

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



"DISEÑO DE ESTACIÓN DE ROTACIÓN DE ENVASES EN CONTINUO"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio - 2026

AUTOR: Alexey Masalskiy

DIRECTOR: Emilio Velasco Sánchez

INDICE GENERAL

1.	MEMORIA.	9
1.1.	INTRODUCCIÓN.	10
1.2.	OBJETIVO DEL PROYECTO.	11
1.3.	MEMORIA DESCRIPTIVA.	12
1.3.1.	<i>Datos de partida que han llevado a la elaboración del proyecto.</i>	12
1.3.1.1.	Requerimientos iniciales del cliente.	12
1.3.1.2.	Condiciones de la línea productiva y la planta industrial.	14
1.3.1.3.	Consideraciones técnicas.	14
1.3.1.4.	Requerimientos de seguridad.	15
1.3.1.5.	Expectativas de mantenimiento.	15
1.4.1.	<i>Las alternativas consideradas para la ejecución del proyecto.</i>	16
1.4.1.1.	Sistema de rotación por "Estrella"	16
1.4.1.2.	Sistema de rotación por "Correas laterales"	17
1.4.1.3.	Sistema de rotación por "Bandas inferiores"	18
1.4.	JUSTIFICACIÓN.	20
1.4.1.	<i>La justificación de las soluciones elegidas en cada caso.</i>	20
1.4.1.1.	Evaluación individual de alternativas.	20
1.4.1.1.1.	Sistema de rotación por "Estrella".	20
1.4.1.1.2.	Sistema de rotación por "Correas laterales".	20
1.4.1.1.3.	Sistema de rotación por "Bandas inferiores".	21
1.4.1.2.	Evaluación de alternativas en base a criterios generales.	23
1.5.	PLANIFICACIÓN.	25
1.5.1.	<i>Fases de ingeniería.</i>	25
1.5.1.1.	Principio de funcionamiento del sistema.	25
1.5.1.1.1.	Proceso operacional global de la línea de envasado.	25
1.5.1.1.2.	Proceso operacional interno en la estación de rotación.	26
1.5.1.1.3.	Descripción operativa de la sensórica en la estación de rotación.	26
1.5.1.1.4.	Proceso operacional del dispositivo de verificación.	27
1.5.1.1.5.	Descripción operativa de la sensórica en el dispositivo de verificación.	28
1.5.1.1.6.	Descripción operativa del cilindro en el dispositivo de verificación.	29
1.5.1.2.	Selección de componentes y materiales.	30
1.5.1.2.1.	Selección de sensores y accesorios.	30
1.5.1.2.2.	Selección de motores-reductores. Interruptor de corte de potencia.	30
1.5.1.2.3.	Selección de cadena transportadora.	30
1.5.1.2.4.	Selección de correas. Recubrimiento.	30
1.5.1.2.5.	Selección de banda modular.	31
1.5.1.2.6.	Selección de poleas, piñones, carretes, anillos aseguradores y rodillos.	31
1.5.1.2.7.	Selección de rodamientos, bujes de fijación y chavetas.	31
1.5.1.2.8.	Selección de anillos seeger y retenes.	31
1.5.1.2.9.	Selección neumática para el sistema de verificación.	32
1.5.1.2.10.	Selección de material para los ejes, rodillos, anillos separadores.	32
1.5.1.2.11.	Selección de material para bastidor.	32
1.5.1.2.12.	Selección de materiales y componentes restantes de la estación de rotación.	32
1.5.1.3.	Diseño y elaboración esquemas.	33
1.5.1.3.1.	Dosificado equidistante.	34
1.5.1.3.2.	Rotación.	44
1.5.1.3.3.	Evacuación.	49
1.6.	<i>Fase de fabricación y ensamblaje.</i>	59
1.6.1.	Fabricación interna.	59
1.6.1.1.	Bastidor o estructura de apoyo.	60
1.6.1.2.	Mecanizado de ejes motrices, ejes de reenvío y separadores.	61
1.6.1.3.	Mecanizado de los rodillos.	63
1.6.1.4.	Mecanizado de placas de polietileno.	64
1.6.1.5.	Acabado de los productos semiacabados.	67
1.6.2.	Fabricación externa.	68
1.6.2.1.	Alcance de la fabricación externa.	68

1.6.3.	Fase de ensamblaje.	69
1.7.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.	71
1.7.1.	Análisis estructural del bastidor.	71
1.7.2.	Análisis de ejes motrices de dos módulos.	76
1.7.2.1.	Módulo de tracción del transportador de entrada.	76
1.7.1.2.1.	Fallo estático.	82
1.7.1.2.2.	Fallo por fatiga.	82
1.7.1.2.3.	Esfuerzo en chavetas.	89
1.7.2.2.	Módulo de recepción. Conjunto de evacuación.	95
1.7.2.2.1.	Fallo estático.	100
1.7.2.2.2.	Fallo por fatiga.	100
1.7.2.2.3.	Esfuerzo en chavetas.	108
1.8.	EVALUACIÓN DE RIESGOS.	114
1.8.1.	Metodología HRN.	114
1.9.	ANEXOS.	118
	Anexo 1. Selección de sensores y sus accesorios.	119
	Anexo 2. Selección de motores-reductores. Interruptor de corte de potencia.	132
	Anexo 3. Selección de cadena transportadora.	137
	Anexo 4. Selección de correas dentadas. Recubrimiento.	138
	Anexo 5. Selección de banda modular.	141
	Anexo 6. Selección de poleas, piñones, carretes, anillos aseguradores y rodillos.	142
	Anexo 7. Selección de rodamientos, bujes de fijación y chavetas.	147
	Anexo 8. Selección de anillos seeger y retenes.	155
	Anexo 9. Selección neumática para el sistema de verificación.	158
	Anexo 10. Selección de material para los ejes, rodillos, anillos separadores.	163
	Anexo 11. Selección de material para bastidor.	172
	Anexo 12. Selección de materiales y componentes restantes de la estación de rotación.	177
2.	PLANOS.	178
	Índice de planos:	179
	Nº DE PLANO 1. Estación de rotación explosionada.	180
	Nº DE PLANO 1.1. Estructura de apoyo. Bastidor.	181
	Nº DE PLANO 1.2. Conjunto de dosificado. Módulo de tracción de transportador de entrada.	182
	Nº DE PLANO 1.3. Conjunto de dosificado. Módulo de freno separador de correas.	184
	Nº DE PLANO 1.4. Conjunto de rotación.	186
	Nº DE PLANO 1.5. Conjunto de evacuación. Módulo de recepción y guiado.	188
	Nº DE PLANO 1.6. Conjunto de evacuación. Módulo de reenvío.	190
	Nº DE PLANO 1.7. Conjunto de evacuación. Inspección.	191
	Nº DE PLANO 2.1. Eje de tracción. Módulo de tracción de transportador de entrada.	193
	Nº DE PLANO 2.2. Eje de tracción. Módulo de freno separador de correas.	194
	Nº DE PLANO 2.3. Eje de tracción. Conjunto de rotación.	195
	Nº DE PLANO 2.4. Eje de tracción. Conjunto de evacuación. Módulo de recepción y guiado.	196
	Nº DE PLANO 2.5. Eje separador. Módulo de freno separador de correas.	197
	Nº DE PLANO 3.1. Eje de reenvío. Carrete. Módulo de tracción de transportador de entrada.	198
	Nº DE PLANO 3.2. Eje de reenvío. Rodillo de tensión. Mód. de tracción de transp. de entrada.	199
	Nº DE PLANO 3.3. Eje de reenvío. Módulo de freno separador de correas.	200
	Nº DE PLANO 3.4. Eje de reenvío. Superior. Conjunto de rotación.	201
	Nº DE PLANO 3.5. Eje de reenvío. Inferior. Conjunto de rotación.	202
	Nº DE PLANO 3.6. Eje de reenvío. Rodillo de tensión. Conjunto de rotación.	203
	Nº DE PLANO 3.7. Eje de reenvío. Superior. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.	204
	Nº DE PLANO 3.8. Eje de reenvío. Inferior. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.	205
	Nº DE PLANO 3.9. Eje de reenvío. Rodillo de tensión. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.	206
	Nº DE PLANO 3.10. Eje de reenvío. Carrete. Evacuación. Módulo de reenvío.	207
	Nº DE PLANO 4.1. Rodillo de tensión. Módulo de tracción de transportador de entrada.	208
	Nº DE PLANO 4.2. Rodillo superior de reenvío. Conjunto de rotación.	209
	Nº DE PLANO 4.3. Rodillo inferior de reenvío. Conjunto de rotación.	210
	Nº DE PLANO 4.4. Rodillo de tensión. Conjunto de rotación.	211
	Nº DE PLANO 4.5. Rodillo superior de reenvío. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.	212
	Nº DE PLANO 4.6. Rodillo inferior de reenvío. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.	213
	Nº DE PLANO 4.7. Rodillo de tensión. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.	214
	Nº DE PLANO 4.8. Polea de tracción. Módulo de freno separador de correas.	215

Nº DE PLANO 4.9. Polea de reenvío. Módulo de freno separador de correas.	216
Nº DE PLANO 5.1. Placa PE 1000. 58x306mm. Mecanizada. Módulo de freno separador de correas. .	217
Nº DE PLANO 5.2. Placa PE 1000. 204x962mm. Mecanizado CNC. Conjunto de rotación.	218
Nº DE PLANO 5.3. Placa PE 1000. 79x998mm. Mecanizada. Módulo de recepción y guiado.	219
3. PRESUPUESTO.	220
3.1. MEDICIONES. SUBCONJUNTOS Y ELEMENTOS.	221
3.2. RESUMEN DE PRESUPUESTOS.	229
3.3. PRESUPUESTO GENERAL.	229



INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1. MARCHA DE LOS ENVASES.....	13
FIGURA 1-2. ENVASE A PROCESAR.....	13
FIGURA 1-3. SISTEMA DE ROTACIÓN POR “ESTRELLA”.....	17
FIGURA 1-4. SISTEMA DE ROTACIÓN POR “CORREAS LATERALES”.....	18
FIGURA 1-5. SISTEMA DE ROTACIÓN POR “BANDAS INFERIORES”.....	19
FIGURA 1-6. ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO GLOBAL DE LA LÍNEA DE ENVASADO.....	25
FIGURA 1-7. PROCESO INTERNO DE LA ESTACIÓN DE ROTACIÓN.....	26
FIGURA 1-8. SENSOR FOTOELÉCTRICO RETROREFLEXIVO.....	26
FIGURA 1-9. SISTEMA DE VERIFICACIÓN Y SUS RESPECTIVOS ELEMENTOS.....	28
FIGURA 1-10. SENSOR FOTOELÉCTRICO DE REFLEXIÓN DIRECTA.....	29
FIGURA 1-11. SENSOR DE PROXIMIDAD INDUCTIVO.....	29
FIGURA 1-12. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE UN CILINDRO NEUMÁTICO DE DOBLE EFECTO.....	29
EN AZUL ES LA ENTRADA DE FLUJO DE AIRE.....	29
FIGURA 1-13. MOTOR-REDUCTOR SEW. 0,12 KW.....	34
FIGURA 1-14. CORREA SOBRE POLEAS DE TRACCIÓN Y REENVÍO-TENSIÓN. VISTA SIMPLIFICADA.....	35
FIGURA 1-15. POLEA DE REENVÍO-TENSIÓN. VISTA SIMPLIFICADA.....	35
FIGURA 1-16. VISTA FRONTAL DEL MÓDULO. UNA CARA. VISTA SIMPLIFICADA.....	36
FIGURA 1-17. PLACA DE PE 1000 MECANIZADA. MÓDULO DEL FRENO SEPARADOR DE CORREAS.....	37
FIGURA 1-18. VISTA FRONTAL DEL FRENO SEPARADOR DE CORREAS. VISTA SIMPLIFICADA.....	37
FIGURA 1-19. VISTA EN PLANTA DEL FRENO SEPARADOR DE CORREAS. VISTA SIMPLIFICADA.....	38
FIGURA 1-20. MOTOR-REDUCTOR SEW. 0,55 KW.....	39
FIGURA 1-21. TRANSMISIÓN CADENA-PIÑÓN. VISTA SIMPLIFICADA.....	40
FIGURA 1-22. VISTA FRONTAL DEL MÓDULO DE TRACCIÓN DE TRANSPORTADOR DE ENTRADA. VISTA SIMPLIFICADA.....	41
FIGURA 1-23. VISTA LATERAL DEL MÓDULO DE TRACCIÓN DE TRANSPORTADOR DE ENTRADA. VISTA SIMPLIFICADA.....	42
FIGURA 1-24. VISTA LATERAL DEL CONJUNTO DE DOSIFICADO EQUIDISTANTE. VISTA SIMPLIFICADA.....	43
FIGURA 1-25. MOTOR-REDUCTOR SEW. 0,37 KW.....	44
FIGURA 1-26. TRANSMISIÓN BANDA-PIÑÓN. VISTA SIMPLIFICADA.....	46
FIGURA 1-27. VISTA FRONTAL DEL CONJUNTO DE ROTACIÓN. VISTA SIMPLIFICADA.....	47
FIGURA 1-28. PLACA DE PE 1000 MECANIZADA. CONJUNTO DE ROTACIÓN.....	48
FIGURA 1-29. VISTA LATERAL DEL CONJUNTO COMPLETO DE ROTACIÓN. VISTA SIMPLIFICADA.....	49
FIGURA 1-30. MOTOR-REDUCTOR SEW. 0,37 KW.....	50
FIGURA 1-31. TRANSMISIÓN BANDA-PIÑÓN. VISTA SIMPLIFICADA.....	51
FIGURA 1-32. VISTA FRONTAL DEL MÓDULO DE RECEPCIÓN. VISTA SIMPLIFICADA.....	53
FIGURA 1-33. PLACA DE PE 1000 MECANIZADA. MÓDULO DE RECEPCIÓN.....	54
	5

FIGURA 1-34. VISTA LATERAL DEL MÓDULO DE RECEPCIÓN. VISTA SIMPLIFICADA.	55
FIGURA 1-35. VISTA LATERAL DEL MÓDULO DE REENVÍO. CHAPA INTERIOR. VISTA SIMPLIFICADA.	57
FIGURA 1-36. VISTA LATERAL DEL MÓDULO DE REENVÍO. CHAPA EXTERIOR. VISTA SIMPLIFICADA.	57
FIGURA 1-37. VISTA EN PLANTA DEL MÓDULO DE REENVÍO. VISTA SIMPLIFICADA.	57
FIGURA 1-38. VISTA LATERAL DEL CONJUNTO DE EVACUACIÓN. VISTA SIMPLIFICADA.	58
FIGURA 1-39. VISTA EN PLANTA DEL CONJUNTO DE EVACUACIÓN. VISTA SIMPLIFICADA.	58
FIGURA 1-40. BASTIDOR DE LA ESTACIÓN DE ROTACIÓN.	60
FIGURA 1-41. PLACA DE PE 1000. MÓDULO DEL FRENO SEPARADOR DE CORREAS. CORTE POR AGUA.	64
FIGURA 1-42. PLACA DE PE 1000. MÓDULO DEL FRENO SEPARADOR DE CORREAS. MECANIZADA.	64
FIGURA 1-43. PLACA DE PE 1000. CONJUNTO DE ROTACIÓN. CORTE POR AGUA.	65
FIGURA 1-44. PLACA DE PE 1000. CONJUNTO DE ROTACIÓN. MECANIZADO CNC.	66
FIGURA 1-45. PLACA DE PE 1000. CONJUNTO DE ROTACIÓN. MECANIZADO CNC. DETALLE DE SECCIONES.	66
FIGURA 1-46. PLACA DE PE 1000. MÓDULO DE RECEPCIÓN. CORTE POR AGUA.	67
FIGURA 1-47. PLACA DE PE 1000. MÓDULO DE RECEPCIÓN. MECANIZADA.	67
FIGURA 1-48. ESTACIÓN DE ROTACIÓN. VISTA EXPLOSIONADA.	70
FIGURA 1-49. ESTACIÓN DE ROTACIÓN ENSAMBLADA.	70
FIGURA 1-50. DEFORMADA.	72
FIGURA 1-51. DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO.	72
FIGURA 1-52. DEFORMACIÓN UNITARIA ESTÁTICA.	73
FIGURA 1-53. TENSIÓN DE VON MISES.	73
FIGURA 1-54. FACTOR DE SEGURIDAD.	74
FIGURA 1-55. RELACIÓN FUERZA-PAR. MÓDULO DE TRACCIÓN DEL TRANSPORTADOR DE ENTRADA.	80
FIGURA 1-56. VALOR ALTERNATIVO, MEDIO Y DEL INTERVALO DEL CICLO DE ESFUERZO FLUCTUANTE.	80
EJE MOTRIZ. MÓDULO TRACCIÓN ENTRADA.	80
FIGURA 1-57. EJE MOTRIZ. MÓDULO DE TRACCIÓN DEL TRANSPORTADOR DE ENTRADA. REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA.	81
FIGURA 1-58. FACTORES DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS DE CHAVETERO.	85
FIGURA 1-59. CURVAS DE SENSIBILIDAD DE LAS MUESCAS.	85
FIGURA 1-60. FACTOR GEOMÉTRICO DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS. TORSION.	86
FIGURA 1-61. GOODMAN MODIFICADO. EJE MOTRIZ. MÓDULO TRACCIÓN ENTRADA.	88
FIGURA 1-62. TIPO DE CHAVETERO. EJE MOTRIZ. MÓDULO TRACCIÓN ENTRADA.	89
FIGURA 1-63. FALLA POR CORTANTE. EJE DE DIÁMETRO 20 MM.	90
FIGURA 1-64. APLASTAMIENTO. EJE DE DIÁMETRO 20 MM.	91
FIGURA 1-65. FALLA POR CORTANTE. EJE DE DIÁMETRO 25 MM.	92
FIGURA 1-66. APLASTAMIENTO. EJE DE DIÁMETRO 25 MM.	93
FIGURA 1-67. RELACIÓN FUERZA-PAR. MÓDULO DE RECEPCIÓN.	98
FIGURA 1-68. VALOR ALTERNATIVO, MEDIO Y DEL INTERVALO DEL CICLO DE ESFUERZO FLUCTUANTE.	99

EJE MOTRIZ. MÓDULO DE RECEPCIÓN.....	99
FIGURA 1-69. EJE MOTRIZ. MÓDULO DE RECEPCIÓN. REPRESENTACIÓN SIMPLIFICADA.....	99
FIGURA 1-70. FACTORES DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS DE CHAVETERO.	103
FIGURA 1-71. CURVAS DE SENSIBILIDAD DE LAS MUESCAS.	104
FIGURA 1-72. FACTOR GEOMÉTRICO DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS. FLEXION.	105
FIGURA 1-73. FACTOR GEOMÉTRICO DE CONCENTRACIÓN DE ESFUERZOS. TORSION.	106
FIGURA 1-74. GOODMAN MODIFICADO. EJE MOTRIZ. MÓDULO DE RECEPCIÓN.	107
FIGURA 1-75. TIPO DE CHAVETERO. EJE MOTRIZ. MÓDULO DE RECEPCIÓN.	108
FIGURA 1-76. FALLA POR CORTANTE. EJE DE DIÁMETRO 20 MM.....	109
FIGURA 1-77. APLASTAMIENTO. EJE DE DIÁMETRO 20 MM.	110
FIGURA 1-78. FALLA POR CORTANTE. EJE DE DIÁMETRO 25 MM.....	111
FIGURA 1-79. APLASTAMIENTO. EJE DE DIÁMETRO 25 MM.	112



INDICE DE TABLAS

TABLA 1-1. DIMENSIONES DEL ENVASE.....	13
TABLA 1-2. ALTERNATIVAS SEGÚN CRITERIOS GENERALES.....	23
TABLA 1-3. CARGAS CONSIDERADAS.....	71
TABLA 1-4. RESUMEN DE RESULTADOS FEM.....	74
TABLA 1-5. VALOR DE HRN Y SU INTERPRETACIÓN.....	114
TABLA 1-6. VALOR ASIGNADO A CADA NIVEL DE PROBABILIDAD DE OCURRENCIA.	115
TABLA 1-7. VALOR ASIGNADO A CADA NIVEL DE PROBABILIDAD DE FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN.	115
TABLA 1-8. VALOR ASIGNADO A CADA NIVEL DE PROBABILIDAD DE POSIBLE DAÑO.....	115
TABLA 1-9. VALOR ASIGNADO A CADA NIVEL DE PROBABILIDAD DE NÚMERO DE PERSONAS EXPUESTAS AL PELIGRO.....	115
TABLA 1-10. ENUMERACIÓN, LOCALIZACIÓN Y NIVEL DE RIESGO.	116
TABLA 1-11. CALENDARIO DE ACCIÓN SEGÚN EL VALOR DE HRN	117
TABLA 1-12. PRECIOS UNITARIOS E IMPORTE TOTAL. ESTRUCTURA DE APOYO.....	222
TABLA 1-13. PRECIOS UNITARIOS E IMPORTE TOTAL. MÓDULO DE TRACCIÓN DE TRANSPORTADOR DE ENTRADA.	223
TABLA 1-14. PRECIOS UNITARIOS E IMPORTE TOTAL. MÓDULO DE FRENO SEPARADOR DE CORREAS. .	224
TABLA 1-15. PRECIOS UNITARIOS E IMPORTE TOTAL. CONJUNTO DE ROTACIÓN.....	225
TABLA 1-16. PRECIOS UNITARIOS E IMPORTE TOTAL. CONJUNTO DE EVACUACIÓN. MÓDULO DE RECEPCIÓN Y GUIADO.	226
TABLA 1-17. PRECIOS UNITARIOS E IMPORTE TOTAL. CONJUNTO DE EVACUACIÓN. MÓDULO DE REENVÍO.	227
TABLA 1-18. PRECIOS UNITARIOS E IMPORTE TOTAL. SENSÓRICA.	227
TABLA 1-19. PRECIOS UNITARIOS E IMPORTE TOTAL. ENSAMBLAJE COMPLETO DE LA ESTACIÓN.....	227
TABLA 1-20. PRECIOS UNITARIOS E IMPORTE TOTAL. INSPECCIÓN.....	228

1. Memoria.



1.1. Introducción.

El sector industrial de la alimentación se encuentra inmerso en un proceso continuo de innovación tecnológica, orientado a la mejora de la calidad del producto, la seguridad alimentaria, la sostenibilidad y la eficiencia de los procesos productivos.

Las necesidades específicas que surgen en las líneas de producción impulsan el desarrollo de nuevos sistemas y soluciones tecnológicas capaces de dar respuesta a dichos retos. En este contexto, la innovación adquiere un papel fundamental, al permitir la adaptación y optimización continua de los procesos industriales.

El presente trabajo se enmarca en un caso real correspondiente a una planta industrial dedicada al envasado de productos líquidos en envases de cartón, comúnmente conocidos como Tetra Brik o Elopak. Una vez llenos, los envases son transportados mediante sistemas automatizados que los desplazan entre las distintas máquinas de la línea hasta su paletización final en cajas de cartón o plástico para su posterior distribución.

En una nueva línea de producción ha surgido una necesidad específica consistente en la orientación automática de los envases, mediante una rotación de 90° sobre su eje vertical. Esta necesidad no está asociada a criterios de optimización de espacio ni de eficiencia de embalaje o paletización, sino que responde a requisitos funcionales del proceso, necesarios para garantizar la continuidad del sistema automatizado.

El problema identificado radica en que la máquina principal de envasado suministra los envases con una orientación no adecuada para su posterior procesado, lo que hace necesario el desarrollo de un sistema automático de rotación que asegure su correcta orientación dentro de la línea de producción.

1.2. Objetivo del proyecto.

El objetivo del presente Trabajo Fin de Grado es diseñar un sistema electro-mecánico automático capaz de rotar 90° envases de cartón, llenos, sobre su eje vertical (en adelante. Estación de rotación de envases en continuo), garantizando su correcta disposición para el proceso posterior en la línea de producción. El sistema deberá ser capaz de operar de manera fiable, segura y eficiente, alcanzando una velocidad óptima de producción sin comprometer la calidad de los envases.

Adicionalmente, se busca desarrollar un sistema flexible y escalable que pueda adaptarse a futuros cambios en los formatos de envases o en los procesos de producción, minimizando la necesidad de modificaciones costosas y facilitando la integración de nuevas tecnologías sin afectar la continuidad operativa de la línea de envasado.

Como objetivos específicos, se plantean los siguientes:

- Analizar las características y requerimientos técnicos de la línea de producción, identificando los factores clave que influyen en el rendimiento y las necesidades del sistema de orientación.
- Estudiar diferentes alternativas tecnológicas para la orientación automática de envases, evaluando su viabilidad y eficiencia en función de los requisitos operativos.
- Seleccionar la solución más adecuada desde el punto de vista mecánico, funcional y económico.
- Realizar el diseño detallado del sistema propuesto, incluyendo los cálculos de dimensionamiento, selección de materiales y componentes, y la creación de los planos técnicos necesarios para la implementación.
- Detallar la propuesta económica de la solución final.

1.3. Memoria descriptiva.

1.3.1. Datos de partida que han llevado a la elaboración del proyecto.

El diseño e implementación de la estación de rotación de envases en continuo se ha basado en una serie de requerimientos iniciales proporcionados por el cliente, así como en las condiciones de la línea productiva donde se integraría, en el contexto de la planta industrial. Estos datos han sido esenciales para determinar las especificaciones técnicas y operativas del sistema.

1.3.1.1. Requerimientos iniciales del cliente.

Los requisitos proporcionados por el cliente fueron esenciales para establecer las necesidades de diseño y los objetivos del sistema.

Objetivo de la estación de rotación. El cliente solicitó un sistema automatizado para rotar 90° los envases de manera continua sobre su eje vertical en el sentido de las agujas del reloj y/o en el sentido contrario a las agujas del reloj, con el fin de proceder con los procesos posteriores como el fechado, etiquetado e inspección visual. La rotación debe ser precisa, sin interrupciones, y debe adaptarse a diferentes volúmenes de los envases manteniendo la misma base.

Tipo de envase. Los envases a manejar no varían en materiales (todos de cartón recubiertos de plástico), ni en formas (todos en base cuadrada que crece a lo alto sin alterar los bordes). Los envases varían en altura sin alterar las dimensiones de la base (alturas desde 141 mm hasta 260 mm dependiendo del volumen), en acabado superficial (la superficie de los envases puede ser lisa y/o ligeramente rugosa) y en peso (los envases tienen un volumen que varía entre 500 ml y 1000 ml).

Velocidad de producción. El sistema debe ser capaz de rotar los envases a una velocidad de 110 envases por minuto / por línea, con un margen de +15 %. Este requisito impone la necesidad de un sistema rápido y preciso y que permita mantener una rotación estable.

Mantenimiento reducido. Se especificó que el sistema debe requerir bajo mantenimiento. Los componentes deben ser duraderos y de fácil acceso para posibles intervenciones.

Todos éstos factores requieren un sistema de rotación flexible que permita su adaptación a las diferentes características sin comprometer el rendimiento.

A continuación, se representa la marcha de los envases y el propio envase a procesar.

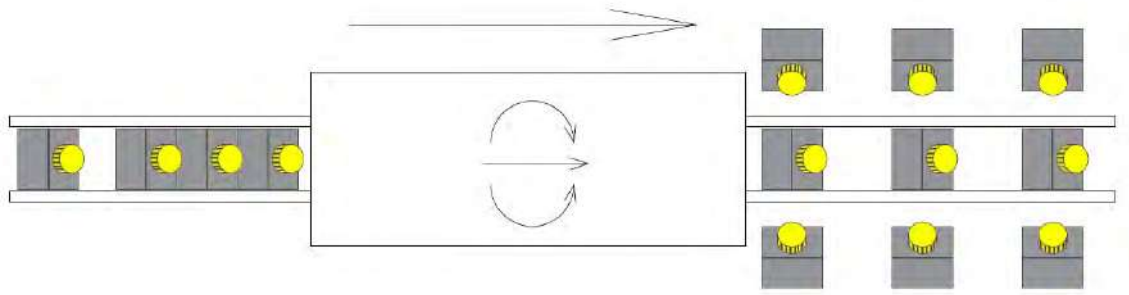


Figura 1-1. Marcha de los envases.

Posibilidades de pasar sin rotar.

Posibilidades de rotación en el sentido de las agujas del reloj.

Posibilidades de rotación en el sentido contrario a las agujas del reloj.



Figura 1-2. Envase a procesar.

Estilo	Volumen	C	D	E	G
Básico	1000 ml	36 mm	224 mm	70 mm	260 mm
Básico	750 ml	36 mm	153 mm	70 mm	189 mm
Básico	500 ml	36 mm	105 mm	70 mm	141 mm

Tabla 1-1. Dimensiones del envase.

1.3.1.2. Condiciones de la línea productiva y la planta industrial.

La inserción de la estación de rotación en la línea productiva de la planta industrial fue un factor importante para el diseño del sistema. Las condiciones operativas de la planta, el flujo de trabajo y los requisitos de compatibilidad y/o integración con el entorno de la línea productiva influenciaron en las decisiones de diseño.

Flujo continuo de producción. La estación debe estar diseñada para operar de forma continua, sin interrupciones, y sin afectar el ritmo de la línea de producción. Debe estar completamente integrada con otras máquinas del entorno productivo, como la de llenado, etiquetado y embalaje, para asegurar un flujo fluido de envases entre las diferentes etapas del proceso.

Espacio disponible en la planta. Se dispone de un área de 3 metros de largo por 2 metros de ancho, lo que obliga a diseñar un sistema compacto y eficiente en términos de espacio, manteniendo la capacidad de rotación de los envases sin comprometer la eficacia y acceso.

Condiciones ambientales. La estación debe operar en un entorno con una temperatura ambiente de 5°C a 45°C y una humedad relativa del 30 % al 75 %. Los componentes del sistema, incluyendo motores y sensores, deben ser adecuados para operar en estas condiciones sin sufrir daños o mal funcionamiento.

1.3.1.3. Consideraciones técnicas.

Es fundamental garantizar el funcionamiento eficiente, seguro y confiable de cualquier sistema electro-mecánico y automático.

Motores. Todos los motores deben ser eléctricos, con una potencia suficiente para garantizar un giro continuo, controlado y estable. Las velocidades de los motores deben ser ajustables de forma individual y sincronizada, permitiendo tanto la coordinación interna entre componentes del sistema, como la adaptación al flujo productivo general.

Sensores de monitoreo. El sistema debe incorporar sensores para puesta en marcha del sistema, para monitorear el paso de los envases y para detener el sistema en caso de acumulación aguas abajo. Además, se debe de disponer de sensores que aseguren una parada controlada por posibles atascos, bloqueo en la rotación o alguna otra anomalía que puede dañar el sistema o los envases.

Control automático. El sistema de control debe ser automático y programable mediante un PLC (Controlador Lógico Programable). Este PLC debe gestionar tanto las velocidades del sistema como sensores de monitoreo, permitiendo ajustes necesarios en tiempo real. Además, debe ser fácil de operar y ofrecer un panel de control intuitivo (HMI) para los operarios de la planta y el personal de mantenimiento.

Alineación y verificación de envases. Considerando la variabilidad de volumen y acabado superficial de los envases, el sistema debe incluir mecanismos de alineación que aseguren la correcta posición de cada envase antes y después de su rotación y un sistema de chequeo y rechazo automático ante errores de rotación, posicionamiento u otras fallas detectadas durante el proceso.

1.3.1.4. Requerimientos de seguridad.

El diseño de la estación de rotación debe cumplir con las normativas de seguridad industrial vigentes, con el objetivo de garantizar tanto la protección de operarios como el funcionamiento seguro y confiable del propio sistema.

Protecciones mecánicas y eléctricas. El sistema debe estar equipado con protecciones físicas (carcasas, resguardos, cubiertas) y dispositivos de protección eléctrica (relés de seguridad, enclavamientos, etc.) que eviten el acceso a zonas peligrosas durante el funcionamiento.

Dispositivos de parada. Se deben instalar interruptores de corte de potencia en los motores, así como pulsadores de parada de emergencia accesibles y claramente identificables, conforme a las normativas de seguridad aplicables. Estos dispositivos deben permitir una detención inmediata del sistema ante cualquier situación de riesgo.

Minimización de riesgos. El diseño general debe contemplar la reducción de riesgos mecánicos, eléctricos y ergonómicos, minimizando la posibilidad de lesiones en los operarios, mantenimiento o limpieza del sistema.

Detección de fallos mediante sensores. Los sensores de monitoreo no solo controlan el funcionamiento del sistema, sino que también actúan como elementos de seguridad activa. Ante la detección de fallos o condiciones anómalas (atascos, bloqueos, sobrecargas, etc.), deberán parar el sistema de forma segura para evitar daños mayores.

Cumplimiento de normativas en maquinaria industrial. El cumplimiento de normativas en maquinaria industrial es esencial para garantizar la seguridad de los operarios y la fiabilidad del sistema. Las principales normativas incluyen:

Normativas Internacionales (ISO)

Normativas Europeas (CE) y Directivas

Normativas de Seguridad Eléctrica (IEC)

1.3.1.5. Expectativas de mantenimiento.

Requerimientos de mantenimiento. El sistema debe ser de bajo mantenimiento, con componentes duraderos y de fácil acceso para reparaciones. Se espera que las intervenciones sean mínimas durante los años de operación.

Frecuencia de mantenimiento. El mantenimiento preventivo será la clave para una vida útil real del equipo.

1.4.1. Las alternativas consideradas para la ejecución del proyecto

En base a los datos de partida descritos anteriormente se plantean tres sistemas para poder rotar los envases.

1.4.1.1. Sistema de rotación por “Estrella”

El sistema estaría compuesto por dos conjuntos principales:

Dosificado y guiado. Freno separador de correas con velocidad uniforme. Las correas, con recubrimiento exterior adherente de "Linatex", están diseñadas para retener los envases de manera segura y evitar que se deslicen o escapen. Las correas irían una a cada lado de los envases y se traccionarían por motores eléctricos. Además, dos levas lisas, una a cada lado, guiarían los envases por su parte inferior, asegurando su correcto desplazamiento tras la dosificación.

Estrella de rotación con contraleva. Estrella de ocho puntas, también conocida como estrella tartésica, es una forma geométrica que resulta de la superposición de dos cuadrados concéntricos, uno de los cuales está girado 45° . La estrella iría montada sobre un eje central de acero inoxidable y dos rodamientos alojados dentro de propia estrella. El giro de la estrella sobre el eje central sería libre, por empuje sobre las puntas. Por otro lado, en la parte frontal a las puntas de la estrella se montaría una leva ajustable con forma adecuada y un acabado liso para poder deslizar el envase sin que se agarre en su esquina.

Este sistema estaría montado directamente sobre el bastidor del transportador sobre el que circularían los envases.

Los envases estarían empujando uno a otro y creando una fuerza de empuje suficiente sobre las puntas de la estrella como para hacerla rotar y que la misma gire el envase los 90° sobre su eje central.

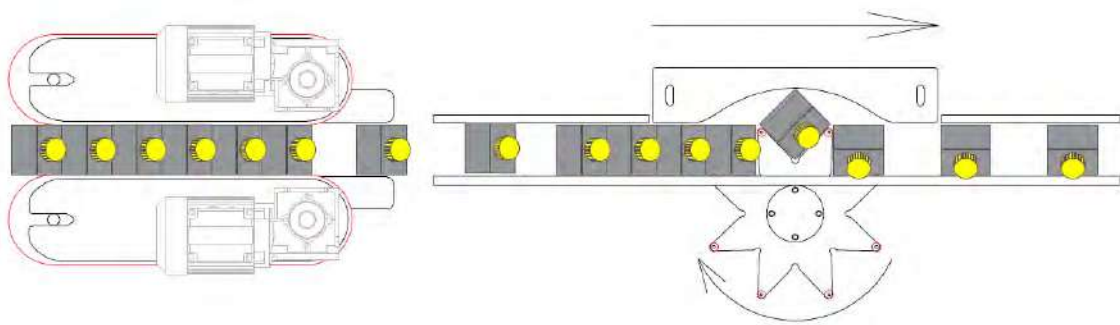


Figura 1-3. Sistema de rotación por “Estrella”

1.4.1.2. Sistema de rotación por “Correas laterales”

El sistema estaría compuesto por dos conjuntos principales:

Dosificado equidistante y guiado. Freno separador de correas con velocidad uniforme. Las correas, con recubrimiento exterior adherente de "Linatex", están diseñadas para retener los envases de manera segura y evitar que se deslicen o escapen. Las correas irían una a cada lado de los envases y se traccionarían por motores eléctricos. Además, dos levas lisas, una a cada lado, guiarían los envases por su parte inferior, asegurando su correcto desplazamiento tras la dosificación.

Rotación. Conjunto de rotación estaría formado por dos correas con recubrimiento exterior esponjoso de “Sylomer” con un espesor de 12 mm para reducir el daño en las esquinas del envase. Las correas irían una a cada lado del envase y se traccionarían por motores eléctricos.

Para proporcionar el deslizamiento sin giro, ambas correas tendrían el mismo sentido de marcha y la misma velocidad. Para proporcionar el giro adecuado, ambas correas tendrían el mismo sentido de marcha, pero velocidades distintas.

Este sistema estaría montado directamente sobre el bastidor del transportador sobre el que circularían los envases.

Para lograr una dosificación y separación equidistante, la velocidad del transportador debería ser superior a la velocidad del dosificado.

El conjunto de rotación se encargaría de girar el envase los 90° sobre su eje. La entrada de envases dentro de éste conjunto al igual que la separación entre envases jugarían un papel crucial.

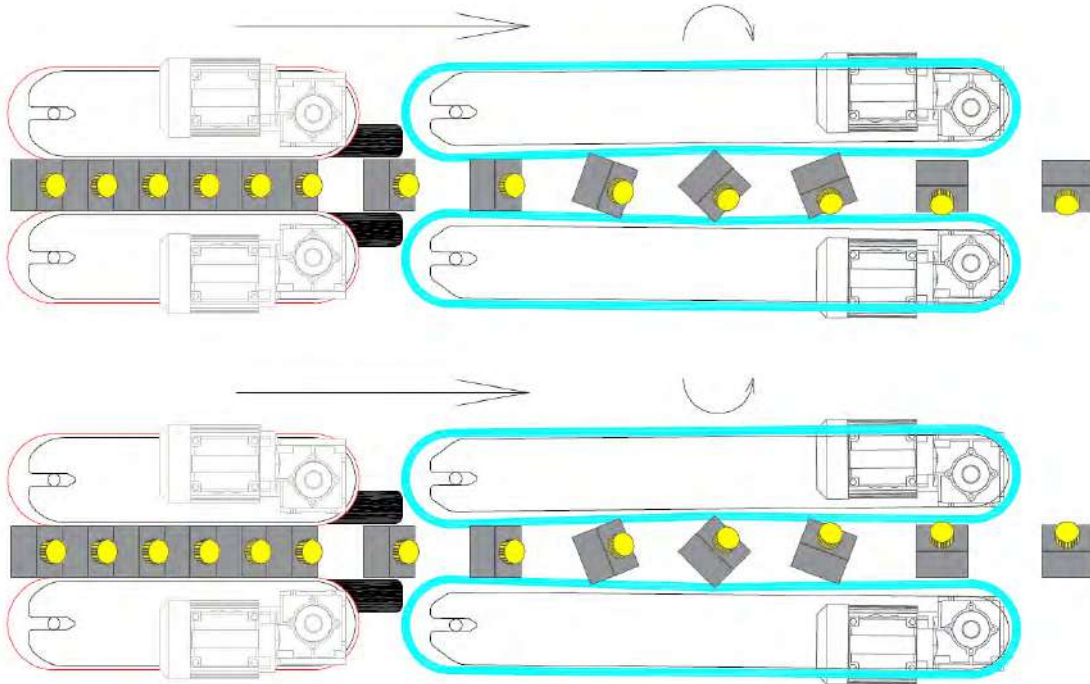


Figura 1-4. Sistema de rotación por “Correas laterales”

1.4.1.3. Sistema de rotación por “Bandas inferiores”

El sistema estaría compuesto por tres conjuntos principales:

Dosificado equidistante. Freno separador de correas con velocidad uniforme. Las correas, con recubrimiento exterior adherente de "Linatex", están diseñadas para retener los envases de manera segura y evitar que se deslicen o escapen. Las correas irían una a cada lado de los envases y se traccionarían por motores eléctricos. Además, dos levas lisas, una a cada lado, guiarían los envases por su parte inferior, asegurando su correcto desplazamiento tras la dosificación.

Rotación. Conjunto de rotación estaría formada por dos bandas modulares de paso pequeño, puestas en paralelo, a la misma altura e inclinadas una determinada longitud, formando una simetría entre sí. Las dos bandas se traccionarían por motores eléctricos. Para proporcionar el deslizamiento sin giro, ambas bandas tendrían el mismo sentido de marcha y la misma velocidad. Para proporcionar el giro adecuado, ambas bandas tendrían el mismo sentido de marcha, pero velocidades distintas.

Evacuación. Conjunto de evacuación estaría formado por una banda modular de paso pequeño y las mismas características que el conjunto de rotación.

La banda se traccionaría por un motor eléctrico. Dos levas lisas, una a cada lado, estarían guiando los envases, por su parte inferior, procedentes de la rotación.

El sistema se monta sobre un bastidor propio e independiente de la estructura del transportador existente, lo que permite su integración en diferentes líneas productivas sin necesidad de modificar la estructura del transportador.

El sistema se conecta dentro de la línea de transportadores, adaptándose a distintas secciones. Para garantizar una dosificación correcta y una separación equidistante entre envases, la velocidad de las bandas correspondientes al conjunto de rotación debe ser superior a la velocidad del sistema de dosificado, permitiendo así un espaciamiento controlado de los envases.

El conjunto de dosificado recibe los envases directamente desde la línea productiva, manteniendo su orientación original, y los entrega, de forma continua y controlada al conjunto de rotación.

El conjunto de rotación es el encargado de girar el envase 90° sobre su eje longitudinal o, en función de los requisitos del proceso, permitir su paso sin rotación.

Finalmente, el conjunto de evacuación recibe los envases, ya sean girados o sin girar, procedentes del conjunto de rotación, y los reincorpora a la línea productiva.

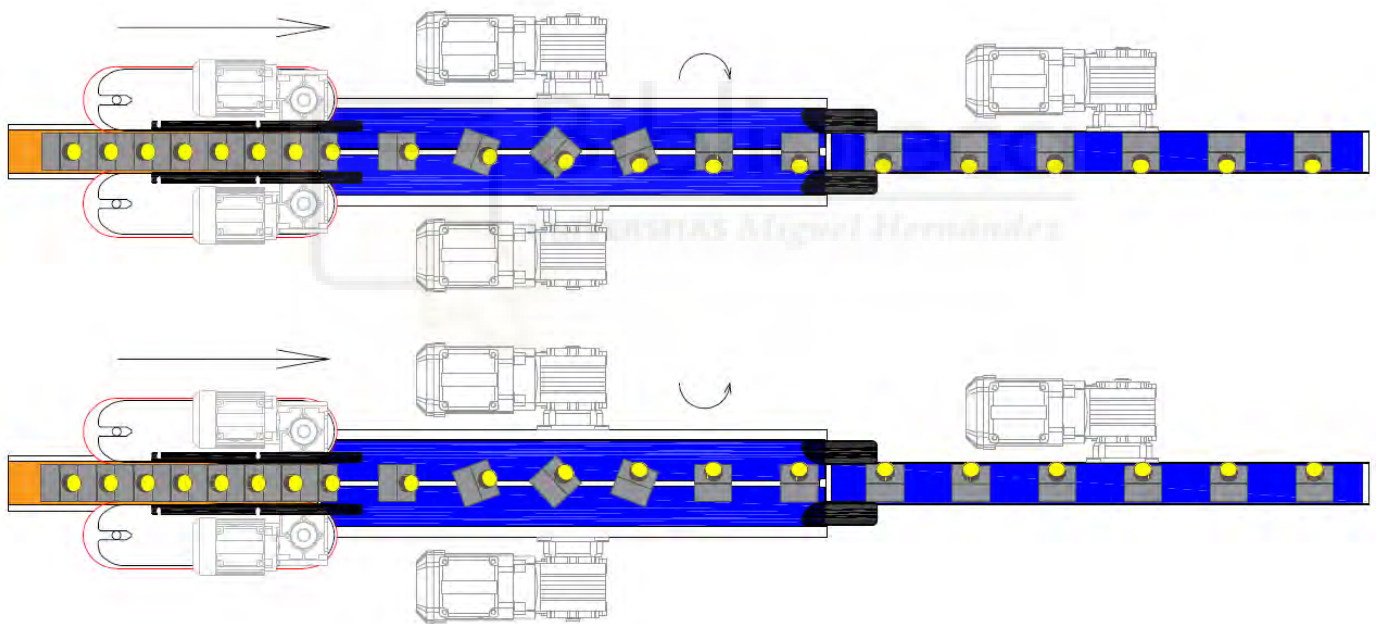


Figura 1-5. Sistema de rotación por “Bandas inferiores”

De manera opcional, los tres sistemas pueden incorporar un sistema de verificación capaz de comprobar tanto la correcta rotación del envase como la presencia del tapón, aumentando así la continuidad del proceso.

1.4. Justificación.

1.4.1. La justificación de las soluciones elegidas en cada caso

1.4.1.1. Evaluación individual de alternativas.

1.4.1.1.1. Sistema de rotación por “Estrella”.

El sistema de rotación por estrella se caracteriza por su diseño sencillo y su bajo nivel de complejidad técnica. Requiere un espacio reducido para su instalación y presenta un costo de adquisición relativamente bajo. Asimismo, el mantenimiento es mínimo, dado que está conformado por dos conjuntos mecánicamente simples.

No obstante, a pesar de su simplicidad constructiva, el ajuste operativo resulta complejo, ya que depende mucho de la fuerza de empuje y de las dimensiones del envase.

Si el transportador presenta un exceso de lubricación, los envases pueden patinar sobre la cadena, reduciendo la fuerza de empuje y afectando el rendimiento del sistema. Por el contrario, una insuficiente lubricación puede provocar aplastamientos o deformaciones en los envases, dificultando su paso por la estrella y la contraleva.

En caso de producirse una acumulación de envases en la entrada del sistema, el dosificador previo detiene automáticamente el suministro para evitar atascos. Este evento genera una parada no deseada del equipo y de la línea, siendo una falsa alarma por el atasco.

Desde el punto de vista operativo, la velocidad del sistema supone una de sus principales limitaciones. Considerando que los envases están llenos y su peso promedio supera 1 kg, la estrella debe girar libremente por empuje, alcanzando una velocidad aproximada de 2 envases por segundo. En estas condiciones, el sistema presenta un comportamiento inestable y poco confiable, afectando la continuidad del proceso.

Otro aspecto a destacar es su baja flexibilidad. Cada vez que se requiere modificar el sentido de rotación, es necesario desmontar y volver a montar tanto la estrella como la contraleva en posiciones opuestas, lo que implica tiempos adicionales de ajuste mecánico y paradas prolongadas de línea.

En términos de seguridad, el sistema no representa un riesgo elevado para el operario. No obstante, se recomienda la instalación de cubiertas protectoras sobre ambos conjuntos, con el fin de garantizar distancias seguras entre las partes móviles y las extremidades del personal operativo.

En resumen, el sistema de rotación por estrella ofrece ventajas en simplicidad, costo y mantenimiento, pero presenta limitaciones significativas en cuanto a ajuste, velocidad, flexibilidad y estabilidad operativa. Su aplicación resulta adecuada en líneas de producción de baja velocidad, donde la precisión y la variabilidad dimensional de los envases no representen un factor crítico.

1.4.1.1.2. Sistema de rotación por “Correas laterales”.

El sistema de rotación por correas laterales presenta un diseño más sofisticado que el sistema de rotación por estrella, ya que incorpora un conjunto de correas con un recubrimiento exterior esponjoso que permite sujetar los envases de manera suave y controlada. Este diseño aumenta la complejidad técnica, pero a la vez mejora la suavidad

y precisión del proceso de rotación, al proporcionar un agarre más estable y menos abrasivo, lo que minimiza los posibles daños a los envases.

A pesar de su mayor complejidad, el sistema requiere un espacio reducido para su instalación y tiene un costo de adquisición clasificado como medio. Aunque el mantenimiento no es especialmente complicado, sí exige más tiempo de intervención, ya que es necesario realizar inspecciones y ajustes en ambos conjuntos.

El ajuste operativo es relativamente sencillo, pero una de las principales limitaciones del sistema está relacionada con la humedad en el exterior de los envases. Cuando estos se llenan con productos fríos, se genera condensación superficial, lo que reduce la fricción entre recubrimiento esponjoso y el envase. Este fenómeno puede ocasionar “patinamientos” que impiden un giro adecuado y provocan daños en los envases al salir del sistema por no producirse el giro completo.

A diferencia del sistema por estrella, en el sistema de correas laterales la lubricación del transportador no es un factor crítico para su funcionamiento, ya que la transmisión del movimiento depende principalmente del contacto lateral entre las correas y los envases. Desde el punto de vista operativo, el sistema alcanza una velocidad promedio de 120 envases por minuto, lo que lo convierte en una opción adecuada para líneas de producción de velocidad media. Además, su flexibilidad constituye una de sus principales ventajas: cuando se requiere cambiar el sentido de rotación, no es necesario desmontar componentes mecánicos. El ajuste se realiza directamente desde la interfaz de control (HMI), intercambiando las velocidades de las correas.

En términos de seguridad, el sistema no representa un riesgo elevado para el operario. No obstante, se recomienda la instalación de cubiertas protectoras sobre ambos conjuntos, con el fin de garantizar distancias seguras entre las partes móviles y las extremidades del personal operativo. En resumen, el sistema de rotación por correas laterales ofrece una alternativa más sofisticada y flexible en comparación con el sistema por estrella. Su desempeño operativo es adecuado, con facilidad de ajuste y cambio rápido del sentido de rotación. Sin embargo, presenta limitaciones en condiciones de alta condensación o cuando los envases están húmedos, ya que la fricción se ve reducida. Su aplicación resulta adecuada en líneas de producción de velocidad media, y en el envasado de productos de temperatura ambiente.

1.4.1.1.3. Sistema de rotación por “Bandas inferiores”.

El sistema de rotación por bandas inferiores es el más sofisticado de los tres sistemas propuestos. La rotación se genera mediante el contacto entre las bases de los envases y bandas modulares que se mueven a distintas velocidades. Los envases se descargan de manera equidistante sobre las bandas modulares, y gracias al peso de los envases, que ejerce la fuerza normal sobre las bandas en movimiento continuo, y a la mínima fricción presente, el proceso de rotación se lleva a cabo de forma suave, precisa y estable, sin causar daño alguno a los envases.

La configuración clave para lograr una rotación segura y controlada es que, a lo largo de una determinada longitud de desplazamiento, las bandas están inclinadas entre sí de manera que sus extremos contiguos se inclinan hacia el interior, formando una figura cóncava. Este diseño facilita el agarre en el lugar adecuado de los fondos de los envases y la estabilidad de los mismos durante el proceso de rotación, asegurando un desplazamiento controlado y sin deslizamientos indeseados.

La mayor complejidad técnica de este sistema implica un requerimiento de espacio ligeramente mayor para su instalación, principalmente debido a la longitud del sistema. Esto se debe a la inclusión de un conjunto de salida, posterior a la rotación, que recibe el envase una vez completado el proceso de rotación y que conecta con el bastidor de salida hacia la línea de producción. Además, existe la opción de integrar un sistema de inspección y rechazo de envases no conformes en este conjunto de salida, lo que agregarían un componente adicional al sistema.

El costo de adquisición de este sistema se clasifica como medio-alto debido a su mayor complejidad técnica y los componentes adicionales.

En cuanto al mantenimiento, es relativamente sencillo y no requiere intervenciones prolongadas. El ajuste principal se realiza únicamente en el conjunto de dosificado, lo que reduce el tiempo de intervención y la complejidad operativa.

El ajuste operativo también es sencillo. El sistema no presenta limitaciones significativas relacionadas con pequeñas deformaciones superficiales debidas a posibles aplastamientos entre envases ni con la humedad en el exterior de los mismos. Sin embargo, la única limitación relevante es la forma del fondo del envase; el sistema es tolerante, pero no puede procesar envases con fondos muy mal formados o con fondos rectangulares en los que los lados largos superen en un 20 % los lados cortos.

La lubricación del transportador no es crítica para el funcionamiento del sistema, ya que la rotación incompleta de los envases se corrige mediante levas mecánicas fijas, que guían los envases hacia el conjunto de salida, asegurando que se enderecen adecuadamente para su inspección posterior.

Desde el punto de vista operativo, el sistema puede alcanzar una velocidad promedio de 200 envases por minuto, lo que lo convierte en una opción adecuada para líneas de producción de alta velocidad. Su flexibilidad es una de sus principales ventajas: cuando se requiere cambiar el sentido de rotación, no es necesario desmontar componentes mecánicos. El ajuste se realiza directamente desde la interfaz de control (HMI), modificando las velocidades de las bandas modulares.

En términos de seguridad, el sistema está diseñado para minimizar el riesgo de accidentes para el operario. El conjunto de dosificado es el único que requiere cubierta protectora, mientras que el resto del sistema mantiene distancias mínimas para evitar atrapamientos entre las partes móviles y las extremidades del personal operativo.

