

## 1.4. Talleres

### 1.4.1. Gestión de datos: estudio y resolución de problemas de control de calidad y eficiencia de procesos mediado por software minitab

**Jesús Vilchez Guizado**

**Julia Ángela Ramón O.**

Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco, Perú

#### **Resumen**

*Este taller teórico-práctico busca en los participantes comprender y aplicar la teoría estadística en la gestión de procesos y mejora de la calidad, mediante la resolución de problemas de contexto, teniendo como herramienta de procesamiento y presentación de resultados el Minitab. La metodología a seguir será el constructivista de aprendizaje interactivo sustentado en el tratamiento de datos mediado por el software estadístico, con énfasis en la presentación e interpretación de los resultados. El taller se inicia con la dación de algunas pautas referidas a la metodología Six Sigma y eficiencia de procesos centrado en datos contextualizados. Luego, se continuará con un trabajo interactivo y dinámico las etapas de medición, análisis, mejora y control en la búsqueda de la eficiencia de los procesos, incidiendo en la interpretación de los resultados obtenidos a partir de los datos fácticos. Durante el taller se proporcionará guiones orientados a la ejecución de las tareas propuestas para resolverlos en forma interactiva con el Minitab 18. Al finalizar el taller los participantes se empoderarán del uso del software estadístico en la mejora de la calidad mediante la optimización de procesos, en la búsqueda de la calidad de productos y de servicios hasta niveles cercanos a la perfección*

#### **Introducción**

La estadística es inseparable de sus aplicaciones, y su justificación final es su utilidad en la resolución de problemas de la realidad y de la propia estadística. Por otro lado, hay que diferenciar entre conocer y ser capaz de aplicar un conocimiento. La habilidad para aplicar los conocimientos estadísticos es frecuentemente mucho más difícil de lo que se supone, porque requiere no sólo conocimientos técnicos (tales como preparar un gráfico o calcular un promedio), sino también conocimientos estratégicos (saber cuándo hay que usar un

concepto o gráfico dado). En la mayoría de los casos, los problemas y ejercicios que se tratan durante el estudio de la estadística son conocimientos técnicos, mientras que los proyectos incluyen también conocimientos estratégicos, y aumentan la motivación del estudiante (Anderson y Loynes, 1987).

Según sostiene (Jiménez, 2010) la competencia estadística es el Proceso mediante el cual se implementan métodos y procedimientos para recolectar, sistematizar y analizar diferentes tipos de datos, así como para comprender y abordar fenómenos probabilísticos y realizar inferencias estadísticas que sirvan como instrumentos de juicio en la toma de decisiones y en la comprensión de los fenómenos económicos, políticos, sociales y del ejercicio profesional. En términos de cobertura, cumplimiento, interpretabilidad, oportunidad, transmisión de datos y metadatos para abordar aspectos del Marco de Calidad sustentado en actividades Estadísticas.

El pensamiento estadístico es importante y necesario para el desarrollo de una cultura estadística e investigativa, haciendo uso de los recursos que ofrece la tecnología para el tratamiento de datos. Según (Gutiérrez, 2009) este pensamiento se desarrolla bajo tres principios: el primer principio está referido a procesos interconectados para enfatizar que los procesos no operan de manera aislada, más bien, interactúan con el resto del sistema; el segundo principio reconoce que los resultados de todos los procesos son variables; y, el tercer principio está referido a reducir la variabilidad hasta lograr el nivel de calidad Six Sigma. Por ello, el gran reto actual es que las empresas u organizaciones logren profundizar el pensamiento estadístico, ya que eso le ayudará a conocer la realidad (con variación), pero también le permitirá dirigir más adecuadamente sus esfuerzos de mejora, sustentado en datos.

Los datos constituyen el insumo fundamental para la realización de cualquier actividad humana y la producción de la información, en particular el profesor de matemática debe ser capaz de manejar el lenguaje estadístico y tener habilidades para construir argumentos estadísticos basados en hechos (datos), explotando al máximo los beneficios de la estadística, su trascendencia y su alcance, se podrá incrementar su aplicación en la gestión de eficiente de procesos productivos y de servicios.

En la actualidad (era del conocimiento y de la información) debe promoverse el pensamiento estadístico haciendo uso de los recursos que nos brinda la tecnología digital, siendo insoslayable el uso de software especializado como el Minitab que nos ofrece una

amplia gama de herramientas para el procesamiento de datos con fines diversos, poniendo más énfasis en el proceso de evaluación de la calidad de los productos y servicios sustentado en datos de la realidad, mediante gráficas de control, herramientas de planificación y análisis de sistema de medición, capacidad de procesos y análisis de confiabilidad o supervivencia.

