

Vista general de capítulos	Contenido
Cerveza: la bebida popular más antigua	21
1 Materias primas	1 35
2 Elaboración de la malta	1.1 105
3 Elaboración del mosto	1.1.1 197
4 Elaboración de cerveza	1.1.1.1 365
5 Envasado de la cerveza	1.1.1.2 535
6 Limpieza y desinfección	1.1.2 687
7 La cerveza terminada	1.1.3 703
8 Cervecerías pequeñas	1.1.3.1 761
9 Manejo de desechos y medio ambiente	1.1.3.2 781
10 Gestión energética en la cervecería y maltería	1.1.4 797
11 Automatización y planificación de plantas	1.1.4.1 847
	1.1.4.2
	1.1.4.3
	1.1.4.4
	1.1.4.5
	1.1.4.6
	1.1.5 1.1.5.1
	1.1.5.2
	1.1.5.3
	1.2 Lúpulo 54
	1.2.1 Regiones productoras de lúpulo 54
	1.2.2 Cosecha, secado y conservación del lúpulo 56
	1.2.2.1 Cosecha 56
	1.2.2.2 Secado 56
	1.2.2.3 Conservación del lúpulo 56
	1.2.3 Estructura del cono de lúpulo 57
	1.2.4 Composición y propiedades de los componentes del lúpulo 57
	1.2.4.1 Sustancias amargas o resinas de lúpulo 58
	1.2.4.2 Aceites de lúpulo 59
	1.2.4.3 Taninos o polifenoles 60
	1.2.4.4 Proteínas 62
	1.2.5 Evaluación del lúpulo 62
	1.2.5.1 Evaluación manual del cono de lúpulo 62
	1.2.5.2 Contenido amargo 63
	1.2.6 Variedades de lúpulo 63
	1.2.7 Productos de lúpulo 64
	1.2.7.1 Pellets de lúpulo 65
	1.2.7.2 Extractos de lúpulo 68
	1.3 Agua 72
	1.3.1 Ciclo del agua 72
	1.3.2 Consumo de agua dulce en la fábrica de cerveza 73

1.3.3	Extracción del agua .....	73	2.1.1.1	Recepción de vehículos (remolques de camiones)
1.3.3.1	Extracción de aguas subterráneas..	73		o vagones ferroviarios .....
1.3.3.2	Extracción de agua de manantial..	75	2.1.1.2	106 Recepción de buques .....
1.3.3.3	Extracción de aguas superficiales..	75	2.1.2	106 Limpieza y clasificación de
1.3.3.4	Importancia del suministro propio de agua .....	75		la cebada .....
1.3.4	Requerimientos para el agua .....	75	2.1.2.1	107 Prelimpieza de la cebada .....
1.3.4.1	Requerimientos del agua como agua potable .....	75	2.1.2.2	108 Dispositivos magnéticos .....
1.3.4.2	Requerimientos del agua como agua cervecera.....	76	2.1.2.3	109 Separador de piedras en seco.....
1.3.4.3	Importancia de los iones individuales.....	79	2.1.2.4	110 Desbarbador .....
1.3.5	Proceso de mejora del agua .....	79	2.1.2.5	110 Trieur (limpiador de granos) .....
1.3.5.1	Proceso de eliminación de sólidos en suspensión .....	80	2.1.2.6	111 Clasificación de la cebada .....
1.3.5.2	Eliminación de solutos.....	81	2.1.3	112 Transporte de cebada y malta ....
1.3.5.3	Proceso para mejorar la alcalinidad residual.....	81	2.1.3.1	116 Transportadores mecánicos.....
1.3.6	Posibilidades de ahorro de agua .....	87	2.1.3.2	116 Transportadores neumáticos .....
			2.1.4	119 Sistemas de remoción
			2.1.4.1	122 de polvo .....
			2.1.4.2	122 Ciclones.....
			2.2	122 Filtro de polvo .....
1.4	<b>Levadura .....</b>	<b>89</b>	<b>2.2</b>	<b>Secado y almacenamiento</b>
1.4.1	Estructura y composición de la célula de levadura.....	89	2.2.1	<b>de la cebada .....</b>
1.4.2	Metabolismo de la célula de levadura .....	92	2.2.2	125 Respiración de la cebada .....
1.4.3	Reproducción y crecimiento de las levaduras .....	93	2.2.3	125 Secado de la cebada .....
1.4.4	Caracterización de las levaduras cerveceras.....	94	2.2.4	126 Enfriamiento de la cebada.....
1.4.4.1	Características morfológicas.....	95	2.2.4.1	127 Almacenamiento de la cebada ...
1.4.4.2	Diferencias fisiológicas .....	95	2.2.4.2	127 Almacenamiento en silos .....
1.4.4.3	Diferencias en la tecnología de fermentación .....	95	2.2.4.3	128 Almacenamiento en graneros ...
1.4.4.4	Clasificación sistemática.....	96	2.3	129 Infestación de plagas .....
1.5	<b>Adjuntos cerveceros (cereales crudos).....</b>	<b>97</b>	2.3.1	<b>El remojo de la cebada.....</b>
1.5.1	Maíz .....	97	2.3.2	130 Procesos durante
1.5.2	Arroz .....	98	2.3.3	130 el remojo .....
1.5.3	Cebada.....	99	2.4	130 Absorción de agua .....
1.5.4	Sorgo/Mijo.....	99	2.4.1	130 Suministro de oxígeno .....
1.5.5	Trigo.....	99	2.4.1.1	133 Limpieza .....
1.5.6	Azúcar.....	100	2.4.1.2	133 Recipientes de remojo.....
1.5.7	Jarabe de glucosa .....	101	2.4.1.3	134 Proceso de remojo .....
1.5.8	Azúcar caramelo .....	101	2.4.1.4	139 Adjuntos cerveceros .....
	(también -couleur) .....	101	2.4.2	140 Germinación de la cebada .....
2	<b>Elaboración de la malta .....</b>	<b>105</b>	2.4.2.1	140 Procesos durante la germinación .....
2.1	<b>Recepción, limpieza, clasificación y transporte de la cebada .....</b>	<b>105</b>	2.4.2.2	140 Procesos de crecimiento .....
2.1.1	Recepción de la cebada.....	106	2.4.2.3	141 Formación de enzimas .....
			2.4.2.4	143 Conversiones de sustancias
				durante la germinación .....
				143 Conclusiones para la aplicación .....
				149 de la germinación .....
				149 Proceso de germinación .....
				150 Maltería de era o de granero .....
				150 Sistemas de malteado accionados
				neumáticamente .....
