	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Técnicas estadísticas para el análisis de datos

Actividad	Técnica recomendada a ser aplicada para la recopilación de datos	Técnica estadística recomendada a ser aplicada para análisis de datos
Evaluación de satisfacción de los clientes	Entrevistas Encuestas	<ul style="list-style-type: none"> Histograma Pareto Diagrama de Ishikawa
Conformidad de los productos o servicios	Hojas de verificación Encuestas Formatos establecidos en los diferentes procesos	<ul style="list-style-type: none"> Histograma Pareto Gráfico de Control Diagrama de Ishikawa
Tendencias de los procesos o servicios	Hojas de verificación Formatos establecidos en los diferentes procesos	<ul style="list-style-type: none"> Histograma Gráfico de Control Diagrama de Ishikawa Carta Gantt
Control de proveedores	Hojas de verificación Formatos establecidos en los diferentes procesos	<ul style="list-style-type: none"> Histograma Gráfico de Control Diagrama de Ishikawa
Análisis de los datos de indicadores	Hojas de verificación Formatos establecidos en los diferentes procesos Carta Gantt	<ul style="list-style-type: none"> Gráfico de tendencia Gráfico de control Histograma Pareto
Análisis de causas de no conformidades	Hojas de verificación Formatos establecidos en los diferentes procesos	<ul style="list-style-type: none"> Diagrama de Ishikawa Pareto Gráfico de Control Lluvia de ideas 5 Porque

Nota:* Las técnicas estadísticas mostradas no son limitativas, cada área podrá seleccionar aquella que considere oportuna para analizar y controlar sus procesos.

Elaborado Por: Estefania Rivero Cargo: Especialista de SGIA Fecha: 30/10/2018 Firma:	Revisado y Aprobado Por: Osmar Marquez Cargo: Coord. SGIA Fecha: 30/10/2018 Firma:
---	---



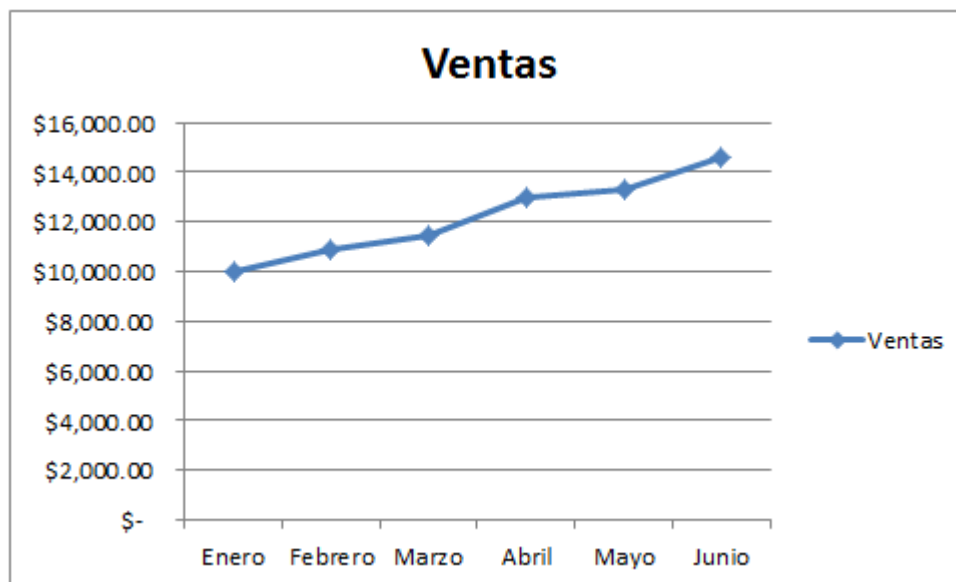
Gráficos de tendencia

Es una herramienta de análisis que permite visualizar puntos en una gráfica que van más allá de los datos reales y que representan los posibles valores futuros de acuerdo a su tendencia.

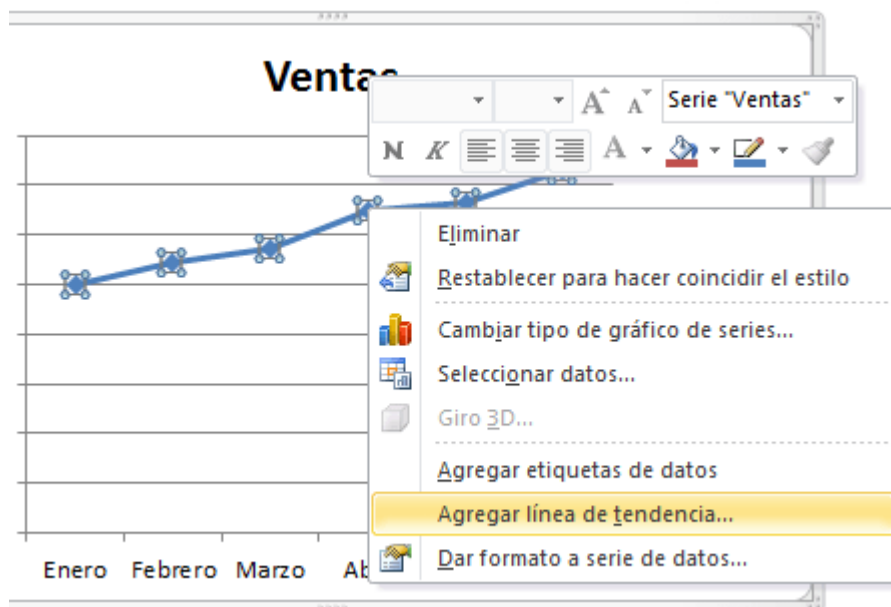
Supongamos que tenemos las ventas de los primeros meses del año:

	A	B
1	Mes	Ventas
2	Enero	\$ 10,000.00
3	Febrero	\$ 10,930.00
4	Marzo	\$ 11,480.00
5	Abril	\$ 13,000.00
6	Mayo	\$ 13,300.00
7	Junio	\$ 14,630.00

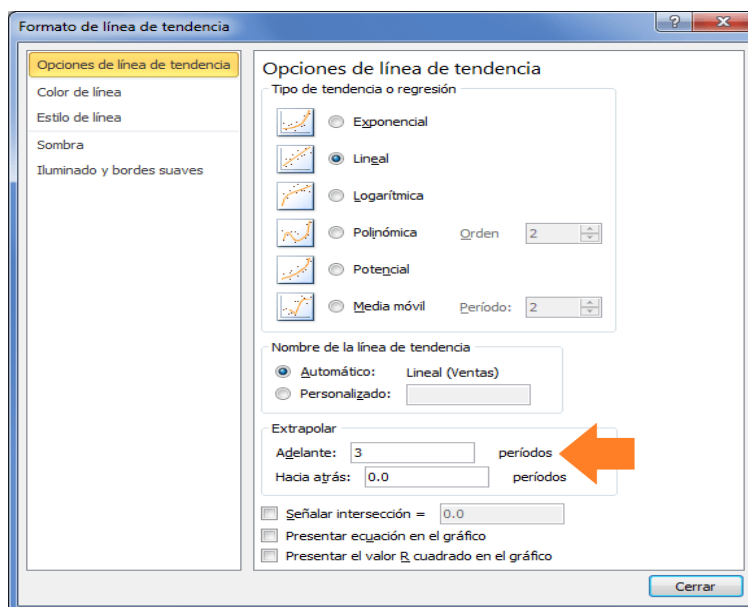
Al graficar estos datos obtenemos el siguiente resultado:



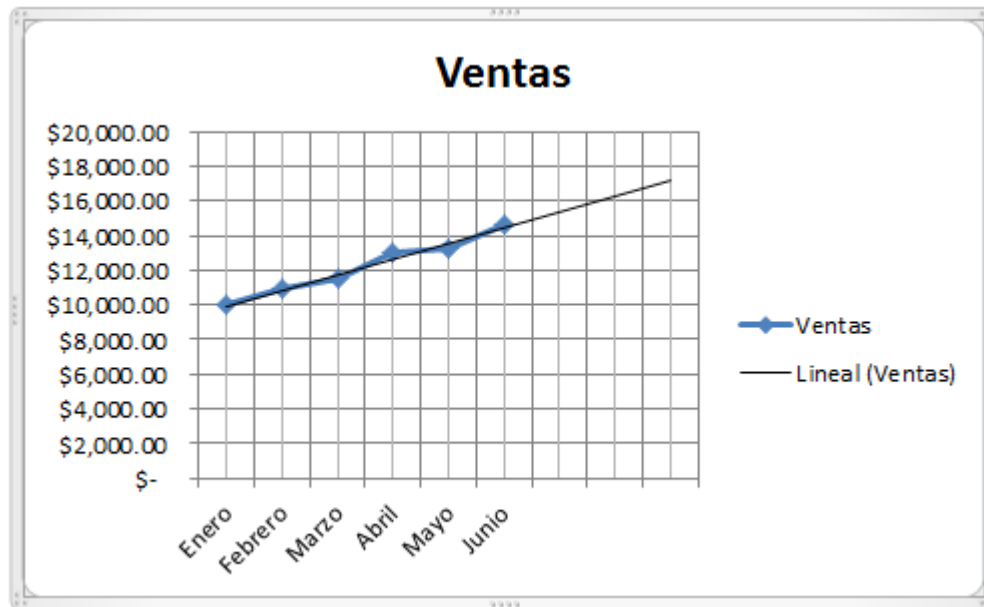
Identificamos una tendencia a la alza, así que nos gustaría predecir las posibles ventas en los próximos 3 meses. Para lograrlo debes hacer clic derecho sobre la línea graficada y dentro del menú emergente seleccionar la opción **Agregar línea de tendencia**.



