obtener resultados validos para poder emitir juicios y evaluaciones con buenos fundamentos.

Los datos que obtuvimos con el uso de esta herramienta nos hizo concluir que su utilización fue suficiente valida como evaluación ya que al momento de interpretarlos encontramos puntos fuertes y débiles del proveedor que algunas veces pasan desapercibidos.

CONTENIDO

I.	INTRODUCCION	1
II.	DIAGNOSTICO OPERATIVO-FUNCIONAL DEL DEPTO. DE COMPRAS	
	2.1 Situación actual.....	2
	2.1.1 Proceso de compra	2
	2.1.2 Proceso de selección y aprobación de proveedores.....	3
	2.2 Identificación de indicadores para evaluar proveedores.....	5
	2.2.1 Definición de indicadores.....	6
	2.3 Métodos de evaluación de proveedores.....	8
	2.3.1 QDCST.....	10
	2.3.2 IPQC.....	10
	2.3.3 Auditorías al proveedor.....	10
	2.3.4 QRB.....	10
III.	DESARROLLO DE TECNICAS NO PARAMETRICAS.	
	3.1 Aplicación de técnicas	12
	3.2 Prueba de los signos para evaluar el indicador tecnología.....	12
	3.3 Prueba de Fisher para evaluar el indicador entrega.....	14
	3.4 Prueba de Mcnemar para evaluar el indicador precio	16
	3.5 Prueba de Ji- cuadrada para evaluar el indicador calidad	18
	3.6 Prueba de la binomial para evaluar el indicador servicio	20
IV.	ANALISIS COMPARATIVO	
	4.1 Métodos anteriores contra no paramétricos	23
	4.2 Ventajas	23
	4.3 Desventajas	23
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	26
VI.	APENDICE	27
VII.	BIBLIOGRAFIA.....	28

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Proceso sencillo de compra	2
Fig. 2 Proceso de aprobación y evaluación de proveedores	4
Fig. 3 Interrelación de indicadores de evaluación	8
Fig. 4 Esquema de evaluación de proveedores	9



INTRODUCCION

Maxi Switch S.A de C.V es una empresa maquiladora dedicada al ensamble de teclados para computadoras, entre los clientes que tiene podemos mencionar marcas conocidas como IBM, Hewlett-Packard, Compac, Gateway, se encuentra establecida en Hermosillo Sonora desde 1994. Maxi Switch pertenece al grupo Silitex - Lite on, este se encuentra que ubicado en Taipei, Taiwan y tiene plantas en todo el mundo.

Con el presente trabajo pretendemos mostrar métodos alternativos para la evaluación a proveedores utilizando como herramienta a la estadística no paramétrica. Consideramos que el uso de estas técnicas podemos analizar y evaluar aspectos cualitativos del proveedor que ayudan a elaborar una evaluación mas completa del proveedor.

El objetivo principal de este trabajo es demostrar que con la estadística no paramétrica podemos establecer un procedimiento de evaluación de proveedores más efectivos que con los métodos que son utilizados actualmente por lo tanto pretendemos demostrar que el uso de la estadística no paramétrica es conveniente. Nuestra hipótesis a los largo de la realización de este trabajo será demostrar que la estadística no paramétrica puede ayudar a emitir juicios de evaluación con la misma validez que los métodos ahora existentes.

La aplicación de las técnicas no paramétricas en la evaluación a proveedores no se limita a Maxi Switch su aplicación puede extenderse a todas aquellas empresas que realizan operaciones de compra y manejan sistemas evaluación de proveedores

II. DIAGNOSTICO OPERATIVO - FUNCIONAL DEL DEPARTAMENTO DE COMPRAS.

2.1 SITUACION ACTUAL.

2.1.1 Proceso de compra.

Como marco de referencia se presenta el proceso de compra que no difiere de un proceso de adquisición de bienes y servicios común y corriente. El proceso de compra se inicia con la necesidad de un producto específico o servicio, la localización e identificación de proveedores potenciales, la licitación de los candidatos a prestar el servicio o proveer el producto donde se elige a los mejores candidatos basándose en precio y capacidad, la recepción de muestras para aprobación, esto cuando es un producto específico con características especiales, la aprobación del producto para el proveedor, la colocación de la orden de compra, la confirmación de la orden de compra, la entrega del producto y por último la inspección final. Como se ilustra en la figura 1.

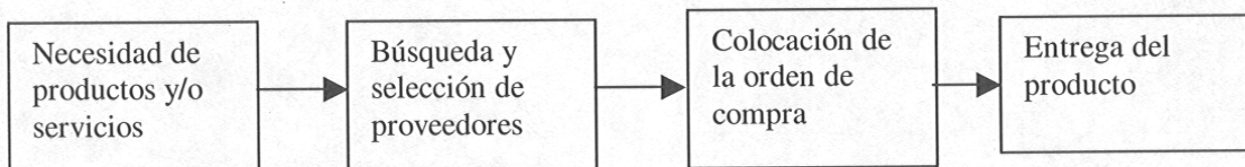


Figura 2.1. Proceso sencillo de compra.

2.1.2 Proceso de selección y aprobación de proveedores.

El proceso para que un nuevo proveedor comience operaciones deberá pasar por varias pruebas y cumplir con algunas características y requisitos que ya se encuentran previamente establecidos y definidos.

Cuando se han elegido a los posibles candidatos para el producto o servicio que se desea, el proveedor entrega muestras del producto para hacerle todas las pruebas necesarias y corroborar que el producto cumple con los requerimientos, características y especificaciones que se necesitan (esto es aplicable solo para productos que van directamente en el producto terminado),. una vez que el producto ha sido aprobado el departamento de compras se encargará de coordinar la certificación y aprobación formal del proveedor elegido, esto se lleva a cabo con una reunión con el proveedor y una visita formal de todos los departamentos involucrados como lo son calidad, ingeniería y compras.

De esta manera y con la firma de todos los representantes de los departamentos y del proveedor este queda registrado como un proveedor aprobado para el producto y es incluido en la lista maestra de proveedores a probados.

Podemos resumir el proceso de aprobación de proveedores con los siguientes pasos.

- Necesidad de algún producto o servicio con características definidas.
- Identificación de proveedores potenciales basándose en las especificaciones o características del producto o servicio deseado y entrega de muestras.
- La aprobación del proveedor elegido.
- Acciones correctivas de ser necesarias.
- El aseguramiento de que se cumplirán los acuerdos de calidad basándose en la firma del acuerdo de calidad.