				150 Realización de la germinación .....
				161 Control de la germinación .....

2.5	<b>El tostado de malta .....</b>	<b>162</b>	2.8.2.8	Capacidad germinativa .....	179
2.5.1	Cambios durante el tostado .....	162	2.8.2.9	Densidad .....	179
2.5.1.1	Reducción del contenido de agua..	162	2.8.2.10	Método Calcofluor-Carlsberg (método de lijado del grano) .....	179
2.5.1.2	Interrupción de la germinación y modificación o degradación .....	163	2.8.3	Análisis físico-químicos.....	180
2.5.1.3	Formación de sustancias aromáticas y colorantes(reacción de Maillard)..	163	2.8.3.1	Contenido de agua (humedad)...	180
2.5.1.4	Formación de precursores de DMS .....	164	2.8.3.2	Proceso de maceración en laboratorio según congreso.....	180
2.5.1.5	Influencia de la temperatura y el tiempo de secado .....	165	2.8.4	Contrato de suministro de malta	183
2.5.1.6	Formación de nitrosaminas .....	166	2.9	<b>Variedades de malta y maltas a partir de otros cereales .....</b>	<b>184</b>
2.5.1.7	Inactivación de las enzimas.....	166	2.9.1	Malta tipo Pilsner (malta clara o pálida).....	184
2.5.2	Construcción de la sala de tostado (Darre).....	167	2.9.2	Malta oscura (estilo Múnich) .....	184
2.5.2.1	Calentamiento y ventilación de la sala de tostado .....	167	2.9.3	Malta Vienesa .....	184
2.5.2.2	Salas de secado de dos pisos de diseño antiguo.....	169	2.9.4	Malta escaldada (Brühmalz) / malta melanoidina .....	184
2.5.2.3	Tostadores con piso basculante ..	170	2.9.5	Malta caramelizada.....	185
2.5.2.4	Sala de tostado plana con cargador y descargador integrado.....	170	2.9.6	Malta ácida/agria (Sauermalz) ....	186
2.5.2.5	Salas de tostado verticales.....	172	2.9.7	Malta de germinación corta y tipo "Spitzmalz" .....	186
2.5.3	Realización del proceso de tostado .....	173	2.9.8	Malta ahumada .....	187
2.5.3.1	Elaboración de malta Pilsner .....	174	2.9.9	Malta diastásica .....	187
2.5.3.2	Producción de malta Munich.....	174	2.9.10	Malta torrefacta (Röstmalz) .....	187
2.5.3.3	Limpieza de la sala de tostado....	175	2.9.11	Cerveza de malta torrefacta .....	187
2.5.3.4	Comprobación del proceso de secado .....	175	2.9.12	Malta de trigo .....	188
			2.9.13	Extracto de malta.....	189
			2.9.14	Malta a partir de otros cereales primarios .....	189
			2.9.15	Malta de sorgo .....	191
2.6	<b>Tratamiento de la malta después del tostado .....</b>	<b>176</b>	2.10	<b>Prevención de accidentes en la maltería .....</b>	<b>193</b>
2.6.1	Enfriamiento de la malta seca.....	176		<b>Elaboración del mosto .....</b>	<b>197</b>
2.6.2	Limpieza de la malta .....	176	3	Molienda de la malta .....	197
2.6.3	Almacenamiento de la malta.....	176	3.1	Tratamiento previo de la malta .....	198
2.6.4	Pulido de la malta .....	177	3.1.1	Eliminación de polvo y piedras de la malta .....	198
2.7	<b>Rendimiento durante el malteado .....</b>	<b>178</b>	3.1.1.1	Pesaje de la cantidad de carga (Pesaje de lote de cocimiento) ...	199
			3.1.1.2	Principios básicos de la molienda	201
2.8	<b>Evaluación de la malta .....</b>	<b>178</b>	3.1.2	Molienda en seco .....	202
2.8.1	Evaluación sensorial (visual).....	178	3.1.3	Molinos de seis rodillos .....	202
2.8.2	Evaluaciones mecánicas .....	178	3.1.3.1	Molinos de cinco rodillos .....	203
2.8.2.1	Clasificación .....	178	3.1.3.2	Molinos de cuatro rodillos .....	203
2.8.2.2	Masa de mil granos.....	178	3.1.3.3	Molinos de dos rodillos .....	204
2.8.2.3	Masa por hectólitro.....	178	3.1.3.4	Rodillos de los molinos de trituración .....	204
2.8.2.4	Prueba de flotación (prueba de hundimiento) .....	179	3.1.3.5	Acondicionado de molienda en seco .....	206
2.8.2.5	Vidriosidad .....	179			
2.8.2.6	Friabilidad.....	179			
2.8.2.7	Desarrollo de la acrospira .....	179			

3.1.3.7	Tolva de malta molida .....	206	3.3.3.2	Cuba de filtración de diseño moderno (figura 3.77) .....	266
3.1.3.8	Molinos de martillos .....	207	3.3.3.3	Secuencia de trabajo para la filtración con la cuba de filtración convencional .....	270
3.1.3.9	Otros sistemas de molinos.....	210	3.3.4	Filtración con el filtro prensa de mosto .....	273
3.1.3.10	Separación de cáscaras .....	210	3.3.4.1	Filtros prensa de mosto convencionales .....	273
3.1.4	Molienda húmeda .....	210	3.3.4.2	Filtro prensa de nueva generación .....	274
3.1.5	Acondicionamiento húmedo o por remojo .....	211	3.3.5	Desarrollos más recientes de la tecnología de filtración de mosto .....	283
3.1.6	Trituración ultrafina con agua ..	213	3.3.6	Bagazo .....	283
3.1.7	Evaluación de la molienda .....	214	3.3.6.1	Transporte del bagazo .....	283
<b>3.2</b>	<b>Maceración .....</b>	<b>216</b>	3.3.6.2	Análisis de bagazo .....	284
3.2.1	Conversiones durante la maceración.....	216	<b>3.4</b>	<b>Hervor del mosto.....</b>	<b>287</b>
3.2.1.1	Finalidad de la maceración .....	216	3.4.1	Procesos durante el hervor del mosto .....	287
3.2.1.2	Propiedades de las enzimas.....	216	3.4.1.1	Solución y conversión de los componentes del lúpulo .....	287
3.2.1.3	Degradoación del almidón .....	217	3.4.1.2	Precipitación de proteínas .....	288
