
CAPÍTULO

4

PLANES DE MUESTREO

DE ACEPTACIÓN

4.1 Conceptos básicos del muestreo de aceptación.

El concepto de muestreo de aceptación, es el proceso de evaluación de una porción de los productos de un lote con el propósito de aceptar o rechazar el lote completo.

La ventaja principal del muestreo es la economía. A pesar de algunos costos adicionales para diseñar y administrar los planes de muestreo, el menor costo de inspeccionar sólo parte del lote da como resultado una reducción de los costos totales.

Demás de esta ventaja principal existen otras:

- Administrar un grupo menor de personas para inspeccionar es menos complejo y menos costoso.
- Existe un daño para el producto, es decir, el manejo de incidentes en la inspección es en sí una fuente de defectos.
- Se dispone del lote en un tiempo (calendario) menor, de manera que la programación y el envío mejoran.
- Se minimiza el problema de la monotonía y los errores de inspección inducidos por la inspección del 100%.
- El rechazo (en lugar de la clasificación) de los lotes no conformantes tiende a hacer más drásticas las deficiencias de calidad y a apremiar a las organizaciones a que busquen medidas preventivas.
- El diseño apropiado del plan de muestreo, por lo general, requiere un estudio del nivel real de la calidad que requiere el usuario. El conocimiento que se adquiere es un insumo útil al plan global de calidad.

Las desventajas son. Riesgo de muestreo, mayores costos administrativos y menos información sobre el producto que la que proporciona la inspección al 100%.

El muestreo de aceptación se usa cuando:

- 1) El costo de la inspección es alto en relación con el costo del daño que resulta al aprobar productos defectuosos.
- 2) La inspección del 100% es monótona y causa errores de inspección.
- 3) Cuando la inspección es destructiva.

El muestreo de aceptación es más efectivo cuando está precedido por un programa de prevención que logra un nivel aceptable de calidad de conformancia.

Existe la necesidad de enfatizar lo que no hace el muestreo de aceptación. No proporciona estimaciones depuradas de calidad del lote. (Determina, con riesgos específicos, una decisión de aceptación o rechazo del lote). Además, el muestreo de aceptación no proporciona juicios sobre si el producto rechazado es o no adecuado para el uso. (Sí proporciona una decisión sobre el lote respecto a la especificación de calidad definida).

Se cuentan con varias alternativas para evaluar los lotes:

- 1) *Ninguna inspección*. Esto es adecuado en casos en los que laboratorios calificados han hecho inspecciones anteriores sobre el mismo lote, por ejemplo, en otros departamentos de la compañía o en la compañía del proveedor. Las inspecciones previas realizadas por trabajadores de producción calificados tienen el mismo efecto.

- 2) *Muestras pequeñas*. Estas pueden ser adecuadas en casos en los que el proceso es inherentemente uniforme y cuando se puede preservar el orden de la producción. Por ejemplo, en algunas operaciones de impresión, las placas se hacen de manera que tengan un alto grado de estabilidad. Como resultado, las impresiones sucesivas hechas con estas placas exhiben un alto grado de uniformidad para ciertas características dimensionales. Para tales características, si la primera y la última piezas están correctas todo el resto estará también correcto, aun para tamaños de lotes del orden de miles de piezas. En su forma generalizada, el ejemplo de la prensa tiene un alto grado de habilidad combinada con el muestreo “estratificado” -muestreo basado en el conocimiento del orden de producción.
- 3) Las muestras pequeñas también pueden usarse cuando el producto es homogéneo debido a su fluidez (gases y líquidos) o a operaciones anteriores de mezclado. Esta homogeneidad no tiene que ser una suposición, se puede verificar por medio de muestreo. Incluso los materiales sólidos pueden ser homogéneos debido a alguna fluidez anterior. Una vez establecido el hecho de la homogeneidad, el muestreo que se necesita es mínimo.
- 4) *Muestras grandes*. En ausencia de un conocimiento previo, la información sobre la calidad del lote debe derivarse únicamente a partir del muestreo, lo que significa un muestreo aleatorio y por lo mismo muestras relativamente grandes. Los tamaños de muestras reales dependen de dos variables principales: a) el porcentaje tolerable de defectos y b) los riesgos que se pueden aceptar. Una vez que se han asignado valores a estas variables, se pueden determinar los tamaños de muestra en forma científica según leyes de probabilidad. No obstante, la elección de los niveles de defectos y riesgos se basa, en esencia, en el juicio empírico.

Es evidente que el muestreo aleatorio se necesita en caos en los que no hay acceso sencillo al conocimiento anterior, por ejemplo, las compras a ciertos proveedores. Pero aun así, existen muchos casos en los que se usa el muestreo aleatorio a pesar de la disponibilidad de información como la habilidad del proceso, orden de manufactura, fluidez, etc. Un obstáculo mayor es la falta de publicaciones que indiquen cómo diseñar planes de muestreo para que se use esta información. A falta de este tipo de publicaciones, quienes planean la calidad se enfrentan al problema de crear sus propios diseños. Esto significa más trabajo sin mencionar la falta de protección derivada del empleo de material reconocido y autorizado para su publicación.

- 5) *Inspección al 100%*. Esta se usa cuando los resultados del muestreo indican que el nivel actual de defectos es demasiado alto para que el producto se mande a los usuarios. En casos críticos, pueden ser necesarias acciones adicionales para manejar la factibilidad del inspector, por ejemplo, la inspección automatizada o una inspección redundante del 200%.

En general, la responsabilidad de asegurar la calidad de aceptación recae en el receptor o consumidor. La responsabilidad de controlar la calidad recae en el productor o fabricante. Sin embargo, en cierto sentido, el receptor tiene responsabilidades de control a largo plazo. Al aplicar las diferentes técnicas de aceptación de lotes el receptor ejerce una especie de control indirecto de calidad. Un fabricante no puede permitirse disponer de muchos productos rechazados por selección u otras disposiciones. Los costos de rechace son demasiado elevados para todas las partes interesadas. Por ello, los requisitos de calidad

de los lotes, impuestos al fabricante por el receptor “obligan” a considerar y usar métodos de control de calidad.

El muestreo se puede verificar por el procedimiento pasa-no pasa (o atributos), o sea, determinar si las unidades en las muestras cumplen con los requisitos de las especificaciones. También se puede efectuar el examen de las muestras por el sistema de mediciones (por variables), es decir, midiendo la característica de la calidad en cada una de las unidades de la muestra.

Un plan de muestreo de aceptación se puede definir como:

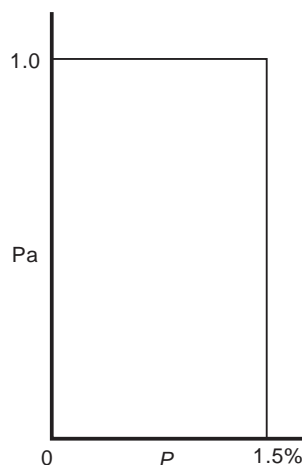
Un plan específico que determina el tamaño o tamaños a ser utilizados, y el criterio asociado de aceptación o rechazo.

Ni el muestreo, ni el 100% de inspección pueden garantizar que se encontrarán todos los productos defectuosos en un lote. El muestreo involucra el riesgo de que la muestra sencillamente no refleje las condiciones en el lote; la inspección del 100% tiene el riesgo de la monotonía y otros factores que darán como resultado que el inspector pase algunos defectos. Estos dos riesgos se pueden cuantificar.

Los riesgos de muestreo son de dos tipos.

- 1) Se pueden rechazar lotes buenos (riesgo del productor). Este corresponde al riesgo α .
- 2) Se pueden aceptar lotes malos (riesgo del consumidor). Este corresponde al riesgo β .