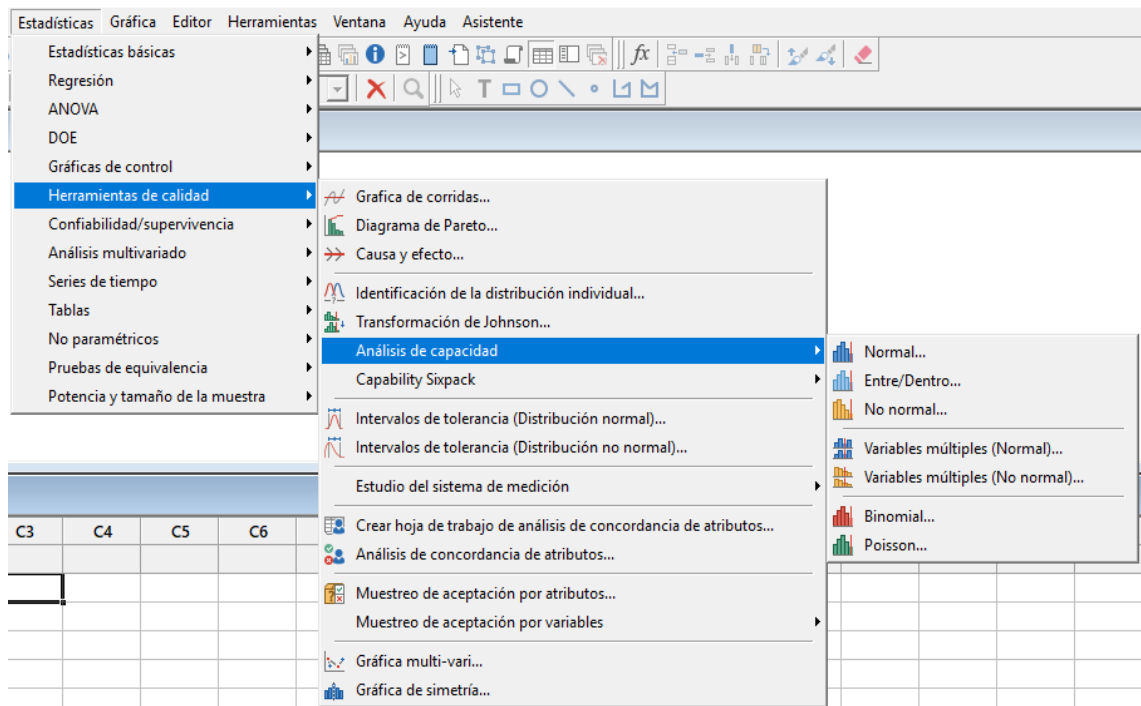


Figura 1. Ventana de trabajo y opciones del software Minitab para el estudio de la calidad.

Un tema de actualidad en la educación superior es la gestión y la búsqueda de calidad permanente de productos y servicios, ello puede ser tratado con objetividad estadísticamente, siendo una de las metodologías para el estudio eficiente de temas relacionados al análisis de calidad con el método Six Sigma, que nos permite identificar el nivel o grado en que los productos o servicios satisfagan la necesidad del cliente, cuyos objetivos de su abordaje incluyen la reducción de tasas de defectos, la fabricación de productos y la eficacia de la dación de servicios dentro de especificaciones previamente fijadas.

La estrategia Six Sigma es modelo de gestión empresarial basado en la mejora de procesos, usando el conocimiento derivado del proceso estadístico de datos, con el fin de determinar

las acciones oportunas para lograr una calidad que represente un índice final de defectos del producto de *sólo 3.4 defectos por millón de oportunidades*. Para lograr excelentes niveles de producción y de servicios, la medida y la subsiguiente mejora de la calidad de los productos validados a través de los procedimientos de definición, medición, análisis, mejora y control.

Por ello, en una empresa u organización es fundamental analizar primero cuál es su nivel de calidad medido en sigmas en cada una de sus secciones a partir del número de defectos por millón de sus productos o servicios. Si una empresa reduce sus defectos por millón aumentará su nivel de calidad medido en sigmas en esta escala de nivel de calidad. Si logra el nivel 6 Sigma significará que sus productos o servicios tienen sólo 3.4 defectos en cada millón de oportunidades.