3.2.1.4	Degradoación del $\beta$ -glucano .....	223	3.4.1.3	Evaporación del agua en exceso ..	289
3.2.1.5	Degradoación de sustancias proteicas.....	227	3.4.1.4	Esterilización del mosto .....	289
3.2.1.6	Conversiones de ácidos grasos (lípidos) .....	228	3.4.1.5	Destrucción de todas las enzimas ..	289
3.2.1.7	Otros procesos de degradación y disolución .....	230	3.4.1.6	Carga térmica del mosto (Valor TBI) .....	290
3.2.1.8	Acidificación biológica .....	231	3.4.1.7	Reducción del valor del pH en el mosto .....	290
3.2.1.9	Composición del extracto .....	234	3.4.1.8	Formación de sustancias reductoras (reductonas) .....	291
3.2.1.10	Conclusiones aplicables al proceso de maceración .....	234	3.4.1.9	Evaporación de sustancias aromáticas volátiles .....	291
3.2.2	Recipientes para la maceración ..	236	3.4.1.10	Contenido de zinc del mosto ..	293
3.2.2.1	Recipientes de maceración .....	236	3.4.1.11	Mosto de paila llena .....	293
3.2.3	Proceso de mezcla .....	240	3.4.2	Diseño y calentamiento de la paila de hervor de mosto .....	294
3.2.3.1	Guía de agua de maceración (colada) .....	240	3.4.2.1	Pailas de hervor con calentamiento directo .....	294
3.2.3.2	Temperatura de inicio de mezcla ..	240	3.4.2.2	Paila de hervor con calentamiento con vapor .....	294
3.2.3.3	Mezcla del agua con la malta molida .....	242	3.4.2.3	Pailas de hervor a baja presión ..	297
3.2.4	Proceso de maceración .....	244	3.4.2.4	Hervor de mosto a alta temperatura .....	305
3.2.4.1	Puntos a tener en cuenta al realizar el proceso de maceración .....	244	3.4.2.5	Sistemas de hervor de mosto con ahorro de energía .....	306
3.2.4.2	Procedimiento de infusión .....	247	3.4.2.6	Sistemas modernos de hervor de mosto .....	308
3.2.4.3	Procedimiento por decocción ..	249	3.4.2.7	Consumo de energía durante el hervor de mosto .....	318
3.2.5	Duración del proceso de maceración.....	261	3.4.2.8	Enfriador de vahos .....	321
3.2.6	Comprobación la mezcla .....	261			
3.2.7	Intensidad de maceración .....	261			
<b>3.3</b>	<b>Filtración del mosto .....</b>	<b>262</b>			
3.3.1	Filtración principal y agua de lavado .....	262			
3.3.2	Última agua (weak wort) .....	263			
3.3.3	Filtrado con la cuba de filtración ..	265			
3.3.3.1	Construcción de la cuba de filtración .....	265			

3.4.2.9	Tanque de espera (tanque de almacenamiento de mosto) .....	322	3.8.3.3	Realización de la clarificación del mosto en el whirlpool .....	345
3.4.3	Realización del hervor de mosto	322	3.8.3.4	Clarificación mediante el Clarisaver (Meura S.A., Peruwelz/B).....	347
3.4.3.1	Hervor de mosto .....	322		Separadores .....	347
3.4.3.2	Dosificación de lúpulo .....	323	3.8.4	Principio de la centrifugación ....	347
3.4.4	Controles del mosto terminado .	327	3.8.4.1	Tipos de separadores centrífugos (centrífugas) .....	348
3.5	<b>Rendimiento de la sala de cocción .....</b>	<b>328</b>	3.8.4.2	Construcción y modo de funcionamiento de las centrífugas de autodescarga .....	348
3.5.1	Cálculo del rendimiento de la sala de cocción .....	328	3.8.4.3	Separación de mosto caliente....	351
3.5.1.1	Determinación del porcentaje de masa (Ma-%) .....	328	3.8.4.4	Recuperación del mosto turbio ..	351
3.5.1.2	Determinación de la masa de extracto por 1 hl de mosto .....	329	3.9	<b>Enfriamiento y clarificación del mosto .....</b>	<b>351</b>
3.5.1.3	Conversión del volumen del mosto caliente en el del mosto frío .....	335	3.9.1	Procesos de enfriamiento .....	352
3.5.1.4	Cálculo de la cantidad de extracto obtenida en la sala de cocción 335		3.9.1.1	Enfriamiento del mosto .....	352
3.5.1.5	Determinación del rendimiento de la sala de cocción .....	336	3.9.1.2	Formación y eliminación óptima del trub frío .....	352
3.5.2	Influencia en el rendimiento de la sala de cocción .....	336	3.9.1.3	Cambios en la concentración del mosto .....	352
3.5.3	Evaluación del rendimiento de la sala de cocción .....	337	3.9.2	Dispositivos para enfriar el mosto 353	
3.6	<b>Equipamiento de la sala de cocción .....</b>	<b>337</b>	3.9.2.1	Construcción del intercambiador de calor de placas .....	353
3.6.1	Número e instalación de los recipientes .....	337	3.9.2.2	Modo de funcionamiento del intercambiador de calor de placas .355	
3.6.2	Tamaño del recipiente .....	338	3.9.2.3	Ventajas del intercambiador de placas .....	356
3.6.3	Material del recipiente .....	339	3.9.3	Puntos básicos y aplicación de la aireación del mosto .....	357
3.6.4	Capacidad de producción de la sala de cocción .....	339	3.9.3.1	Proceso de aireación del mosto . 357	
3.6.5	Equipos de cocción de tipo especial .....	340	3.9.3.2	Tiempo de aireación de la levadura 359	
3.6.5.1	Equipos de cocción de pub breweries o cervecerías de restaurante .....	340	3.9.4	Dispositivos para la eliminación del trub frío .....	359
3.6.5.2	Equipo de cocción integral ...	341	3.9.5	Líneas de enfriamiento de mosto 359	
3.6.5.3	Salas de cocción experimentales y educativas .....	341	3.10	<b>Producción continua de mosto 359</b>	
3.7	<b>Bombeo de mosto .....</b>	<b>342</b>	3.11	Seguridad laboral en la elaboración de mosto .....	361