- Incluir al proveedor en la lista maestra de proveedores aprobados.

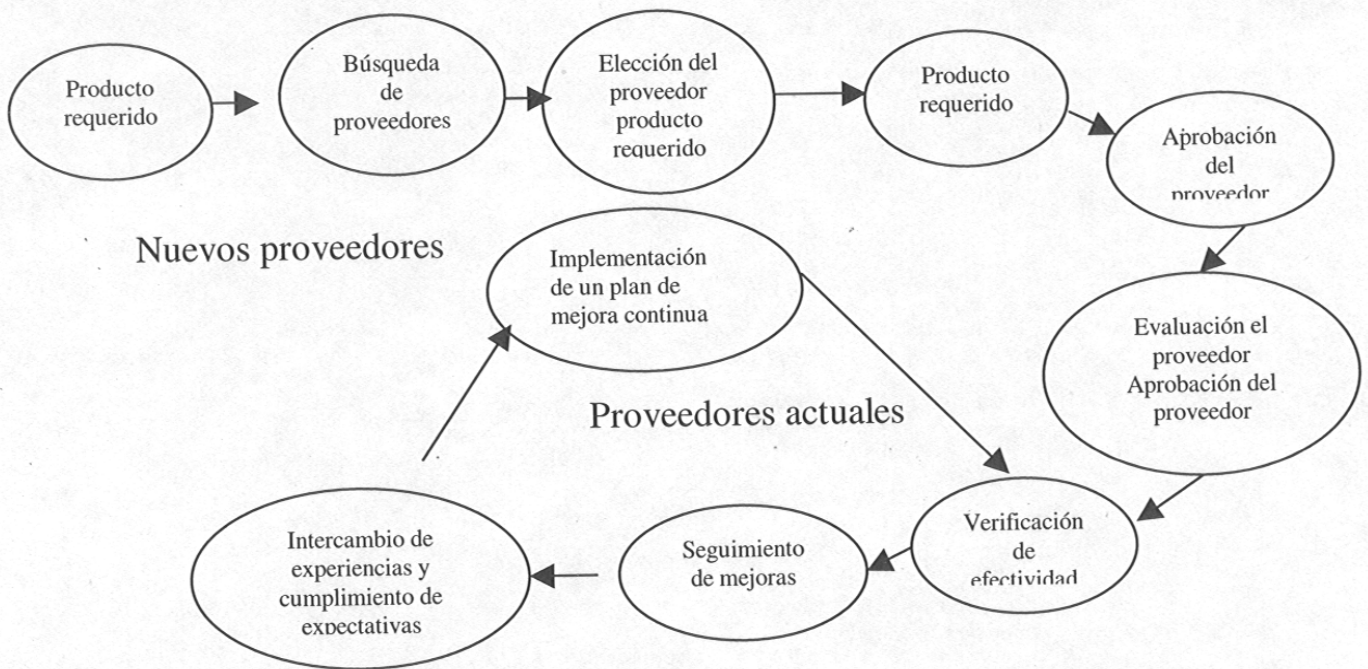


Figura 2.2. Proceso de aprobación y evaluación de proveedores

2.2 Identificación de indicadores para evaluar proveedores.

Una vez que el proveedor ya ha sido aprobado e incluido en la lista de proveedores aprobados, se deben tomar en consideración ciertos indicadores para realizar una evaluación periódica al proveedor de manera que podamos detectar a tiempo cualquier incumplimiento que de alguna manera pueda afectar la calidad del producto.

Para determinar qué indicadores son los que nos proporcionan una mayor visión de que es lo que nos interesa saber para verificar si el proveedor esta cumpliendo o no con las expectativas de la empresa, se deben de tomar en cuenta tres aspectos importantes:

- Requerimientos de la empresa
- Características del producto
- Características del proveedor.

Dentro de los requerimientos de la empresa se pueden identificar diversas variables de evaluación como por ejemplo, la cantidad necesaria de producto, fechas de entrega, precio y la calidad en el servicio.

Con las características del producto un indicador muy importante que nos permite evaluar al proveedor es la calidad ya que este indicador es determinante debido a que es el que afecta directamente al producto terminado de cualquier empresa, además de ser un parámetro de evaluación se puede tomar como un aspecto tanto cuantitativo debido a que basa sus mediciones en estándares o valores de medición donde el margen de error es relativamente pequeño y cualitativo ya que en muchas de las ocasiones está sujeta a criterios de evaluación de una persona.

Con las características del proveedor podemos determinar variables de evaluación como: Tecnología o capacidad instalada, reconocimiento por parte del mercado, competitividad entre algunas otras que pueden ser no tan determinantes dependiendo de la evaluación que se la haga al proveedor o de los aspectos de interés que establezca la empresa.

Resumiendo lo anterior podemos decir que existen cinco variables de evaluación que pueden considerarse como las más importantes:

- Calidad
- Tecnología
- Precio
- Servicio
- Entrega

2.2.1 Definición de indicadores.

Cada una de estas variables tienen una definición diferente que varía dependiendo de los intereses de cada empresa, es este caso particular podemos definir cada una de la siguiente manera:

- **Calidad.-** Se define como el indicador de más peso para la empresa y alrededor de este giran todos los demás, siendo este el indicador central para la toma de decisiones al momento de emitir una evaluación final del proveedor que se puede evaluar tomando en cuenta el número de lotes rechazados de material en un periodo de tiempo debido a fallas funcionales o defectos cosméticos, la rápida respuesta de parte del proveedor a tomar acciones preventivas y correctivas para evitar la

recurrencia, un efectivo plan de DPPM (Defectos de partes por millón) del proveedor y su compatibilidad en los estándares de calidad con los de la empresa.

- Tecnología.- Se define como la capacidad instalada con la que cuenta el proveedor para poder cumplir efectivamente con los productos requeridos tanto en calidad como en cantidad, la capacidad del proveedor para reaccionar ante cambios inesperados de productos como pueden ser modificaciones o cambios de diseño, el proveedor cuenta con una infraestructura adecuada tanto en maquinaria, equipo y personal especializado y capacitado.
- Precio.- Es definido como la capacidad del proveedor de proporcionar un precio y condiciones de venta competitivas, sin que esto afecte la calidad y el servicio que ofrece.
- Servicio.- Podemos definirlo con diferentes aspectos como el cumplimiento de las promesas, conoce las expectativas de la empresa y se preocupa por cumplirlas, trabaja arduamente para resolver los problemas y cumplir los requerimientos, comparten sus propios problemas cuando estos afectan de alguna manera a la empresa.
- Entrega.- La definimos como el cumplimiento a tiempo de las ordenes de compra en tiempo y cantidad.