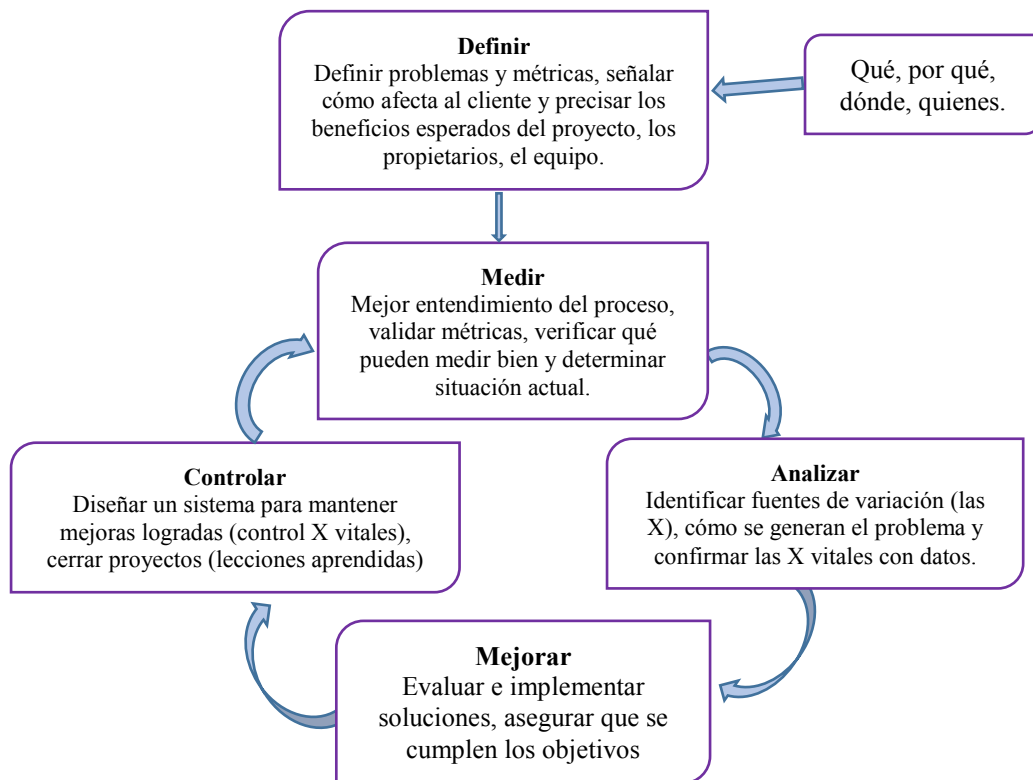


Figura 2. Fases de un proyecto 6σ, adaptación de Gutiérrez y De la Vara, 2009.

Este modelo puede resumirse en cuatro fases básicas, ya que la primera de las mencionadas, consiste en la etapa de diagnóstico, no es específicamente un modelo, ya que es necesario al implantar cualquier sistema, en el formato de la figura 3.

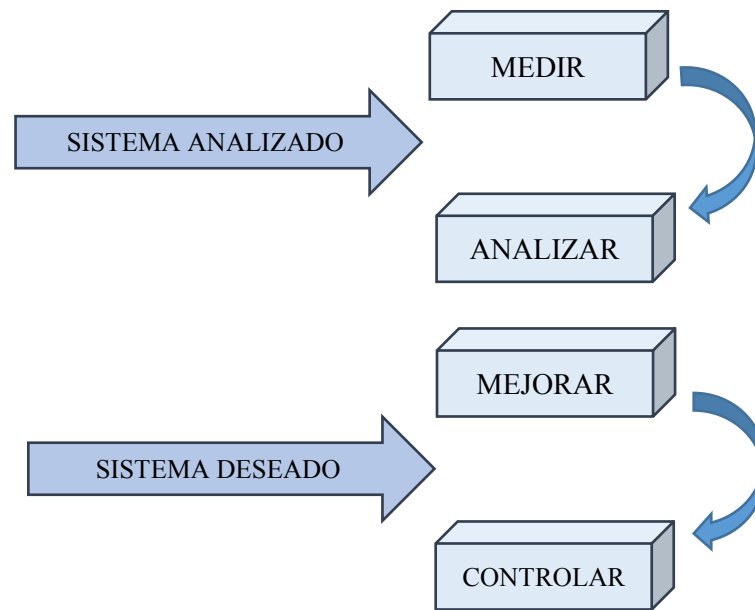


Figura 3. Fases operativas (para el trabajo con datos) de un proyecto 6σ.

Las cuatro fases del proceso Six Sigma se centran en reducir la variación o varianza en los resultados de la producción de los productos o servicios, más que en probar o inspeccionar los productos o servicios una vez terminados.

### Propósito y alcance

El presente taller sobrepasa el estudio tradicional de la estadística durante la formación del docente de matemática, y tiene como propósito facilitar el tratamiento de datos conectadas al uso de la tecnología para el estudio y gestión de calidad. Sustentado en el desarrollo de capacidad para la búsqueda, manejo y exposición de información relevante de diversas fuentes, a través del modelado y análisis de datos provenientes del contexto que exige un conocimiento teórico del tema, una elevada capacidad de abstracción, y el razonamiento crítico para hacer interpretaciones y establecer conclusiones y soluciones con rigor científico, haciendo uso pertinente de las herramientas del software Minitab.

El estudio se centrará en el tratamiento estadístico de la gestión de procesos y de la calidad sustentado en el tratamiento de datos: Descripción y síntesis de datos en forma numérica y gráfica; Ajuste de modelos estadísticos y de investigación educativa, a través de herramientas adecuadas; Análisis de resultados, interpretación y validación de modelos a

través de la interpretación, el ajuste y las diferencias entre ellos; Extracción de conclusiones analizando su utilidad y/o proponiendo la necesidad de otras orientaciones del estudio; Presentación y comunicación de resultados junto a las posibles soluciones a los problemas planteados por los demandantes del estudio en contextos diversos.

Para cumplir con los propósitos mencionados, se organizan los contenidos, criterios de evaluación en dos bloques: el primero, centrado en los procesos, métodos y actitudes frente al Software, en donde el participante realiza actividades interactivas con el Minitab; y el segundo, centrado en las aplicaciones de la estadística a estudios descriptivos, analíticos e inferenciales que se requiere para la mejora de procesos y la evaluación de la calidad.

*El taller está orientado al logro de los siguientes objetivos:*

Interactuar con los problemas que se plantean sustentado en datos provenientes del contexto y producidos en a situaciones concretas con modos propios de la actividad estadística, tales como la exploración sistemática de alternativas, la precisión en el lenguaje, la flexibilidad para modificar el punto de vista, la perseverancia en la búsqueda de soluciones, la precisión y el rigor en la presentación de los resultados, la comprobación de las soluciones, etc.

Aplicar los conocimientos estadísticos para identificar, procesar, comprender y analizar datos, utilizando métodos y procedimientos estadísticos para interpretar la realidad de manera crítica, representarla de forma gráfica y numérica, formarse un juicio y sostener conclusiones desde los resultados fácticos para la toma de decisiones.