En resumen, el sistema de rotación por bandas inferiores presenta una alternativa robusta y eficiente, casi inmune a ciertas deformaciones de los envases, la humedad exterior en los mismos y la variabilidad en la lubricación del transportador, en comparación con los otros dos sistemas descritos. Su desempeño operativo es excelente, con facilidad de ajuste y cambio rápido del sentido de rotación. Además, su aplicación resulta adecuada para líneas de producción de alta velocidad.

Un factor relevante en la selección y decisión de compra es su precio, que es el mayor de los tres sistemas descritos.

1.4.1.2. Evaluación de alternativas en base a criterios generales.

A continuación, se evaluarán las alternativas según una serie de criterios generales.

SISTEMA CRITERIOS	Sistema de rotación por "Estrella"	Sistema de rotación por "Correas laterales"	Sistema de rotación por "Bandas inferiores"
Fiabilidad	Baja	Medio	Alta
Flexibilidad	Baja	Medio	Alta
Sofisticación	Baja	Medio	Alta
Dimensiones	Medio	Medio	Medio
Facilidad de ajuste y manejo	Baja	Media	Alta
Velocidad	Baja	Media	Alta
Seguridad	Media	Media	Alta
Mantenimiento	Bajo	Medio	Medio
Precio	Bajo	Medio	Alto

Tabla 1-2. Alternativas según criterios generales.

Descripción de los criterios:

Fiabilidad. Éste criterio hace referencia a la capacidad del sistema para cumplir con su función de manera efectiva, eficiente y sin fallos durante un periodo de tiempo determinado, bajo condiciones de operación específicas. Este criterio se enfoca en asegurar que el dispositivo funcione de manera continua y eficiente, minimizando el riesgo de fallos inesperados.

Flexibilidad. Éste criterio hace referencia a la capacidad del sistema para adaptarse a cambios en sus condiciones operativas o de funcionamiento sin comprometer su rendimiento o fiabilidad. Un dispositivo flexible puede ajustarse a nuevas configuraciones, adaptarse a diferentes tipos de cargas, operar en distintos entornos o integrarse en sistemas más amplios con facilidad. La flexibilidad es un criterio importante, especialmente en sistemas complejos o en aquellos donde se prevé que las condiciones puedan variar a lo largo del tiempo.

Sofisticación. Éste criterio hace referencia a la complejidad, avance tecnológico y nivel de integración de los componentes. Un sistema sofisticado es aquel que incorpora tecnologías avanzadas y características de diseño innovadoras que mejoran su desempeño, precisión, eficiencia y funcionalidad. Los dispositivos electro-mecánicos sofisticados suelen ser más capaces en términos de versatilidad, precisión y adaptabilidad.

Dimensiones. Éste criterio se refiere al volumen que ocupa el sistema.

Facilidad de ajuste y manejo. Éste criterio hace referencia a la capacidad del sistema para ser operado, configurado, ajustado, y mantenido de manera intuitiva y sencilla por el usuario o el técnico. Este criterio es fundamental porque influye directamente en la eficiencia operativa, la reducción de errores, el tiempo de entrenamiento necesario, y el costo asociado a la operación y el mantenimiento del dispositivo. Cuanto más fácil sea ajustar y manejar un dispositivo, menor será la probabilidad de fallos o mal uso, y mayor será la productividad.

Velocidad. Éste criterio hace referencia a la capacidad del sistema para girar los envases a una velocidad eficiente y controlada, manteniendo la sincronización con el resto de la línea de producción. Este criterio está directamente relacionado con:

Velocidad de rotación del sistema: Indica la cantidad de envases que el sistema puede girar por minuto, garantizando un proceso fluido y sin interrupciones.

Velocidad de la línea de producción: Debe estar perfectamente sincronizada con la velocidad de rotación, de manera que se mantenga un flujo continuo y se eviten posibles cuellos de botella.

Seguridad. Éste criterio hace referencia a uno de los aspectos más importantes a considerar durante su diseño, operación y mantenimiento. La seguridad no solo protege a los operadores y al personal que interactúa con el sistema, sino que también garantiza la integridad del propio sistema, evitando daños materiales o riesgos mayores, como incendios o fallos catastróficos. Este criterio abarca la seguridad eléctrica, mecánica y funcional.

Mantenimiento. Éste criterio hace referencia a la facilidad con la que se puede realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de dicho sistema, con el objetivo de asegurar su funcionamiento óptimo, prolongar su vida útil, reducir el tiempo de inactividad y minimizar los costos operativos. Un buen diseño de mantenimiento también incluye la accesibilidad a repuestos, la facilidad para realizar diagnósticos, y la posibilidad de llevar a cabo reparaciones rápidas y eficaces sin comprometer la seguridad ni la eficiencia del dispositivo.

Precio. Éste criterio es un factor importante en la decisión de compra. Este criterio implica evaluar el coste de adquisición del dispositivo en relación con su rendimiento, durabilidad, costos operativos, y beneficios a largo plazo. Un sistema electro-mecánico no debe evaluarse únicamente por su precio inicial, sino también por el valor que ofrece durante su ciclo de vida, considerando tanto el coste de operación como los posibles gastos de mantenimiento.

Una vez descritas y evaluadas las alternativas propuestas, el cliente es el que toma la decisión y se declina por completo por el sistema de rotación por “Bandas inferiores”.

Los criterios que marcan la decisión son los siguientes:

- **Fiabilidad.**
- **Facilidad de ajuste y manejo.**
- **Velocidad.**
- **Seguridad.**

Comprobamos que el precio, siendo un criterio importante, no determina la solución elegida en este caso.

1.5. Planificación.

1.5.1. Fases de ingeniería

Una vez identificado el sistema más adecuado para cubrir la necesidad del cliente, pasamos a la descripción en detalle de las fases siguientes:

- Principio de funcionamiento del sistema.
- Selección de componentes y materiales.
- Diseño y elaboración de planos y esquemas.

1.5.1.1. Principio de funcionamiento del sistema.

1.5.1.1.1. Proceso operacional global de la línea de envasado.

Los envases procedentes de la máquina principal de relleno entran en la estación de rotación con los tapones orientados hacia el frente y salen con los tapones orientados hacia un lado. Al salir de dicha estación, se imprimen la fecha y el número de lote en la parte superior de cada envase, garantizando su trazabilidad. Posteriormente, los envases avanzan a través del transportador hasta la zona de encartonado, donde son agrupados y empaquetados automáticamente por la máquina designada. Figura 1-6 muestra el esquema general del proceso descrito, incluyendo la secuencia de operaciones y la disposición de los equipos implicados.



Figura 1-6. Esquema simplificado del proceso global de la línea de envasado.

1.5.1.1.2. Proceso operacional interno en la estación de rotación.

Los envases acceden al entorno de la estación de rotación por el transportador principal de la línea y encuentran, en primer lugar, un conjunto de dosificación. En esta etapa, las correas laterales sujetan los envases y los dosifican de forma continua y equidistante, garantizando un flujo estable hacia las etapas posteriores.

A continuación, los envases son transferidos a un segundo conjunto, donde se lleva a cabo la rotación. En esta zona, los envases se apoyan por la base sobre dos bandas modulares paralelas que mantienen el mismo sentido de avance, pero operan a velocidades diferentes. La diferencia de velocidades entre ambas bandas y sus posiciones generan la rotación del envase hasta alcanzar la orientación requerida.

Una vez completada la rotación, los envases avanzan hacia un tercer conjunto, encargada de transferirlos nuevamente al transportador principal de la línea.

De forma opcional, el último conjunto puede incorporar un dispositivo de verificación capaz de detectar envases no rotados, volcados o sin tapón. En caso de anomalía, el sistema puede expulsar el envase defectuoso mediante un actuador neumático, evitando su incorporación al flujo productivo.

Figura 1-7 muestra el esquema del proceso descrito.

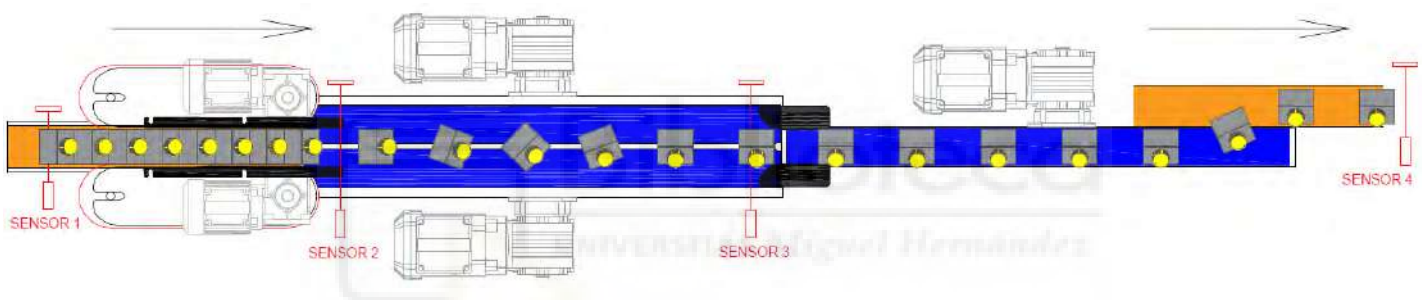


Figura 1-7. Proceso interno de la estación de rotación.

1.5.1.1.3. Descripción operativa de la sensórica en la estación de rotación.

Los sensores implicados en el funcionamiento de la estación de rotación son sensores de presencia. Los sensores y sus espejos van colocados en unos soportes y atornillados a los conjuntos descritos. La altura de la lectura no superará 50mm desde la parte de la base del envase.

Figura 1-8 representa el esquema del sensor.

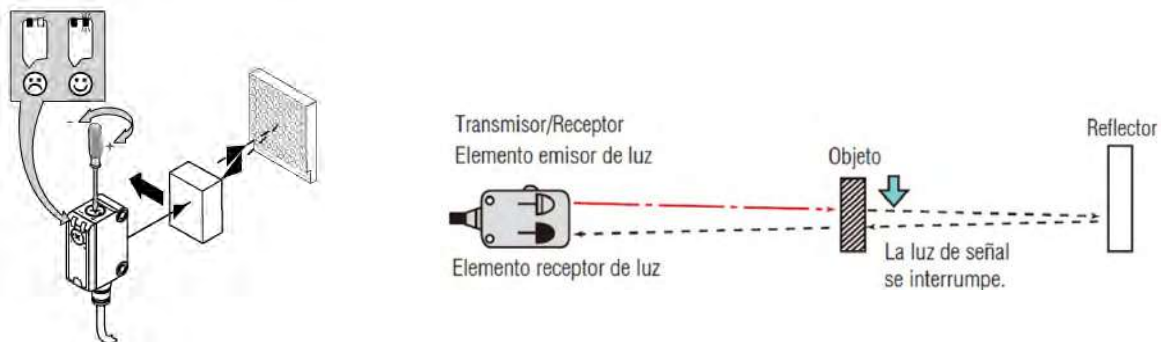


Figura 1-8. Sensor fotoeléctrico retroreflexivo.

Sensor 1. Detección de envases en la entrada al dosificador.

El sensor 1 se ubica en la zona de entrada al dosificador. Detecta los envases en la entrada y activa el sistema, siempre que la zona posterior se encuentre libre de obstáculos. Actúa como elemento habilitador del proceso.

Sensor 2. Control de flujo en la salida del dosificador.

Situado en la salida del dosificador, el sensor 2 monitoriza el paso de envases mediante señales intermitentes, consideradas como el comportamiento normal durante la operación del sistema.

La lógica de actuación se basa en dos condiciones anómalas:

- Recepción de señal continua durante el funcionamiento: Se interpreta como un atasco en la salida del dosificador. En este caso, el sistema ejecuta una parada inmediata del mismo para evitar daños o desbordamientos.

- Ausencia de señales durante el funcionamiento: Se interpreta como una falta de suministro de envases por mal funcionamiento del dosificador o un atasco aguas arriba. El sistema también se detiene para evitar posibles daños mecánicos.

Este sensor, por tanto, cumple un papel esencial en la protección del proceso frente a fallos de flujo.

Sensor 3. Supervisión en la salida de las bandas de rotación.

El sensor 3 se instala en la salida de las bandas de rotación. Al igual que el sensor 2, su funcionamiento normal corresponde a la detección intermitente de envases.

Ante la recepción de una señal continua, el sistema interpreta la presencia de un atasco aguas abajo, procediendo a la detención automática para evitar interferencias entre etapas del proceso y posibles daños mecánicos.

Sensor 4. Detección de acumulación en la salida de la línea.

El sensor 4 se encuentra en el cruce del transportador de la línea de producción. Su misión es detectar la acumulación de envases aguas abajo. Cuando se produce dicha acumulación, el sistema ejecuta una parada controlada del sistema.

La presencia de envases en la entrada del dosificador (Sensor 1) no es suficiente para habilitar la puesta en marcha del sistema. Este arranque se encuentra condicionado además a que los sensores 2, 3 y 4 no detecten obstáculos, acumulaciones ni condiciones anómalas en sus respectivas zonas de control. De este modo, el sistema opera únicamente cuando se garantizan las condiciones mecánicas y de flujo adecuadas en todos los tramos del proceso.

1.5.1.1.4. Proceso operacional del dispositivo de verificación.

De forma opcional, al salir del conjunto de rotación, se puede incorporar un dispositivo de verificación capaz de detectar envases no rotados, volcados o sin tapón.

Al pasar por delante del dispositivo, los envases son chequeados por medio de los sensores y expulsados, los que no pasan el control, por medio de un cilindro neumático.

1.5.1.1.5. Descripción operativa de la sensórica en el dispositivo de verificación.

El sensor de reflexión directa, situado en la parte inferior, detecta el envase, otro sensor de reflexión directa, más preciso, situado en la parte superior, detecta el tapón.

El sensor de proximidad inductivo, situado en la parte superior, encima de una leva metálica, detecta el “tejadillo” del envase en caso de no haber sido rotado.

Si la rotación de los envases es producida en el sentido contrario, el tapón es detectado por otro sensor de reflexión directa, gemelo, situado en la parte superior.

Figura 1-9 representa el sistema de verificación y sus respectivos sensores.

Figuras 1-10 y 1-11 representan los esquemas de los sensores.

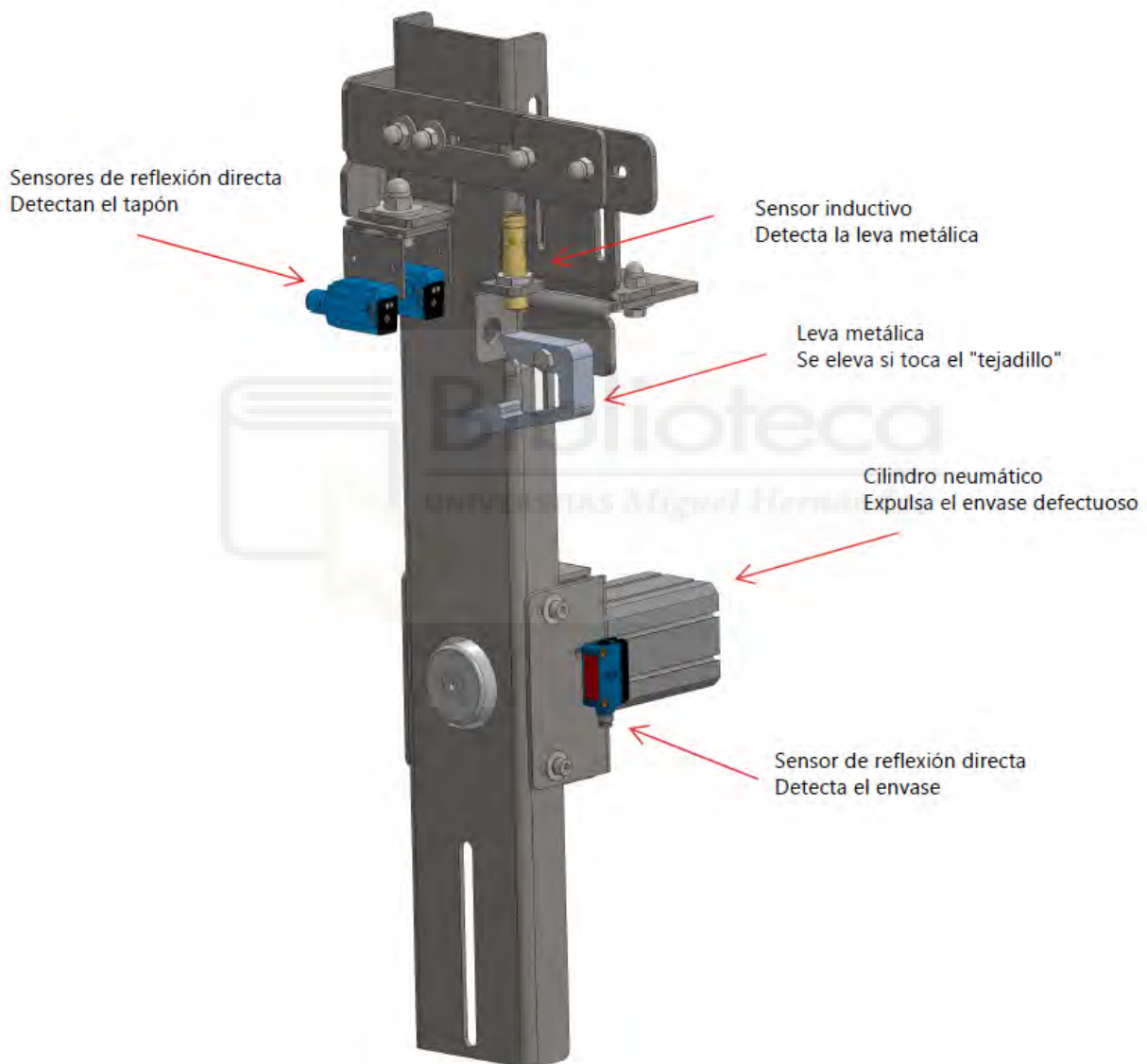


Figura 1-9. Sistema de verificación y sus respectivos elementos.

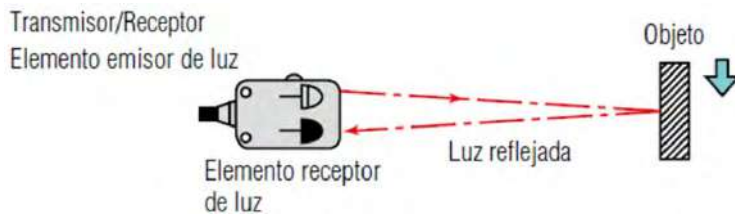


Figura 1-10. Sensor fotoeléctrico de reflexión directa.

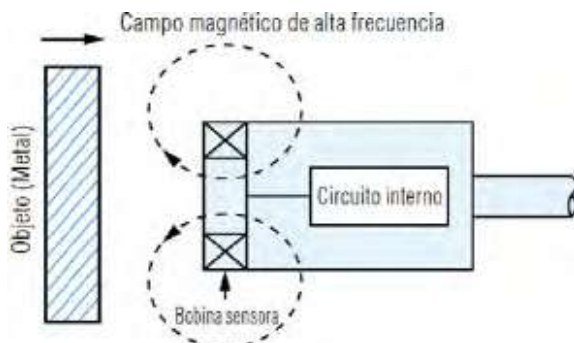


Figura 1-11. Sensor de proximidad inductivo.

1.5.1.1.6. Descripción operativa del cilindro en el dispositivo de verificación.

La misión del cilindro es expulsar los envases que no pasan el control. Se trata de un cilindro neumático de doble efecto.

En la punta del vástago se coloca un cilindro macizo mecanizado en plástico con un área frontal suficiente para no dañar el envase por impacto de expulsión. Algunos envases expulsados pueden ser recuperados si no presentan daños visibles.

Una electroválvula 5/2 vías/posiciones controla el flujo de aire a cada puerto para mover el pistón completamente en ambos sentidos.



Figura 1-12. Principio de funcionamiento de un cilindro neumático de doble efecto. En azul es la entrada de flujo de aire.

1.5.1.2. Selección de componentes y materiales.

1.5.1.2.1. Selección de sensores y accesorios.

Todos los sensores de la estación de rotación serán de marca SICK y se empleará el modelo:

-GL6G-P4212. Sensor fotoeléctrico retrorreflexivo (Con espejo).

Todos los sensores del dispositivo opcional de verificación serán de marca SICK y se emplearán 3 modelos:

-GTB6-P4212. Sensor de reflexión directa con supresión de fondo.

-WTB9-3P2461. Sensor de reflexión directa con supresión de fondo. Más preciso.

-IMB12-04BPSVCOS. Sensor de proximidad inductivo.

Anexo 1. Sensores y sus accesorios.

1.5.1.2.2. Selección de motores-reductores. Interruptor de corte de potencia.

Los motores seleccionados son establecidos en las condiciones de los componentes y marcas utilizadas por parte del cliente en toda la planta industrial. Al igual que las potencias de los mismos.

Todos los motores-reductores de la estación de rotación serán de marca SEW y se emplearán 3 modelos:

-WAF10 DRN63MS4. Potencia 0,12 kW.

-WAF30 DRN71M4. Potencia 0,37 kW.

-WAF29 DRN80MK4. Potencia 0,55 kW.

Todos los interruptores de corte de potencia de la estación de rotación serán de marca EATON y se empleará el modelo:

-T0-2-1/I1/SVB. EATON.

Anexo 2. Motores - reductores. Interruptor de corte de potencia.

1.5.1.2.3. Selección de cadena transportadora.

Toda la cadena, que transporta envases, utilizada en la línea de envasado será de marca UNI CHAIN y se empleará el modelo:

-UNI 880 TAB K325. Ancho 82,5 mm. Acetal de baja fricción.

El transportador principal de la línea, en el que se integraría la estación de rotación, utiliza la cadena mencionada. Esto implica diseñar las secciones de entrada y de salida, de la estación de rotación, compatibles.

Anexo 3. Cadena transportadora.

1.5.1.2.4. Selección de correas. Recubrimiento.

La correa dentada utilizada en la estación de giro será de marca BRECO FLEX y, además, será el modelo de auto-guiado:

-BRECO-V 50 TK10K6 E PAZ. Longitud 1080 mm.

El exterior de la correa llevará un recubrimiento de "Linatex" de 6 mm de espesor.

Anexo 4. Correas dentadas. Recubrimiento.

1.5.1.2.5. Selección de banda modular.

La banda modular utilizada en la estación de rotación será de marca UNI y modelo:

-UNI NTB. Ancho 76 mm.

Anexo 5. Banda modular.

1.5.1.2.6. Selección de poleas, piñones, carretes, anillos aseguradores y rodillos.

Los piñones, carretes y rodillos, tanto de tracción como de reenvío, se seleccionarán de forma que sean apropiados y acordes a cada modelo de cadena, correa y banda. Además, tanto sus diámetros como el número de dientes, serán adecuados al diseño mecánico. Los modelos son los siguientes:

-Piñón de tracción de la cadena transportadora. Marca UNI / AVE.

-Carrete de reenvío de la cadena transportadora. Marca AVE.

-Rodillos de tensión de la cadena transportadora. Fabricación interna.

-Polea dentada de tracción de la correa. Marca SIT 55-TK10K6/ 36.

-Polea dentada de reenvío de la correa. Marca SIT 55-TK10K6/ 36.

-Piñón de tracción de la banda modular. Marca UNI.

-Anillo asegurador de diámetro interior 25 mm con chavetero. Marca AVE.

-Rodillos de reenvío de la banda modular. Fabricación interna.

-Rodillos de tensión de la banda modular. Fabricación interna.

Anexo 6. Poleas, piñones, carretes, anillos aseguradores y rodillos.

1.5.1.2.7. Selección de rodamientos, bujes de fijación y chavetas.

Los rodamientos utilizados en la estación de rotación serán de marcas FAG o SKF, de material acero inoxidable y modelos:

-6005 2RS.

-6203 2RS.

-UCF 205.

Los bujes de fijación utilizados en la estación de rotación serán de marcas genérica, de acero y modelo:

-KLDA 25X50 mm.

Todas las chavetas serán de acero, de dimensiones normalizadas y de marca genérica.

Las chavetas serán paralelas de extremos redondeados DIN 6885 A:

-5 X 5 X 50 mm. Para eje de diámetro 16 mm.

-6 X 6 X 75 mm. Para eje de diámetro 20 mm.

-8 X 7 X 70 mm. Para eje de diámetro 25 mm.

Anexo 7. Rodamientos, bujes de fijación y chavetas.

1.5.1.2.8. Selección de anillos seeger y retenes.

Los anillos seeger utilizados en la estación de rotación serán de marca genérica, de material acero inoxidable y modelos:

-Anillo seeger interior. DIN 472-I. Diámetro nominal 47 mm.

-Anillo seeger exterior. DIN 471-E. Diámetro nominal 40 mm.

Los retenes utilizados en la estación de rotación serán de marca genérica, de material NBR (Caucho de Nitrilo Butadieno) y modelo:

-Retén radial 17 x 40 x 7 mm doble labio. NBR. Azul.

Anexo 8. Anillos seeger y retenes.

1.5.1.2.9. Selección neumática para el sistema de verificación.

La marca de la neumática es establecida por el cliente y utilizada en toda la planta industrial. El cilindro, la electroválvula y el regulador de presión serán de marca SMC y se emplearán siguientes modelos:

-CD55B32-50. Cilindro.

-SY7120-5Y0-02F-Q. Electroválvula 24VDC.

-AR20-F02E-B. Regulador de presión.

Anexo 9. Neumática para el sistema de verificación.

1.5.1.2.10. Selección de material para los ejes, rodillos, anillos separadores.

Para colocar los piñones, carretes y rodillos, en todas sus posiciones, el material empleado será acero inoxidable AISI 304. Además, cada uno de los ejes tendrá tanto la longitud, diámetro como el mecanizado, adecuados al diseño mecánico. Todos los ejes serán fabricados internamente.

El material empleado para los rodillos y anillos separadores será POM (DELRIN). Además, cada uno de los rodillos tendrá tanto la longitud, diámetro como el mecanizado, adecuados al diseño mecánico. Todos los rodillos serán fabricados internamente. Todos los anillos separadores se cortarán por agua.

Anexo 10. Materiales para ejes, rodillos y anillos separadores.

1.5.1.2.11. Selección de material para bastidor.

El material empleado para fabricar el bastidor será acero inoxidable AISI 304 en formato de tubo cuadrado de 50 mm y espesor de 2 mm.

Se utilizará soldadura TIG para unir los tubos.

Se emplearán pies regulables antivibratorios para apoyar y nivelar el bastidor.

Anexo 11. Material para bastidor.

1.5.1.2.12. Selección de materiales y componentes restantes de la estación de rotación.

El material empleado para fabricar las chapas será acero inoxidable AISI 304 satinado. Se emplearán espesores de 2 mm, 3 mm, 4 mm y 5 mm en función de cada elemento.

El material empleado para fabricar las placas del bastidor del freno separador de correas será aluminio. Se empleará espesor de 15 mm.

El material empleado para las levas laterales en guiado de los envases será polietileno UHMW (PE 1000). Espesor seleccionado es 5mm.

El material empleado para el deslizamiento de las bandas será polietileno UHMW (PE 1000). Espesor seleccionado es 20 mm. El mecanizado de cada placa será diferente y se empleará tanto corte por agua como mecanizado en CNC para superficies.

El material empleado para el deslizamiento de las cadenas será polietileno UHMW (PE 1000) "DESLIDUR". El perfil utilizado en la estación de rotación será de marca AVE y referencia P20269.

Anexo 12. Materiales y componentes restantes de la estación de rotación.

1.5.1.3. Diseño y elaboración esquemas.

En base a las condiciones operativas de la línea productiva y a las restricciones espaciales existentes en la planta industrial para la implantación del sistema, se establecen las siguientes limitaciones de dimensionamiento global:

- Longitud máxima disponible: 3 m.
- Ancho máximo disponible por estación: 1 m.
- Altura máxima: no se define una restricción específica; se adoptará como cota máxima la altura del transportador existente del entorno, fijada en 1,1 metros sobre el nivel del suelo.

Desde el punto de vista operativo y constructivo, la limitación asociada a una longitud máxima disponible de 3 metros constituye el condicionante más restrictivo del diseño, al afectar de manera directa a la disposición y organización de los elementos funcionales de todo el sistema.

En la estación de rotación se distinguen 3 conjuntos principales:

- Dosificado equidistante.
- Rotación.
- Evacuación.



1.5.1.3.1. Dosificado equidistante.

Este conjunto se subdivide en 2 módulos:

- Freno separador de correas.
- Tracción de transportador de entrada.

Diseño del módulo de freno separador de correas.

La misión del freno separador es retener y dosificar los envases, garantizando un avance a velocidad constante y una separación equidistante y estable entre ellos.

Para cumplir este objetivo, se opta por un sistema de traslación continua, basado en la instalación de dos correas laterales que actúan simultáneamente sobre ambos lados de los envases. Esta solución permite un control preciso y progresivo del movimiento, eliminando la necesidad de elementos de parada intermitentes y reduciendo las sollicitaciones mecánicas sobre el producto.

Con el fin de evitar una transmisión mecánica compleja entre ambas caras del sistema de correas, se decide instalar un motor independiente en cada lateral. Ambos motores son controlados mediante un único variador de frecuencia, asegurando una velocidad uniforme y un funcionamiento estable del conjunto.

Esta configuración permite una regulación precisa de la velocidad de avance y de la distancia entre envases, aportando flexibilidad operativa y facilitando la adaptación del módulo a diferentes formatos y ritmos de producción.

Potencia, tamaño y posición del motor.

El motor seleccionado se ajusta a las condiciones de los componentes y las especificaciones de las marcas proporcionadas por el cliente. Se ha optado por un motor de 0,12 kW, que cumple con la normativa de eficiencia energética IE3, garantizando un bajo consumo eléctrico y un rendimiento elevado. La velocidad de salida del reductor es de 42 vueltas a 50 Hz con un par de 17 Nm.

Cada motor está destinado a traccionar un único lateral y una sola correa del sistema. Su posición será horizontal y se alineará con el sistema de dosificado de los envases, de manera que se optimice la transmisión de potencia y se logre un funcionamiento eficiente del conjunto.

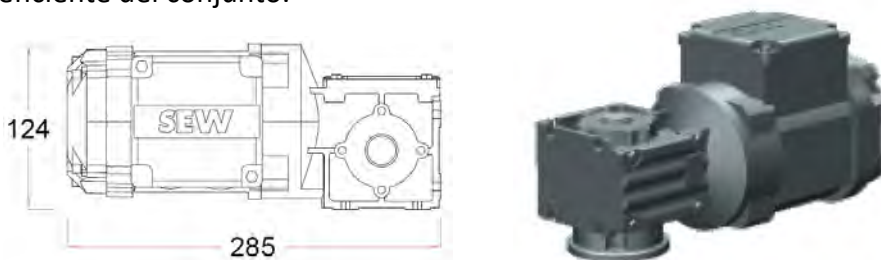


Figura 1-13. Motor-reductor SEW. 0,12 kW.

Transmisión correa-poleas.

El sistema de transmisión está diseñado para sujetar un mínimo de 5 envases con un fondo de 70 mm cada uno, asegurando un agarre eficiente y evitando deslizamientos incluso bajo ciertas presiones.

-*Correa dentada.* La correa dentada debe tener una longitud mínima de 350 mm por cara para cubrir la distancia necesaria entre las poleas. Considerando que el espesor del

recubrimiento de la correa es de 6 mm, se debe seleccionar cuidadosamente el diámetro de la polea dentada, ya que una curvatura demasiado cerrada podría provocar agrietamiento en la correa. El fabricante recomienda que el diámetro mínimo de la polea sea de 100 mm si la correa forma un ángulo de 180° .

-Poleas dentadas. Se selecciona una polea dentada de 36 dientes con un diámetro de 114,59 mm, y para efectos de cálculo, una longitud de circunferencia de 360 mm. Este diámetro garantiza que la correa abrace adecuadamente la polea sin generar tensiones excesivas que puedan dañar el material de la correa, proporcionar un par suficiente con el motor-reductor seleccionado y para alcanzar una velocidad de 15,12 metros/minuto a una frecuencia de 50 Hz. El material de las poleas es aluminio.

-Longitud y ancho de la correa. El sistema está compuesto por una polea de tracción y una polea de reenvío-tensión, lo que determina que la longitud total de la correa debe ser mínimo 1060 mm. Se selecciona una correa de 1080 mm para asegurar una tensión adecuada y evitar deslizamientos. La referencia 55-TK10K6 de la polea especifica que el ancho de la correa debe ser 50 mm, lo que asegura un buen agarre sobre los envases y facilita el mantenimiento del sistema de freno.



Figura 1-14. Correa sobre poleas de tracción y reenvío-tensión. Vista simplificada.

Polea de reenvío-tensión.

La polea de reenvío-tensión se fijará al bastidor del sistema mediante un eje que atravesará las placas del bastidor y sobre dos rodamientos de bolas. En cada extremo del eje, se incorporarán dos tornillos: uno destinado a la tensión y otro a la fijación de la polea. Además, las placas del bastidor contarán con correderas en sus extremos, las cuales permitirán ajustar y tensar la polea en ambos extremos del eje, asegurando un funcionamiento estable y eficiente del sistema de transmisión.

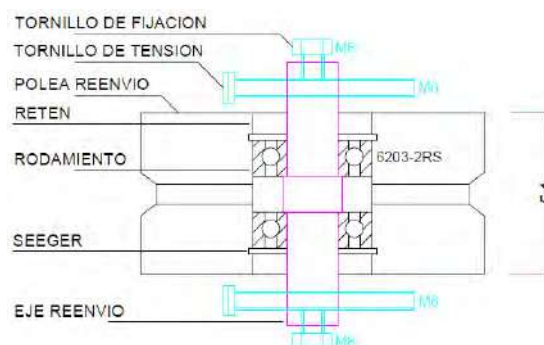


Figura 1-15. Polea de reenvío-tensión. Vista simplificada.

Transmisión motor-reductor-polea tracción.

El sistema de transmisión entre el motor-reductor y la polea de tracción está montado sobre un bastidor de aluminio de 15 mm de espesor, lo que proporciona una alta rigidez y, a su vez, un bajo peso. Las placas que conforman el bastidor están separadas por ejes de acero inoxidable de 12 mm de diámetro, 58 mm de longitud y roscados en ambos extremos a M8x1,25. Además, se incluye una placa de PE 1000 de 20 mm de espesor, mecanizada, que sirve como superficie de apoyo para la correa en un lateral del conjunto, proporcionando el contacto necesario para la fricción.

El motor-reductor se fija al bastidor mediante su brida atornillada a la placa superior de aluminio. La transmisión del movimiento se realiza a través de un eje mecanizado, en el que se incorpora una chaveta metálica en el acoplamiento con el reductor y un buje de fijación en el interior de la polea de tracción para asegurar el ajuste y funcionamiento preciso.

La parte inferior del eje está soportada por un rodamiento de bolas, el cual se fija a la placa inferior del bastidor mediante una pletina de acero inoxidable. De esta forma, el eje queda adecuadamente apoyado en ambos extremos, asegurando un funcionamiento suave y minimizando posibles desplazamientos y/o vibraciones.

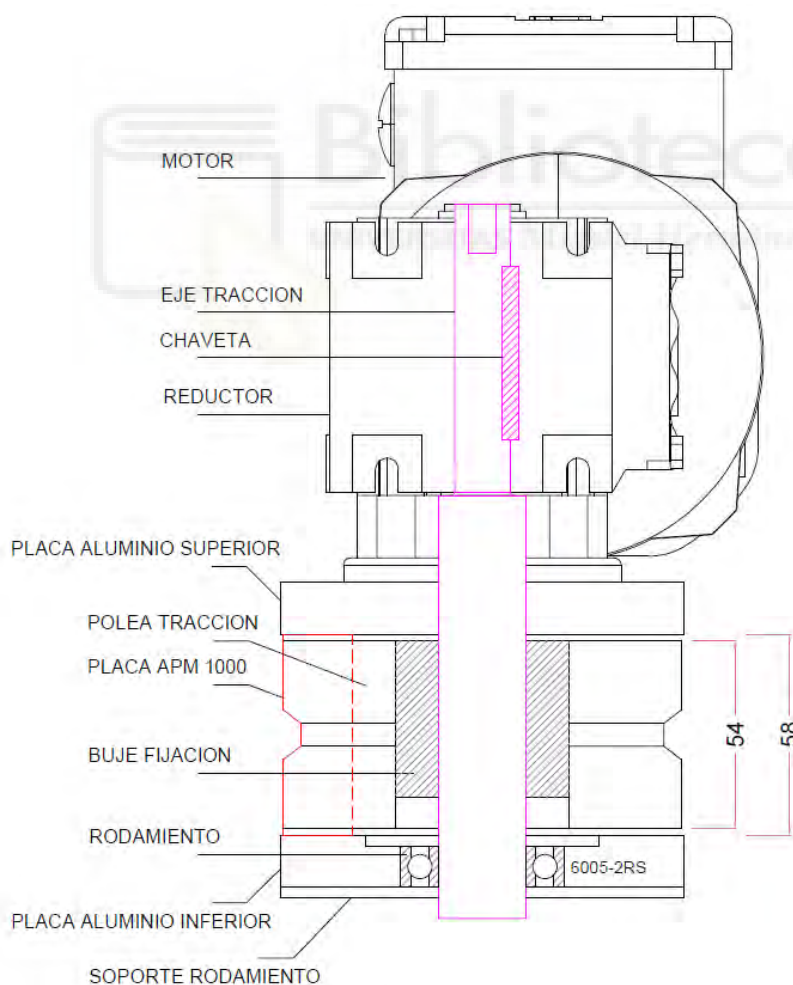


Figura 1-16. Vista frontal del módulo. Una Cara. Vista simplificada.

Guía de deslizamiento para la correa dentada del módulo de freno separador.

La guía de deslizamiento o placa de deslizamiento constituye un elemento estructural y funcional del módulo de freno separador de correas, sobre la cual se apoya y desliza la correa dentada auto-guiada de cada lado del módulo.

Para garantizar un deslizamiento suave en seco, se selecciona como material polietileno UHMW (PE 1000).

La sujeción de la guía de deslizamiento dentro del bastidor del módulo de freno separador de correas se realiza mediante dos tornillos que atraviesan la placa superior de aluminio y la propia guía. Los tornillos se aprietan en la placa inferior de aluminio.

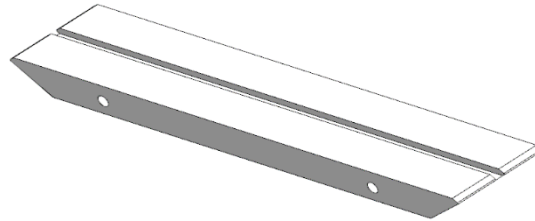


Figura 1-17. Placa de PE 1000 mecanizada. Módulo del freno separador de correas.

Módulo de freno separador de correas.

El sistema de sujeción del envase se compone de dos conjuntos idénticos, diseñados para ofrecer una solución eficiente y equilibrada. La simetría de los conjuntos se logra mediante la disposición de las placas de PE 1000 y los motores-reductores, los cuales están organizados de manera equidistante en ambos lados del sistema.

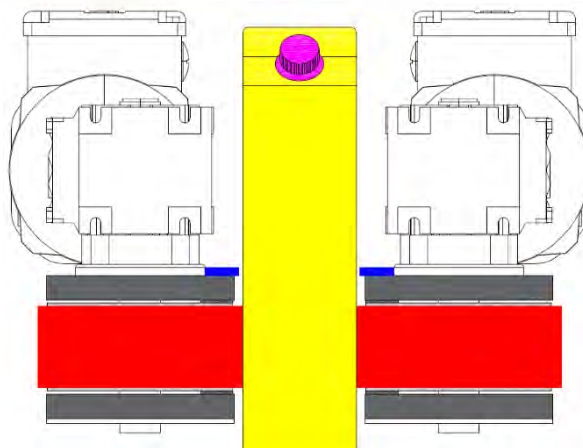


Figura 1-18. Vista frontal del freno separador de correas. Vista simplificada.

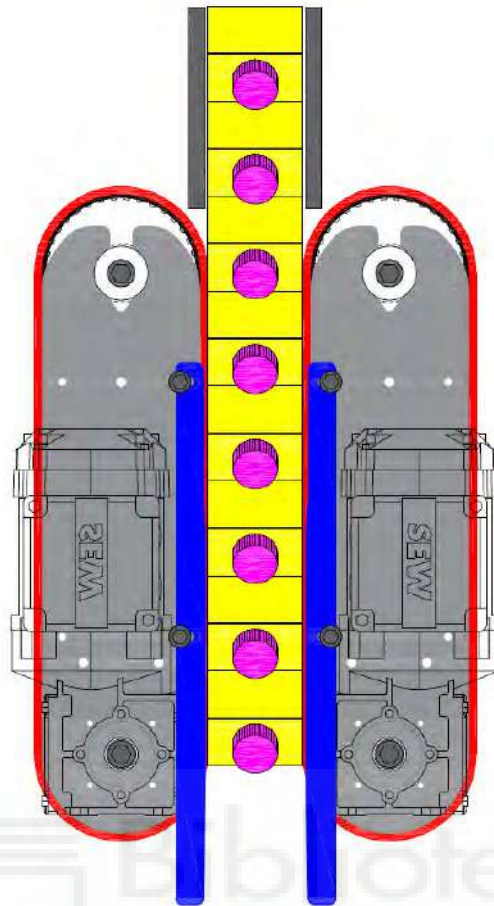


Figura 1-19. Vista en planta del freno separador de correas. Vista simplificada.

Diseño del módulo de tracción del transportador de entrada.

Los envases acceden al entorno de la estación de rotación por el transportador principal de la línea. Esto implica fabricar un módulo de tracción compatible con el bastidor del transportador. Este módulo de tracción, además, debe de tener una longitud adecuada para poder alojar parte de las barandillas y el freno separador de correas que dosificará los envases.

Potencia, tamaño y posición del motor.

El motor seleccionado se ajusta a las condiciones de los componentes y las especificaciones de las marcas proporcionadas por el cliente. Se ha optado por un motor de 0,55 kW, que cumple con la normativa de eficiencia energética IE3, garantizando un bajo consumo eléctrico y un rendimiento elevado. La velocidad de salida del reductor es de 37 vueltas a 50 Hz con un par de 133 Nm.

Un único motor está destinado a traccionar la cadena del transportador de entrada de los envases.

Su posición será horizontal y se alineará con el sistema de alimentación de los envases, procurando que el cárter del reductor quede en la posición adecuada (Inferior).

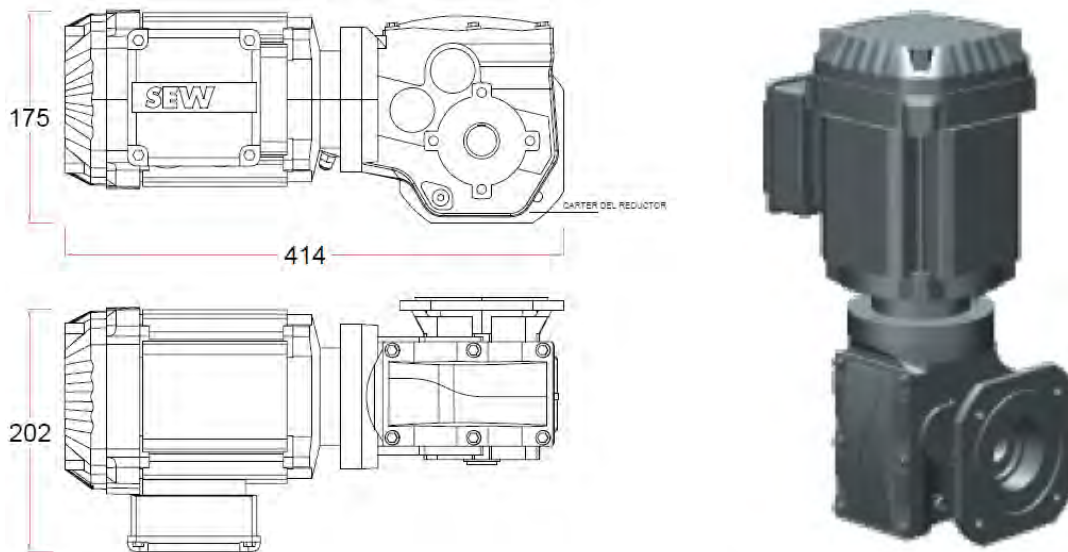


Figura 1-20. Motor-reductor SEW. 0,55 kW.

Transmisión piñón-cadena.

El sistema de transmisión está diseñado de modo que el piñón de tracción queda en la parte inferior del conjunto, en medio de dos rodillos de tensión. De ésta manera toda la parte superior queda libre de obstáculos para poder colocar el freno separador de correas y las barandillas de entrada.

-Cadena de tablillas. La cadena utilizada en el transportador de la línea es un modelo común, llamado cadena de tablillas o charnela. El paso de la cadena es de 38,1 mm, un ancho de 82,5 mm y un espesor de la tablilla superior de 4 mm. El material empleado es acetal de color marrón de baja fricción. La cadena presenta una peculiaridad, porque tiene tablillas superiores y tablillas inferiores que nos permiten reenviar la cadena apoyándola en las mismas por su parte interior. El fabricante recomienda que el piñón de tracción sea como mínimo de 9 dientes con un diámetro de 112,5 mm y que el carrete, por la parte de la flexión para tracción no sea inferior a un diámetro de 104 mm. También se recomienda no sobrepasar 40 mm de radio de curvatura para una flexión opuesta a la flexión habitual de tracción.

-Piñón dentado. El piñón de tracción seleccionado tendrá 12 dientes y un diámetro primitivo de 147,21 mm, y para efectos de cálculo, una longitud de circunferencia de 465 mm. El diámetro del piñón es adecuado para ser abrazado bien y no dañar la cadena, proporcionar un par suficiente con el motor-reductor seleccionado y para alcanzar una velocidad de 17,2 metros/minuto a una frecuencia de 50 Hz. El material del piñón dentado es poliamida (Nylon).

-Carrete y rodillos de tensión. El carrete seleccionado tendrá un diámetro de 117 mm y una forma que permite pasar la cadena dejando solamente las tablillas superiores en exterior. La posición del carrete de reenvío en la zona superior nos permite acercarnos a una distancia adecuada al siguiente conjunto de rotación.

Los rodillos de tensión tendrán un diámetro de 120 mm y permitirán el paso y la tensión de la cadena por la parte opuesta a la flexión habitual de tracción.

El material empleado tanto para el carrete como para los rodillos de tensión es POM (DELRIN) con muy buenas propiedades ante el desgaste y alta estabilidad dimensional. El carrete y los rodillos rotarán directamente sobre ejes pasantes concéntricos de acero inoxidable AISI 304, mecanizados a medida y fijados a las chapas laterales del bastidor del módulo de tracción.

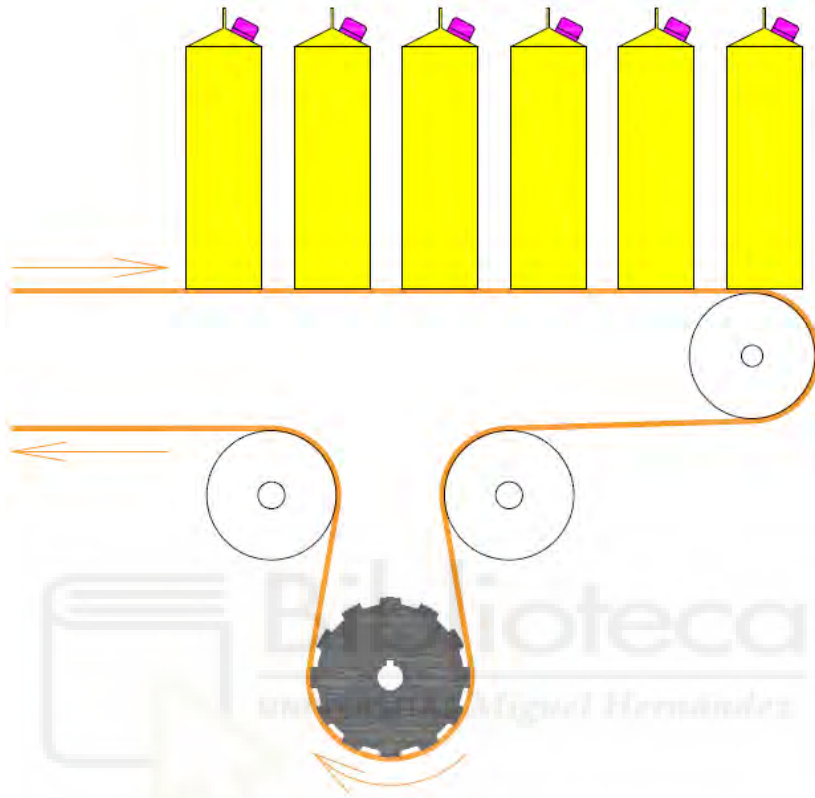


Figura 1-21. Transmisión cadena-piñón. Vista simplificada.

Transmisión motor-reductor-piñón de tracción.

El sistema de transmisión entre el motor-reductor y el piñón de tracción se montará sobre las chapas laterales del bastidor de acero inoxidable satinado de 2 mm de espesor. Las chapas que conforman el bastidor estarán separadas por varias uniones internas y los mismos ejes del carrete y rodillos de tensión. Se ajusta a una separación interna de 100mm, la misma que traerá el transportador de la línea del entorno.

El motor-reductor se fijará a la chapa lateral del bastidor mediante su brida y dos placas, una exterior y otra interior.

La transmisión del movimiento se realizará a través de un eje mecanizado, en el que se incorporan dos chavetas metálicas, una, para el acoplamiento con el reductor y otra, para el acoplamiento con el piñón de tracción.

La parte final y/o contraria del eje está soportada por un rodamiento de bolas con una silleta, el cual se fija a la chapa contraria al motor del bastidor mediante una placa de sujeción de acero inoxidable. De esta forma, el eje queda adecuadamente apoyado en ambos extremos, asegurando un funcionamiento suave y minimizando posibles desplazamientos y/o vibraciones.

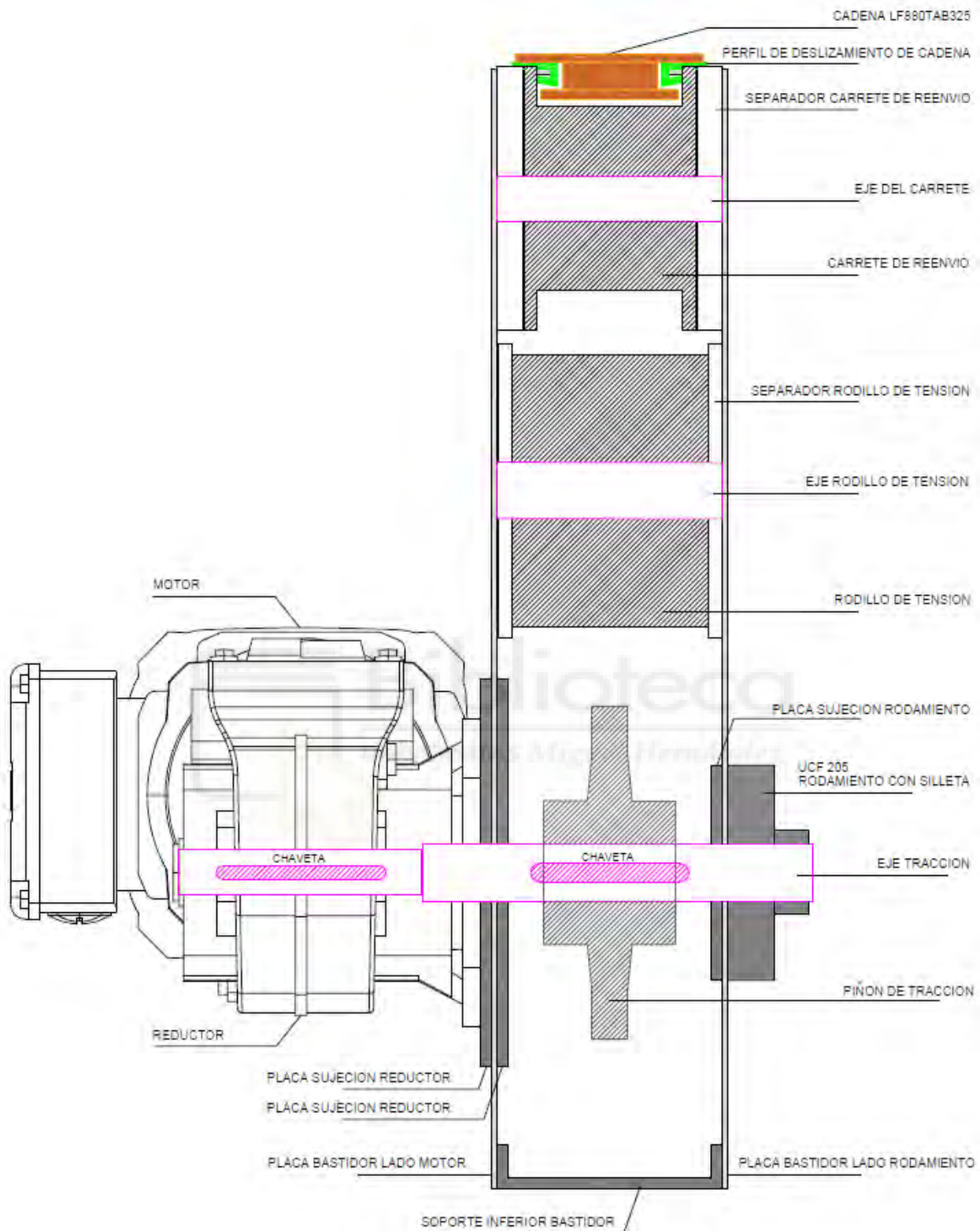


Figura 1-22. Vista frontal del módulo de tracción de transportador de entrada. Vista simplificada.