En su conjunto estas variables nos pueden brindar un enfoque objetivo del proveedor y así mismo darle a la empresa información acerca del estado actual de sus proveedores y que tan compatibles están siendo con las expectativas de la empresa. En la figura 2.3 podemos apreciar lo antes mencionado, poniendo a la calidad como el punto central para mostrar la interrelación de este indicador con los demás y teniendo en cuenta como el más

importante indicador con el pensamiento de que con el cumplimiento de los requerimientos de este indicador se tiene el cumplimiento de los demás.



Figura 2.3. Interrelación de indicadores de evaluación

2.3 Métodos de evaluación actuales para proveedores aprobados.

Actualmente se utilizan tres métodos de evaluación de proveedores: QDCST, IPQC y Auditoría al proveedor. En cada uno de estos sistemas se pretende conocer diferentes aspectos del proveedor pero que al mismo tiempo en su conjunto muestren a la empresa una visión global del estado actual de dicho proveedor esto con el fin usarlos como herramientas para tomar decisiones. Como se aprecia en la figura 4.

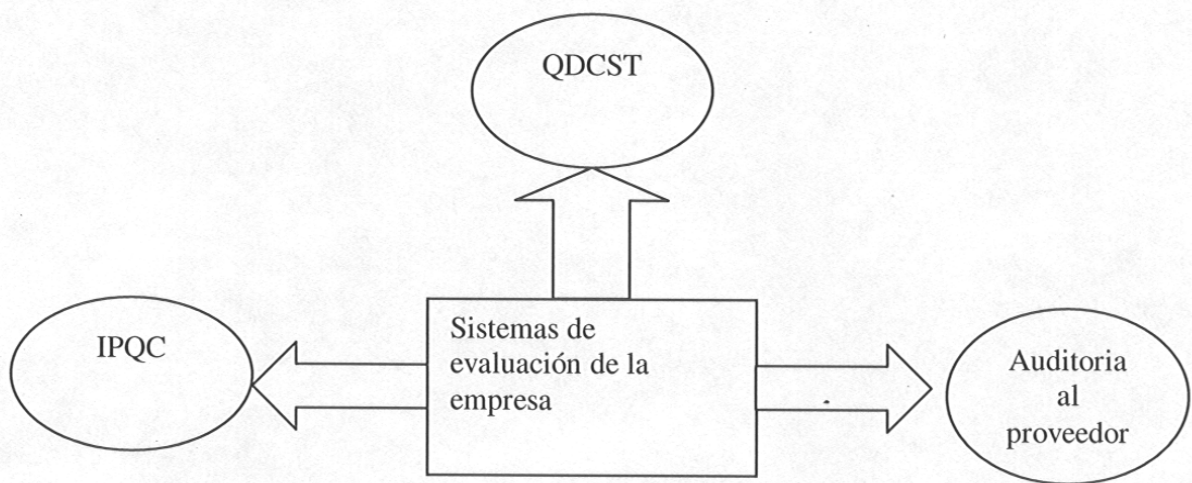


Figura 2.4. Esquema de evaluación de proveedores.

2.3.1 Calidad, entrega, costo, servicio, tecnología(QDCST, con su siglas en inglés)

El objetivo de este sistema de evaluación es mostrar el desarrollo de los proveedores y como ellos perciben a la empresa. La percepción es comunicada en términos relativos a los requerimientos de la empresa y en relación con otros proveedores. Este sistema fue diseñado para identificar en general la fortaleza y debilidad en variable determinadas.

El sistema se desarrolla con la participación de todos los departamentos operativos de la empresa como lo son: calidad, ingeniería, planeación y compras, en donde cada uno de ellos evalúa el aspecto o la variable que le corresponde. Las variables y los aspectos de cada una son determinados por todo el comité operativo de la empresa.

2.3.2 Control de inspección de calidad de producto. (IPQC, con su siglas en inglés)

El propósito de este sistema es ayudar al proveedor a reducir sus problemas de proceso para que puedan proveer a la empresa de material bueno, y al mismo tiempo que el proveedor conozca los estándares de calidad através de un proceso de manufactura en mejora continua. Esto proporcionandole al proveedor tanto soporte tecnológico como humano.

2.3.3 Auditorías al proveedor.

Este sistema fue diseñado para identificar la capacidad y adaptabilidad del proceso de manufactura del proveedor.

III. DESARROLLO DE TECNICAS NO PARAMETRICAS

Antes que nada tenemos que determinar que es lo que deseamos obtener como resultado del estudio. Se debe establecer los dos posibles resultados que se pueden encontrar, seleccionando un conjunto de datos o de muestras que sean significativos, además debemos establecer el rango con el cual vamos a estar seguros de que el resultado que nos arroje al final será confiable de manera que este nos permita tomar una decisión acertada al final de la aplicación de la técnica utilizada.

Dentro de las características principales de la estadística no paramétrica podemos mencionar que, el tamaño de muestra que requiere es mucho más pequeño, se hacen menos suposiciones y pueden ser más relevantes en una situación particular, analiza datos que no están íntimamente relacionados a los rangos; esto es, el investigador es capaz de decir que un individuo es más o menos que otro sobre un atributo en cuestión.

Solo se aplica a datos categóricos o sea dentro de una escala nominal, ningún método paramétrico se aplica a este tipo de escala, maneja datos de diferentes poblaciones, son más fáciles de aprender, además de que su interpretación suele ser más directa.

Con el uso de esta herramienta se pretende establecer un procedimiento de evaluación de proveedores, evaluando las variables de interés de la empresa como: calidad, tecnología, precio, entrega y servicio evaluando los aspectos de cada una de las variables que sean medibles con este tipo de estadística.

3.1 Aplicación de métodos estadísticos

En el capítulo anterior definimos los indicadores más importantes de la evaluación a proveedores, a continuación utilizaremos técnicas de estadística no paramétrica seleccionando el mejor método para evaluar cada uno de ellos. Para ejemplificar presentaremos casos prácticos en los cuales se pueda demostrar que el uso de las técnicas estadísticas no paramétricas sirven como herramienta práctica y rápida y que es posible basarse en los resultados para emitir juicios de evaluación que permitan evaluar a los proveedores de manera clara y objetiva.