Se mostrará el cuadro de diálogo **Formato de línea de tendencia**. Solamente debes asegurarte de especificar el número de períodos que deseas pronosticar (extrapolar).

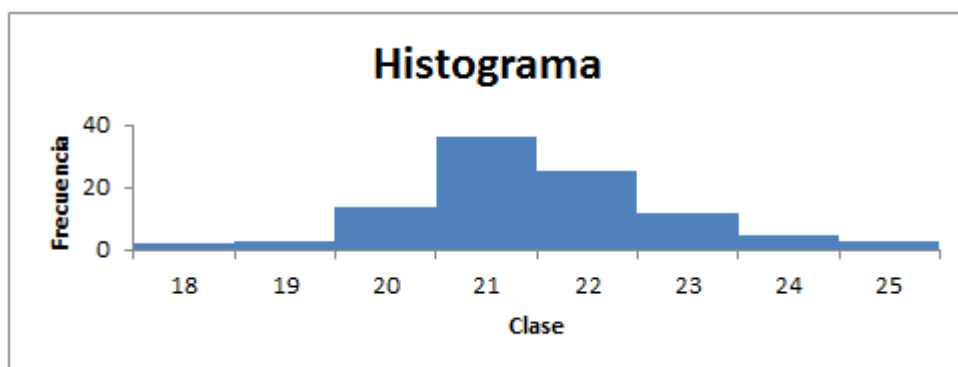


Al cerrar el cuadro de diálogo Excel habrá insertado una **línea de tendencia en el gráfico**.



Histograma

Un histograma es una representación gráfica de una variable en forma de barras donde el tamaño de cada barra es proporcional a la frecuencia del valor que está representando. El eje horizontal del histograma tiene los valores de las variables y el eje vertical las frecuencias.




Crear un histograma en Excel

Para este ejemplo supondremos que hemos recolectado las edades de un grupo de personas que han respondido a una encuesta. En total tengo un listado de 100 personas con sus respectivas edades:

	A	B	C
1	Nombre	Edad	
2	Persona 1	18	
3	Persona 2	24	
4	Persona 3	25	
5	Persona 4	21	
6	Persona 5	25	
7	Persona 6	18	
8	Persona 7	22	
9	Persona 8	19	
10	Persona 9	21	
11	Persona 10	20	
12	Persona 11	21	

Para poder crear el **histograma en Excel** es necesario agrupar los datos por clases. Por clases nos referimos a las diferentes "categorías" en las que se clasificarán los datos que en nuestro ejemplo son las edades 18, 19, 20, etc. El objetivo del histograma es representar gráficamente cuántos elementos pertenecen a cada una de dichas clases.

Si no conoces las clases de los datos de entrada, puedes hacer una copia del rango de datos y utilizar el comando Quitar duplicados para obtener una lista de valores únicos. En este caso yo

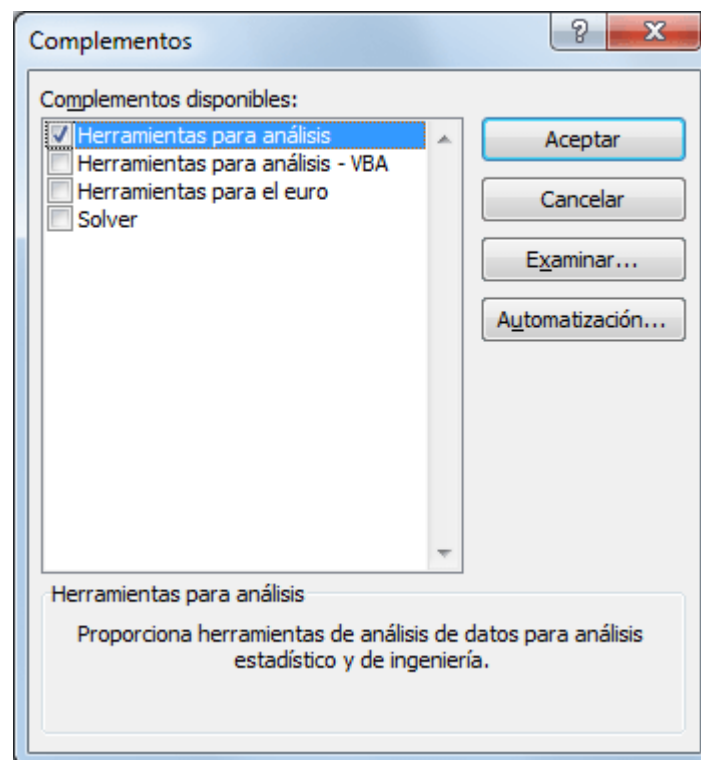
	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

conozco de antemano que el rango de edades recolectadas en la encuesta está entre 18 y 25 así que lo ingresaré manualmente en la columna C:

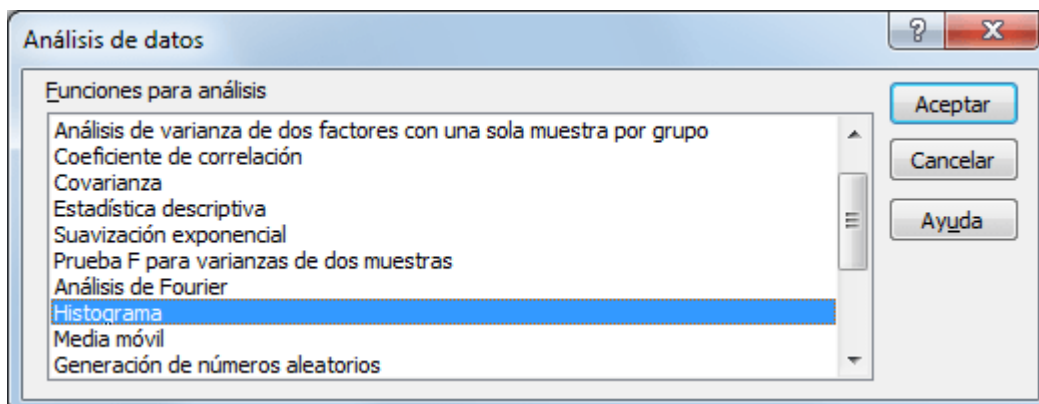
	A	B	C	D
1	Nombre	Edad	Rango	
2	Persona 1	18	18	
3	Persona 2	24	19	
4	Persona 3	25	20	
5	Persona 4	21	21	
6	Persona 5	25	22	
7	Persona 6	18	23	
8	Persona 7	22	24	
9	Persona 8	19	25	
10	Persona 9	21		

Herramienta Histograma en Excel

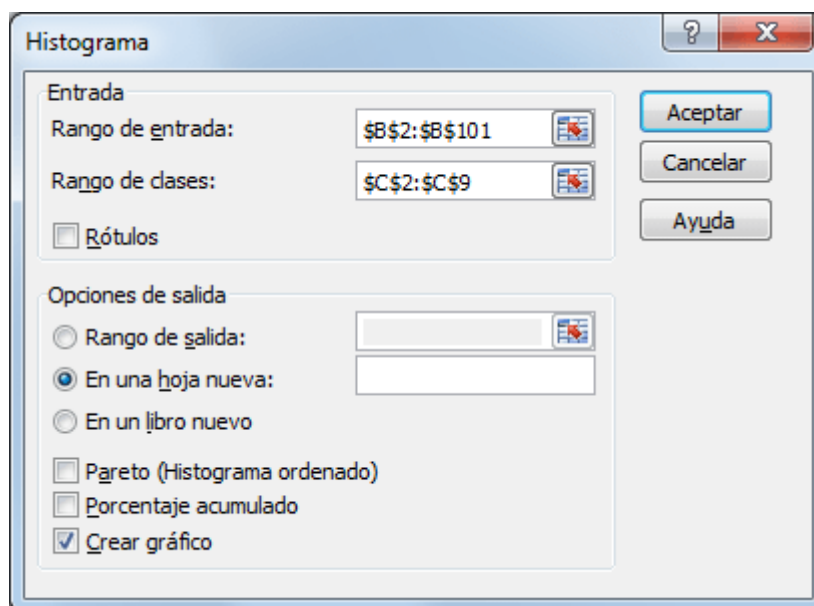
Para poder clasificar los datos para el **histograma en Excel** debo empezar por activar las *Herramientas para análisis* que son un complemento de Excel. Debemos ir a la ficha Archivo > Opciones > Complementos > Complementos de Excel.