Promover el desarrollo del pensamiento estadístico superior mediante el tratamiento e interpretación de datos, que potencien las competencias estadísticas a través del uso de la metodología Six Sigma a través de sus fases de medir, analizar, mejorar y controlar la calidad haciendo uso del software estadístico Minitab, en los estudiantes y profesores del área de matemática.

## **Método**

El campo de la estadística proporciona principios y metodología para recopilar, procesar, interpretar los resultados sobre los datos provenientes de la variable en estudio. También sirve para sacar conclusiones y toma de decisiones de los hallazgos obtenidos en el estudio.

La propuesta de trabajo, se llevará a cabo en el IX Congreso sobre la Enseñanza de la Matemática con sede en la Universidad Nacional de Huancavelica. El taller se ejecutará durante dos sesiones, donde se aplicarán una serie de elementos y herramientas que podrán contribuir al desarrollo del pensamiento estadístico de los participantes, mediado por el software estadístico Minitab en el proceso de mejoramiento de procesos y el control de calidad a través de actividades interactivas, evaluaciones y actividades con apoyo del instructor.

En la primera sesión se dará una introducción control de calidad y la eficiencia de procesos, así como las etapas de la metodología Six Sigma; en la segunda sesión se realizarán actividades interactivas resolviendo problemas con datos de contexto, teniendo en cuenta las etapas de medición, análisis, mejora y control de procesos en forma interactiva mediada por el software estadístico, al final de la actividad se administrará una evaluación sobre algunos aspectos del taller con la finalidad de acoger opinión de los participantes.

Durante el taller, el docente tiene la función de: orientador, promotor y facilitador del desarrollo competencias estadísticas en el participante, a través de la dirección del trabajo interactivo en el laboratorio, haciendo del participante un sujeto activo y autónomo, consciente de ser responsable en el proceso de su aprendizaje; asimismo, tiene en cuenta los distintos ritmos y nivel de experticia en el manejo de recursos digitales para realizar trabajos interactivos y colaborativos, potenciando en los participantes la motivación por el estudio de la estadística a partir de datos del contexto, el reconocimiento y valoración de ellas en la vida cotidiana, en la realización de tareas o situaciones-problema, con uso pertinente de conocimientos, destrezas, actitudes y valores, para la resolución de problemas de calidad desde la metodología Six Sigma.

Desde la perspectiva del estudiante, El trabajo interactivo con el ordenador, mediado por el Minitab, favorece la resolución de problemas; desarrolla su empoderamiento con la tecnología, paradigma de aprendizaje, en una nueva manera de aprender de forma autónoma, desarrollando habilidades de buscar, observar, analizar, experimentar, comprobar y rehacer la información, realizar cálculos, consultas, comunicación e intercambio de información obtenidos a partir de los datos con procedimientos estadísticos.

## Secuencia de actividades del taller

El taller está organizado para SEIS actividades secuenciales, con duración de 180 minutos que se dispone, las dos primeras actividades consisten en exposición teórica de contenidos y las cuatro restantes, de actividades interactivas con el Minitab.

**ACTIVIDAD 1.** Explicación de la metodología Six Sigma, sus fases y su importancia en la gestión de la calidad de productos y de servicios. Luego se da una explicación del interfaz de trabajo con el Minitab, dando una breve explicación de las principales herramientas que se utilizarán durante el taller.

**ACTIVIDAD 2: Fase de Definición,** se realiza una Investigación histórica: Éxitos y Fracasos en la ejecución de proyectos, las mismas que deben ser evaluados por la dirección de calidad para evitar la infrautilización de recursos. Se definen problemas y métricas, señalar cómo afecta al cliente y precisar los beneficios esperados del proyecto, los propietarios, selección del equipo más adecuado para el proyecto, asignándole la prioridad necesaria. Se da a través de tres acciones: identificar, investigar y traducir.

Identificar	Investigar	Traducir
Realizar un esquema o un listado de los clientes externos e internos. Expertos o críticos especializados en el tema. Los clientes propietarios.	Recolección de datos estadísticos del segmento de mercado a analizar. Recopilación de información mediante técnicas de muestreo. Despliegue de medios para obtener información a través de datos cualitativos y cuantitativos.	Las características de calidad de un bien o servicio que satisfaga al cliente. Entregables del producto o servicio final.