Módulo de tracción del transportador de entrada.

El módulo de tracción se fabricará de forma totalmente compatible con el bastidor del transportador de entrada. Su diseño geométrico permitirá la instalación del motor en cualquiera de los dos laterales, proporcionando flexibilidad en el montaje y una adecuada adaptación a la disposición de la línea.

El módulo incorporará una serie de orificios preparados para la fijación de los componentes necesarios para el freno separador de correas, así como soportes para la barandilla que guiará los envases en la entrada al sistema.

La longitud total del conjunto se fabricará a medida, con el objetivo de no superar las dimensiones máximas admisibles y evitar cualquier interferencia con la envergadura global de la estación de rotación.

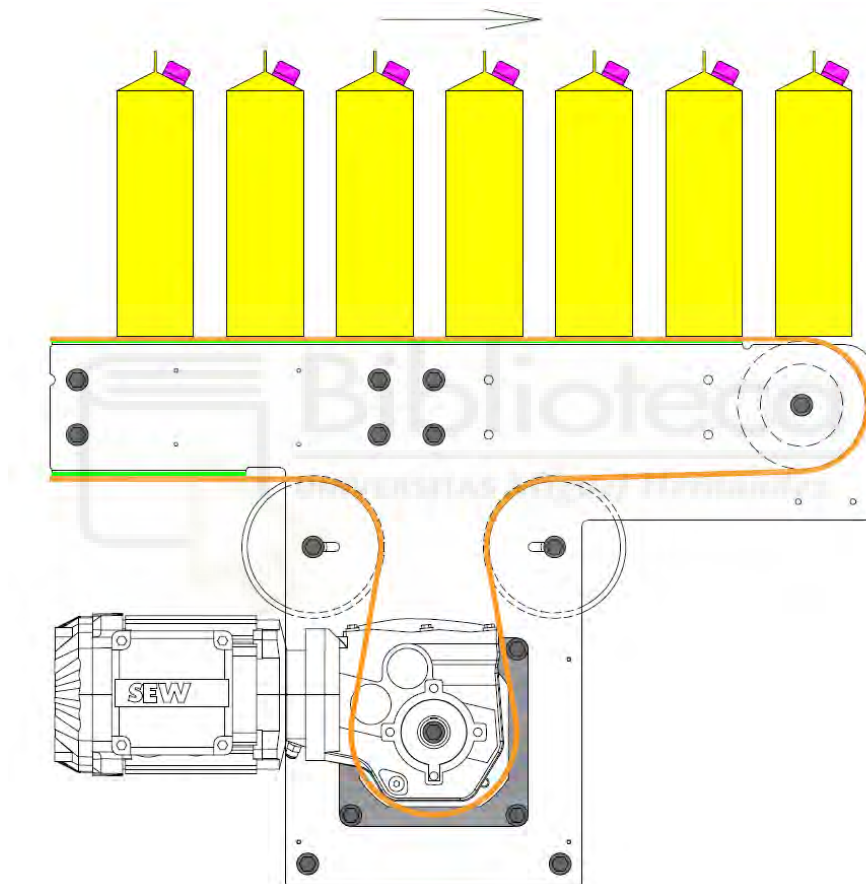


Figura 1-23. Vista lateral del módulo de tracción de transportador de entrada. Vista simplificada.

CONJUNTO COMPLETO de dosificado equidistante.

La longitud total del conjunto de dosificado abarcará el alojamiento parcial de las barandillas y del freno separador de correas encargado del dosificado de los envases.

El soporte sobre el que irá montado el freno separador dispondrá de correderas que permitirán realizar un ajuste fino de su posición. Dicho soporte se suplementará con pletinas, con el objetivo de evitar interferencias con los tornillos de sujeción del eje de reenvío.

Unas guías de acero inoxidable pulidas se montarán sobre las placas superiores de aluminio del bastidor del freno separador, cuya función será guiar los envases a la salida del mismo.

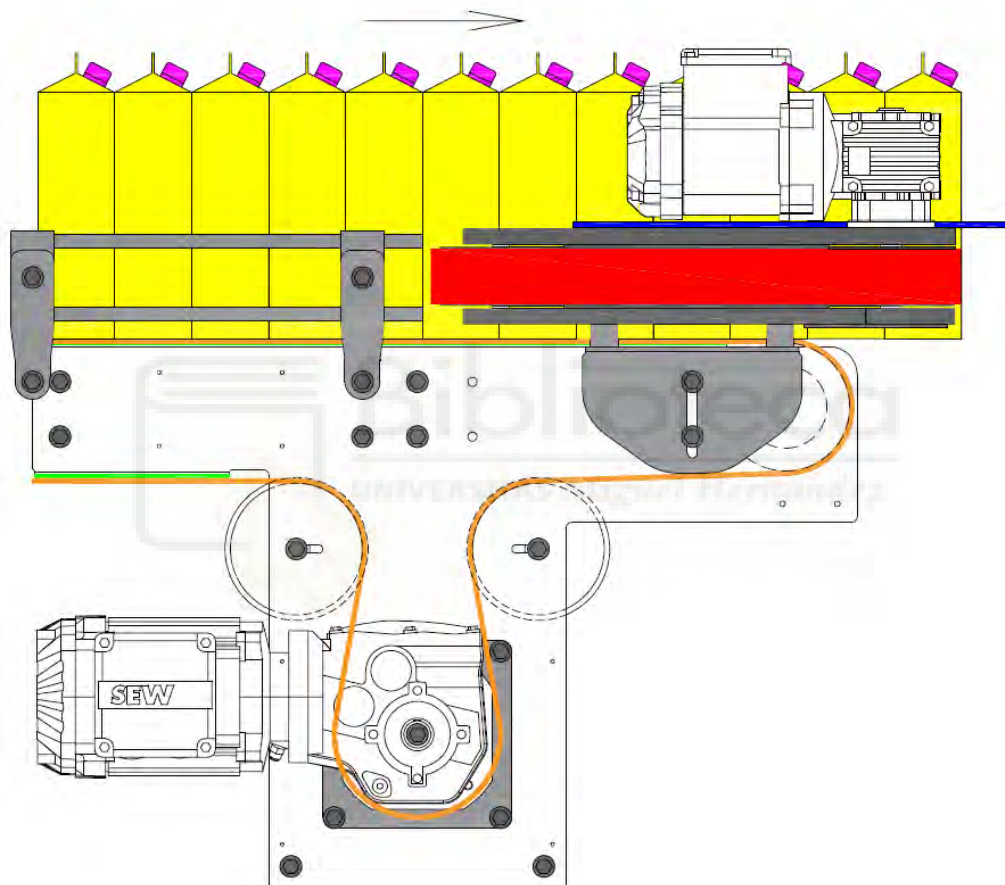


Figura 1-24. Vista lateral del conjunto de dosificado equidistante. Vista simplificada.

1.5.1.3.2. Rotación.

Dosificado equidistante traslada los envases a un segundo conjunto donde se lleva a cabo la rotación de los mismos.

Diseño del conjunto de rotación.

En éste conjunto, los envases se apoyan por la base sobre dos bandas modulares paralelas que mantienen el mismo sentido de avance, pero operan a velocidades diferentes. La diferencia de velocidades entre ambas bandas y sus posiciones geométricas generan la rotación del envase hasta alcanzar la orientación requerida.

Potencia, tamaño y posición del motor.

El motor seleccionado se ajusta a las condiciones de los componentes y las especificaciones de las marcas proporcionadas por el cliente. Se ha optado por un motor de 0,37 kW, que cumple con la normativa de eficiencia energética IE3, garantizando un bajo consumo eléctrico y un rendimiento elevado. La velocidad de salida del reductor es de 36 vueltas a 50 Hz con un par de 62 Nm.

Cada motor está destinado a traccionar un único lateral, una sola banda modular de éste conjunto. La posición de los motores será horizontal y se alinearán con el sentido de avance de los envases, procurando que el cárter del reductor quede en la posición adecuada (Inferior).

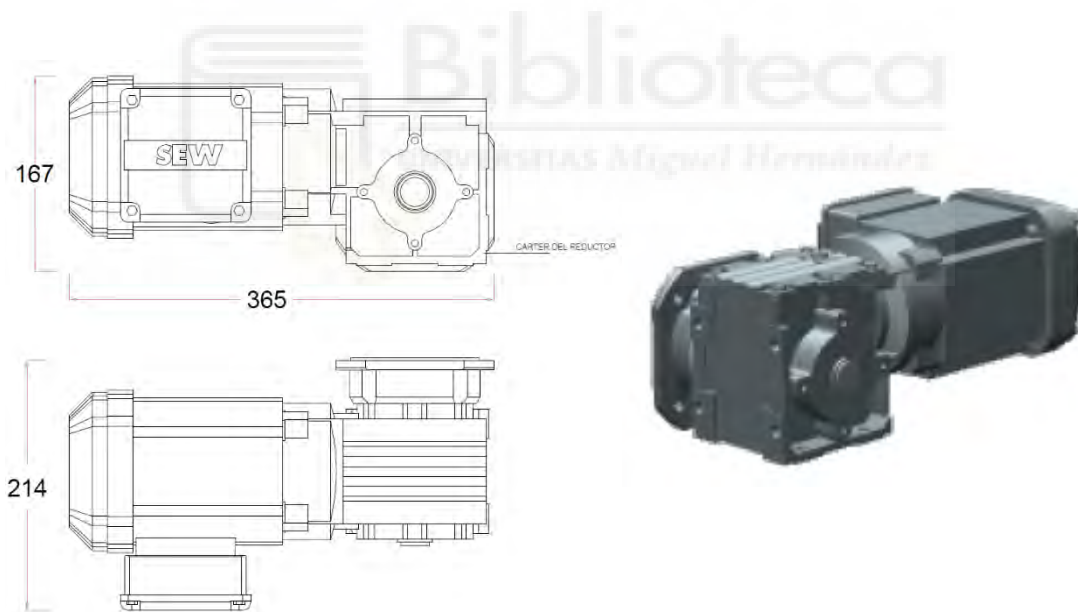


Figura 1-25. Motor-reductor SEW. 0,37 kW.

Transmisión piñón-banda modular.

El sistema de transmisión está diseñado de modo que el piñón de tracción queda en la parte inferior del conjunto, en medio de dos rodillos de tensión. De ésta manera toda la parte superior queda libre de obstáculos proporcionando un acceso libre y dejando los extremos de reenvío con rodillos de un diámetro muy reducido.

-*Banda modular.* La banda seleccionada para rotar y trasladar los envases en el conjunto de rotación es un modelo NTB C fabricado por UNI. El paso de la banda es de 8 mm, un ancho de 76 mm y un espesor de 6 mm. El material empleado es acetal de baja fricción de color azul. La gran ventaja de la banda es su paso. El pequeño paso de 8 mm nos permitirá abrazar un rodillo de diámetro muy reducido, en nuestro caso de diámetro 16 mm.

-*Piñón dentado.* Para lograr una buena tracción y una velocidad adecuada a 50 Hz se selecciona un piñón de 60 dientes y diámetro 152,9 mm, y para efectos de cálculo, una longitud de circunferencia de 475 mm. El diámetro del piñón es adecuado para proporcionar un par suficiente con el motor-reductor seleccionado y para alcanzar una velocidad de 17,1 metros/minuto a una frecuencia de 50 Hz. El material del piñón dentado es poliamida (Nylon).

-*Rodillos de reenvío y rodillos de tensión.* Se seleccionan dos tipologías de rodillos de reenvío, superiores e inferiores. Los rodillos superiores tendrán un diámetro de 16 mm y su función será reenviar la banda en los extremos permitiendo, además, gracias a su reducido diámetro, un mayor acercamiento del conjunto con el siguiente. Los rodillos inferiores tendrán un diámetro de 50 mm y su función será reenviar la banda en la posición determinada y reducir el ángulo con el que se abraza la banda en los rodillos superiores.

Los rodillos de tensión tendrán un diámetro de 120 mm y permitirán el paso y la tensión de la banda por la parte opuesta a la flexión habitual de tracción.

El material empleado para los rodillos es POM (DELRIN) con muy buenas propiedades ante el desgaste y alta estabilidad dimensional.

Todos los rodillos rotarán directamente sobre ejes pasantes concéntricos de acero inoxidable AISI 304, mecanizados a medida y fijados a las chapas laterales del bastidor del módulo de rotación.

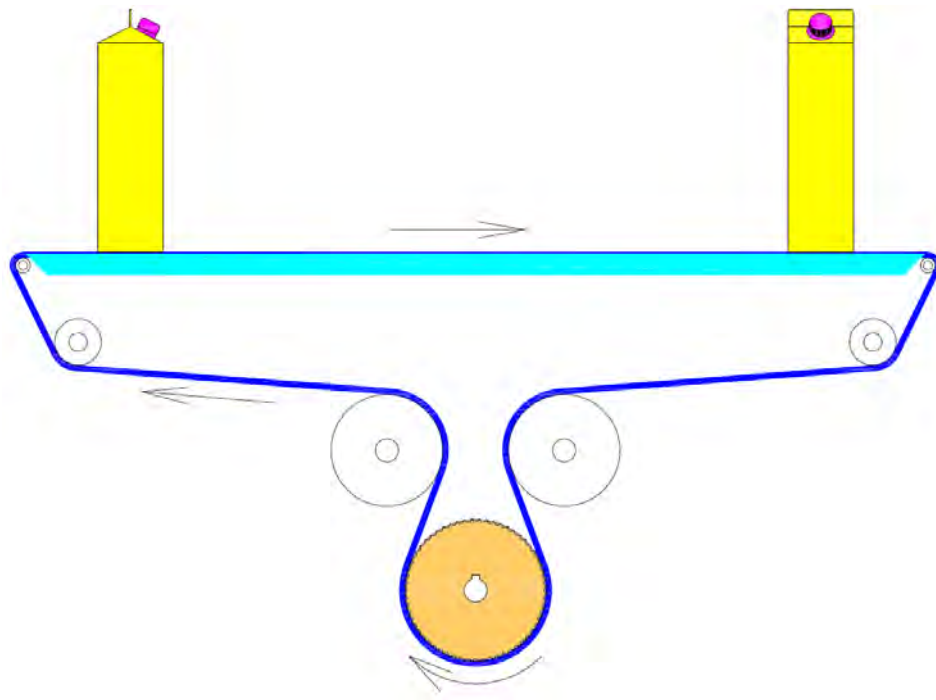


Figura 1-26. Transmisión banda-piñón. Vista simplificada.

Transmisión motor-reductor-piñón de tracción.

El sistema de transmisión entre el motor-reductor y el piñón de tracción se montará sobre las chapas laterales del bastidor, cortadas en acero inoxidable satinado de 3 mm de espesor.

Las chapas que conforman el bastidor estarán separadas mediante diversas uniones internas, así como por los propios ejes de los rodillos de reenvío y de tensión. La separación interna se fija en 204 mm, lo que permitirá alojar dos bandas en función de su anchura.

El motor-reductor se fijará directamente a la chapa lateral del bastidor mediante su brida, atornillada a la misma.

La transmisión del movimiento se realizará a través de un eje mecanizado, en el que se incorporarán dos chavetas metálicas, una para el acoplamiento con el reductor y otra para el acoplamiento con el piñón de tracción.

En éste conjunto, los ejes trabajarán en voladizo por dos motivos. En primer lugar, porque no soportarán grandes esfuerzos, y, en segundo lugar, por la disposición de la tracción contraria o colindante.

Aunque los ejes queden apoyados únicamente en el interior de los reductores, ésta configuración no afectará al correcto funcionamiento del sistema, garantizando un funcionamiento suave y sin vibraciones.

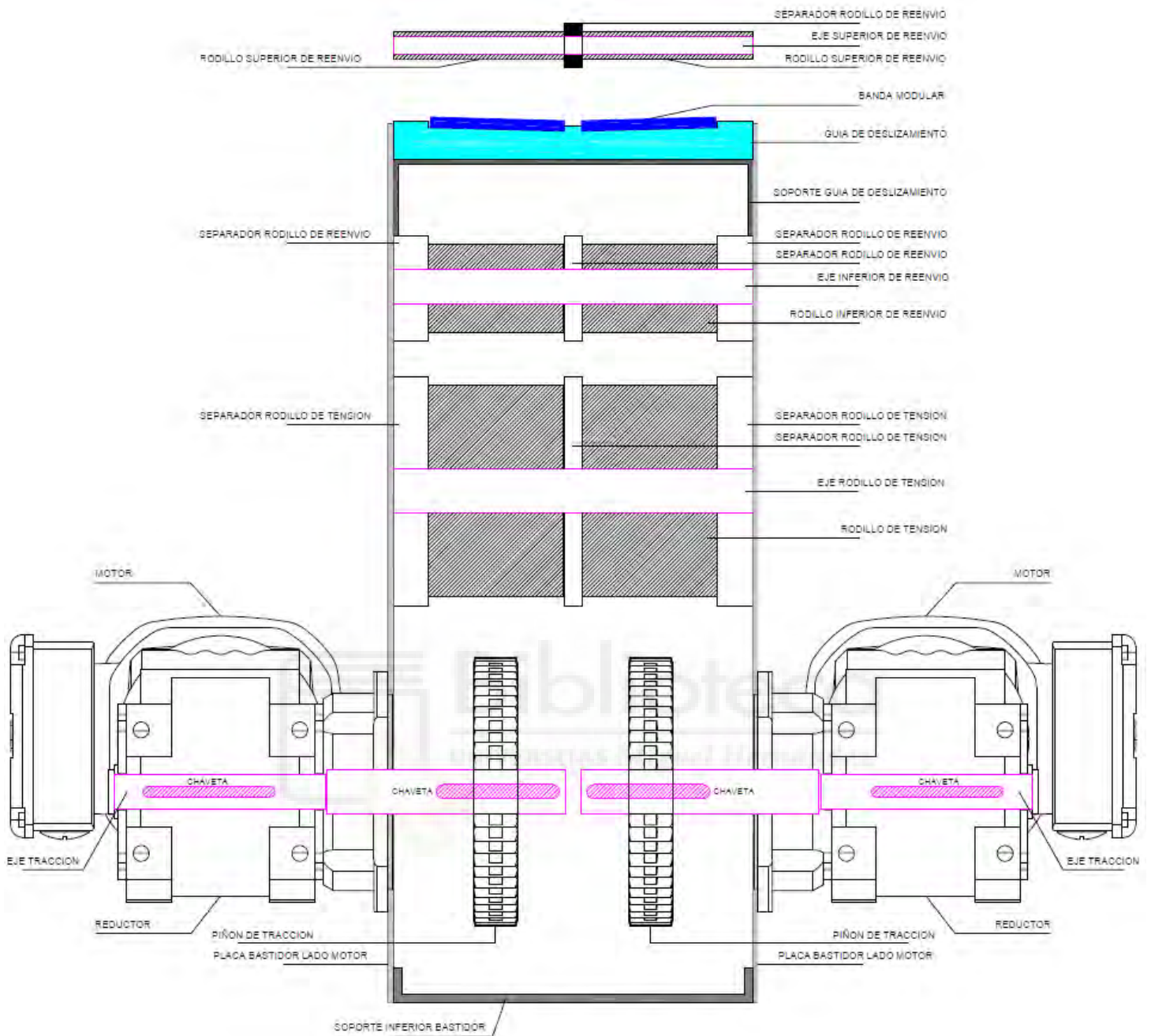


Figura 1-27. Vista frontal del conjunto de rotación. Vista simplificada.

Guía de deslizamiento para las bandas modulares del conjunto de rotación.

La guía de deslizamiento o placa de deslizamiento constituye un elemento estructural y funcional del conjunto de rotación, sobre la cual se apoyan y deslizan las bandas modulares. El recorrido de dichas bandas viene determinado por la geometría del mecanizado realizado en la superficie de la guía.

Para garantizar un deslizamiento suave en seco, se selecciona como material polietileno UHMW (PE 1000).

La sujeción de la guía de deslizamiento al bastidor del conjunto de rotación se realiza mediante cuatro tornillos sobre los soportes en forma de U que, a través de correderas dispuestas en las chapas laterales, permiten el ajuste preciso de la altura de la guía.

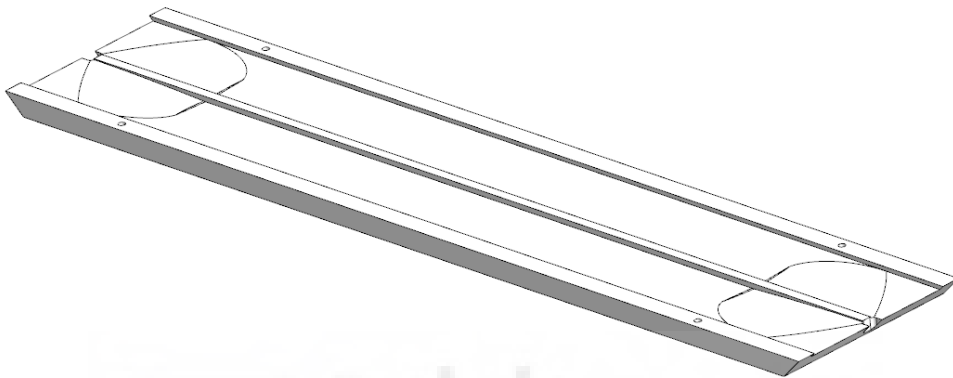


Figura 1-28. Placa de PE 1000 mecanizada. Conjunto de rotación.

CONJUNTO COMPLETO de rotación.

El conjunto completo de rotación presenta una geometría simétrica, tanto en la disposición de los componentes internos y externos como en el conjunto estructural.

Para garantizar una unión firme y estable con el conjunto de tracción del transportador de entrada, se emplearán dos escuadras, una a cada lado del conjunto. Dichas escuadras se fijarán mediante tornillería a través de correderas, lo que permitirá realizar un ajuste fino durante el montaje.

Un calibrado macizo de 6 mm, fabricado en acero inoxidable AISI 304, separará el conjunto por la parte superior del módulo posterior de recepción. Dicho calibrado se fija mediante pletinas en ambos lados, permitiendo aproximar las bandas en sus reenvíos superiores de ambos conjuntos.

La longitud del conjunto de rotación se fabricará a medida, con el objetivo de permitir la rotación del envase de forma suave y segura, evitando al mismo tiempo exceder las dimensiones globales que pudieran afectar a la envergadura total de la estación de rotación.

No está prevista la instalación de barandillas laterales en éste conjunto.

Se dispondrá de varios orificios destinados a la colocación de soportes para fotocélulas.

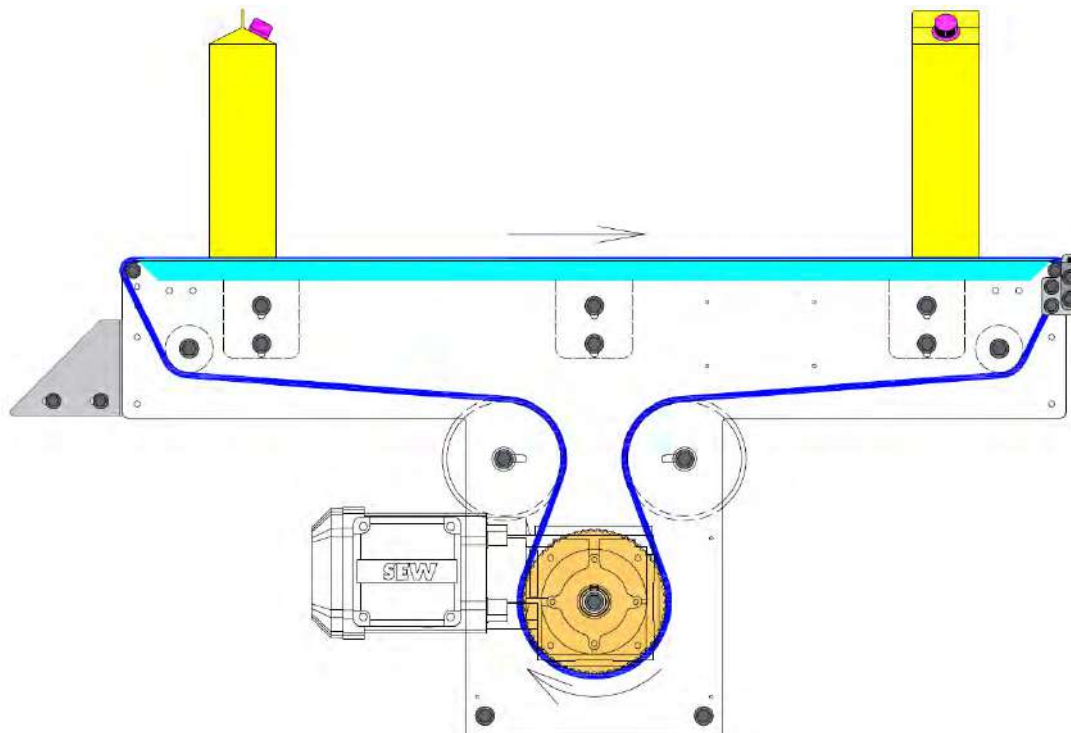


Figura 1-29. Vista lateral del conjunto completo de rotación. Vista simplificada.

1.5.1.3.3. Evacuación.

Una vez completado el proceso de rotación, los envases avanzan hacia un tercer conjunto, conjunto de evacuación. Este conjunto se subdivide en 2 módulos:

- Recepción, guiado e inspección.
- Reenvío hacia el transportador de la línea.

Diseño del módulo de recepción, guiado e inspección.

La función del módulo de recepción es recoger y trasladar hacia el reenvío los envases procedentes del conjunto de rotación. Este módulo estará equipado con una banda modular idéntica a la utilizada en el conjunto de rotación, asegurando la compatibilidad geométrica en aproximación entre ambas.

Dos levas con superficie de contacto pulida, una a cada lado, guiarán y centrarán los envases durante su salida del conjunto de rotación.

Los envases centrados circularán por la banda del módulo de recepción y podrán ser inspeccionados por un dispositivo destinado para tal fin.

Potencia, tamaño y posición del motor.

El motor seleccionado se ajusta a las condiciones de funcionamiento de los componentes y a las especificaciones de las marcas proporcionadas por el cliente. Se ha optado por un motor de 0,37 kW, conforme a la normativa de eficiencia energética IE3, lo que garantiza un bajo consumo eléctrico y un alto rendimiento.

La velocidad de salida del reductor es de 36 rpm a 50 Hz, con un par nominal de 62 Nm. Este motor está destinado a la tracción de la banda modular de éste conjunto. Su posición será horizontal, alineada con el sentido de avance de los envases, procurando que el cárter del reductor quede ubicado en la posición inferior, conforme a las recomendaciones de montaje.

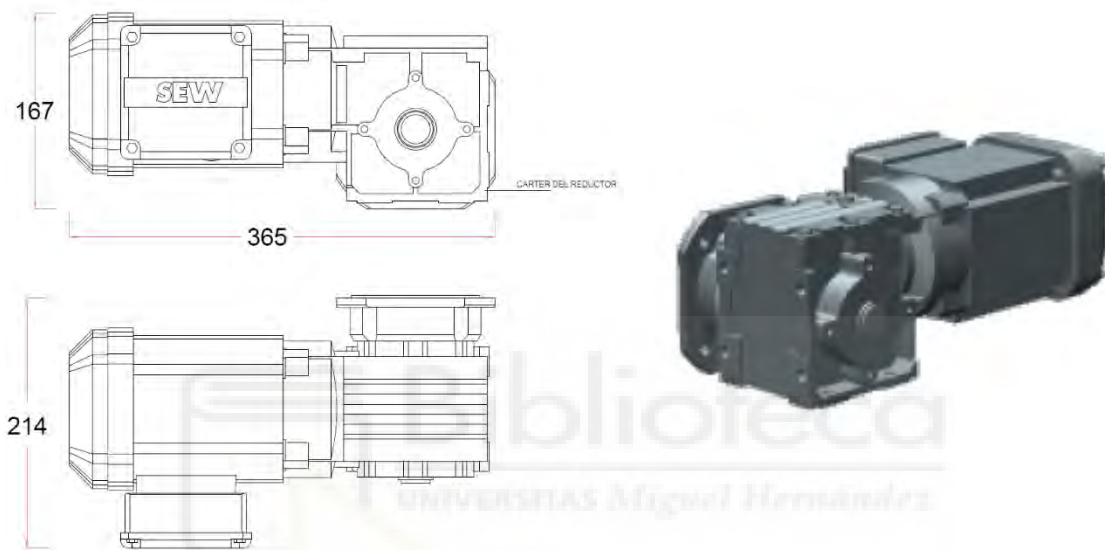


Figura 1-30. Motor-reductor SEW. 0,37 kW.

Transmisión piñón-banda modular.

El sistema de transmisión está diseñado de modo que el piñón de tracción queda en la parte inferior del conjunto, en medio de dos rodillos de tensión. De ésta manera toda la parte superior queda libre de obstáculos proporcionando un acceso libre y dejando los extremos de reenvío con rodillos de un diámetro muy reducido.

-Banda modular. La banda seleccionada para trasladar los envases por el módulo de recepción es un modelo NTB C fabricado por UNI. El paso de la banda es de 8 mm, un ancho de 76 mm y un espesor de 6 mm. El material empleado es acetal de baja fricción de color azul. La gran ventaja de la banda es su paso. El pequeño paso de 8 mm nos permitirá abrazar un rodillo de diámetro muy reducido, en nuestro caso de diámetro 16 mm.

-Piñón dentado. Para lograr una buena tracción y una velocidad adecuada a 50 Hz se selecciona un piñón de 60 dientes y diámetro 152,9 mm, y para efectos de cálculo, una longitud de circunferencia de 475 mm. El diámetro del piñón es adecuado para proporcionar un par suficiente con el motor-reductor seleccionado y para alcanzar una velocidad de 17,1 metros/minuto a una frecuencia de 50 Hz. El material del piñón dentado es poliamida (Nylon).

-*Rodillos de reenvío y rodillos de tensión.* Se seleccionan dos tipologías de rodillos de reenvío, superiores e inferiores. Los rodillos superiores tendrán un diámetro de 16 mm y su función será reenviar la banda en los extremos permitiendo, además, gracias a su reducido diámetro, un mayor acercamiento del conjunto con el siguiente. Los rodillos inferiores tendrán un diámetro de 50 mm y su función será reenviar la banda en la posición determinada y reducir el ángulo con el que se abraza la banda en los rodillos superiores.

Los rodillos de tensión tendrán un diámetro de 120 mm y permitirán el paso y la tensión de la banda por la parte opuesta a la flexión habitual de tracción.

El material empleado para los rodillos es POM (DELRIN) con muy buenas propiedades ante el desgaste y alta estabilidad dimensional.

Todos los rodillos rotarán directamente sobre ejes pasantes concéntricos de acero inoxidable AISI 304, mecanizados a medida y fijados a las chapas laterales del bastidor del módulo de rotación.

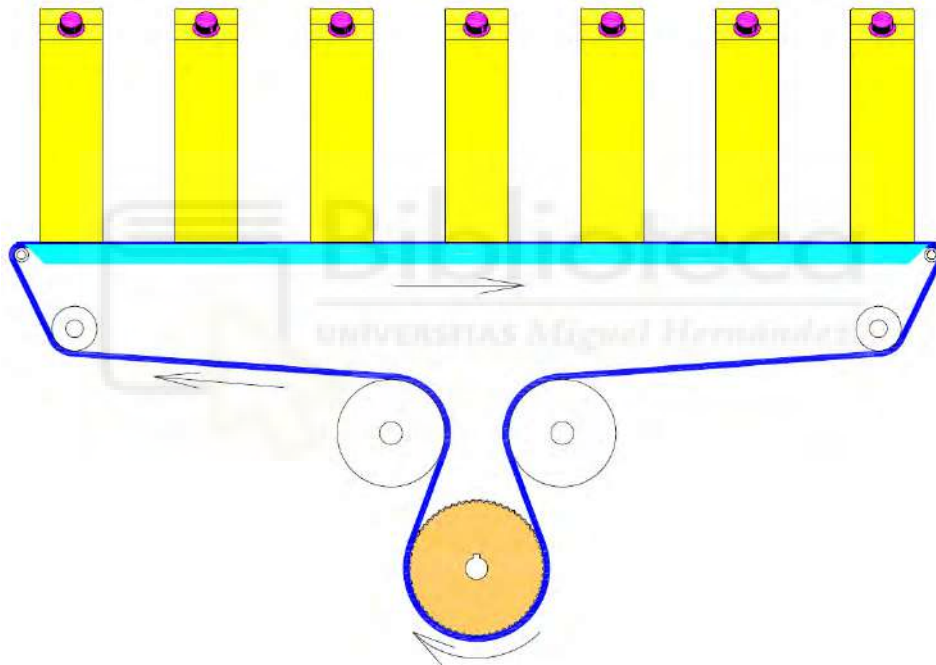


Figura 1-31. Transmisión banda-piñón. Vista simplificada.

Transmisión motor-reductor-piñón de tracción.

El sistema de transmisión entre el motor-reductor y el piñón de tracción se montará sobre una de las chapas laterales del bastidor, cortadas en acero inoxidable satinado de 3 mm de espesor.

Las chapas que conforman el bastidor estarán separadas mediante diversas uniones internas, así como por los propios ejes de los rodillos de reenvío y de tensión. La separación interna se fija en 80 mm, lo que permitirá alojar la banda en función de su anchura.

El motor-reductor se fijará directamente a la chapa lateral del bastidor mediante su brida, atornillada a la misma.

La transmisión del movimiento se realizará a través de un eje mecanizado, en el que se incorporarán dos chavetas metálicas, una para el acoplamiento con el reductor y otra para el acoplamiento con el piñón de tracción.

En éste conjunto, el eje trabajará en voladizo, porque no soportará grandes esfuerzos.

Aunque el eje quede apoyado únicamente en el interior del reductor, ésta configuración no afectará al correcto funcionamiento del sistema, garantizando un funcionamiento suave y sin vibraciones.



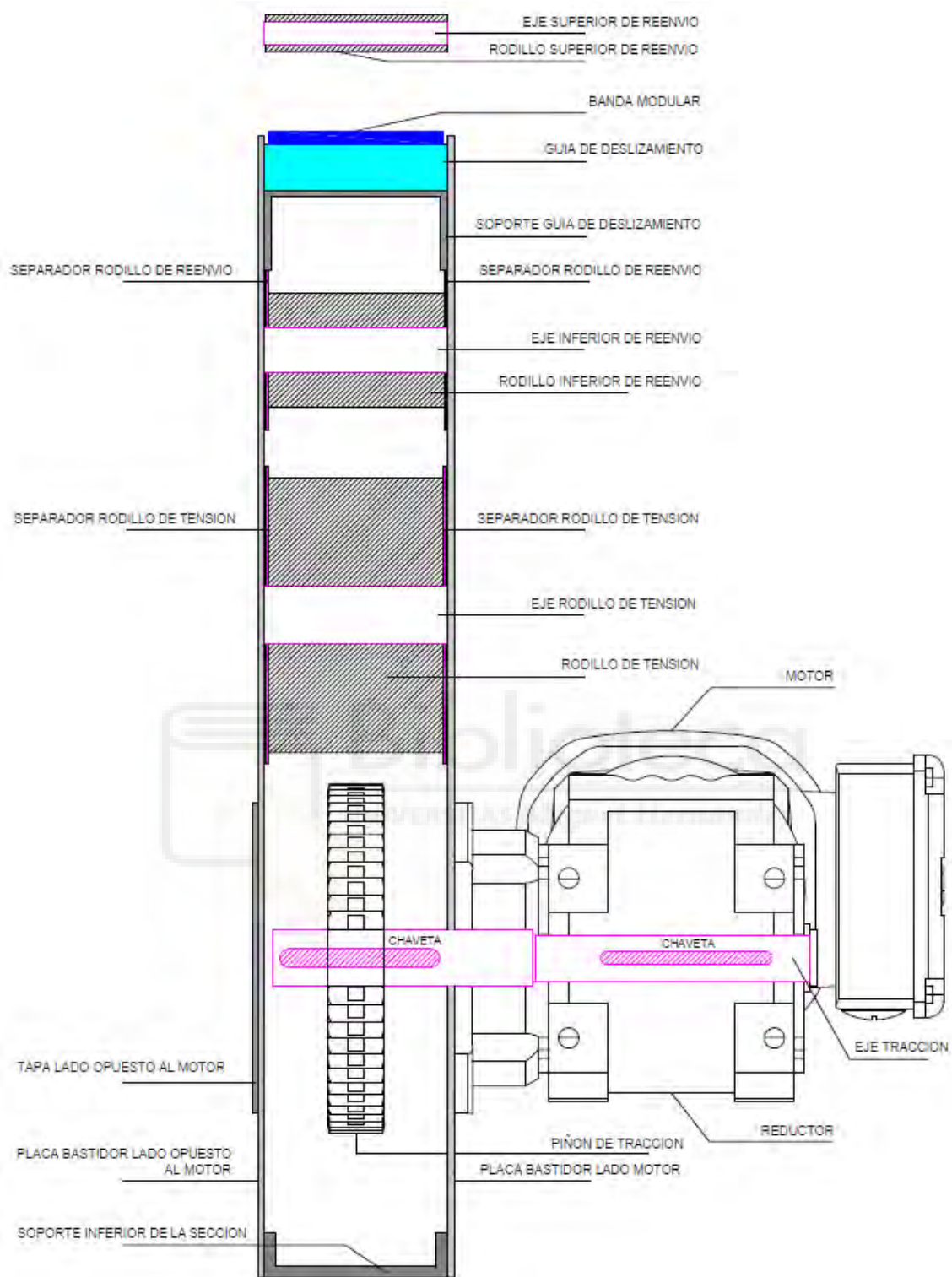


Figura 1-32. Vista frontal del módulo de recepción. Vista simplificada.

Guía de deslizamiento para la banda modular del módulo de recepción.

La guía de deslizamiento o placa de deslizamiento constituye un elemento estructural y funcional del módulo de recepción, sobre la cual se apoya y desliza la banda modular. Para garantizar un deslizamiento suave en seco, se selecciona como material polietileno UHMW (PE 1000).

La sujeción de la guía de deslizamiento al bastidor del módulo de recepción se realiza mediante tres tornillos sobre los soportes en forma de U que, a través de correderas dispuestas en las chapas laterales, permiten el ajuste preciso de la altura de la guía.

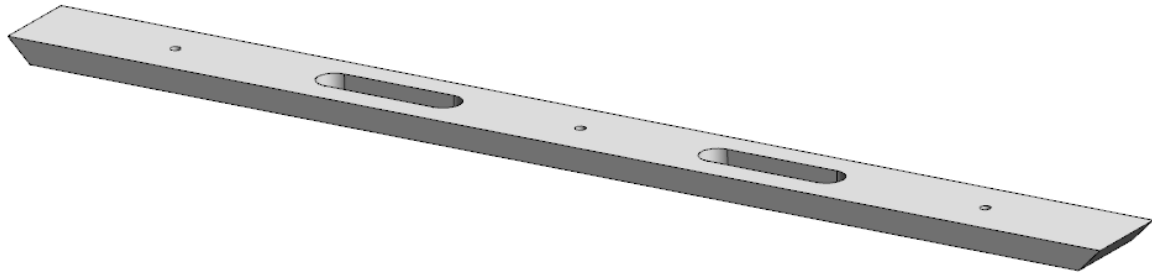


Figura 1-33. Placa de PE 1000 mecanizada. Módulo de recepción.

Recepción, guiado e inspección.

Este módulo presenta una geometría simétrica en la disposición de los componentes internos y en el conjunto estructural. El motor de tracción se quedará colocado en un lateral. En el lateral opuesto al motor se colocará una tapa.

Para garantizar una unión firme y estable con el conjunto de rotación, se emplearán dos escuadras, una a cada lado del módulo. Dichas escuadras se fijarán mediante tornillería a través de correderas, lo que permitirá realizar un ajuste fino durante el montaje.

A la entrada del módulo de recepción, los envases se apoyarán lateralmente sobre dos levas de polietileno UHMW PE 1000, dispuestas sobre soportes de acero inoxidable y situadas a la altura del fondo del envase. La función de estas placas será guiar y centrar los envases procedentes del conjunto de rotación.

La longitud del módulo de recepción se fabricará a medida con el objetivo de permitir colocar el dispositivo de verificación de envases, en caso necesario, y, dejar espacio necesario para conectar, de forma lateral solapada, el módulo de reenvío en cualquiera de los dos laterales. Al mismo tiempo, se evitará exceder las dimensiones globales que pudieran afectar a la envergadura total de la estación de rotación.

No está prevista la instalación de barandillas laterales en éste conjunto.

Se dispondrá de varios orificios destinados a la colocación de soportes para fotocélulas.

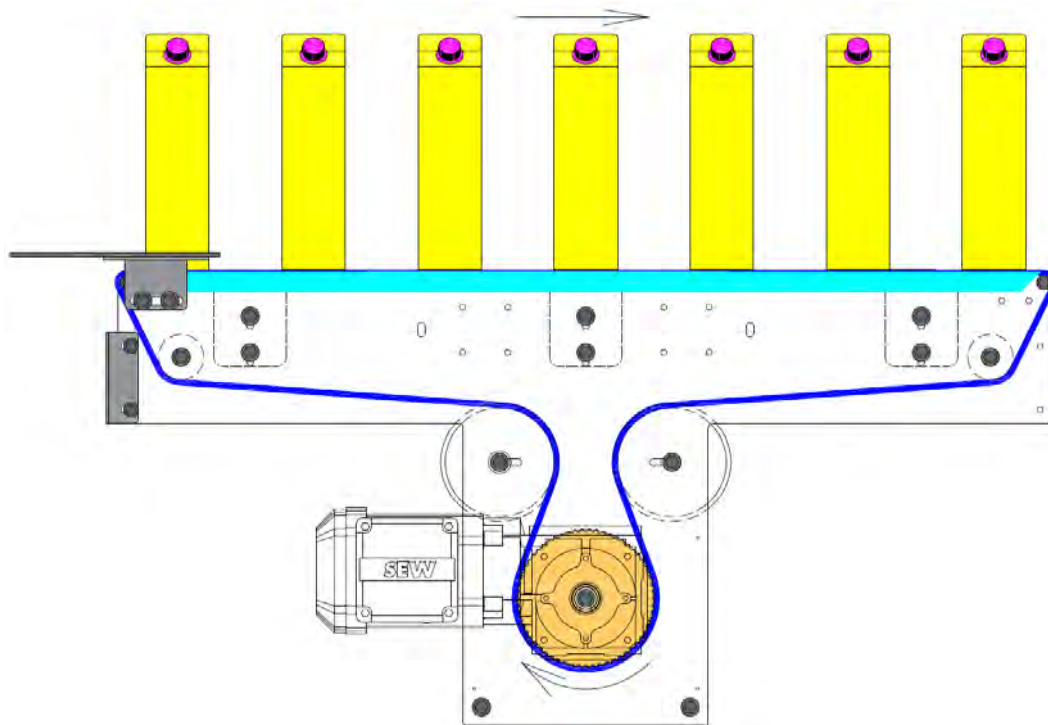


Figura 1-34. Vista lateral del módulo de recepción. Vista simplificada.

1.5.1.3.4. Diseño del módulo de reenvío hacia el transportador de la línea.

Los envases acceden a la estación de rotación a través del transportador principal de la línea y, una vez finalizado el proceso de rotación e inspección, deben abandonarla por el mismo. Esta condición requiere el diseño y fabricación de un módulo de reenvío totalmente compatible con el bastidor del transportador de la línea, al igual que en el conjunto de tracción.

La transferencia de los envases desde el módulo de recepción hasta el módulo de reenvío se realizará de manera lateral, solapando ambos módulos una determinada longitud y manteniendo un espacio mínimo entre la banda del módulo de recepción y la cadena del módulo de reenvío hacia el transportador de la línea. Esta configuración permitirá una transferencia suave, continua y segura de los envases.

Potencia, tamaño y posición del motor.

El módulo descrito corresponde exclusivamente al módulo de reenvío, por lo que no dispone de motor ni de accionamiento propio.

Transmisión piñón-cadena.

Al tratarse de un módulo de reenvío, no existe sistema de transmisión para tracción. El conjunto está formado por un bastidor compuesto por dos chapas laterales de acero inoxidable plegadas y un carrete de reenvío.

-Cadena de tablillas. La cadena utilizada en el transportador de la línea es un modelo común, llamado cadena de tablillas o charnela. El paso de la cadena es de 38,1 mm, un ancho de 82,5 mm y un espesor de la tablilla superior de 4 mm. El material empleado es

acetal de color marrón de baja fricción. La cadena presenta una peculiaridad, porque tiene tablillas superiores y tablillas inferiores que nos permiten reenviar la cadena apoyándola en las mismas por su parte interior. El fabricante recomienda que el carrete no sea inferior a un diámetro de 104 mm.

-*Piñón dentado*. Este módulo no incorpora piñón dentado de tracción, dado que no existe accionamiento motorizado.

-*Carrete de reenvío*. El carrete seleccionado tendrá un diámetro de 117 mm y una geometría que permite el paso de la cadena dejando únicamente las tablillas superiores en el exterior. El carrete se situará al inicio del módulo de reenvío, en la zona de incorporación al transportador de la línea.

El material empleado para el carrete es POM (DELRIN) con muy buenas propiedades ante el desgaste y alta estabilidad dimensional.

El carrete rotará directamente sobre eje pasante concéntrico de acero inoxidable AISI 304, mecanizado a medida y fijado a las chapas laterales del módulo de reenvío.

Rodillos de tensión. No se contemplan rodillos de tensión en el diseño de éste módulo de reenvío.

Reenvío hacia el transportador de la línea.

El módulo de reenvío presenta una geometría particular.

La anchura del módulo en la parte de solapamiento es inferior a la parte que conectaría con el transportador de la línea. La razón de ello es la separación entre la banda y la cadena, que debe de ser mínima.

La altura del módulo en la parte de reenvío es inferior a la parte que conectaría con el transportador de la línea. La razón de ello es el diámetro del carrete de reenvío, que es inferior a la altura del bastidor del transportador de la línea.

Las chapas laterales que forman el módulo de reenvío presentan simetría en forma, pero no en corte de chapa. La razón de ello es evitar el choque con los tornillos presentes en el módulo de recepción una vez juntados ambos conjuntos.

Para garantizar una unión firme y estable con el módulo de recepción, se empleará una escuadra de unión montada en la parte lateral del módulo de reenvío y una corredera pasante en la chapa del módulo de recepción, y coincidente con un orificio, a través del cual, se sujetará el eje de reenvío. La escuadra se fijará mediante tornillería a través de correderas, lo que permitirá realizar un ajuste fino durante el montaje.

La longitud del módulo de reenvío se fabricará a medida con el objetivo de evacuar los envases de forma suave y segura hacia el transportador de la línea, evitando al mismo tiempo exceder las dimensiones globales que pudieran afectar a la envergadura total de la estación de rotación.

Se dispondrá de varios orificios destinados a la colocación de barandillas laterales, en las que se apoyarán los envases al salir.

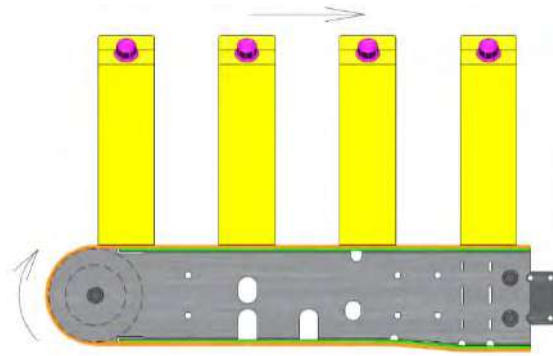


Figura 1-35. Vista lateral del módulo de reenvío. Chapa interior. Vista simplificada.

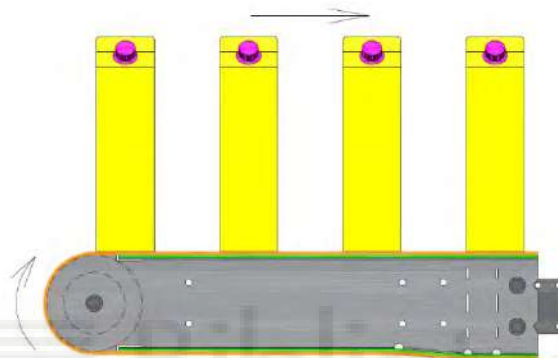


Figura 1-36. Vista lateral del módulo de reenvío. Chapa exterior. Vista simplificada.

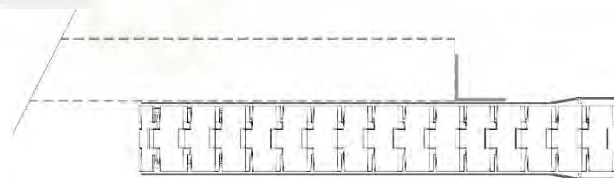


Figura 1-37. Vista en planta del módulo de reenvío. Vista simplificada.

CONJUNTO COMPLETO de evacuación.

El conjunto completo de evacuación presenta una geometría que nos ofrece la posibilidad de colocar el motor en un lado u otro, colocar el módulo de reenvío en un lado u otro y colocar el sistema de verificación de los envases en un lado u otro.

La longitud del conjunto completo de evacuación se fabricará a medida, con el objetivo de no exceder de las dimensiones globales que pudieran afectar a la envergadura total de la estación de rotación.

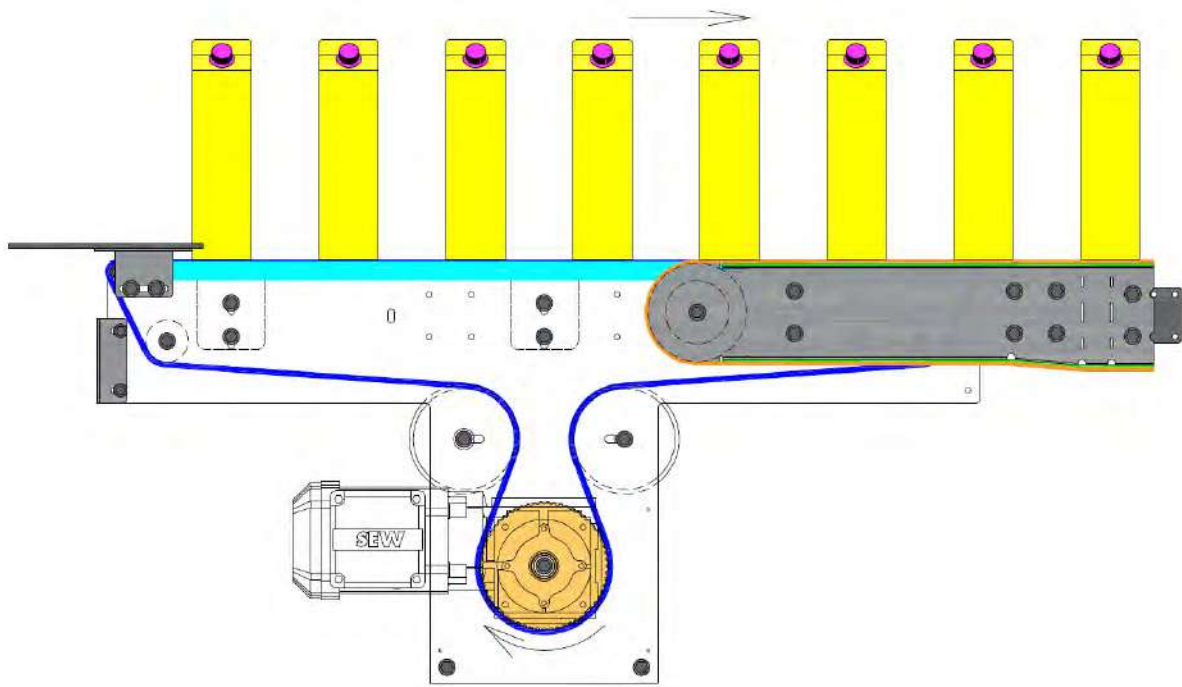


Figura 1-38. Vista lateral del conjunto de evacuación. Vista simplificada.

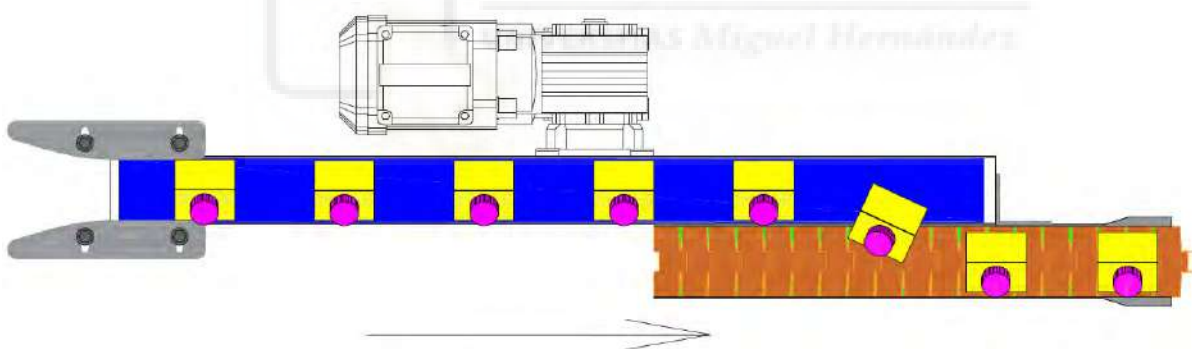


Figura 1-39. Vista en planta del conjunto de evacuación. Vista simplificada.