3.2 Prueba de los signos para evaluar el indicador tecnología.

La prueba de los signos de una muestra se aplica cuando se muestrea una población simétrica continua, de manera que la probabilidad de tener un valor de muestra menor que la media o mediana y la probabilidad de obtener un valor de muestra mayor que la media o mediana es en ambos casos igual a $1/2$.

Para demostrar la hipótesis $\mu = \mu_0$ contra la alterna sobre la base de una muestra aleatoria de tamaño n , se sustituye cada valor de la muestra mayor que μ_0 con un signo (+) y cada valor de la muestra menor que dicho número con un signo (-). Se demuestra la hipótesis nula de que el número total de signos de más es un valor de una variable aleatoria que tiene una distribución binomial con $p = 1/2$. Los valores iguales a μ_0 (que no son imposibles ni improbables), se descartan (reduciendo el tamaño de la muestra), cuando n es pequeña utilizamos los valores en tablas si n es grande se utiliza una aproximación de la distribución binomial.

Consideramos aplicar este método al siguiente caso practico por que las características de la población de la cual se extrajeron los datos sigue una distribución

simétrica continua, además de ser nuestro tamaño de muestra pequeño, siendo estas dos características para la aplicación de dicho método.

Se quiere analizar una propuesta hecha por el proveedor en el cambio de diseño en la caja individual de empaque para el producto final, el cambio consiste en eliminarle a la caja tres dobleces en el área inferior. Los argumentos que se presentan es que el doblado es más sencillo y por lo tanto más rápido además de que con este nuevo diseño se eliminaría un operador en la línea de producción para comprobar esto se realizaron corridas pilotos con el nuevo empaque siendo 600 la cantidad de producción diaria. Se realizaron 15 corridas pilotos arrojando los siguientes resultados:

Numero de unidades producidas con el nuevo diseño.

Corrida piloto	Unidades producidas	Signo de diferencia
1	350	-
2	473	-
3	589	-
4	601	+
5	600	0
6	685	+
7	593	-
8	605	+
9	600	0
10	700	+

11	400	-
12	571	-
13	650	+
14	731	+
15	634	+

Hipótesis:

$$H_0 \text{ Med.} = 600$$

$$H_1 \text{ Med.} > 600$$

Nivel de significancia:

$$\alpha = .05$$

Criterio:

El criterio se puede basar en el número de signos de más o en el número de signos menos. Utilizando el número de signos más, representada por x , rechace la hipótesis de obtener x es menor o igual que 0.05.

Cálculos:

$$P(x \geq 7) = .1964 + .1964 + .1527 + .0916 + .0417 + .0139 + .0032 + .0005 = .6964$$

Decisión:

Como 0.6964 es mayor que 0.05 por lo tanto no se puede rechazar H_0 .

Del resultado anterior podemos decir que el cambio en el diseño de la caja no aumenta significativamente la producción diaria. Esta información nos sirve para evaluar la propuesta del proveedor de una manera rápida permitiendo mostrar datos reales para poder demostrarle las razones por las cuales se aceptan o no los cambios propuestos.

3.3 Prueba de Fisher para evaluar el indicador entrega.

La prueba de la probabilidad exacta de Fisher para tablas 2x2 es una técnica extremadamente satisfactoria para analizar datos tanto ordinales como nominales, cuando dos muestras independientes son pequeñas. Se usa cuando dos puntuaciones de dos muestras independientes al azar caen dentro de dos clases mutuamente excluyentes. En otras palabras, cada sujeto en cada grupo obtiene una de dos puntuaciones posibles, las cuales son representadas por frecuencias en una tabla de contingencia 2x2. Tal como se muestra en la tabla 3.1.

Variable	Grupo		Combinación
	I	II	
+	A	B	A+B
-	C	D	C+D
Total	A + C	B + D	N

Tabla 3.1 Tabla de contingencia 2 X 2

Los grupos I y II pueden ser una de dos variables independientes, tales como experimental y control, hombres mujeres, empleados y desempleados, panistas y priistas, padres y madres, etc. Los encabezados de los renglones indican arbitrariamente como más (+) y menos (-), pueden tener cualquiera de dos clasificaciones: Por arriba y por debajo de la media, acertaron y erraron, acuerdos y desacuerdos, etc. La prueba determina si los dos grupos difieren en las proporciones en donde caen dentro de cualquiera de las clasificaciones.

La probabilidad exacta de observar un conjunto de frecuencias en una tabla 2 X 2, cuando los totales se consideran fijos está dada por la distribución hipergeométrica:



$$P = \frac{(A + C)(B + D)}{\binom{N}{A + B}}$$

La cual presenta la siguiente transformación para facilitar sus cálculos:

$$P = \frac{(A+B)!(C+D)!(A+C)!(B+D)!}{N!A!B!C!D!}$$

Tomamos la decisión de utilizar la prueba de Fisher para este caso en particular debido a que los datos se pueden clasificar en dos diferentes categorías, además consideramos que con el uso de esta prueba podemos obtener un resultado más acertado a la hipótesis que nos estamos planteando

Se decide hacer una evaluación acerca de las entregas hechas por cada proveedor, con el objetivo de observar las entregas a tiempo de acuerdo a las fechas establecidas en la orden de compras y las que no lo fueron esto en los dos primeros trimestres del año, planeación afirma que los retrasos en las fechas entregas son mas frecuentes durante el primer trimestre del año debido a que en este trimestre la producción tiende a disminuir. Se tomaron como muestras las entregas hechas por un proveedor en los dos primeros trimestres.

Hipótesis:

H_0 = Las entregas demoradas no varían en función de la producción de la planta.

H_1 = Existe un incremento en la demora en las entregas durante los periodos de baja producción.

Nivel de significancia:

$$\alpha = .05 \quad N = 23$$

Distribución muestral:

La probabilidad de ocurrencia cuando H_0 es verdadera, de un conjunto de valores observados en una tabla 2 x 2 puede encontrarse utilizando la ecuación

$$P = (A+B)!(C+D)!(A+C)!(B+D)! / N!A!B!C!D!$$

Los datos obtenidos se muestran a continuación:

Trimestre	Entregas		
	A tiempo	No a tiempo	Combinación
Ene - Mar.	8	3	11
Abr. - Jun.	7	5	12
Total	15	8	23

Haciendo los cálculos correspondientes tenemos que:

$$P = (8+3)!(7+5)!(8+7)!(3+5)! / 23! 8! 3! 7! 5! = .2265$$

La probabilidad obtenida es de 0.2265 que es mayor que 0.05 por lo tanto no se rechaza H_0 .

