

# ÍNDICE

---

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1. DEFINICIÓN DE CONTROL DE CALIDAD, NOTAS HISTÓRICAS Y HERRAMIENTAS .....</b>	<b>17</b>
1.1 DEFINICIÓN DE CONTROL DE CALIDAD .....	17
1.2 HISTORIA DEL CONTROL DE CALIDAD .....	18
1.3 MEDICIÓN DE LA CALIDAD .....	20
1.4 CAUSAS DE LA VARIACIÓN DE LA CALIDAD.....	22
1.5 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES QUE AFECTAN A LA CALIDAD ....	24
1.5.1 Diagrama causa-efecto .....	24
1.5.2 Diagrama de Pareto o análisis A-B-C .....	25
1.5.3 <i>Brainstorming</i> .....	27
1.5.4 Jerarquización.....	28
1.5.5 Gráficos de control.....	28
1.5.6 Histogramas .....	29
1.5.7 Estratificación.....	29
1.5.8 Diagrama de correlación .....	30
1.5.9 Diseño de experimentos .....	30
1.5.10 Hojas de recogida de datos .....	30
1.6 HERRAMIENTAS ÚTILES EN LA MEJORA Y EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD .....	31
1.7 LOS RESPONSABLES DE LA CALIDAD EN UNA EMPRESA .....	33
1.8 GRÁFICOS DE PARETO CON MINITAB.....	34
1.9 GRÁFICOS CAUSA EFECTO CON MINITAB.....	37
1.10 GRÁFICOS DE PARETO A TRAVÉS DE EXCEL .....	41

<b>CAPÍTULO 2. CONTROL DE PROCESOS Y GRÁFICOS DE CONTROL .....</b>	<b>43</b>
2.1 CONTROL DE PROCESOS.....	43
2.1.1 Control de fabricación.....	44
2.1.2 Control de recepción.....	45
2.1.3 Control por variables y por atributos.....	45
2.1.4 Análisis de la capacidad de un proceso.....	46
2.2 GRÁFICOS DE CONTROL .....	46
2.3 PRINCIPIOS BÁSICOS DE UN DIAGRAMA DE CONTROL.....	48
2.3.1 Los diagramas de control y los contrastes de hipótesis .....	49
2.3.2 Curva característica de operación .....	50
2.3.3 Utilización de los diagramas de control.....	51
2.3.4 Clasificación inicial de los diagramas de control.....	51
2.3.5 Diseño de la gráfica de un diagrama de control .....	52
2.4 MODELO DE SHEWHART PARA GRÁFICOS DE CONTROL.....	54
2.5 MODELO DE LOS LÍMITES PROBABILÍSTICOS PARA LOS GRÁFICOS DE CONTROL .....	55
2.6 ESTRATOS Y CONGLOMERADOS EN LOS GRÁFICOS DE CONTROL .....	57
2.7 ANÁLISIS DE PATRONES EN DIAGRAMAS DE CONTROL.....	58
<b>CAPÍTULO 3. GRÁFICOS DE CONTROL POR VARIABLES .....</b>	<b>63</b>
3.1 CONTROL POR VARIABLES Y POR ATRIBUTOS .....	63
3.1.1 Elección del tipo de diagramas de control .....	65
3.1.2 Características que hay que controlar e inicio del control .....	66
3.2 DIAGRAMAS DE CONTROL DE $\bar{X}$ Y $R$ .....	67
3.2.1 Diagrama de control para la media con patrón dado.....	68
3.2.2 Diagrama de control para el recorrido con patrón dado.....	70
3.2.3 Diagrama de control para la media sin patrón dado .....	71
3.2.4 Diagrama de control para el recorrido sin patrón dado.....	75
3.2.5 Directrices sobre tamaño muestral y frecuencia de muestreo.....	78
3.2.6 Interpretación de los diagramas de $\bar{X}$ y $R$ . No normalidad.....	80
3.2.7 Curva característica de operación para el diagrama de $\bar{X}$ y $R$ .....	83
3.2.8 Longitud media de racha (LMR o ARL).....	86
3.3 DIAGRAMAS DE CONTROL DE $\bar{X}$ Y $S$ .....	86
3.3.1 Diagrama de control para la desviación típica $S$ con patrón dado.....	87
3.3.2 Diagrama de control para la media sin patrón dado .....	88
3.3.3 Diagrama de control para la desviación típica sin patrón dado .....	91
3.3.4 Curva característica de operación para el diagrama de $\bar{X}$ y $S$ .....	94

