

PRÁCTICA DE CONTROL DE CALIDAD EN RECEPCIÓN.

Se pretende firmar un contrato de suministro con un proveedor de ladrillos cerámicos, aplicándose la norma UNE 66-020 de inspección y recepción por atributos. Se considera un nivel de inspección II para uso general. El lote está compuesto por 2000 unidades. Se aplicará el muestreo rectificante para aquellos lotes rechazados, corriendo por cuenta del suministrador los costes correspondientes. El límite de la calidad media de salida se fija en un máximo del 5%. Se pide lo siguiente, suponiendo que se lleva a cabo al comienzo la inspección normal:

- a) Tamaño de la muestra en un plan de muestreo simple.
- b) Decidir el nivel de calidad aceptable que debe emplearse.
- c) Dibujar la curva característica del plan de muestreo simple para inspección normal.
- d) Establecer la probabilidad de aceptar un lote con un porcentaje de piezas defectuosas igual al nivel de calidad aceptable.
- e) Establecer el porcentaje de piezas defectuosas de un lote que tiene una probabilidad de ser aceptado del 10%.
- f) Establecer qué porcentaje de ladrillos defectuosos tendrá el lote que maximice la calidad media de salida.
- g) Determinar la inspección total media suponiendo que, de media, el porcentaje de piezas defectuosas es del 7%.
- h) Definir un plan de muestreo doble equivalente al anterior.

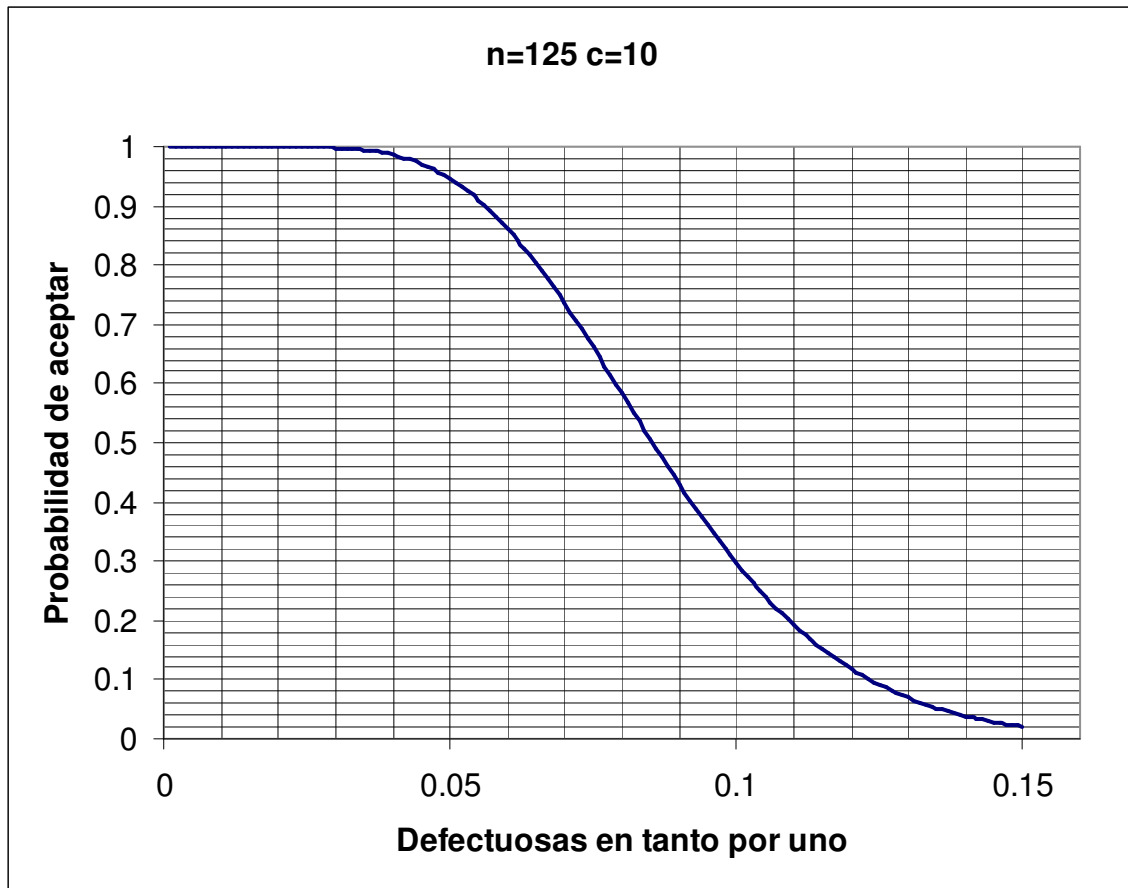
La Tabla I establece una letra-código en función del tamaño del lote y del nivel de inspección. Con un lote de 2000 ladrillos y un nivel de inspección II para usos generales, la letra-código es “K”. La Tabla II-A establece los planes de muestreo simple para la inspección normal; en ella se lee que el tamaño de la muestra es de 125.