3.8	<b>Retiro del trub caliente .....</b>	<b>342</b>	3.11.1	Prevención de accidentes en la zona del molino .....	361
3.8.1	"Nave" de enfriamiento (Kühlschiff) .....	342	3.11.2	Prevención de accidentes al trabajar en recipientes de elaboración de mosto .....	362
3.8.2	Cuba de sedimentación .....	343	3.11.3	Prevención de accidentes al trabajar con centrífugas .....	362
3.8.3	Whirlpool .....	343	4	<b>Elaboración de cerveza .....</b>	<b>365</b>
3.8.3.1	Funcionamiento del whirlpool ...	343	4.1	Transformaciones durante la fermentación y la maduración....	365
3.8.3.2	Diseño y construcción del Whirlpool .....	344	4.1.1	La levadura como el socio más importante del cervecer .....	366

4.1.2	Metabolismo de la levadura .....	367	4.3	<b>Fermentación y maduración clásicas .....</b>	<b>401</b>
4.1.2.1	Fermentación de los azúcares ....	367		Cubas de fermentación – instalación de la cava	
4.1.2.2	Metabolismo protéico .....	372	4.3.1	de fermentación abierta .....	401
4.1.2.3	Metabolismo de grasas .....	373		Cubas de fermentación .....	401
4.1.2.4	Metabolismo de los carbohidratos .....	374	4.3.1.1	Instalación de la cava de fermentación abierta .....	402
4.1.2.5	Metabolismo de minerales .....	375	4.3.1.2	Rendimiento de la cava de fermentación .....	404
4.1.3	Formación y degradación de los subproductos de fermentación ..	376	4.3.2	Realización de una fermentación principal abierta .....	405
4.1.3.1	Diacetilo (dicetonas vecinales) ...	377		Inoculación de la levadura (Anstellen) .....	405
4.1.3.2	Aldehídos (carbonilos) .....	380	4.3.3	Etapas de la fermentación .....	407
4.1.3.3	Alcoholes superiores .....	380		Grado de fermentación (grado de atenuación) .....	409
4.1.3.4	Ésteres.....	381	4.3.3.1	Trasiego del recipiente .....	412
4.1.3.5	Compuestos azufrados .....	382	4.3.3.2	Cosecha de levadura en la cuba de fermentación .....	414
4.1.3.6	Ácidos orgánicos .....	383	4.3.3.3	Procesos durante la maduración de la cerveza en tanques convencionales .....	414
4.1.3.7	Criterios de evaluación de las sustancias aromáticas en la cerveza (según Miedaner) .....	383	4.3.3.4	Saturación de la cerveza con dióxido de carbono bajo contrapresión ..	414
4.1.4	Otros procesos y conversiones ...	385	4.3.4	Aclarado la cerveza .....	415
4.1.4.1	Cambios en la composición de las proteínas .....	385	4.3.5	Instalaciones de la cava de maduración convencional .....	416
4.1.4.2	Reducción del pH .....	385		Equipamiento de la cava de maduración .....	416
4.1.4.3	Cambio de las relaciones redox en la cerveza .....	386	4.3.5.1	Tanques de maduración .....	416
4.1.4.4	Cambio del color de la cerveza ..	386		Realización la maduración en tanques convencionales .....	418
4.1.4.5	Secreción de sustancias amargas y taninos .....	386	4.3.5.2	Trasiego .....	418
4.1.4.6	Contenido de CO <sub>2</sub> de la cerveza .	387	4.3.6	Carbonatación por control de contrapresión (Spunden) .....	419
4.1.4.7	Clarificación y coloides. Estabilización de la cerveza .....	387	4.3.6.1	Conexión del tanque .....	420
4.1.5	Efectos de diversos factores sobre la levadura .....	387	4.3.6.2	Realización de la conexión .....	420
4.1.6	Flocculación de la levadura (formación de flóculos) .....	389	4.3.7	Presión al conectar y vaciar .....	420
4.1.7	Degeneración de la levadura .....	390	4.3.7.1	Vaciado de los tanques convencionales .....	421
4.1.8	Estado fisiológico de la levadura ..	390	4.3.7.2	Caballete mezclador (Verschneidbock) .....	421
			4.3.8	Regulador de presión .....	421
4.2	<b>Propagación de cepas de levadura puras.....</b>	<b>391</b>	4.3.8.1	Recuperación de la cerveza de la levadura .....	422
4.2.1	Fundamentos de la propagación de la levadura .....	391	4.3.8.2	Enfriamiento de la cerveza .....	422
4.2.2	Obtención de células de levadura idóneas .....	392	4.3.9	Empujes (pre- y post-corridas) ...	422
4.2.3	Preparación en el laboratorio ..	392	4.3.9.1		
4.2.4	Manejo de levadura en la producción .....	393	4.3.9.2		
4.2.4.1	Sistemas de propagación de levaduras .....	394	4.3.9.3		
4.2.4.2	Gestión optimizada de la levadura según Back .....	397	4.3.9.4		
4.2.4.3	Método de propagación en un solo tanque según Wackerbauer	398	4.3.9.5		
4.2.4.4	Gestión de levadura abierta .....	399			
			4.4	<b>Fermentación y maduración en tanques cilindro cónicos (TCC)</b>	<b>422</b>
			4.4.1	Construcción e instalación de tanques cilindro-cónicos (TCC) ..	422

4.4.1.1	Construcción, geometría y material de los TCC .....	422	4.5	Filtración de la cerveza .....	462
4.4.1.2	Orden de magnitud de los TCC ...	423	4.5.1	Opciones de filtración .....	463
4.4.1.3	Instalación y disposición del TCC ..	425	4.5.1.1	Mecanismos de separación .....	463
4.4.2	Equipamiento de los tanques cilindro-cónicos .....	427	4.5.1.2	Soporte del medio filtrante.....	464
4.4.2.1	Elementos de mando y control y accesorios de seguridad.....	427	4.5.1.3	Productos auxiliares de filtración ..	465
4.4.2.2	Enfriamiento del TCC .....	434	4.5.2	Diseño de filtros de cerveza.....	468