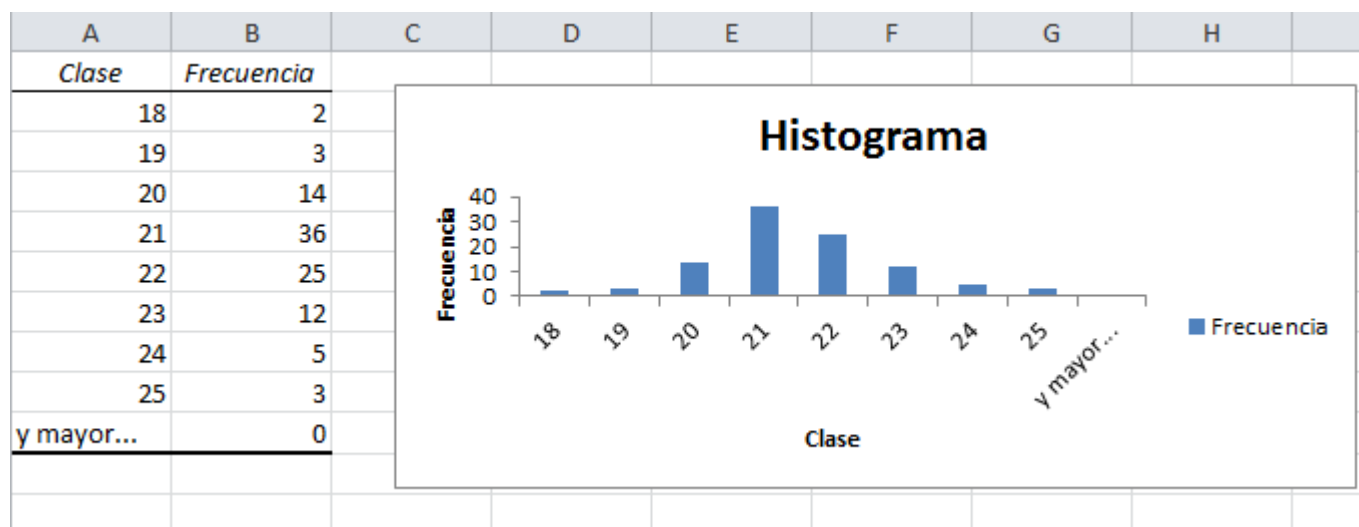
Después de activar las *Herramientas para análisis* debemos ir a la ficha Datos y dentro del grupo Análisis, hacer clic sobre el comando *Análisis de datos* para obtener el siguiente cuadro de diálogo:



Selecciona la opción **Histograma** la cual nos permitirá especificar los argumentos necesarios para poder clasificar nuestros datos.

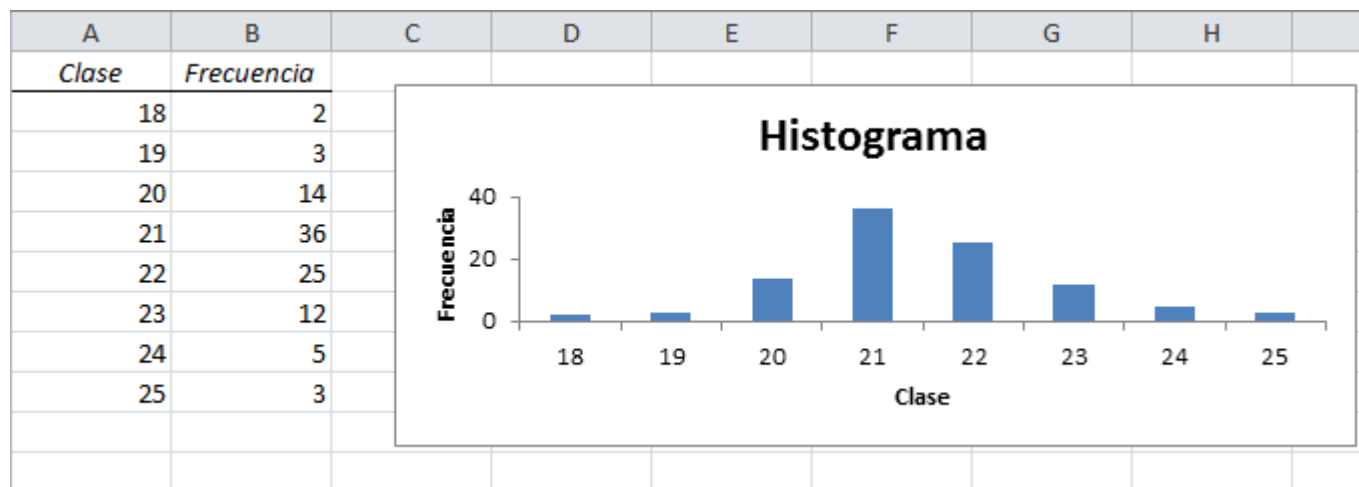


Como *Rango de entrada* especificaré el rango que contiene las edades (sin incluir el título de la columna) y en el cuadro *Rango de clases* colocaré el rango de celdas con las clases previamente creadas. Me aseguro de seleccionar la opción *En una hoja nueva* y de marcar la opción *Crear gráfico*. Al pulsar el botón *Aceptar* se creará una nueva hoja con el histograma.