La curva característica de operación (CO) para un plan de muestreo cuantifica estos riesgos. La curva CO para un plan por atributos es una gráfica del porcentaje de unidades defectuosas en un lote contra la probabilidad de que el plan de muestreo acepte el lote. Como p es desconocida, la probabilidad se debe establecer para todos los valores posibles de p . Se supone que se produce un número infinito de lotes. La siguiente figura presenta una curva CO “ideal” en la que se desea aceptar todos los lotes 1.5 defectivos o menos y rechazar todos los lotes que tienen un nivel de calidad mayor que 1.5% defectivos. Todos los lotes con menos de 1,5% defectivos tienen una probabilidad de aceptación de 1.0 (certidumbre); todos los lotes con más de 1.5% defectivos tienen una probabilidad de aceptación de cero. No obstante, en realidad no existe un plan de muestreo cuya discriminación sea perfecta; siempre existe algún riesgo de que un lote “bueno” no se acepte o de que se acepte uno “malo”. Lo mejor que se puede lograr es hacer que la aceptación de los lotes buenos tenga mayor probabilidad que la aceptación de los malos.



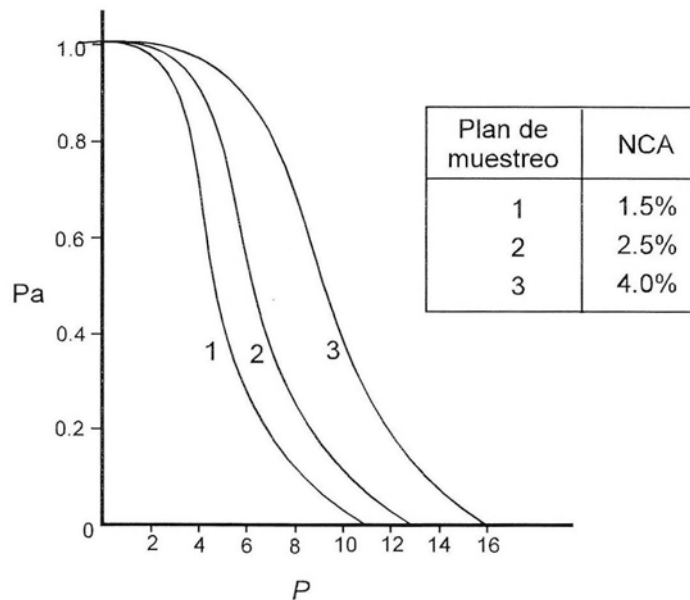
Siendo:

P_a = Probabilidad de aceptación

P = Fracción defectuosa

Un plan de muestreo de aceptación, en esencia, consiste en un tamaño de muestra (n) y un criterio de aceptación (c). Por ejemplo, una muestra de 125 unidades debe seleccionarse al azar de un lote. Si se encuentran cinco unidades defectuosas o menos, el lote se acepta. Si se encuentran seis unidades defectuosas o más se rechaza.

La muestra de 125 unidades puede, por las leyes de la probabilidad, contener cero, uno, dos tres o hasta 125 unidades defectuosas. Esta variación de muestreo es la causa de que algunos lotes buenos se rechacen y algunos malos se acepten. La curva CO para $n=125$ y $c=5$ es la curva 1 en la siguiente figura. Un lote con 1.5% defectivo tiene una oportunidad de alrededor de 98% de ser aceptado. Un lote mucho peor, digamos con 6% defectivo, tiene una probabilidad de 23% de ser aceptado. Si se establecen los riesgos en términos cuantitativos, se puede formular un juicio sobre la adecuación del plan de muestreo



Curvas OC para diferentes NCA (Niveles de Calidad Aceptable)

La curva CO, para un plan específico, establece sólo la oportunidad de que un lote que tiene un porcentaje p de unidades defectuosas sea aceptado por el plan de muestreo. La curva CO:

- **No** predice la calidad de los lotes sometidos a inspección. Por ejemplo en la figura anterior es incorrecto decir que se tiene una oportunidad de 36% de que la calidad del lote sea 5% defectuoso.
- **No** establece un “nivel de confianza” respecto a un porcentaje específico.
- **No** predice la calidad final lograda después de realizar todas las inspecciones.

Construcción de la curva característica de operación.

Una curva CO se puede desarrollar determinando la probabilidad de aceptación de varios valores de calidad al recibir p . La probabilidad de aceptación es la probabilidad de que el número de unidades defectuosas en una muestra sea igual o menor que el número de aceptación para el plan de muestreo. Se tienen tres distribuciones que se pueden usar para encontrar la probabilidad de aceptación: hipergeométrica, binomial y Poisson. Cuando se cumplen sus suposiciones, es preferible la distribución de Poisson debido a la facilidad de los cálculos.

La distribución de Poisson conduce a una buena aproximación para el muestreo de aceptación cuando el tamaño de la muestra es por lo menos 16, el tamaño del lote es al menos diez veces el tamaño de la muestra, y p es menor que 0.1. La función de distribución Poisson, según se aplica al muestreo de aceptación, es:

$$P\left(\begin{array}{c} \text{exactamente } r \\ \text{unidades defectuosas} \\ \text{en la muestra de } n \end{array}\right) = \frac{e^{-np}(np)^r}{r!}$$

La ecuación se puede resolver usando una calculadora o usando la tabla de distribución de Poisson. Esta tabla es la probabilidad de que haya r o menos unidades defectuosas en una muestra de n a partir de un lote que tiene una fracción p de unidades defectuosas. Para ilustrar la probabilidad un lote con 4% de unidades defectuosas, se calcula np como $125(0.04)=5.0$. La tabla dice entonces que la probabilidad de cinco unidades defectivas o menos es 0.616. La curva 1 de la anterior figura indica esto como el valor P_a para una calidad del lote que es 4% defectivo. (La tabla de Poisson se encuentra al final del capítulo).

El procedimiento para establecer la curva de un plan de muestreo es el siguiente:

- 1.- Disponer los encabezamientos de la tabla y la columna P_a como sigue:

n	np'	p'	P_a	Pap'
			0.98	
			0.95	
			0.80	
			0.70	
			0.50	
			0.30	
			0.20	
			0.10	
			0.05	
			0.02	

Donde: n = tamaño muestral np' = Número defectuosos
 p' = Fracción defectuosa P_a = Probabilidad de aceptación
 Pap' = Calidad saliente promedio (CSP)

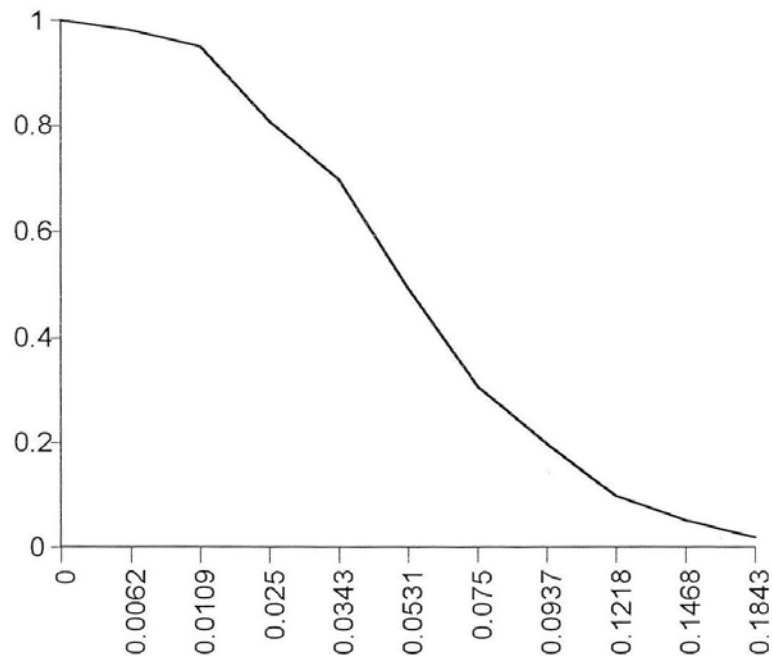
- 2.- Buscar en la tabla bajo el valor dado c , hasta que se localice el deseado P_a o el valor más próximo al P_a deseado. (Si no se encuentra el valor exacto deberá interpolarse).
- 3.- Colocar el valor np' asociado con el P_a seleccionado, en la columna np .
- 4.- Dividir el valor np' por n . Esto dará la coordenada p' de P_a para la curva característica.