1.6. Fase de fabricación y ensamblaje.

La fase de fabricación se dividirá en dos procesos:

- Fabricación interna.
- Fabricación externa.

La fase de ensamblaje será un proceso interno.

1.6.1. Fabricación interna.

Todos los elementos y procesos susceptibles de ser ejecutados internamente, cumpliendo los requisitos de plazo, calidad y capacidad productiva, se llevarán a cabo mediante fabricación interna, empleando medios y recursos propios de la empresa.

El alcance de la fabricación interna comprende:

- Bastidor o estructura de apoyo común.
- Mecanizado de ejes motrices, de ejes de reenvío y separadores.
- Mecanizado de los rodillos.
- Mecanizado de placas de polietileno UHMW (PE 1000).
- Acabado de los productos semiacabados.

Nota general:

Salvo indicación expresa en plano, se aplicarán las tolerancias generales conforme a la norma ISO 2768:

- Clase m para dimensiones lineales.
- Clase K para tolerancias geométricas.

Las roscas se definirán de acuerdo con la norma ISO metric screw thread, empleando:

- Tolerancia 6H para roscas interiores.
- Tolerancia 6g para roscas exteriores.

1.6.1.1. Bastidor o estructura de apoyo.

La estación de rotación por bandas inferiores se compondrá de tres conjuntos principales: dosificado equidistante, rotación y evacuación. Las uniones mediante pletinas plegadas o escuadras garantizarán uniones firmes y estables, además de permitir ajustes finos entre conjuntos por la parte superior. Para asegurar la estabilidad del sistema y proporcionar un soporte adecuado a los distintos conjuntos, se fabricará un bastidor o estructura de apoyo común.

El bastidor tiene como función principal alojar y soportar los diferentes conjuntos del sistema, garantizando su correcta posición relativa y evitando desplazamientos entre ellos. Asimismo, se encarga de transmitir las cargas al suelo y de absorber o amortiguar las vibraciones generadas durante el funcionamiento de la estación.

Se ha seleccionado acero inoxidable AISI 304 como material estructural del bastidor. Esta elección se justifica por su excelente resistencia a la corrosión y a la oxidación, adecuada para entornos industriales y alimentarios, así como por su buena soldabilidad, su resistencia mecánica para aplicaciones estructurales ligeras y medias, y su acabado superficial higiénico y fácil de limpiar.

El bastidor se ha diseñado a partir de perfiles tubulares cuadrados de $50 \times 50 \times 2$ mm de espesor. La estructura presenta una geometría rectangular, compuesta por cuatro montantes verticales y varios travesaños horizontales soldados entre sí, formando un marco rígido. Los perfiles se unen mediante cordones de soldadura TIG, adecuados para acero inoxidable. Las bases de los montantes incorporan patas niveladoras regulables con elementos antivibratorios de caucho, que permiten ajustar la nivelación del dispositivo y reducir la transmisión de vibraciones al suelo.

Los travesaños se taladran en ubicaciones predeterminadas antes del proceso de soldadura, de modo que dichos taladros sirvan como puntos de fijación para los diferentes conjuntos del sistema.

Tras el montaje, se realiza una limpieza y un acabado superficial con el fin de eliminar marcas de soldadura y mejorar la resistencia a la corrosión.



Figura 1-40. Bastidor de la estación de rotación.

1.6.1.2. Mecanizado de ejes motrices, ejes de reenvío y separadores.

Los ejes motrices, ejes de reenvío y separadores se fabricarán a partir de barras redondas calibradas de acero inoxidable AISI 304, con tolerancia dimensional h9 y longitudes comerciales de 6 m.

Se seleccionarán distintos diámetros de barra en función de los requisitos geométricos y funcionales de cada componente, con el objetivo de minimizar operaciones de mecanizado, especialmente en aquellas superficies destinadas a alojamientos funcionales (rodamientos, bujes, piñones o carretes).

El acero inoxidable AISI 304 proporciona una adecuada combinación de resistencia mecánica y resistencia a la corrosión, siendo apto para entornos industriales y aplicaciones con requisitos higiénicos.

Proceso de fabricación de ejes y separadores:

1. Corte a medida.

Las barras se cortan mediante sierra de cinta, dejando 1 mm adicional respecto a la longitud final de mecanizado. Este sobrante permite posterior operación de refrentado, garantizando precisión dimensional en longitud. Se verifica visualmente la calidad del corte y su ortogonalidad.

2. Mecanizado de longitud y diámetro.

Los ejes motrices se refrentan y se cilindran en torno hasta alcanzar la longitud y diámetro definitivos. Para los ejes de tracción se empleará un diámetro de barra que no requiera posterior cilindrado en la parte de alojamiento del piñón, carrete, buje o rodamiento.

Los ejes de reenvío y los separadores se mecanizan mediante refrentado hasta alcanzar la longitud final especificada. En estos elementos se emplean diámetros de barra calibrada que no requieren operaciones de cilindrado, garantizando directamente la tolerancia dimensional.

En todos los casos, se asegura el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y geométricas definidas en plano.

3. Mecanizado de roscas en ejes cilíndricos (axiales y radiales).

Las roscas axiales en los extremos de los ejes cilíndricos se mecanizan en torno, garantizando su coaxialidad respecto al eje geométrico de la pieza. El proceso se realiza siguiendo las operaciones siguientes:

Centrado. Se realiza mediante broca de centrar, con el fin de asegurar el correcto guiado de la herramienta y la alineación del taladro con el eje de la pieza.

Taladrado previo. Se ejecuta el taladro con el diámetro adecuado para el roscado, en función de la rosca especificada en plano. El taladro puede ser ciego o pasante según los requisitos de diseño.

Avellanado de entrada. Se realiza un chaflán de entrada (aprox. $1 \times 45^\circ$) para facilitar el inicio del roscado y evitar la formación de rebabas.

Roscado. Se mecaniza la rosca interior mediante macho de roscar, asegurando su correcta alineación y profundidad.

Desbarbado y limpieza. Eliminación de rebabas en la entrada de la rosca.

Las roscas radiales en los ejes cilíndricos se mecanizan mediante taladrado en taladro de columna, garantizando su posicionamiento radial y perpendicular respecto al eje geométrico del cilindro. El proceso se realiza siguiendo las operaciones siguientes:

Centrado. Se realiza mediante broca de centrar, con el fin de asegurar el correcto guiado de la herramienta y la alineación del taladro con el radio del cilindro.

Taladrado previo. Se ejecuta el taladro con el diámetro adecuado para el roscado, en función de la rosca especificada en plano. El taladro es pasante según los requisitos de diseño.

Avellanado de entrada. Se realiza un chaflán de entrada (aprox. $1 \times 45^\circ$) para facilitar el inicio del roscado y evitar la formación de rebabas.

Roscado. Se mecaniza la rosca interior mediante macho de roscar, asegurando su correcta alineación respecto al eje radial.

Desbarbado y limpieza. Eliminación de rebabas en la entrada y salida de la rosca.

4. Mecanizado de chaveteros.

Los ejes motrices incluyen chavetas para transmitir par a los elementos acoplados.

Algunos ejes llevan dos chavetas (una para el reductor y otra para el piñón de tracción). Otros llevan una sola chaveta para el reductor, mientras que el acoplamiento al piñón de tracción se realiza mediante buje de sujeción, garantizando transmisión segura y evitando holguras.

El fresado de los chaveteros se lleva a cabo en un centro de control numérico. Se asegura la precisión en profundidad y posición axial, garantizando un ajuste seguro del eje con las chavetas y los componentes acoplados de transmisión.

5. Inspección final.

Se realiza control dimensional de longitud, diámetro y profundidad de chaveteros, también se inspecciona y se comprueba la rosca. Todas las piezas se limpian para eliminar residuos de mecanizado y se protegen hasta su montaje.

Todos los ejes y separadores cumplirán con las especificaciones de diseño y montaje para el transportador y de banda modular, asegurando transmisión de par segura, alineación precisa y resistencia a la corrosión.

1.6.1.3. Mecanizado de los rodillos.

Los rodillos se fabricarán en POM (DELRIN) a partir de barras redondas de 1 metro de longitud. Se emplearán distintos diámetros de barra en función de la aplicación requerida. El Delrin se caracteriza por su bajo coeficiente de fricción y su elevada resistencia al desgaste. Además, debido a su absorción de agua prácticamente nula, presenta una excelente estabilidad dimensional. Es un material adecuado para su uso en entornos industriales y alimentarios.

Proceso de fabricación de rodillos:

1. Corte a medida.

Las barras se cortan mediante sierra de cinta, dejando 1mm adicional respecto a la longitud final de mecanizado. Este sobrante permite posterior operación de refrentado, garantizando precisión dimensional en longitud. Se verifica visualmente la calidad del corte y su ortogonalidad.

2. Mecanizado de longitud y diámetro exterior.

Los rodillos se refrentan en torno manual hasta alcanzar la longitud definitiva. En aquellos casos en los que el diámetro comercial de la barra coincide con el diámetro exterior final, no será necesario cilindrado posterior.

En los demás casos, se seleccionará una barra con diámetro ligeramente superior al final requerido, procediendo posteriormente al cilindrado hasta la cota nominal.

3. Mecanizado de orificios pasantes.

Los orificios en los rodillos se mecanizan en torno, siguiendo las operaciones siguientes: Centrado. Se realiza mediante broca de centrar, con el fin de asegurar el correcto guiado de la herramienta y la alineación del taladro con el eje de la pieza.

Taladrado previo. Se ejecuta el taladro con broca, con el diámetro inferior al diámetro final. El taladro se realiza pasante en todos los casos según requisitos de diseño.

Los diámetros de los orificios finales se definen en función del eje de reenvío correspondiente, dejando una ligera holgura funcional:

Para eje de $\varnothing 10$ mm, el orificio final será de $\varnothing 10,15$ mm

Para eje de $\varnothing 20$ mm, el orificio final será de $\varnothing 20,25$ mm

Para eje de $\varnothing 25$ mm, el orificio final será de $\varnothing 25,25$ mm

4. Cilindrado final (cuando sea requerido).

En los rodillos que requieran un diámetro exterior de precisión, el cilindrado se realizará una vez mecanizado el orificio pasante definitivo.

El amarre se efectuará mediante apoyo interior:

En el lado del plato se colocará un cono fijo.

En el lado opuesto se colocará un contrapunto con cono giratorio.

Ambos elementos se introducen en el orificio pasante, garantizando la concentricidad entre el diámetro interior y el exterior.

5. Inspección final.

Se realiza control dimensional de longitud, diámetro interior y diámetro exterior de los rodillos. Todas las piezas se limpian para eliminar residuos de mecanizado y se protegen hasta su montaje.

1.6.1.4. Mecanizado de placas de polietileno.

En el conjunto de la estación de rotación se emplean tres tipos de placas de polietileno UHMW (PE 1000), con propiedades mecánicas y de comportamiento similares al DELRIN, que requieren operaciones de mecanizado específicas. Todas las placas se suministran previamente cortadas a medida mediante chorro de agua.

Una vez recibidas, las placas se someten a distintos procesos de mecanizado que se describirán a continuación: Placas mecanizadas:

Guía de deslizamiento para la correa dentada del módulo de freno separador.

Guía de deslizamiento para las bandas modulares del conjunto de rotación.

Guía de deslizamiento para la banda modular del módulo de recepción.

Guía de deslizamiento para la correa dentada del módulo de freno separador.

La placa viene cortada por chorro de agua, respetando las dimensiones preestablecidas de 58 mm de ancho y 306 mm de largo. El espesor seleccionado para la placa es de 20 mm.

Operaciones de mecanizado de la placa:

Taladrado de orificios. En un taladro de columna, donde, previamente marcados, se realizan dos taladros pasantes de $\varnothing 7$ mm. Estos orificios pasantes serán atravesados por tornillos que fijarán la placa de PE 1000 a la placa inferior de aluminio del bastidor.

Mecanizado de ranura. En una fresadora manual, donde, previamente marcada, se realiza una ranura centrada y a todo el largo de la placa y con el perfil de nervio de la correa dentada. Esta ranura servirá para el paso y de guía para la correa dentada auto-guiada.

Corte a inglete de las puntas. Finalmente, la placa es trasladada a una sierra de cinta, donde se eliminan los extremos sobrantes mediante cortes a 35° , situados por debajo de la superficie de uso. Esta operación permite generar el espacio necesario para la aproximación de las poleas de tracción y de reenvío, evitando interferencias durante el funcionamiento del sistema.

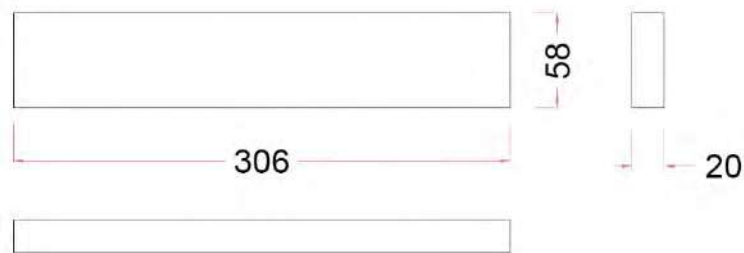


Figura 1-41. Placa de PE 1000. Módulo del freno separador de correas. Corte por agua.

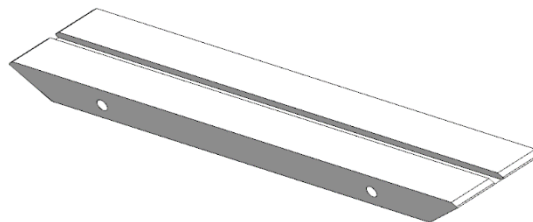


Figura 1-42. Placa de PE 1000. Módulo del freno separador de correas. Mecanizada.

Guía de deslizamiento para las bandas modulares del conjunto de rotación.

La placa viene cortada por chorro de agua, respetando las dimensiones preestablecidas de 204 mm de ancho y 962 mm de largo, así como cuatro orificios de $\varnothing 7$ mm. Estos orificios se utilizan tanto para la fijación de la placa durante el mecanizado como para su posterior atornillado en el conjunto de rotación. El espesor seleccionado para la placa es de 20 mm.

Operaciones de mecanizado de la placa:

Mecanizado de la superficie de la placa. Esta compleja operación se lleva a cabo en un centro de mecanizado CNC. En primer lugar, la pieza se define y se modela en un programa CAD 3D. Posteriormente, el modelo se importa a un software CAM, donde se establecen las operaciones de mecanizado, las trayectorias de herramienta y las herramientas a utilizar. Finalmente, el programa generado se transfiere a la máquina CNC mediante un postprocesador, que traduce las operaciones a un lenguaje compatible con el control numérico de la máquina.

En la máquina CNC, previamente, se colocan las herramientas a emplear en el almacén automático, de acuerdo con la definición realizada en el programa CAM. Para la sujeción de la pieza, se instala una “sobre bancada” elevada de acero inoxidable, con una geometría en planta similar a la de la placa y con orificios roscados coincidentes. Una vez posicionada y atornillada la placa, se procede al ajuste de los ceros en los ejes X, Y y Z utilizando una de las herramientas definidas en el programa CAM. El resto de las herramientas deberán ajustarse en el eje Z tomando como referencia la herramienta utilizada para el ajuste inicial de los ceros. Tras la comprobación del referenciado, se inicia el mecanizado de la superficie funcional.

Corte a inglete de las puntas. La placa es trasladada a una sierra de cinta, donde se eliminan los extremos sobrantes mediante cortes a 45° , situados por debajo de la superficie de uso. Esta operación permite generar el espacio necesario para la aproximación de los rodillos superiores de reenvío, evitando interferencias durante el funcionamiento del sistema.

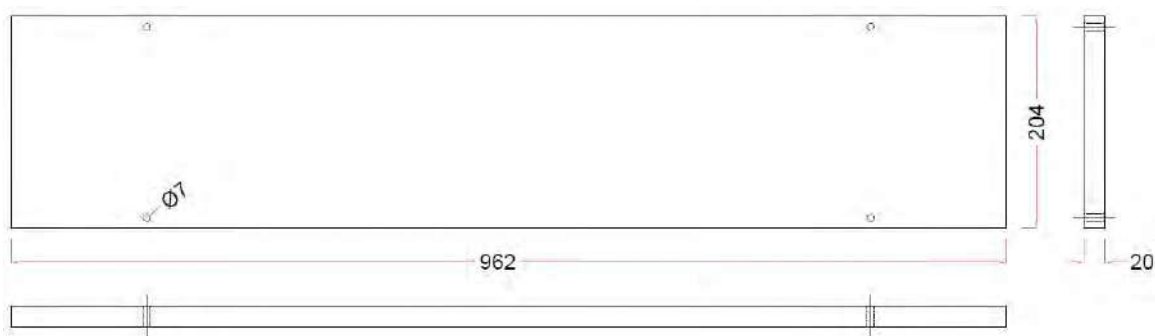


Figura 1-43. Placa de PE 1000. Conjunto de rotación. Corte por agua.

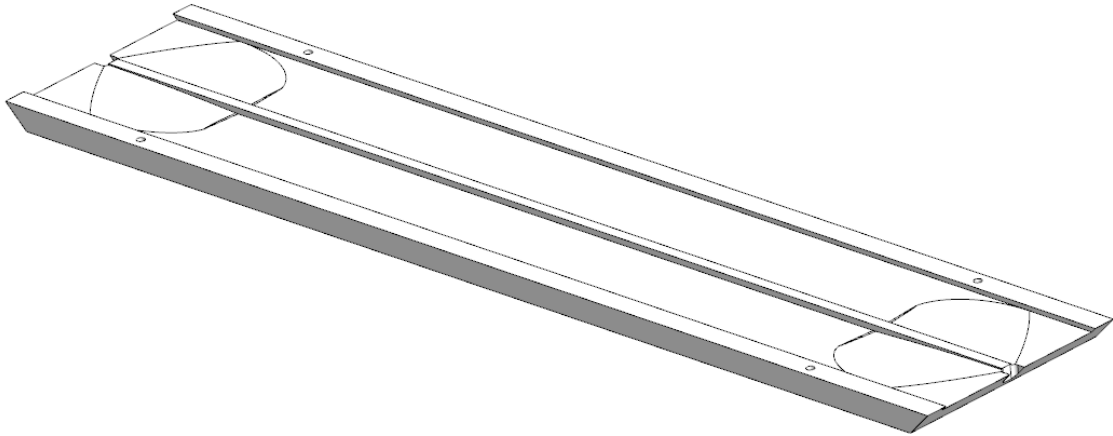


Figura 1-44. Placa de PE 1000. Conjunto de rotación. Mecanizado CNC.

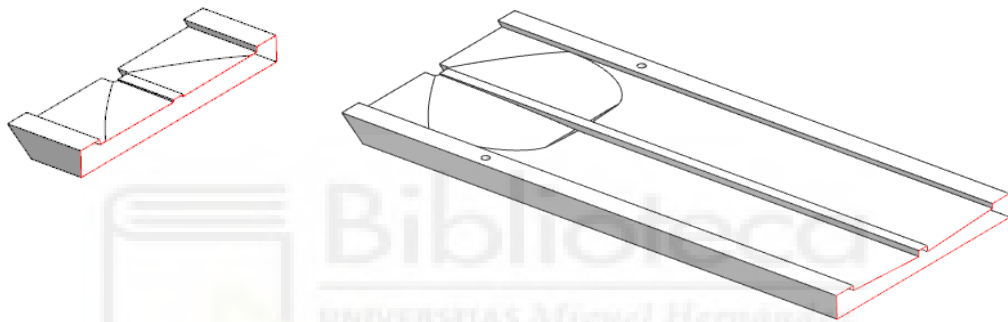


Figura 1-45. Placa de PE 1000. Conjunto de rotación. Mecanizado CNC. Detalle de secciones.

Caras planas, sin pendientes. En ambos extremos a lo largo de la placa.

Pendientes hacia interior de ambos extremos a lo ancho de la placa.

Unión entre cara plana y pendientes en el cambio de sección de la placa.

Guía de deslizamiento para la banda modular del módulo de recepción.

La placa se corta mediante chorro de agua, respetando las dimensiones preestablecidas de 79 mm de ancho y 998 mm de largo, así como tres orificios de $\varnothing 9$ mm. Estos orificios se utilizan para su posterior atornillado en el módulo de recepción. El espesor seleccionado para la placa es de 20 mm.

Operaciones de mecanizado de la placa:

Corte a inglete de las puntas. La placa es trasladada a una sierra de cinta, donde se eliminan los extremos sobrantes mediante cortes a 45° , situados por debajo de la superficie de uso. Esta operación permite generar el espacio necesario para la aproximación de los rodillos superiores de reenvío, evitando interferencias durante el funcionamiento del sistema.

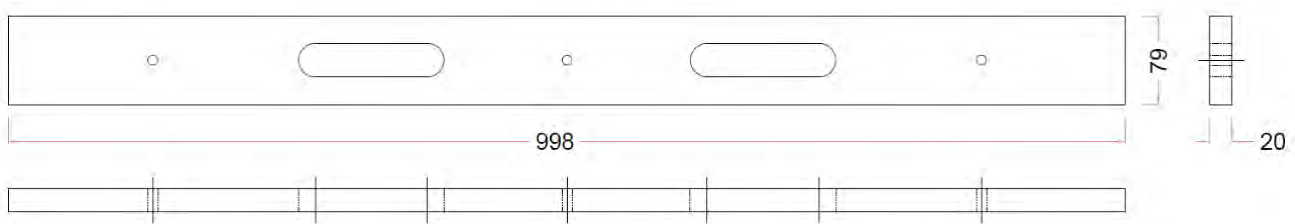


Figura 1-46. Placa de PE 1000. Módulo de recepción. Corte por agua.

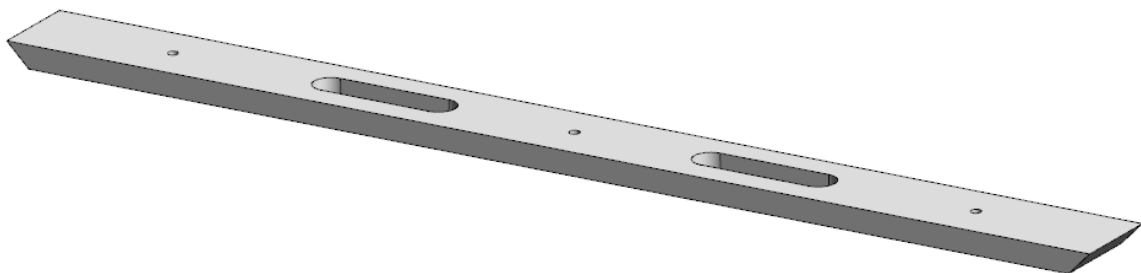


Figura 1-47. Placa de PE 1000. Módulo de recepción. Mecanizada.

1.6.1.5. Acabado de los productos semiacabados.

En este apartado se incluyen los componentes fabricados en acero inoxidable AISI 304, aluminio y plástico, suministrados en forma de chapas cortadas mediante láser y/o chorro de agua, y en algunos casos plegadas con máquinas automáticas.

Procedimiento de acabado de las chapas:

1. Inspección visual.

Todas las chapas se someten a una inspección visual con el fin de verificar la ausencia de deformaciones, defectos superficiales o irregularidades en el acabado.

2. Retirada del film protector.

Se procede a la retirada del film protector de la cara satinada, asegurando que la superficie quede limpia y libre de residuos.

3. Desbarbado manual.

Se eliminan los cantos vivos y rebabas mediante el uso de herramientas manuales adecuadas, garantizando la seguridad en la manipulación y la calidad final de las piezas.

4. Roscado de orificios.

La mayoría de las chapas se someten al proceso de roscado en los orificios previamente mecanizados, empleando roscadores neumáticos para asegurar precisión y uniformidad.

5. Plegado en matriz y desbarbado posterior (vibroacabado).

Determinadas chapas son conformadas mediante prensado con matriz para obtener la geometría final requerida.

Posteriormente, se someten a un proceso de vibroacabado, consistente en la introducción de las piezas en un tambor junto con medios abrasivos, con el objetivo de eliminar rebabas mediante fricción controlada y mejorar el acabado superficial.

1.6.2. Fabricación externa.

Aquellos elementos o procesos que no puedan realizarse internamente en tiempo y forma serán gestionados mediante fabricación externa. Este procedimiento incluye la fabricación y/o suministro de componentes a través de proveedores terceros.

1.6.2.1. Alcance de la fabricación externa.

Se contempla el suministro de los siguientes elementos:

Eléctricos: motores, sensores, interruptores y otros componentes estándar.

Neumáticos: cilindros, válvulas, tubos, racores y accesorios relacionados.

Mecánicos: piñones de tracción, carretes de reenvío, cadenas, bandas, rodamientos, retenes, tornillería, perfiles guía, entre otros.

Chapas y pletinas: cortadas y/o plegadas en diversos materiales según especificación.

Este enfoque asegura que los componentes especializados o fuera del alcance de producción interna se obtengan cumpliendo con los requisitos de calidad, plazos y especificaciones técnicas.

1.6.3. Fase de ensamblaje.

La fase de ensamblaje se realizará como proceso interno, empleando medios y recursos propios.

Secuencia de montaje:

0. Estructura de apoyo.

Una vez finalizada la fabricación de la estructura de apoyo, se procede a montar los distintos conjuntos sobre el marco horizontal.

1. Conjunto de rotación. Primer conjunto a ensamblar.

Se monta sobre los dos travesaños centrales situados en el interior del marco horizontal.

2. Conjunto de dosificado equidistante. Segundo conjunto en montarse.

Debido a su subdivisión, primero se ensambla la parte de tracción del transportador de entrada y, posteriormente, el freno separador de correas.

Este conjunto se ubica sobre un travesaño lateral del marco horizontal, de forma similar al conjunto de rotación.

3. Conjunto de evacuación. Último conjunto en montarse.

Por su subdivisión, primero se monta la parte de recepción, guiado e inspección, seguida del reenvío hacia el transportador de la línea.

Se coloca sobre un travesaño lateral del marco horizontal, de manera similar al conjunto de dosificado equidistante.

La secuencia descrita asegura la correcta alineación y funcionalidad de todos los conjuntos. Se recomienda verificar la estabilidad y fijación de cada conjunto antes de proceder al siguiente.

Una vez montados todos los conjuntos sobre la estructura de apoyo se procede con la instalación de barandillas en la entrada y en la salida de la estación. Opcionalmente se monta el sistema de verificación de envases.

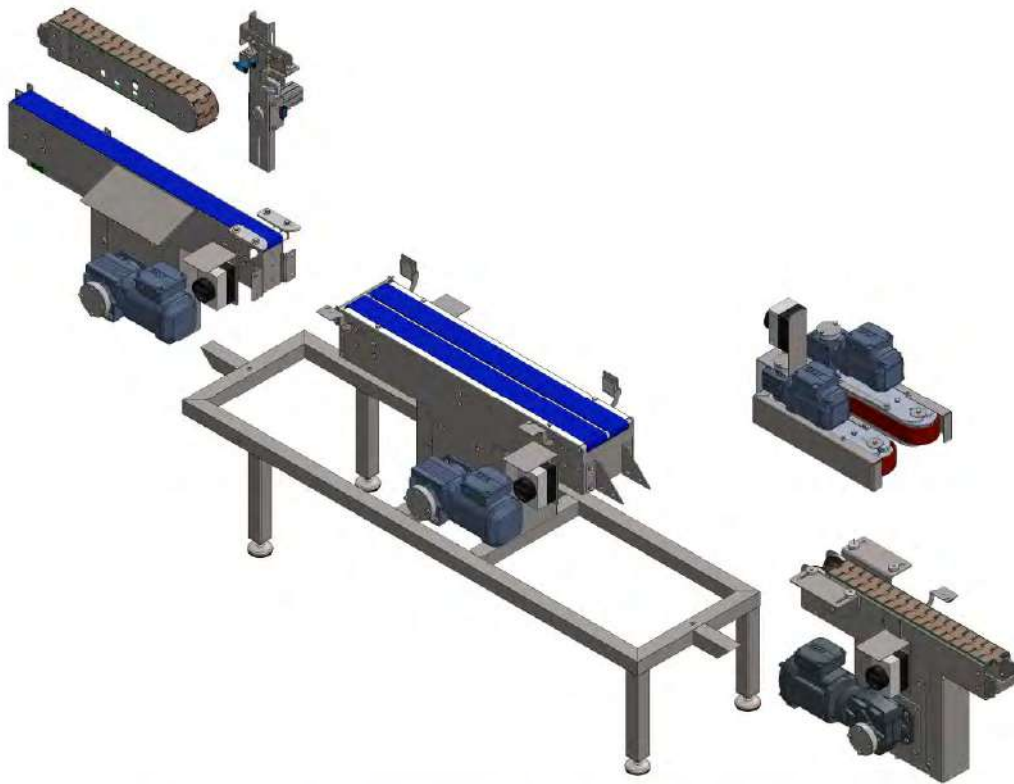


Figura 1-48. Estación de rotación. Vista explosionada.

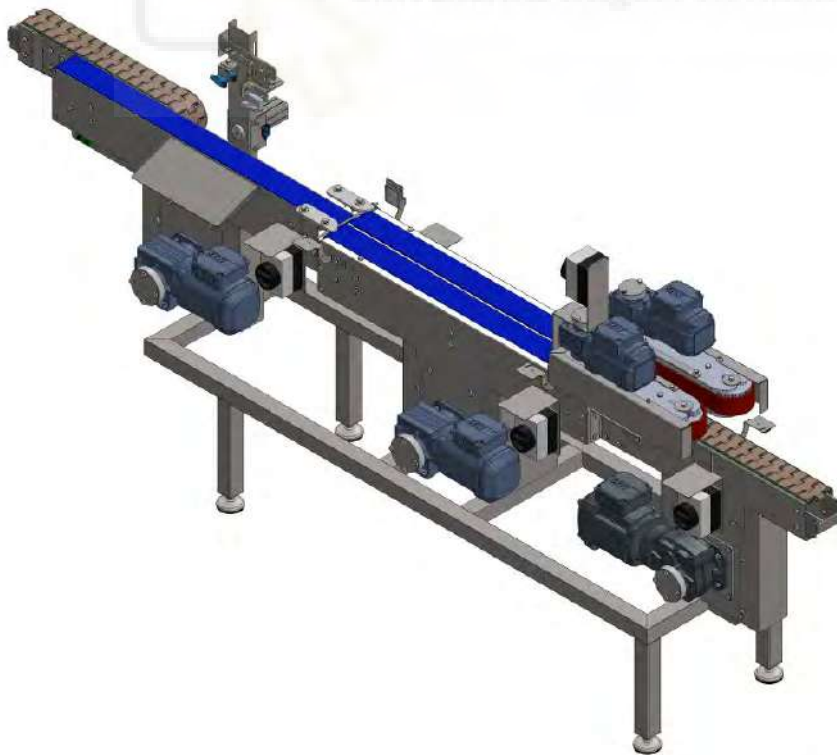


Figura 1-49. Estación de rotación ensamblada.

1.7. Cálculos justificativos.

1.7.1. Análisis estructural del bastidor.

El bastidor se analiza mediante elementos finitos (FEM), evaluando desplazamientos, deformaciones, tensiones (Von Mises) y factor de seguridad, con el objetivo de garantizar resistencia, rigidez y estabilidad frente a las cargas previstas. El modelo de cálculo considera el perfil estructural (50 x 50 x 2 mm) como elemento resistente, las uniones soldadas como uniones rígidas y las condiciones reales de apoyo del conjunto. Este análisis permite identificar puntos críticos, verificar que las tensiones no superen los límites admisibles y confirmar la suficiencia estructural del bastidor.

Acciones consideradas.

Cargas permanentes. Se considera el peso propio del bastidor y de los distintos módulos que se apoyan sobre él. Estas cargas se aplican sobre las superficies de contacto correspondientes a cada conjunto.

Cargas variables. Su contribución es mínima en comparación con las cargas permanentes, por lo que se desprecia en el análisis.

Acciones dinámicas. Las vibraciones propias del sistema, así como las transmitidas por el transportador del entorno, se absorben en gran medida mediante tacos antivibratorios. Los arranques y paradas de los motores se controlan mediante variadores de frecuencia, reduciendo significativamente los impactos dinámicos.

Otras acciones externas. No se consideran otras acciones externas, independientemente de su magnitud, dirección o punto de aplicación.

Hipótesis de carga.

Cada conjunto transmite su carga al bastidor a través de su base de apoyo, modelándose como cargas distribuidas sobre dichas superficies.

Aunque los centros de gravedad de los conjuntos pueden presentar ligeras excentricidades respecto a la superficie de apoyo, los momentos generados se consideran despreciables frente al efecto de las cargas verticales, por lo que no se incluyen en el modelo de cálculo.

Coeficientes de seguridad sobre las cargas.

Se adopta un factor de seguridad global **FS = 2** sobre las cargas con el fin de cubrir incertidumbres en la definición de las acciones, simplificaciones del modelo de cálculo y posibles situaciones accidentales de uso, garantizando así un comportamiento estructural seguro y robusto.

Cargas consideradas.

Conjunto	Carga real (Kg)	Factor de seguridad (FS)	Carga de cálculo (Kg)
Dosificado equidistante	68,73	2	≈ 138
Rotación	50,97	2	≈ 102
Evacuación	33,65	2	≈ 68

Tabla 1-3. Cargas consideradas.

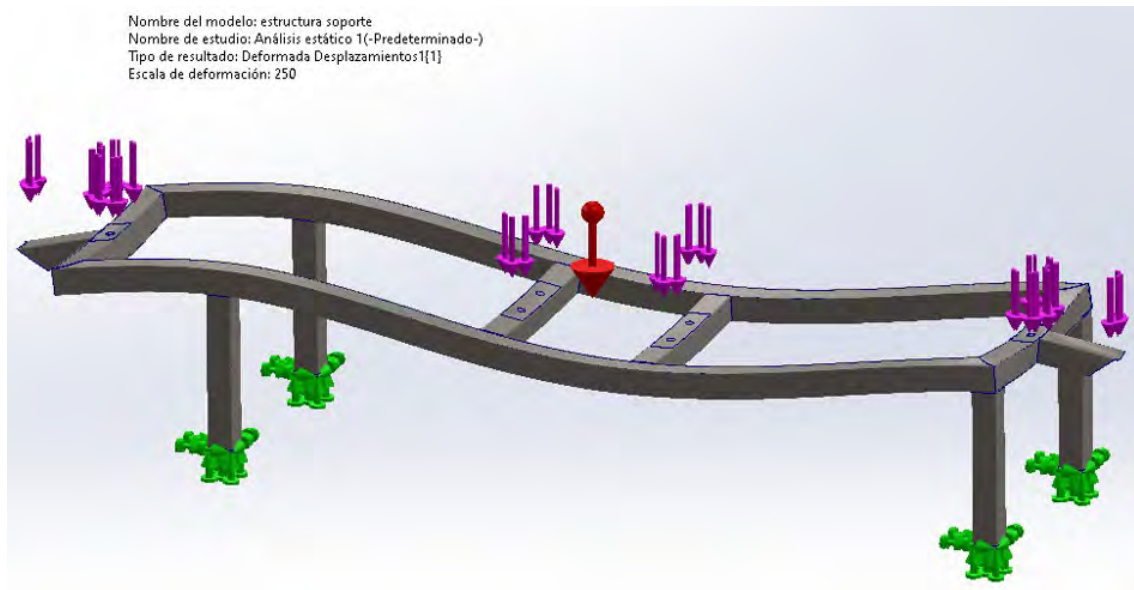


Figura 1-50. Deformada.

Factor de escala: 250

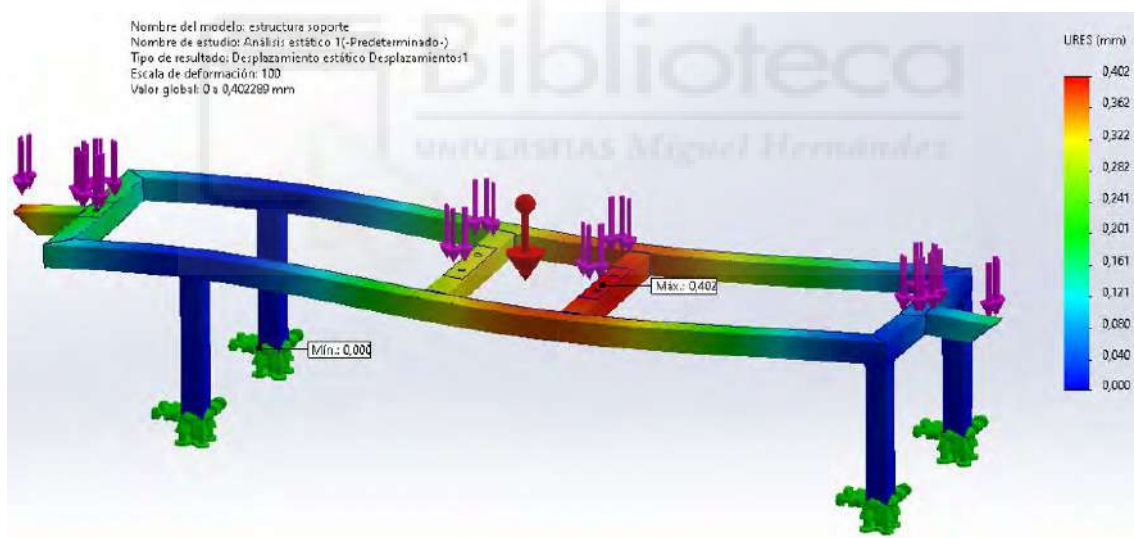


Figura 1-51. Desplazamiento estático.

Factor de escala: 100

El desplazamiento máximo obtenido en el análisis es de 0,402 mm, valor significativamente inferior a los límites habituales de servicio en estructuras metálicas ($L/300 - L/500$), lo que indica una elevada rigidez del conjunto.

Este comportamiento garantiza la estabilidad geométrica del bastidor, especialmente importante en nuestra aplicación. En consecuencia, se considera que la deformación es plenamente admisible y coherente con un diseño robusto.

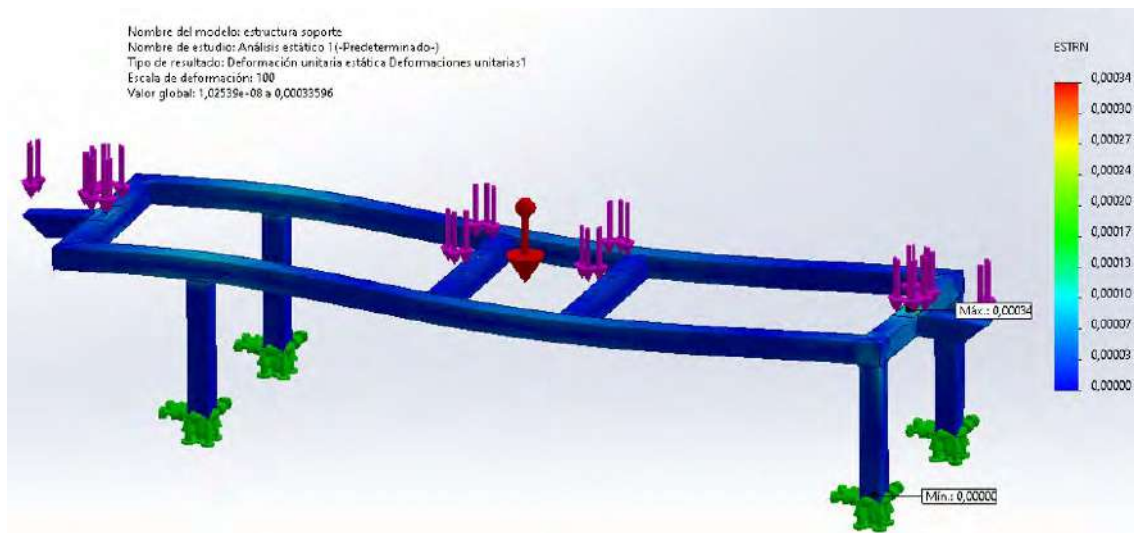


Figura 1-52. Deformación unitaria estática.

Factor de escala: 100

La deformación unitaria máxima obtenida en el análisis es de 0,00034 (0,034 %), valor inferior al límite elástico del acero inoxidable AISI 304, lo que confirma que la estructura se encuentra íntegramente dentro del comportamiento elástico.

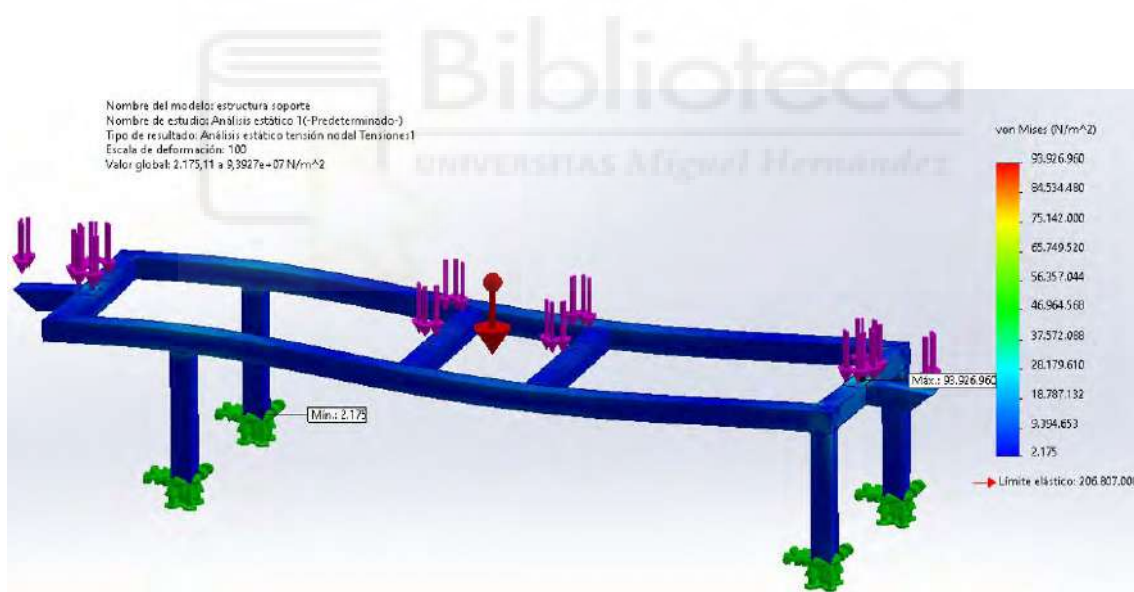


Figura 1-53. Tensión de Von Mises.

Factor de escala: 100

Las tensiones equivalentes de Von Mises obtenidas en el análisis varían entre 2,175 MPa y 93,927 MPa, valor máximo inferior al límite elástico del acero inoxidable AISI 304 (207 MPa).

Esto confirma que la estructura trabaja íntegramente en el régimen elástico, sin riesgo de plastificación y deformación indebida. La distribución de tensiones indica que el punto crítico se localiza en la zona de aplicación de la carga por el conjunto de dosificado equidistante, mientras que el resto de la estructura presenta sollicitaciones significativamente menores, garantizando rigidez y resistencia suficientes.

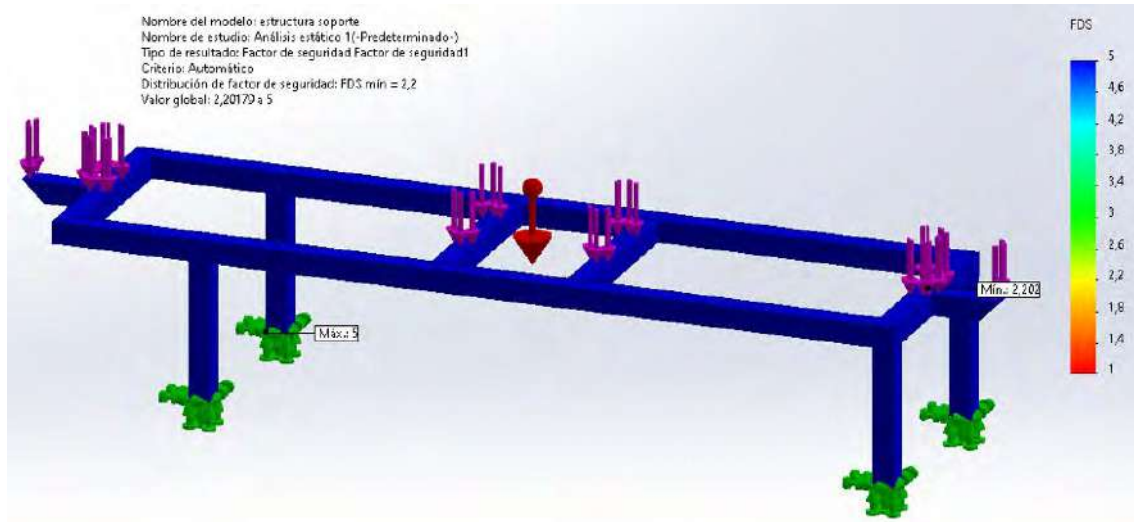


Figura 1-54. Factor de seguridad.

Factor de escala: 1

El factor de seguridad mínimo obtenido en el análisis es de 2,2, en las zonas más solicitadas, calculado a partir de tensiones equivalentes según el criterio de Von Mises. Este resultado se obtiene considerando la aplicación previa de un factor de seguridad global sobre las cargas ($FS = 2$), lo que implica que la estructura presenta un margen de seguridad adicional frente al límite elástico del material.

En consecuencia, se concluye que el bastidor dispone de capacidad resistente suficiente, mostrando un comportamiento estructural robusto incluso bajo condiciones conservadoras de cálculo.

Resumen de resultados FEM.

Parámetro	Valor mínimo	Valor máximo	Observaciones
Desplazamiento estático		0,402 mm	Inferior a $L/300-L/500$, alta rigidez, deformación admisible
Deformación unitaria		0,00034 (0,034%)	Dentro del régimen elástico del AISI 304
Tensión equivalente (Von Mises)	2,175 Mpa	93,927 MPa	Inferior al límite elástico (207 MPa), punto crítico en carga Dosificado equidistante
Factor de seguridad	2,2		Margen adicional frente al límite elástico, comportamiento robusto

Tabla 1-4. Resumen de resultados FEM.

Análisis estructural del bastidor. Resumen final.

El análisis mediante elementos finitos (FEM) de la estructura muestra un comportamiento plenamente seguro y rígido frente a las cargas aplicadas. El factor de seguridad mínimo obtenido es de 2,2, lo que indica que el punto más crítico de la estructura trabaja a aproximadamente el 45 % del límite elástico del acero inoxidable AISI 304 (207 MPa). Las tensiones equivalentes de Von Mises varían entre 2,175 MPa y 93,927 MPa, confirmando que la estructura permanece íntegramente en régimen elástico. El desplazamiento máximo registrado es de 0,402 mm, y la deformación unitaria máxima es de 0,00034, valores significativamente inferiores a los límites admisibles, lo que garantiza una elevada rigidez y estabilidad geométrica del bastidor. Estos resultados, junto con el factor de seguridad aplicado sobre las cargas ($FS = 2$), demuestran que la estructura posee un margen de seguridad suficiente frente a posibles incertidumbres, efectos dinámicos residuales o sobrecargas accidentales, cumpliendo los criterios de resistencia, rigidez y estabilidad requeridos para su finalidad.

Justificación del perfil elegido.

Los valores obtenidos para el perfil de $50 \times 50 \times 2$ mm indican la posibilidad de una reducción de sección. Sin embargo, no se adopta dicha modificación por los siguientes motivos:

- Perfil $40 \times 40 \times 2$ mm. Desde el punto de vista estructural y estético, se considera insuficiente para la envergadura total de la máquina, pudiendo comprometer la percepción de robustez del conjunto.
- Perfil $50 \times 50 \times 1,5$ mm. Podría constituir una alternativa viable desde el punto de vista resistente. No obstante, implicaría una mayor exigencia en el proceso de soldadura debido al menor espesor de pared, lo que incrementa la sensibilidad del proceso y la necesidad de un mayor cuidado y control de calidad. Asimismo, el ahorro económico derivado de esta reducción de espesor no resulta significativo para el volumen anual de fabricación previsto.

1.7.2. Análisis de ejes motrices de dos módulos.

Con el objeto de representación, se realiza el análisis de dos ejes motrices pertenecientes a dos módulos de la estación de rotación. Dichos ejes se seleccionan por presentar configuraciones de montaje diferentes, concretamente uno biapoyado y otro en voladizo, así como distintas solicitaciones de tensión.

1.7.2.1. Módulo de tracción del transportador de entrada.

Condiciones de diseño del eje.

El dimensionamiento del eje motriz, perteneciente al módulo de tracción del transportador de entrada, está condicionado por dos factores principales:

-Interfaz con el sistema de accionamiento. Dado que el motor-reductor ha sido seleccionado por el cliente, el diseño del eje debe adaptarse a las características geométricas y dimensionales de la salida del reductor.

-Restricciones estructurales y de transmisión. Las dimensiones constructivas del transportador y el tipo de cadena ya están definidas. Esto condiciona tanto el ancho interior del bastidor como la geometría (el modelo) del piñón de tracción. En consecuencia, el eje debe ser diseñado de manera que garantice el montaje del piñón dentro de los límites espaciales del módulo.

Datos de partida.

-Motor-reductor.

Velocidad de motor: 1435 rpm (a 50 Hz)

Índice de reducción: 38,73

Potencia nominal del motor: 0,55 kW

Par de salida del reductor: 133 Nm (a 50 Hz)

Velocidad de salida del reductor: 37 rpm (a 50 Hz)

Diámetro del eje de salida del reductor: 20 mm

Profundidad útil de alojamiento del reductor: 108 mm

Chavetero del alojamiento: 6 mm

Conexión triángulo. Corriente nominal 2,3 A

-Módulo de tracción del transportador de entrada.

Ancho exterior: 104 mm

Ancho interior: 100 mm

Altura y longitud no es un condicionante

-Piñón de tracción.

Diámetro interior: 25 mm con chavetero de 8 mm

Diámetro primitivo: 147,2 mm

Espesor: 58,5 mm

Peso: 0,39 Kg

-Cadena 880TAB 325.

Carga máxima admisible. Carga de rotura: 2250 N

Peso: 1 Kg/m

Cálculos previos.

Velocidad de la cadena de entrada. Razonamiento.

Siempre que se traslade un producto sobre una cinta transportadora es necesario tener una separación entre ellos para ganar un tiempo de acumulación y que la máquina envasadora no se pare de inmediato ante un fallo aguas abajo.

La velocidad de la máquina es de 100 envases por minuto y con un fondo de los envases de 70 mm necesitaríamos 7 metros cada minuto. Además, se añadirá 2 mm por envase por la deformación a una altura media del envase. Lo cual nos lleva a una longitud de 7,2 m. Para obtener una buena acumulación, la ocupación por envases de la cinta no puede superar 30 %, dejando el restante 70 % para la acumulación:

$$X = 7,2 * \frac{100}{30} \simeq 24$$

X = 24 m/min es la velocidad mínima de la cinta transportadora.

Considerando el radio primitivo de 73,6 mm del piñón de tracción, en una rotación completa trasladaríamos 462,45 mm. Para alcanzar una velocidad de 24 m/min necesitaríamos aproximadamente 52 vueltas completas del piñón.

Según los datos técnicos del motor reductor, la velocidad de salida del reductor a 50 Hz es de 37 rpm, lo cual nos lleva a aumentar la velocidad de rotación por encima de los 50 Hz. El sistema dispone de variadores de velocidad para cada motor:

$$X1 = 52 * \frac{50}{37} \simeq 70,3$$

X1 = 70,3 Hz es la frecuencia mínima de trabajo para alcanzar 24 m/min.

Redondeamos los cálculos, subiendo la frecuencia de trabajo a 75 Hz, alcanzando 55,5 vueltas del piñón y una velocidad de 25,5 m/min. Este resultado se aproxima a un espacio libre para la acumulación del 72 %.

Par máximo de salida del reductor a 75 Hz. Razonamiento.

Aplicamos la regla para calcular el par máximo de un motor:

$$M_{motor\ maximo} = \frac{9550 * P(kW)}{n(rpm)}$$

La velocidad del motor es de 2150 rpm, considerando la frecuencia de trabajo de 75 Hz, alcanzando 55,5 rpm en la salida del reductor y con el índice de reducción de 38,73.

Sustituyendo datos:

$$M_{motor\ maximo} = \frac{9550 * 0,55\ kW}{2150\ rpm} \simeq 2,44\ Nm$$

Para calcular el par máximo ideal de salida del reductor a 75 Hz, multiplicamos el par de salida del motor por el índice de reducción:

$$M_{\text{reductor máximo ideal}} = 2,44 * 38,73 \simeq 94,5 \text{ Nm}$$

Para calcular el par máximo de salida del reductor a 75 Hz, considerando las pérdidas del reductor (10 %):

$$M_{\text{reductor máximo}} = 94,5 \text{ Nm} * 0,9 \simeq 85,05 \text{ Nm}$$

Par salida reductor y carga máxima admisible de la cadena. Razonamiento.

El par de la salida del reductor a 50 Hz es de 133 Nm. Datos de la ficha técnica del motor.