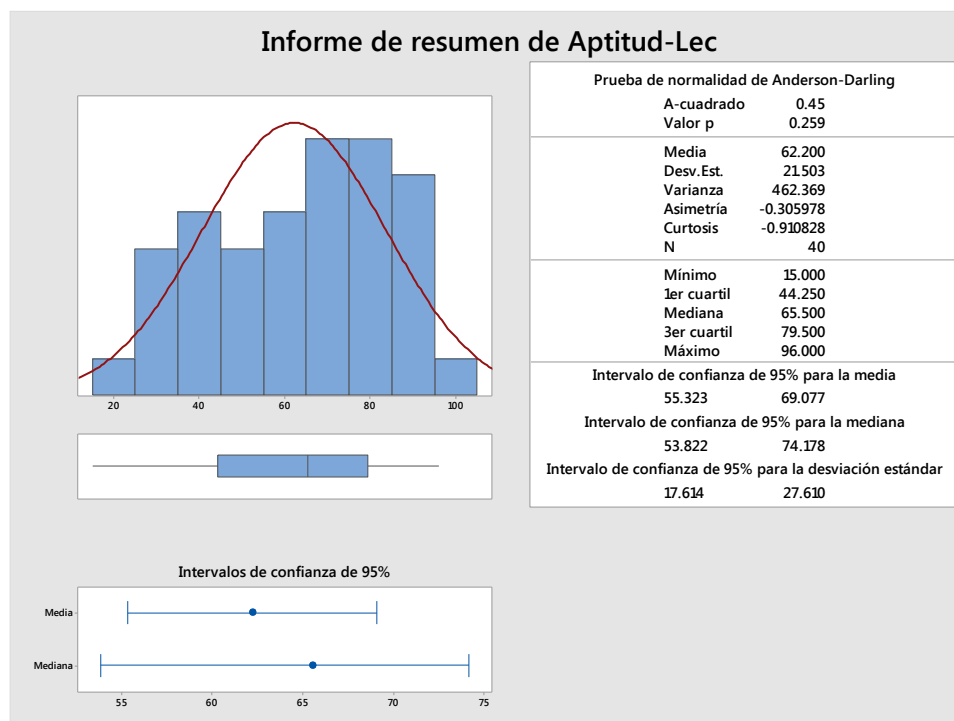
**ACTIVIDAD 3: Fase de Medición** consiste en identificar los requisitos clave de los clientes, identificar los procesos internos que influyen en las características críticas de la calidad (CTQ), definidos como tales por los clientes, y medir los defectos generados relativos a éstas. A partir de esta caracterización se define el sistema de medida y la capacidad del proceso para su mejor comprensión, validar métricas, verificar qué pueden medir bien y determinar situación actual. Las herramientas estadísticas de esta etapa, destacan: *histograma, estadísticas descriptivas, gráfica de corridas, índice de capacidad y desempeño y de distribución de probabilidad.*



**Ejercicio 1.** Cálculo de medidas estadísticas y de capacidad de proceso para la muestra para una prueba de aptitud a la lectura aplicado a 40 estudiantes con calificativos de cero a cien.

1	8	3	7	9	5	4	4	6	6	7	4	5	6	7	3	8	6	7	2
5	8	5	8	1	5	2	4	5	3	7	5	9	6	8	9	8	6	1	7
8	7	7	4	3	5	7	8	8	9	9	5	3	4	3	9	5	7	5	8
3	3	2	0	0	3	0	0	5	0	4	5	2	5	9	6	7	5	3	4

### Resultados



*Figura 4.* Principales estadísticos y gráfica de histograma para la variable aptitud lectora.

**ACTIVIDAD 4: Fase de Análisis**, se evalúa y analiza los datos de resultados actuales e históricos. Se desarrollan y comprueban hipótesis sobre posibles relaciones causa-efecto utilizando las herramientas estadísticas pertinentes. De esta forma el equipo confirma los determinantes del proceso, es decir las variables clave de entrada o “pocos vitales” X que afectan a las variables de respuesta del proceso Y, para identificar fuentes de variación (las X), cómo se generan el problema y confirmar las X vitales con datos. Las herramientas

estadísticas para el análisis destacan: *Diagrama de Ishikawa, análisis de regresión, estimación de intervalos de confianza, prueba de hipótesis y análisis de varianza.*

**Ejercicio 2.** Las ventas (en miles de Soles) y las ganancias (en miles de Soles) de 12 tiendas de rubro de ferretería al mes se resumen en el siguiente cuadro:

Ventas	55	18	22	63	51	44	20	15	28	48	33	58
Ganancia	5.5	4.2	2.5	7.0	6.2	4.5	3.3	2.7	4.7	8.4	6.6	8.5

Asuma como variable independiente ventas y variable dependiente ganancias: a) Trace el diagrama de dispersión, b) Calcule el coeficiente de correlación e interprete, c) Evalúe el coeficiente de determinación e interprete, d) Determine la ecuación de regresión, e) Predecir la ganancia para una venta de 10 y 67 nuevos soles.