Esto nos indica que el cumplimiento en las entregas de entrega no varían en función de la producción.

3.4 Prueba de Mcnemar para evaluar el indicador precio.

Esta prueba es aplicable en los cambios que ocurren en un “ antes – después “, en los cuales cada sujeto se utiliza como su propio control y en los que las mediciones se realizan ya sea en escala nominal u ordinal. En estas condiciones pueden emplearse para probar la efectividad de un tratamiento en particular (reuniones, discursos en campaña, visitas personales), sobre las preferencias de los votantes acerca de un candidato, para probar el efecto de la migración del campo a la ciudad sobre la filiación política de las

personas etc. Nótese que en estos casos las personas pueden servir como su propio control y que la escala nominal se utiliza de manera adecuada para evaluar el “antes-después”. ya que con esta técnica se puede probar la significancia de cualquier cambio observado, para un mismo grupo.

Con este método para probar la significancia de cualquier cambio observado, se utiliza una tabla 2 X 2 para representar el primero y segundo conjunto de respuestas de los mismos individuos. Los rasgos generales de dicha tabla se muestran en la tabla 3.2:

		Después	
		-	+
Antes	+	A	B
	-	C	D

Tabla 3.2. Tabla 2 X 2 “ Antes – Después “

En donde (+) y (-) se usan para denotar diferentes respuestas. Todos aquellos casos, muestran cambios entre la primera y segunda respuesta aparecen en la celda superior izquierda (de más a menos) y en la celda inferior derecha (de menos a más) de la tabla.

Las entradas en la tabla corresponden a las frecuencias (ocurrencias) de los resultados asociados. Así, A denota el número de individuos cuyas respuestas fueron (+) en la primera medición y (-) en la segunda medición. De manera similar, D es el número de individuos que cambiaron de (-) a (+). B es la frecuencia de individuos que responde (+) en ambas ocasiones y C el número de personas que respondieron (-) en la primera y segunda evaluación.

Así, A+D es el total de personas cuyas respuestas cambiaron. La hipótesis nula es que el número de cambios en cada dirección es el mismo. Así que de A+D individuos que cambiaron esperamos que $(A+D)/2$ individuos cambiaran de más a menos y en la misma proporción, o sea, $(A+D)/2$ personas cambiaran de menos a más. En otras palabras, cuando H_0 es verdadera, la frecuencia esperada en cada una de las dos celdas es $(A+D)/2$. La prueba de McNemar se basa en celdas en las que solo pueden ocurrir cambios. Así, si A es el número de casos observados cuyas respuestas cambiaron de más a menos, D es el número de casos observados que cambiaron de menos a más y $(A+D)/2$ es el número esperado en las celdas A y D, entonces esto hace similar como una prueba de Ji-Cuadrada, o sea:

$$X^2 = \sum_i^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Desarrollando y reduciendo términos, tenemos que:

$$X^2 = (A - D)^2 / A + D \quad \text{con gl} = 1$$

Corrección por continuidad. Cuando las frecuencias esperadas son pequeñas este tipo de aproximación (uso de la Ji-Cuadrada) puede ser muy pobre. Por ello utilizamos la siguiente expresión:

$$X^2 = (|A - D| - 1)^2 / A + D \quad \text{con gl} = 1$$

La decisión de utilizar este método se basó queremos analizar para una misma población el cambio observado después de aplicarle un nuevo proyecto ya que con la utilización de esta técnica se puede probar la significancia de cualquier cambio observado, para un mismo grupo.

Se pretende hacer la propuesta por parte del departamento de compras hacia todos los proveedores de reducir el precio de los productos con la base de que las órdenes de compra serán por cantidades más grandes, a su vez se quiere demostrar la conveniencia de hacer las órdenes de compra para un período largo de tiempo por que con esto el proveedor puede brindar un precio, con el fin de probar esto se realizaron 29 órdenes de compra con requerimientos de compra y después las mismas 29 pero con requerimientos mayores y los resultados que se obtuvieron fueron los siguientes:

Después del cambio en la ordenes

Antes de cambio en ordenes	Bajo precio	Alto precio
Alto precio	14	5
Bajo precio	6	4

Hipótesis:

H_0 = Entre los proveedores que cambiaron el precio la probabilidad de que hayan cambiado su precio de alto a bajo es la misma de que hayan cambiado su precio de bajo a alto.

H_1 = Hay un cambio diferencial en el cambio de precio, osea:

$$H_0 = P(\text{Alto a Bajo}) = P(\text{Bajo a Alto})$$

$$H_1 = P(\text{Alto a Bajo}) \neq P(\text{Bajo a Alto})$$

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05$$

Distribución muestral:

$$X^2 = (|A-D| - 1)^2 / A + D \quad \text{con gl}=1$$

Decisión:

Si la X^2_c calculada es mayor que X^2_α de tablas rechazar H_0 .

Desarrollando lo anterior:

$$X^2 = (|14-4| - 1)^2 / 14 + 4 = 4.5$$

Al comparar los valores de 4.5 contra 3.84 de tablas, rechazamos H_0 .

La interpretación del resultado obtenido no dice que si existe diferencia en el precio si decidimos incrementar la cantidad requerida en las órdenes de compra, por lo tanto podemos demostrar que el aceptar la propuesta representa un beneficio para la empresa.

3.5 Prueba de la Ji-cuadrada para evaluar el indicador calidad.

La prueba de la Ji-Cuadrada es adecuada para analizar datos como estos. El número de categorías pueden ser dos o más. La técnica es del tipo bondad y ajuste porque puede ser usada para probar si existe una diferencia significativa entre un número observado de objetos o respuestas que caen en cada categoría y un número esperado basado en la hipótesis nula. Es decir, la Ji-Cuadrada evalúa el grado de correspondencia entre las observaciones observadas y esperadas en cada categoría.

