

Índice analítico

Prólogo

XVII

1. CONCEPTOS BÁSICOS. DEFINICIONES. TERMINOLOGÍA

1

- 1-1. La función de calidad 1
- 1-2. Significados de la palabra «calidad» 3
- 1-3. Significados de la palabra «control» 4
- 1-4. Significados de la expresión «control de la calidad» 5
- 1-5. Conceptos y terminología 6
- 1-6. Productos y servicios 6
- 1-7. Característica de calidad 8
- 1-8. Distinción entre calidad de diseño y calidad de conformidad 8
- 1-9. Calidad, precio y plazo de entrega 8
- 1-10. Defectos esporádicos y crónicos 9
- 1-11. Mejora de la calidad 11
- 1-12. Concepto del autocontrol 12
- 1-13. El enfoque positivo 14
- Problemas 16

2. HISTORIA DEL CONTROL DE LA CALIDAD

19

- 2-1. El hombre primitivo y la calidad 19
- 2-2. Manufactura primitiva; la ciudad templo 20
- 2-3. Desarrollo del comercio; los gremios y la calidad 21
- 2-4. La revolución industrial 22
- 2-5. Producción en serie y calidad 23
- 2-6. Sistemas complejos y la calidad 23
- 2-7. Bienestar humano y calidad 24
- 2-8. Nuevos conceptos que surgen: Fiabilidad, mantenibilidad 25
- Problemas 28

3. POLÍTICA Y OBJETIVOS DE CALIDAD	29
3-1. Contenido y orden de sucesión de las actividades de una empresa	29
3-2. Establecimiento de las políticas de calidad	30
3-3. Objetivos de la calidad industrial	32
3-4. Aceptación de objetivos de la calidad	34
3-5. Planificación para lograr los objetivos de la calidad	35
3-6. Actividades directivas y técnicas en la calidad	37
Problemas	39
4. ASPECTOS ECONÓMICOS DE LA CALIDAD	41
4-1. La calidad y la misión básica de una empresa	41
4-2. Equilibrio entre coste y valor de la calidad	42
4-3. Aspectos económicos de la calidad de diseño	44
4-4. Competencia en calidad	46
4-5. El diseño del producto como medio para competir en calidad	46
4-6. Conocimiento de la calidad de mercado como medio para competir en calidad	48
4-7. Costes de la calidad	50
4-8. Aspectos económicos de la calidad de conformidad	51
4-9. Aspectos económicos de la calidad según el usuario	52
Problemas	57
5. MEDICIÓN Y ANALISIS DEL COSTE DE LA CALIDAD	59
5-1. ¿Por qué medir costes de la calidad?	59
5-2. Modo de definir actividades y hechos	59
5-3. Determinación de los costes	61
5-4. Interpretación de los costes de la calidad	64
5-5. Mala distribución de las pérdidas por calidad: Principio de Pareto	68
5-6. Cuadro de análisis de los costes de la calidad	71
Problemas	73
6. CONCEPTO ESTADÍSTICO DE VARIACIÓN	77
6-1. La estadística como ciencia	77
6-2. Concepto de variación	77
6-3. Distinción entre variables y atributos	78
6-4. Método tabular para resumen de datos: La distribución de frecuencias	78
6-5. Resumen gráfico de datos: El histograma	81
6-6. Métodos cuantitativos de resumen de datos: Índices numéricos	81
6-7. Distribución de probabilidad «normal»	84
6-8. Distribución de probabilidad exponencial	88
6-9. Distribución de probabilidad de Weibull	89
Problemas	93

7. ORGANIZACIÓN DE LA CALIDAD

99

- 7-1. Naturaleza de la organización 99
- 7-2. Responsabilidad de la alta dirección por la organización 99
- 7-3. Evolución de la organización de la calidad 100
- 7-4. Tipos de organización en las industrias de proceso 104
- 7-5. Formas de organización en las grandes empresas 106
- 7-6. Organización de la aceptación 108
- 7-7. Responsabilidades del inspector jefe 109
- 7-8. Organización de la prevención 110
- 7-9. Organización de la coordinación 112
- 7-10. Coordinación mediante un jefe común 112
- 7-11. Autocoordinación 114
- 7-12. Coordinación mediante procedimiento escrito 114
- 7-13. Coordinación mediante especialistas de staff 115
- 7-14. Coordinación mediante departamentos de staff 116
- 7-15. Coordinación mediante comisiones 116
- 7-16. Responsabilidades del director de la calidad 119
- Problemas 120