### **Resultados**

Análisis de regresión: Ganancia vs. Ventas

La ecuación de regresión es

$$\text{Ganancia} = 1.729 + 0.09528 \text{ Ventas}$$

Correlación: Ventas; Ganancia

Correlaciones

Correlación de Pearson      0.801

Valor p                              0.002

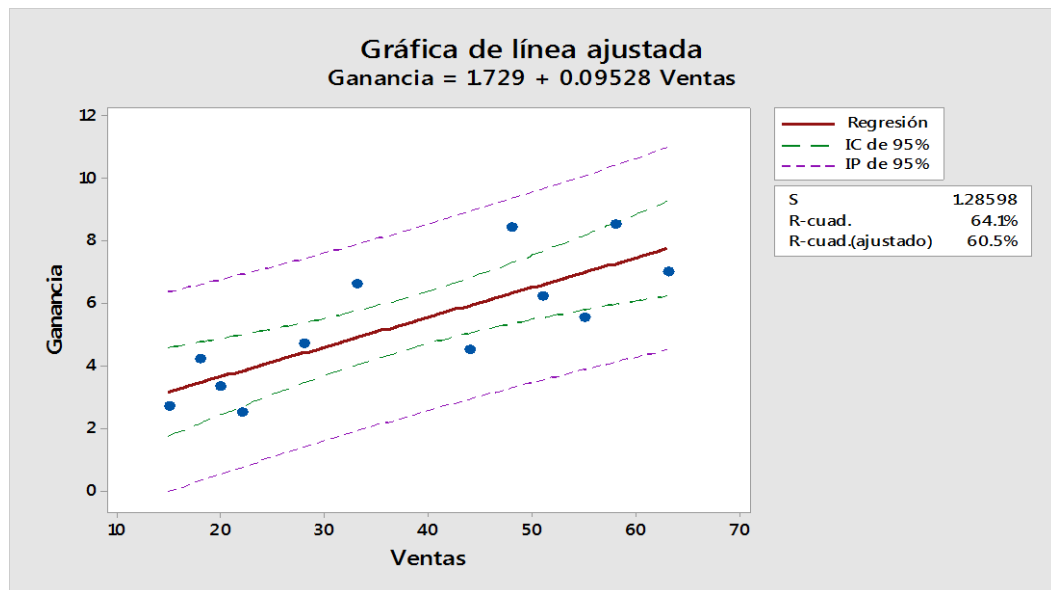


Figura 5. Gráfica de línea de regresión y de intervalos de confianza y predicción, para ventas vs ganancia.

**Ejercicio 3.** Los calificativos obtenidos en dos grupos de estudiantes en la asignatura de estadística, se clasifican por género:

M: 12, 15, 13, 17, 11, 16, 14, 12, 16, 10, 18, 15, 14, 16.

V: 13, 11, 10, 14, 16, 13, 17, 11, 15, 13, 14, 12, 16

¿Se puede afirmar que las mujeres y varones tienen promedios diferentes, un nivel de significancia de 4%?

**Resultados:**

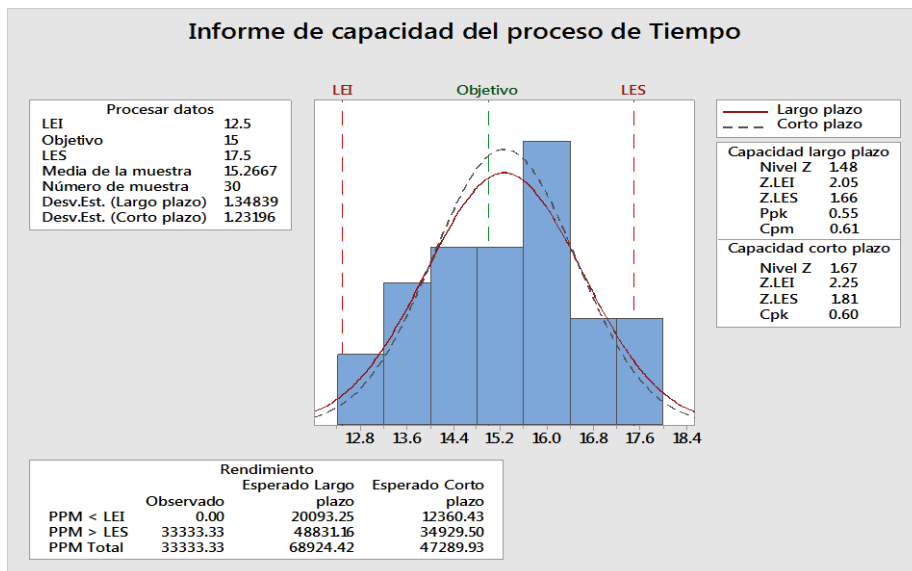
Estimación de la diferencia	Prueba
IC de 96%	Hipótesis nula $H_0 : \mu_1 - \mu_2 = 0$
para la	Hipótesis alterna $H_1 : \mu_1 - \mu_2 \neq 0$
Diferencia	Valor T    GL    Valor p
0.753    (-1.130; 2.635)	0.87    24    0.394

**Conclusión:** los promedios de calificación de las mujeres y los varones son aproximadamente iguales, con un nivel de confianza del 96%.

**ACTIVIDAD 5: Fase de Mejora,** procura determinar la relación causa-efecto (relación matemática entre las variables de entrada y la variable de respuesta de interés) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso; también, para determinar el rango operacional de los parámetros o variables de entrada del proceso para asegurarse de corregir o reducir el problema; entre los recursos a utilizar en esta etapa son: *Diagrama de dispersión y correlación lineal, Regresión lineal simple, Regresión lineal múltiple, Optimización de procesos (superficie de respuesta) y Evaluación de las mejoras.*

**Ejercicio 4.** Los tiempos que demoran los estudiantes en resolver un problema matemático son: 15,5; 14,8; 13,0; 13,5; 14,6; 15,6; 15,4; 13,5; 15,3; 14,2; 14,7; 15,6; 15,3; 14,4; 16,7; 13,9; 16,5; 16,2; 12,5; 16,3; 17,5; 15,8; 16,2; 17,2; 16,5; 15,9; 14,0; 13,6; 16,0; 17,8.

Realizamos los ajustes de la capacidad a nivel sigma teniendo **como objetivo resolver el problema en 15 minutos**, mejorando la línea base, a partir de la *figura 6*. Los índices de desempeño y de capacidad del sistema.



*Figura 6.* Gráfica de mejora de procesos para Tiempo empleado en resolución de un problema.

**Ejercicio 5.** Un docente de matemática realiza el siguiente experimento para determinar la mejor combinación de factores a la hora de administrar una prueba de matemática. El

objetivo Y deseado de la prueba es la obtención de notas que dependerá de tres factores X a dos niveles, que son:

A: Tiempo en resolver el cuestionario: 30 a 45 minutos.