El piñón que se emplea tiene el radio primitivo de 73,6 mm.

Empleando la fórmula fundamental de torque:

$$M = F * d$$

$$F = \frac{M}{d} = \frac{133 \text{ Nm}}{0,0736 \text{ m}} \simeq 1807,07 \text{ N} < 2250 \text{ N}$$

1807,07 N es el valor de la fuerza máxima que pueden ejercer los dientes del piñón sobre la cadena, trabajado a **50 Hz**.

Esto significa que, en condiciones de par máximo, la cadena no se romperá, y estando ajustado el valor de intensidad máxima a 2,3 A, saltará una alarma por sobrecorriente en el variador de frecuencia y el motor se detendrá.

En caso de trabajar a 75 Hz el valor de la fuerza todavía es menor:

$$F = \frac{M}{d} = \frac{85,05 \text{ Nm}}{0,0736 \text{ m}} \simeq 1155,57 \text{ N} < 2250 \text{ N}$$

1155,57 N es el valor de la fuerza máxima que pueden ejercer los dientes del piñón sobre la cadena, trabajado a **75 Hz**.

Notas.

El valor de corriente nominal 2,3 A, (Intensidad eléctrica máxima) del motor-reductor es el mismo para diferentes frecuencias.

A frecuencias igual o inferiores a 50 Hz el par se mantiene constante.

A frecuencias más altas, el par disminuye.

Par máximo vs par real. Razonamiento.

El par máximo que puede entregar el motor no significa que siempre lo entregue.

El par real que efectivamente ejerce depende de la carga soportada.

Si la carga soportada por el motor requiere menos par, el motor solo entregará lo necesario, que será menor del par máximo.

$$M_{real} \leq M_{máximo}$$

Carga real. Razonamiento.

Datos:

- Longitud del tramo del transportador de entrada. 5 m.
- Longitud de la cadena de entrada. 5 m + 5 m + 1 m = 11 m.
- Material de la cadena y su peso. POM-LF. 1 Kg/m
- Material de guía de deslizamiento. UHMWPE.
- Coeficiente de fricción dinámico entre cadena y guía. Trabajo en seco. 0,2.
- Coeficiente de fricción estático entre cadena y guía. Trabajo en seco. 0,4.
- Cantidad de envases, escenario totalmente lleno. 70 envases.
- Peso total del envase. 1,1 Kg.
- Trabajo en plano horizontal.
- La cadena transmite la misma fuerza a lo largo de su recorrido en el ramal tenso.
- Factor de seguridad recomendado para maquinaria industrial. 2.

Suponemos que la cadena, por su parte superior, está completamente llena de envases y sumaremos el peso propio de la cadena en su totalidad, tendríamos 88 Kg. Multiplicando por el factor de seguridad (2), tendríamos 176 Kg. Consideremos ésta fuerza como la fuerza normal mayorada ($F(N) = 1726,56 \text{ N}$).

Para calcular la fuerza de fricción dinámica, emplearemos la fórmula:

$$\begin{aligned} F_{fricción\ dinámica} &= N * \mu_k \\ F_{fricción\ dinámica} &= 1726,56 \text{ N} * 0,2 \simeq 345,31 \text{ N} \end{aligned}$$

$F_{fricción\ dinámica} = 345,31 \text{ N}$ es la carga real que soportaría motor-reductor en movimiento y el par tendría un valor de 25,42 Nm.

Para calcular la fuerza de fricción estática, emplearemos la fórmula:

$$\begin{aligned} F_{fricción\ estática} &= N * \mu_s \\ F_{fricción\ estática} &= 1726,56 \text{ N} * 0,4 \simeq 690,6 \text{ N} \end{aligned}$$

$F_{fricción\ estática} = 690,6 \text{ N}$ es la carga real que soportaría motor-reductor al iniciar la marcha y el par tendría un valor de 50,83 Nm.

En condiciones descritas el motor-reductor entregaría un par real inferior al máximo, a consecuencia de la fuerza máxima que ejercerá la carga:

$$50,83 \text{ Nm} < 85,05 \text{ Nm}$$

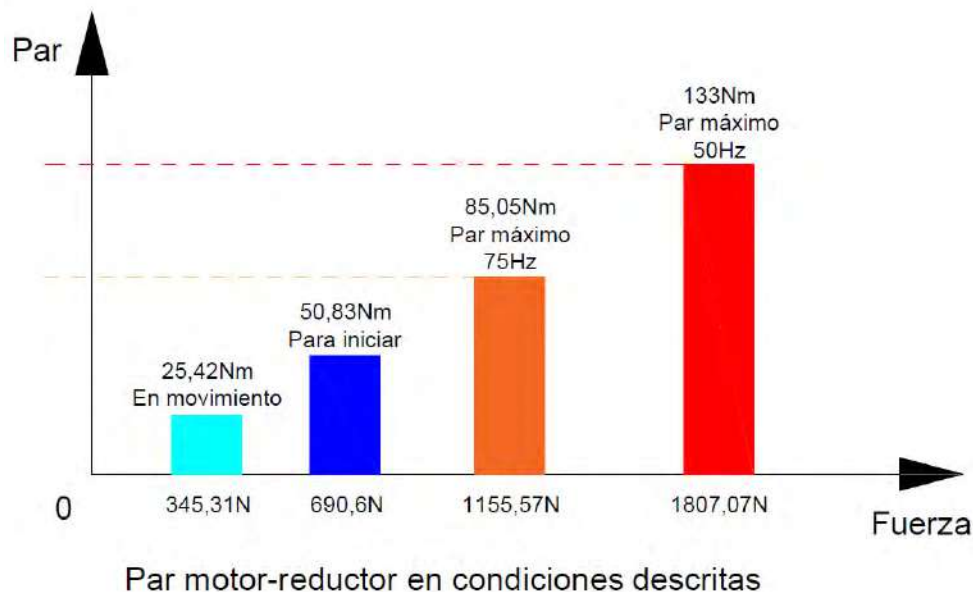


Figura 1-55. Relación Fuerza-Par. Módulo de tracción del transportador de entrada.

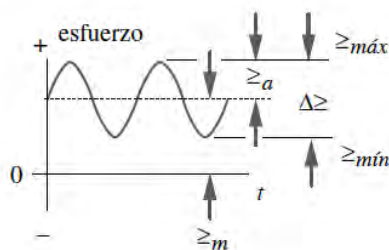
Hipótesis de carga. Razonamiento.

Para la determinación de los valores mínimo y máximo de carga, así como para la definición del tipo de sollicitación en el eje, se consideran las siguientes condiciones:

- El eje gira en un único sentido, sin inversión del par aplicado.
- En régimen de funcionamiento, la carga varía principalmente en función de la cantidad de envases sobre la cadena, así como de la presencia de lubricación y del coeficiente de fricción dinámica.
- En condiciones de arranque, la sollicitación depende principalmente de la cantidad de envases sobre la cadena, así como de la presencia de lubricación y del coeficiente de fricción estática.

Los valores obtenidos previamente, derivados de los coeficientes de fricción, representan los extremos de la sollicitación transmitida sin cambio de signo. El valor máximo de la sollicitación se obtiene a partir del coeficiente de fricción estática, correspondiente a la condición de arranque o situación más desfavorable de transmisión de carga, en la que la resistencia al movimiento es máxima.

En consecuencia, el eje se encuentra sometido a sollicitación fluctuante, con valores de **25,42 Nm y 50,83 Nm**, considerados conservadores a efectos de cálculo.



(c) Variable

Figura 1-56. Valor alternativo, medio y del intervalo del ciclo de esfuerzo fluctuante. Eje motriz. Módulo tracción entrada.

-Representación simplificada del montaje de eje motriz del módulo de tracción del transportador de entrada.

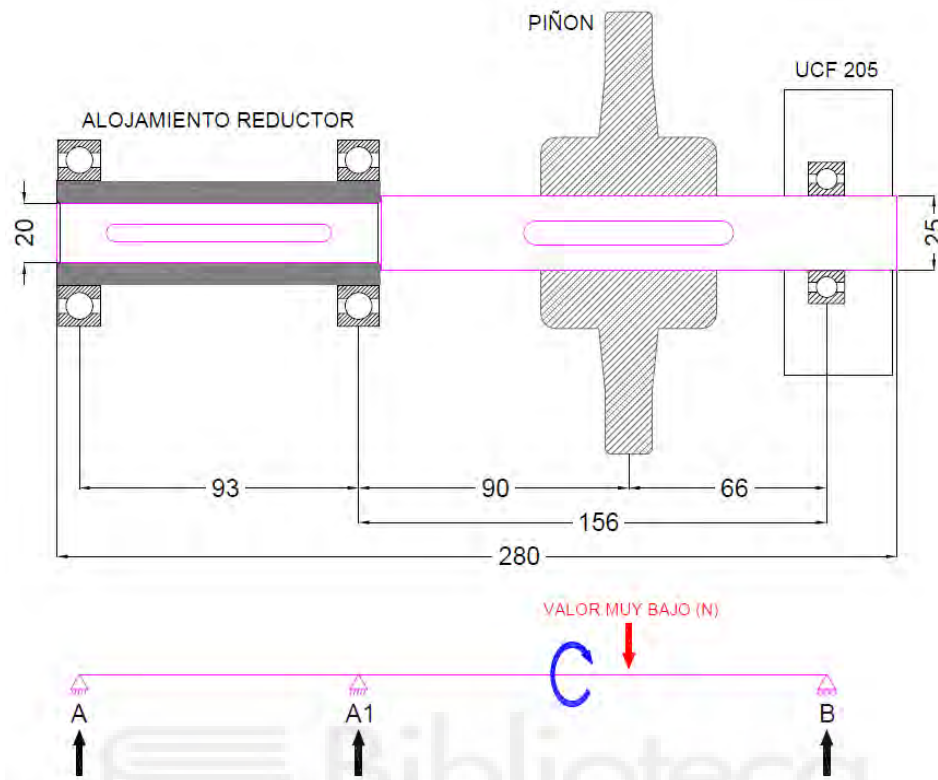


Figura 1-57. Eje motriz. Módulo de tracción del transportador de entrada. Representación simplificada.

1.7.1.2.1. Fallo estático.

El fallo estático del eje motriz no constituye el criterio de diseño gobernante. En ejes sometidos a rotación, las tensiones en un punto del material varían de forma cíclica, generando un estado tensional alternante. En consecuencia, el modo de fallo predominante es la fatiga. No obstante, se verifica que la tensión máxima no supere el límite elástico del material, como comprobación previa de seguridad.

En el presente caso, el eje se encuentra biapoyado. Aunque la carga real aplicada corresponde principalmente al peso del piñón (0,39 kg), junto con la contribución de la tensión de la cadena, en el cálculo se adopta una carga equivalente de 500 N. Esta hipótesis incorpora implícitamente un margen de seguridad y permite evaluar la resistencia frente a fallo estático en condiciones desfavorables.

Reacción en un apoyo A1:

$$RA1 = \frac{F * a}{l} = \frac{500 \text{ N} * 0,066 \text{ m}}{0,156 \text{ m}} \approx 212 \text{ N}$$

Momento máximo:

$$M_{max} = RA1 * 0,09 \text{ m} = 212 \text{ N} * 0,09 \text{ m} \approx 19,1 \text{ Nm}$$

Para el cálculo del módulo resistente se considera una sección circular maciza de diámetro 25 mm, sin tener en cuenta la reducción debida al chavetero:

Módulo resistente sección circular D25mm:

$$W = \frac{\pi * D^3}{32} \approx 1,53 * 10^{-6} \text{ m}^3$$

Tensión máxima:

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W} = 12,5 \text{ MPa}$$

La tensión obtenida (12,5 MPa) es muy inferior al límite elástico del material (215 MPa), por lo que se cumple la condición de resistencia frente a fallo estático.

1.7.1.2.2. Fallo por fatiga.

El fallo por fatiga es un mecanismo de rotura progresiva que se produce en materiales sometidos a cargas variables o cíclicas, incluso cuando estas son inferiores al límite elástico. Con el tiempo, la repetición de esfuerzos provoca la iniciación y propagación de microfisuras que pueden conducir a la rotura del componente sin deformación previa apreciable. Este tipo de fallo es especialmente relevante en elementos en rotación, como ejes, donde las tensiones se alternan de forma continua durante el servicio.

Nota.

Las dimensiones exactas del eje motriz se recogen en el apartado de planos.

Análisis previo. Esfuerzos en el eje.

Sección de alojamiento en reductor.

El tramo del eje de diámetro 20 mm se encuentra completamente alojado en el interior del alojamiento de la salida del reductor y se considera geométricamente confinado. En consecuencia, se considera despreciable la flexión en esta zona. La sección dispone de chavetero longitudinal.

Tipo de contacto eje – alojamiento reductor: Contacto cilíndrico superficial continuo, definido mediante un ajuste con tolerancias normalizadas.

Tipo de unión: Unión mecánica mediante chaveta.

Transmisión de par: El par se transmite mediante chaveta, que trabaja a cortadura y aplastamiento.

Consideraciones adicionales: Se desprecia la contribución de la fricción en el contacto eje – alojamiento reductor en la transmisión de par.

Sección de alojamiento del piñón de tracción.

El tramo del eje correspondiente a los diámetros 20 mm – 25 mm se encuentra biapoyado entre el reductor y el rodamiento tipo UCF205, presentando una reducida distancia entre apoyos. La sección dispone igualmente de chavetero.

Tipo de contacto eje - piñón: Contacto cilíndrico superficial entre el eje y el cubo del piñón.

Tipo de unión: Unión mecánica mediante chaveta.

Transmisión de par: El par se transmite mediante chaveta, que trabaja a cortadura y aplastamiento.

Consideraciones adicionales: Las cargas transversales derivadas de la ligera tensión de la cadena y del peso propio del conjunto se consideran despreciables frente al efecto del par transmitido.

El rodamiento no participa en la transmisión de par.

Dado que el piñón está fabricado en POM, material de menor resistencia mecánica que el acero del eje, se considera previsible que el fallo se inicie en el propio piñón.

Sección de transición.

El escalón entre diámetros 20 mm y 25 mm con radio de 1 mm constituye una zona de concentración de tensiones y se considera sección crítica, frente a fallo por fatiga.

RESUMEN.

El eje se modeliza como un elemento sometido principalmente a **torsión**, generando un estado tensional predominantemente cortante. Se desprecia la contribución de los esfuerzos de flexión debido a la reducida distancia entre apoyos y a que las cargas transversales (tensión de la cadena y peso propio) son de orden inferior frente al par transmitido.

En consecuencia, el dimensionamiento se realiza a fatiga bajo sollicitación torsional. Se identifican como zonas críticas el escalón entre diámetros y los chaveteros, debido a la concentración de tensiones.

Torsión.

El eje se encuentra sometido a torsión fluctuante, debido a que el par transmitido en régimen de rotación no es constante, sino que está comprendido entre un valor mínimo de 25,42 Nm y un valor máximo de 50,83 Nm, determinados previamente (Página 78).

Torsión (fluctuante). Sección 25 mm.

Tensión nominal para torsión en eje macizo circular:

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$$

Torsión mínima y máxima:

$$\tau_{min} = \frac{16T_{min}}{\pi d^3} = \frac{16 * 25,42 \text{ Nm}}{\pi * (25 \text{ mm})^3} \simeq 8,3 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{max} = \frac{16T_{max}}{\pi d^3} = \frac{16 * 50,83 \text{ Nm}}{\pi * (25 \text{ mm})^3} \simeq 16,6 \text{ Mpa}$$

Torsión media y alternante:

$$\tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2} \simeq 12,45 \text{ Mpa}$$

$$\tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2} \simeq 4,15 \text{ Mpa}$$

Torsión (fluctuante). Sección 20 mm.

Torsión mínima y máxima:

$$\tau_{min} = \frac{16T_{min}}{\pi d^3} = \frac{16 * 25,42 \text{ Nm}}{\pi * (20 \text{ mm})^3} \simeq 16,2 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{max} = \frac{16T_{max}}{\pi d^3} = \frac{16 * 50,83 \text{ Nm}}{\pi * (20 \text{ mm})^3} \simeq 32,36 \text{ Mpa}$$

Torsión media y alternante:

$$\tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2} \simeq 24,28 \text{ Mpa}$$

$$\tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2} \simeq 8,08 \text{ Mpa}$$

Concentradores de tensiones.

Chaveteros.

Los factores de concentración de tensiones a fatiga, K_f , se calculan a partir de los factores de concentración de tensiones estáticos, K_t y la sensibilidad de muescas, q .

Concentradores de tensiones para esfuerzos de flexión y de torsión:

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1)$$

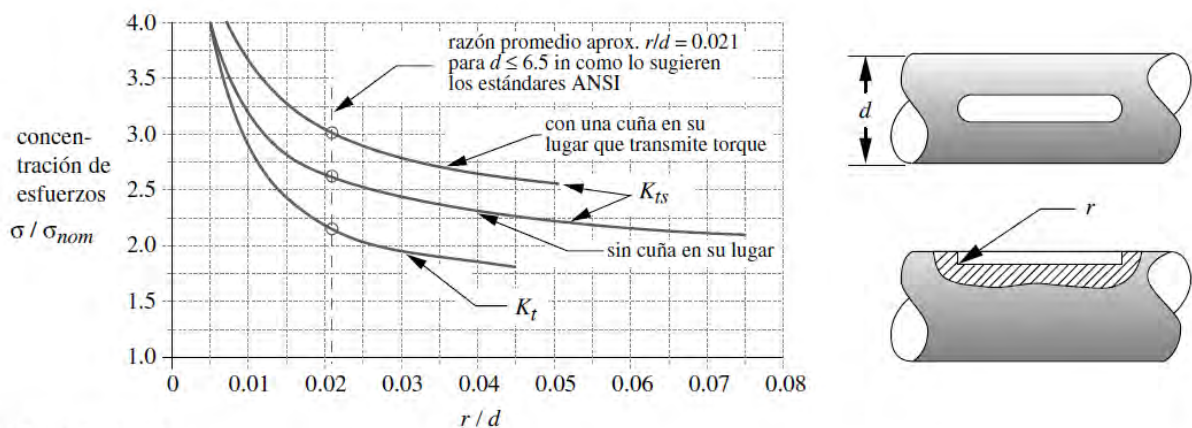


FIGURA 6-16

Factores de concentración de esfuerzos de cuñero, con extremo fresado, en flexión (K_t) y en torsión (K_{ts}) Fuente: R.E. Peterson, *Stress Concentration Factors*, 1974, figuras 182 y 183, pp. 266-267, reimpreso con autorización de John Wiley & Sons, Inc.

Figura 1-58. Factores de concentración de esfuerzos de chavetero.

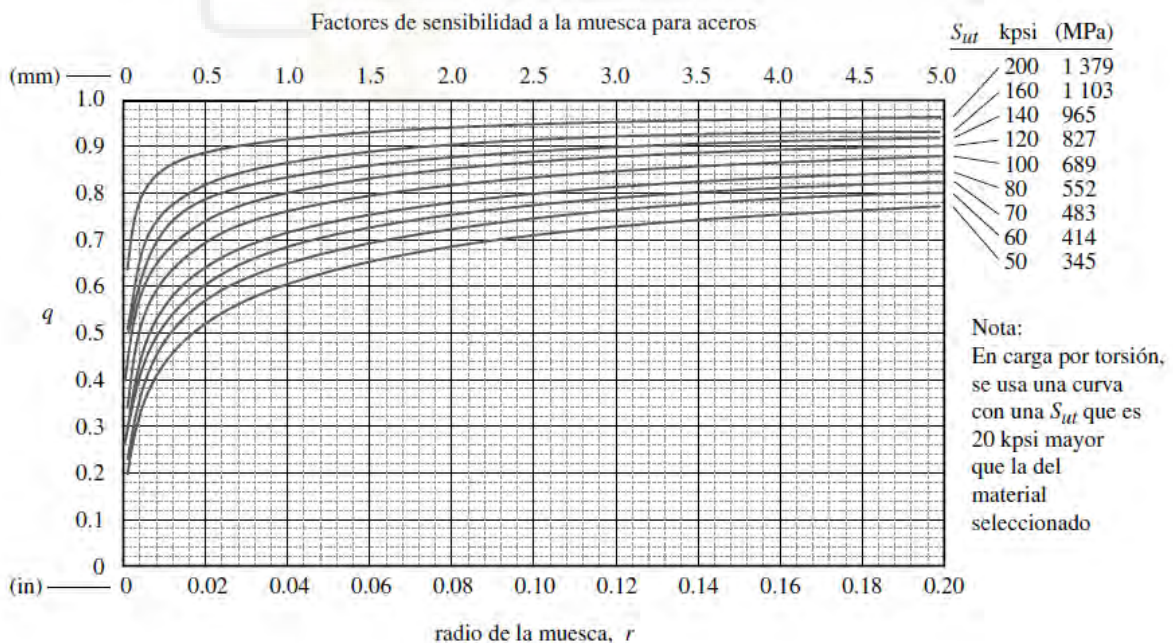


FIGURA 4-36 Parte 1

Curvas de sensibilidad a la muesca para aceros, calculadas a partir de las ecuaciones 4.13 con los datos de la figura 4-35, como lo propuso originalmente R. E. Peterson en "Notch Sensitivity", capítulo 13, en *Metal Fatigue*, por G. Sines y J. Waisman, McGraw-Hill, Nueva York, 1959.

Figura 1-59. Curvas de sensibilidad de las muescas.

Sección 25 mm. Dispone de un chavatero y una chaveta normalizada.

Según la tabla, el factor de concentración del esfuerzo de chavetero estándar en torsión, con una chaveta en su lugar que transmite torque:

$$K_{ts} \approx 3$$

Según la tabla, para un acero de $S_{ut} \approx 550$ Mpa la sensibilidad de la muesca q :

$$\text{Para torsión } q \approx 0,7$$

Valor de concentrador de tensiones para esfuerzo de torsión:

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1) = 1 + 0,7 * (3 - 1) = 2,4$$

Sección 20 mm. Dispone de un chavatero y una chaveta normalizada.

Según la tabla, el factor de concentración del esfuerzo de chavetero estándar en torsión, con una chaveta en su lugar que transmite torque:

$$K_{ts} \approx 3,1$$

Según la tabla, para un acero de $S_{ut} \approx 550$ Mpa la sensibilidad de la muesca q :

$$\text{Para torsión } q \approx 0,7$$

Valor de concentrador de tensiones para esfuerzo de torsión:

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1) = 1 + 0,7 * (3,1 - 1) = 2,47$$

Sección de transición. Escalón.

El escalón genera una discontinuidad geométrica en el eje con radio de transición de 1mm.

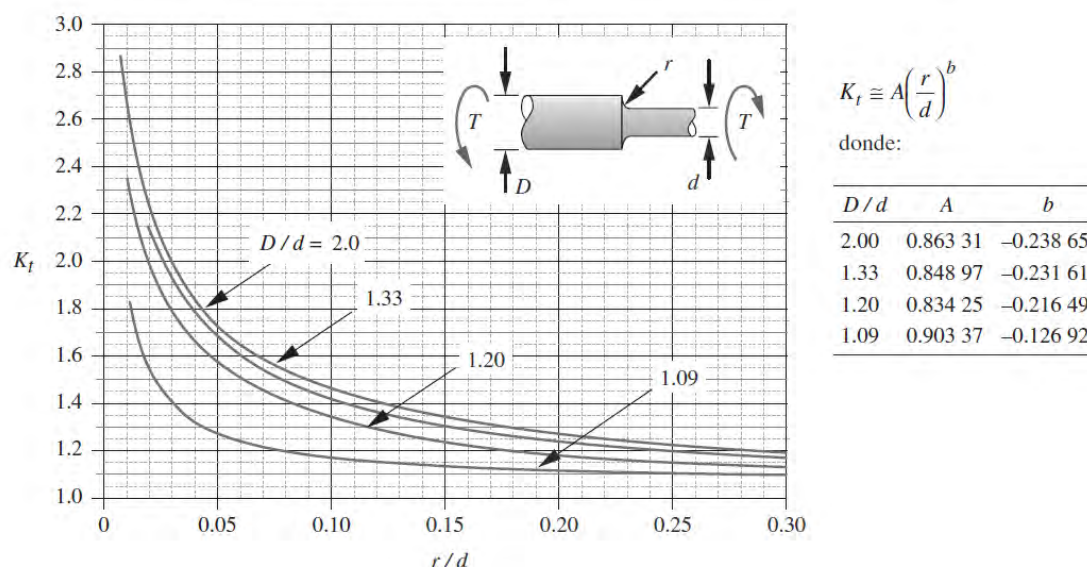


FIGURA G-3

Factor geométrico de concentración de esfuerzos K_t para un eje con filete de hombro en torsión

Figura 1-60. Factor geométrico de concentración de esfuerzos. TORSION.

Según la tabla, el factor geométrico de concentración de esfuerzos por cambio de sección, en torsión:

$$K_t \approx 1,6$$

Valor de concentrador de tensiones para esfuerzo de torsión:

$$K_{fs} = 1 + q(K_t - 1) = 1 + 0,7 * (1,6 - 1) = 1,42$$

Nota.

En el diseño a fatiga, el valor más desfavorable es el valor relacionado con el chavetero en la sección de 20 mm de diámetro.

$$K_{fs} = 2,47$$

Valores corregidos debidos a la concentración de tensiones provocada por el chavetero en la sección del eje de 20mm.

$$\tau'_m = K_{fs} * \tau_m = 2,47 * 24,28 \approx 59,97 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_a = K_{fs} * \tau_a = 2,47 * 8,08 \approx 19,96 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo equivalente (Von Mises).

Tensión media:

$$\sigma'_{m,eq} = \sqrt{3 (\tau'_m)^2} = \sqrt{3 * 59,97^2} \approx 103,87 \text{ Mpa}$$

Tensión alternante:

$$\sigma'_{a,eq} = \sqrt{3 (\tau'_a)^2} = \sqrt{3 * 19,96^2} \approx 34,57 \text{ Mpa}$$

Resistencia a la fatiga.

Se calcula el límite de resistencia a la fatiga corregido. S_e .

$$S_e = C_{carga} C_{tamaño} C_{superficie} C_{temperatura} C_{conf} S_e'$$

Nuestro acero inoxidable AISI 304 tiene las siguientes propiedades:

Límite elástico (S_y) $\approx 215 \text{ Mpa}$

Resistencia última a la tracción (S_{ut}) $\approx 550 \text{ Mpa}$

Acabado. Rectificado

$$\begin{aligned}
 C_{carga} &= 1 \\
 C_{tamaño} &= 0,87 \\
 C_{superficie} &= 0,92 \\
 C_{temperatura} &= 1 \\
 C_{conf} &= 0,702 \\
 S_{e'} &= 275 \text{ Mpa}
 \end{aligned}$$

$$S_e = 1 * 0,87 * 0,92 * 1 * 0,702 * 275 \approx 154,52 \text{ Mpa}$$

Criterio de Goodman modificado.

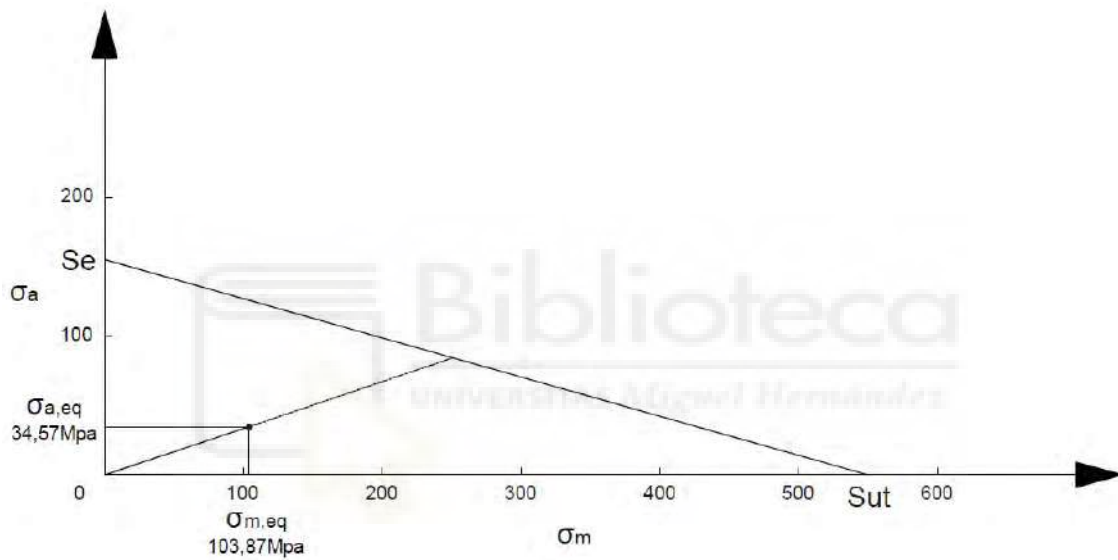


Figura 1-61. Goodman modificado. Eje motriz. Módulo tracción entrada.

Coeficiente de seguridad a fatiga.

$$N_{e,f} = \frac{S_{ut} S_e}{S_e \sigma'_{m,eq} + S_{ut} \sigma'_{a,eq}}$$

$$N_{e,f} = \frac{550 \text{ Mpa} * 154,52 \text{ Mpa}}{154,52 \text{ Mpa} * 103,87 \text{ Mpa} + 550 \text{ Mpa} * 34,57 \text{ Mpa}} \approx 2,43$$

1.7.1.2.3. Esfuerzo en chavetas.

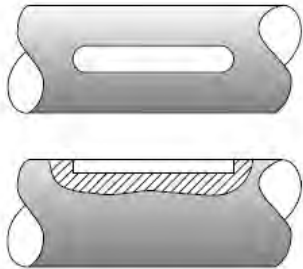
Material de la chaveta es acero SAE 1010 con características:

$S_y = 300 \text{ Mpa}$.

$S_{ut} = 365 \text{ Mpa}$.

$S_e = 150 \text{ Mpa}$.

Tipo de chavetero:



(a) Cuñero con extremo fresado con dos extremos

Figura 1-62. Tipo de chavetero. Eje motriz. Módulo tracción entrada.

Valores hallados anteriormente con radio del piñón de 73,6 mm:

-Fuerza mínima es 345,31 N correspondiente a par mínimo 25,42 Nm.

-Fuerza máxima es 690,6 N correspondiente a par máximo 50,83 Nm.

Chaveta para el eje de diámetro 20 mm.

Tamaño de la chaveta: 6 x 6 x 75 mm.

Longitud efectiva de la chaveta es su longitud total. $L_{ef} = 75 \text{ mm}$

Falla por cortante. Eje de diámetro 20 mm.

Nuestro par es variable. Cálculo a fatiga.

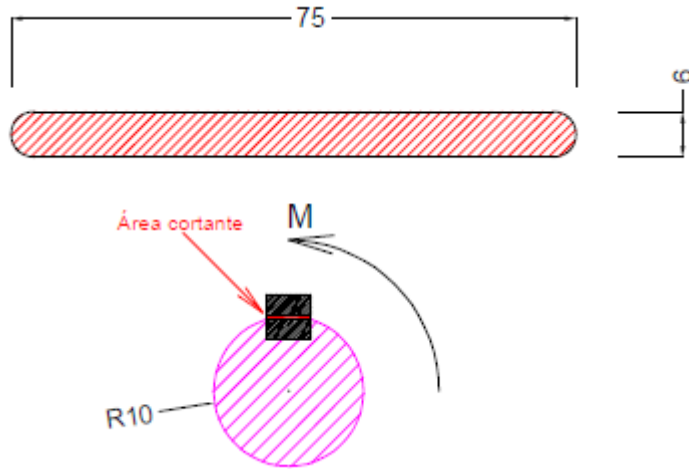


Figura 1-63. Falla por cortante. Eje de diámetro 20 mm.

$$\tau_{xy} = \frac{F}{A_{cortante}}$$

Fuerza en el exterior del eje de diámetro 20 mm. ($r=0,01$ m)

$$F_{max} = \frac{M_{max}}{r} = \frac{50,83 \text{ Nm}}{0,01 \text{ m}} = 5083 \text{ N}$$

$$F_{min} = \frac{M_{min}}{r} = \frac{25,42 \text{ Nm}}{0,01 \text{ m}} = 2542 \text{ N}$$

$$A_{cortante} = (69 \text{ mm} * 6 \text{ mm}) + \pi * (3 \text{ mm})^2 \simeq 442,27 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{max} = \frac{F_{max}}{A_{cortante}} = \frac{5083 \text{ N}}{442,27 \text{ mm}^2} \simeq 11,5 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{min} = \frac{F_{min}}{A_{cortante}} = \frac{2542 \text{ N}}{442,27 \text{ mm}^2} \simeq 5,75 \text{ Mpa}$$

$$\tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2} \simeq 8,63 \text{ Mpa}$$

$$\tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2} \simeq 2,88 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_m = \sqrt{3} * \tau_m = \sqrt{3} * 8,63 \simeq 15 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_a = \sqrt{3} * \tau_a = \sqrt{3} * 2,88 \simeq 5 \text{ Mpa}$$

$$Ne = \frac{SutSe}{Se\tau'_m + Sut\tau'_a} = \frac{365 * 150}{150 * 15 + 365 * 5} \simeq 13,5$$

Falla de presión por contacto. Aplastamiento. Eje de diámetro 20 mm.

Nuestro par es variable. El esfuerzo de presión por contacto sobre la chaveta es de compresión y, por lo tanto, se considera una carga estática. Se emplea fuerza aplicada máxima para el cálculo.

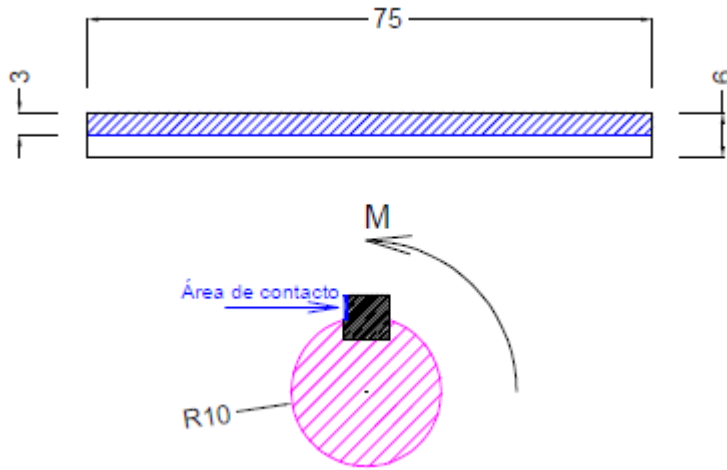


Figura 1-64. Aplastamiento. Eje de diámetro 20 mm.

$$\sigma_x = \frac{F}{A_{\text{contacto}}}$$

$$A_{\text{contacto}} = (75 \text{ mm} * 3 \text{ mm}) = 225 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{contacto}}} = \frac{5083 \text{ N}}{225 \text{ mm}^2} \approx 22,6 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{\text{min}} = \frac{F_{\text{min}}}{A_{\text{contacto}}} = \frac{2542 \text{ N}}{225 \text{ mm}^2} \approx 11,3 \text{ Mpa}$$

$$Ne = \frac{Sy}{\sigma_{\text{max}}} = \frac{300 \text{ Mpa}}{22,6 \text{ Mpa}} \approx 13,3$$

Chaveta para el eje de diámetro 25 mm.

Tamaño de la chaveta: 8 x 7 x 70 mm.

Longitud efectiva de la chaveta es el espesor del piñón. $L_{\text{ef}} = 58,5 \text{ mm}$

Falla por cortante. Eje de diámetro 25 mm.

Nuestro par es variable. Cálculo a fatiga.

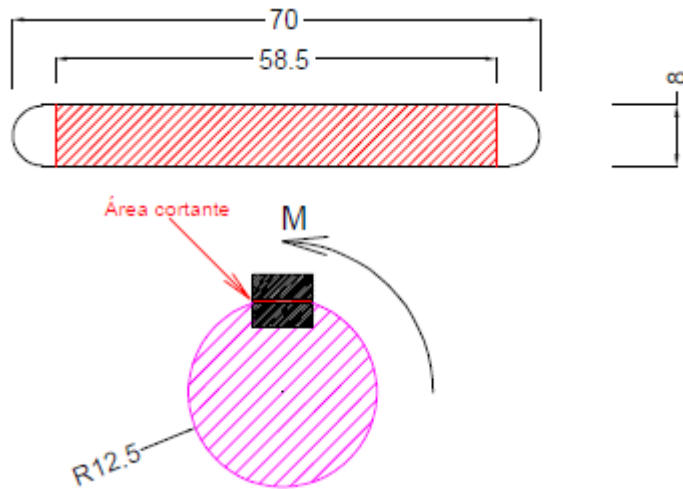


Figura 1-65. Falla por cortante. Eje de diámetro 25 mm.

$$\tau_{xy} = \frac{F}{A_{cortante}}$$

Fuerza en el exterior del eje de diámetro 25 mm. ($r=0,0125$ m)

$$F_{max} = \frac{M_{max}}{r} = \frac{50,83 \text{ Nm}}{0,0125 \text{ m}} = 4066 \text{ N}$$

$$F_{min} = \frac{M_{min}}{r} = \frac{25,42 \text{ Nm}}{0,0125 \text{ m}} = 2034 \text{ N}$$

$$A_{cortante} = (58,5 \text{ mm} * 8 \text{ mm}) + \pi * (4 \text{ mm})^2 \simeq 518,27 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{max} = \frac{F_{max}}{A_{cortante}} = \frac{4066 \text{ N}}{518,27 \text{ mm}^2} \simeq 7,85 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{min} = \frac{F_{min}}{A_{cortante}} = \frac{2034 \text{ N}}{518,27 \text{ mm}^2} \simeq 3,92 \text{ Mpa}$$

$$\tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2} \simeq 5,89 \text{ Mpa}$$

$$\tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2} \simeq 1,97 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_m = \sqrt{3} * \tau_m = \sqrt{3} * 5,89 \simeq 10,2 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_a = \sqrt{3} * \tau_a = \sqrt{3} * 1,97 \simeq 3,41 \text{ Mpa}$$

$$Ne = \frac{SutSe}{Se\tau'_m + Sut\tau'_a} = \frac{365 * 150}{150 * 10,2 + 365 * 3,41} \simeq 19,7$$

Falla de presión por contacto. Aplastamiento. Eje de diámetro 25 mm.

Nuestro par es variable. El esfuerzo de presión por contacto sobre la chaveta es de compresión y, por lo tanto, se considera una carga estática. Se emplea fuerza aplicada máxima para el cálculo.

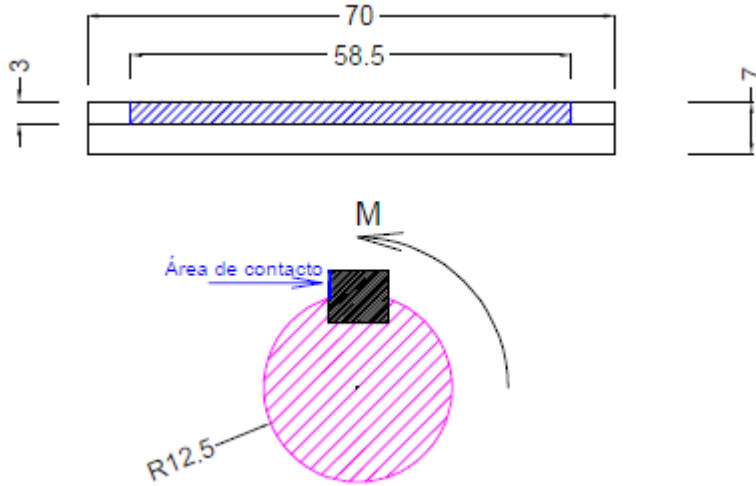


Figura 1-66. Aplastamiento. Eje de diámetro 25 mm.

$$\sigma_x = \frac{F}{A_{\text{contacto}}}$$

$$A_{\text{contacto}} = (58,5 \text{ mm} * 3 \text{ mm}) = 175,5 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{contacto}}} = \frac{4066 \text{ N}}{175,5 \text{ mm}^2} \approx 23,17 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{\text{min}} = \frac{F_{\text{min}}}{A_{\text{contacto}}} = \frac{2034 \text{ N}}{175,5 \text{ mm}^2} \approx 11,59 \text{ Mpa}$$

$$Ne = \frac{Sy}{\sigma_{\text{max}}} = \frac{300 \text{ Mpa}}{23,17 \text{ Mpa}} \approx 12,9$$

Conclusión.

Los cálculos realizados se han desarrollado a partir de la carga real de trabajo, incorporando un coeficiente de seguridad global de diseño igual a 2 aplicado a la carga, lo que conduce a resultados de carácter conservador.

El estado tensional del sistema está dominado por la sollicitación torsional, siendo la contribución de la flexión secundaria, debido a la reducida distancia entre apoyos y a la ausencia de cargas transversales significativas en el modelo de cálculo adoptado. Esta hipótesis se considera adecuada dentro del marco del modelo simplificado empleado, si bien queda condicionada a la correcta alineación del conjunto y a la no aparición de esfuerzos adicionales no contemplados en el análisis.

El análisis de la sección crítica del eje de diámetro 20 mm se ha realizado bajo el criterio de fatiga, al tratarse de un elemento sometido a sollicitaciones cíclicas. El coeficiente de seguridad obtenido frente a fatiga es de 2,43, cumpliéndose por tanto los requisitos resistentes establecidos para las condiciones de servicio consideradas.

Los modos de fallo asociados a la chaveta (cortante y aplastamiento) presentan coeficientes de seguridad elevados, no siendo condicionantes en el diseño.

Asimismo, la influencia del concentrador de tensiones asociado a cambio de sección no resulta crítica bajo las hipótesis de cálculo adoptadas.

En resumen, el eje cumple los requisitos de resistencia frente a fatiga bajo las condiciones de carga definidas. No obstante, las zonas de concentración de tensiones, especialmente en los fondos de chavetero y en las transiciones geométricas, constituyen los puntos preferentes de iniciación de daño por fatiga, sin comprometer la funcionalidad inmediata del conjunto.

Por su parte, el piñón de tracción se configura como el elemento más susceptible a fallo del conjunto, debido a las propiedades del material de fabricación y a las concentraciones de tensiones en el chavetero, siendo esta la zona más probable de iniciación del fallo.

1.7.2.2. Módulo de recepción. Conjunto de evacuación.

Condiciones de diseño del eje.

El dimensionamiento del eje motriz, perteneciente al conjunto de evacuación, está condicionado por dos factores principales:

-Interfaz con el sistema de accionamiento. Dado que el motor-reductor ha sido seleccionado por el cliente, el diseño del eje debe adaptarse a las características geométricas y dimensionales de la salida del reductor.

-Restricciones estructurales y de transmisión. Las dimensiones constructivas del bastidor y el tipo de banda ya están definidas. Esto condiciona tanto el ancho interior del bastidor como la geometría (el modelo) del piñón de tracción. En consecuencia, el eje debe ser diseñado de manera que garantice el montaje del piñón dentro de los límites espaciales del módulo.

Datos de partida.

-Motor-reductor.

Velocidad de motor: 1415 rpm (a 50 Hz)

Índice de reducción: 39

Potencia nominal del motor: 0,37 kW

Par de salida del reductor: 62 Nm (a 50 Hz)

Velocidad de salida del reductor: 36 rpm (a 50 Hz)

Diámetro del eje de salida del reductor: 20 mm

Profundidad útil de alojamiento del reductor: 121 mm

Chavetero del alojamiento: 6 mm

Conexión triángulo. Corriente nominal 1,83 A

-Conjunto de evacuación. Módulo de recepción.

Ancho exterior total: 86 mm

Ancho interior para cada lado: 80 mm

Longitud del bastidor: 1032 mm

Altura no es un condicionante

-Piñón de tracción.

Diámetro interior: 25 mm con chavetero de 8 mm

Diámetro primitivo: ≈ 149 mm

Espesor: 25 mm

Peso: 0,6 Kg

-Banda serie uni NTB Tipo C.

Tensión admisible de trabajo: 167 N

Carga máxima admisible. Carga de rotura: 1169 N con coeficiente de seguridad: 7

Peso: 0,4 Kg/m

Cálculos previos.

Velocidad de la banda. Razonamiento.

Los envases procedentes del conjunto de rotación acceden al módulo de recepción. La velocidad de éste conjunto no es elevada, solamente se necesita una separación entre envases de aproximadamente 140 mm para poder chequearlos.

La velocidad de la máquina es de 100 envases por minuto y con un fondo de los envases de 70 mm necesitaríamos 7 metros cada minuto. No se añadirá 2 mm por envase por la deformación a una altura media del envase. Para obtener la separación deseada, la ocupación de la banda por envases no puede superar 35 %:

$$X = 7 * \frac{100}{35} \approx 20$$

X = 20 m/min es la velocidad de la banda.

Considerando el radio primitivo de 74,5 mm del piñón de tracción, en una rotación completa trasladaríamos 468,1 mm. Para alcanzar una velocidad de 20 m/min necesitaríamos aproximadamente 42 vueltas completas del piñón.

Según los datos técnicos del motor reductor, la velocidad de salida del reductor a 50 Hz es de 36 rpm, lo cual nos lleva a aumentar la velocidad de rotación por encima de los 50 Hz. El sistema dispone de variadores de velocidad para cada motor:

$$X1 = 42 * \frac{50}{36} \approx 58,3$$

X1 = 58,3 Hz es la frecuencia de trabajo para alcanzar 20 m/min.

Redondeamos los cálculos, subiendo la frecuencia de trabajo a 60 Hz, alcanzando 44 vueltas del piñón y una velocidad de 20,6 m/min.

Par máximo de salida del reductor a 60 Hz.

Mreductor máximo = 51 Nm es el par de la salida real del reductor a 60 Hz y viene como dato en la ficha técnica del motor-reductor.

Par salida reductor y carga máxima admisible de la banda. Razonamiento.

El par de la salida del reductor a 50 Hz es de 62 Nm. Datos de la ficha técnica del motor.

El piñón que se emplea tiene el radio primitivo de 74,5 mm.

Empleando la fórmula fundamental de torque:

$$M = F * d$$

$$F = \frac{M}{d} = \frac{62 \text{ Nm}}{0,0745 \text{ m}} \approx 832,2 \text{ N} < 1169 \text{ N}$$

832,2 N es el valor de la fuerza máxima que pueden ejercer los dientes del piñón sobre la banda, trabajado a **50 Hz**.

Esto significa que, en condiciones de par máximo, la banda no se romperá, y estando ajustado el valor de intensidad máxima a 1,83 A, saltará una alarma por sobrecorriente en el variador de frecuencia y el motor se detendrá.

En caso de trabajar a 60 Hz el valor de la fuerza todavía es menor:

$$F = \frac{M}{d} = \frac{51 \text{ Nm}}{0,0745 \text{ m}} \simeq 684,6 \text{ N} < 1169 \text{ N}$$

684,6 N es el valor de la fuerza máxima que pueden ejercer los dientes del piñón sobre la banda, trabajado a **60 Hz**.

Notas.

El valor de corriente nominal 1,83 A, (Intensidad eléctrica máxima) del motor-reductor es el mismo para diferentes frecuencias.

A frecuencias igual o inferiores a 50 Hz el par se mantiene constante.

A frecuencias más altas, el par disminuye.

Par máximo vs par real. Razonamiento.

El par máximo que puede entregar el motor no significa que siempre lo entregue.

El par real que efectivamente ejerce depende de la carga soportada.

Si la carga soportada por el motor requiere menos par, el motor solo entregará lo necesario, que será menor del par máximo.

$$M_{\text{real}} \leq M_{\text{máximo}}$$

Carga real. Razonamiento.

Para calcular la carga real, conocemos:

- Longitud del módulo de recepción. 1 m
- Longitud de la banda del módulo de recepción. 1 m + 1 m + 0,5 m = 2,5 m
- Material de la banda y su peso. POM-D/PA6.6. 0,4 Kg/m
- Material de guía de deslizamiento. UHMWPE.
- Coeficiente de fricción dinámico entre banda y guía. Trabajo en seco. 0,2.
- Coeficiente de fricción estático entre banda y guía. Trabajo en seco. 0,4.
- Cantidad de envases, escenario normal. 5 envases.
- Cantidad de envases, escenario totalmente lleno. 14 envases.
- Peso total del envase. 1,1 Kg.
- Trabajo en plano horizontal.
- La banda transmite la misma fuerza a lo largo de su recorrido en el ramal tenso.
- Factor de seguridad recomendado para maquinaria industrial. 2.

Suponemos que la banda, por su parte superior, está completamente llena de envases y sumaremos el peso propio de la banda en su total recorrido, tendríamos 16,5 Kg. Multiplicando por el factor de seguridad (2), tendríamos 33 Kg. Consideremos ésta fuerza como la fuerza normal ($N = 323,73 \text{ N}$).

Para calcular la fuerza de fricción dinámica, emplearemos la fórmula:

$$F_{\text{fricción dinámica}} = N * \mu_k$$

$$F_{\text{fricción dinámica}} = 323,73 \text{ N} * 0,2 \simeq 64,75 \text{ N}$$

$F_{\text{fricción dinámica}} = 64,75 \text{ N}$ es la carga real que soportaría motor-reductor en movimiento y el par tendría un valor de 4,82 Nm.

Para calcular la fuerza de fricción estática, emplearemos la fórmula:

$$F_{\text{fricción estática}} = N * \mu_s$$

$$F_{\text{fricción estática}} = 323,73 \text{ N} * 0,4 \simeq 129,5 \text{ N}$$

$F_{\text{fricción estática}} = 129,5 \text{ N}$ es la carga real que soportaría motor-reductor al iniciar la marcha y el par tendría un valor de 9,65 Nm.

En condiciones descritas el motor-reductor entregaría un par real inferior al máximo, a consecuencia de la fuerza máxima que ejercerá la carga:

$$9,65 \text{ Nm} < 51 \text{ Nm}$$

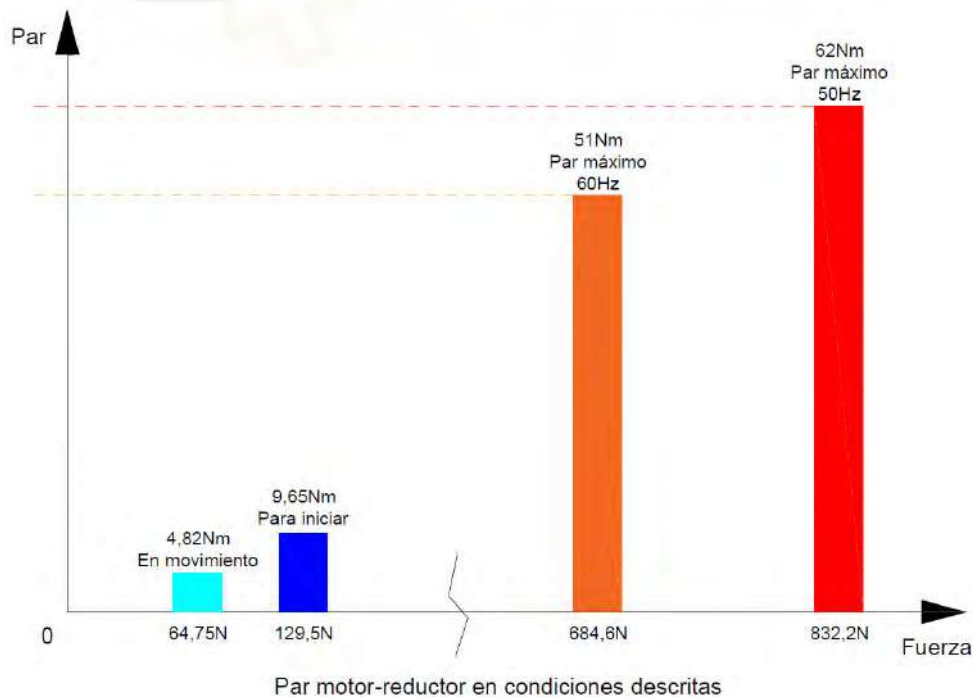


Figura 1-67. Relación Fuerza-Par. Módulo de recepción.

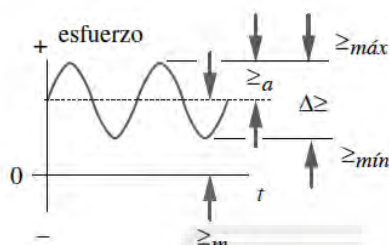
Hipótesis de carga. Razonamiento.

Para la determinación de los valores mínimo y máximo de carga, así como para la definición del tipo de sollicitación en el eje, se consideran las siguientes condiciones:

- El eje gira en un único sentido, sin inversión del par aplicado.
- En régimen de funcionamiento, la carga varía principalmente en función de la cantidad de envases sobre la cadena y del coeficiente de fricción dinámica.
- En condiciones de arranque, la sollicitación depende principalmente de la cantidad de envases sobre la cadena y del coeficiente de fricción estática.

Los valores obtenidos previamente, derivados de los coeficientes de fricción, representan los extremos de la sollicitación transmitida sin cambio de signo. El valor máximo de la sollicitación se obtiene a partir del coeficiente de fricción estática, correspondiente a la condición de arranque o situación más desfavorable de transmisión de carga, en la que la resistencia al movimiento es máxima.

En consecuencia, el eje se encuentra sometido a sollicitación fluctuante, con valores de **4,82 Nm** y **9,65 Nm**, considerados conservadores a efectos de cálculo.