3.4 DIAGRAMA DE CONTROL DE $S^2$ .....	95
3.4.1 Diagrama de control para $S^2$ con patrón dado .....	95
3.4.2 Diagrama de control para $S^2$ sin patrón dado .....	96
3.4.3 Curva característica de operación para el diagrama de $S^2$ .....	97
3.5 GRÁFICOS DE CONTROL PARA MEDIDAS INDIVIDUALES .....	98
3.5.1 Diagrama de control para medidas individuales con patrón dado .....	98
3.5.2 Diagrama de control para medidas individuales sin patrón dado .....	99
3.5.3 Diagrama de control de medidas individuales y rangos móviles .....	102
3.6 DIAGRAMAS DE CONTROL DE LA MEDIANA .....	104
3.6.1 Diagrama de control de medianas y rangos .....	105
3.7 MINITAB Y LOS GRÁFICOS DE CONTROL POR VARIABLES .....	106
3.8 EXCEL Y LOS GRÁFICOS DE CONTROL POR VARIABLES .....	111
<b>CAPÍTULO 4. GRÁFICOS DE CONTROL POR ATRIBUTOS .....</b>	<b>123</b>
4.1 INTRODUCCIÓN .....	123
4.2 DIAGRAMA DE CONTROL PARA EL PORCENTAJE O FRACCIÓN DE UNIDADES DEFECTUOSAS. DIAGRAMA $P$ .....	124
4.2.1 Diagrama $p$ con patrón dado .....	125
4.2.2 Diagrama $p$ sin patrón dado .....	127
4.2.3 Curva característica de operación para el diagrama $p$ .....	131
4.3 DIAGRAMA DE CONTROL DEL NÚMERO DE UNIDADES DEFECTUOSAS. DIAGRAMA $NP$ .....	132
4.3.1 Diagrama $np$ con patrón dado .....	132
4.3.2 Diagrama $np$ sin patrón dado .....	134
4.3.3 Curva característica de operación para el diagrama $np$ .....	136
4.4 DIAGRAMA DE CONTROL DEL NÚMERO DE DEFECTOS O DIAGRAMA $C$ .....	137
4.4.1 Diagrama $c$ con patrón dado .....	137
4.4.2 Diagrama $c$ sin patrón dado .....	139
4.4.3 Curva característica de operación para el diagrama $c$ .....	141
4.5 DIAGRAMA DE CONTROL DEL NÚMERO DE DEFECTOS POR UNIDAD O DIAGRAMA $U$ .....	142
4.5.1 Diagrama $u$ con patrón dado .....	142
4.5.2 Diagrama $u$ sin patrón dado .....	144
4.5.3 Curva característica de operación para el diagrama $u$ .....	146
4.6 SISTEMAS DE DEMÉRITO .....	147
4.7 MINITAB Y LOS GRÁFICOS DE CONTROL POR ATRIBUTOS .....	148
4.8 EXCEL Y LOS GRÁFICOS DE CONTROL POR ATRIBUTOS .....	152

<b>CAPÍTULO 5. GRÁFICOS DE CONTROL DE SUMA ACUMULADA Y MEDIAS MÓVILES. CAPACIDAD DE LOS PROCESOS .....</b>	<b>167</b>
5.1 INTRODUCCIÓN .....	167
5.2 GRÁFICO DE CONTROL DE SUMA ACUMULATIVA .....	167
5.2.1 Mascarilla V.....	169
5.2.2 El diagrama de suma acumulativa y la longitud media de racha .....	170
5.2.3 Diagramas de sumas acumulativas y diagramas de Shewhart .....	171
5.2.4 Diagramas bilaterales y unilaterales de suma acumulativa .....	172
5.2.5 Contraste de control del rango secuencial con signo .....	175
5.2.6 Contraste de control de suma de rachas .....	175
5.3 DIAGRAMA DE CONTROL DE MEDIA MÓVIL .....	176
5.3.1 Diagrama de media móvil con patrón dado .....	176
5.3.2 Diagrama de media móvil sin patrón dado.....	178
5.4 DIAGRAMA DE MEDIA MÓVIL GEOMÉTRICA (EWMA).....	180
5.4.1 Diagrama de media móvil geométrica con patrón dado .....	182
5.4.2 Diagrama de media móvil sin patrón dado.....	184
5.5 DIAGRAMAS DE CONTROL MÚLTIPLES.....	186
5.6 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE UN PROCESO.....	189
5.6.1 Límites de tolerancia y límites de especificación .....	190
5.6.2 Índices de capacidad .....	191
5.6.3 Intervalos de confianza para los índices de capacidad .....	193
5.6.4 Cálculo de límites de tolerancia natural .....	194
5.6.5 Análisis de la capacidad del proceso mediante un histograma o un diagrama de probabilidades.....	196
5.6.6 Análisis de la capacidad del proceso mediante un diagrama de control.....	197
5.6.7 Límites de control, límites de especificación y límites de tolerancia natural .....	198
5.7 ÍNDICES DE CAPACIDAD EN CASO DE NO NORMALIDAD.....	198
5.8 MINITAB Y LOS GRÁFICOS CUSUM, MA Y EWMA.....	199
5.9 MINITAB Y EL ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD .....	201
5.10 EXCEL, LOS GRÁFICOS DE MEDIAS MÓVILES Y LA CAPACIDAD DE LOS PROCESOS.....	204
<b>CAPÍTULO 6. DISEÑO DE EXPERIMENTOS .....</b>	<b>211</b>
6.1 INTRODUCCIÓN .....	211
6.2 DISEÑOS CON UNO Y VARIOS FACTORES. ANÁLISIS DE LA VARIANZA SIMPLE ANOVA .....	213
6.3 DISEÑOS CON UNO Y VARIOS FACTORES. ANÁLISIS DE LA COVARIANZA SIMPLE ANCOVA .....	217