B: Temas: álgebra y geometría.

C: Aprendizaje: Conceptual y procedimental.

No se tiene en cuenta generación de bloques, pero sí réplicas por experimento.

**Solución:**

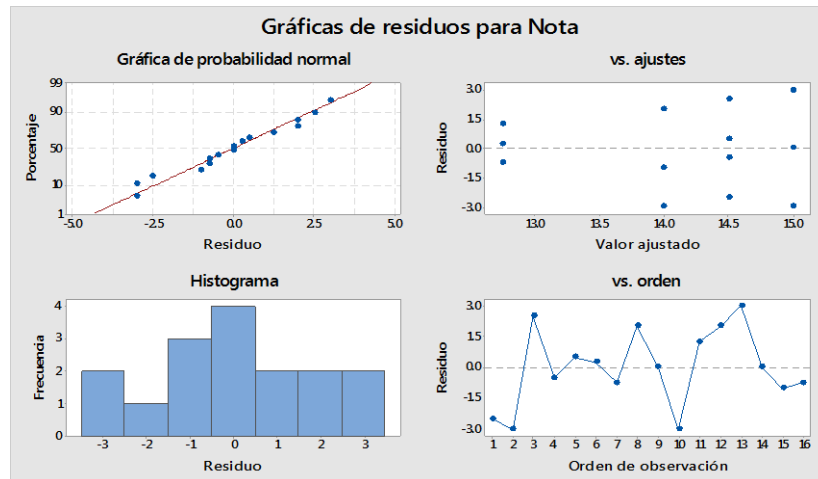


Figura 7. Gráfica de residuos para la variable Nota con interacción de tres factores.

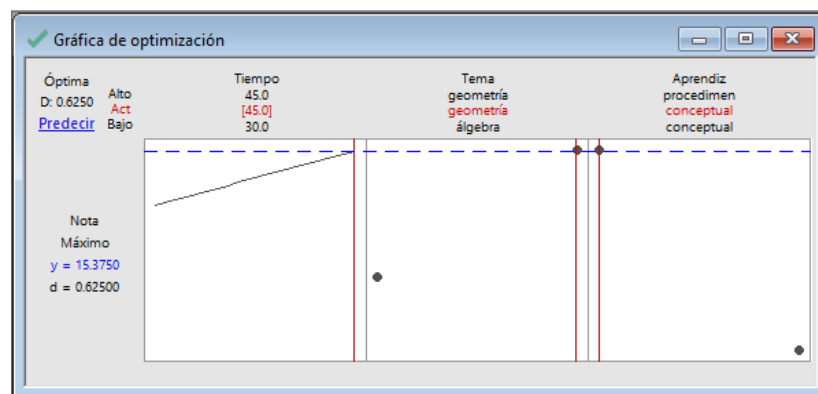


Figura 8. Gráfica de maximización para variable. Nota con interacción de tres factores.

**ACTIVIDAD 6: Fase de Control**, consiste en diseñar y documentar los controles necesarios para asegurar que lo conseguido mediante el proyecto Seis Sigma se mantenga una vez que se hayan implantado los cambios. Cuando se han logrado los objetivos y la misión se da por finalizada con el diseño de un sistema para mantener mejoras logradas (control X vitales), cerrar proyectos (lecciones aprendidas). Las acciones de control se darán en tres niveles: proceso, documentación y monitoreo. Entre las herramientas de esta fase, destacan: Niveles de control y el plan de control, Control estadístico de procesos, Cartas de control (continuas y de atributos), Límites de control vs. Tolerancias, etc.

**Ejercicio 6.** En un centro de salud se registran las edades de los pacientes atendidos por emergencia en los tres turnos que brinda. Se selecciona 20 muestras de cada turno. Las edades en años son las siguientes.

Turno M: 44, 39, 38, 20, 34, 28, 40, 36, 32, 29, 11, 51, 30, 22, 11, 49, 20, 26, 26, 34.

Turno T: 41, 31, 16, 33, 33, 23, 15, 36, 29, 38, 22, 34, 16, 21, 28, 25, 31, 18, 47, 29.

Turno N: 19, 21, 25, 26, 36, 39, 34, 34, 30, 34, 34, 39, 30, 35, 38, 36, 33, 36, 26, 32.

- a) Determine los límites de control para la media y la amplitud de variación
- b) Trace los límites de control para la media de la edad y para la amplitud de variación.
- c) ¿Hay algunos puntos en el diagrama de media o de amplitud de variación, que están fuera de control? Comente respecto al diagrama.

### **Resultados de la prueba para la gráfica C de Edades de pacientes**

PRUEBA 1. Un punto fuera más allá de 3.00 desviaciones estándar de la línea central.