8. DISEÑO Y EFECTIVIDAD DE UN SISTEMA

123

- 8-1. El ciclo de vida de un producto 123
- 8-2. Concepto de efectividad del sistema 127
- 8-3. Ejemplo de efectividad de un sistema 128
- 8-4. Utilización de un modelo de efectividad del sistema al hacer un diseño 137
- 8-5. Relación de la efectividad de un sistema con el costo y el programa de fechas. 137
- Problemas 138

9. FIABILIDAD Y MANTENIBILIDAD

139

- 9-1. Conceptos principales 139
- 9-2. Estímulos económicos para la fiabilidad y la mantenibilidad 140
- 9-3. Elementos de un programa típico de fiabilidad 141
- 9-4. Fijación de objetivos globales de fiabilidad 142
- 9-5. Prorrrateo y predicción de la fiabilidad 145
- 9-6. Etapas de la predicción de la fiabilidad 148
- 9-7. Revisiones de diseño 150
- 9-8. Programa de componentes críticos 152
- 9-9. Análisis del modo de producirse y efecto de los fallos 153
- 9-10. Ensayos de fiabilidad 155
- 9-11. Métodos para mejorar la fiabilidad de un diseño 160
- 9-12. Organización de la acción correctiva 162
- 9-13. Organización para la fiabilidad. Generalidades 164
- 9-14. Formas de organización en las industrias de alta fiabilidad 165
- 9-15. Mantenibilidad 168

9-16. Cuantificación de la mantenibilidad	169	
9-17. Compensación entre parámetros	172	
9-18. Organización para la mantenibilidad	173	
Problemas	173	
10. APLICACIONES ESTADÍSTICAS A LA FIABILIDAD		181
10-1. Clasificación de los fallos en productos complejos	181	
10-2. Fórmula exponencial de la fiabilidad	183	
10-3. Relación entre la fiabilidad de los componentes y la fiabilidad del sistema		186
10-4. Predicción de la fiabilidad durante el diseño basándose en la distribución exponencial	188	
10-5. Predicción de la fiabilidad durante el diseño basándose en la distribución de Weibull	192	
10-6. Redundancia	194	
10-7. La fiabilidad en función del esfuerzo aplicado y la resistencia		194
10-8. Disponibilidad	198	
Problemas	199	
11. MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS A LA PLANIFICACIÓN Y ANALISIS DE ENSAYOS		205
11-1. Problemas de ensayo de prototipos y lotes piloto	205	
11-2. Concepto de inferencia estadística	205	
11-3. Los dos tipos de error en el muestreo	209	
11-4. Aplicación de la curva característica para elegir una región de aceptación		214
11-5. Pruebas específicas de hipótesis	215	
11-6. Lo que no dicen las pruebas estadísticas	222	
11-7. Tamaño de las muestras en las pruebas estadísticas	222	
11-8. Estimación estadística: Límites de confianza	225	
11-9. Importancia de los límites de confianza en la preparación de programas de ensayos	229	
11-10. Determinación del tamaño de muestra requerido para alcanzar determinada precisión en una estimación	229	
11-11. Utilización de la información previa para planificar los ensayos		231
11-12. Diseño de experimentos	233	
11-13. Análisis de un experimento previamente diseñado: Análisis de la varianza	236	
Problemas	243	
12. NORMAS DE CALIDAD		249
12-1. Propósito y contenido de las normas de calidad	249	
12-2. Enfoque científico de la fijación de tolerancia	251	
12-3. Requisitos funcionales y no funcionales	251	
12-4. Clasificación de características	253	