4.4.2.3	Opciones para controlar y automatizar el sistema de enfriamiento .....	441	4.5.2.1	Filtro de masa .....	468
4.4.3	Realización de la fermentación y maduración en TCC.....	442	4.5.2.2	Filtros de precapa .....	468
4.4.3.1	Aspectos especiales de la fermentación y maduración en TCC .....	444	4.5.2.3	Filtro de capas (filtro de placas) ..	483
4.4.3.2	Fermentación en frío – Maduración en frío .....	447	4.5.2.4	Filtros de membrana .....	483
4.4.3.3	Fermentación en frío con foco en maduración en el TCC .....	448	4.5.2.5	Sistema multi-micro .....	485
4.4.3.4	Fermentación en caliente sin contrapresión – Maduración en frío .....	448	4.5.2.6	Zonas de filtración .....	486
4.4.3.5	Fermentación bajo contrapresión 448		4.5.2.7	Filtración de cerveza sin Kieselgur	486
4.4.3.6	Fermentación en frío - Maduración en caliente .....	449	4.6	<b>Conservación de la cerveza..... 493</b>	
4.4.3.7	Fermentación primaria en frío con maduración programada ....	450	4.6.1	Conservación biológica de la cerveza .....	493
4.4.3.8	Fermentación primaria en caliente con maduración forzada por el método de un tanque.....	450	4.6.1.1	Pasteurización .....	494
4.4.4	Cosecha de levadura del TCC ....	450	4.6.1.2	Pasteurización flash (pasteurización instantánea) .....	494
4.4.4.1	Momento de la cosecha de levadura .....	451	4.6.1.3	Llenado en caliente de cerveza ..	496
4.4.4.2	Métodos de cosecha de levadura ..	452	4.6.1.4	Pasteurización túnel pasteurizador	496
4.4.4.3	Manejo y almacenamiento de la levadura de cosecha .....	453	4.6.1.5	Tratamiento aséptico en frío de la cerveza .....	497
4.4.5	Calidad de la cerveza antes de la filtración .....	456	4.6.2	Estabilización coloidal de la cerveza .....	498
4.4.6	Recuperación de cerveza a partir de levadura excedente .....	456	4.6.2.1	Carácter de las turbiedades coloidales .....	498
4.4.6.1	Separación por sedimentación o filtros prensa .....	456	4.6.2.2	Mejorar la estabilidad coloidal de la cerveza .....	499
4.4.6.2	Centrifugación de levadura .....	456	4.6.2.3	Medidas tecnológicas para mejorar la estabilidad coloidal ....	499
4.4.6.3	Recuperación de la cerveza mediante un decanter.....	457	4.6.2.4	Dosificación de agentes estabilizadores .....	500
4.4.6.4	Filtración de levadura por membrana .....	458	4.6.2.5	Dosificación de productos pre-isomerizados des lúpulo (lúpulos downstream) .....	508
4.4.6.5	Tratamiento de cerveza a partir de levadura excedente (cerveza de levadura) .....	458	4.6.3	Sistema de filtración .....	508
4.4.7	Recuperación de CO <sub>2</sub> .....	459	4.6.4	Estabilidad del sabor .....	510
4.4.8	Levaduras inmovilizadas .....	461	4.6.4.1	Proceso de envejecimiento .....	510
			4.6.4.2	Factores que favorecen la estabilidad organoléptica .....	512
			4.6.4.3	Medidas para evitar el ingreso de oxígeno en la línea de filtración y de llenado .....	513
			4.6.4.4	Medidas para evitar influencias negativas en la estabilidad organoléptica tras el llenado .....	514
			4.7	<b>Carbonatación de la cerveza . 516</b>	
			4.8	<b>Procesos especiales para la elaboración de cerveza .....</b>	<b>516</b>

4.8.1	Elaboración de cervezas concentradas (HGB) .....	517	5.1.4	Llenado de botellas .....	565
4.8.2	Elaboración de Eisbier .....	520	5.1.4.1	Principios de llenado .....	565
4.8.3	Procedimiento para retirar el alcohol .....	521	5.1.4.2	Diseño básico de las llenadoras de botellas .....	567
4.8.3.1	Proceso de separación por membrana .....	521	5.1.4.3	Montajes principales de las máquinas de llenado de botellas .....	568
4.8.3.2	Procesos térmicos/destilación ...	525	5.1.4.4	Construcción y función de las válvulas de llenado .....	571
4.8.3.3	Supresión de la formación de alcohol (proceso biológico).....	529	5.1.4.5	Inyección a alta presión– eliminar texto, dejar solamente (HDE).....	582
4.9	<b>Prevención de accidentes durante la fermentación, maduración y filtración .....</b>	<b>531</b>	5.1.5	Taponadora de botellas .....	584
4.9.1	Peligros de accidente debidos al dióxido de carbono de fermentación	531	5.1.5.1	Taponadora con tapas corona....	584
4.9.2	Trabajo en contenedores presurizados .....	532	5.1.5.2	Taponadoras de tapas com gancho .....	588
4.9.3	Manipulación de tierra diatomea (Kieselgur) .....	533	5.1.6	Limpieza de la llenadora y la taponadora .....	589
4.9.4	Información general sobre la prevención de accidentes .....	533	5.1.7	Control de las botellas llenas y tapadas .....	593
5	<b>Envasado de la cerveza .....</b>	<b>535</b>	5.1.7.1	Control del nivel de llenado .....	594
5.1	Llenado en botellas de vidrio retornables .....	535	5.1.7.2	Oxígeno en el cuello de botella ..	595
5.1.1	Botellas de vidrio retornables .....	535	5.1.7.3	Inspección completa de las botellas .....	597
5.1.1.1	Ventajas y desventajas de las botellas de vidrio .....	535	5.1.8	Pasteurización en botellas .....	597
5.1.1.2	Producción de botellas de vidrio	535	5.1.8.1	Aspectos básicos de la pasteurización en botellas .....	597
5.1.1.3	Moldes para botellas .....	535	5.1.8.2	Ensamblajes esenciales del túnel pasteurizador .....	598