El método consiste en comparar un grupo de frecuencias observado con uno esperado, debemos establecer que frecuencias son las esperadas, La hipótesis nula establece la proporción de objetos que caen en cada categoría en la población supuesta. Esto es, de la hipótesis nula podemos deducir cuales son las frecuencias esperadas. La Ji-Cuadrada proporciona la probabilidad de que las frecuencias observadas pudieran haber sido muestreadas de una población con los valores esperados proporcionados.

La hipótesis nula puede probarse con la siguiente expresión:

$$X^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

O_i . Número observado de casos en la categoría i ésima.

E_i . Número de casos en la categoría i ésima cuando H_0 es verdadera.

k . Número de categorías.

Para usar la Ji-Cuadrada y probar una hipótesis en una muestra de bondad y ajuste, se deben colocar cada observación dentro de cada de la k celdas. El número total de las observaciones es N , el número total de casos en la muestra. Es decir, cada observación debe ser independiente, no podemos hacer varias observaciones del mismo objeto o persona y contarlas como independientes. Para cada k celdas, la frecuencia esperada también deben ser calculadas. Si H_0 es que existe una proporción igual de casos e cada categoría de la población entonces, $E_i = N/k$. Ya con los valores conocidos calculamos X^2 con la ecuación mostrada anteriormente.

La significación de este valor se puede comparar con valores en tablas, con la siguiente descripción: Si la probabilidad asociada son la ocurrencia según H_0 de la X^2 obtenida con grados de libertad $k - 1$ es igual o menor que el valor previamente de α entonces H_0 puede ser rechazada, en caso contrario H_0 no puede rechazarse.

Para la variable calidad presentamos un ejemplo en donde utilizamos el método de la prueba de la Ji-cuadrada de bondad y ajuste, porque nuestro los datos recabados en nuestro caso practico tenemos un valor esperado dentro del cual esperamos que caigan los

resultados al momento de analizar la información caen en dos categorías en la hipótesis nula.

En nuestro caso práctico se pretende estimular a aquellos proveedores que obtengan los más bajos niveles de rechazo de calidad en un periodo de tiempo para ello se realizaron visitas a los cuatro proveedores más importantes con el fin de darles a conocer dichos estímulos, el objetivo primordial de las visitas era crear en el proveedor un sentido de compromiso para con la calidad de los productos que proveen debido a que en las últimas entregas se han tenido problemas con el material, con el fin de confirmar esta teoría se monitoriaron las 10 últimas entregas de los cuatro proveedores. La información del resultado de las inspecciones se presenta en la siguiente tabla:

	Proveedor				Total
	A	B	C	D	
No. De lotes aceptado.	9	13	11	7	40
No. Esperado de lotes aceptados	10	10	10	10	40

Hipótesis:

H_0 : El número de lotes aceptados para los cuatro proveedores sigue una distribución uniforme.

H_1 : El número de lotes aceptados para los cuatro proveedores no siguen una distribución uniforme.

Nivel de significancia:

$$\alpha = 0.05 \text{ y } N = 40$$

Distribución muestral:

$$X^2 = \sum \frac{(O - E_i)^2}{E_i}$$

Calculamos X^2 con $gl = k - 1 = 4 - 1 = 3$

Decisión:

H_0 será rechazada si la probabilidad asociada con el valor calculado según H_0 con gl es menor o igual al de 0.01 de tablas.

Desarrollando lo anterior, tenemos que:

$$X^2 = \frac{(9-10)^2}{10} + \frac{(13-10)^2}{10} + \frac{(11-10)^2}{10} + \frac{(7-10)^2}{10} = 2$$

El valor obtenido es de 2 y es menor que el de tablas que es de 11.34 por lo tanto se rechaza H_0 .

Este resultado aplicado a nuestro caso practico lo podemos traducir como que efectivamente la calidad del producto para los cuatro proveedores no sigue una distribución uniforme.

3.6 Prueba de la binomial para evaluar el indicador servicio.

Existen muchas poblaciones que son concebidas o compuestas por dos clases: hombre y mujer, alfabeto o analfabeto, casado y soltero, etc. Para tales casos , todas las posibles observaciones de la población caerán en una de dos categorías discretas. Tal población generalmente se denomina población binaria o dicotómica.

Suponga que una población consta de solo dos categorías, entonces cada observación (x) muestreada de la población puede tomar uno de los dos valores, dependiendo de la categoría muestreada. Podemos denotar los posibles valores de la

variable aleatoria usando cualquier par de valores, es conveniente denotar cada resultado como 1 ó 0. Después asumimos que la probabilidad de muestrear un objeto de la primera categoría es p y la probabilidad de muestrear un objeto de la otra categoría es $q = 1 - p$, esto es,

$$P(X = 1) = p \quad P(X = 0) = 1 - P = q$$

También supone que cada probabilidad es constante, sin considerar el número de sujetos muestreados u observaciones.

El método de la binomial consiste en demostrar que no existen diferencias entre las probabilidades (p) y la probabilidad (q), es decir que $H_0 = p = q = \frac{1}{2}$. Cualquier diferencia entre las frecuencias que puede ser observada es de tal magnitud que pudiera esperarse en una muestra de la población de posibles resultados según H_0 . $H_1: p > q$, es decir, la probabilidad de p es mayor que la probabilidad q . La prueba de la binomial se aplica para aquellos casos en donde los datos recabados se encuentran en dos categorías y el diseño es de una muestra. La distribución muestral de la binomial está dada por la ecuación:

$$P(Y > \delta = k) = \sum (N_i) p^i q^{N-i}$$

Para evaluar la variable de servicio decidimos utilizar el método de la binomial porque el diseño de nuestra investigación que tenemos es de una muestra y los datos están en una categoría binaria, aplicando el método tenemos que:

En un estudio donde se pretende demostrar que como algunas veces el brindar un servicio rápido por parte del proveedor puede afectar la calidad del producto, para ello se les pidió un requerimiento urgente de entrega a 20 proveedores, después de la entrega del producto, los resultados que se esperaban fueron que en el requerimiento que se realizo urgente seria rechazado por calidad debido a la urgencia. Cada proveedor fue categorizado

de acuerdo a los lotes rechazados y aceptados, los resultados se muestran en la siguiente tabla:

	Entregas aceptadas		Total
	Rechazo c/urgencia	Acepto c/urgencia	
Lotes	5	15	20

Para este caso decidimos utilizar el método de la binomial debido a que tenemos una muestra que cae en una categoría binaria, aplicando el método tenemos que:

Hipótesis:

$H_0: p = q = \frac{1}{2}$, esto es, no existe diferencia entre las probabilidades de que se rechace o se acepte un lote que haya sido requerido con urgencia.