12-5.	Hechos relativos al coste de la precisión	254	
12-6.	Hechos relativos al valor de la precisión	255	
12-7.	Tolerancias de intercambiabilidad	256	
12-8.	Problemas especiales de la especificación de productos complejos	259	
12-9.	Normalización de especificaciones	262	
12-10.	Jurisdicción en las especificaciones de productos	263	
12-11.	Idiosincrasia del departamento de diseño	265	
	Problemas	266	
13.	MÉTODOS ESTADÍSTICOS APLICADOS A LA FIJACIÓN DE LÍMITES Y TOLERANCIAS		267
13-1.	Problemas de límites y tolerancias	267	
13-2.	Cuantificación de las condiciones de uso y de la capacidad del diseño	268	
13-3.	Análisis de datos de proceso para fijar límites a los componentes discretos (piezas)	271	
13-4.	Fijación de límites de tolerancia para productos no discretos	274	
13-5.	Límites de tolerancia para dimensiones interactuantes	276	
13-6.	Hipótesis de la fórmula	280	
13-7.	Fijación de límites para cualidades sensoriales	282	
	Problemas	285	
14.	PLANIFICACIÓN DE LA FABRICACIÓN EN FUNCIÓN DE LA CALIDAD		289
14-1.	Aspectos de la calidad que afectan a la fabricación	289	
14-2.	Enfoques básicos de la planificación de la calidad	290	
14-3.	Planificación por medio del análisis	291	
14-4.	Planificación por medio de lotes de prueba	292	
14-5.	Selección de máquinas, procesos y herramientas	293	
14-6.	Planificación del flujo de información	295	
14-7.	Planificación del control del proceso	296	
14-8.	Distribución de la responsabilidad en el control del proceso	300	
14-9.	Necesidades del departamento de producción para el control del proceso	302	
14-10.	Actividades especiales del control del proceso	306	
14-11.	Vigilancia del proceso	307	
14-12.	Automatización y planificación de la calidad	308	
	Problemas	309	
15.	PLANIFICACIÓN DE LA FABRICACIÓN POR MÉTODOS ESTADÍSTICOS		315
15-1.	El papel de la estadística en la planificación de la fabricación	315	
15-2.	Análisis de la capacidad del proceso con gráficos simples	315	
15-3.	Concepto de gráfico de control	318	

- 15-4. Fijación de límites de control experimentales: Gráficos \bar{X} y R 319
- 15-5. Determinación de la capacidad de un proceso mediante análisis del gráfico de control 322
- 15-6. La hipótesis de control estadístico y su efecto sobre la capacidad del proceso 326
- 15-7. Relación entre los límites de control y las tolerancias del producto 327
- 15-8. Ejemplo de utilización de datos de capacidad del proceso en la planificación de una fabricación 328
- Problemas 329

16. INSPECCIÓN

333

- 16-1. Importancia de la inspección 333
- 16-2. Planificación de la inspección 334
- 16-3. Medición del rendimiento de la verificación 340
- 16-4. Incentivos para inspectores 341
- 16-5. Precisión de la inspección 344
- 16-6. Evaluación de la precisión de los inspectores 345
- 16-7. Mejora de la precisión del verificador 348
- 16-8. Presupuesto de inspección 351
- 16-9. Reducción de costes 354
- Problemas 356

17. MUESTREO DE ACEPTACIÓN

361

- 17-1. Ventajas del muestreo de aceptación 361
- 17-2. Concepto de muestreo 362
- 17-3. Economía del muestreo frente a la inspección al 100 por cien 362
- 17-4. Riesgos del muestreo: la curva característica 363
- 17-5. Construcción de la curva característica 366
- 17-6. Análisis de algunos planes de muestreo empíricos 367
- 17-7. Evaluación de parámetros que afectan a los planes de muestreo de aceptación 369
- 17-8. Índices de calidad para planes de muestreo de aceptación 372
- 17-9. Tipos de planes de muestreo 374
- 17-10. Comparación de planes por atributos y por variables 376
- 17-11. Muestreo simple, muestreo doble y muestreo múltiple 378
- 17-12. Características de un buen plan de aceptación 378
- 17-13. Uso de las tablas de muestreo de Dodge-Romig 379
- 17-14. Inspección mínima por lote 384
- 17-15. Tablas MIL-STD-105D 385
- 17-16. Elección de un valor numérico del índice de calidad 388
- 17-17. Planes de muestreo de aceptación por variables 390
- 17-18. Procedimientos de muestreo basados en información previa 391
- 17-19. Aceptación del producto en un proceso estadísticamente controlado 395

- 17-20. Información no procedente del muestreo 396
 Problemas 397

18. MEDICIÓN**401**

- 18-1. Importancia creciente del proceso de medición 401
 18-2. Economía de la medición 402
 18-3. Precisión 404
 18-4. El efecto del error de medición en decisiones de aceptación 406
 18-5. Aspectos estadísticos de la calibración 411
 18-6. Determinación analítica de la precisión de centrado
 y de la precisión de dispersión 412
 18-7. Reducción de los valores observados a componentes de variación 413
 18-8. Redondeo de las mediciones 420
 18-9. Reducción y control de los errores 421
 18-10. Programas para mantenimiento del equipo de medición 424
 18-11. Conflictos en mediciones 429
 Problemas 431