La Tabla V-A establece los coeficientes para el cálculo del límite de la calidad media de salida (LCMS) en inspección normal y muestreo simple. El coeficiente correspondiente a la letra-código “K” que más se aproxima al valor del 5% como LCMS es de 5,2 para un nivel de calidad aceptable (NCA) del 4,0%. Como $5,2 \cdot \left(1 - \frac{125}{2000}\right) = 4,875 \leq 5,0$ se acepta un NCA=4,0% puesto que ello supone un LCMS=4,875%, inferior al 5% requerido.

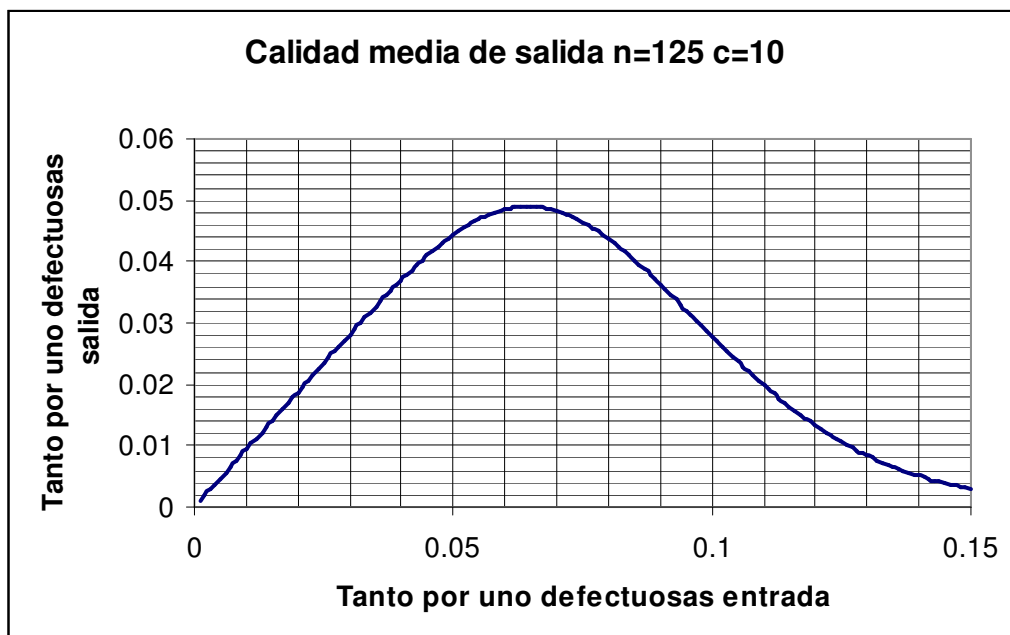
La Tabla II-A nos indica que para un NCA=4,0%, el plan de muestreo simple para inspección normal queda determinado para un lote de 2000 ladrillos en una muestra de 125 unidades, un número de aceptación de 10 y de rechazo de 11.