Por ejemplo: dibujar la curva de operación para $n = 32$ y $c = 1$

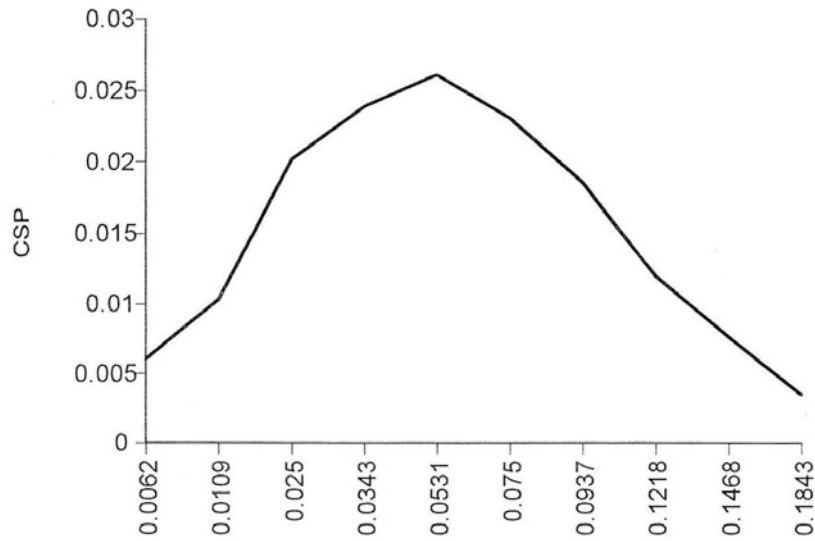
En la tabla bajo $c = 1$, hallamos un valor P_a de 0.982 Este es el valor más próximo a 0.98. el valor np' asociado con un valor P_a de 0.982 es 0.20. Este valor de np' dividido por $n=32$, da lugar a $p' = 0.0062$. Se sigue el mismo procedimiento para cada uno de los otros valores P_a hasta completar la tabla.

n	np'	p'	P_a	Pap'
32	0.20	0.0062	0.982	0.0060
32	0.35	0.0109	0.951	0.0103
32	0.80	0.0250	0.809	0.0202
32	1.10	0.0343	0.699	0.0239
32	1.70	0.0531	0.493	0.0261
32	2.40	0.0750	0.308	0.0231
32	3.00	0.0937	0.199	0.0186
32	3.90	0.1218	0.099	0.0120
32	4.70	0.1468	0.052	0.0076
32	5.90	0.1843	0.019	0.0035

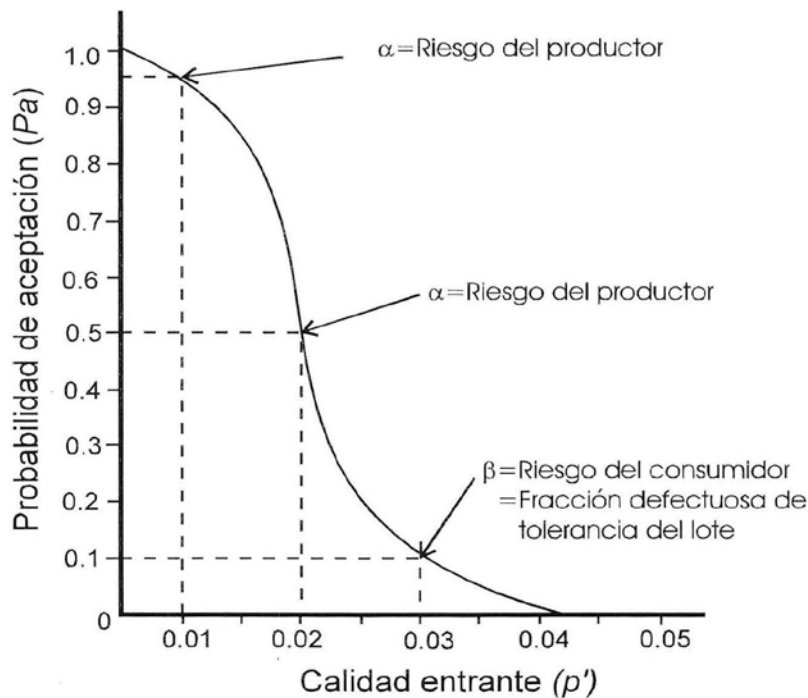
A continuación se presenta la curva característica de operación para los datos anteriores.



La siguiente figura representa la curva de calidad saliente promedio de los datos anteriores.



En la siguiente curva de operación hay algunos puntos que aparecen señalados. Estos se han seleccionado por que representan los puntos de identificación usual en la elaboración de planes de muestreo y que son:

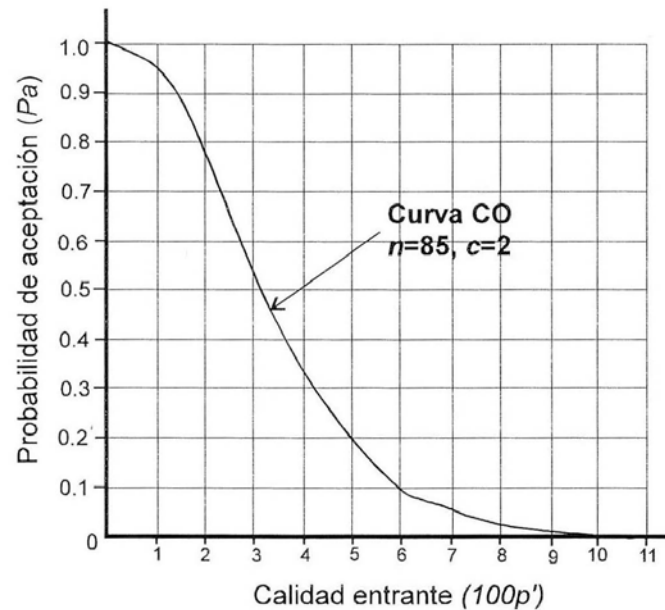


α = Riesgo del productor = riesgo de rechace que el productor acepta con la aplicación del plan. Generalmente se fija $P_a = 0.95$; así, $\alpha = 0.05$

β = Riesgo del consumidor = riesgo de aceptación que corre el consumidor con la aplicación del plan. Generalmente se fija $P_a = 0.10$.

Análisis e interpretación de la curva característica.

La comparación de las curvas características de la figura anterior y la siguiente figura muestra que, a pesar del mayor número de muestras defectuosas permitidas por el plan anterior, éste constituye un plan de aceptación «mejor», en el sentido de que brinda riesgos más favorables al consumidor. Esto no quiere decir, necesariamente, que sea mejor desde el punto de vista económico sino, que ciertamente, el riesgo de aceptar producto de calidad inferior a la deseada, es menor con este plan. Con el plan de la siguiente figura, no se aceptarán, virtualmente, lotes con un 6% de piezas defectuosas. Sin embargo, ambos planes tienen casi el mismo requisito de nivel de calidad del 1% defectuoso.