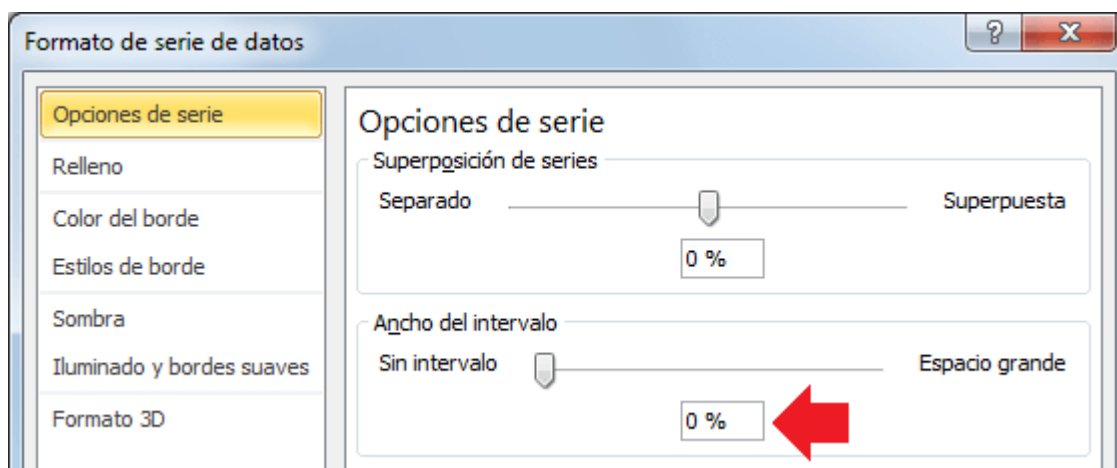


Dar formato al Histograma en Excel

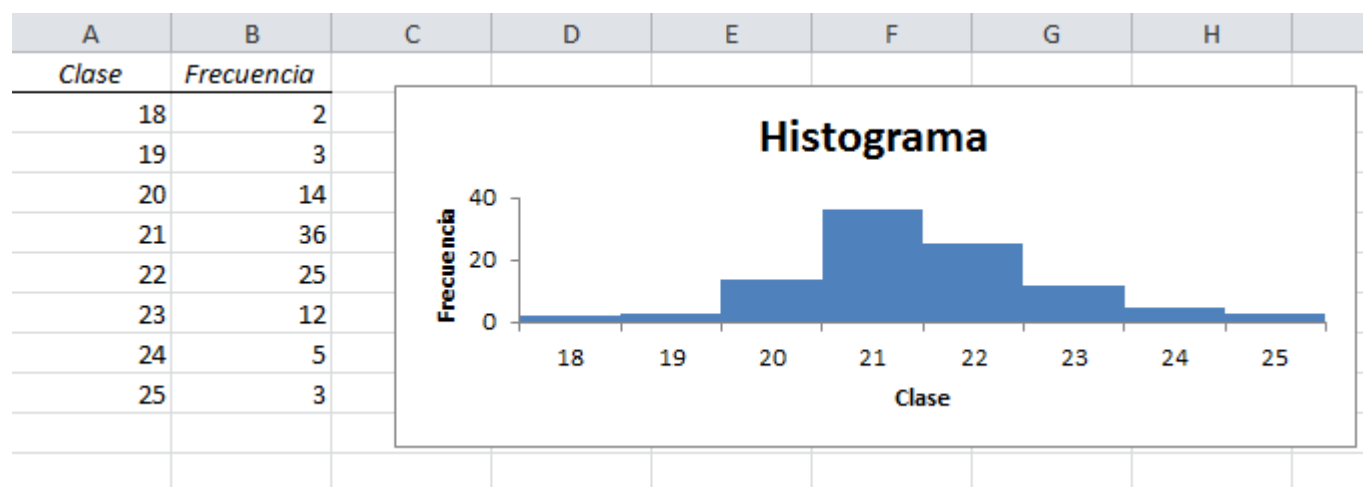
Para mejorar un poco la apariencia del gráfico de **Histograma** recién creado aplicaré algunas acciones adicionales. Primero eliminaré de la tabla de datos la opción "y mayor..." de manera que dicha opción no aparezca en el gráfico y en segundo lugar eliminaré la leyenda del gráfico.




Finalmente removeré los espacios entre las columnas del gráfico. Para ello puedes hacer clic derecho sobre alguna de las columnas y seleccionar la opción *Dar formato a serie de datos* y en la sección de *Opciones de serie* colocar el *Ancho del intervalo* en 0%.



Después de aplicar este último ajuste tendremos un **histograma en Excel** como el mostrado al inicio de este artículo.



	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Carta Gantt

Explicación

La carta o diagrama de Gantt es una herramienta básica en la gestión de proyectos, implementación de acciones y procesos de diversa índole, que tiene como objeto representar las diferentes fases, tareas, actividades e hitos programados como parte de un proyecto o procesos, acotando (en tiempo) las diferentes actividades, ayudando a mejorar la gestión. Fue desarrollada por Henry Gantt durante la primera guerra mundial.


A través de la carta Gantt, se establece una idea clara de los recursos involucrados en un proyecto (tiempo, actividades, presupuestos) para su correcta gestión.

Cómo se aplica

El diagrama está compuesto por un eje vertical y horizontal, en donde en el primero se establecen las actividades que constituyen el trabajo que se va a ejecutar, y en el otro eje se muestra un calendario de la duración de cada una de ellas."

Los pasos a seguir para realizar una Carta Gantt son:

1. Detallar las características del proyecto (partes interesadas, personal a cargo, fecha de inicio y término). Se recomienda realizarlo en un recuadro al comienzo del documento.
2. Escoger una base de tiempo (días, semanas, HH, entre otros), para la elaboración de la Carta Gantt.
3. Indicar el tiempo que tomará el proyecto, reflejado gráficamente en el eje horizontal, dejando fuera (marcados en rojo por ejemplo) los eventuales feriados y fines de semana.
4. Anotar en el eje vertical las actividades y/o tareas involucradas en el proyecto, el personal a cargo de realizarla y la duración estimada. Las tareas son subconjuntos de las actividades (por ej., la actividad "supervisar el proceso de compra y contrataciones" se subdivide en las siguientes tareas: verificar los requerimientos, inspeccionar el proceso, revisión de las bases de licitación, revisión de la generación de Órdenes de Compra). En ciertos casos, es conveniente desglosar más las actividades para gestionar su ejecución de forma más clara, sobre todo cuando participan diferentes personas en las actividades.
5. Donde se cruzan los ejes vertical y horizontal tenemos nuestro calendario (de acuerdo a la base de tiempo escogida), las celdas deben ser coloreadas de modo correspondiente al tiempo (día y/o mes) en que se ejecutará la actividad.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Las actividades pueden efectuarse en forma simultánea, mientras que otras sólo pueden comenzar si la anterior está lista o concluida.

6. Se deben identificar los hitos (puntos críticos del proyecto), con el fin de determinar dónde estarán los controles claves del avance de la carta Gantt.

7. Al momento de programar el proyecto y colorear las celdas es muy importante calcular tiempos realistas más que deseables. También es bueno considerar inconvenientes o situaciones de fuerza mayor, dejando al menos algún margen de días libres para cubrir dicha posibilidad sin afectar la fecha de entrega.

Beneficios

Ayuda a trabajar en forma ordenada, y más eficiente.

Ayuda a identificar tareas que se pueden realizar en forma simultánea, permitiendo delegar.

Da más seguridad a las partes interesadas, haciendo más transparente la ejecución del proyecto.

Ayuda a controlar y gestionar de mejor forma el tiempo por tarea, logrando ser más eficiente.

Limitaciones y precauciones

No muestra las relaciones entre actividades en forma clara.

No permite optimizar el desarrollo de un proyecto, sólo permite su control.

No resalta actividades de mayor importancia.




	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Diagrama de Pareto

Concepto: El diagrama de Pareto constituye un sencillo y gráfico método de análisis que permite discriminar entre las causas más importantes de un problema (los pocos y vitales) y las que lo son menos (los muchos y triviales).

Ventajas:

- Ayuda a concentrarse en las causas que tendrán mayor impacto en caso de ser resueltas.
- Proporciona una visión simple y rápida de la importancia relativa de los problemas.
- Ayuda a evitar que se empeoren algunas causas al tratar de solucionar otras a ser resueltas.
- Su formato altamente visible proporciona un incentivo para seguir luchando por más mejoras.

Utilidades:

- Determinar cual es la causa clave de un problema, separándola de otras presentes pero menos importantes.
- Contrastar la efectividad de las mejoras obtenidas, comparando sucesivos diagramas obtenidos en momentos diferentes.
- Pueden ser asimismo utilizados tanto para investigar efectos como causas.
- Comunicar fácilmente a otros miembros de la organización las conclusiones sobre las causas, efectos y costes de los errores.

Ejemplo e instrucciones de uso:

Los pasos a seguir para la elaboración de un diagrama de Pareto se exponen a continuación, utilizando como ejemplo el análisis de las quejas y reclamaciones recibidas en una unidad administrativa.

1. Establecer los datos que se van a analizar así como el periodo de tiempo al que se refieren dichos datos. Es necesario precisar de dónde van a provenir y cómo se van a clasificar.
2. Agrupar los datos por categorías, de acuerdo con un criterio determinado. En nuestro caso, se consideran 162 reclamaciones efectuadas, partiendo de reclamaciones complementadas por los clientes de una empresa de transporte, que se han agrupado en las siguientes categorías:




CATEGORÍA	Número de reclamaciones
El paquete llega tarde.	52
Envío con daños.	28
No se envía la factura.	12
Paquete perdido.	41
Atención recibida.	16
Nota de visita con hora incorrecta.	10
Otros.	3

3. Tabular los datos. Comenzando por la categoría que contenga más elementos y, siguiendo en orden descendente calcular: frecuencia absoluta, frecuencia absoluta acumulada, frecuencia relativa unitaria y frecuencia relativa acumulada.