Para dibujar la curva característica, emplearemos la distribución de Poisson, al igual que hace la norma UNE 66020 cuando $NCA \leq 10$ y el tamaño de la muestra $n > 80$.





Un NCA=4,0% presenta una probabilidad de ser aceptado de 0,9863. Además, un porcentaje del 12,3% de piezas defectuosas tiene una probabilidad del 10% de ser aceptado (LC10=0,123). En la Tabla X-K de la norma también puede deducirse el valor de LC10.



El límite de la calidad media de salida es de 0,04895, que corresponde a un porcentaje de piezas defectuosas de 6,4%. Este valor es sensiblemente igual al obtenido de la Tabla V-A anteriormente (4,875%).

La inspección total media (ITM) es el número medio de piezas inspeccionadas teniendo en cuenta el muestreo rectificante. De acuerdo con la curva característica, la probabilidad de aceptar un lote con una media del 7% de piezas defectuosas es del 73,52%. Por tanto, $ITM = n \cdot p_a + N \cdot (1 - p_a) = 621,52 \Rightarrow 622$ ensayos.

La Tabla III-A define el plan de muestreo doble equivalente, teniendo como letra-código "K", y NCA=4,0%. En un primer intento la muestra es $n_1=80$, con $c_1=5$ y $r_1=9$. En el segundo intento, $n_2=80$, con $c_2=12$ y $r_2=13$.

Tabla I
LETRA-CODIGO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

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



Tabla II-A
PLANES DE MUESTREO SIMPLE PARA INSPECCION NORMAL (TABLA GENERAL)

Letra-código del tamaño de la muestra	Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)																										
		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	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	
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	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	

- ↓ = Utilizar el primer plan de muestreo situado debajo de la flecha. Si el tamaño de la muestra es igual o superior al tamaño del lote, efectuar una inspección al 100 %.
- ↑ = Utilizar el primer plan de muestreo situado encima de la flecha.
- A = Número de aceptación.
- R = Número de rechazo.

Tabla V-A
COEFICIENTES PARA EL CALCULO DEL LIMITE DE LA CALIDAD MEDIA DE SALIDA (LCMS) EN INSPECCION NORMAL (MUESTREO SIMPLE)

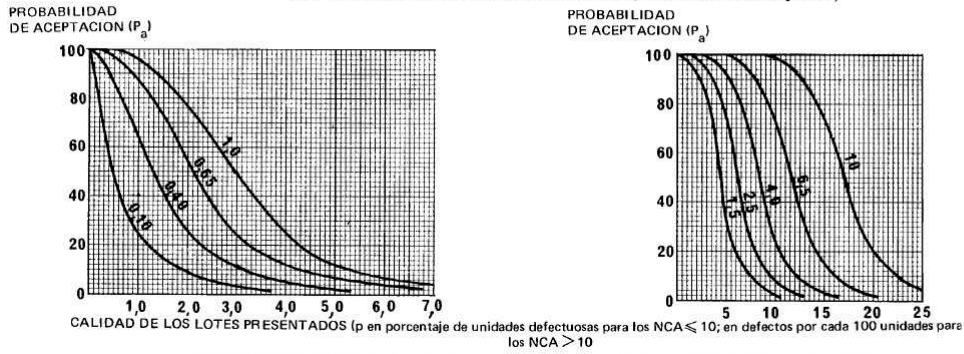
Letra-código	Tamaño de la muestra	Nivel de calidad aceptable																										
		0,010	0,015	0,025	0,040	0,065	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000	
A	2																											
B	3																											
C	5																											
D	8																											
E	13																											
F	20																											
G	32																											
H	50																											
J	80																											
K	125																											
L	200																											
M	315																											
N	500																											
P	800																											
Q	1250																											
R	2000																											

Observación: Para obtener el valor exacto del LCMS, los valores indicados deben ser multiplicados por $(1 - \frac{\text{tamaño de la muestra}}{\text{tamaño del lote}})$



Tabla X-K – TABLAS PARA LA LETRA-CODIGO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA K

GRAFICO K – Curvas características de los planes de muestreo simple
(Las curvas para el muestreo doble y múltiple se ajustan a éstas todo lo posible)



Observación: Los valores indicados sobre las curvas son los correspondientes a los NCA de la inspección normal.