19. RELACIONES CON LOS PROVEEDORES**435**

- 19-1. El problema general de la calidad de los proveedores 435
 19-2. Política de «calidad de los proveedores» 436
 19-3. Medios para calificar las fuentes de suministro 439
 19-4. Estudio de la calidad del proveedor 439
 19-5. Bancos de datos para la evaluación de proveedores 442
 19-6. Planificación inicial de la calidad con los proveedores 443
 19-7. Definición de los requisitos de calidad para el proveedor 446
 19-8. Cooperación con los proveedores durante la ejecución del contrato 448
 19-9. Inclusión del plan de la calidad en el contrato 449
 19-10. Aplicaciones de los datos de calidad del proveedor 450
 19-11. Organización y administración de las relaciones con los proveedores 451
 Problemas 453

20. LA ESTADÍSTICA Y LAS RELACIONES CON LOS PROVEEDORES**457**

- 20-1. Visión general 457
 20-2. Análisis de histogramas 457
 20-3. El plan «Lot Plot» 460
 20-4. Evaluación del diseño de un proveedor mediante predicción
 de la fiabilidad 463
 20-5. Verificación de datos presentados por el proveedor 464
 20-6. Puntuación de la calidad de los proveedores 465
 20-7. Utilización de las puntuaciones de proveedores 471
 Problemas 471

21. CONTROL DE PROCESOS	473
21-1. Controlabilidad	473
21-2. Conocimiento del «qué debe hacerse»	475
21-3. Conocimiento del «qué se está haciendo»	480
21-4. Acción reguladora	486
Problemas	488
22. MOTIVACIÓN DE LA CALIDAD	491
22-1. Efecto de múltiples normas	491
22-2. Comportamiento de la dirección respecto a la calidad	492
22-3. Interés de la dirección por la calidad	493
22-4. Interés del operario por la calidad	494
22-5. Fallos de los operarios	496
22-6. Campañas para mejorar la motivación	499
22-7. Disposiciones para la participación de los operarios	501
22-8. Los programas «cero defectos»	504
22-9. Estructura de organización para programas de motivación	506
22-10. Teorías de la motivación	506
Problemas	510
23. TÉCNICAS DE CONTROL DE PROCESOS	511
23-1. El concepto de sistema predominante	511
23-2. Operaciones con predominio de la preparación de máquina	513
23-3. Operaciones con predominio de la máquina	514
23-4. Galgado con límites estrechos: PRE-Control	517
23-5. Operaciones con predominio del operario	520
23-6. Operaciones con predominio de los componentes	524
23-7. Automatización del control de procesos	525
23-8. Comprobación de los sistemas de control de calidad	527
Problemas	528
24. ACEPTACIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS	533
24-1. Inspección de aceptación: Generalidades	533
24-2. La moderna función de aceptación	534
24-3. Interpretación de la especificación	534
24-4. Clasificación de los defectos por su gravedad	535
24-5. Aceptación de sistemas	537
24-6. Enjuiciamiento de la conformidad	537
24-7. Aceptación por los departamentos de producción	541
24-8. Disposición del producto no conforme; Junta de Revisión de Materiales	543
24-9. Contabilidad del coste de rechazos	544
24-10. Realimentación de los datos de inspección	545

- 24-11. Planes de muestreo de aceptación para vida y otras características de tiempo 550
- 24-12. Aplicación de planes por atributos y por variables a las características de tiempo 552
- 24-13. Ejemplo de plan de muestreo para evaluar la fiabilidad 553
- 24-14. Muestreo de productos no discretos.
Problemas 559

25. CONTROL DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO 561

- 25-1. Áreas de problemas de la calidad durante la utilización por el cliente 561
- 25-2. Expedición, recepción y almacenamiento 562
- 25-3. Instalación, puesta a punto y funcionamiento 565
- 25-4. Condiciones operativas y mantenimiento 567
- 25-5. Control de configuración 568
- 25-6. Realimentación de datos de utilización de los clientes 569
Problemas 571

26. RELACIONES CON EL CLIENTE 575

- 26-1. El punto de vista del cliente 575
- 26-2. Investigación del mercado 577
- 26-3. Información del usuario y rediseño del producto 578
- 26-4. Desarrollo de una positiva reputación de calidad 579
- 26-5. Anuncio de la calidad 580
- 26-6. Garantía de calidad 582
- 26-7. Etiquetado y certificación de la calidad 583
- 26-8. Responsabilidad por el producto 585
- 26-9. «Consumismo» 586
Problemas 587

27. EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO EN LAS RELACIONES CON LOS CLIENTES 589

- 27-1. Significado de las reclamaciones de los usuarios 589
- 27-2. Efecto del precio unitario y del tiempo sobre la tasa de reclamaciones 590
- 27-3. Índices de reclamaciones 592
- 27-4. Obtención de información del cliente sobre la calidad 593
- 27-5. Tratamiento y análisis de las reclamaciones de los clientes 595
- 27-6. Análisis de devoluciones acumuladas 596
- 27-7. Uso de papel probabilístico para predecir el nivel de reclamaciones 599
- 27-8. Diseño de ensayos de material de la competencia 602
Problemas 603

28. AUDITORÍA DE LA CALIDAD 605

- 28-1. Naturaleza de la función de auditoría 605

- 28-2. Medidas de la actuación en servicio 606
- 28-3. Calificación de la calidad del producto 606
- 28-4. Supervisión general de un sistema total de calidad 610
- 28-5. Auditoría de calidad sobre actividades determinadas 613
- 28-6. Temas de control en los informes sobre calidad para los ejecutivos 614
- 28-7. Obtención de datos reales 615
- 28-8. Establecimiento de un patrón de actuación 618
- 28-9. Resumen de datos para la dirección 618
- Problemas 619

29. SISTEMAS DE DATOS DE LA CALIDAD Y MANUALES DE LA CALIDAD

621

- 29-1. Sistemas de datos de la calidad: alcance 621
- 29-2. Sistemas de datos de calidad: principios de diseño 623
- 29-3. Importancia de unos registros de calidad precisos 623
- 29-4. Planificación inicial del sistema de documentos 625
- 29-5. Ejemplo de utilización de un equipo de tratamiento de datos 626
- 29-6. Sistemas de datos de fiabilidad 630
- 29-7. Fines de un manual de control de la calidad 633
- 29-8. Evolución del manual 634
- 29-9. Desarrollo del manual 634
- 29-10. Contenido del manual 635
- 29-11. Comprobación de los procedimientos reales en comparación con el manual 636
- Problemas 637

30. TÉCNICAS DE DIAGNOSIS PARA LA MEJORA DE LA CALIDAD

639

- 30-1. El progreso en la mejora de la calidad 639
- 30-2. Síntomas, problemas, proyectos, causas y remedios de la calidad 639
- 30-3. Enfoque general de los problemas imputables a la dirección 640
- 30-4. Diagnóstico de características disecables 641
- 30-5. Elementos de un análisis completo de la capacidad del proceso 643
- 30-6. Disección en corrientes: variables 647
- 30-7. Disección en corrientes: atributos 647
- 30-8. Análisis de datos históricos 648
- 30-9. Estudios de concentración de defectos 651
- 30-10. Análisis gráfico 652
- 30-11. Diagnóstico de características no disecables 652
- 30-12. Experimentos para evaluar las variables dominantes 654
- 30-13. Experimentos exploratorios 656
- 30-14. Análisis gráfico y experimentación 657
- 30-15. Operaciones evolutivas 660
- 30-16. Análisis de fallos cuando se cumple la especificación 663
- 30-17. Medición para la diagnosis 667
- Problemas 668

31. INGENIERÍA DEL CONTROL DE LA CALIDAD**675**

- 31-1. Naturaleza del staff 675
- 31-2. Funciones habituales del staff de calidad 676
- 31-3. Asignación de las funciones de staff de la calidad 678
- 31-4. Creación del departamento de control de calidad 680
- 31-5. Transferencia de funciones de staff a la línea 681
- 31-6. Cuestiones de jurisdicción con otros departamentos de staff 682
- 31-7. Especificaciones para los especialistas del staff de control de calidad 684
- 31-8. Cómo «vender control de calidad» a la dirección 685
- 31-9. Administración del departamento de control de calidad 687
- 31-10. Introducción de cambios 689
 - Problemas 693

APÉNDICE**697**

- Caso de la Metal Container, S. A. 697
- Caso de la RPM, S. A. 700
- TABLA A — Distribución normal 704
- TABLA B — Distribución exponencial 705
- TABLA C — Rangos medianos 706
- TABLA D — Distribución de t 707
- TABLA E — Distribución de χ^2 708
- TABLA F — Distribución de F
- TABLA G — Factores de tolerancia para distribuciones normales (Bilaterales)
- TABLA H — Factores para gráficos de control de \bar{X} y R
- TABLA I — Factores para estimar s a partir de R
- TABLA J — Gráfico de Poisson
- TABLA K — Banda de confianza del 95 % para la proporción poblacional

ÍNDICE ALFABÉTICO**721**