5.1.1.4	Color de la botella .....	537	5.1.8.3	Medidas de seguridad durante la pasteurización .....	600
5.1.1.5	Recubrimiento de superficies .....	537	5.1.9	Etiquetado de botellas .....	600
5.1.1.6	Scuffing (rayado).....	537	5.1.9.1	Etiquetas y película .....	600
5.1.1.7	Mejoramiento de botellas .....	538	5.1.9.2	Pegamento de etiquetas .....	602
5.1.1.8	Botellas de vidrio retornables ligeras.....	538	5.1.9.3	Principio básico del etiquetado ..	603
5.1.1.9	Fases del proceso de llenado de botellas de vidrio retornables	538	5.1.9.4	Tipos de etiquetadoras .....	604
5.1.2	Limpieza de botellas de vidrio retornables .....	538	5.1.9.5	Plegado del cuello y la cabeza con láminas (encapsulado) .....	605
5.1.2.1	Clasificación de vacíos .....	539	5.1.10	Fechado de las etiquetas .....	606
5.1.2.2	Factores de exposición durante la limpieza de botellas .....	539	5.2	<b>Particularidades del llenado en botellas de vidrio no retornables (botellas NR) .....</b>	<b>607</b>
5.1.2.3	Lavadoras de botellas .....	540	5.2.1	Descarga de botellas de vidrio nuevas .....	607
5.1.2.4	Solución cáustica de limpieza ....	554	5.2.2	Enjuagadora (Rinser) .....	607
5.1.2.5	Trabajos de limpieza y mantenimiento de la lavadora de botellas .....	558	5.3	<b>Llenado en botellas de PET ....</b>	<b>608</b>
5.1.2.6	Limpieza (enjuague) de botellas y latas nuevas .....	558	5.3.1	Botellas de PET .....	608
5.1.3	Comprobación de las botellas de vidrio retornables limpias .....	559	5.3.1.1	Propiedades estructurales del PET	608
			5.3.1.2	Propiedades de barrera del PET ..	608
			5.3.1.3	Tecnologías de barrera .....	609
			5.3.1.4	Importancia del Scavenger .....	611
			5.3.2	Producción de botellas de PET ...	612
			5.3.2.1	Producción de las preformas .....	612

5.3.2.2	Estirado y soplado de botellas de PET .....	5.6.3.2	Llenado de los kegs .....	654
5.3.2.3	Verificación de las botellas de PET producidas .....	5.6.4	Equipos completos para kegs ....	655
5.3.2.4	Enjuagadora de botellas nuevas (Rinser) .....	5.6.5	Llenado de barriles pequeños y de fiesta .....	655
5.3.3	Transporte de las botellas de PET ..	5.6.6	Llenado de latas grandes .....	656
5.3.4	Llenado de las botellas de PET ...	5.7	<b>Transporte y embalado .....</b>	<b>657</b>
5.3.5	Taponadora de botellas de PET ..	5.7.1	Contenedores de transporte .....	657
5.3.5.1	Tapas roscadas de plástico .....	5.7.2	Manejo de las cajas de plástico ..	659
5.3.5.2	Tapa roscada de aluminio (cierres roll-on) .....	5.7.2.1	Clasificación de cajas y botellas extrañas y dañadas .....	659
5.3.6	Etiquetado de botellas de PET ....	5.7.2.2	Lavado de las cajas .....	660
		5.7.2.3	Depósito de cajas (magazín) .....	660
		5.7.3	Tecnología del transporte .....	661
5.4	<b>Llenado en botellas de plástico retornables .....</b>	5.7.3.1	Transporte de botellas y latas ....	661
5.4.1	PEN / PLA .....	5.7.3.2	Transporte de envases .....	664
5.4.2	Limpieza de botellas de plástico retornables .....	5.7.4	Tecnología de empaques .....	665
5.4.3	Inspección de botellas vacías ....	5.7.4.1	Cabezal de agarre y tulipas de agarre .....	665
5.5	<b>Llenado en latas .....</b>	5.7.4.2	Tipos de embaladoras .....	667
5.5.1	Latas y tapas de latas .....	5.7.5	Equipo de paletizado y despaletizado .....	672
5.5.2	Almacenamiento, depaletizado y desplazamiento de latas vacías	5.7.5.1	Tecnología robótica .....	672
5.5.3	Inspección de latas vacías .....	5.7.5.2	Construcción y funcionamiento del equipo de paletizado y despaletizado .....	672
5.5.4	Enjuagadora de latas (Rinser)....	5.7.5.3	Apilado de paletas llenas .....	675
5.5.5	Llenado de las latas .....	5.7.5.4	Sistemas de transporte para paletas .....	675
5.5.5.1	Llenadoras mecánicas de latas....	5.7.5.5	Espacios para paletas .....	675
5.5.5.2	Llenadora de latas con llenado volumétrico .....	5.7.5.6	Dispositivos de entrada y salida ..	675
5.5.6	Cierre de las latas .....	5.7.5.7	Almacenes de paletas .....	676
5.5.7	Limpieza de la llenadora de latas y de la cerradora .....	5.7.5.8	Control de paletas .....	676
5.5.8	Widgets .....	5.7.5.9	Aseguramiento de las paletas ....	676
5.5.9	Inspección de las latas llenas .....	5.7.5.10	Paletización en el proceso de llenado de barriles .....	676
5.5.10	Pasteurización de las latas .....			
5.5.11	Etiquetado envolvente de latas ..	5.8	<b>Diseño completo de líneas de envasado (layout de líneas) ....</b>	<b>677</b>
5.6	<b>Llenado de barriles, barricas de cerveza, barriles para fiestas y latas grandes .....</b>	5.9	<b>Merma cervecera .....</b>	<b>681</b>
5.6.1	Barreles de madera y llenado de barriles .....	5.9.1	Cálculo de la cantidad de cerveza de venta producida .....	682
5.6.2	Barreles metálicos (Kegs) y espadines de barril (fittings) .....	5.9.2	Inventario y conversión a cerveza para la venta .....	682
5.6.2.1	Material, forma y tamaño de los barriles hoy en día.....	5.9.3	Cálculo de la merma en volumen ..	683
5.6.2.2	Espadines de barril (fittings) .....	5.9.4	Cálculo del consumo de malta en kg de malta/hl de cerveza para la venta .....	684