(c) Variable

Figura 1-68. Valor alternativo, medio y del intervalo del ciclo de esfuerzo fluctuante. Eje motriz. Módulo de recepción.

-Representación simplificada del montaje de eje motriz del módulo de recepción.

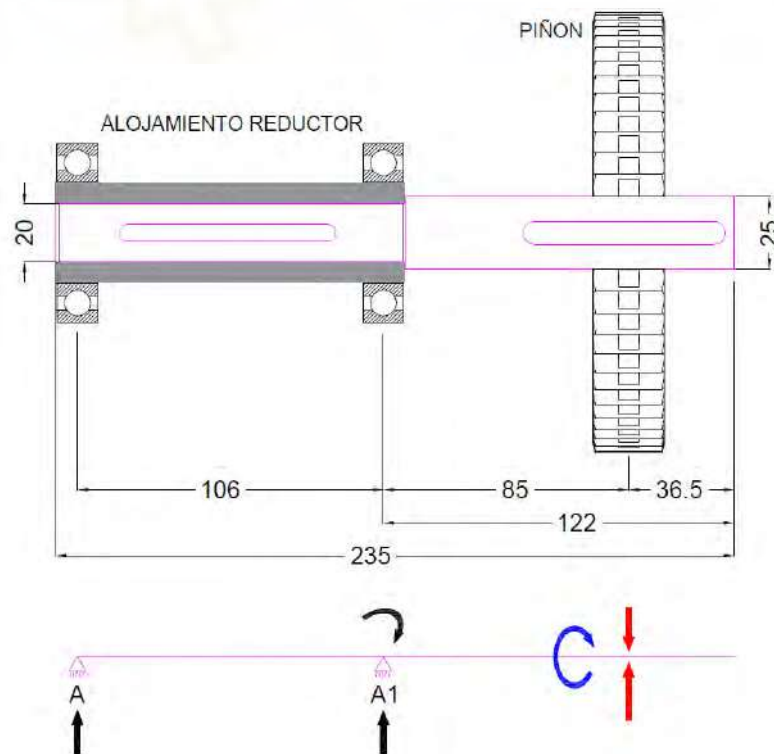


Figura 1-69. Eje motriz. Módulo de recepción. Representación simplificada.

1.7.2.2.1. Fallo estático.

El fallo estático del eje motriz no constituye el criterio de diseño gobernante. En ejes sometidos a rotación, las tensiones en un punto del material varían de forma cíclica, generando un estado tensional alternante. En consecuencia, el modo de fallo predominante es la fatiga. No obstante, se verifica que la tensión máxima no supere el límite elástico del material, como comprobación previa de seguridad.

En el presente caso, el eje trabaja en configuración en voladizo, estando sometido además a la acción de la fuerza debida a la tensión de la banda. El esfuerzo resultante genera un momento flector máximo en el empotramiento (Página 100) asociado a una fuerza de 50 N. A efectos de cálculo conservador, esta fuerza se ha mayorado hasta 500 N, incorporando implícitamente un margen de seguridad y permitiendo evaluar la resistencia frente a fallo estático en condiciones desfavorables.

Momento máximo en el empotramiento:

$$M_{max} = F * d = 500N * 0,085 m = 42,5 Nm$$

Para el cálculo del módulo resistente se considera una sección circular maciza de diámetro 20 mm:

Módulo resistente sección circular D20mm:

$$W = \frac{\pi * D^3}{32} \approx 7,85 * 10^{-7} m^3$$

Tensión máxima:

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W} \approx 54 MPa$$

La tensión obtenida (54 Mpa) es inferior al límite elástico del material (215 MPa), por lo que no existe riesgo de fallo estático.

1.7.2.2.2. Fallo por fatiga.

El fallo por fatiga es un mecanismo de rotura progresiva que se produce en materiales sometidos a cargas variables o cíclicas, incluso cuando estas son inferiores al límite elástico. Con el tiempo, la repetición de esfuerzos provoca la iniciación y propagación de microfisuras que pueden conducir a la rotura del componente sin deformación previa apreciable. Este tipo de fallo es especialmente relevante en elementos en rotación, como ejes, donde las tensiones se alternan de forma continua durante el servicio.

Nota.

Las dimensiones exactas del eje motriz se recogen en el apartado de planos.

Análisis previo. Esfuerzos en el eje.

Sección de alojamiento en reductor.

El tramo del eje de diámetro 20 mm se encuentra completamente alojado en el interior del alojamiento de la salida del reductor y se considera geométricamente confinado. En consecuencia, se considera despreciable la flexión en esta zona. La sección dispone de chavetero longitudinal.

Tipo de contacto eje – alojamiento reductor: Contacto cilíndrico superficial continuo, definido mediante un ajuste con tolerancias normalizadas.

Tipo de unión: Unión mecánica mediante chaveta.

Transmisión de par: El par se transmite mediante chaveta, que trabaja a cortadura y aplastamiento.

Consideraciones adicionales: Se desprecia la contribución de la fricción en el contacto eje – alojamiento reductor en la transmisión de par.

Sección de alojamiento del piñón de tracción.

El tramo del eje correspondiente a los diámetros 20 mm – 25 mm se encuentra en voladizo y se soporta únicamente por el alojamiento de la salida del reductor. La sección dispone igualmente de un chavetero.

Tipo de contacto eje - piñón: Contacto cilíndrico superficial entre el eje y el cubo del piñón.

Tipo de unión: Unión mecánica mediante chaveta.

Transmisión de par: El par se transmite mediante chaveta, que trabaja a cortadura y aplastamiento.

Consideraciones adicionales: Se consideran las cargas transversales derivadas de la tensión de la banda y del peso propio del conjunto.

Dado que el piñón está fabricado en poliamida (PA, comúnmente denominada nylon), material de menor resistencia mecánica que el acero del eje, el fallo, en caso de producirse, se iniciará previsiblemente en el propio piñón.

Sección de transición.

El escalón entre diámetros 20 mm y 25 mm con radio de 1 mm constituye una zona de concentración de tensiones y se considera sección crítica, frente a fallo por fatiga.

RESUMEN.

El eje se modeliza como un elemento sometido a un estado tensional combinado de **flexión y torsión**.

Los esfuerzos de flexión se originan como consecuencia de las cargas transversales aplicadas, principalmente la tensión de la banda y el peso propio del conjunto, mientras que los esfuerzos de torsión derivan de la transmisión de par.

En consecuencia, el dimensionamiento del eje se realiza en régimen de fatiga, considerando un estado tensional combinado de flexión y torsión. Se identifican como zonas críticas el escalón entre diámetros y los chaveteros, debido a la concentración de tensiones asociada a dichas discontinuidades geométricas.

Momento flector máximo.

Consideramos el eje como una viga en voladizo, empotrada en un extremo. A una distancia de 85 mm del empotramiento actúa una fuerza vertical hacia abajo de 10 N, debida a los pesos del eje y del piñón de tracción. A la misma distancia, pero en sentido opuesto, vertical hacia arriba, se aplica una fuerza de 60 N, debida a la tensión constante de la banda. Dado que ambas fuerzas actúan sobre la misma línea de acción, se obtiene una fuerza resultante vertical de 50 N. El momento flector máximo en el empotramiento viene dado por:

$$M = F * d = 50 \text{ N} * 0,085 \text{ m} = 4,25 \text{ Nm}$$

Flexión (alternante).

Tensión nominal para flexión en eje macizo circular:

$$\sigma_a = \frac{32T}{\pi d^3}$$

Nuestro diámetro del eje de 20mm es la sección crítica. Empotramiento.

$$\sigma_m = 0$$
$$\sigma_a = \frac{32 * 4,25 \text{ Nm}}{\pi * (20 \text{ mm})^3} = 5,41 \text{ Mpa}$$

Torsión.

El eje se encuentra sometido a torsión fluctuante, debido a que el par transmitido en régimen de rotación no es constante, sino que está comprendido entre un valor mínimo de 4,82 Nm y un valor máximo de 9,65 Nm, determinados previamente (Página 97).

Torsión (fluctuante). Sección 25 mm.

Tensión nominal para torsión en eje macizo circular:

$$\tau = \frac{16T}{\pi d^3}$$

Torsión mínima y máxima:

$$\tau_{min} = \frac{16T_{min}}{\pi d^3} = \frac{16 * 4,82 \text{ Nm}}{\pi * (25 \text{ mm})^3} \simeq 1,57 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{max} = \frac{16T_{max}}{\pi d^3} = \frac{16 * 9,65 \text{ Nm}}{\pi * (25 \text{ mm})^3} \simeq 3,15 \text{ Mpa}$$

Torsión media y alternante:

$$\tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2} \simeq 2,36 \text{ Mpa}$$

$$\tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2} \simeq 0,8 \text{ Mpa}$$

Torsión (fluctuante). Sección 20 mm.

Torsión mínima y máxima:

$$\tau_{min} = \frac{16T_{min}}{\pi d^3} = \frac{16 * 4,82 \text{ Nm}}{\pi * (20 \text{ mm})^3} \simeq 3,07 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{max} = \frac{16T_{max}}{\pi d^3} = \frac{16 * 9,65 \text{ Nm}}{\pi * (20 \text{ mm})^3} \simeq 6,14 \text{ Mpa}$$

Torsión media y alternante:

$$\tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2} \simeq 4,61 \text{ Mpa}$$

$$\tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2} \simeq 1,54 \text{ Mpa}$$

Concentradores de tensiones.

Esta sección tiene una chaveta normalizada, se introduce un concentrador de tensiones. Los factores de concentración de tensiones a fatiga, K_f , se calculan a partir de los factores de concentración de tensiones estáticos, K_t y la sensibilidad de muescas, q .

Concentradores de tensiones para esfuerzos de flexión y de torsión:

$$K_f = 1 + q(K_t - 1)$$

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1)$$

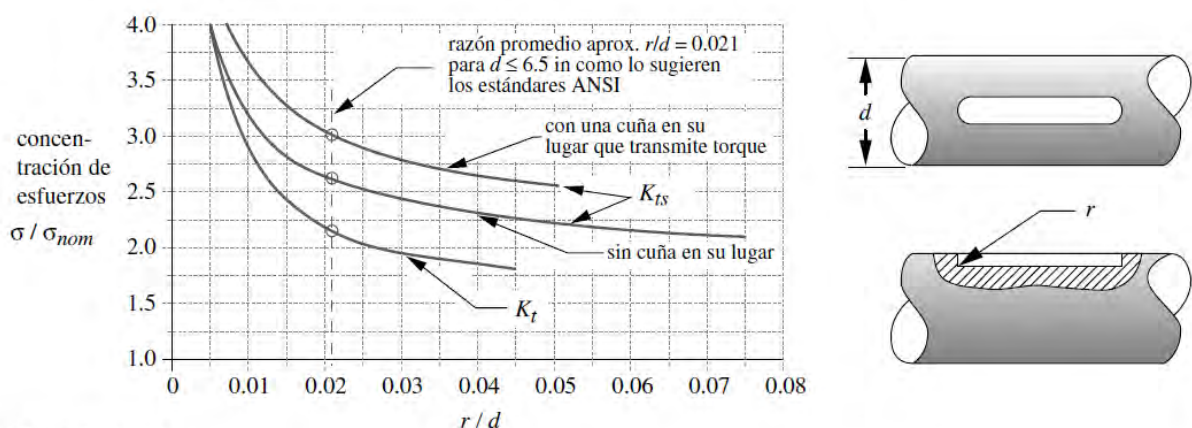


FIGURA 6-16

Factores de concentración de esfuerzos de cuñero, con extremo fresado, en flexión (K_t) y en torsión (K_{ts}) Fuente: R.E. Peterson, *Stress Concentration Factors*, 1974, figuras 182 y 183, pp. 266-267, reimpreso con autorización de John Wiley & Sons, Inc.

Figura 1-70. Factores de concentración de esfuerzos de chavetero.

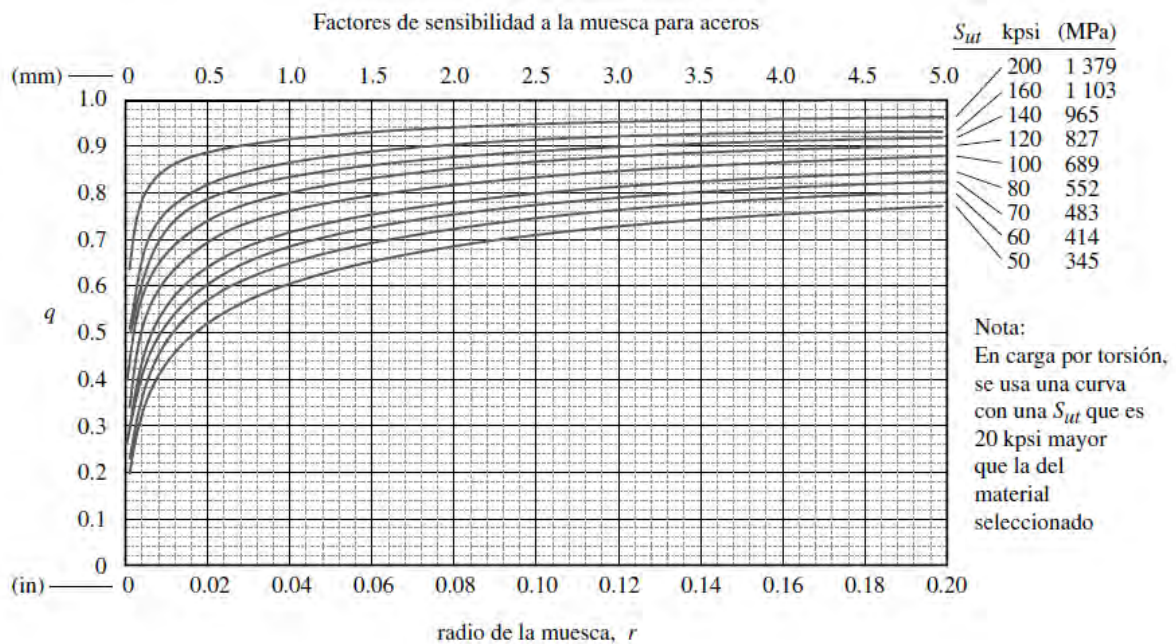


FIGURA 4-36 Parte 1

Curvas de sensibilidad a la muesca para aceros, calculadas a partir de las ecuaciones 4.13 con los datos de la figura 4-35, como lo propuso originalmente R. E. Peterson en "Notch Sensitivity", capítulo 13, en *Metal Fatigue*, por G. Sines y J. Waisman, McGraw-Hill, Nueva York, 1959.

Figura 1-71. Curvas de sensibilidad de las muescas.

Sección 25 mm. Dispone de un chavatero y una chaveta normalizada.

Según la tabla, el factor de concentración del esfuerzo de chavetero estándar en flexión:

$$K_t \approx 2,2$$

Según la tabla, el factor de concentración del esfuerzo de chavetero estándar en torsión, con una chaveta en su lugar que transmite torque:

$$K_{ts} \approx 3$$

Según la tabla, para un acero de $S_{ut} \approx 550$ Mpa la sensibilidad de la muesca q:

$$\text{Para flexión } q \approx 0,65$$

Según la tabla, para un acero de $S_{ut} \approx 550$ Mpa la sensibilidad de la muesca q:

$$\text{Para torsión } q \approx 0,7$$

Valores de concentradores de tensiones para esfuerzos de flexión y de torsión:

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) = 1 + 0,65 * (2,2 - 1) = 1,78$$

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1) = 1 + 0,7 * (3 - 1) = 2,4$$

Sección 20 mm. Dispone de un chavatero y una chaveta normalizada.

Según la tabla, el factor de concentración del esfuerzo de chavetero estándar en flexión:
 $K_t \approx 2,3$

Según la tabla, el factor de concentración del esfuerzo de chavetero estándar en torsión,
 con una chaveta en su lugar que transmite torque:

$K_{ts} \approx 3,1$

Según la tabla, para un acero de $S_{ut} \approx 550$ Mpa la sensibilidad de la muesca q:

Para flexión $q \approx 0,65$

Según la tabla, para un acero de $S_{ut} \approx 550$ Mpa la sensibilidad de la muesca q:

Para torsión $q \approx 0,7$

Valores de concentradores de tensiones para esfuerzos de flexión y de torsión:

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) = 1 + 0,65 * (2,3 - 1) = 1,845$$

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1) = 1 + 0,7 * (3,1 - 1) = 2,47$$

Sección de transición. Escalón.

El escalón genera una discontinuidad geométrica en el eje con radio de transición de 1mm.

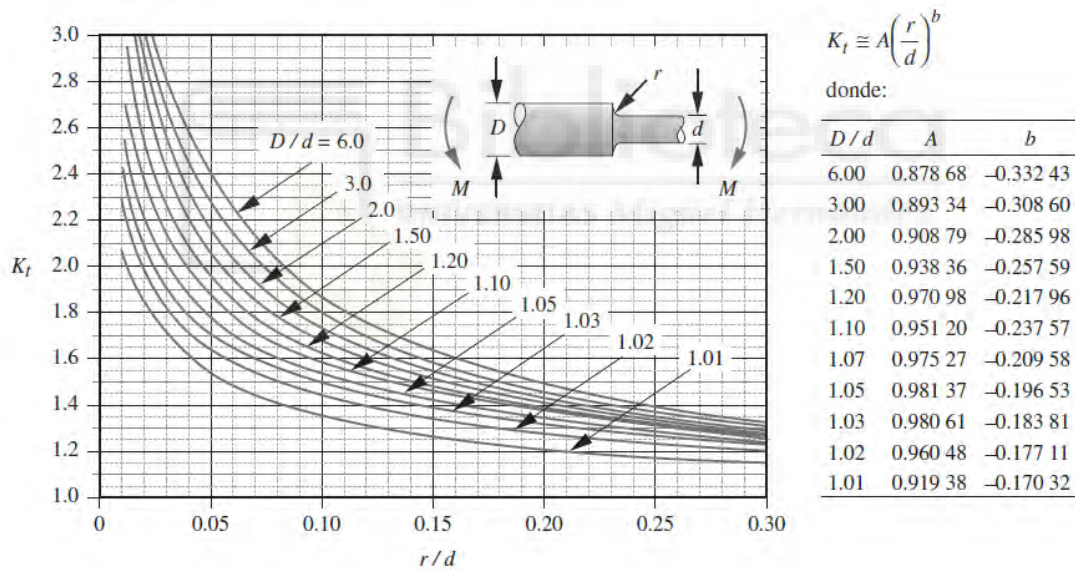


FIGURA G-2

Factor geométrico de concentración de esfuerzos K_t para un eje con filete de hombro en flexión

Figura 1-72. Factor geométrico de concentración de esfuerzos. FLEXION.

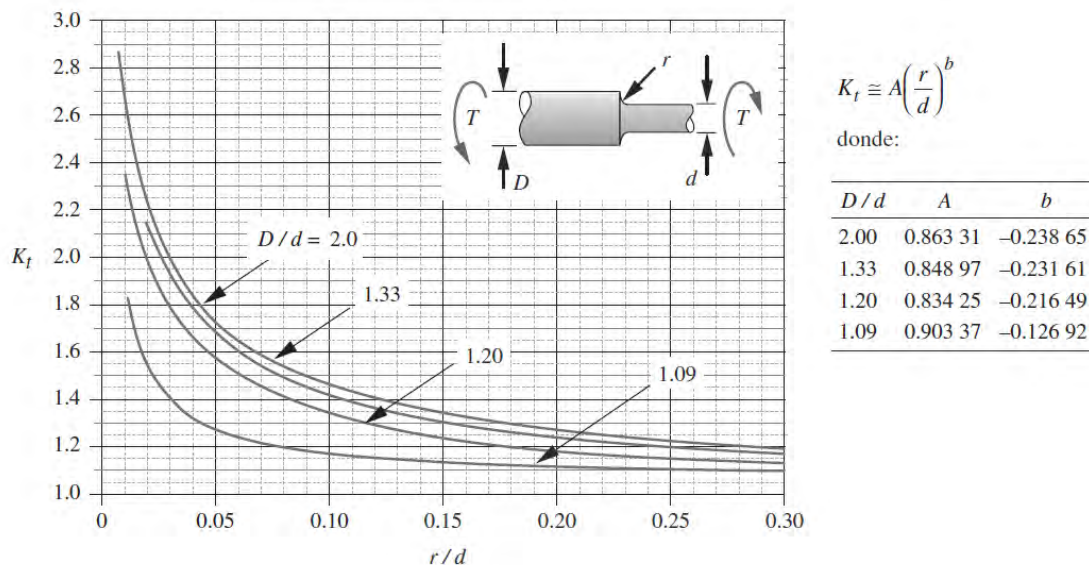


FIGURA G-3

Factor geométrico de concentración de esfuerzos K_t para un eje con filete de hombro en torsión

Figura 1-73. Factor geométrico de concentración de esfuerzos. TORSION.

Según la tabla, el factor geométrico de concentración de esfuerzos por cambio de sección, en flexión:

$$K_t \approx 1,95$$

Según la tabla, el factor geométrico de concentración de esfuerzos por cambio de sección, en torsión:

$$K_t \approx 1,6$$

Valores de concentradores de tensiones para esfuerzos de flexión y de torsión:

$$K_f = 1 + q(K_t - 1) = 1 + 0,65 * (1,95 - 1) = 1,6175$$

$$K_{fs} = 1 + q(K_{ts} - 1) = 1 + 0,7 * (1,6 - 1) = 1,42$$

Nota.

En el diseño a fatiga, los valores más desfavorables son los relacionados con el chavetero en la sección de 20 mm de diámetro. Flexión y torsión.

$$K_f = 1,845$$

$$K_{fs} = 2,47$$

Valores corregidos debidos a la concentración de tensiones provocada por el chavetero en la sección del eje de 20 mm.

$$\sigma'_m = 0$$

$$\sigma'_a = K_f * \sigma_a = 1,845 * 5,41 \approx 9,98 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_m = K_{fs} * \tau_m = 2,47 * 4,61 \approx 11,39 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_a = K_{fs} * \tau_a = 2,47 * 1,54 \approx 3,8 \text{ Mpa}$$

Esfuerzo combinado equivalente (Von Mises).

Tensión media:

$$\sigma'_{m,eq} = \sqrt{(\sigma'_m)^2 + 3 * (\tau'_m)^2} = \sqrt{0 + 3 * 11,39^2} \simeq 19,73 \text{ Mpa}$$

Tensión alternante:

$$\sigma'_{a,eq} = \sqrt{(\sigma'_a)^2 + 3 * (\tau'_a)^2} = \sqrt{9,98^2 + 3 * 3,8^2} \simeq 11,95 \text{ Mpa}$$

Resistencia a la fatiga.

Valor previamente calculado:

$$S_e = 1 * 0,87 * 0,92 * 1 * 0,702 * 275 \simeq 154,52 \text{ Mpa}$$

Criterio de Goodman modificado.

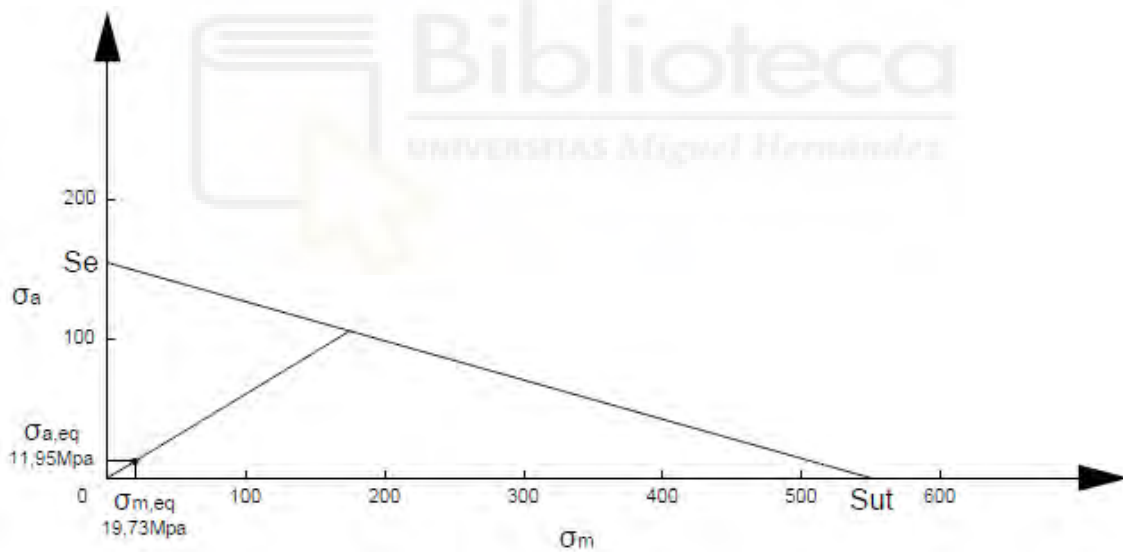


Figura 1-74. Goodman modificado. Eje motriz. Módulo de recepción.

Coeficiente de seguridad a fatiga.

$$N_{e,f} = \frac{Sut Se}{Se \sigma'_{m,eq} + Sut \sigma'_{a,eq}}$$

$$N_{e,f} = \frac{550 \text{ Mpa} * 154,52 \text{ Mpa}}{154,52 \text{ Mpa} * 19,73 \text{ Mpa} + 550 \text{ Mpa} * 11,95 \text{ Mpa}} \simeq \mathbf{8,8}$$

1.7.2.2.3. Esfuerzo en chavetas.

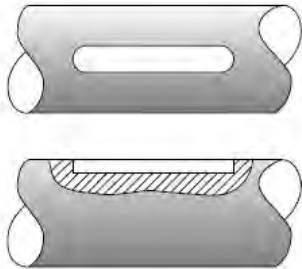
Material de la chaveta es acero SAE 1010 con características:

$S_y = 300 \text{ Mpa}$.

$S_{ut} = 365 \text{ Mpa}$.

$S_e = 150 \text{ Mpa}$.

Tipo de chavetero:



(a) Cuñero con extremo fresado con dos extremos

Figura 1-75. Tipo de chavetero. Eje motriz. Módulo de recepción.

Valores hallados anteriormente con radio del piñón de 74,5 mm:

-Fuerza mínima es 64,75 N correspondiente a par mínimo 4,82 Nm.

-Fuerza máxima es 129,5 N correspondiente a par máximo 9,65 Nm.

Chaveta para el eje de diámetro 20 mm.

Tamaño de la chaveta: 6 x 6 x 75 mm.

Longitud efectiva de la chaveta es su longitud total. $L_{ef} = 75 \text{ mm}$

Falla por cortante. Eje de diámetro 20 mm.

Nuestro par es variable. Cálculo a fatiga.

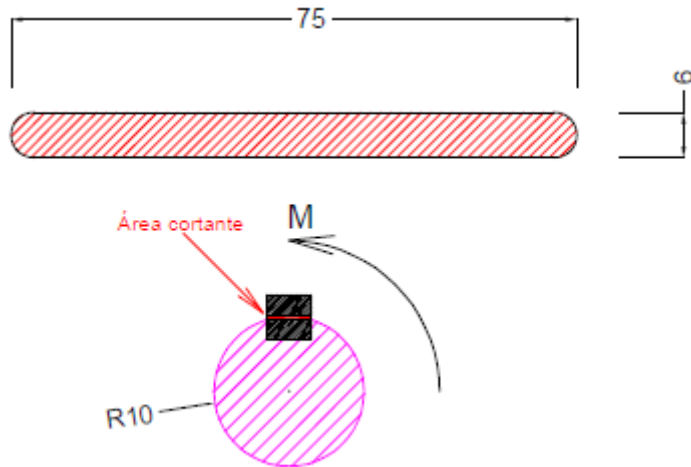


Figura 1-76. Falla por cortante. Eje de diámetro 20 mm.

$$\tau_{xy} = \frac{F}{A_{cortante}}$$

Fuerza en el exterior del eje de diámetro 20 mm. ($r=0,01$ m)

$$F_{max} = \frac{M_{max}}{r} = \frac{9,65 \text{ Nm}}{0,01 \text{ m}} = 965 \text{ N}$$

$$F_{min} = \frac{M_{min}}{r} = \frac{4,82 \text{ Nm}}{0,01 \text{ m}} = 482 \text{ N}$$

$$A_{cortante} = (69 \text{ mm} * 6 \text{ mm}) + \pi * (3 \text{ mm})^2 \simeq 442,27 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{max} = \frac{F_{max}}{A_{cortante}} = \frac{965 \text{ N}}{442,27 \text{ mm}^2} \simeq 2,2 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{min} = \frac{F_{min}}{A_{cortante}} = \frac{482 \text{ N}}{442,27 \text{ mm}^2} \simeq 1,1 \text{ Mpa}$$

$$\tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2} \simeq 1,65 \text{ Mpa}$$

$$\tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2} \simeq 0,55 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_m = \sqrt{3} * \tau_m = \sqrt{3} * 1,65 \simeq 2,86 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_a = \sqrt{3} * \tau_a = \sqrt{3} * 0,55 \simeq 0,96 \text{ Mpa}$$

$$N_e = \frac{SutSe}{Se\tau'_m + Sut\tau'_a} = \frac{365 * 150}{150 * 2,86 + 365 * 0,96} \simeq 70,3$$

Falla de presión por contacto. Aplastamiento. Eje de diámetro 20 mm.

Nuestro par es variable. El esfuerzo de presión por contacto sobre la chaveta es de compresión y, por lo tanto, se considera una carga estática. Se emplea fuerza aplicada máxima para el cálculo.

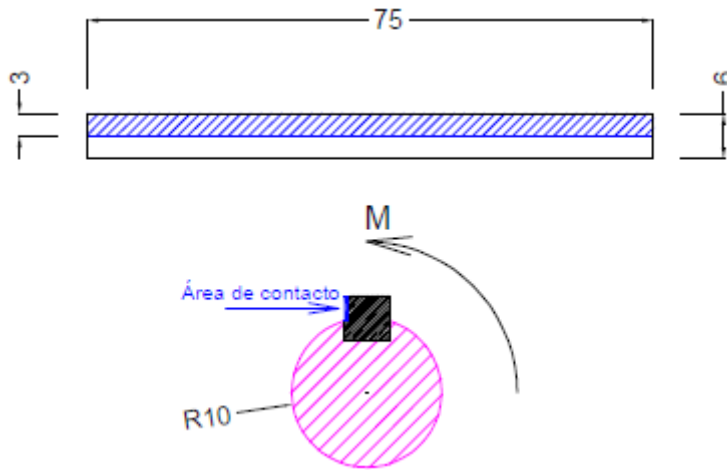


Figura 1-77. Aplastamiento. Eje de diámetro 20 mm.

$$\sigma_x = \frac{F}{A_{\text{contacto}}}$$

$$A_{\text{contacto}} = (75 \text{ mm} * 3 \text{ mm}) = 225 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{contacto}}} = \frac{965 \text{ N}}{225 \text{ mm}^2} \approx 4,3 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{\text{min}} = \frac{F_{\text{min}}}{A_{\text{contacto}}} = \frac{482 \text{ N}}{225 \text{ mm}^2} \approx 2,2 \text{ Mpa}$$

$$Ne = \frac{Sy}{\sigma_{\text{max}}} = \frac{300 \text{ Mpa}}{4,3 \text{ Mpa}} \approx 69,8$$

Chaveta para el eje de diámetro 25 mm.

Tamaño de la chaveta: 8 x 7 x 70 mm.

Longitud efectiva de la chaveta es el espesor del piñón. $L_{\text{ef}} = 25 \text{ mm}$

Falla por cortante. Eje de diámetro 25 mm.

Nuestro par es variable. Cálculo a fatiga.

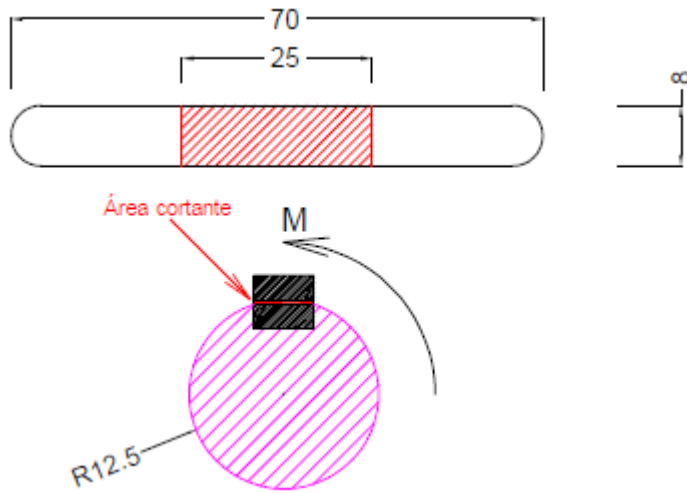


Figura 1-78. Falla por cortante. Eje de diámetro 25 mm.

$$\tau_{xy} = \frac{F}{A_{cortante}}$$

Fuerza en el exterior del eje de diámetro 25 mm. ($r=0,0125$ m)

$$F_{max} = \frac{M_{max}}{r} = \frac{9,65 \text{ Nm}}{0,0125 \text{ m}} = 772 \text{ N}$$

$$F_{min} = \frac{M_{min}}{r} = \frac{4,82 \text{ Nm}}{0,0125 \text{ m}} = 385,6 \text{ N}$$

$$A_{cortante} = (20 \text{ mm} * 8 \text{ mm}) + \pi * (4 \text{ mm})^2 \approx 210,27 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{max} = \frac{F_{max}}{A_{cortante}} = \frac{772 \text{ N}}{210,27 \text{ mm}^2} \approx 3,67 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{min} = \frac{F_{min}}{A_{cortante}} = \frac{385,6 \text{ N}}{210,27 \text{ mm}^2} \approx 1,84 \text{ Mpa}$$

$$\tau_m = \frac{\tau_{max} + \tau_{min}}{2} \approx 2,76 \text{ Mpa}$$

$$\tau_a = \frac{\tau_{max} - \tau_{min}}{2} \approx 0,92 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_m = \sqrt{3} * \tau_m = \sqrt{3} * 2,76 \approx 4,8 \text{ Mpa}$$

$$\tau'_a = \sqrt{3} * \tau_a = \sqrt{3} * 0,92 \approx 1,6 \text{ Mpa}$$

$$Ne = \frac{SutSe}{Ser'_m + Sut\tau'_a} = \frac{365 * 150}{150 * 4,8 + 365 * 1,6} \approx 42$$

Falla de presión por contacto. Aplastamiento. Eje de diámetro 25 mm.

Nuestro par es variable. El esfuerzo de presión por contacto sobre la chaveta es de compresión y, por lo tanto, se considera una carga estática. Se emplea fuerza aplicada máxima para el cálculo.

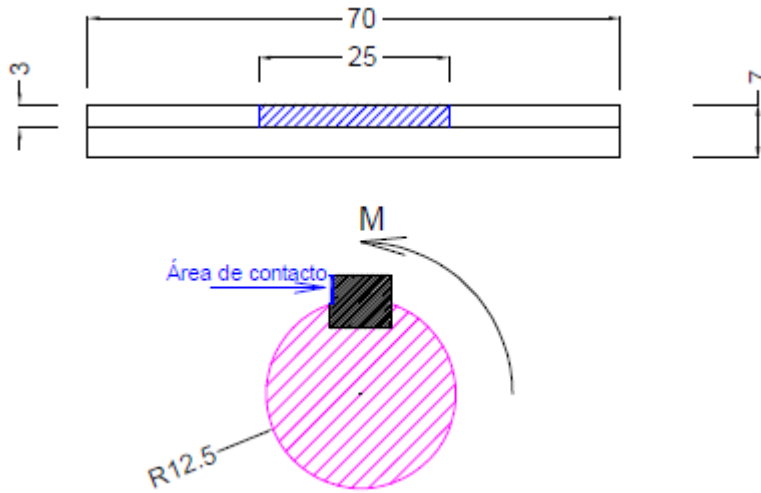


Figura 1-79. Aplastamiento. Eje de diámetro 25 mm.

$$\sigma_x = \frac{F}{A_{\text{contacto}}}$$

$$A_{\text{contacto}} = (25 \text{ mm} * 3 \text{ mm}) = 75 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_{\text{max}} = \frac{F_{\text{max}}}{A_{\text{contacto}}} = \frac{772 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} \approx 10,3 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{\text{min}} = \frac{F_{\text{min}}}{A_{\text{contacto}}} = \frac{385,6 \text{ N}}{75 \text{ mm}^2} \approx 5,14 \text{ Mpa}$$

$$Ne = \frac{Sy}{\sigma_{\text{max}}} = \frac{300 \text{ Mpa}}{10,3 \text{ Mpa}} \approx 29,2$$

Conclusión.

Los cálculos realizados se han desarrollado a partir de la carga real de trabajo, incorporando un coeficiente de seguridad global de diseño igual a 2 aplicado sobre la carga, lo que conduce a resultados de carácter conservador.

El estado tensional del sistema está dominado por esfuerzos de flexión y torsión, debido a la configuración geométrica de la instalación (eje en voladizo sometido a tensión de banda). Esta hipótesis se considera adecuada dentro del marco del modelo simplificado empleado, si bien queda condicionada a la posible aparición de solicitaciones adicionales no contempladas en el análisis.

La sección crítica del eje, de diámetro 20 mm, presenta un coeficiente de seguridad frente a fatiga de 8,8, cumpliéndose por tanto con holgura los requisitos resistentes establecidos para las condiciones de servicio consideradas.

Los modos de fallo asociados a la chaveta (cortante y aplastamiento) presentan coeficientes de seguridad elevados, no siendo condicionantes en el diseño.

Asimismo, la influencia del concentrador de tensiones asociado a cambio de sección no resulta crítica bajo las hipótesis de cálculo adoptadas.

En resumen, el eje cumple ampliamente los requisitos de resistencia frente a fatiga bajo las condiciones de carga definidas. No obstante, las zonas de concentración de tensiones, especialmente en los fondos de chavetero y en las transiciones geométricas, constituyen los puntos preferentes de iniciación de daño por fatiga, sin comprometer la funcionalidad inmediata del conjunto.

Por su parte, el piñón de tracción se configura como el elemento más susceptible a fallo del conjunto, debido a las propiedades del material de fabricación y a las concentraciones de tensiones en el chavetero, siendo esta la zona más probable de iniciación del fallo.

1.8. Evaluación de riesgos.

1.8.1. Metodología HRN.

La metodología HRN (Hazard Rating Number) se emplea para cuantificar y evaluar el nivel de riesgo asociado a un peligro, en este caso, en una máquina. Este método se utiliza en el contexto de la norma ISO 12100, permite clasificar los riesgos con el fin de determinar si son aceptables o requieren la adopción de medidas correctoras.

El HRN se basa en la combinación de varios factores, entre los que destacan la gravedad del daño potencial, la probabilidad de ocurrencia y el grado de exposición de los trabajadores al peligro identificado. A partir de estos parámetros, se obtiene un valor numérico que facilita la priorización de riesgos y la toma de decisiones en materia de seguridad.

Fórmula del método HRN

El método HRN (Número de Evaluación del Riesgo) se calcula mediante la siguiente expresión:

$$HRN = LO * FE * DHP * NP$$

Definición de los factores:

LO (Probabilidad de ocurrencia)

Representa la probabilidad de que ocurra el accidente.

FE (Frecuencia de exposición)

Indica con qué frecuencia los trabajadores están expuestos al riesgo.

DPH (Grado de daño posible)

Evalúa la gravedad de las consecuencias del accidente (desde lesiones leves hasta fatales).

NP (Número de personas expuestas)

Número de trabajadores que pueden verse afectados por el riesgo.

Interpretación del resultado global

El valor obtenido del HRN permite clasificar el nivel de riesgo:

Nivel de riesgo	HRN
Despreciable	$0 \leq HRN \leq 2,5$
Muy bajo	$2,5 < HRN \leq 5$
Bajo	$5 < HRN \leq 10$
Relevante	$10 < HRN \leq 50$
Medio	$50 < HRN \leq 100$
Alto	$100 < HRN \leq 200$
Extremo	$200 < HRN \leq 500$
Inaceptable	$HRN > 500$

Tabla 1-5. Valor de HRN y su interpretación.

Para calcular el nivel de riesgo se asigna un valor numérico a cada uno de los factores según las tablas correspondientes:

LO (Probabilidad de ocurrencia)

Valor	Nivel de Probabilidad
0	Imposible, no puede pasar bajo ninguna circunstancia
1	Improbable, aunque concebibles
2	Posible: pero poco comunes
5	Probables: podría suceder
8	Probable: no se sorprendió
10	Probable: sólo cabe esperar
15	Cierto: no hay duda

Tabla 1-6. Valor asignado a cada nivel de probabilidad de ocurrencia.

FE (Frecuencia de exposición)

Valor	Nivel de Probabilidad
0.1	Poco frecuente
0.2	Año
1	Mensual
1.5	Semanal
2.5	Todos los días
4	Cada hora

Tabla 1-7. Valor asignado a cada nivel de probabilidad de frecuencia de exposición.

DPH (Grado de daño posible)

Valor	Nivel de Probabilidad
0.1	Hematomas
0.5	Laceración / Efecto de salud leve
1	Fractura de hueso menor o enfermedad menor (temporal)
2	Fractura de hueso menor o enfermedad menor (permanente)
4	Pérdida de 1 miembro, 1 ojo o enfermedad grave
8	Pérdida de 2 miembros, 2 ojos o enfermedad grave
15	Fatalidad

Tabla 1-8. Valor asignado a cada nivel de probabilidad de posible daño.

NP (Número de personas expuestas)

Valor	Nivel de Probabilidad
1	1-2
2	3-7
4	8-15
8	16-50
15	50 >

Tabla 1-9. Valor asignado a cada nivel de probabilidad de número de personas expuestas al peligro.

Peligros localizados y clasificación de riesgo.

Se identifican y localizan los peligros asociados a la máquina y a su entorno de trabajo. Cada peligro se evalúa de forma individual, determinando su nivel de riesgo mediante la aplicación del método HRN. Fórmula.

Nº	TÍTULO DEL PELIGRO	LOCALIZACIÓN	RIESGO
1	Cortes y pinchazos. Elementos fijos peligrosos	Cantos y bordes de chapas	Despreciable
2	Atrapamientos, arrastres. Elementos de transmisión de potencia.	En tramos de tracción, reenvíos	Despreciable
3	Atrapamiento, aplastamiento, golpes. Elementos móviles.	Cadena charnela, bandas, cilindros neumáticos	Muy bajo
4	Caídas al mismo nivel. Presencia de lubricantes	Entorno de la máquina	Muy bajo
5	Riesgo eléctrico. Electrocución. Contacto directo.	Cuadro eléctrico, partes activas accesibles	Relevante
6	Riesgo eléctrico. Electrocución. Contacto indirecto. Fallo de aislamiento	Cuadro eléctrico, partes metálicas accesibles	Medio
7	Riesgo eléctrico. Electrocución. Errores de cableado	Cuadro eléctrico, instalación eléctrica	Muy bajo
8	Riesgo eléctrico. Quemaduras por incendio por cortocircuito o sobrecarga	Cuadro eléctrico	Muy bajo
9	Riesgo térmico. Quemaduras por sobrecalentamiento	Motores eléctricos	Despreciable
10	Riesgo mecánico. Proyección de fragmentos o componentes	Conjunto de la máquina	Bajo

Tabla 1-10. Enumeración, localización y nivel de riesgo.

Cálculo del nivel de riesgo para cada peligro.

$$HRN = LO * FE * DHP * NP$$

Peligro Nº1	$HRN = 1 \times 2.5 \times 0.5 \times 1 = 1,25$
Peligro Nº2	$HRN = 1 \times 2.5 \times 1 \times 1 = 2,5$
Peligro Nº3	$HRN = 2 \times 2.5 \times 1 \times 1 = 5$
Peligro Nº4	$HRN = 2 \times 2.5 \times 1 \times 1 = 5$
Peligro Nº5	$HRN = 1 \times 1 \times 15 \times 1 = 15$
Peligro Nº6	$HRN = 2 \times 2.5 \times 15 \times 1 = 75$
Peligro Nº7	$HRN = 1 \times 0.2 \times 15 \times 1 = 3$
Peligro Nº8	$HRN = 1 \times 0.2 \times 15 \times 1 = 3$
Peligro Nº9	$HRN = 2 \times 2.5 \times 0.1 \times 1 = 0.5$
Peligro Nº10	$HRN = 1 \times 2.5 \times 4 \times 1 = 10$

Calendario de acciones en función del valor de HRN.

Una vez determinado el valor de HRN y clasificado el nivel de riesgo se establecen prioridades de actuación:

Nivel de riesgo	HRN	Calendario de acción
Despreciable	$0 \leq \text{HRN} \leq 2,5$	Acción en un plazo superior a 1 año
Muy bajo	$2,5 < \text{HRN} \leq 5$	Acción en un plazo de 1 año
Bajo	$5 < \text{HRN} \leq 10$	Acción en 3 meses
Relevante	$10 < \text{HRN} \leq 50$	Acción en 1 mes
Medio	$50 < \text{HRN} \leq 100$	Acción en 1 semana
Alto	$100 < \text{HRN} \leq 200$	Acción en 1 día
Extremo	$200 < \text{HRN} \leq 500$	Acción inmediata
Inaceptable	$\text{HRN} > 500$	Suspensión inmediata

Tabla 1-11. Calendario de acción según el valor de HRN

Medidas preventivas. Medidas de prevención de riesgo.

Riesgos mecánicos. Instalación de resguardos en elementos móviles y de transmisión. Diseño seguro que evite los puntos de atrapamiento.

Riesgos eléctricos. Cuadro eléctrico con grado de protección adecuado. Acceso restringido y manipulación por personal cualificado y autorizado. Protección mediante magnetotérmico y diferencial. Puesta a tierra de masas. Ejecución conforme a normativa vigente.

Riesgos térmicos e incendio. Protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Selección adecuada de componentes.

Entorno de trabajo. Limpieza periódica. Eliminación de lubricantes en zonas de paso. Orden y mantenimiento.

Riesgo residual. Señalización y etiquetado visible. Información y formación al usuario.

Conclusión.

De acuerdo con la evaluación realizada no se identifican riesgos en niveles alto, extremo o inaceptable. Los riesgos más significativos corresponden a riesgos eléctricos (HRN 15 y 75).

Una vez se apliquen las medidas preventivas, todos los riesgos se reducen a niveles despreciables o muy bajos. Por tanto, la máquina puede considerarse segura para su uso previsto.

1.9. Anexos.



Anexo 1. Selección de sensores y sus accesorios.

GL6G-P4212 | G6

FOTOCÉLULAS



Imagen aproximada



Información sobre pedidos

Tipo	N.º de artículo
GL6G-P4212	1060810

Incluido en el volumen de suministro: P250 (1), BEF-W100-A (1)

Otros modelos del dispositivo y accesorios: www.simgroup.com

Datos técnicos detallados

Características

Principio funcional	Barrera fotoeléctrica réflex
Detalle del principio de funcionamiento	Con distancia mínima al reflector (sistema de lente doble)
Alcance de detección máx.	0,03 m ... 6 m ¹⁾
Distancia de conmutación	0,07 m ... 5 m ¹⁾
Filtros de polarización	Sí
Haz emitido	
Fuente de luz	LED de localización ²⁾
Tipo de luz	Luz roja visible
Tamaño del spot (distancia)	Ø 8 mm (350 mm)
Datos característicos del LED	
Longitud de onda	650 nm
Ajuste	Potenciómetro, 270°
Aplicaciones especiales	Detección de objetos transparentes
Elementos suministrados	Escudra de fijación de acero inoxidable (1,4301/304) BEF-W100-A, Reflector P250

¹⁾ Reflector PL80A.

²⁾ Vida útil media de 100.000 h con T_U = 25 °C.

Características técnicas de seguridad

MTTF_D	1.895 años
DC_{avg}	0 %

Sistema eléctrico

Tensión de alimentación V_B	10 V DC ... 30 V DC ¹⁾
Ondulación	$\pm 10\%$ ²⁾
Consumo de corriente	30 mA ³⁾
Clase de protección	III
Salida digital	
Tipo	PNP
Modo de conmutación	Conmutación en claro/oscuro
Tipo de conmutación seleccionable	Opcional, por conmutador claro/oscuro
Tensión de señal PNP HIGH/LOW	$U_V = (\leq 3 \text{ V}) / \text{aprox. } 0 \text{ V}$
Corriente de salida $I_{\text{máx.}}$	$\leq 100 \text{ mA}$ ⁴⁾
Tiempo de respuesta	$< 625 \mu\text{s}$ ⁵⁾
Frecuencia de conmutación	1,000 Hz ⁶⁾
Atenuación a lo largo de los haces de luz	$> 20\%$
Protección de circuito	A ⁷⁾ B ⁸⁾ D ⁹⁾
Diseño especial	Detección de objetos transparentes

¹⁾ Valores límite en funcionamiento en red protegida contra cortocircuito máx. 8 A.

²⁾ No se deben sobrepasar por exceso o por defecto las tolerancias de U_V .

³⁾ Sin carga.

⁴⁾ Con $U_V > 24 \text{ V}$, $I_A \text{ máx.} = 50 \text{ mA}$.

⁵⁾ Duración de la señal con carga óhmica.

⁶⁾ Con una relación claro/oscuro de 1:1.

⁷⁾ A = Conexiones U_V protegidas contra polarización inversa.

⁸⁾ B = Entradas y salidas protegidas contra polarización incorrecta.

⁹⁾ D = Salidas a prueba de sobrecorriente y cortocircuitos.

Sistema mecánico

Ejecución	Rectangular
Dimensiones (An x Al x Pr)	12 mm x 31,5 mm x 21 mm
Conexión	Conector M8 de 4 polos
Material	
Carcasa	Plástico, ABS/PC
Pantalla frontal	Plástico, PMMA
Peso	20 g

Datos de ambiente

Grado de protección	IP67
Operación a temperatura ambiente	$-25\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ¹⁾
Temperatura ambiente de almacenamiento	$-40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +70\text{ }^{\circ}\text{C}$
N.º de archivo UL	NRKH,E348498 & NRKH7,E348498

¹⁾ Estabilidad de la temperatura después del ajuste $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

GTB6-P4212 | G6

FOTOCÉLULAS



[Imagen aproximada]



Información sobre pedidos

Tipo	N.º de artículo
GTB6-P4212	1052442

Incluido en el volumen de suministro: BEF-W100-A (1)

Otros modelos del dispositivo y accesorios: www.festo.com

Datos técnicos detallados

Características

Principio funcional	Fotocélula de detección sobre objeto
Detalle del principio de funcionamiento	Supresión de fondo
Alcance de detección máx.	5 mm ... 250 mm ¹⁾
Distancia de conmutación	35 mm ... 140 mm
Haz emitido	
Fuente de luz	LED de localización ²⁾
Tipo de luz	Luz roja visible
Tamaño del spot (distancia)	Ø 6 mm (100 mm)
Datos característicos del LED	
Longitud de onda	650 nm
Ajuste	Ajustador mecánico, 5 revoluciones
Elementos suministrados	Escuadra de fijación de acero inoxidable (1.4301/304) BEF-W100-A

¹⁾ Material con un 90% de reflexión difusa (referido al blanco estándar según DIN 5033).

²⁾ Vida útil media de 100.000 h con T_U = 25 °C.

Características técnicas de seguridad

MTTF_D	1.886 años
DC_{avg}	0 %

Sistema eléctrico

Tensión de alimentación V_B	10 V DC ... 30 V DC ¹⁾
Ondulación	$\pm 10\%$ ²⁾
Consumo de corriente	30 mA ³⁾
Clase de protección	III
Salida digital	
Tipo	PNP
Modo de conmutación	Conmutación en claro/oscuro
Tipo de conmutación seleccionable	Opcional, por conmutador claro/oscuro
Tensión de señal PNP HIGH/LOW	$U_V \cdot (\leq 3 \text{ V}) / \text{aprox. } 0 \text{ V}$
Corriente de salida $I_{\text{máx.}}$	$\leq 100 \text{ mA}$ ⁴⁾
Tiempo de respuesta	$< 625 \mu\text{s}$ ⁵⁾
Frecuencia de conmutación	1,000 Hz ⁶⁾
Protección de circuito	A ⁷⁾ B ⁸⁾ D ⁹⁾

¹⁾ Valores límite en funcionamiento en red protegida contra cortocircuito máx. 8 A.

²⁾ No se deben sobrepasar por exceso o por defecto las tolerancias de U_V .

³⁾ Sin carga.

⁴⁾ Con $U_V > 24 \text{ V}$, $I_A \text{ máx.} = 50 \text{ mA}$.

⁵⁾ Duración de la señal con carga óhmica.

⁶⁾ Con una relación claro/oscuro de 1:1.

⁷⁾ A = Conexiones U_V protegidas contra polarización inversa.

⁸⁾ B = Entradas y salidas protegidas contra polarización incorrecta.

⁹⁾ D = Salidas a prueba de sobrecorriente y cortocircuitos.