$H_1: p > q$, es decir, cuando el requerimiento es urgente la probabilidad de que el lote se rechace por defectos de calidad es mayor que la probabilidad de que el lote sea aceptado.

Nivel de significancia:

$\alpha = 0.05$ y N es el número de lotes = 20

Distribución muestral. La distribución muestral la proporciona la ecuación:

$$P(Y \geq k) = \sum_{i=k}^N \binom{N}{i} p^i q^{N-i}$$

Región de rechazo:

Consta de dos valores de Y (donde Y es el número de lotes que se rechazaron), que son tan pequeños que la probabilidad asociada con su ocurrencia según H_0 es igual o menor que $\alpha = 0.05$.



Según lo esperado nuestro planteamiento es que:

$$\hat{q} = 0.6$$

$$\hat{p} = 0.4$$

Desarrollando lo anterior tenemos que:

$$P(Y = 0) + P(Y = 1) + P(Y = 2) + P(Y = 3) + P(Y = 4) + P(Y = 5)$$

$$P(Y = 0) = \frac{20!}{0!20!} (.4)^0 (.6)^{20-0} = 3.6561 \times 10^{-5}$$

$$P(Y = 1) = \frac{20!}{1!19!} (.4)^1 (.6)^{19} = 4.8748 \times 10^{-4}$$

$$P(Y = 2) = \frac{20!}{2!18!} (.4)^2 (.6)^{18} = 1.3113 \times 10^{-4}$$

$$P(Y = 3) = \frac{20!}{3!17!} (.4)^3 (.6)^{17} = .01234$$

$$P(Y = 4) = \frac{20!}{4!16!} (.4)^4 (.6)^{16} = 8.8229 \times 10^{-27}$$

$$P(Y = 5) = \frac{20!}{5!15!} (.4)^5 (.6)^{15} = 1.8381 \times 10^{-27}$$

$$3.6561 \times 10^{-5} + 4.8748 \times 10^{-4} + 1.3113 \times 10^{-4} + .01234 + 8.8229 \times 10^{-27} + 1.8381 \times 10^{-27} = 0.1298$$

El resultado obtenido es mayor que 0.05 por lo tanto no rechazamos H_0 , lo que nos indica que el hacer un requerimiento urgente no significa que no se cumpla con la calidad requerida

IV. ANALISIS COMPARATIVO

Después de haber desarrollado el uso de técnicas estadísticas no paramétricas para los cinco indicadores debemos hacer una comparación entre el uso de los métodos actuales y los estadísticos no paramétricos con el fin de demostrar la conveniencia de estos últimos.

Esto lo podemos determinar haciendo un análisis comparativo de los dos métodos de evaluación mostrando las ventajas y desventajas.

Las ventajas que se pueden tener utilizando los métodos actuales podemos decir:

- Hace partícipes a todos los departamentos de las evaluaciones, esto es conveniente porque se mantiene una buena comunicación dentro de la empresa.
- En cierta forma se tiene una buena evaluación de proveedores ya que con los cuatro métodos se evalúan todos los aspectos importantes.
- Permiten identificar las fortalezas y debilidades de los proveedores.
- Sirven de ayuda para aprobar o descalificar proveedores.
- Le permiten la empresa ayudar a sus proveedores para mejorar sus relaciones y la calidad de los productos.

Ahora mencionaremos las desventajas:

- Como necesita intervención de varios departamentos, se necesitan reuniones de cada uno de los departamentos evaluadores lo cual significa pérdida de tiempo.
- Al final de la evaluación pueden pasar como inadvertidos aspectos importantes.
- Debido a que algunos de los aspectos son cualitativos pueden intervenir aspectos personales al momento de emitir la evaluación.

- El uso de varios métodos de evaluación puede causar confusión al momento de informar de los resultados al proveedor.
- No se puede evaluar casos particulares que necesiten un tratamiento especial y una respuesta inmediata con elementos suficientes para tomar decisiones.
- No muestran cuales son realmente los aspectos en los que el proveedor esta fallando.
- Algunos de los métodos requieren de la visita al proveedor lo cual significa un gasto para la empresa.

Las ventajas de la utilización de técnicas estadísticas no parametricas son las siguientes:

- Se pueden analizar casos especiales de una manera rápida cuando se necesite una toma de decisión rápida, además de que se obtendrían resultados específicos de lo que deseamos evaluar y no intervendrían factores o variables externas que pueden alterar los resultados.
- La evaluación se hace mas objetiva que subjetiva debido a que permite mostrar resultados exactos, con argumentos suficientes para la toma de decisiones.
- Permite evaluar cada aspecto del proveedor ya que con estas técnicas se pueden evaluar los aspectos cualitativos sin que intervengan sentimientos ni opiniones personales.
- Una solo persona puede realizar las evaluaciones, y a su vez esta informar de los resultados al resto de los interesados.
- Se pueden mostrar datos más específicos al proveedor acerca de un problema en especial.

- Se puede utilizar como único método de evaluación debido a que con esto se pueden evaluar todos los indicadores de interés con una sola técnica.
- La aplicación de las técnicas se basa en datos y no es necesario realizar visitas personales al proveedor.

Ahora haremos mención de las desventajas que podemos encontrar para aplicar estas técnicas:

- Se necesita tener o capacitar una persona especial para realizar las evaluaciones que sepa aplicar las técnicas y que lo haga adecuadamente. Antes de establecer un procedimiento documentado que cualquier persona pueda aplicar, debido a que se necesita tener un conocimiento amplio del tema para que pueda aplicar el método más adecuado a cada caso.
- Probablemente la comunicación con los proveedores se haría un poco difícil por no conocer las técnicas, debido a que al momento de presentar un resultado este querrá saber la fuente.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el desarrollo del presente trabajo pudimos darnos cuenta de que el uso de herramientas aprendidas a lo largo de nuestros estudios profesionales pueden ser utilizadas con gran éxito en el ambiente laboral.

Se mostró que con el uso de las técnicas no paramétricas podemos obtener resultados confiables y nos podemos basar en ellos para emitir juicios de evaluación. Analizando las ventajas y desventajas de los dos métodos, pudimos mostrar un panorama más amplio del porqué podemos decidir utilizar la estadística no paramétrica en lugar de los métodos tradicionales.