5.6.2.3	Barreles (Kegs) plásticos .....	5.9.5	Importancia de la merma y formas de minimizarla .....	685
5.6.3	Lavado y llenado de kegs de metal .....			
5.6.3.1	Lavado de Kegs: Limpieza externa			

6	Limpieza y desinfección .....	687	7.3.2.3	Cerveza tipo Export / Helles.....	728
6.1	Los materiales y su comportamiento frente a los productos de limpieza .....	688	7.3.2.4	Cervezas negras.....	729
6.1.1	Envases de aluminio .....	688	7.3.2.5	Cervezas de festividades .....	729
6.1.2	Recipientes, tuberías y accesorios de acero al cromo-níquel .....	688	7.3.2.6	Ice Beer.....	729
6.2	Productos de limpieza .....	692	7.3.2.7	Märzen (Maerzen).....	729
6.3	Desinfectante .....	693	7.3.2.8	Cerveza Bock .....	729
6.4	Realización de la limpieza y desinfección (CIP) .....	694	7.3.2.9	Doppelbock .....	730
6.5	Proceso de limpieza .....	699	7.3.2.10	Cerveza sin alcohol .....	730
6.6	Limpieza mecánica .....	701	7.3.2.11	Cerveza baja en carbohidratos ..	731
6.7	Comprobación de la limpieza y la desinfección .....	701	7.3.2.12	Cerveza ligera (cerveza light).....	732
6.8	Seguridad laboral durante la Limpieza y desinfección .....	701	7.3.2.13	Bebida de malta (Cerveza de malta) .....	733
7	La cerveza terminada.....	703	7.3.2.14	Otras variedades de cervezas.....	733
7.1	Componentes de la cerveza .....	703	7.3.2.15	Bebidas mezcladas con cerveza ..	734
7.1.1	Componentes de la cerveza .....	703	7.3.2.16	Hard Seltzer .....	735
7.1.2	Cerveza y salud .....	706	7.3.3	Tendencias en el desarrollo de variedades de cerveza que no cumplen con la ley de pureza alemana .....	736
7.2	Sabor y espuma .....	707	7.4	<b>Inspección de calidad .....</b>	<b>738</b>
7.2.1	Sabor de la cerveza .....	707	7.4.1	Degustación de la cerveza .....	738
7.2.1.1	Aroma de la cerveza.....	708	7.4.2	Ánalysis microbiológicos .....	740
7.2.1.2	Cuerpo de la cerveza.....	710	7.4.3	Ánalysis de la cerveza.....	744
7.2.1.3	Rescencia.....	711	7.4.3.1	Determinación del extracto de mosto original.....	744
7.2.1.4	Amargor de la cerveza .....	711	7.4.3.2	Determinación del color cerveza ..	748
7.2.2	Espuma de la cerveza .....	712	7.4.3.3	Determinación del valor del pH ..	748
7.3	Tipos de cerveza y sus especialidades .....	715	7.4.3.4	Determinación de la concentración de oxígeno en la cerveza .....	748
7.3.1.1	Particularidades de la fermentación alta.....	716	7.4.3.5	Determinación de la concentración de diacetilo en la cerveza .....	750
7.3.1.2	Cerveza de trigo .....	718	7.4.3.6	Determinación de la estabilidad de la espuma .....	750
7.3.1.3	Berliner Weiße .....	723	7.4.3.7	Determinación de la concentración de dióxido de carbono .....	751
7.3.1.4	Altbier .....	723	7.4.3.9	Determinación de la tendencia al enturbiamiento .....	752
7.3.1.5	Kölsch .....	724	7.4.3.10	Filtrabilidad de la cerveza .....	753
7.3.1.6	Ale .....	724	7.4.3.11	Otros análisis .....	753
7.3.1.7	Stout .....	725	7.5	<b>Tecnología de medición y análisis de procesos .....</b>	<b>753</b>
7.3.1.8	Porter .....	725	7.5.1	Dispositivos de medición de la temperatura .....	754
7.3.1.9	Cervezas belgas .....	725	7.5.2	Medidores de flujo (caudalímetros) .....	754
7.3.2	Cervezas de fermentación baja...	726	7.5.3	Dispositivos de medición de nivel ..	755
7.3.2.1	Cervezas estilo Pilsen .....	727	7.5.4	Densímetros .....	755
7.3.2.2	Cervezas tipo Lager (Vollbier) .....	728	7.5.5	Tecnología óptica de medición en línea .....	756
			7.5.6	Dispositivos de medición de oxígeno.....	758

7.5.7	Aparatos de medición del valor de pH.....	758	9.2.3.4	Tratamiento de aguas residuales de mezcla y compensación..... 787
7.5.8	Dispositivos de medición de la conductividad .....	758	9.3	<b>Materiales residuales y desechos..... 789</b>
7.5.9	Sondas de valor límite .....	758	9.3.1	Bagazo de malta y de lúpulo ..... 789
7.5.10	Manómetros.....	758	9.3.2	Trub .....
			9.3.3	790
8	Cervecerías pequeñas .....	761	9.3.4	Levadura excedente .....
8.1	<b>Cervecería de restaurante (brewpub) .....</b>	<b>762</b>	9.3.5	791
8.1.2	Consideraciones para la planificación de una cervecería de restaurante .....	763	9.3.6	Lodos de tierra diatomea..... 791
			9.3.7	Etiquetas usadas .....
8.2	<b>Microcerveceros .....</b>	<b>769</b>	9.3.8	792
			9.4	Vidrio roto .....
8.3	<b>Cerveceros por contrato ("contract brewer") .....</b>	<b>770</b>	9.4.1	792
			9.4.2	Latas de cerveza..... 792
8.4	<b>Cerveceros caseros y aficionados .....</b>	<b>771</b>	9.4.3	Pequeñas cantidades de desechos 792
8.4.1	El aspecto legal de la elaboración de cerveza artesanal.....	771	9.4.4	<b>Emisiones .....</b> 792
8.4.2	Adquisición de materias primas..	771	9.4.1	Polvo y emisiones de polvo..... 792
8.4.3	Elaboración de malta a pequeña escala .....	771	9.4.2	Emisiones de la sala de cocimiento .....
8.4.4	Elaboración de cerveza para cerveceros caseros .....	773	9.4.3	793
8.4.4.1	Especificaciones .....	773	9.4.4	Emisiones de gases de combustión .....
8.4.4.2	Cálculo de la carga.....	774	9.5	793
8.4.4.3	Cálculo de la cantidad de agua de mezcla .....	776	9.5.1	<b>Emisiones sonoras..... 793</b>
8.4.4.4	Cálculo de la mezcla total .....	777	10	<b>Reciclaje de botellas PET .....</b> 793
8.4.4.5	Filtración del mosto.....	777	10.1	Verificación de los reciclados de PET .....
8.4.4.6	Cálculo del agua de lavado posterior .....	778	10.2	795
8.4.4.7	Hervor del mosto .....	778	10.2.1	<b>Gestión energética en la cervecería y maltería .....</b> 797
9	<b>Manejo de desechos y medio ambiente .....</b>	<b>781</b>	10.2.2	Necesidades energéticas en la elaboración de cebada malteada y cerveza..... 797
9.1	<b>Derecho medioambiental .....</b>	<b>782</b>	10.2.2.1	Combustibles..... 798
9.2	<b>Aguas residuales.....</b>	<b>782</b>	10.2.2.2	Vapor .....