En el ejemplo de referencia, el producto de lo anterior sería la siguiente tabla:

Nº	CATEGORÍA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA ABSOLUTA ACUMULADA	FRECUENCIA RELATIVA UNITARIA %	FRECUENCIA RELATIVA ACUMULADA %
1	El paquete llega tarde.	52	52	32'1	32'1
2	Envío con daños.	41	93	25'3	57'4
3	No se envía la factura.	28	121	17'3	74'7
4	Paquete perdido.	16	137	9'8	84'5
5	Atención recibida.	12	149	7'4	91'9
6	Nota de visita con hora incorrecta.	10	159	6'2	98,1
7	Otros.	3	162	1'8	100

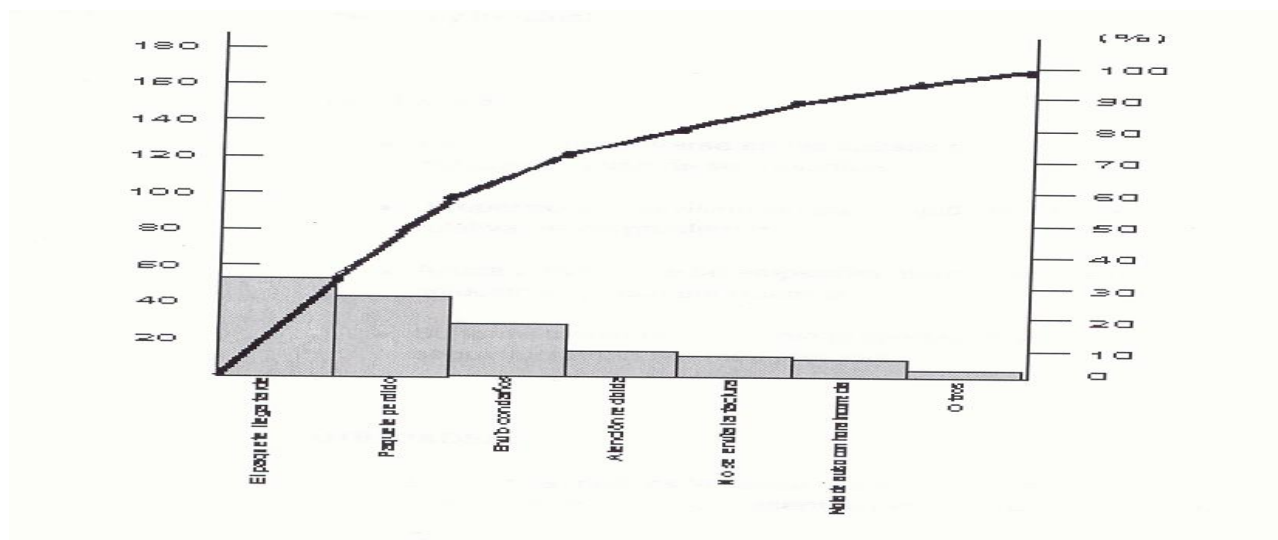
	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

4. Dibujar el diagrama.


- a) Trazar los ejes de coordenadas cartesianas.
 - b) En el eje de ordenadas, delimitar una escala comenzando por cero y que llegue hasta el valor total de la frecuencia acumulada.
 - c) En el eje horizontal (de abscisas) etiquetar las categorías en que se han agrupado los elementos teniendo en cuenta que, en un diagrama de Pareto, no existe espacio entre las barras.
 - d) Reproducir otro eje vertical, a la derecha del gráfico, de la misma longitud que el eje de la izquierda, puntuando de 0 a 100, en el que se representarán las frecuencias relativas.
5. Representar el gráfico de barras correspondientes que, en el eje horizontal, aparecerá también en orden descendente.

Delinear la curva acumulativa. Se dibuja un punto que represente el total de cada categoría. Tras la conexión de estos puntos se formará una línea poligonal.

6. Identificar el diagrama, etiquetándolo con datos como: título, fecha de realización, periodo considerado, procedencia...
7. Analizar el diagrama. Con una primera aproximación no es difícil llegar a conclusiones válidas sobre las causas principales de las reclamaciones. En el ejemplo, podemos observar que casi $\frac{3}{4}$ de ellas (el 74.7%) se deben a tres categorías: "el paquete llega tarde", "paquete perdido" y "envío con daños", siendo la primera la que más quejas a acumulado.



Teniendo en cuenta que es más fácil reducir una frecuencia elevada que otra baja, parece evidente que será más útil centrarse en estas tres primeras causas (pocas y vitales) que en las que tienen menor incidencia (muchas y triviales).

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Gráficos de Control

Explicación

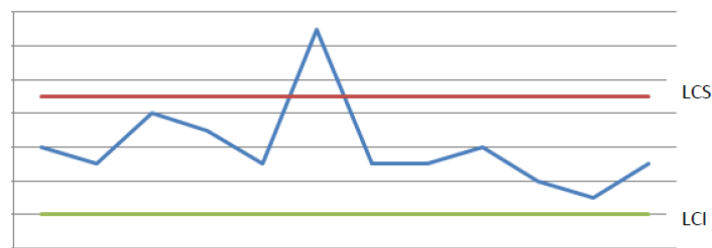
Son una herramienta sencilla y de fácil aplicación. El objetivo es intentar acercar lo más posible la toma de decisiones a los puntos donde realmente, son más importantes los problemas, donde es necesario adoptar acciones de mejora.

En el gráfico de control se representan los valores obtenidos en un intervalo de tiempo, para una característica concreta, que se desea controlar.

Los gráficos de control se desarrollan en función de las características de los elementos a estudiar, ya tengan estos un comportamiento que pueda ser descrito como atributos¹⁵ o variables¹⁶. Existen más tipos, tales como los gráficos CUSUM, las cuales son sumas acumuladas, donde se detecta desviaciones del proceso a un valor determinado y gráficos EWMA, que significa (Exponential weighted moving average control chart), para detectar mínimas variaciones de la media.

Cómo se aplica


En la gráfica, en el eje Y se debe representar la escala de una característica concreta que se desea controlar y en el eje X se representa el valor medio de dicha característica. Por encima y por debajo del eje X, se representan dos líneas que representan el límite de control superior y el inferior¹⁷. Cuando la gráfica se acerca a estos límites de control, se debe intervenir el proceso. Lo anterior no es absoluto, y siempre la decisión debe ir de acuerdo a la experiencia y el raciocinio del equipo que lo realiza.



Gráfica de control ilustrativa

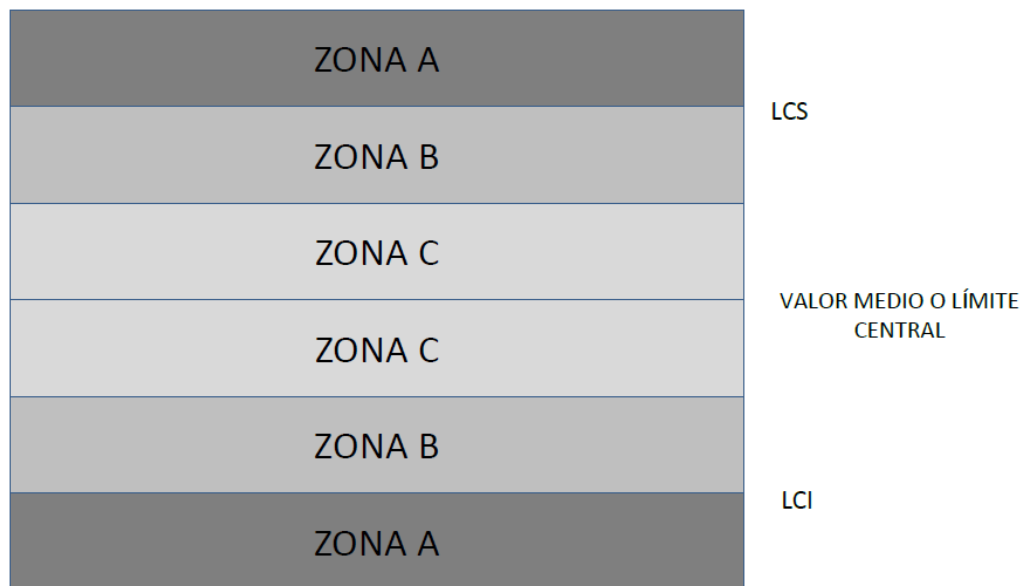
En una gráfica de control, se identifica que el proceso no está bajo el control cuando:

- ✓ Uno o más puntos están fuera de los límites de control.
- ✓ Existen una serie de patrones de inestabilidad.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

En el caso de la segunda causa, para detectar los patrones se divide el área entre los límites de control en tres zonas de igual tamaño.

Ilustración: Zonas de Control



Los patrones de inestabilidad, se definen de la siguiente forma:

2 de 3 puntos se encuentren en la zona A.

4 de 5 puntos se encuentran en la zona B.


9 puntos seguidos, por encima o debajo de la línea.

14 puntos que se muevan en forma de onda para arriba y para abajo.

15 puntos consecutivos de la zona C.

Los límites de control se eligen de tal forma que la probabilidad de intervenir en el proceso erróneamente es de 3 por mil.