6.4 DISEÑOS GENERALES. MODELO DE REGRESIÓN MÚLTIPLE LINEAL GENERAL (GLM) .....	218
6.5 DISEÑOS MIXTOS .....	219
6.6 DISEÑOS MULTIVARIANTES. MODELOS MANOVA Y MANCOVA .....	220
6.6.1 Análisis multivariante de la varianza con un factor .....	220
6.6.2 Análisis multivariante de la varianza con dos factores .....	222
6.6.3 Análisis multivariante de la covarianza .....	222
6.7 DISEÑOS FACTORIALES .....	223
6.8 DISEÑOS FACTORIALES $2^k 3^k$ Y $P^k$ .....	223
6.9 DISEÑOS FACTORIALES EN BLOQUES (CONFUSIÓN) .....	224
6.10 DISEÑOS FACTORIALES FRACCIONARIOS .....	224
6.10.1 Fracción un medio del diseño $2^k$ .....	225
6.10.2 Fracción un cuarto del diseño $2^k$ .....	225
6.10.3 Fracción un tercio del diseño $3^k$ .....	226
6.11 DISEÑOS JERÁRQUICOS .....	226
6.12 DISEÑOS DE SUPERFICIES DE RESPUESTA .....	227
6.13 DISEÑO DE EXPERIMENTOS CON EXCEL .....	227
6.13.1 Diseño unifactorial .....	228
6.13.2 Diseños bifactoriales con varias muestras por grupo .....	230
6.13.3 Diseños de dos factores con una muestra por grupo .....	232
<b>CAPÍTULO 7. MUESTREO DE ACEPTACIÓN .....</b>	<b>237</b>
7.1 INSPECCIÓN POR MUESTREO Y MUESTREO DE ACEPTACIÓN .....	237
7.2 MUESTREO DE ACEPTACIÓN LOTE POR LOTE .....	238
7.2.1 Utilización del muestreo por aceptación .....	239
7.2.2 Ventajas y desventajas del muestreo por aceptación .....	239
7.2.3 Clasificación de los planes de muestreo .....	240
7.2.4 Muestreo aleatorio simple .....	241
7.2.5 Plan, esquema y sistema de muestreo para aceptación .....	241
7.3 PLANES DE MUESTREO SIMPLES POR ATRIBUTOS .....	242
7.3.1 Curva característica de operación o curva $CO$ .....	242
7.3.2 Curvas características de operación tipos $A$ y $B$ .....	244
7.3.3 Curvas características de operación con $c = 0$ .....	245
7.3.4 Diseño de un plan de muestreo simple para una curva característica de operación dada .....	246
7.4 INSPECCIÓN RECTIFICADORA, CALIDAD MEDIA DE SALIDA E INSPECCIÓN TOTAL MEDIA .....	246
7.5 MUESTREO DOBLE, MÚLTIPLE Y SECUENCIAL .....	248
7.6 PLANES DE MUESTREO DOBLE .....	248

7.6.1 Curva característica de operación para el muestreo doble .....	249
7.6.2 Curva del Número Muestral Medio .....	251
7.6.3 Curva de calidad media de salida y curva de inspección total.....	252
7.7 MUESTREO MÚLTIPLE.....	252
7.8 MUESTREO SECUENCIAL .....	253
7.9 PLANES DE MUESTREO EN CADENA .....	254
7.10 MUESTREO CONTINUO .....	255
7.11 PLANES DE MUESTREO DE LOTES SALTEADOS .....	256
7.12 CONSIDERACIÓN DEL ERROR DE INSPECCIÓN .....	257
7.13 LA NORMA MIL STD 105D.....	259
7.14 PLANES DE MUESTREO DE DODGE-ROMING .....	260
7.15 MUESTREO DE ACEPTACIÓN POR VARIABLES .....	261
7.15.1 Ventajas y desventajas del muestreo por variables.....	261
7.15.2 Tipos de planes de muestreo por variables .....	262
7.16 PLANES DE LA FRACCIÓN NO CONFORME.....	262
7.16.1 Diseño de plan de muestreo y curva $CO$ con $\sigma$ conocida.....	264
7.16.2 Ecuación de la curva característica de operación.....	266
7.16.3 Diseño de plan de muestreo para $\sigma$ desconocida y curva $CO$ .....	266
7.17 PLANES DE MUESTREO POR VARIABLES BASADOS EN LA MEDIA O DESVIACIÓN TÍPICA DEL PROCESO O LOTE.....	268
7.17.1 Planes basados en la media con desviación típica $\sigma$ conocida.....	269
7.17.2 Planes basados en la media con desviación típica $\sigma$ desconocida ...	269
7.17.3 Planes basados en la desviación típica .....	270
7.18 NORMA MILD STD 414.....	270
7.19 EXCEL Y EL MUESTREO DE ACEPTACIÓN POR ATRIBUTOS.....	271
7.20 EXCEL Y EL MUESTREO DE ACEPTACIÓN POR VARIABLES .....	279
<b>ÍNDICE ALFABÉTICO .....</b>	<b>289</b>