Para el receptor, el factor más importante en el uso del muestreo es el tamaño «absoluto» de la muestra. Cuanto mayor es la muestra, menor es el riesgo que corre el consumidor. Por el contrario, la concesión de uno o más defectuosos en la muestra se traduce en un menor riesgo de rechace para el productor.

4.2 Uso de tablas de muestreo (MIL-STD, 414, 105D y DOGGE ROMIG).

Ahora veremos cómo se utilizan las tablas para lo cual empezaremos viendo el uso de las tablas y procedimientos DODGE-ROMIG y posteriormente en los siguientes dos puntos de este capítulo se verán cómo trabajan las tablas y procedimientos para el caso del muestreo de aceptación por atributos (MIL-STD 10D) y los de muestreo de aceptación por variables (MIL-STD 414).

En la década de los veinte, H. F. Dodge y H. G. Romig diseñaron un juego de tablas de inspección para la aceptación de producto lote por lote mediante el muestreo de atributos. Estas tablas se basan en dos de los conceptos expuestos en el capítulo 8, nivel de calidad

límite (NCL)¹ y límite de la calidad media de salida (LCMS). Por cada uno de estos conceptos hay tablas, tanto para muestreo sencillo como doble. No hay tablas para el muestreo múltiple. En el texto presente sólo se ha incluido el muestreo sencillo.

La ventaja principal de las tablas de Dodge-Romig es la reducida inspección necesaria para un procedimiento de inspección determinado. Esta ventaja hace especialmente atractivas las tablas en la inspección que se hace en el mismo sitio donde se obtienen los productos.

1. Nivel de calidad límite (NCL). Estas tablas se basan en la probabilidad de que un lote en particular, cuyo porcentaje de no conformidad sea igual al NCL, resulte aceptado. Esta probabilidad es el riesgo del consumidor, β , y es igual a 0.10. Los planes NCL garantizan que los lotes individuales de mala calidad rara vez resulten aceptados.

Hay dos juegos de tablas NCL: uno para el muestreo sencillo y otro para el muestreo doble. Cada juego tiene tablas para valores de NCL de 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0 Y 10.0%, con un total de 16 tablas. Para propósitos de explicación, se muestra la tabla 9-6 para muestreo sencillo, empleando NCL = 1.0%. No se publican las tablas de los demás valores de NCL.

Para usar las tablas, antes hay que tomar una decisión acerca de si se va a utilizar el muestreo sencillo o el muestreo doble. Además, el NCL tiene que calcularse.

Una vez que se sabe cuál es el tamaño del lote y el promedio del proceso, es fácil obtener el plan de muestreo de aceptación.

Por ejemplo, si el tamaño del lote, N , es 1500 y el promedio del proceso es 0.25%, el plan de muestreo sencillo necesario para NCL = 1.0% se encuentra en la tabla 9-6. La respuesta es:

$$N = 1500$$

$$n = 490$$

$$c=2$$

¹ Dodge y Roming emplearon el término "Por ciento de defecto de tolerancia de un lote" (LTPD lot tolerance percent defective). En este texto se utiliza en su lugar "Nivel de calidad límite, (NCL)" puesto que es el término actual adecuado.

TABLA 9-6 Tabla de inspección por muestreo sencillo de Dodge-Romig, basada en el nivel de calidad límite^a NCL = 1,0%

TAMAÑO DEL LOTE	PROMEDIO DEL PROCESO (%)																	
	0-0,010			0,011-0,10			0,11-0,20			0,21-0,30			0,31-0,40			0,41-0,50		
	n	c	LCMS (%)	n	c	LCMS (%)	n	c	LCMS (%)	n	c	LCMS (%)	n	c	LCMS (%)	n	c	LCMS (%)
1-120	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0	All	0	0
121-150	120	0	0,06	120	0	0,06	120	0	0,06	120	0	0,06	120	0	0,06	120	0	0,06
151-200	140	0	0,08	140	0	0,08	140	0	0,08	140	0	0,08	140	0	0,08	140	0	0,08
201-300	165	0	0,10	165	0	0,10	165	0	0,10	165	0	0,10	165	0	0,10	165	0	0,10
301-400	175	0	0,12	175	0	0,12	175	0	0,12	175	0	0,12	175	0	0,12	175	0	0,12
401-500	180	0	0,13	180	0	0,13	180	0	0,13	180	0	0,13	180	0	0,13	180	0	0,13
501-600	190	0	0,13	190	0	0,13	190	0	0,13	190	0	0,13	190	0	0,13	305	1	0,14
601-800	200	0	0,14	200	0	0,14	200	0	0,14	330	1	0,15	330	1	0,15	330	1	0,15
801-1,000	205	0	0,14	205	0	0,14	205	0	0,14	335	1	0,17	335	1	0,17	335	1	0,17
1,001-2,000	220	0	0,15	220	0	0,15	360	1	0,19	490	2	0,21	490	2	0,21	610	3	0,22
2,001-3,000	220	0	0,15	375	1	0,20	505	2	0,23	630	3	0,24	745	4	0,26	870	5	0,26
3,001-4,000	225	0	0,15	380	1	0,20	510	2	0,24	645	3	0,25	880	5	0,28	1,000	6	0,29
4,001-5,000	225	0	0,16	380	1	0,20	520	2	0,24	770	4	0,28	895	5	0,29	1,120	7	0,31
5,001-7,000	230	0	0,16	385	1	0,21	655	3	0,27	780	4	0,29	1,020	6	0,32	1,260	8	0,34
7,001-10,000	230	0	0,16	520	2	0,25	660	3	0,28	910	5	0,32	1,150	7	0,34	1,500	10	0,37
10,001-20,000	390	1	0,21	525	2	0,26	785	4	0,31	1,040	6	0,35	1,400	9	0,39	1,980	14	0,43
20,001-50,000	390	1	0,21	530	2	0,26	920	5	0,34	1,300	8	0,39	1,890	13	0,44	2,570	19	0,48
50,001-100,000	390	1	0,21	670	3	0,29	1,040	6	0,36	1,420	9	0,41	2,120	15	0,47	3,150	23	0,50

^a n = tamaño de la muestra (la entrada). "Todo" indica que se inspecciona todas las piezas de lote). c, número de aceptación. LCMS: límite de la calidad media de salida.

En la tabla se localiza también el LCMS de cada plan, que para este ejemplo es de 0.21%.

Al analizar las tablas NCL se desprende que:

Conforme aumenta el tamaño del lote, el tamaño relativo de la muestra disminuye. Por ejemplo, en el caso de un proceso con promedio de 0.25%, un lote de tamaño 1000 tiene un tamaño de muestra de 335, en tanto que en un lote de tamaño 4000 el tamaño de la muestra es de 645. El tamaño del lote aumentó en un factor de aproximadamente 2. Es decir, los costos de inspección son más económicos cuando los lotes son grandes.

Las tablas continúan hasta que el promedio del proceso es la mitad del NCL. No es necesario contar con más promedios de procesos cuando el promedio del proceso excede a la mitad de NCL, de ser así una inspección del 100% resulta más económica que la inspección por muestreo.

Conforme aumenta el promedio del proceso, se produce el consecuente aumento en la cantidad inspeccionada. Es decir, una mejora en el promedio del proceso da como resultado menos inspecciones y un menor costo de inspección por muestreo.