Al aplicar la prueba de los signos para evaluar el indicador tecnología obtuvimos como resultado al caso planteado que el cambio que se propuso no era significativo debido a que la producción diaria no aumentaba como se pensaba, esto llevo a investigar las razones y se encontró que la nueva manera de doblar la caja era más complicada para el operador.

Como resultado de aplicar la prueba de Fisher para evaluar el indicador entrega obtuvimos que el cumplimiento de la entregas por parte del proveedor no es una variable que dependa la cantidad de producción como se había planteado, esto nos hace concluir que para el proveedor el cumplimiento es las fechas de entrega establecidas es prioritario independientemente de la cantidad comprada.

Para el indicador precio utilizamos la prueba de McNemar y la conclusión para nuestro caso práctico fué que para la empresa es más conveniente que se generen órdenes de compra con requerimientos mayores esto esto puede aplicarse a materiales que no afecten el inventario significativamente tanto en costo como en volumen.

La interpretación del resultado obtenido al aplicarle la prueba de la Ji-cuadrada para evaluar el indicador calidad es que aplicado a nuestro caso práctico es que si existe diferencia de calidad para los cuatro proveedores que proveen el mismo producto esto sirve a la empresa para determinar cual es su mejor proveedor y en dado momento hacer una selección de los mejores.

Para evaluar el indicador servicio se eligió la prueba de la binomial y los resultados obtenidos muestran que el que se haga un requerimiento urgente a los proveedores no implica que la calidad del producto se vaya ver afectada.

Cabe mencionar que las técnicas que utilizamos son solo para representar la utilidad de la estadística no paramétrica por que cualquier técnica es aplicable a cualquier indicador dependiendo del caso que se nos este planteando.

Como recomendación se pretende que presente investigación sea de utilidad y pueda aplicarse como un procedimiento de evaluación formal para evaluar los proveedores de Maxi Switch.

APENDICE 1

PROPORCIONES DE AREA DE LA DISTRIBUCION χ^2

Areas reportadas a continuación

gl	Proporción del área										
	0.995	0.099	0.975	0.95	0.9	0.5	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	0.0004	0.00016	0.00098	0.00393	0.0158	0.455	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	0.01	0.0201	1.0506	0.103	0.211	1.386	4.61	5.99	7.38	9.21	10.6
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	2.366	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	3.357	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.61	4.251	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	0.676	0.872	1.24	1.64	2.2	5.35	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	0.989	1.24	1.69	2.17	2.83	6.35	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	1.4	1.65	2.18	2.73	3.49	7.34	13.36	15.51	17.53	20.09	21.96
9	1.73	2.09	2.7	3.33	4.17	8.34	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59
10	2.16	2.56	3.25	3.94	4.87	9.34	15.99	18.31	20.48	23.21	25.19
11	2.6	3.05	3.82	4.57	5.58	10.34	17.28	19.68	21.92	24.73	26.76
12	3.07	3.57	4.4	5.23	6.3	11.34	18.55	21.03	23.34	26.22	28.3
13	3.57	4.11	5.01	5.89	7.04	12.34	19.81	22.36	24.74	27.69	29.82
14	4.07	4.66	5.63	6.57	7.79	12.34	21.06	23.68	26.12	29.14	31.32
15	4.6	5.23	6.26	7.26	8.55	14.34	22.31	25	27.49	30.58	32.8
16	5.14	5.81	6.91	7.96	9.31	15.34	23.54	26.3	28.85	32	34.27
17	5.7	6.41	7.56	8.67	10.09	16.34	24.77	27.59	30.19	33.41	35.72
18	6.26	7.01	8.23	9.39	10.86	17.34	25.99	28.87	31.53	34.81	37.16
19	6.84	7.63	8.91	10.12	11.65	18.34	27.2	30.14	32.85	36.19	38.58
20	7.43	8.26	9.59	10.85	12.4	19.34	28.41	31.41	34.17	37.57	40
21	8.03	8.9	10.28	11.59	13.24	20.34	29.62	32.67	35.48	38.93	41.4
22	8.64	9.54	1.98	12.34	14.04	21.34	30.81	33.93	36.78	40.29	42.8
23	9.26	10.2	11.69	13.09	14.85	22.34	32.01	35.17	38.08	41.64	44.18
24	9.89	10.86	12.4	13.85	15.66	23.34	33.2	36.42	39.36	42.98	45.56
25	10.52	11.52	13.12	14.61	16.47	24.34	34.38	37.65	40.65	44.31	46.93
26	11.16	12.2	13.84	15.38	17.29	25.34	35.56	38.89	41.92	45.64	48.29
27	11.81	12.83	14.57	16.15	18.11	26.34	36.74	40.11	43.19	46.96	49.64
28	12.46	13.56	15.31	16.93	18.94	27.34	37.92	41.34	44.46	48.28	50.99
29	13.12	14.26	16.05	17.71	19.77	28.34	39.09	42.56	45.76	49.59	52.34
30	13.79	14.95	16.79	18.49	20.6	29.34	40.26	43.77	46.98	50.89	53.67
40	20.71	22.16	24.43	26.51	29.05	39.34	51.81	55.76	59.34	63.69	66.77
50	27.99	29.71	32.36	34.76	37.69	49.33	63.17	67.5	71.42	76.15	79.49
60	35.53	37.43	40.48	43.19	46.46	59.33	74.4	79.08	83.3	88.38	91.95
70	43.28	45.44	48.76	51.74	55.33	69.33	85.53	90.53	95.02	100.4	104.2
80	51.17	53.54	51.17	60.39	64.28	79.33	98.58	101.9	106.6	112.3	116.3
90	59.2	61.75	65.65	69.13	73.29	89.33	107.6	113.1	118.1	124.1	128.3
100	67.33	70.06	74.22	77.93	82.36	99.33	118.5	124.3	129.6	135.8	140.2

BIBLIOGRAFIA

Sydney Siegel y John Castellan.

“ Estadística no paramétrica “

Ed. Trillas

William Mendenhall y Terry Sincich.

“ Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias”

Ed. Prentice Hall.

Berenson Mark L. Y Levine David M.

“ Estadística básica en Administración, concepto y aplicaciones.”

Ed. Prentice Hall, Hispanoamericana, S.A. 1996

SILITEK CORPORATION Folleto “ Manual de evaluación de proveedores “