Dentro de los tipos de gráficos de control se encuentran los variables y por atributos.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

a. Gráficos de Control por Variables

Estas características generalmente se encuentran bajo una distribución normal.

Las causas que pueden generar que una característica continua deje de estar bajo control son:

Desplazamiento de su valor medio.

Cambio de variabilidad.

Una combinación de ambas.

Es importante identificar claramente, qué características se representarán (las más importantes). Para cada característica hay que construir dos gráficas, uno para la media y otro para la desviación estándar (los dos parámetros que se deben controlar).

Los pasos a seguir son:

1. Definir qué características se van a estudiar, y para cada una de ellas, definir la media y su desviación estándar.
2. Posteriormente, se define el tamaño de las muestras y la frecuencia con la cual se va a tomar el muestreo. Para este paso la experiencia previa y la disposición de recursos humanos y económicos es fundamental. En base a ello se propone seguir lo siguiente:

Se extrae entre 4 a 6 productos en los cuales se mide la característica de estudio.

Se apunta en el gráfico la media de las medias aritméticas, y la media de variabilidad de la característica en los mencionado productos (la

variabilidad de la muestra puede calcularse a partir de la desviación estándar o calculando el rango de variación muestral R).

Para el cálculo de los límites basarse en las siguientes tablas:


	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Tabla: Cálculo de límites para gráfico de control para variables

TIPO DE GRÁFICO DE CONTROL	TAMAÑO MUESTRAL (n)	LÍNEA CENTRAL DEL GRÁFICO	LÍMITES DE CONTROL
Media y Desviación Estándar $\bar{\bar{x}}/\bar{s}$	Generalmente ≥ 10	$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$	$LCS_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_3 \times \bar{s}$ $LCI_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_3 \times \bar{s}$
		$\bar{s} = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_m}{m}$	$LCS_s = B_4 \times \bar{s}$ $LCI_s = B_3 \times \bar{s}$
Media y recorrido $\bar{\bar{x}}/\bar{R}$	< 10 , pero generalmente entre 3 y 5	$\bar{\bar{x}} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2 + \dots + \bar{x}_m}{m}$	$LCS_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} + A_2 \times \bar{R}$ $LCI_{\bar{x}} = \bar{\bar{x}} - A_2 \times \bar{R}$
		$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_m}{m}$	$LCS_R = D_4 \times \bar{R}$ $LCI_R = D_3 \times \bar{R}$

Donde m = número de muestras

A continuación, se presentan las tablas con los valores de las constantes que se necesitan para calcular los límites de control en los gráficos para variables:



Tabla: Constantes para gráficos de control por variables

Tamaño muestral n	Constantes					
	A_3	B_3	B_4	A_2	D_3	D_4
2	2,66	0,00	3,27	1,88	0,00	3,27
3	1,95	0,00	2,57	1,02	0,00	2,57
4	1,63	0,00	2,27	0,73	0,00	2,28
5	1,43	0,00	2,09	0,58	0,00	2,11
6	1,29	0,03	1,97	0,48	0,00	2,00
7	1,18	0,12	1,88	0,42	0,08	1,92
8	1,10	0,19	1,82	0,37	0,14	1,86
9	1,03	0,24	1,76	0,34	0,18	1,82
10	0,98	0,28	1,72	0,31	0,22	1,78
11	0,93	0,32	1,68	0,29	0,26	1,74
12	0,89	0,35	1,65	0,27	0,28	1,72
13	0,85	0,38	1,62	0,25	0,31	1,69
14	0,82	0,41	1,59	0,24	0,33	1,67
15	0,79	0,43	1,57	0,22	0,35	1,65
16	0,76	0,45	1,55	0,21	0,36	1,64
17	0,74	0,47	1,53	0,20	0,38	1,62
18	0,72	0,48	1,52	0,19	0,39	1,61
19	0,7	0,5	1,5	0,19	0,40	1,60
20	0,68	0,51	1,49	0,18	0,42	1,59

b. Gráficos de Control para Atributos

Estos gráficos se emplean cuando la característica a controlar no es medible o su medición supone un costo excesivo o muy complejo. En este caso, se intenta controlar si el producto posee o no un atributo. El tamaño de la muestra es mayor al que un gráfico de control por variables.



	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Tabla: Cálculo de límites según tipo de gráfico de control para atributos

TIPO DE GRÁFICO DE CONTROL	TAMAÑO MUESTRAL (n)	LÍNEA CENTRAL DEL GRÁFICO	LÍMITES DE CONTROL
Se controla la proporción (p) de fallos en un grupo Gráfico p	Variable, generalmente ≥ 50	Para cada muestra $p = \frac{np}{n}$ para las muestras (m) $\bar{p} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m}$	$LCS_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p} \times (1 - \bar{p})}{n}}$ $LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p} \times (1 - \bar{p})}{n}}$
Se controla el número de fallos en un grupo Gráfico np	Constante ≥ 50	Para cada muestra np= Número de fallos para las muestras (m) $n\bar{p} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_m}{m}$	$LCS_{np} = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p} \times (1 - \frac{n\bar{p}}{n})}$ $LCL_{np} = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p} \times (1 - \frac{n\bar{p}}{n})}$
Número de fallos Gráfico c (Gráfico i)	Constante $\bar{c} \geq 50$	Para cada muestra c= Número de fallos para las muestras (m) $\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_m}{m}$	$LCS_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$ $LCL_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$
Se controla el número de elementos por unidad Gráfico u	Variable	Para cada muestra $u = \frac{c}{n}$ para las muestras (m) $\bar{u} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m}$	$LCS_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$ $LCL_u = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$

Beneficios

- ✓ Facilita la comunicación, lo que puede simplificar el análisis de situaciones numéricas complejas.
- ✓ Genera un impacto visual importante, al mostrar de forma clara la variabilidad del resultado de un proceso, respecto a una determinada característica y/o atributo.
- ✓ Ofrece una guía para el análisis, ya que proporciona mayor información que el simple control de los resultados de un proceso, pudiendo rescatar de ésta, posibles acciones preventivas o bien correctivas, según sea el caso, y alternativas para investigar el proceso.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Limitaciones y precauciones

- ✓ Puede crear la falsa idea de que cuando hay un problema se puede emplear los gráficos de control para solucionarlo. Si el problema ya existe, los gráficos de control, sólo constatarán dicha existencia.
- ✓ Comenzar su utilización sin determinar, previamente, la capacidad del proceso¹⁸.
- ✓ Controlar una característica o atributo no significa controlar el proceso.
- ✓ Puede ser fácil cometer errores de cálculo.
- ✓ El supuesto básico es que el objeto de estudio se comporta bajo una distribución normal, lo cual en el caso de ser muy distinta la distribución puede llevar a una distorsión en los resultados.