2. Límite de la calidad media de salida (LCMS). Los planes de muestreo para el concepto LCMS se concibieron como respuesta a necesidades surgidas en cierta situación de fabricación. Cuando se especifica la cantidad de lote, como es el caso en los lotes del cliente (homogéneos) es aplicable el concepto de LCMS pero también es aplicable cuando el lote inspeccionado es una subdivisión conveniente del flujo de un producto para propósitos de manejo de materiales (no homogéneos). Los planes LCMS limitan la cantidad de la calidad pobre de salida, con base en un promedio, pero no ofrecen garantía alguna en el caso de los lotes individuales. Las tablas para el LCMS tienen un grupo para muestreo sencillo y otro para muestreo doble. Cada grupo tiene tablas para valores LCMS de 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0, 7.0 y 10.0%, lo que da un total de 26 tablas. Para propósitos de explicación, en la tabla 9-7 se muestra una tabla para muestreo sencillo, en el que el LCMS = 3.0%. No aparecen las tablas de los demás valores de LCMS.

Además de definir si se utilizará muestreo sencillo o doble, también se necesita el valor de LCMS. El tipo de muestreo (sencillo o doble) y el LCMS indicarán qué tipo de tabla habrá que usar.

Una vez conocidos el tamaño del lote y el promedio del proceso, se puede definir el plan de muestreo de aceptación. Por ejemplo si el tamaño del lote, N , es 1500 y el promedio del proceso es 1.60%, el plan de muestreo sencillo requerido para un LCMS = 3.0% se localiza en la tabla 9-7. La respuesta es:

$$N = 1500$$

$$n = 65$$

$$CI = 3$$

TABLA 9-7 Tabla de inspección de lotes por muestreo simple de Dodge-Romig, basada en el límite de calidad media de salida, LCMS = 3.0%.

TAMAÑO DEL LOTE	PROMEDIO DEL PROCESO %											
	0-0.06		0.07-0.60		0.61-1.20		1.21-1.80		1.81-2.40		2.41-3.00	
	n	c	n	c	n	c	n	c	n	c	n	c
1-10	All	0	All	0	All	0	All	0	All	0	All	0
11-50	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0
51-100	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0	11	0
101-200	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
201-300	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
301-400	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
401-500	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
501-600	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
601-800	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
801-1,000	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
1,001-2,000	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
2,001-3,000	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
3,001-4,000	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
4,001-5,000	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
5,001-7,000	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
7,001-10,000	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
10,001-20,000	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
20,001-50,000	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0
50,001-100,000	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0	12	0

* n, tamaño de la muestra (la entrada "Todo" indica que se inspecciona cada una de las piezas del lote); c, número de aceptación de la muestra; NCL, nivel de calidad límite, correspondiente a un riesgo de consumidor (β) = 0.10

El NCL que corresponde a este plan es 10.2%

De un análisis de las tablas LCMS se desprende lo siguiente:

- 1) Conforme aumenta el tamaño del lote disminuye el tamaño de la muestra.
- 2) No se ofrecen planes para promedios de procesos que rebasan el LCMS, dado que el muestreo no es económico cuando la calidad de entrada promedio es menor que el LCMS especificado.
- 3) Cuanto más bajo es el promedio del proceso, menor el tamaño de la muestra, lo que se traduce en menos costo por inspección.

4.2.1 Plan de muestreo de aceptación por atributos.

En el plan de muestreo de aceptación por atributos, se toma una muestra aleatoria de un lote y cada unidad se clasifica como aceptable o defectuosa. El número de defectos se compara entonces con el número permisible establecido en el plan, y se toma una decisión de aceptar o rechazar el lote. Una de las normas utilizadas para este procedimiento es la Norma Militar 105, la cual se explica a continuación.

En estas tablas se incluyen tres clases de muestreo: sencillo, doble y múltiple. Para el empleo de estas tablas es necesario conocer (a) el tamaño del lote que se presente a inspección, y (b) la protección por NCA que se desea para el material considerado.

Las tablas en cuestión indican el tamaño de la muestra requerida y el número de defectivos que se pueden permitir en ese tamaño de muestra. Si la muestra no contiene un número mayor de defectivos que los que se pueden permitir, el lote puede ser rechazado o bien, inspeccionado al 100%. Sin embargo, si se trata de mantener un determinado valor del NCA, no se requiere una inspección al 100% de los lotes que se hayan rechazado.

También estas tablas indican cuando debe usarse la inspección reducida, normal o severa. El criterio para la decisión se relaciona a la magnitud promedio estimado del proceso.

Se debe instruir al personal de la fábrica que vaya a emplear estas tablas, sobre la forma de seleccionar sus muestras.

- 1) *Selección al azar.* El sentido común indica que para que una muestra se fiel representativa de la calidad desconocida de un lote, se necesita que las unidades que formen esa muestra, se elijan sobre la totalidad del lote. En consecuencia, las piezas de la muestra deben ser seleccionadas en tal forma, que cada unidad del lote tenga la misma oportunidad de ser elegida.
- 2) *En un lote homogéneo.* Siempre que sea posible, el lote del cual se debe de seleccionar la muestra, consistirá de artículos hechos bajo las mismas condiciones de manufactura, y que provengan del mismo origen de fabricación.

La inspección puede efectuarse en el destino de entrega del producto o en el lugar de producción o suministro. Puede usarse para fines de aceptación en las diversas etapas de la fabricación o a la terminación del producto.

Uno de los conceptos que maneja esta norma es el Nivel de Calidad Aceptable

(NCA), el cual es la expresión que se da a la calidad estándar en la MIL STD 105. Se define como un valor nominal expresado en términos de porcentaje defectuoso o defectos por 100 unidades, especificado para un grupo dado de defectos. También se le denomina como el máximo porcentaje defectuoso permisible en el lote. Aunque la definición más acertada es «es el nivel de calidad con el cual el productor acepta un riesgo comparativamente pequeño de rechace del producto de calidad igual o mejor que el NCA».

Determinación de la cantidad de inspección.

El factor más importante en el muestreo es el tamaño absoluto de la muestra. El «nivel de inspección» es el término usado para indicar la cantidad relativa de inspección realizada. Diferentes niveles de inspección dan, aproximadamente, la misma protección al productor cuando suministra material de calidad aceptable, pero ofrecen diferentes protecciones al consumidor. La tabla 1 comprende tres niveles de inspección. Considerando el nivel II como normal, la cantidad relativa de inspección correspondiente a los tres niveles es el siguiente.

Nivel de inspección	Cantidad relativa de inspección
I	Mitad de lo normal
II	Normal
III	Doble de lo normal

Tabla 1. Letras código (MIL-STD 105D)

Tamaño del lote	Niveles de inspección especiales				Niveles generales de inspección		
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1200	C	C	E	F	G	J	K
1201 a 3200	C	D	E	G	H	K	L
3201 a 10000	C	D	F	G	J	L	M
10001 a 35000	C	D	F	H	K	M	N
35001 a 150000	D	E	G	J	L	N	P
150001 a 500000	D	E	G	J	M	P	Q
500001 y más	D	E	H	K	N	Q	R

Fuente: Calidad total y productividad. Gutiérrez P.; H.

Extracción de planes de muestreo simple.

El tamaño de muestra adecuado se expone en la tabla-patrón, en la columna encabezada «tamaño de muestra» y en la misma fila que la letra de código de tamaño de muestra. Los números correspondientes de aceptación y rechazo se hallan en la fila designada por la letra código y en la columna encabezada por el NCA dado. Por ejemplo, si se han seleccionado la letra L, la Tabla II-A y el NCA= 1.5 el plan adecuado de muestreo simple queda definido por:

Inspección normal (Tabla II-A)	Inspección rigurosa(Tabla II-B)
Tamaño de muestra = 200	Tamaño de muestra = 200
Número de aceptación = 7	Número de aceptación = 5
Número de rechazo = 8	Número de rechazo = 6

Las flechas indican hacia que parte del plan se debe de cambiar. Por ejemplo, supongamos que tenemos un lote de 75 unidades, el cual se va a analizar mediante la norma MIL-STD 105D con muestreo simple e inspección normal y un NCA = 0.65, entonces de acuerdo a la tabla II-A, la letra código a utilizar es la E. El plan de muestreo correcto (según la dirección de la flecha hacia abajo) es:

Usar Letra código F
 Tamaño de muestra = 20
 Número de aceptación = 0
 Número de rechazo = 1

Las siguientes tablas fueron extraídas del documento “military estándar sampling procedures and tables for inspection by attributes” del “Department of Defense” de los “United States of America”. Solo se incluyeron las que se utilizan en este libro.