Sistema mecánico

Ejecución	Rectangular
Dimensiones (An x Al x Pr)	12 mm x 31,5 mm x 21 mm
Conexión	Conector M8 de 4 polos
Material	
Carcasa	Plástico, ABS/PC
Pantalla frontal	Plástico, PMMA
Peso	20 g

Datos de ambiente

Grado de protección	IP67
Operación a temperatura ambiente	$-25\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +55\text{ }^{\circ}\text{C}$ ¹⁾
Temperatura ambiente de almacenamiento	$-40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +70\text{ }^{\circ}\text{C}$
N.º de archivo UL	NRKH.E348498 & NRKH7.E348498

¹⁾ Estabilidad de la temperatura después del ajuste $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Certificados

EU declaration of conformity	✓
UK declaration of conformity	✓

IMB12-04BPSVC0S | IMB

SENSORES DE PROXIMIDAD INDUCTIVOS



Imagen aproximada

Información sobre pedidos

Tipo	N.º de artículo
IMB12-04BPSVC0S	1072763

Incluido en el volumen de suministro: BEF-MU-M12N (1)

Otros modelos del dispositivo y accesorios → www.gallegom.com/ind



Datos técnicos detallados

Características

Ejecución	Métrico
Forma de la carcasa	Estándar ultracorta
Tamaño de rosca	M12 x 1
Diámetro	Ø 12 mm
Alcance de detección S_n	4 mm
Distancia de conmutación asegurada S_a	3,24 mm
Instalación en metal	Enrasado
Frecuencia de conmutación	2,000 Hz
Tipo de conexión	Conector macho M12 de 4 polos ¹⁾
Salida conmutada	PNP
Detalle salida conmutada	PNP
Función de salida	Normalmente abierto
Características eléctricas	C.c. 3 hilos
Grado de protección	IP68 ²⁾ IP69K ³⁾
Características especiales	Resistente a los refrigerantes y lubricantes, Asistente de ajuste visual, Resistencia temperatura
Aplicaciones especiales	Sector de refrigerantes y lubricantes, máquinas móviles, condiciones de uso adversas
Elementos suministrados	tuercas de fijación, acero inoxidable V2A, con dentado de bloqueo (2 x)

¹⁾ Con contactos chapados en oro.

²⁾ Conforme a EN 60529.

³⁾ Según ISO 20653:2013-03.

Mecánica/Electrónica

Tensión de alimentación	10 V DC ... 30 V DC
Ondulación	$\leq 10 \%$
Caída de tensión	$\leq 2 \text{ V}^{1)}$
Histéresis	3 % ... 20 %
Reproducibilidad	$\leq 2 \%$ ²⁾ ³⁾
Desviación de temperatura (de S_r)	$\pm 10 \%$
CEM	Conforme a EN 60947-5-2
Intensidad permanente I_a	$\leq 200 \text{ mA}$
Corriente en vacío	$\leq 10 \text{ mA}$
Protección contra cortocircuitos	✓
Supresión de pulso de encendido	✓
Resistente a impactos y oscilaciones	100 g / 2 ms / 500 ciclos; 150 g / 1 millón de ciclos; 10 Hz ... 55 Hz / 1 mm; 55 Hz ... 500 Hz / 60 g
Operación a temperatura ambiente	-40 °C ... +100 °C
Materia[de la carcasa	Acero inoxidable V2A, DIN 1.4305 / AISI 303
Material, superficie activa	Plástico, LCP
Longitud de caja	65 mm
Longitud de rosca utilizable	48 mm
Par de apriete	Typ, 20 Nm ⁴⁾ Typ, 32 Nm ⁵⁾
Clase de protección	III
N.º de archivo UL	E181493

¹⁾ Con I_a max.

²⁾ Tensión de alimentación U_a y temperatura ambiente T_a constantes.

³⁾ De S_r .

⁴⁾ Cuando se utiliza el lado no dentado de la tuerca.

⁵⁾ Cuando se utiliza el lado dentado de la tuerca.

Características técnicas de seguridad

MTTF _D	1,971 años
DC _{avg}	0 %

Interfaz de comunicación

Interfaz de comunicación	IO-Link V1.0
Detalle de la interfaz de comunicación	COM2 (38,4 kBaud)
Longitud de los datos de proceso	1 Byte
Estructura de los datos de proceso	Bit 0 = S_r reached Bit 1 = S_a reached

Factores de reducción

Indicación	Estos valores deben ser considerados como valores de referencia que pueden variar
Acero St37 (Fe)	1
Acero inoxidable (V2A)	Aprox. 0,65

WTB9-3P2461 | W9

FOTOCÉLULAS



Imagen aproximada

Información sobre pedidos

Tipo	N.º de artículo
WTB9-3P2461	1049049

Otros modelos del dispositivo y accesorios www.walcom.com/W9



ECOLAB



Datos técnicos detallados

Características

Principio funcional	Fotocélula de detección sobre objeto
Detalle del principio de funcionamiento	Supresión de fondo
Dimensiones (An x Al x Pt)	12,2 mm x 52,2 mm x 23,6 mm
Forma de la carcasa (salida de luz)	Rectangular
Disposición de orificios	M3
Alcance de detección máx.	20 mm ... 350 mm ¹⁾
Distancia de conmutación	20 mm ... 200 mm ²⁾
Tipo de luz	Luz roja visible
Fuente de luz	LED de localización ³⁾
Tamaño del spot (separación)	Ø 4,5 mm (75 mm)
Longitud de onda	650 nm
Ajuste	Potenciómetro, 5 revoluciones

¹⁾ Material con un 90% de reflexión difusa (referido al blanco estándar según DIN 5033).

²⁾ Material con un 6% de reflexión difusa (referido al blanco estándar según DIN 5033).

³⁾ Vida útil media de 100.000 h con T_U = 25 °C.

Mecánica/Electrónica

Tensión de alimentación V_B	10 V DC ... 30 V DC ¹⁾
Ondulación	< 5 V_{BSS} ²⁾
Consumo de corriente	30 mA ³⁾
Salida conmutada	PNP ⁴⁾
Modo de conmutación	Antivalente
Modo de conmutación	Conmutación en claro/oscuro ⁴⁾
Corriente de salida $I_{máx.}$	≤ 100 mA ⁵⁾
Tiempo de respuesta	< 0,333 ms ⁶⁾
Frecuencia de conmutación	1,500 Hz ⁷⁾
Tipo de conexión	Conector macho M12 de 4 polos
Protección de circuito	A ⁸⁾ B ⁹⁾ C ¹⁰⁾
Clase de protección	III
Peso	13 g
Materia[de la carcasa	Plástico, VISTAL®
Materia[de elementos ópticos	Plástico, PMMA
Grado de protección	IP66 IP67 IP69K
Operación a temperatura ambiente	-40 °C ... +60 °C
Temperatura ambiente de almacenamiento	-40 °C ... +75 °C
N.º de archivo UL	NRKH.E181493

¹⁾ Valores límite en funcionamiento en red protegida contra cortocircuito máx. 8 A.

²⁾ No se deben sobrepasar por exceso o por defecto las tolerancias de U_{VI} .

³⁾ Sin carga.

⁴⁾ Q = conmutación en claro.

⁵⁾ A partir de Tu 50 °C, la corriente de carga máxima admisible $I_{máx.}$ es de 50 mA.

⁶⁾ Duración de la señal con carga óhmica.

⁷⁾ Con una relación claro/oscuro de 1:1.

⁸⁾ A = Conexiones U_{VI} protegidas contra polarización inversa.

⁹⁾ B = Entradas y salidas protegidas contra polarización incorrecta.

¹⁰⁾ C = Supresión de impulsos parásitos.

Características técnicas de seguridad

MTTF _D	1,030 años
DC _{avg}	0 %
TM (tiempo de uso)	20 años

Certificados

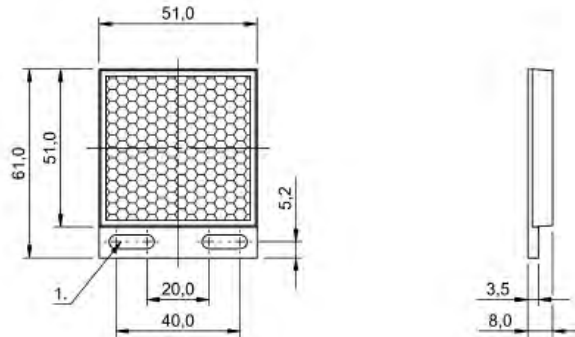
EU declaration of conformity	✓
UK declaration of conformity	✓
ACMA declaration of conformity	✓
Moroccan declaration of conformity	✓

Reflectores, fibras, ópticas

BOS R-9

Código de pedido: BAM00WL

BALLUFF



Basic features

Utilización	para barreras fotoeléctricas de reflexión optoelectrónicas
Versión	Arista cubo 4 mm

Environmental conditions

Temperatura ambiente	-20...60 °C
----------------------	-------------

Material

Material de carcasa	ABS
Superficie activa, material	PMMA

Remarks

El grado de reflexión es máximo cuando la luz llega verticalmente y cuando el reflector está en el ángulo de giro bien respecto de la dirección de polarización de la luz.

Mechanical data

Dimensiones	51 x 61 x 8 mm
Fijación	Adhesivo Tornillo M4
Superficie activa	22.6 cm²

Optical features

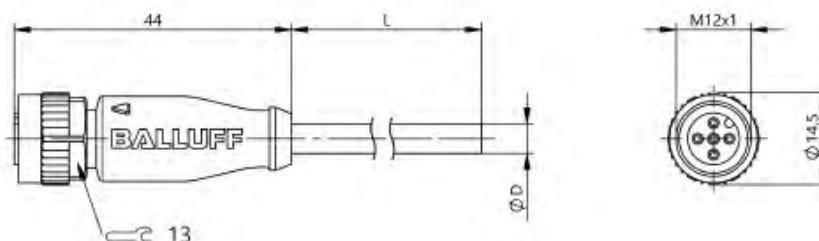
Tipo de luz	Luz no polarizada, también para luz polarizada
-------------	--

Cables de conexión

BCC M415-0000-1A-003-PX0434-050

Código de pedido: BCC032H

BALLUFF



Basic features

Homologación/conformidad	CE cULus WEEE
--------------------------	---------------------

Electrical connection

Cable	PUR Negro, 5 m, Apto para cadenas de arrastre
Cable, ciclo de doblado mín.	5 Mio.
Cable, estrés por torsión	$\pm 180^\circ/\text{m}$
Cable, radio de flexión mín., posicionamiento fijo	5 x D
Cable, radio de flexión mín., posicionamiento flexible	10 x D
Conexión	M12x1-Casquillo, recto, 5-polos, A-codificado
Configuración de conector	recto
Diámetro de cable D	4.70 mm ± 0.20 mm
Número de bornes	5
Número de conductores	4
Sistema	Recubierto por extrusión
sección de conductor	0.34 mm ²

Electrical data

Corriente nominal (40 °C)	4.0 A
Tensión de servicio Ub	250 VDC / 250 VAC

Environmental conditions

Grado de protección	IP67, IP68, IP69K
Temperatura del cable UL máx., posicionamiento fijo	80 °C
Temperatura del cable UL máx., posicionamiento flexible	80 °C
Temperatura del cable, cadena de arrastre	-25...60 °C
Temperatura del cable, posicionamiento fijo	-50...90 °C
Temperatura del cable, posicionamiento flexible	-25...90 °C

Interface

Salida de conmutación	Antivalente
-----------------------	-------------

Material

Material de contacto	Gold plated
Material de cuerpo de agarre	PUR
Material de revestimiento de cable	PUR
Material de soporte de contactos	PUR
Material de tuerca de unión roscada	Fundición a presión de cinc

Cables de conexión

BCC M415-0000-1A-003-PX0434-050

Código de pedido: BCC032H

BALLUFF

Mechanical data

Aceleración máx., cadena de arrastre	5 m/s ²
Características de cables	Apto para cadenas de arrastre
Cubierta de cable, color	Negro
Longitud de cable L	5.00 m
Par de apriete conector de cables	0.6 Nm

Recorrido horizontal máx., cadena de arrastre	5 m
Recorrido vertical máx., cadena de arrastre	5 m
Velocidad de desplazamiento máx., cadena de arrastre	200 m/min

Remarks

Estructura de cable según UL-AWM estilo 20549

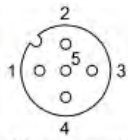
Sin halógenos según DIN VDE 0472 parte 815

Sin silicona

Retardante de llama según IEC 60332-2

Grado de protección según IEC 60529 o ISO 20653, solo en estado atornillado con la contrapieza pertinente.

Connector Drawings



PIN 1: marrón

PIN 2: blanco

PIN 3: azul

PIN 4: negro

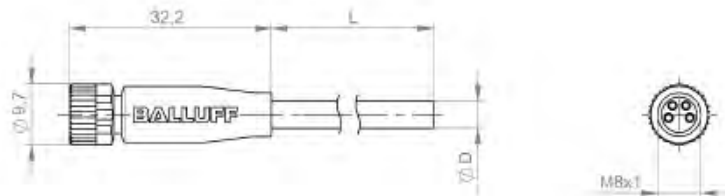
Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

Cables de conexión

BCC M314-0000-10-003-PX0434-050

Código de pedido: BCC02N3

BALLUFF



Basic features

Homologación/conformidad	CE
	cULus
	WEEE

Electrical connection

Cable	PUR Negro, 5 m, Apto para cadenas de arrastre
Cable, ciclo de doblado mín.	5 Mio.
Cable, estrés por torsión	$\pm 180^\circ/\text{m}$
Cable, radio de flexión mín., posicionamiento fijo	5 x D
Cable, radio de flexión mín., posicionamiento flexible	10 x D
Conexión	M8x1-Casquillo, recto, 4-polos, A-codificado
Configuración de conector	recto
Diámetro de cable D	4.70 mm ± 0.20 mm
Número de bornes	4
Número de conductores	4
Sistema	Recubierto por extrusión
sección de conductor	0.34 mm ²

Electrical data

Corriente nominal (40 °C)	4.0 A
Tensión de servicio Ub	60 VDC / 60 VAC

Environmental conditions

Grado de protección	IP67, IP69K
Temperatura del cable UL máx., posicionamiento fijo	80 °C
Temperatura del cable UL máx., posicionamiento flexible	80 °C
Temperatura del cable, cadena de arrastre	-25...60 °C
Temperatura del cable, posicionamiento fijo	-50...90 °C
Temperatura del cable, posicionamiento flexible	-25...90 °C

Material

Material de contacto	Gold plated
Material de cuerpo de agarre	PUR
Material de revestimiento de cable	PUR
Material de soporte de contactos	PUR
Material de tuerca de unión roscada	Fundición a presión de cinc o latón niquelado

Cables de conexión

BCC M314-0000-10-003-PX0434-050

Código de pedido: BCC02N3

BALLUFF

Mechanical data

Aceleración máx., cadena de arrastre	5 m/s ²
Características de cables	Apto para cadenas de arrastre
Cubierta de cable, color	Negro
Longitud de cable L	5.00 m
Par de apriete conector de cables	0.4 Nm

Recorrido horizontal máx., cadena de arrastre	5 m
Recorrido vertical máx., cadena de arrastre	5 m
Velocidad de desplazamiento máx., cadena de arrastre	200 m/min

Remarks

Estructura de cable según UL-AWM estilo 20549

Sin halógenos según DIN VDE 0472 parte 815

Sin silicona

Retardante de llama según IEC 60332-2

Grado de protección según IEC 60529 o ISO 20653, solo en estado atornillado con la contrapieza pertinente.

Connector Drawings



PIN 1: marrón

PIN 2: blanco

PIN 3: azul

PIN 4: negro



Anexo 2. Selección de motores-reductores. Interruptor de corte de potencia.

effiDRIVE

SEW
EURODRIVE

Motoreductor angular SPIROPLAN WAF10 DRN63MS4



Enlaces a la documentación:



Datos técnicos

Velocidad 50 Hz [r/min]	: 1380 / 42	Tipo de servicio S1-S10	: S1
Velocidad 60 Hz [r/min]	: 1700 / 52	Gama multi-tensión 50 Hz [V]	: 220-240 triángulo/380-415 estrella
Índice reducción total [i]	: 32,50 / Finito	Corriente nominal [A]	: 0,71 / 0,41
Nº de dientes nom/denominador	: 65/2	Gama multi-tensión 60 Hz [V]	: 254-277 delta / 440-480 estrella
Ma max [Nm]	: 28	Corriente nominal [A]	: 0,66 / 0,38
Par de salida 50 Hz [Nm]	: 17	Cos phi	: 0,64 / 0,58
Par de salida 60 Hz [Nm]	: 14	Esquema de conexiones	: R13 / 680010306
Factor de servicio SEW FB	: 1,65 / 2,00	Tipo Aislamiento /IP	: 155(F) / 55
Posición de montaje IM	: M5A	Clase Eficiencia internacional	: IE3
Pos. caja bornas/Entr. cables	: 180 (L) / normal	Eficiencia 50Hz	
Lubricante / Cantidad [L]	: SEW PG 460 Aceite sintético / 0,16	50/75/100% Pn [%]	: 58,3 / 63,9 / 64,8
Capa de pintura	: Capa final RAL7031 (gris azulado)	Eficiencia 60Hz	
Reductor	: WAF10	50/75/100% Pn [%]	: 57,7 / 63,7 / 66,0
Eje hueco	: 16 mm	Marcado CE	: Sí
Diseño	: Con brida y eje hueco	Nº de documentación A	: 25957155 26861402 30589541
Caperuza de seguridad	: Ninguna	Posición placa características	: 270°
Brida	: 80mm	Idioma inst. func.A / Cantidad	: Español / 0
Nº de documentación A	: 31988695	Pzas repuesto/Idioma /Cantidad	: Español / 0
Motor	: DRN63MS4	Partida estadística	: 85015100
Potencia Motor (kW)	: 0.12		
peso neto [KG]	: aprox. 6,0/PZA		

Motoreductor angular SPIROPLAN WAF10 DRN63MS4



Enlaces a la documentación:



Datos técnicos

Velocidad 50 Hz [r/min]	: 1380 / 42	Tipo de servicio S1-S10	: S1
Velocidad 60 Hz [r/min]	: 1700 / 52	Gama multi-tensión 50 Hz [V]	: 220-240 triángulo/380-415 estrella
Índice reducción total [i]	: 32,50 / Finito	Corriente nominal [A]	: 0,71 / 0,41
Nº de dientes nom/denominador	: 65/2	Gama multi-tensión 60 Hz [V]	: 254-277 delta / 440-480 estrella
Ma max [Nm]	: 28	Corriente nominal [A]	: 0,66 / 0,38
Par de salida 50 Hz [Nm]	: 17	Cos phi	: 0,64 / 0,58
Par de salida 60 Hz [Nm]	: 14	Esquema de conexiones	: R13 / 680010306
Factor de servicio SEW FB	: 1,65 / 2,00	Tipo Aislamiento /IP	: 155(F) / 55
Posición de montaje IM	: M6B	Clase Eficiencia internacional	: IE3
Pos. caja bombas/Entr. cables	: 0 (R) / normal	Eficiencia 50Hz	
Lubricante / Cantidad [L]	: SEW PG 460 Aceite sintético / 0,16	50/75/100% Pn [%]	: 58,3 / 63,9 / 64,8
Capa de pintura	: Capa final RAL7031 (gris azulado)	Eficiencia 60Hz	
Reductor	: WAF10	50/75/100% Pn [%]	: 57,7 / 63,7 / 66,0
Eje hueco	: 16 mm	Marcado CE	: Sí
Diseño	: Con brida y eje hueco	Nº de documentación A	: 25957155 26861402 30589541
Caperuza de seguridad	: Ninguna		
Brida	: 80mm	Posición placa características	: 270°
Nº de documentación A	: 31988695	Idioma inst. func.A / Cantidad	: Español / 0
Motor	: DRN63MS4	Pzas repuesto/Idioma /Cantidad	: Español / 0
Potencia Motor (kW)	: 0.12	Partida estadística	: 85015100
peso neto [KG]	: aprox. 6,0/PZA		

Motoreductor angular SPIROPLAN WAF29 DRN80MK4



Enlaces a la documentación:



Datos técnicos

Velocidad 50 Hz [r/min]	: 1435 / 37	Tipo de servicio S1-S10	: S1
Velocidad 60 Hz [r/min]	: 1745 / 45	Gama multi-tensión 50 Hz [V]	: 220-240 triángulo/380-415 estrella
Índice reducción total [i]	: 38,73 / Finito	Corriente nominal [A]	: 2,30 / 1,32
Nº de dientes nom/denominador	: 2479/64	Gama multi-tensión 60 Hz [V]	: 254-277 delta / 440-480 estrella
Ma max [Nm]	: 130	Corriente nominal [A]	: 2,05 / 1,20
Par de salida 50 Hz [Nm]	: 133	Cos phi	: 0,75 / 0,71
Par de salida 60 Hz [Nm]	: 109	Esquema de conexiones	: R13 / 680010306
Factor de servicio SEW FB	: 1,00 / 1,20	Tipo Aislamiento /IP	: 155(F) / 55
Posición de montaje IM	: M4A	Clase Eficiencia internacional	: IE3
Pos. caja bornas/Entr. cables	: 180 (L) / normal	Eficiencia 50Hz	
Lubricante / Cantidad [L]	: CLP PG 220 Aceite sintético / 0,78	50/75/100% Pn [%]	: 78,8 / 81,0 / 80,8
Capa de pintura	: Capa final RAL7031 (gris azulado)	Eficiencia 60Hz	
		50/75/100% Pn [%]	: 78,1 / 81,0 / 81,5
Reductor	: WAF29	Marcado CE	: Sí
Eje hueco	: 20 mm	Caja de Bornas	: Part inferior de caja de bornas de aluminio con agujeros roscados de 1xM25, 1xM16
Diseño	: Con brida y eje hueco	Nº de documentación A.	: 25957155 26861402 30589541
Caperuza de seguridad	: Ninguna		
Brida	: 160mm		
Variante de ventilación	: Estándar		
Estado de entrega	: Válvula de ventilación montada en la brida		
HojaDiametrAgujero tapónRosca	: 63349221	Posición placa características	: 270°
Nº de documentación A	: 31988895	Idioma inst. func.A / Cantidad	: Español / 0
Motor	: DRN80MK4	Pzas repuesto/Idioma /Cantidad	: Español / 0
Potencia Motor (kW)	: 0.55	Partida estadística	: 85015100

peso neto [KG] : aprox. 15/PZA

Motoreductor angular SPIROPLAN WAF30 DRN71M4



Enlaces a la documentación:



Datos técnicos

Velocidad 50 Hz [r/min]	: 1415 / 36
Velocidad 60 Hz [r/min]	: 1730 / 44
Índice reducción total [i]	: 39,00 / Finito
Nº de dientes nom/denominador	: 39/1
Ma max [Nm]	: 70
Par de salida 50 Hz [Nm]	: 62
Par de salida 60 Hz [Nm]	: 51
Factor de servicio SEW FB	: 1,15 / 1,35
Posición de montaje IM	: M1B
Pos. caja bornas/Entr. cables	: 180 (L) / normal
Lubricante / Cantidad [L]	: SEW PG 480 Aceite sintético / 0,40
Capa de pintura	: Capa final RAL7031 (gris azulado)

Reductor	: WAF30
Eje hueco	: 20 mm
Diseño	: Con brida y eje hueco
Caperuza de seguridad	: Ninguna

Brida	: 136mm largo (diagonal=160)
Nº de documentación A	: 31988695

Motor	: DRN71M4
Potencia Motor (kW)	: 0,37
Tipo de servicio S1-S10	: S1
Gama multi-tensión 50 Hz [V]	: 220-240 triángulo/380-415 estrella
Corriente nominal [A]	: 1,83 / 1,05
Gama multi-tensión 60 Hz [V]	: 254-277 delta / 440-480 estrella
Corriente nominal [A]	: 1,65 / 0,95

peso neto [KG] : aprox. 11/PZA

Cos phi	: 0,86 / 0,62
Esquema de conexiones	: R13 / 880010308
Tipo Aislamiento /IP	: 155(F) / 55
Clase Eficiencia internacional	: IE3
Eficiencia 50Hz	
50/75/100% Pn [%]	: 74,3 / 77,3 / 77,3
Eficiencia 60Hz	
50/75/100% Pn [%]	: 74,3 / 77,7 / 78,5
Marcado CE	: Sí
Información	: Cuando se utiliza esta combinación, el radio de curvatura del cable de conexión puede ser inferior, lo que podría requerir una unión en codo roscada para el cable de conexión. En este caso, póngase en contacto con SEW-EURODRIVE
Caja de Bornas	: Part inferior de caja de bornas de aluminio con agujeros roscados de

	1xM25, 1xM16
Nº de documentación A	: 25957155 26861402 30589541

Posición placa características	: 270°
Idioma inst. func.A / Cantidad	: Español / 0
Pzas repuesto/Idioma /Cantidad	: Español / 0
Partida estadística	: 85015100

DATASHEET - T0-2-1/11/SVB-SW



Main switch, T0, 20 A, surface mounting, 2 contact unit(s), 3 pole, STOP function, With black rotary handle and locking ring, Lockable in the 0 (Off) position



Part no. T0-2-1/11/SVB-SW
Catalog No. 207148

Delivery program

Product range _____

Part group reference _____

Stop Function _____

Number of poles _____

Locking facility _____

Degree of Protection _____

Design _____

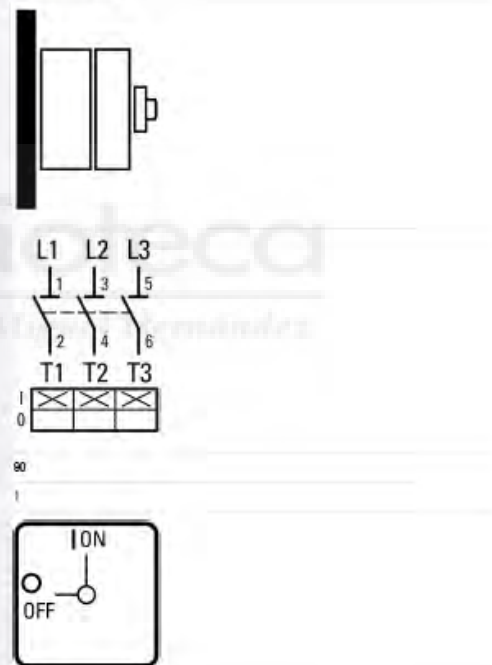
Main switch
maintenance switch
Repair switch
T0
STOP function
With black rotary handle and locking ring
3 pole
Lockable in the 0 (Off) position
IP65
totally insulated
surface mounting

Contact sequence _____

Switching angle _____

Design number _____

Function _____



Motor rating AC-23A, 50 - 60 Hz

400 V _____

Rated uninterrupted current _____

Note on rated uninterrupted current I_n _____

Number of contact units _____

P kW 5,5
 I_n A 20
Rated uninterrupted current I_n is specified for max. cross-section.
contact unit(s) 2

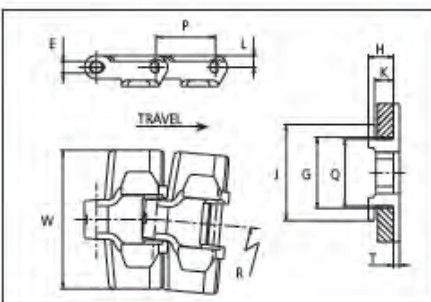
Anexo 3. Selección de cadena transportadora.

EN



Slat Top Plastic Chain

Series **uni 880** Type **Tab**



Slat Top Plastic Chain
Side flexing chain
Pitch: 38.1 mm (1.50 in)
Backflex radius:
75.0 mm (3.00 in)
Permissible tensile strength:
POM material:
2250 N (506 lbf)

Standard shipping lengths:
boxes of 80 links
= 3.048 m (10.0 ft)

STANDARD

E		G		H		J		K		L		P		Q		T	
mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in
7.1	0.28	44.5	1.75	15.9	0.63	61.5	2.42	11.9	0.47	7.5	0.30	38.1	1.50	43.1	1.70	4.0	0.16

All dimensions are for chains in POM material.

Width (W)			Material & color		Pin material	Weight		Min. radius (R)	
	mm	in				kg/m	lb/ft	mm	in
K250	63.5	2.50	POM-D W G POM-LF K POM-LF BR B	POM-DK EG POM-SLF DG DRX LA	SS304	1.0	0.67	400	15.75
K330	83.6	3.29	POM-DK EG DRX LA	POM-LF BR	SS304	1.0	0.67	400	15.75
K350	88.9	3.50	POM-LF BR B		SS304	1.0	0.67	400	15.75
K450	114.3	4.50	POM-D W G POM-LF BR B	POM-DK EG DRX LA	SS304	1.1	0.74	400	15.75
K600	152.4	6.00	POM-LF BR		SS304	1.3	0.87	400	15.75
K750	190.5	7.50	POM-D W G POM-LF BR B		SS304	1.5	1.00	400	15.75

SIDE FLEXING

PITCH 38.1 MM/1.50 IN

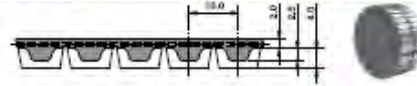


ammega.com

Anexo 4. Selección de correas dentadas. Recubrimiento.

TK10K6

M / V Self-Tracking-SERIES



Open-Ended "M"



Specifications

Widths (mm)	25	50
Lengths	Any lengths available - Stock rolls 50 meters	
Available Options	Nylon coating tooth side (PAZ), Nylon backing (PAR), Nylon both sides (PAZ-PAR)	
Tension Member Options	Steel standard Hi-flex steel VA301 Stainless steel VA316 Hi-flex Stainless steel Kevlar®	

Spliced and Welded "V"



Specifications

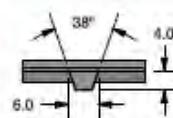
Widths (mm)	25	50
Min. Joined Length (mm)	1,000	
Available Options	Nylon coating tooth side (PAZ), Nylon backing (PAR), Nylon both sides (PAZ-PAR)	
Tension Member Options	Steel standard Hi-flex steel VA301 Stainless steel VA316 Hi-flex Stainless steel Kevlar®	

Minimum Number of Pulley Teeth and Idler Diameter

Pitch (mm)	Min. # of Pulley Teeth (to track bending)	Min. # of Pulley Teeth (with track bending)	Min. Diameter of Pulley running on tooth side (mm)	Min. Diameter of Flat Idler running on tooth side (mm)
TK10K6	25	25	60	80

Standard Material

TPUST1"



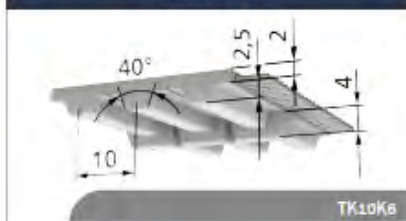
Ordering Example: Polyurethane Timing Belt

[WIDTH] [PITCH] / [LENGTH] [CONSTRUCTION]
50 TK10K6 / 5300 BFX

BRECOFLEX® TK10K6

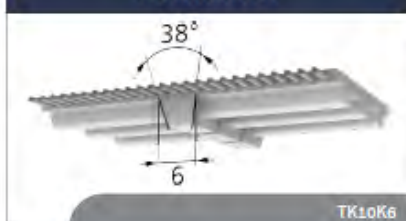
Selbstführende Spur Zahnriemen
(endlos)

Standard



TK10K6

Standard



TK10K6

Belt width b [mm] (in-between belt widths on request)

50 100

Available length and versions	TK10K6	Comment
Standard lengths	see table	without minimum purchase amount
Sleeve width	b=100 mm	-
Minimum purchase	-	-
Any number of teeth available from	720 mm to 22,000 mm	In case of intermediate lengths minimum purchase amount on request
StandardPlus version	720 mm to 22,000 mm	-
Bigger lengths	on request	Minimum purchase amount on request
Standard material (BRECOFLEX to 780 mm)	-	-
Standard material (BRECOFLEX from 720 mm)	TPUST1	further materials on request
Steel tension member	Standard	-
E tension member	available	Minimum purchase amount on request
Stainless steel tension member	available	Minimum purchase amount on request
PAZ	from 1.080 mm available	without minimum purchase amount at standard lengths
DL / DL-PAZ (b _{max} ≤ 180 mm)	not available	-
DR / DR-PAZ (b _{max} ≤ 100 mm)	not available	-
T / T-PAZ (b _{max} ≤ 180 mm)	not available	-

Standard lengths [mm] / number of teeth					
Length [mm]	number of teeth	Length [mm]	number of teeth	Length [mm]	number of teeth
1,080	108	1,750	175	4,000	400
1,150	115	1,780	178	4,250	425
1,210	121	1,880	188	4,500	450
1,240	124	1,960	196	4,750	475
1,250	125	2,250	225	5,000	500
1,320	132	2,360	236	5,300	530
1,350	135	2,500	250	5,600	560
1,390	139	2,650	265	6,000	600
1,400	140	2,800	280	6,300	630
1,420	142	3,000	300	6,700	670
1,460	146	3,100	310	7,100	710
1,590	150	3,150	315	7,500	750
1,560	156	3,350	335	8,000	800
1,610	161	3,750	375	9,000	900

RECUBRIMIENTOS



Las correas recubiertas BRECO y BRECOFLEX® y SYNCHROFLEX® consisten en poliuretano resistente al desgaste (PUR) y cables de acero de alta resistencia. El recubrimiento de las correas de transmisión con diversos materiales proporciona una variedad de posibilidades de aplicación en la tecnología de transporte.

La selección del recubrimiento correcto depende de las propiedades del artículo de transporte y del agarre requerido. La alta fricción para un buen efecto de transporte, la baja fricción para reducir el rendimiento de la transmisión de potencia, la suave para artículos sensibles o la dureza para artículos afilados son los factores determinantes.

Cada material involucrado asume su tarea de acuerdo con su propiedad específica.

Para cumplir con aplicaciones de transporte específicas, el lado del diente y / o el lado de transporte, tanto la correa como el recubrimiento pueden ser mecanizados.



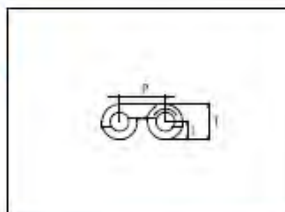
Anexo 5. Selección de banda modular.

EN

Plastic Modular Belt

Serie **uni NTB**

Type **C**



Straight Running Belt
Nominal pitch: 8.0 mm (0.32 in)
Surface type: Flat
Surface opening: Closed
Backflex radius: R6 mm (0.24 in)
Pin diameter: 3.0 mm (0.12 in)

Belt material & color	POM-D B	mm	in		mm	in
Pin material & color	PA6.6 B	P (Nominal)	8.0	0.32	T	6.00 0.24
		L	3.00	0.12	-	-

Non standard material and color: See uni Material and Color Overview

Alternative pin and lock materials: PST **LG**

Belt width		Permissible tensile force (Belt/pin material)		Belt weight (Belt/pin material)		*Min No drive sprocket per shaft	Number of wear strips (min no)	
		POM-D/PA6.6		POM-D/PA6.6			**Carry (pcs)	**Return (pcs)
mm	in	N	lbf	Kg/m	lb/ft			
76	3.0	167	38	0.4	0.24	2	2	2
153	6.0	337	76	0.7	0.49	2	2	2
229	9.0	504	113	1.1	0.73	3	3	2
305	12.0	671	151	1.5	0.98	4	4	2
381	15.0	838	188	1.8	1.22	4	4	2
458	18.0	1008	227	2.2	1.47	5	5	3
534	21.0	1175	264	2.5	1.71	6	6	3
610	24.0	1342	302	2.9	1.95	7	7	4
686	27.0	1509	339	3.3	2.19	7	7	4
762	30.0	1676	377	3.6	2.44	8	8	4
839	33.0	1846	415	4.0	2.68	9	9	5
915	36.0	2013	453	4.4	2.93	10	10	5
991	39.0	2180	490	4.7	3.17	10	10	5

Additional standard belt widths are available in steps of 76.2 mm (3.00 in). Additional non-standard belt widths are available in steps of 25.4 mm (1.00 in).

1448	57.0	3186	716	6.9	4.63	15	15	8
------	------	------	-----	-----	------	----	----	---

Additional standard belt widths are available in steps of 76.2 mm (3.00 in). Additional non-standard belt widths are available in steps of 25.4 mm (1.00 in).

1982	78.0	4360	980	9.4	6.34	20	20	10
------	------	------	-----	-----	------	----	----	----

General belt tolerance is $\pm 0.4\%$ at $23^{\circ}\text{C}/73^{\circ}\text{F}$ and 50% RH. For exact belt width contact Customer Service. Non standard belt width on request.

*Max. Load per Drive Sprocket. Belt material: POM-D 200N (44 lbf).

**Max. Spacing between wear strips, *Carry: 102.0 mm (4.00 in); Return: 203.0 mm (8.00 in).

□ = Single Link



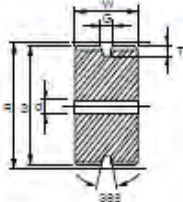
STANDARD

STRAIGHT RUNNING

PITCH 8.0 MM/0.32 IN

Anexo 6. Selección de poleas, piñones, carretes, anillos aseguradores y rodillos.

Poleas Dentadas Métricas

TK							
FIGURAS Y DIMENSIONES							
							
				MATERIAL ale 25 a Ø 40mm Aluminio			
TK5K6							55-TK5K6 Ancho carraca 50mm
Referencia	W diámetro	S Ø (mm)	G Ø (mm)	T (mm)	Ø (mm)		W (mm)
TK5K6/ 25	25	39,79	38,95	6,5	5	8	55
TK5K6/ 27	27	42,97	42,13	6,5	5	8	55
TK5K6/ 30	30	47,75	46,91	6,5	5	8	55
TK5K6/ 32	32	50,93	50,09	6,5	5	8	55
TK5K6/ 36	36	57,30	56,46	6,5	5	8	55
TK5K6/ 40	40	63,66	62,82	6,5	5	12	55
TK5K6/ 48	48	76,39	75,55	6,5	5	12	55
TK5K6/ 60	60	95,49	94,65	6,5	5	12	55
TK10K6							30-TK10K6 Ancho carraca 22mm
Referencia	W diámetro	S Ø (mm)	G Ø (mm)	T (mm)	Ø (mm)		W (mm)
TK10K6/ 20	20	63,66	61,80	6,5	5	12	30
TK10K6/ 24	24	76,39	74,53	6,5	5	12	30
TK10K6/ 25	25	79,58	77,72	6,5	5	12	30
TK10K6/ 27	27	85,94	84,10	6,5	5	12	30
TK10K6/ 30	30	95,49	93,65	6,5	5	12	30
TK10K6/ 32	32	101,86	100,00	6,5	5	12	30
TK10K6/ 36	36	114,59	112,75	6,5	5	16	30
TK10K6/ 40	40	127,32	125,48	6,5	5	16	30
TK10K6/ 48	48	152,79	150,95	6,5	5	16	30
TK10K6/ 60	60	190,99	189,15	6,5	5	16	30
TK10K13							55-TK10K6 Ancho carraca 50mm
Referencia	W diámetro	S Ø (mm)	G Ø (mm)	T (mm)	Ø (mm)		W (mm)
TK10K13/ 20	20	63,66	61,80	13,5	7,5	12	55
TK10K13/ 24	24	76,39	74,53	13,5	7,5	12	55
TK10K13/ 25	25	79,58	77,72	13,5	7,5	12	55
TK10K13/ 27	27	85,94	84,10	13,5	7,5	12	55
TK10K13/ 30	30	95,49	93,65	13,5	7,5	12	55
TK10K13/ 32	32	101,86	100,00	13,5	7,5	12	55
TK10K13/ 36	36	114,59	112,75	13,5	7,5	16	55
TK10K13/ 40	40	127,32	125,48	13,5	7,5	16	55
TK10K13/ 48	48	152,79	150,95	13,5	7,5	16	55
TK10K13/ 60	60	190,99	189,15	13,5	7,5	16	55
							105-TK10K6 Ancho carraca 100mm
Referencia	W diámetro	S Ø (mm)	G Ø (mm)	T (mm)	Ø (mm)		W (mm)
TK10K13/ 20	20	63,66	61,80	13,5	7,5	12	105
TK10K13/ 24	24	76,39	74,53	13,5	7,5	12	105
TK10K13/ 25	25	79,58	77,72	13,5	7,5	12	105
TK10K13/ 27	27	85,94	84,10	13,5	7,5	12	105
TK10K13/ 30	30	95,49	93,65	13,5	7,5	12	105
TK10K13/ 32	32	101,86	100,00	13,5	7,5	12	105
TK10K13/ 36	36	114,59	112,75	13,5	7,5	16	105
TK10K13/ 40	40	127,32	125,48	13,5	7,5	16	105
TK10K13/ 48	48	152,79	150,95	13,5	7,5	16	105
TK10K13/ 60	60	190,99	189,15	13,5	7,5	16	105

vase con las TK5K6 en página 81

vase con las TK10K6 en página 82

vase con las TK10K13 en página 83

DINAMICA Distribuciones, sa
 BARCELONA-MADRID-BILBAO-ORENSE
 Tel.: 902 198 131 - dinamica@dinamica.net - www.dinamica.net



Sprocket

No of teeth	Pitch diameter		Overall diameter		Min. ø bore		Max. ø bore		Hub diameter		Dimension A		Dimension B		Molded PA6 LG	Molded Cast Iron
	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in		
29	111.4	4.39	109.7	4.32	20.0	0.80	40.0	1.60	70.0	2.76	55.9	2.20	63.2	2.49	✓	✓
210	123.3	4.85	122.3	4.81	20.0	0.80	40.0	1.60	70.0	2.76	62.2	2.45	69.2	2.72	✓	✓
211	135.2	5.32	134.8	5.31	20.0	0.80	40.0	1.60	70.0	2.76	68.4	2.69	75.1	2.96	✓	✓
212	147.2	5.80	147.2	5.80	20.0	0.80	40.0	1.60	70.0	2.76	74.6	2.94	81.1	3.19	✓	✓
215	183.3	7.22	184.3	7.26	20.0	0.80	40.0	1.60	70.0	2.76	93.2	3.67	99.2	3.91	✓	✓

Two part sprocket

No of teeth	Pitch diameter		Overall diameter		Min. ø bore		Max. ø bore		Hub diameter		Dimension A		Dimension B		Molded PA6 LG
	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	
29	111.4	4.39	109.7	4.32	20.0	0.80	40.0	1.60	70.0	2.76	55.9	2.20	63.2	2.49	✓
210	123.3	4.85	122.3	4.81	20.0	0.80	40.0	1.60	70.0	2.76	62.2	2.45	69.2	2.72	✓
211	135.2	5.32	134.8	5.31	20.0	0.80	40.0	1.60	70.0	2.76	68.4	2.69	75.1	2.96	✓
212	147.2	5.80	147.2	5.80	20.0	0.80	40.0	1.60	70.0	2.76	74.6	2.94	81.1	3.19	✓

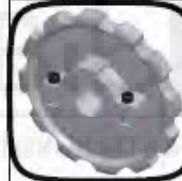
Molded sprocket



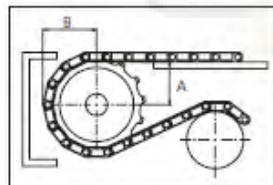
Cast iron sprocket



Molded two part sprocket



Non standard material and color:
See uni Material and Color Overview.



Please ensure that sufficient size shaft and keyway are chosen for corresponding load.

Other sprocket sizes are available upon request
Width of tooth: 15.8 mm/0.62 in
Width of sprocket: 42.3 mm/1.67 in
Width of cast iron sprocket: 41.3 mm/1.63 in
uni Retainer Rings: See uni Retainer Ring data sheet
uni Idler: See uni Idler data sheet



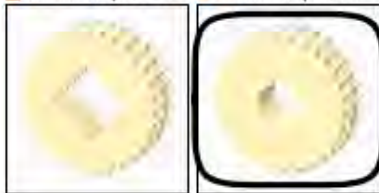
uni 880 Tab/2025.07.14



Sprocket

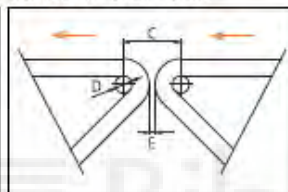
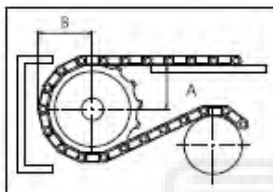
No. of teeth	Pilot bore	Bore size										Overall diameter		Pitch diameter		Hub diameter		Dimension A		Dimension B		Single row/Two way	Double row/Two way	Molded	Machined
		mm	in	0.75	0.78	0.98	1.00	1.18	1.25	1.50	1.57	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in				
Z24	x											61.3	2.41	61.3	2.41	57.3	2.26	27.38	1.08	33.65	1.32	x			x
Z32	x											81.6	3.21	81.7	3.21	77.6	3.06	37.61	1.48	43.8	1.72	x			x
Z48	x											122.7	4.83	122.4	4.81	118.7	4.67	58.03	2.28	64.16	2.52	x			x
Z60	x											152.9	6.02	152.9	6.02	148.9	5.86	73.32	2.88	79.43	3.13	x			x

 Machined sprocket
  Machined sprocket



Non standard material and color. See uni Material and Color Overview.

Nosebars Min. Dimensions



	mm	in
C	20.0	0.79
D	6.0	0.24
E	2.0	0.08

Other sprocket sizes are available upon request.
 Round bores are always delivered with keyway.
 Other bore sizes are available upon request.
 uni Retainer Rings: See uni Retainer Ring data sheet.
 Width of tooth = 9.0 mm (0.35 in)
 Width of sprocket = 25.0 mm (0.98 in)

Max load per sprocket shown does not take bore size into account.
 Please also ensure that sufficient size shaft is chosen for corresponding load.

For correct sprocket position: See uni Assembly Instructions for uni NTB.
 For more detailed sprocket information, contact Customer Service.

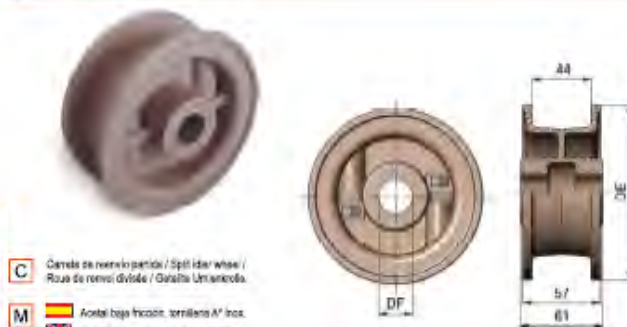


uni NTB C/170522

CARRETES / IDLERS

ROUES / UMLENKROLLEN

A



C Carrete de resaca partido / Split idler wheel / Roue de resaca divisée / Getriebe Umlenkrolle

M  Acetal bajo fricción, tornillería A7 inox.
 Low friction acetal, fasteners in SS.
 LF Acetal, visserie acier inoxydable.
 LF Acetal, Verschraubung aus Edelstahl 1.4301

815 - 815 G - 820 - 831 - 879 - 879 M - 880 - 881 - 881 M - 887 - 900
7253 - 9123 - 9253 - 9255 - 828 - 515

COD.	E	DE	DF	DI	K ₀₁	
6621092	21	129,0	-	25	0,3	8
6621093				30		
6621094				35		
6621095				40		
6623099	23	141,0	-	25	0,4	6
6623100				30		
6623101				35		
6623117				40		
6625102	25	153,0	-	25		
6625103				30		
6625104				35		
6625105				40		



C Carrete de resaca / Idler wheel / Roue de resaca / Umlenkrolle

M  Acetal.
 Acetal.
 Acetal.
 Acetal.

815 - 815 G - 820 - 831 - 879 - 879 M - 880 - 881 - 881 M - 887 - 900
7253 - 9123 - 9253 - 9255 - 828 - 515 - 2503 - 2505

COD.	E	DE	DF	DI	K ₀₁	
6619007	19	117,0	-	25	0,2	8
6619013				30		
6619019				35		
6619025				40		
6621008	21	129,0	-	25	0,3	6
6621014				30		
6621020				35		
6621026				40		
6623009	23	141,0	-	25		
6623015				30		
6623021				35		
6623027				40		
6625010	25	153,0	-	25		
6625016				30		
6625022				35		
6625028				40		



C Carrete de resaca / Idler wheel / Roue de resaca / Umlenkrolle

M  Acetal.
 Acetal.
 Acetal.
 Acetal.

7253 TAB - 879 TAB - 880 TAB - 880 R - 881 TAB - 889 TAB
887 TAB - 8257 - 2503 - 2505

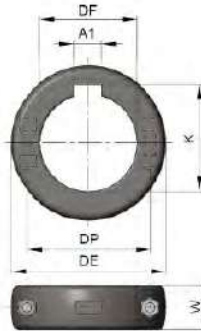
COD.	E	DE	DF	DI	K ₀₁	
6619107	19	117,0	-	25	0,3	6
6619112				30		
6619119				35		
6619125				40		
6621108	21	129,0	-	25	0,4	4
6621114				30		
6621120				35		
6621126				40		
6623109	23	141,0	-	25		
6623115				30		
6623121				35		
6623127				40		
6625110	25	153,0	-	25		
6625116				30		
6625122				35		
6625128				40		



AVE

ANILLO ASEGURADOR / SPLIT COLLARS

ANNEAU DE SECURITÉ / GETEILTE STELLRINGE



M

-  Poliamida reforzada, tornillería Acero inoxidable.
-  Reinforced Polyamide + fastener in stainless steel.
-  Polyamide Renforcé + Visserie acier inoxydable.
-  Verstärktes Polyamid, Schrauben, Muttern und Scheiben aus Edelstahl.

COD.	A1	K	DF	DE	DP	W	Kg	
8235381	8	28,3	25	45	35	14	0,02	100
8235386	8	33,3	30	55	45	16	0,03	60
8235390	10	38,3	35	60	47	16	0,03	
8235395	12	43,3	40	64	51	18	0,04	50



AVE

UNIVERSITAS Miguel Hernández



Notas.

Todos los rodillos son fabricados internamente.

Se mecanizan las barras redondas de DELRIN de diferentes diámetros.

Anexo 7. Selección de rodamientos, bujes de fijación y chavetas.

6005-2RSH - Rodamientos rígidos de bolas | SKF

SKF



Image may differ from product. See technical specification for details.

6005-2RSH

Rodamiento rígido de bolas con sellos

Los rodamientos rígidos de una hilera de bolas con sellos en uno o en ambos lados son especialmente versátiles, tienen una baja fricción y están optimizados para un bajo nivel de ruido y vibraciones, lo que permite alcanzar altas velocidades de giro. Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos, son fáciles de montar y requieren menos mantenimiento que otros tipos de rodamientos. El sellado integral puede prolongar significativamente la vida útil del rodamiento porque mantiene el lubricante en los rodamientos y los contaminantes fuera.

- El sellado integral prolonga la vida útil del rodamiento
- diseño sencillo, versátil y robusto
- baja fricción y capacidad de alta velocidad
- soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos
- requieren poco mantenimiento

<https://www.skf.com/co/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/productid-6005-2RSH>

6005-2RSH - Rodamientos rígidos de bolas | SKF

Descripción general

Dimensiones

Diámetro del agujero	25 mm
Diámetro exterior	47 mm
Ancho	12 mm

Rendimiento

Capacidad de carga dinámica básica	11.9 kN
Capacidad de carga estática básica	6.55 kN
Velocidad límite	9 500 r/min
Clase de rendimiento SKF	SKF Explorer

Propiedades

Ranuras de llenado	Sin
Cantidad de hileras	1
Elemento de fijación, aro exterior del rodamiento	Sin
Tipo de agujero	Cilíndrico
Jaula	Chapa metálica
Disposición ajustada	No
Juego radial interno	CN
Material, rodamiento	Acero para rodamientos
Recubrimiento	Sin
Sellado	Rozante en ambos lados
Tipo de sellado	Baja fricción
Lubricante	Grasa
Característica de relubricación	Sin
Indicative carbon footprint for new product	0.29 kg CO ₂ e

Logística

Peso neto del producto	0.0797 kg
Código eClass	23-05-08-01
Código UNSPSC	31171504

<https://www.skf.com/co/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/productid-6005-2RSH>

6203-2RSH - Rodamientos rígidos de bolas | SKF

SKF



Image may differ from product. See technical specification for details.

6203-2RSH

Rodamiento rígido de bolas con sellos

Los rodamientos rígidos de una hilera de bolas con sellos en uno o en ambos lados son especialmente versátiles, tienen una baja fricción y están optimizados para un bajo nivel de ruido y vibraciones, lo que permite alcanzar altas velocidades de giro. Soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos, son fáciles de montar y requieren menos mantenimiento que otros tipos de rodamientos. El sellado integral puede prolongar significativamente la vida útil del rodamiento porque mantiene el lubricante en los rodamientos y los contaminantes fuera.