Formulario de aplicación sugerido

Tabla para Gráfico de Control

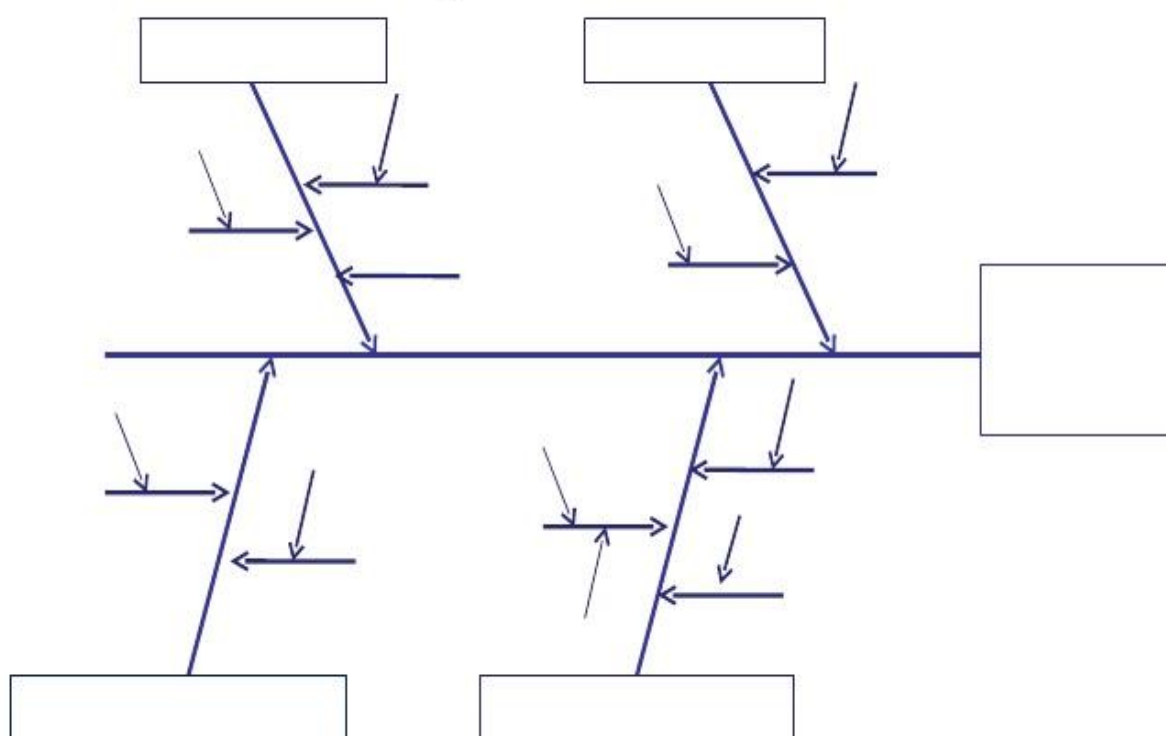
Datos	Línea Central	Límite de Control Superior	Límite de Control Inferior
	<i>(De acuerdo a fórmulas descritas para Gráfico de Control por Variables en Tabla N°22 – 23 y para Gráfico de Control por Atributos en Tabla N° 24)</i>	<i>(De acuerdo a fórmulas descritas para Gráfico de Control por Variables en Tabla N°22 – 23 y para Gráfico de Control por Atributos en Tabla N° 24)</i>	<i>(De acuerdo a fórmulas descritas para Gráfico de Control por Variables en Tabla N°22 – 23 y para Gráfico de Control por Atributos en Tabla N° 24)</i>

Diagrama de Ishikawa o Causa Efecto

El **diagrama de Ishikawa** o **diagrama de espina de pescado** (por su forma similar a la de un pez), es una representación gráfica muy sencilla en la que puede verse, de manera relacional, una especie de espina o línea central en horizontal, la cual representa el problema concreto a analizar.

Diagrama causa-efecto

Diagrama de Ishikawa




Factores o causas

Además, a través del **método Ishikawa** tenemos aglutinadas distintas variables y/o categorías que podrían ser consideradas como origen y causa del problema en cuestión.

El diagrama de Ishikawa identifica un problema y luego enumera un conjunto de potenciales causas que lo hayan podido provocar.

Así, lo que **Kaoru Ishikawa** consiguió con metodología es disponer de un diagrama muy atractivo a la vista y donde se ordenan de manera clara, amigable y sencilla las posibles causas de los problemas

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

que surgen en cualquier proceso de la empresa. Esto nos puede ayudar a conocer los motivos de las debilidades de la empresa y poder darle soluciones.

¿Cómo hacer un Diagrama de Ishikawa?

El **diagrama de Ishikawa** o **diagrama de espina de pescado** es empleado para facilitar el análisis de los problemas y detectar rápidamente las posibles soluciones al mismo.

Para ello, **Kaoru Ishikawa**, experto en control de calidad comprobó que muchos de los problemas con los que se topan las empresas día a día tienen 4 categorías:

- Personas.
- Materiales.
- Maquinaria.
- Procesos o métodos.


Estos cuatro elementos cubren casi todas las potenciales causas que dan origen a un problema empresarial.

Sin embargo, ¿**cómo se hace el diagrama de Ishikawa**?:


1. Dibuja un diagrama en blanco.
2. Escribe en la parte derecha (lo que simularía la cabeza del pez) de manera clara y breve el **problema a analizar**.
3. Identifica y escribe las categorías apropiadas para el problema concreto. Puedes usar las 4 básicas a las que hace referencia **Kaoru Ishikawa** o añadir nuevas.
4. Haz un brainstorming y anota todas las posibles causas que dan lugar al problema y ve anotándolas dentro de cada categoría.
5. Una vez tengas las causas, debes analizar el porqué de las mismas. Así, detectarás las causas principales y las subcausas.
6. Ya tienes detectadas las causas y subcausas, por lo que ahora tienes la capacidad de seleccionar aquellas causas que tienes posibilidad de corregir y aquellas que están fuera de tu alcance.

Imagina, por ejemplo, que una empresa quiere lanzar una nueva línea de ropa pero falta creatividad para hacer de ella algo diferente y llamativo para sus compradores. Este sería el problema: falta de creatividad, representándolo en la línea horizontal del **diagrama de Ishikawa**. Como responsable, trazarías una línea horizontal y sobre ella las categorías que considerases oportunas, ya fueren las descritas por **Kaoru Ishikawa** u otras:

- Personas: acomodamiento, poca motivación laboral, perfiles muy técnicos, por ejemplo.
- Materiales: espacio muy conservador, falta de recursos informáticos.
- Entorno: alta competencia, falta de proveedores.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Gracias al **método de Ishikawa** detectas de manera bastante rápida y sencilla las posibles causas a un problema concreto y defines correcciones de manera óptima y eficaz, para dar solución de manera inmediata.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Tormenta de Ideas

Explicación

Es uno de los métodos más antiguos para la recolección de datos. Esta herramienta fue creada en el año 1938 por Alex Faickney Osborn, quien en su búsqueda de ideas nuevas y creativas descubrió que una interacción de un grupo no estructurado, generaba más y mejores ideas de las que una persona podía generar en forma independiente.

Este método es sumamente efectivo en la generación de ideas. Requiere la participación de todos los participantes involucrados, creando nuevas ideas y soluciones que sean lo más creativas e innovadoras dejando fuera todos los paradigmas establecidos.

Este método es útil y complementario al uso de otras herramientas, permitiendo la identificación de las causas de los problemas, con el fin que sean investigadas posteriormente, definir y adoptar planes de acción.

Cómo se aplica

Los pasos a seguir son:


1. Elegir un moderador: El grupo de trabajo o el responsable del estudio deben designar a una persona para dirigir y coordinar la sesión de Tormenta de Ideas. Lo fundamental es que exista orden cuando se realice la Tormenta de Ideas.

2. Definir el enunciado del problema o tema a analizar: El enunciado del tema a tratar se define antes de la realización de la sesión de trabajo. Esto permite la preparación de la misma por los participantes. El enunciado debe cumplir con dos características fundamentales:

- ✓ **Ser Específico:** Para que no sea interpretado de forma diferente por los participantes del grupo de trabajo, y para que los aportes (ideas) se concentren en el tema y no se alejen de éste.
- ✓ **No ser Sesgado:** No fijar sólo una línea de análisis. Debe ser visto de diferentes formas y sin limitaciones.

3. Preparar la logística: Preparar, con anterioridad a la sesión, equipos (proyector, PC, pizarra, papelógrafo, entre otros) para registrar las ideas y resultados de la sesión. Esto permite lo siguiente:

- ✓ Escribir todas las ideas aportadas de forma que sean claramente visibles a lo largo de la sesión.
- ✓ Mantener un ritmo constante durante toda la sesión.
- ✓ Favorecer el trabajo de ordenamiento y clasificación de ideas.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

4. Dar inicio a la Tormenta de Ideas:

- ✓ Escribir el enunciado de forma que sea visible a todos los participantes durante la sesión.
- ✓ Hacer una introducción y exponer las reglas de la Tormenta de Ideas:
- ✓ Destacar el pensamiento creativo.
- ✓ No se admiten críticas y comentarios a las ideas ajenas. Se registran todas las ideas, aunque estas se repitan.
- ✓ Pueden asociarse ideas, o generarse a partir de otras enunciadas previamente.
- ✓ Los aportes, es decir, la emisión de ideas, se harán por turno siguiendo la estructura definida, o de manera aleatoria o a mano alzada.
- ✓ Se indicará sólo una idea por turno, registrando las ideas en la medida que se vayan generando, con el fin de no olvidar lo aportado por cada participante.
- ✓ Cuando en un turno no se disponga de ideas se puede "ceder el turno" y volver a aportar en el turno siguiente.


5. Desarrollo de la Tormenta de Ideas:

Iniciar el proceso generando las ideas y respetando las reglas descritas. Cuando se llega a un punto del desarrollo en que el número de ideas generadas decrece, se ordenará y dará lectura de las ideas registradas, lo cual puede generar una segunda fase creativa. Si ya no hay más ideas, se dan por finalizadas las rondas.