En caso de que el lector este interesado en buscar toda la norma completa por favor remitirse a la dirección web: <http://archive.org/details/MIL-STD-105D>

TABLE II-A — Single sampling plans for normal inspection (Master table)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (normal inspection)																									
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1,000
A	2	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
B	3	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
C	5	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
D	8	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
E	13	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
F	20	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
G	32	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
H	50	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
J	80	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
K	125	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
L	200	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
M	315	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
N	500	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
P	800	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Q	1250	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
R	2000	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→

 Use first sampling plan below arrow. If sample size equals, or exceeds, lot or batch size, do 100 percent inspection.
 Use first sampling plan above arrow.
 Ac = Acceptance number.
 Re = Rejection number.

TABLE II-B—Single sampling plans for tightened inspection (Master table)

Sample size code letter	Sample size	Acceptable Quality Levels (tightened inspection)																											
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
A	2	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
B	3	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
C	5	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
D	8	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
E	13	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
F	20	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
G	32	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
H	50	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
J	80	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
K	125	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
L	200	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
M	315	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
N	500	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
P	800	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
Q	1250	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
R	2000	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
S	3150	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re

Use first sampling plan below arrow. If sample size equals or exceeds lot or batch size, do 100 percent inspection.
 Use first sampling plan above arrow.
 Ac = Acceptance number.
 Re = Rejection number.

4.2.2 Plan de muestreo de aceptación por variables.

Se toma una muestra y una *medida* de una característica de calidad específica de cada unidad. Estas medidas se resumen en un estadístico simple (por ejemplo el promedio de la muestra), y el valor observado se compara con un valor permisible definido en el plan. Se toma después una decisión de aceptar o rechazar el lote.

Una ventaja importante de un plan de muestreo por variables es la información adicional proporcionada en cada muestra que, a su vez, da como resultado tamaños de muestra menores si se comparan con un plan por atributos que tiene los mismos riesgos. No obstante, si un producto tiene varias características de calidad importantes, cada una debe evaluarse contra un criterio de aceptación de variables distinto (por ejemplo, deben obtenerse valores numéricos, el promedio y la desviación estándar para cada característica calculada).

Se ha dado preferencia en la industria a los sistemas de inspección pasa-no pasa que a los sistemas de muestreo por variables. Muchas razones han influido para esta situación, entre las que se pueden mencionar la relativa falta de reconocimiento de la efectividad del muestreo por variables en muchos casos, escasez en muchas empresas, de equipos adecuados para la medición y, tal vez sea de mayor importancia, la carencia de destreza para el carácter de precisión que se debe alcanzar por el sistema de mediciones. Aunque esta situación está ya cambiando rápidamente debido a la mayor precisión que se requiere del mercado de consumo además de que en la actualidad se pueden contar con equipos de medición más precisos.

De igual importancia, es el hecho de que el muestreo por variables resulta menos costoso en la mayoría de los casos que el muestreo pasa-no pasa puesto que se puede obtener la misma información con un tamaño de muestra más pequeño.

Aplicación del muestreo de aceptación por variables.

Las condiciones corrientes para la aplicación del muestreo por variables para aceptación, son las siguientes:

1. La característica de inspección que se considera debe ser una variable, o capaz de ser puesta en una escala variable.
2. La inspección por atributos es demasiado costosa (tiempo de inspección, naturaleza destructiva del ensayo, etc.)
3. La inspección por atributos no da suficiente información y se desea conocer también la cuantía de la variación.
4. La variable que se considera debe ser aproximadamente normal, en su distribución.

Las características que distinguen un plan de muestreo por variables, comparándolo con un plan por atributos, son las siguientes:

1. Se obtiene una protección equivalente, con un tamaño de muestra más pequeño.
2. Puede aplicarse solamente a la aceptación o rechazo de una característica de inspección.
3. Por lo general implica mayores costos administrativos. Se requiere un personal más hábil; se necesitan más cálculos; se cometen más errores de cálculo y requiere equipo

de inspección más caro.

4. Por lo general, ofrece una base más apropiada para mejorar la calidad y da mucha más información en situaciones de rechazo.

Norma Militar 414

La MIL-STD 414 contiene cuatro Secciones: A, B, C y D.

La Sección A contiene una descripción general de los planes de muestreo. Establece normas para el uso de los planes, clasificación de defectos, expresión de la disconformidad, Nivel de Calidad Aceptable (NCA), presentación del producto, aceptabilidad del lote, selección de muestras, cambios en la severidad de inspección, y procedimientos especiales para la aplicación de planes de muestreo mixtos (de variables y atributos). Un ejemplo de éstas se encuentran en la Tabla 3 y la Tabla 4.

Tabla 3. Tabla de conversión del NCA (Tabla A-1 de la MIL-STD 414)

Para valores específicos NCA que caen dentro de estos intervalos	Emplear este valor NCA
-- a 0.049	0.04
0.050 a 0.069	0.065
0.070 a 0.109	0.10
0.110 a 0.164	0.15
0.165 a 0.279	0.25
0.280 a 0.439	0.40
0.440 a 0.699	0.65
0.700 a 1.090	1.0
1.100 a 1.640	1.5
1.650 a 2.790	2.5
2.800 a 4.390	4.0
4.400 a 6.990	6.5
7.000 a 10.90	10.0
11.00 a 16.40	15.0

La sección B contiene instrucciones para la aplicación de los planes del método de la desviación estándar σ desconocida, para límites de especificación simples y dobles; tablas maestras para las inspecciones normal, rigurosa y reducida; tablas para la estimación del porcentaje defectuoso, empleando el método de desviación tipo; instrucciones y tablas para estimar la media de calidad; criterios para la inspección reducida y rigurosa; valores de F para la desviación tipo máxima, y ejemplos de cálculo.

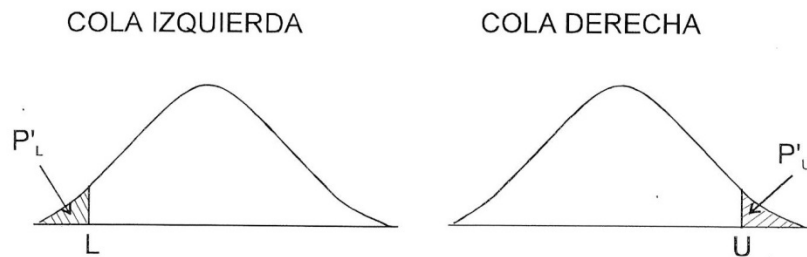
La sección C es aplicable a la situación de variabilidad desconocida y es exactamente la misma que la Sección B, excepto que las tablas se basan en cálculos que emplean la amplitud media como medida de variabilidad. Se usan, precisamente, como se indica en la Sección B.