Tabla X-K-1 – VALORES CALCULADOS DE LAS CURVAS CARACTERISTICAS DE LOS PLANES DE MUESTREO SIMPLE

Pa	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)											
	0,10	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10			
p (en porcentaje de unidades defectuosas o en defectos por cada 100 unidades)												
99,0	0,0081	0,119	0,349	0,658	1,43	2,33	2,81	3,82	4,88	5,98	8,28	10,1
95,0	0,0410	0,284	0,654	1,09	2,09	3,19	3,76	4,94	6,15	7,40	9,95	11,9
90,0	0,0840	0,426	0,882	1,40	2,52	3,73	4,35	5,62	6,92	8,24	10,9	13,0
75,0	0,230	0,769	1,382	2,03	3,38	4,77	5,47	6,90	8,34	9,79	12,7	14,9
50,0	0,554	1,34	2,14	2,94	4,54	6,14	6,94	8,53	10,1	11,7	14,9	17,3
25,0	1,11	2,15	3,14	4,09	5,94	7,75	8,64	10,4	12,2	13,9	17,4	20,0
10,0	1,84	3,11	4,26	5,35	7,42	9,42	10,4	12,3	14,2	16,1	19,8	22,5
5,0	2,40	3,80	5,04	6,20	8,41	10,5	11,5	13,6	15,6	17,5	21,4	24,2
1,0	3,68	5,31	6,73	8,04	10,5	12,8	18,3	16,1	18,3	20,4	24,5	27,5
0,15	0,65	1,0	1,5	2,5			4,0		6,5		10	

Observación: Todos los valores de esta tabla están basados en la distribución de Poisson, como aproximación de la distribución binomial.

Tabla X-K-2 – PLANES DE MUESTREO PARA LA LETRA-CODIGO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA K

Tipo del plan de muestreo	Tamaño acumulado de la muestra	Nivel de calidad aceptable (inspección normal)																				Tamaño acumulado de la muestra									
		< 0,10	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5	4,0	6,5	10	> 10																	
		A R	A R	A R	A R	A R	A R	A R	A R	A R	A R	A R	A R	A R																	
Simple	125	▽	0	1																			△	125							
	80	▽	*		Utili- zar la letra	Utili- zar la letra	Utili- zar la letra	1	2	2	3	3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	18	19	21	22	△	80
Doble	160																														160
	32	▽	*		J	M	L	#	2	#	2	#	3	#	4	0	4	0	4	0	5	0	6	1	7	1	8	2	9	△	32
Múltiple	64							#	2	0	3	0	3	1	5	1	6	2	7	3	8	3	9	4	10	6	12	7	14	64	
	96							0	2	0	3	1	4	2	6	3	8	4	9	6	10	7	12	8	13	11	17	13	19	96	
	128							0	3	1	4	2	5	3	7	5	10	6	11	8	13	10	15	12	17	16	22	19	25	128	
	160							1	3	2	4	3	6	5	8	7	11	9	12	11	15	14	17	17	20	22	25	25	29	160	
	192							1	3	3	5	4	6	7	9	10	12	12	14	14	17	18	20	21	23	27	29	31	33	192	
224							2	3	4	5	6	7	9	10	13	14	14	15	18	19	21	22	25	26	32	33	37	38	224		
		< 0,15	0,15		0,25	0,40	0,65	1,0	1,5	2,5			4,0		6,5		10														

△ = Utilizar la letra-código precedente más próxima para la cual existan números de aceptación y de rechazo.
 ▽ = Utilizar la letra-código más próxima siguiente para la cual existan números de aceptación y de rechazo.
 A = Número de aceptación.
 R = Número de rechazo.
 * = Utilizar el plan de muestreo simple situado encima (o, como alternativa, la letra N).
 # = La aceptación no es posible para este tamaño de la muestra.