9.2.1	Costos de las aguas residuales....	782	10.2.2.3	799
9.2.2	Terminología relacionada con las aguas residuales.....	784	10.2.2.4	Calor de evaporación .....
9.2.3	Tratamiento de aguas residuales ..	785	10.2.3	800
9.2.3.1	Plantas de tratamiento aeróbico de aguas residuales.....	785	10.2.3.1	Vapor húmedo..... 800
9.2.3.2	Plantas de tratamiento anaeróbico de aguas residuales .....	786	10.2.3.2	801
9.2.3.3	Cantidad y composición de las aguas residuales de la cervecería...	786	10.2.3.3	Vapor sobrecalentado .....
			10.2.3.4	801
			10.2.4	Agua sobrecalentada .....
			10.2.5	801
			10.3	Caldera de vapor .....
			10.3.1	801
			10.3.1.1	Clasificación de las calderas de vapor .....
			10.3.1.2	801
			10.3.2	Tipos de calderas de vapor segun su construcción .....
			10.3.3	802
			10.3.4	Caldera de tres pasos..... 802
			10.2.4	Recuperación de energía y mejora de la eficiencia .....
			10.2.5	804
			10.3.1	Máquinas de vapor .....
			10.3.1.1	805
			10.3.1.2	Unidades combinadas de calor y electricidad .....
			10.3.2	806
			10.3.3	<b>Sistemas de refrigeración .....</b> 808
			10.3.4	Refrigerantes y portadores de refrigerantes .....
			10.3.5	808
			10.3.5.1	Refrigerante..... 808
			10.3.5.2	Medio refrigerante..... 809

10.3.1.3	Principio de funcionamiento de la refrigeración.....	809	11	Automatización y planificación de plantas .....	847
10.3.2	Sistemas de refrigeración por compresión.....	813	11.1	Control y automatización de procesos .....	847
10.3.2.1	Principio de funcionamiento.....	813	11.2	Planificación del equipamiento de una planta .....	849
10.3.2.2	Evaporador .....	814	11.2.1	Introducción .....	849
10.3.2.3	Compresores .....	815	11.2.1.1	Consideraciones generales para la planificación de plantas e instalaciones .....	850
10.3.2.4	Condensador .....	817	11.2.1.2	Información básica sobre el proceso de planificación de plantas e instalaciones .....	850
10.3.2.5	Válvula de regulación .....	818	11.2.2	Principios básicos de la planificación de plantas e instalaciones .....	852
3.10.2.6	Sistema de almacenamiento de agua helada .....	819	11.2.3	Variantes para la ejecución de la planificación de plantas e instalaciones .....	854
10.3.3	Sistema de refrigeración por absorción.....	819	11.2.4	Documentación y registros importantes de la planificación de plantas e instalaciones .....	855
10.3.4	Refrigeración de ambientes y líquidos .....	820	11.2.4.1	Información general.....	855
10.3.4.1	Refrigeración de las salas convencionales de fermentación y maduración.....	820	11.2.4.2	El esquema del proceso.....	856
10.3.4.2	Sistemas modernos de refrigeración .....	822	11.2.4.3	Diagrama básico de flujo.....	856
10.3.4.3	Refrigeración de líquidos.....	822	11.2.4.4	El diagrama de flujo de procesos	856
10.3.5	Comentarios acerca del funcionamiento económico de un sistema de refrigeración .....	825	11.2.4.5	El diagrama de flujo de tuberías e instrumentación	857
<b>10.4</b>	<b>Instalaciones eléctricas.....</b>	<b>826</b>	11.2.4.6	Planos de tuberías y de montaje ..	861
10.4.1	Compra de energía eléctrica .....	826	11.2.4.7	La descripción de procesos .....	861
10.4.2	Factor de potencia $\cos \varphi$ .....	826	11.2.4.8	Diseño de la documentación de ejecución .....	862
10.4.3	Conversión de la corriente eléctrica.....	828	11.2.5	Aspectos a considerar en la redacción de contratos.....	863
10.4.4	Medidas de protección.....	829	11.2.6	Puesta en marcha y prueba de rendimiento .....	864
10.4.5	Informaciones sobre el consumo económico de energía eléctrica ..	830	11.2.7	Finalización del proyecto .....	864
10.4.6	Otras fuentes de energía .....	830	11.2.8	Documentación del proyecto .....	865
<b>10.5</b>	<b>Bombas, ventiladores y compresores .....</b>	<b>831</b>	<b>11.3</b>	<b>Diseño plantas e instalaciones y requerimientos para las mismas.....</b>	<b>866</b>
10.5.1	Bombas .....	831	11.3.1	Información general.....	866
10.5.1.1	Bombas centrífugas .....	831	11.3.2	Premisas para la automatización de instalaciones modernas .....	866
10.5.1.2	Bomba de desplazamiento positivo.....	834	11.3.3	Diseño higiénico de tuberías e instalaciones .....	866
10.5.1.3	Dimensionamiento de bombas...	838	11.3.4	Exigencias para la seguridad operativa de las plantas e instalaciones .....	867
10.5.1.4	Control de velocidad bombas ....	838	11.3.4.1	Separación de medios .....	867
10.5.1.5	Sello mecánico.....	839	11.3.4.2	Aseguramiento del sistema contra presiones inadmisibles.....	869
10.5.2	Ventiladores y compresores.....	840	11.3.5	Referencias acerca del diseño de tuberías.....	870
10.5.2.1	Ventilador y soplador .....	840			
10.5.3	Sistemas de aire comprimido.....	840			
10.5.3.1	Compresores de aire .....	841			
10.5.3.2	Secador de aire .....	843			
10.5.3.3	Tanque de presión .....	845			
10.5.3.4	Red de tuberías de distribución de aire comprimido.....	845			
10.5.3.5	Filtros de aire .....	845			

11.3.5.1	Informaciones generales .....	870
11.3.5.2	Conexiones de tuberías .....	870
11.3.5.3	Instalación de tuberías y diseño de soportes de tuberías.....	872
11.3.5.4	La velocidad del flujo en las tuberías; pérdidas de presión.....	874
11.3.5.5	Medidas contra el golpe de ariete y las vibraciones .....	875
11.3.5.6	Purga de las tuberías, desalojo del oxígeno.....	877
11.3.5.7	Diseño del aislamiento térmico para tuberías.....	877
11.3.5.8	Diseño de las salidas de las tuberías .....	878
11.3.5.9	Aseguramiento de las tuberías contra congelamiento y obstrucciones.....	878
11.3.5.10	Espacios muertos en las tuberías	879
11.3.5.11	Tuberías de vapor .....	879
11.3.6	Referencias sobre las conexiones de las tuberías, el uso de accesorios y la toma de muestras .....	879
11.3.6.1	Información general.....	879
11.3.6.2	La técnica de conexión manual ..	880
11.3.6.3	Tuberías fijas.....	880
11.3.6.4	Válvulas y accesorios para tuberías y elementos de equipos.....	881
11.3.6.5	Válvulas de muestreo .....	882
11.3.6.6	Diseño y tipos de válvulas .....	883
11.3.7	Información sobre el diseño y el funcionamiento de las estaciones CIP Requerimientos para la limpieza y desinfección automáticas .....	886
11.3.8	Informaciones sobre el almacenamiento de productos químicos.....	888
11.3.9	Información sobre el acabado superficial de los equipos .....	888
	 Lista de abreviaturas .....	891
	 Lista de anunciantes.....	892
	 Sustancias relevantes en relación con el envejecimiento de la cerveza .....	893
	 Variables medidas y conversiones .....	894
	 Referencias a las ilustraciones y documentación utilizados .....	897
	 Bibliografía .....	900
	 Índice de materias .....	910