Tabla 4. Letras código de tamaño de muestra. (Tabla A-2 de la MIL-STD 414)

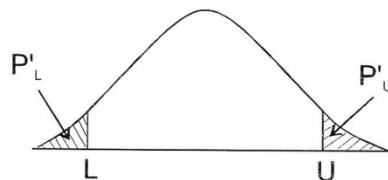
Tamaño del lote	Niveles de Inspección				
	I	II	III	IV	V
3 a 8	B	B	B	B	C
9 a 15	B	B	B	B	D
16 a 25	B	B	B	C	E
26 a 40	B	B	B	D	F
41 a 65	B	B	C	E	G
66 a 110	B	B	D	F	H
111 a 180	B	C	E	G	I
181 a 300	B	D	F	H	J
301 a 500	C	E	G	I	K
501 a 800	D	F	H	J	L
801 a 1,300	E	G	I	K	L
1,301 a 3,200	F	H	J	L	M
3,201 a 8,000	G	I	L	M	N
8,001 a 22,000	H	J	M	N	O
22,001 a 110,000	I	K	N	O	P
110,001 a 550,000	I	K	O	P	Q
550,001 en adelante	I	K	P	Q	Q

La Sección D es aplicable a la situación de variabilidad conocida y está dispuesta como las Secciones B y C. Las tablas se emplean como se indica en la Sección B, cuando se prescriben planes de variabilidad conocida.

Para cuestiones de ejemplificar, tomaremos sólo la Sección B. Las fórmulas para calcular son las siguientes:



AMBOS LADOS



$$Q_L = \frac{(\bar{X} - L)}{s}$$

$$Q_U = \frac{(U - \bar{X})}{s}$$

Así tenemos que para las decisiones de aceptación o rechazo son:

Si $Q_L \geq k$ se debe de aceptar el lote

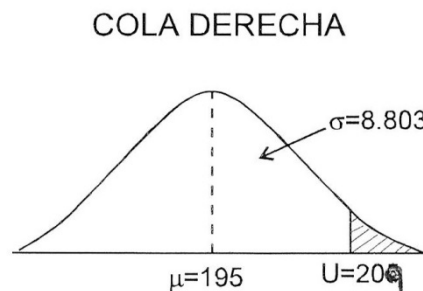
Si $Q_L < k$ se debe de rechazar el lote

Siendo k una constante que depende del NCA, tamaño del lote y del tipo de inspección.

Por ejemplo: La temperatura máxima de funcionamiento de cierto dispositivo se especifica en 209°F. Se somete a inspección un lote de 40 unidades. Se emplea el nivel de inspección IV, e inspección normal, con NCA 1.0%.

1. En primer lugar debemos hallar la letra código la cual por medio de la tabla 4 nos da D.
2. Ahora en la tabla 5 encontramos el tamaño de muestra y el valor de k para la letra D y NCA=1.0, los cuales son: $n = 5$ y $k = 1.53$
3. Siguiendo lo prescrito, se saca una muestra de cinco lecturas, obteniéndose las medidas siguientes: 197, 188, 184, 205 y 201 grados.
4. Se calcula su desviación estándar para la muestra y su promedio, los cual nos arroja los siguientes valores $s = 8.803$ y $\bar{x} = 195$.
5. Después se calcula Q_U para poder comparar y tomar la decisión.

La gráfica que representa los datos anteriores se encuentra a continuación, se puede observar que la parte achurada de la derecha es el producto que no cumple con la especificación superior de 205°F.



$$Q_U = \frac{(U - \bar{X})}{s} = \frac{(209 - 195)}{8.803} = 1.59$$

Como: $Q_U > k$ es decir $1.59 > 1.53$ entonces se debe aceptar el lote, de acuerdo al criterio anteriormente descrito.

Nota: La misma tabla 5 nos puede servir para la inspección rigurosa entrando por la parte inferior de la tabla.

Tabla 5. Tabla patrón para la inspección Normal y Rigurosa, para planes Basados en variabilidad desconocida. Método de la desviación tipo.

Letra código	Tamaño de muestra	Niveles de calidad aceptable (inspección normal)													
		0.04	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.0	15.0
		<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>	<i>k</i>
B	3										1.12	0.958	0.765	0.566	0.341
C	4								1.45	1.34	1.17	1.01	0.814	0.617	0.393
D	5							1.65	1.53	1.40	1.24	1.07	0.874	0.675	0.455
E	7					2.00	1.88	1.75	1.62	1.50	1.33	1.15	0.955	0.755	0.536
F	10				2.24	2.11	1.98	1.84	1.72	1.58	1.41	1.23	1.03	0.828	0.611
G	15	2.64	2.53	2.42	2.32	2.20	2.06	1.91	1.79	1.65	1.47	1.30	1.09	0.886	0.664
H	20	2.69	2.58	2.47	2.36	2.24	2.11	1.96	1.82	1.69	1.51	1.33	1.12	0.917	0.695
I	25	2.72	2.61	2.50	2.40	2.26	2.14	1.98	1.85	1.72	1.53	1.35	1.14	0.936	0.712
J	30	2.73	2.61	2.51	2.41	2.28	2.15	2.00	1.86	1.73	1.55	1.36	1.15	0.946	0.723
K	35	2.77	2.65	2.54	2.44	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.57	1.39	1.18	0.969	0.745
L	40	2.77	2.66	2.55	2.45	2.31	2.18	2.03	1.89	1.76	1.58	1.39	1.18	0.971	0.746
M	50	2.83	2.71	2.60	2.50	2.35	2.22	2.08	1.93	1.80	1.61	1.42	1.21	1.00	0.774
N	75	2.90	2.77	2.66	2.55	2.41	2.27	2.12	1.98	1.84	1.65	1.46	1.24	1.03	0.804
O	100	2.92	2.80	2.69	2.58	2.43	2.29	2.14	2.00	1.86	1.67	1.48	1.26	1.05	0.819
P	150	2.96	2.84	2.73	2.61	2.47	2.33	2.18	2.03	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	0.841
Q	200	2.97	2.85	2.73	2.62	2.47	2.33	2.18	2.04	1.89	1.70	1.51	1.29	1.07	0.845
		0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.00	1.50	2.50	4.00	6.50	10.0	15.0	
Niveles de calidad aceptable (inspección rigurosa)															

Emplear primer plan de muestreo que se halle bajo la flecha, es decir, el determinado por el tamaño de muestra y por el valor de *k*. Cuando el tamaño de muestra es igual o excede el tamaño del lote, debe inspeccionarse cada artículo del lote.

Términos acumulativos, límite binomial exponencial de Poisson.

Los valores de la tabla dan la probabilidad ($\times 1000$) de c o menos defectuosos (o defectos) cuando el número esperado es el representado por los valores de c' o cp' .