La prueba falló en los puntos: 11; 12; 15; 16

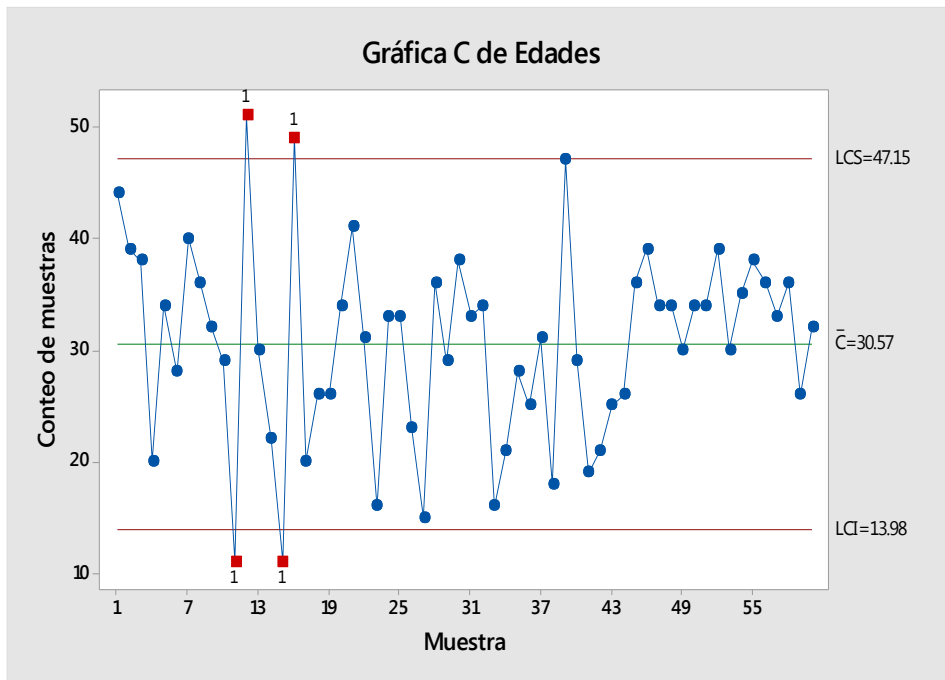


Figura 9. Gráficas de control C para edad de pacientes atendido pos turnos.

Resultados

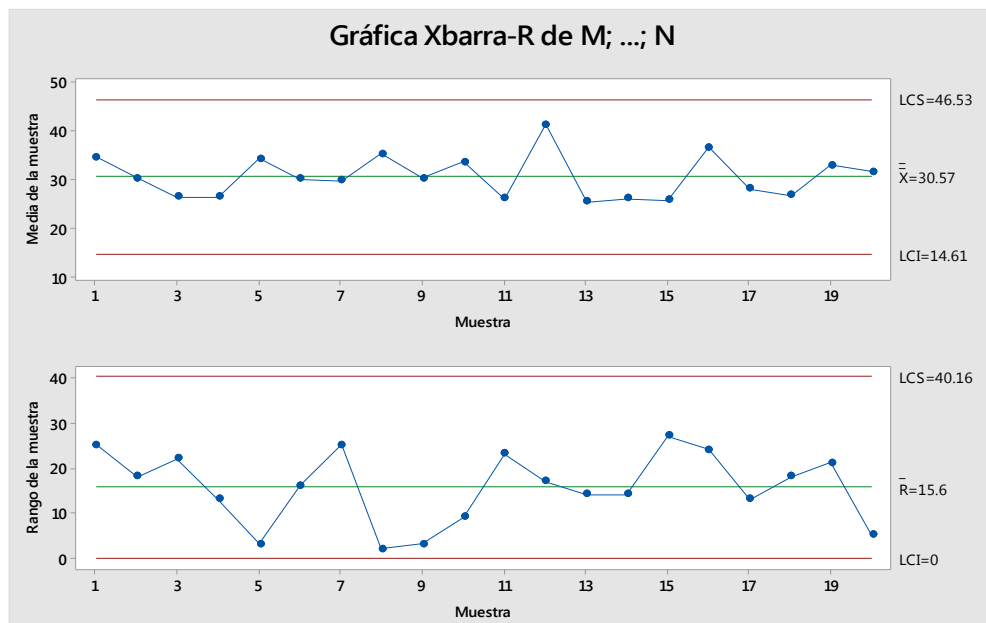


Figura 10. Gráficas de control para la media y la variabilidad de la edad de pacientes.

## Referencias

- Anderson, C. W. y Loynes, R. M. (1987). *The teaching of practical statistics*. New York: Wiley.
- ANUIES (2000a). *La Educación Superior en el Siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo. Una propuesta de la ANUIES*. Mexico: ANUIES
- Azcarate, P., Cardeñoso, J.M y Porlán, R.(1998). Concepciones de futuros profesores de primaria sobre la noción de aleatoriedad. *Enseñanza de las Ciencias*.
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la estadística. grupo de investigación en educación estadística departamento de didáctica de la matemática*. Granada: Universidad de Granada.
- Gutierrez, H y De la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. México D.F. McGrawHill Educación.
- Jimenez, M. (2010). *Competencias en matemática y estadística*. Santiago: INACP. Recuperado de <https://www.inacap.cl/tportal/portales/tp4964b0e1bk102/uploadImg/File/competenciasMatematicasEstadistica.pdf>
- Merriam, S. (2002). *Qualitative Research in Practice. Examples for Discussion and Analysis*. New York: Jossey-Bass.
- Osorio, A. (2012). *Análisis de la idoneidad de un proceso de instrucción para la introducción del concepto de probabilidad en la enseñanza superior*. Tesis para optar el grado de Magister en Enseñanza de las Matemáticas PUCP.<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4658>.
- UNESCO (2017). *Las TIC en la educación*. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/es/unesco/themes/icts/m4ed/>

[Volver al índice de autores](#)