6. Interpretación y conclusiones

Para una correcta interpretación, la lista de ideas obtenida, se debe tratar de la siguiente forma:

- ✓ Explicar las ideas que ofrecen dudas a algún participante.
- ✓ Eliminar ideas duplicadas.
- ✓ Agrupar las ideas según criterios de orden adecuados, para poder simplificar el desarrollo del trabajo posterior. Por ejemplo: efecto sobre los objetivos de la organización, impacto en las partes interesadas, costos, ingresos, ambiente de trabajo, entre otros.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Ya con las ideas generadas, estas son numeradas y priorizadas, de acuerdo con criterios previamente establecidos, con el fin de llegar a la(s) causa(s) o característica(s) que mejor explica(n), o permite(n) enfrentar la situación analizada.

7. Tratamiento


Una vez identificadas la o las causa(s) o característica(s) que inciden en el efecto estudiado, se deben tomar acciones, con fin de eliminar las causas del mismo y evitar la recurrencia del hallazgo o lograr la mejora buscada.

Beneficios

- ✓ Estimula la imaginación, ayudando identificar causas, identificar riesgos y acciones correctivas, preventivas y/o oportunidades de mejora.
- ✓ Es relativamente rápido y fácil de aplicar.
- ✓ Integra a las principales partes interesadas (colaboradores), ayudando a una mejor comunicación dentro de la organización.

Limitaciones y precauciones

- ✓ Falta de conocimientos técnicos de los participantes acerca del problema o de la técnica de tormenta de ideas.
- ✓ No siempre se identifican todas las posibles causas, riesgos y/o acciones de mejora.
- ✓ Que no todas las ideas se tomen en consideración.
- ✓ Que personas con ideas relevantes permanezcan en silencio, mientras otras personas dominan el debate.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Formulario de aplicación sugerido

Tormenta de Ideas

Coordinador: _____

Hora inicio: _____ Hora término: _____

Participantes:

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

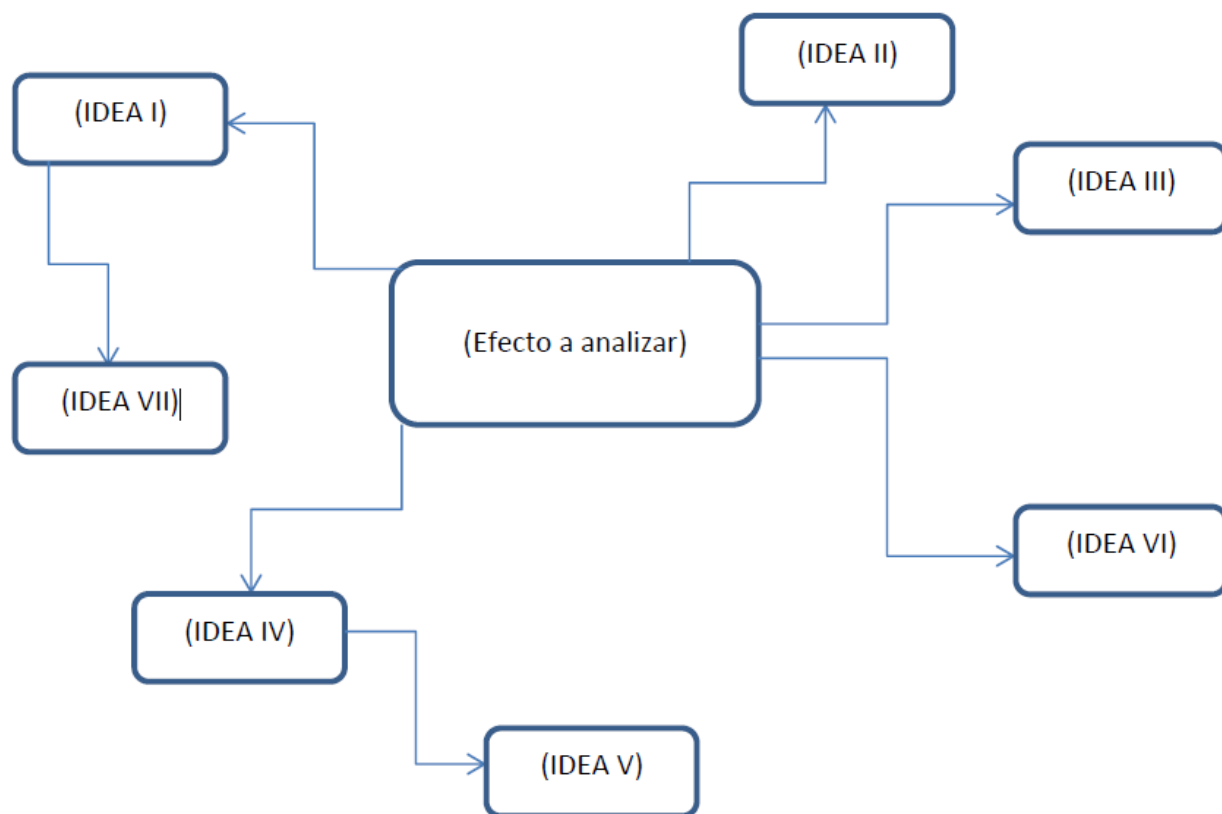
Tema (Efecto) a analizar: _____


Listado de ideas

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Nota: Las ideas pueden generarse a partir de otras.

Ilustración: Representación de la Tormenta de Ideas



	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Los Cinco Porqués

Explicación

Los Cinco Por Qué es una técnica sistemática de preguntas utilizadas durante la fase de análisis de los problemas, para buscar posibles causas principales de un problema. Esta herramienta puede ser complementaria a otras, como, por ejemplo, el diagrama causa efecto, la tormenta de ideas, entre otras.

Esta técnica se utiliza mejor en equipos pequeños (4 a 8 personas).

Durante este tiempo se debe tener cuidado de NO preguntar "Quién", ya que el objetivo es estudiar y encontrar las causas, no los responsables. Se debe recordar que el grupo está interesado en el Proceso y no en las personas involucradas.

Es importante que quienes participen en los 5 porqués deben estar relacionados al tema de analizar, con el fin de que las respuestas sean lo más concretas posibles.

No es necesario llegar al quinto ¿por qué?, la causa puede ser encontrada antes de la quinta pregunta.


Tampoco es limitante el quinto, pudiendo extenderse hasta un nivel más detallado de análisis.

Cómo se aplica

1. Una vez que haya sido identificado el Problema, empezar a preguntar "¿Por qué es así?" o "¿Por qué está ocurriendo esto?".
2. Continuar preguntando Por Qué al menos **Cinco** veces. Esto desafía al equipo a buscar a fondo y no conformarse con causas ya "probadas y ciertas".
3. Tal como se mencionó anteriormente, existen ocasiones en las que se necesitará ir más allá de las **Cinco** veces preguntando "**Por Qué**" para poder identificar las causas principales.
4. Cuando no se puede contestar una de las preguntas significa que se ha llegado a la causa raíz del problema.
5. Una vez definidas las causas, se debe definir la acción correctiva o preventiva (según aplique), con la metodología establecida por la organización.

Beneficios


- ✓ Permite realizar un análisis más profundo, y llegar a causas más específicas.
- ✓ Es complementaria a otras herramientas.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

- ✓ Permite no focalizarse entre las causas obvias o más genéricas, al realizar un análisis más exhaustivo.

Limitaciones y precauciones

- ✓ Preguntar Quién, y no focalizarse en investigar las causas de las fallas o errores en el proceso, sino en las personas involucradas.
- ✓ Que no se logre relacionar los Porqué entre cada nivel.

	Nombre del documento: Técnicas estadísticas para el análisis de datos	Código: I-SG-003
		Revisión: 3
		Fecha: 30/10/2018

Formulario de aplicación sugerido

Metodología de los Cinco Porqués

Problema: (Definir claramente el problema o característica de la calidad)

Integrantes: (Quienes participan en el análisis)

1. ¿Por qué ocurrió el "problema"?

Respuesta N° 1:

2. ¿Por qué ocurrió el efecto descrito en "Respuesta N° 1"?

Respuesta N° 2:

3. ¿Por qué ocurrió el efecto descrito en "Respuesta N° 2"?

Respuesta N° 3:

4. ¿Por qué ocurrió el efecto descrito en "Respuesta N° 3"?

Respuesta N° 4:

5. ¿Por qué ocurrió el efecto descrito en "Respuesta N° 4"?

Respuesta N° 5:

Nota: Puede continuar el análisis o terminar antes, lo importante es que entre cada pregunta y respuesta se mantenga la relación.