c' o np'	C									c' o np'
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	
0.02	980	1000	....	....	....	....	....	....	....	0.02
0.04	961	999	1000	....	....	....	....	....	....	0.04
0.06	942	998	1000	....	....	....	....	....	....	0.06
0.08	923	997	1000	....	....	....	....	....	....	0.08
0.10	905	995	1000	....	....	....	....	....	....	0.10
0.15	861	990	999	1000	....	....	....	....	....	0.15
0.20	819	982	999	1000	....	....	....	....	....	0.20
0.25	779	974	998	1000	....	....	....	....	....	0.25
0.30	741	963	996	1000	....	....	....	....	....	0.30
0.35	705	951	994	1000	....	....	....	....	....	0.35
0.40	670	938	992	999	1000	....	....	....	....	0.40
0.45	638	925	989	999	1000	....	....	....	....	0.45
0.50	607	910	986	998	1000	....	....	....	....	0.50
0.55	577	894	982	998	1000	....	....	....	....	0.55
0.60	549	878	977	997	1000	....	....	....	....	0.60
0.65	522	861	972	996	999	1000	....	....	....	0.65
0.70	497	844	966	994	999	1000	....	....	....	0.70
0.75	472	827	959	993	999	1000	....	....	....	0.75
0.80	449	809	953	991	999	1000	....	....	....	0.80
0.90	407	772	937	987	998	1000	....	....	....	0.90
1.00	368	736	920	981	996	999	1000	....	....	1.00
1.10	333	699	900	974	995	999	1000	....	....	1.10
1.20	301	663	879	966	992	998	1000	....	....	1.20
1.30	273	627	857	957	989	998	1000	....	....	1.30
1.40	247	592	833	946	986	997	999	1000	....	1.40
1.50	223	558	809	934	981	996	999	1000	....	1.50
1.60	202	525	783	921	976	994	999	1000	....	1.60
1.70	183	493	757	907	970	992	998	1000	....	1.70
1.80	165	463	731	891	964	990	997	999	1000	1.80
1.90	150	434	704	875	956	987	997	999	1000	1.90
2.00	135	406	677	857	947	983	995	999	1000	2.00
2.10	122	380	650	839	938	980	994	999	1000	2.10
2.20	110	354	622	819	927	974	993	998	1000	2.20
2.30	100	331	596	799	916	970	991	997	999	2.30
2.40	091	308	570	779	904	964	988	997	999	2.40
2.50	082	287	544	758	891	958	986	996	999	2.50
2.60	074	267	518	736	877	951	983	995	999	2.60
2.70	067	249	494	714	863	943	979	993	998	2.70
2.80	0.61	231	469	692	848	935	976	992	998	2.80
2.90	055	215	446	670	832	926	971	990	997	2.90
3.00	050	199	423	647	815	916	966	988	996	3.00
3.10	045	185	401	625	798	906	961	986	995	3.10
3.20	045	171	380	603	781	895	955	983	994	3.20
3.30	037	159	359	580	763	883	949	980	993	3.30
3.40	033	147	340	558	744	871	942	977	992	3.40
3.50	030	136	321	537	725	858	935	973	991	3.50
3.60	027	126	303	515	706	844	927	969	988	3.60
3.70	025	116	285	494	687	830	918	965	986	3.70
3.80	022	107	269	473	668	816	909	960	984	3.80
3.90	020	099	253	453	648	801	899	955	981	3.90
4.00	018	092	238	433	629	785	889	949	979	4.00
4.10	017	085	224	414	609	769	879	943	976	4.10
4.20	015	078	210	395	590	753	867	936	972	4.20
4.30	014	072	197	377	570	737	856	929	968	4.30
4.40	012	066	185	359	551	720	844	921	964	4.40
4.50	0.11	0.61	174	342	532	703	831	913	960	4.50
4.60	010	056	163	326	513	686	818	905	955	4.60
4.70	009	052	152	310	495	668	805	896	950	4.70
4.80	008	048	143	294	476	651	791	887	944	4.80
4.90	007	044	133	279	458	634	777	877	938	4.90

$c' o n p' 0$		C								$c' o n p$
		1	2	3	4	5	6	7	8	
5.00	007	040	125	265	440	616	762	867	932	5.00
5.10	006	037	116	251	423	598	747	856	925	5.10
5.20	006	034	109	238	406	581	732	845	918	5.20
5.30	005	031	102	225	390	563	717	833	911	5.30
5.40	004	029	095	213	373	546	702	822	903	5.40
5.50	004	027	088	202	358	529	686	809	984	5.50
5.60	004	024	082	191	342	512	670	797	886	5.60
5.70	003	022	077	180	327	495	654	784	877	5.70
5.80	003	021	072	170	313	478	638	771	867	5.80
5.90	003	019	067	160	299	462	622	758	857	5.90
6.00	002	017	062	151	285	446	606	744	847	6.00
6.10	002	016	058	143	272	430	590	730	837	6.10
6.20	002	015	054	134	259	414	574	716	826	6.20
6.30	002	013	050	126	247	399	558	702	815	6.30
6.40	002	012	046	119	235	384	542	687	803	6.40
6.50	002	011	043	112	224	369	527	673	792	6.50
6.60	001	010	040	105	213	355	511	658	780	6.60
6.70	001	009	037	099	202	341	495	643	767	6.70
6.80	001	009	034	093	192	327	480	628	755	6.80
6.90	00	008	032	087	182	314	465	614	742	6.90
7.00	001	007	030	082	173	301	450	599	729	7.00
7.20	001	006	025	072	156	276	420	569	703	7.20
7.40	001	005	022	063	140	253	392	539	676	7.40
7.60	000	004	019	055	125	231	365	510	648	7.60
7.80	...	004	016	048	112	210	338	481	620	7.80
8.00	...	003	014	042	100	191	313	453	593	8.00
8.20	...	003	012	037	089	174	290	425	565	8.20
8.40	...	002	010	032	079	157	267	399	537	8.40
8.60	...	002	009	028	070	142	246	373	509	8.60
8.80	...	001	007	024	062	128	226	348	482	8.80
9.00	...	001	006	021	055	116	207	324	456	9.00
9.20	...	001	005	018	049	104	189	301	430	9.20
9.40	...	001	005	016	043	093	173	279	404	9.40
9.60	...	001	004	014	038	084	157	258	380	9.60
9.80	...	001	003	012	033	075	143	239	356	9.80
10.0	...	001	003	010	029	067	130	220	333	10.0
10.2	...	000	002	009	026	060	118	203	311	10.2
10.4	...	...	002	008	023	053	107	186	290	10.4
10.6	...	...	002	007	020	048	097	171	269	10.6
10.8	...	...	001	006	017	042	087	157	250	10.8
11.0	...	...	001	005	015	037	079	143	232	11.0
11.2	...	...	001	004	013	033	071	131	215	11.2
11.4	...	...	001	004	012	029	064	119	198	11.4
11.6	...	...	001	003	010	026	057	108	183	11.6
11.8	...	...	001	003	009	023	051	099	169	11.8
12.0	...	...	001	002	008	020	046	089	155	12.0
12.2	...	...	000	002	007	018	041	081	143	12.2
12.4	...	...	...	002	006	016	037	073	131	12.4
12.6	...	...	...	001	005	014	033	066	120	12.6
12.8	...	...	...	001	004	012	029	060	109	12.8
13.0	...	...	...	001	004	011	026	054	100	13.0
13.2	...	...	...	001	003	009	023	049	091	13.2
13.4	...	...	...	001	003	008	020	044	083	13.4
13.6	...	...	...	001	002	007	017	039	075	13.6
13.8	...	...	...	001	002	006	016	035	068	13.8
14.0	...	...	...	000	002	006	014	032	062	14.0
14.2	...	...	...	...	002	005	013	028	056	14.2
14.4	...	...	...	...	001	004	011	025	051	14.4
14.6	...	...	...	...	001	004	010	023	046	14.6
14.8	...	...	...	...	001	003	009	020	042	14.8

Referencias bibliográficas.

1. Control de Calidad, Autor: Bertrand L. Hansen, Editorial: Hispano Europea.
2. Calidad Total, Autor: Carlos González, Editorial: Mc. Graw Hill.
3. Control de Calidad, Autor: Besterfield, Editorial: Pearson Hall
4. Control Estadístico de la Calidad, Autores: Amor Pulido / Martínez Rodríguez / Olmo Jiménez, Editorial: Grupo Editorial Universitario.
- 5.- Introducción al Control Estadístico de la Calidad, Autor: Montgomery D. C., Editorial: Granica Ediciones.
6. Control Total de la Calidad, Autor: Armand V. Feigenbaum, Editorial: CECSA
7. Administración y Control de la Calidad, Autor: James R. Evans, Editorial: Grupo Editorial Iberoamérica.
- 8.- <http://www.biblioteca-pdf.info/2011/10/control-estadistico-de-la-calidad.html>
9. <http://web.cortland.edu/matresearch/aceptacion.pdf>
10. <http://es.scribd.com/doc/43057387/Norma-Mil-Std-105d-Ansi>
11. <http://archive.org/details/MIL-STD-414>
12. <http://archive.org/details/MIL-STD-105D>