- El sellado integral prolonga la vida útil del rodamiento
- diseño sencillo, versátil y robusto
- baja fricción y capacidad de alta velocidad
- soportan cargas radiales y axiales en ambos sentidos
- requieren poco mantenimiento

<https://www.skf.com/es/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/productid-6203-2RSH>

6203-2RSH - Rodamientos rígidos de bolas | SKF

Descripción general

Dimensiones

Diámetro del agujero	17 mm
Diámetro exterior	40 mm
Ancho	12 mm

Rendimiento

Capacidad de carga dinámica básica	9.95 kN
Capacidad de carga estática básica	4.75 kN
Velocidad límite	12 000 r/min
Clase de rendimiento SKF	SKF Explorer

Propiedades

Ranuras de llenado	Sin
Cantidad de hileras	1
Elemento de fijación, aro exterior del rodamiento	Sin
Tipo de agujero	Cilíndrico
Jaula	Chapa metálica
Disposición ajustada	No
Juego radial interno	CN
Material, rodamiento	Acero para rodamientos
Recubrimiento	Sin
Sellado	Rozante en ambos lados
Tipo de sellado	Sello
Lubricante	Grasa
Característica de relubricación	Sin
Indicative carbon footprint for new product	0.23 kg CO ₂ e

Logística

Peso neto del producto	0.0651 kg
Código eClass	23-05-08-01
Código UNSPSC	31171504

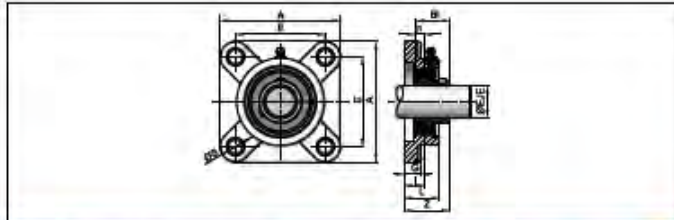
<https://www.skf.com/es/products/rolling-bearings/ball-bearings/deep-groove-ball-bearings/productid-6203-2RSH>



Bearing support

UCF

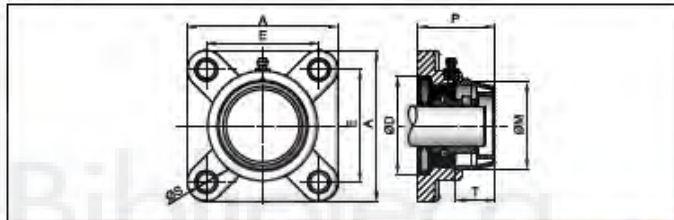
Square support UCF



Ref.	Shaft	A	E	G	L	ØS	Z	I	Bi	n	Kg.	Bmk
312120	Ø 20	86	63.5	14	27.8	11	36.25	18	24.7	12.7	0.3	10
312125	Ø 25	95	70	14	28	11	36.7	17	29.3	14.3	0.35	10
312130	Ø 30	107	83	14	31.5	11	41.4	19.2	32.9	15.9	0.5	5
312135	Ø 35	118	92	17	34.8	13	43.9	21.5	36.4	17.5	0.75	4
312140	Ø 40	130	102	17	37.5	14	48.7	23	40.5	19	0.95	4

Support material: special PP - Bearings material: steel - Bushings material: stainless steel | Dimensions in mm | Best seller

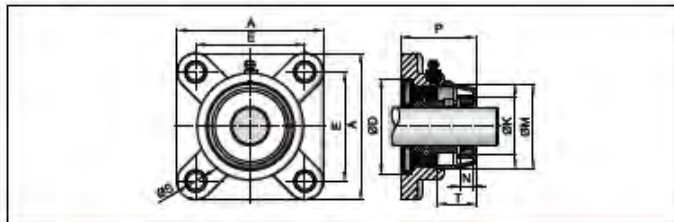
Square support with closed cover UCF



Ref.	Shaft	A	E	G	P	L	ØS	Z	I	Bi	n	ØM	T	ØD	ØK	N	Kg.	Bmk
312120C	Ø 20	86	63.5	14	48	27.8	11	36.25	18	24.7	12.7	49.8	23	52.2	-	-	0.35	10
312125C	Ø 25	95	70	14	49.8	28	11	36.7	17	29.3	14.3	54.8	25	62.2	-	-	0.4	5
312130C	Ø 30	107	83	14	58.3	31.5	11	41.4	19.2	32.9	15.9	63.8	30	72.2	-	-	0.55	5
312135C	Ø 35	118	92	17	63.1	34.8	13	43.9	21.5	36.4	17.5	74.3	32	82.2	-	-	0.8	4
312140C	Ø 40	130	102	17	71.1	37.5	14	48.7	23	40.5	19	83.8	37	88.2	-	-	1	4

Support material: special PP - Bearings material: steel - Bushings material: stainless steel | Dimensions in mm

Square support with open cover UCF



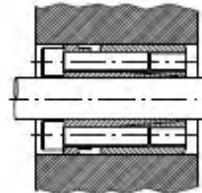
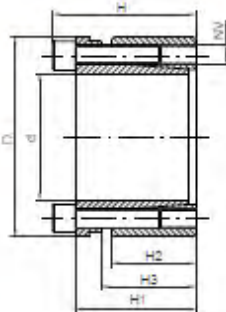
Ref.	Shaft	A	E	G	P	L	ØS	Z	I	Bi	n	ØM	T	ØD	ØK	N	Kg.	Bmk
312120A	Ø 20	86	63.5	14	48	27.8	11	36.25	18	24.7	12.7	49.8	23	52.2	33	7.3	0.35	10
312125A	Ø 25	95	70	14	49.8	28	11	36.7	17	29.3	14.3	54.8	25	62.2	38	7.3	0.4	5
312130A	Ø 30	107	83	14	58.3	31.5	11	41.4	19.2	32.9	15.9	63.8	30	72.2	43	7.3	0.55	5
312135A	Ø 35	118	92	17	63.1	34.8	13	43.9	21.5	36.4	17.5	74.3	32	82.2	48	7.3	0.8	4
312140A	Ø 40	130	102	17	71.1	37.5	14	48.7	23	40.5	19	83.8	37	88.2	53	7.3	1	4

Support material: special PP - Bearings material: steel - Bushings material: stainless steel | Dimensions in mm

CASQUILLOS DE FIJACIÓN SERIE KLDA

Locking devices KLDA series
Moyeux de serrage série KLDA

209



Material C45E UNI EN 10083-1 Dimensiones antes del montaje

Material C45E UNI EN 10083-1 Dimensions before mounting

Matériau C45E UNI EN 10083-1 Dimensions avant montage

Referencia Reference Référence	Dimensiones Dimensions Dimensions							Fijación Tightening Serrage		Desbloqueo Loosening Déserrage		Prestaciones Performances Performances		Presiones superficiales Surface pressures Pressions de surface	
	d	D	H	H1	H2	H3	H4	Tv (N/m)	N° tornillos No of screws Nombre de vis	Nv	N° tornillos No of screws Nombre de vis	Mt (Nm)	Ta (kN)	Po (N/mm²)	Pm (N/mm²)
KLDA 19x47	19	47	45	39	26	31	M8x25	17	4	M8x25	2	307	32	193	78
KLDA 20x47	20	47	45	39	26	31	M8x25	17	4	M8x25	2	323	32	183	78
KLDA 22x47	22	47	45	39	26	31	M8x25	17	4	M8x25	2	355	32	166	78
KLDA 24x50	24	50	45	39	26	31	M8x25	17	6	M8x25	3	382	48	229	110
KLDA 25x50	25	50	45	39	26	31	M8x25	17	6	M8x25	3	606	48	220	110
KLDA 28x55	28	55	45	39	26	31	M8x25	17	6	M8x25	3	679	48	196	100
KLDA 30x55	30	55	45	39	26	31	M8x25	17	6	M8x25	3	727	48	163	100
KLDA 32x60	32	60	45	39	26	31	M8x25	17	8	M8x25	4	1033	65	229	122
KLDA 35x60	35	60	45	39	26	31	M8x25	17	8	M8x25	4	1130	65	209	122
KLDA 38x65	38	65	45	39	26	31	M8x25	17	8	M8x25	4	1227	65	198	113
KLDA 40x65	40	65	45	39	26	31	M8x25	17	8	M8x25	4	1292	65	183	113
KLDA 42x75	42	75	55	47	30	36	M8x30	41	8	M8x30	3	1835	87	204	115
KLDA 45x75	45	75	55	47	30	36	M8x30	41	8	M8x30	3	1966	87	191	115
KLDA 48x80	48	80	55	47	30	36	M8x30	41	8	M8x30	3	2097	87	179	107
KLDA 50x80	50	80	55	47	30	36	M8x30	41	8	M8x30	3	2184	87	172	107
KLDA 55x85	55	85	55	47	30	36	M8x30	41	8	M8x30	4	3202	116	208	135
KLDA 60x90	60	90	55	47	30	36	M8x30	41	8	M8x30	4	3403	116	191	127
KLDA 65x95	65	95	55	47	30	36	M8x30	41	8	M8x30	4	3794	116	178	120
KLDA 70x110	70	110	67	57	40	46	M10x35	83	8	M10x35	4	6607	189	199	127
KLDA 75x115	75	115	72	62	40	46	M10x35	83	8	M10x35	4	7079	189	186	121
KLDA 80x120	80	120	72	62	40	46	M10x35	83	8	M10x35	4	7551	189	174	116
KLDA 85x125	85	125	72	62	40	46	M10x35	83	10	M10x35	4	10029	236	206	139
KLDA 90x130	90	130	72	62	40	46	M10x35	83	10	M10x35	4	10619	236	193	134
KLDA 95x135	95	135	72	62	40	46	M10x35	83	10	M10x35	4	11209	236	183	129
KLDA 100x145	100	145	89	77	46	52	M12x45	145	8	M12x45	4	13738	275	178	121
KLDA 110x155	110	155	89	77	46	52	M12x45	145	8	M12x45	4	15111	278	160	114
KLDA 120x165	120	165	89	77	46	52	M12x45	145	10	M12x45	4	20808	343	183	133
KLDA 130x180	130	180	89	77	46	52	M12x45	145	12	M12x45	4	26788	412	203	147
KLDA 140x190	140	190	96	84	51	59	M14x45	230	8	M14x45	4	26142	373	154	114
KLDA 150x200	150	200	96	84	51	59	M14x45	230	10	M14x45	5	35016	467	180	135
KLDA 160x210	160	210	96	84	51	59	M14x45	230	10	M14x45	5	37351	467	169	129
KLDA 170x225	170	225	96	84	51	59	M14x45	230	12	M14x45	6	47617	560	191	144
KLDA 180x235	180	235	96	84	51	59	M14x45	230	12	M14x45	6	50418	560	180	138

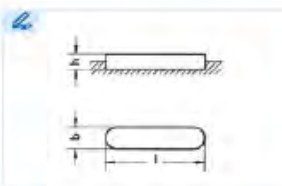
9



CHAVETAS
KEYS • CLAVETTES • CHAVETAS



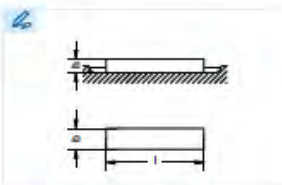
DIN 6885 / DIN 6886



DIN 6885 A
Chaveta paralela - Forma A

Parallel Key - Form A
Clavette parallèle - Forme A
Chaveta paralela - Forma A

Extremos redondeados (2)
Round Ends (2)
Bouts ronds (2)
Extremidades arredondadas (2)



DIN 6885 B
Chaveta paralela - Forma B

Parallel Key - Form B
Clavette parallèle - Forme B
Chaveta paralela - Forma B

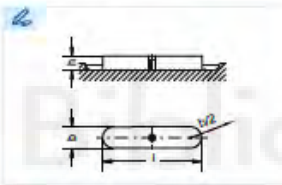
Extremos rectos (2)
Square Ends (2)
Bouts droits (2)
Extremidades rectas (2)



DIN 6885 AB
Chaveta paralela - Forma AB

Parallel Key - Form AB
Clavette parallèle - Forme AB
Chaveta paralela - Forma AB

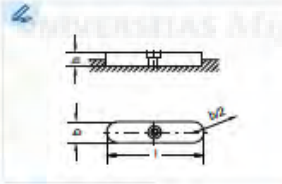
Extremo redondeado (1) y extremo recto (1)
Round End (1) and Square End (1)
Bout rond (1) et bout droit (1)
Extremidade arredondada (1) e extremidade reta (1)



DIN 6885 AE
Chaveta paralela - Forma AE

Parallel Key - Form AE
Clavette parallèle - Forme AE
Chaveta paralela - Forma AE

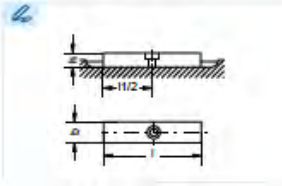
Extremos redondeados (2) y agujero para extracción
Round Ends (2) and a Hole for Extraction
Bouts ronds (2) et trou pour démontage
Extremidades arredondadas (2) e furo para extração



DIN 6885 C
Chaveta paralela - Forma C

Parallel Key - Form C
Clavette parallèle - Forme C
Chaveta paralela - Forma C

Extremos redondeados (2) y tornillo de retención
Round Ends (2) and a Retention Bolt
Bouts ronds (2) et taraudage pour vis de retenue
Extremidades arredondadas (2) e parafuso de retenção



DIN 6885 D
Chaveta paralela - Forma D

Parallel Key - Form D
Clavette parallèle - Forme D
Chaveta paralela - Forma D

Extremos rectos (2) y tornillo de retención
Square Ends (2) and a Retention Bolt
Bouts droits (2) et taraudage pour vis de retenue
Extremidades rectas (2) e parafuso de retenção



DIN 6885 E
Chaveta paralela - Forma E

Parallel Key - Form E
Clavette parallèle - Forme E
Chaveta paralela - Forma E

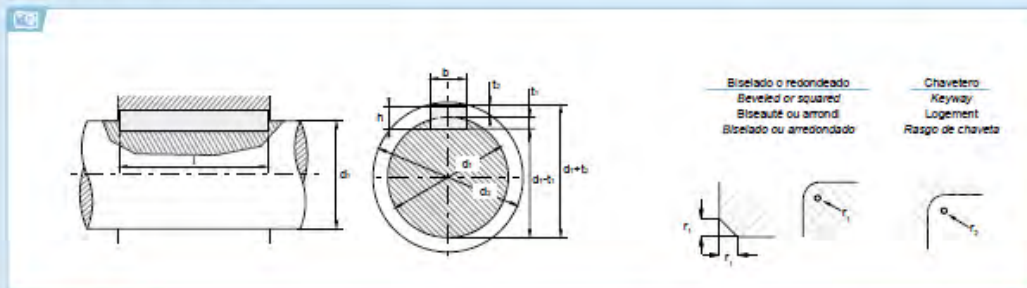
Extremos redondeados (2), tornillos de retención (2) y extractor (1)
Round Ends (2), Retention Bolts (2) and an Extractor (1)
Bouts ronds (2), taraudages pour vis de retenue (2) et trou pour démontage (1)
Extremidades arredondadas (2), parafusos de retenção (2) e extractor (1)



CHAVETAS KEYS • CLAVETTES • CHAVETAS



1 Selección de la chaveta paralela DIN 6856
Selection criteria for parallel key DIN 6856
Élection de la clavette parallèle DIN 6856
Seleção da chaveta paralela DIN 6856



ES EN FR PT

Chavetero del eje
Shaft Keyway
Logement de l'arbre
Rasgo de chaveta do eixo

Chavetero del cubo
Hub Keyway
Logement du moyeu
Rasgo de chaveta do cubo

Asiento fijo
Tight fit
Ajustement serré
Asento fixo

Asiento ligero
Loose fit
Ajustement libre
Asento ligeiro

Con juego en el lomo o aprieto
With a set in the groove or blockage
Avec jeu dans la largeur de la rainure ou blocage
Com folga no dorso ou aperto

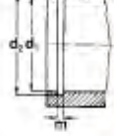
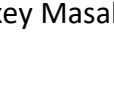
Con juego en el lomo
With a set in the groove
Avec jeu dans la largeur de la rainure
Com folga no dorso

Con aprieto
With pressure
Avec blocage
Com aperto

diff. adm. Diferencia admisible
Acceptable Difference
Écart acceptable
Diferença admissível

		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	72	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	25	28	32	36	40	45	50	56	63	72	80	90	100	112	125	140	160	180	200	224	250	280	315	355	400										
b	h	5	6	8	10	12	14	17	17	22	22	30	30	38	38	44	44	50	50	56	56	65	65	75	75	85	85	96	96	110	110	130	130	150	150	170	200	230	260	290	330	380	440									
	d	8	10	12	14	17	17	22	22	30	30	38	38	44	44	50	50	56	56	65	65	75	75	85	85	96	96	110	110	130	130	150	150	170	200	230	260	290	330	380	440											
	asiento tipo 1	19	2	3	4	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	18	18	20	20	22	22	25	25	28	28	32	32	36	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100										
	asiento tipo 2	50	2	3	4	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	18	18	20	20	22	22	25	25	28	28	32	32	36	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100										
	complejo en la zona de aparcamiento	12	1,6	2,5	2,5	1,9	3	2,5	3,5	3,1	4	3,7	5	3,9	5	4	5,5	4,7	5	4,8	7	5,4	7,5	6	9	6,2	9	6,9	10	7,8	11	8,3	12	13	15	17	20	22	25	28	31											
d1	as	h	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2							
c	asiento tipo 1	19	2	3	4	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	18	18	20	20	22	22	25	25	28	28	32	32	36	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100										
	asiento tipo 2	50	2	3	4	5	5	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14	16	16	18	18	20	20	22	22	25	25	28	28	32	32	36	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100										
	complejo en la zona	1	1,4	1,8	1,2	2,3	1,6	2,6	2	3,3	2,4	3,3	2,2	3,3	2,1	3,6	2,4	4,3	2,3	4,4	2,7	4,9	3,1	5,4	2,9	5,4	3,2	8,4	3,5	7,4	3,8	6,4	8,4	10,4	11,4	12,4	14,4	15,4	17,4	19,4	21,4	23,4	25,4	27,4	29,4	31,4						
	d1	as	h	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1				
	complejo	0,8	0,9	1,2	0,8	1,7	1,1	2,2	1,4	2,4	1,8	2,4	1,6	2,4	1,4	2,9	1,7	3,4	1,6	3,4	2	3,9	2,4	4,4	2,2	4,4	2,4	5,4	2,7	6,4	3,0	7,1	8,1	9,1	10,1	11,1	11,1	13,1	14,1	16,1	18,1	20,1	22,1	24,1	26,1	28,1	30,1					
d1	as	h	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1		
d	a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
	d1	as	2,5	3,5	4	3	5	4	6	5	8	6	8	6	8	6	9	7	11	7	11	8	12	9	14	9	14	10	16	11	18	11,5	21	23	26	28	32	32	36	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90		
e	min	as	0,16	0,16	0,16	0,25	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40
	max	as	0,28	0,28	0,28	0,30	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50	0,40	0,50
f	min	as	0,16	0,16	0,16	0,30	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40	0,25	0,40
	max	as	0,08	0,08	0,08	0,10	0,15	0,10	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	0,15	0,20	

Anexo 8. Selección de anillos seeger y retenes.

11		Seeger-Ringe für Bohrungen Seeger-Rings for bores Segments intérieurs Seeger									
		Maßliste Data chart Table dimensionnelle	Bezeichnung Designation Désignation	Nennmaß Nominal dimension Dimension nominale d_1	J 8 – J 58 / DIN 472						
					Ring, Ring, Anneau						
nach Wahl des Herstellers to manufacturer's choice suivant les disponibilités du fabricant $d_1 > 165 \text{ mm}$ 		J 8	8	0,80	-0,05	8,7	+0,36 -0,10	2,4	1,1	1,0	0,10
		J 9	9	0,80	-0,05	9,8	+0,36 -0,10	2,5	1,3	1,0	0,13
		J 10	10	1,00	-0,06	10,8	+0,36 -0,10	3,2	1,4	1,2	0,26
		J 11	11	1,00	-0,06	11,8	+0,36 -0,10	3,3	1,5	1,2	0,31
		J 12	12	1,00	-0,06	13,0	+0,36 -0,10	3,4	1,7	1,5	0,37
Ungespannt Unstressed À l'état libre 		J 13	13	1,00	-0,06	14,1	+0,36 -0,10	3,6	1,8	1,5	0,42
		J 14	14	1,00	-0,06	15,1	+0,36 -0,10	3,7	1,8	1,7	0,52
		J 15	15	1,00	-0,06	16,2	+0,36 -0,10	3,7	2,0	1,7	0,56
		J 16	16	1,00	-0,06	17,3	+0,36 -0,10	3,8	2,0	1,7	0,60
		J 17	17	1,00	-0,06	18,3	+0,42 -0,13	3,9	2,1	1,7	0,65
		J 18	18	1,00	-0,06	19,5	+0,42 -0,13	4,1	2,2	2,0	0,74
		J 19	19	1,00	-0,06	20,5	+0,42 -0,13	4,1	2,2	2,0	0,73
		J 20	20	1,00	-0,06	21,5	+0,42 -0,13	4,1	2,3	2,0	0,80
		J 21	21	1,00	-0,06	22,5	+0,42 -0,13	4,2	2,4	2,0	1,00
		J 22	22	1,00	-0,06	23,5	+0,42 -0,13	4,2	2,5	2,0	1,10
		J 23	23	1,20	-0,06	24,6	+0,42 -0,13	4,2	2,5	2,0	1,34
		J 24	24	1,20	-0,06	25,9	+0,42 -0,21	4,3	2,6	2,0	1,42
		J 25	25	1,20	-0,06	26,9	+0,42 -0,21	4,5	2,7	2,0	1,50
		J 26	26	1,20	-0,06	27,9	+0,42 -0,21	4,7	2,8	2,0	1,60
		J 27	27	1,20	-0,06	29,1	+0,42 -0,21	4,7	2,9	2,0	1,75
		J 28	28	1,20	-0,06	30,1	+0,50 -0,25	4,8	2,9	2,0	1,80
		J 29	29	1,20	-0,06	31,1	+0,50 -0,25	4,8	3,0	2,0	1,88
		J 30	30	1,20	-0,06	32,1	+0,50 -0,25	4,8	3,0	2,0	2,08
		J 31	31	1,20	-0,06	33,4	+0,50 -0,25	5,2	3,1	2,5	2,10
		J 32	32	1,20	-0,06	34,4	+0,50 -0,25	5,4	3,2	2,5	2,21
		J 33	33	1,20	-0,06	35,5	+0,50 -0,25	5,4	3,3	2,5	2,40
		J 34	34	1,50	-0,06	36,5	+0,50 -0,25	5,4	3,3	2,5	3,20
		J 35	35	1,50	-0,06	37,8	+0,50 -0,25	5,4	3,4	2,5	3,54
		J 36	36	1,50	-0,06	38,8	+0,50 -0,25	5,4	3,5	2,5	3,70
		J 37	37	1,50	-0,06	39,8	+0,50 -0,25	5,5	3,6	2,5	3,74
		J 38	38	1,50	-0,06	40,8	+0,50 -0,25	5,5	3,7	2,5	3,90
		J 39	39	1,50	-0,06	42,0	+0,90 -0,39	5,6	3,8	2,5	4,00
		J 40	40	1,75	-0,06	43,5	+0,90 -0,39	5,8	3,9	2,5	4,70
		J 41	41	1,75	-0,06	44,5	+0,90 -0,39	5,9	4,0	2,5	5,10
		J 42	42	1,75	-0,06	45,5	+0,90 -0,39	5,9	4,1	2,5	5,40
		J 43	43	1,75	-0,06	46,5	+0,90 -0,39	5,9	4,2	2,5	5,80
		J 44	44	1,75	-0,06	47,5	+0,90 -0,39	6,0	4,2	2,5	5,80
		J 45	45	1,75	-0,06	48,5	+0,90 -0,39	6,2	4,3	2,5	6,00
		J 46	46	1,75	-0,06	49,5	+0,90 -0,39	6,3	4,4	2,5	6,05
		J 47	47	1,75	-0,06	50,5	+1,10 -0,46	6,4	4,4	2,5	6,10
		J 48	48	1,75	-0,06	51,5	+1,10 -0,46	6,4	4,5	2,5	6,70
		J 50	50	2,00	-0,07	54,2	+1,10 -0,46	6,5	4,6	2,5	7,30
		J 51	51	2,00	-0,07	55,2	+1,10 -0,46	6,5	4,7	2,5	7,75
		J 52	52	2,00	-0,07	56,2	+1,10 -0,46	6,7	4,7	2,5	8,20
		J 53	53	2,00	-0,07	57,2	+1,10 -0,46	6,7	4,9	2,5	8,22
		J 54	54	2,00	-0,07	58,2	+1,10 -0,46	6,7	5,0	2,5	8,25
		J 55	55	2,00	-0,07	59,2	+1,10 -0,46	6,8	5,0	2,5	8,30
		J 56	56	2,00	-0,07	60,2	+1,10 -0,46	6,8	5,1	2,5	8,80
		J 57	57	2,00	-0,07	61,2	+1,10 -0,46	6,8	5,1	2,5	9,40
		J 58	58	2,00	-0,07	62,2	+1,10 -0,46	6,9	5,2	2,5	10,50

17X40X7 HMS5 RG - Sellos radiales del eje | SKF

SKF



Image may differ from product. See technical specification for details.

17X40X7 HMS5 RG

Sello radial del eje con diámetro exterior de caucho y labio de sello simple, para aceite o grasa

Los sellos radiales del eje se usan entre los componentes giratorios y fijos de la máquina, o entre componentes en un movimiento relativo. Los sellos HMS5 están diseñados con un diámetro exterior de caucho. Tienen un labio de sello convencional de elastómero con un muelle toroidal para mantener la carga radial correcta.

- Alta velocidad de bombeo
- con muelle toroidal
- admiten desalineación

<https://www.skf.com/pe/products/industrial-seals/power-transmission-seals/radial-shaft-seals/general-industrial-applications/productid-17X40X7 H...>

17X40X7 HMS5 RG - Sellos radiales del eje | SKF

Descripción general

Dimensiones

Diámetro del eje	17 mm
Diámetro del agujero del soporte	40 mm
Ancho del sello	7 mm

Rendimiento

Velocidad límite	3 900 r/min
Temperatura máxima de funcionamiento	100 °C
Temperatura mínima de funcionamiento	-40 °C
Velocidad periférica permitida	3.5 m/s
Velocidad de giro	3 900 r/min

Propiedades

Diseño	HMS5
Labio auxiliar	No
Material del labio de sello	Caucho de nitrilo (NBR)
Tipo de diámetro exterior	Reforzado con metal y caucho
Sistema de unidades	Sistema métrico

Logística

Peso neto del producto	0.011 kg
Código eClass	23-07-08-01
Código UNSPSC	31181602

[https://www.skf.com/pe/products/industrial-seals/power-transmission-seals/radial-shaft-seals/general-industrial-applications/productid-17X40X7 H...](https://www.skf.com/pe/products/industrial-seals/power-transmission-seals/radial-shaft-seals/general-industrial-applications/productid-17X40X7-H...)

Anexo 9. Selección neumática para el sistema de verificación.



**C(D)55, Compact Cylinder ISO
Standard (ISO 21287)
CD55B32-50**

[Datasheet](#)

General series information

- Conforms with the ISO 21287 standard.
- Bore sizes of 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80 & 100 mm.
- Large stroke range from 5 mm up to 150 mm.
- Construction is similar to the current CQ2 lateral load resistant specification.
- Snap ring construction allows easy and quicker maintenance.
- Auto switches can be mounted on any of the four sides of the cylinder tube.



Standard specifications

Built-in Magnet	D (With Magnet)
Mounting Style	B (Standard)
Bore Size	32mm
Stroke	50
Rod End Thread	Rod End Female Thread
Auto Switch	No Switch
Lead Wire or Prewired Connector	0.5m [Or None in the Case of No Switch]
Number	2 pcs. [Or None in the Case of No Switch]
Rod End Options	None
Made of Stainless Steel	None
Pressure medium	Air
Maximum temperature of pressure medium	70 °C
Maximum temperature of pressure medium with magnet	60 °C
Minimum temperature of pressure medium	-10 °C (No freezing)
Minimum temperature of pressure medium with magnet	-10 °C (No freezing)
Maximum operating pressure	1.0 MPa
Minimum operating pressure	0.05 MPa

SMC CORPORATION Zuisobiki 14, 01012, Vitoria-Gasteiz, Alava +34 945184100 +34 945184126 www.smc.eu smcmarketing@smc-smc.es



Datasheet - CD55B32-50

Proof pressure	1.5 MPa
Maximum ambient temperature	70 °C
Maximum ambient temperature with magnet	60 °C
Minimum ambient temperature	-10 °C (No freezing)
Minimum ambient temperature with magnet	-10 °C (No freezing)
Number of pneumatic connections	2 pcs.
Pneumatic input connection	G 1/8
Pneumatic exhaust connection	G 1/8
Mode of operation of drive	Double acting
Theoretical cylinder force, advance stroke (at 0.5 MPa)	402 N
Theoretical cylinder force, return stroke (at 0.5 MPa)	302 N
Maximum piston speed	500 mm/s
Type of cushioning	Rubber bumper on both end
Geometric form of the piston rod	Single rod
Male thread of rod end	M10 x 1.25
Female thread of rod end	M8 x 1.25
Weight	0.300 Kg





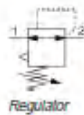
Equilibrio - Balance - Autocontrol



AR-B, Regulator & Regulator w/Backflow Function AR20-F02E-B

Datasheet

General series information



Standard specifications

Made to Order 1	None
Body Size	20
Backflow Function	None
Thread	F (G)
Port	02 (1/4)
Option	E (Square embedded type pressure gauge, with limit indicator)
Semi-standard	Standard
Made to Order 2	None
Pressure medium	Air
Maximum operating pressure	1.0 MPa
Proof pressure	1.5 MPa
Maximum ambient temperature	60 °C
Minimum ambient temperature	-5 °C (with no freezing)
Approvals	No need
Weight	0.158 Kg

SMC CORPORATION | Zuazobidea 14, 01012, Vitoria-Gasteiz, Álava | +34 945184100 | +34 945184126 | www.smc.eu | emcmarketing@smc.smces.es

5 Port Solenoid Valve

Series SY3000/5000/7000/9000

Body Ported

Single Unit



Refer to www.smcworld.com for details of products compatible with overseas standards.

How to Order

SY 5 1 20 5 L 01 -Q

Series

3	SY3000
5	SY5000
7	SY7000
9	SY9000

Type of actuation

1	2 position single (A)(B) (EA)(P)(EB)
2	2 position double (A)(B) (EA)(P)(EB)
3	3 position closed center (A)(B) (EA)(P)(EB)
4	3 position exhaust center (A)(B) (EA)(P)(EB)
5	3 position pressure center (A)(B) (EA)(P)(EB)

Coil specifications

-	Standard
T	With power saving circuit (24, 12 VDC only)

• Power saving circuit is not available in the case of D, DO or WD type.

For DC

5	24 VDC
6	12 VDC
V	6 VDC
S	5 VDC
R	3 VDC

Rated voltage

1	100 VAC
2	200 VAC
3	110 VAC (115 VAC)
4	220 VAC (230 VAC)

• DC specifications of type D and DO is only available with 12 and 24 VDC.
• AC specification is only available with D, DO type.

Electrical entry

24, 12, 6, 5, 3 VDC				14, 15 VDC 100, 115, 200, 230 VAC
Grommet	L plug connector	M plug connector	DIN terminal	Note
G: Lead wire length 300 mm	L: With lead wire (Length 300 mm)	M: With lead wire (Length 300 mm)	D: With connector	
H: Lead wire length 600 mm	LN: Without lead wire	LD: Without connector	MD: Without connector	
			DO: Without connector	

24, 12, 6, 5, 3 VDC

M8 connector

WD: Without connector cable

WC: With connector cable (Note 1)

• LN, MN type: with 2 sockets.
• For DIN terminal of SY3000 series, refer to back page 10.
• DIN terminal type "Y" which conforms to EN-175301-803C (former DIN43850C) is also available. For details, refer to page 210.
• For connector cable of M8 connector, refer to back page 12.
• Connector M8 type "WA" conforming to IEC 60947-5-2 standard, is also available. For details, see page 211.
Note 1) Enter the cable length symbols in □. Please be sure to fill in the blank referring to back page 13.
Note 2) Except SY3000.

• A, B port size

Thread piping

Symbol	Port size	Applicable series
M5	M5	SY3000
01	1/8"	SY5000
02	1/4"	SY7000
03	3/8"	SY9000

One-touch fitting (Metric size)

Symbol	Port size	Applicable series
C4	One-touch fitting for ø4	SY3000
C6	One-touch fitting for ø6	SY5000
C8	One-touch fitting for ø8	SY7000
C10	One-touch fitting for ø10	SY9000
C12	One-touch fitting for ø12	SY9000

One-touch fitting (Inch size)

Symbol	Port size	Applicable series
N3	One-touch fitting for a 3/8"	SY3000
N7	One-touch fitting for a 1/4"	SY5000
N9	One-touch fitting for a 3/16"	SY7000
N11	One-touch fitting for a 3/4"	SY9000
N13	One-touch fitting for a 3/4"	SY9000

• Bracket

• Without bracket
F1: With foot bracket (2 position, single only)

F2: With side bracket

• SY9000 has no bracket.

• Thread type

	Rc
-	F
N	NPT
T	NPTF

• Except for M5

• Manual override

• Non-locking push type

D: Push-turn locking slotted type

E: Push-turn locking lever type

• Light/surge voltage suppressor

Electrical entry for G, H, L, M, W

-	Without light/surge voltage suppressor
S	With surge voltage suppressor
Z	With light/surge voltage suppressor
R	With surge voltage suppressor (Non-polar type)
U	With light/surge voltage suppressor (Non-polar type)

• Power saving circuit is only available in the "Z" type.

Electrical entry for D (except SY3000)

-	Without light/surge voltage suppressor
S	With surge voltage suppressor
Z	With light/surge voltage suppressor

• DOZ is not available.
• For AC voltage valves there is no "S" option. It is already built-in to the rectifier circuit.

Note) When placing an order for body ported solenoid valve as a single unit, mounting bolt for manifold and gasket are not attached. Order them separately, if necessary. (For details, refer to page 56.)

SY3000/5000/7000/9000 Body Ported

Specifications



Series	SY3000	SY5000	SY7000	SY9000
Fluid	Air			
Internal pilot	0,15 to 0,7			
Operating pressure range (MPa)	0,1 to 0,7			
	0,2 to 0,7			
Ambient and fluid temperature (°C)	-10 to 50 (No freezing, Refer to back page 3.)			
Max. operating frequency (Hz)	2 Position single, Double 3 position	10 3	5 3	5 3
Manual override (Manual operation)	Non-locking push type, Push-turn locking slotted type, Push-turn locking lever type			
Pilot exhaust method	Common exhaust type for main and pilot valve			
Lubrication	Not required			
Mounting orientation	Unrestricted			
Impact/Vibration resistance (m/s ²) ^{note}	150/30			
Enclosure	Dust proof (* DIN terminal and M8 connector: IP65)			



* Based on IEC60528)

Note) Impact resistance: No malfunction occurred when it is tested in the axial direction and at the right angles to the main valve and armature in both energised and de-energised states every once for each condition, (Values at the initial period)

Vibration resistance: No malfunction occurred in a one-sweep test between 45 and 2000 Hz, Test was performed at both energised and de-energised states in the axial direction and at the right angles to the main valve and armature, (Values at the initial period)



Made to Order

(For details, refer to pages 199 through to 213.)

Solenoid Specifications

Electrical entry	Grommet (G), (H) L plug connector (L) M plug connector (M)		DIN terminal (D) M8 connector (W)	
	G, H, L, M, W		D	
Coil rated voltage (V)	DC	24, 12, 6, 5, 3	24, 12	
	AC 50/60 Hz	100, 110	200, 220	
Allowable voltage fluctuation (%)	±10% of rated voltage *			
Power consumption (W)	DC	Standard	0,35 (With indicator light: 0,4 DIN terminal with indicator light: 0,45)	
	With power saving circuit		0,1 (With indicator light only)	
Apparent power (VA) *	AC	100 V	-	0,78 (With indicator light: 0,87)
		110 V	-	0,86 (With indicator light: 0,87)
		115 V	-	0,84 (With indicator light: 1,07)
		200 V	-	1,15 (With indicator light: 1,30)
		220 V [230 V]	-	1,27 (With indicator light: 1,46) [1,38 (With indicator light: 1,60)]
Surge voltage suppressor	Diode (Varistor is for DIN terminal and Non-polar type.)			
Indicator light	LED (AC of DIN connector is neon light.)			



* In common between 110 VAC and 115 VAC, and between 220 VAC and 230 VAC.

* For 115 VAC and 230 VAC, the allowable voltage is -15% to +5% of rated voltage.

* S, Z and T type (with power saving circuit) should be used within the following allowable voltage fluctuation range due to a voltage drop caused by the internal circuit.

S and Z type: 24 VDC: -7% to +10%

12 VDC: -4% to +10%

T type: 24 VDC: -8% to +10%

12 VDC: -6% to +10%

Response Time



Note) Based on dynamic performance test, JIS B 8375-1981. (Coil temperature: 20°C, at rated voltage, without surge suppressor)

SY3000

Type of actuation	Response time (ms) (at the pressure of 0,5 MPa)		
	Without light/surge voltage suppressor	With light/surge voltage suppressor	Type S, Z
2 position single	12 or less	15 or less	12 or less
2 position double	10 or less	13 or less	10 or less
3 position	15 or less	20 or less	16 or less

SY5000

Type of actuation	Response time (ms) (at the pressure of 0,5 MPa)		
	Without light/surge voltage suppressor	With light/surge voltage suppressor	Type S, Z
2 position single	19 or less	26 or less	19 or less
2 position double	18 or less	22 or less	18 or less
3 position	32 or less	38 or less	32 or less

SY7000

Type of actuation	Response time (ms) (at the pressure of 0,5 MPa)		
	Without light/surge voltage suppressor	With light/surge voltage suppressor	Type S, Z
2 position single	31 or less	38 or less	33 or less
2 position double	27 or less	30 or less	28 or less
3 position	50 or less	56 or less	50 or less

SY9000

Type of actuation	Response time (ms) (at the pressure of 0,5 MPa)		
	Without light/surge voltage suppressor	With light/surge voltage suppressor	Type S, Z
2 position single	35 or less	41 or less	35 or less
2 position double	35 or less	41 or less	35 or less
3 position	62 or less	64 or less	62 or less



Anexo 10. Selección de material para los ejes, rodillos, anillos separadores.

barras

acero inoxidable

Barra Redonda
Calidad AISI 304 y 316 tolerancia h9 - h11




diámetro mm	304	316
3	78354410	78354800
4	78354420	
5	78354430	78354805
6	78354440	78354810
7	78354450	78354815
8	78354460	78354820
9	78354470	
10	78354480	78354830
12	78354490	78354840
14	78354500	78354850
16	78354510	78354860
18	78354520	78354870
20		78354880
22		78354890
25		78354900
28		78354910
30		78354920
32		78354930
35		78354940
38		78354945
40		78354950
45		78354960
50		78354970
60		78354990
70		78355000
80		78355010
90		78355020
	Ref.	Ref.

Barra Redonda
Calidad 904 L



diámetro mm	904
10	78355070
30	78355090
50	78355100
80	78355110
100	78355120
	Ref.



Pol. Industrial los Majuelos, Calle Puntallana nº6.
C.P. 38108. La Laguna. Tenerife - Canarias, Spain
Tfno: +34 922 824 140 - Fax: +34 922 824 320



www.bonnet.es



Pol. Industrial Las Torres, Calle Arrecife nº 6.
C.P.35010. Las Palmas de G. Canaria. Canarias, Spain.
Tfno: +34 928 411 287 - Fax: +34 928 428 591

chapas

acero inoxidable

Chapas
Calidad AISI 304 y 316

Laminado en Caliente *

Laminado en Frio **

Brillo dos caras +

medidas mm	espesor mm	304		316		peso kilos
		mate	brillo	mate	brillo	
2000x1000	0.4	12150495				6.4 K
	0.5	12150500	12151002			8 K
	0.6	12150510		12152500		10 K
	0.8	12150520	12151010	12152505		12.8 K
	1.0	12150530	12151020	12152510	12153000	16 K
	1.2	12150540	12151025			19.2 K
	1.5	12150560	12151030	12152520	12153010	24 K
	2.0	12150570	12151040	12152530	12153020	32 K
	3.0	12150580	12151050	12152540	12153030	48 K
	4.0	**12150585	12151051	12152550	12153032	64 K
	4.0	*12150590				64 K
	5.0	12150600		12152560	12153033	80 K
	5.0				+12153034	80 K
	6.0	12150610		12152570	+12153036	96 K
	8.0	12150620		12152580	12153037	128K
8.0				+12153038	128 K	
3000x1250	10	12150630		12152590	12153039	160 K
	12	12150635		12152600		195 K
	15	12150636		12152610		253 K
	20			12152620		331 K
	0.8	12150650	12151057			24 K
3000x1500	1.0	12150660	12151060			30 K
	1.2	12150665	12151062			36 K
	1.5	12150670	12151063			45 K
	1.0	12150675	12151070	12152790	12153045	36 K
	1.2	12150677	12151080	12152800	12153046	43.2 K
	1.5	12150680	12151090	12152810	12153048	54 K
	2.0	12150690	12151100	12152820	12153050	72 K
	3.0	12150700	12151110	12152830		108 K
	4.0	12150720		12152840		144 K
	6.0			12152860		216 K
	8.0	12150780				288 K
	10			12152880		360 K
		Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	

Brillo

Mate

El catálogo presenta las características estándar de los productos. Si tiene exigencias concretas que requieren dimensiones, tolerancias o calidades que se salen de lo común puede solicitar información en el departamento comercial.

TF
Pol. Industrial los Majuelos, Calle Puntallana nº6.
C.P. 38108. La Laguna. Tenerife - Canarias, Spain
Tfno: +34 922 824 140 - Fax: +34 922 824 320



GC
Pol. Industrial Las Torres, Calle Arrecife nº 6.
C.P.35010. Las Palmas de G. Canaria. Canarias, Spain.
Tfno: +34 928 411 287 - Fax: +34 928 428 591



FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

TABLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE			SERIE 300	
			Acero al Cromo - Níquel	Acero al Cromo - Níquel - Molibdeno
DESIGNACIÓN	TIPO AISI		304	316
	COMPOSICIÓN QUÍMICA		C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 18% - 20%* Ni 8% - 10,5%*	C ≤ 0.08%* Si ≤ 1.00% Mn ≤ 2.00% Cr 16% - 18%* Ni 10% - 14%* Mo 2% - 2.5%*
PROPIEDADES FÍSICAS	PESO ESPECÍFICO A 20C (DENSIDAD)	(g/cm³)	7.9	7.95 - 7.98
	MÓDULO DE ELASTICIDAD	(N/mm²)	193,000	193,000
	ESTRUCTURA		AUSTENÍTICO	AUSTENÍTICO
	CALOR ESPECÍFICO A 20C	(J/Kg K)	500	500
	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 20C/100C	(W/m K)	15 / 16	15 / 16
	COEFICIENTE DE DILATACIÓN A 100C	(x 10⁶ C⁻¹)	16.0 - 17.30	16.02 - 16.5
PROPIEDADES ELÉCTRICAS	INTERVALO DE FUSIÓN	(C)	1398/1454	1371/1398
	PERMEABILIDAD ELÉCTRICA EN ESTADO SOLUBLE RECOCIDO		AMAGNÉTICO 1.008	AMAGNÉTICO 1.008
	CAPACIDAD DE RESISTENCIA ELÉCTRICA A 20C	(μΩm)	0.72 - 0.73	0.73 - 0.74
PROPIEDADES MECÁNICAS A 20C	DUREZA BRINELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO		130150 / 180330	130185 / -
	DUREZA ROCKWELL RECOCIDO HRB/CON DEFORMACIÓN EN FRÍO		7088 / 1035	7085 / -
	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RECOCIDO / DEFORMACIÓN EN FRÍO	Rm (N/mm²)	520 - 720 / 540 - 750	540690 / -
	ELASTICIDAD RECOCIDO / CON DEFORMACIÓN EN FRÍO	Rp (N/mm²)	210 / 230	205410 / -
	ELONGACIÓN (A₅) MIN	(%)	≥ 45	
	RESILIENCIA KCUL / KVL	(J/cm²)	160 / 180	160 / 180
PROPIEDADES MECÁNICAS EN CALIENTE	ELASTICIDAD	RP(0.2) A 300C/400C/500C	(N/mm²)	125 / 97 / 93
		RP(1) A 300C/400C/500C	(N/mm²)	147 / 127 / 107
		LÍMITE DE FLUENCIA A 500C/600C/700C/800C	σ₁/10³/t (N/mm²)	68 / 42 / 14.5 / 4.9
TRATAMIENT. TÉRMICOS	RECOCIDO COMPLETO	(OC)	ENFR. RÁPIDO 10081120	ENFR. RÁPIDO 10081120
	RECOCIDO INDUSTRIAL		NO ES POSIBLE	NO ES POSIBLE
	TEMPLADO		NO ES POSIBLE	NO ES POSIBLE
	INTERVALO DE FORJA INICIAL / FINAL	(C)	1200 / 925	1200 / 925
OTRAS PROPIEDADES	FORMACIÓN DE CASCARILLA, SERVICIO CONTINUO / SERVICIO INTERMITENTE		925 / 840	925 / 840
	SOLDABILIDAD		MUY BUENA	MUY BUENA
	MAQUINABILIDAD COMPARADO CON UN ACERO BESSEMER PARA a. B1112		45%	45%
	EMBUTICIÓN		MUY BUENA	BUENA

* Son aceptables tolerancias de un 1%



FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

PROPIEDADES DEL ACERO INOXIDABLE AISI 304

APLICACIONES

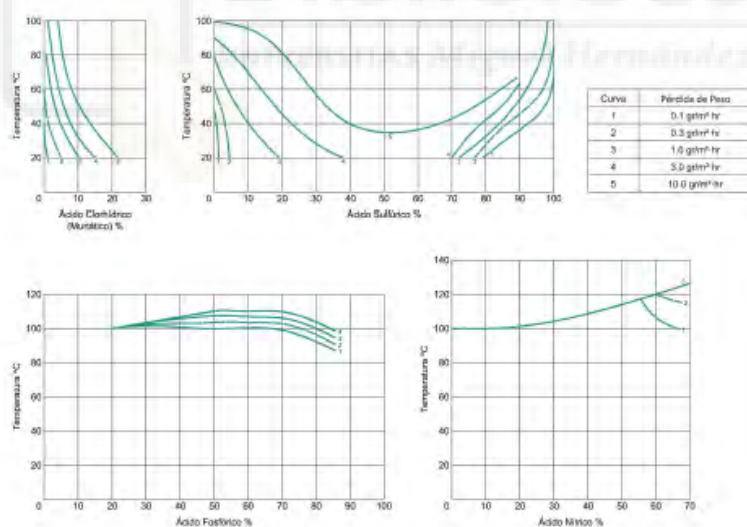
Debido a su buena resistencia a la corrosión, conformado en frío y soldabilidad, este acero es usado extensivamente para arquitectura, industria automotriz y para la fabricación de utensilios domésticos. Además es utilizado en la construcción de estructuras y/o contenedores para las industrias procesadoras de alimentación y para la industria química de producción del nitrógeno.

CARACTERÍSTICAS DEL ACERO AISI 304

Acero inoxidable austenítico, aleado con cromo, níquel y bajo contenido de carbono que presenta una buena resistencia a la corrosión. No requiere un tratamiento posterior al proceso de soldadura; tiene propiedades para embutido profundo, no es templeable ni magnético. Puede ser fácilmente trabajado en frío (por ejemplo doblado, cilindrado, embutido profundo, etc.) Sin embargo, el alto grado de endurecimiento que alcanza por trabajo en frío, comparado con aceros de baja aleación, hacen requerir de mayores esfuerzos para su proceso de conformado.

Resistencia a la corrosión

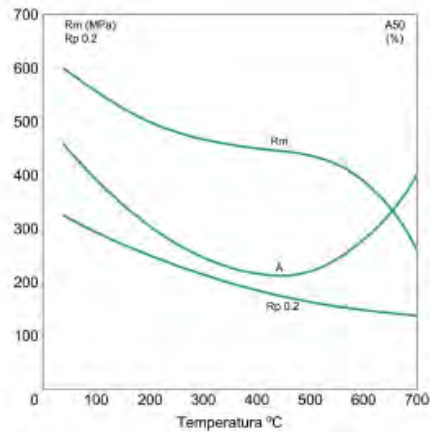
En los diagramas se observan las pérdidas de peso, determinadas experimentalmente para diferentes probetas atacadas con concentraciones variables para distintos ácidos en función de la temperatura. Las curvas representan la pérdida de peso de 0.1, 0.3, 1.0, 3.0 y 10.0 gr/m²·hr. Generalmente, una pérdida de peso de 0.3 gr/m²·hr (línea segmentada) se considera en el límite tolerable de un acero inoxidable.



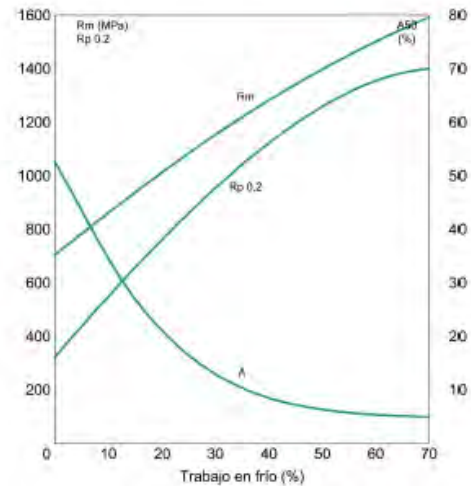
Carbone Stainless Steel

FICHA TÉCNICA DEL ACERO INOXIDABLE

Efecto de la temperatura en las propiedades mecánicas



Efecto del trabajo en frío en las propiedades mecánicas





Pol. Ind. Riu Clar
C/ del Plom, 43 - 43006 Tarragona
t: 977 206 520 | f: 977 206 565
e: info@industriadelagoma.com

FICHA TÉCNICA

POLIAMIDA

PA 6

Características Técnicas

Densidad	ISO 1183		1,15 g/cm ³
Temperatura de Servicio			-80 +120 °C
Temperatura máxima de servicio en periodos breves			≤180 °C
Esfuerzo en el punto de fluencia	ISO 527	seco	80 Mpa
	ISO 527	húmedo	50 %
Elongación a la rotura	ISO 527	seco	50-100 %
	ISO 527	húmedo	200 Mpa
Módulo de elasticidad a la tensión	ISO 527	seco	3000 Mpa
	ISO 179/leU	húmedo	1500 kJ/m ²
Resistencia al impacto	ISO 179/leU	seco	No rompe kJ/m ²
	ISO 179/leA	seco	No rompe kJ/m ²
Dureza	ISO 13000-2		75 Shore D
Tiempo límite de rendimiento δ 1/1000	23°C/50% RH	ISO 899	seco 5,5 Mpa
	100°C	ISO 899	húmedo 2,5 Mpa
Temperatura de distorsión térmica	Método A	ISO 75	seco 55-75 °C
	Método B	ISO 75	seco >160 °C
Punto de Fusión	ISO 3146		220 °C
Coefficiente de expansión lineal térmica	DIN 53752	seco	7-10 1/K 10-5
Conductividad térmica	Método A	seco	0,23 W / m·K
Calor específico	IEC 1006		1,7 J (g·K)
Constante dieléctrica	1 MHz	IEC 250	seco 3,5
		IEC 250	húmedo 7
Factor de disipación	1 MHz	IEC 250	seco 0,023
		IEC 250	húmedo 0,3
Resistencia dieléctrica	IEC 243	seco	100 KV/mm
	IEC 243	húmedo	60 KV/mm
Resistividad volumétrica	IEC 243	seco	10 ¹⁵ Ω·cm
	IEC 243	húmedo	10 ¹² Ω·cm
Absorción de humedad a 23°C, 50% RH	ISO 62		3,0 ±0,4 %
Absorción de Agua a 23°C	ISO 62		8,0 ±0,5 %

FICHA TÉCNICA

POLIETILENO - PE 1000 (UHMW)

Denominación química

Polietileno (Ultra High Molecular Weight)

Características

Densidad	DIN 53479	g/cm³	0,94
Esfuerzo en punto de fluencia	DIN 53455	N/mm²	20
Elongación a la rotura	DIN 53455	%	400
Modulo de elasticidad a la tensión	DIN 53457	N/mm²	800
Resistencia al impacto	DIN 53453	kJ/m²	no rompe
Resistencia al impacto Charpy	DIN 53453	kJ/m²	65
Tiempo límite de rendimiento (1% elongación después de 1000 h)	DIN 53444	N/mm²	3
Resistencia de aislamiento específica	DIN 53482	cm	10 ⁻⁷
Constante dieléctrica	DIN 53483	10 ⁶ HZ	2.3
Factor de disipación	DIN 53483	10 ⁶ HZ	0,0002
Resistencia dieléctrica	DIN 53481	kV/mm	90
Resistencia superficial	DIN 53482		10 ⁻⁴
Temperatura de servicio	periodos breves	°C	110
	periodos punta	°C	80
Desviación de la temperatura bajo carga ISO-R 75	método A	DIN 53461	50
	método B		70
Coefficiente de expansión lineal térmica 23 °C -100 °C	DIN 53752	10 ⁻⁵ x1/K	20
Conductividad térmica	DIN 52612	W / (Kxm)	0,4
Flamabilidad (UL-Standard 94)			HB
Punto de fusión	DIN 53736	°C	135
Absorción de humedad (23 °C)	DIN 53715	%	0
Absorción de agua	DIN 53495	%	0,2

PERFIL SECCION "P" / PROFILE SECTION "P"
PROFIL SECCION "P" / PROFIL - TEIL "P"



M  Polietileno UHMW 1000 "DESLIDUR".
 UHMW 1000 "DESLIDUR" Polyethylene.
 Polyéthylène UHMW 1000 "DESLIDUR".
 Profil aus Polyäthylen UHMW 1000 "DESLIDUR"



Pol. Ind. Riu Clar
C/ del Plom, 43 · 43006 Tarragona
t: 977 206 520 | f: 977 206 565
e: info@industriadelagoma.com

FICHA TÉCNICA

POM C

Polióximetileno (Copolímero)

Características Técnicas

Absorción de Agua a 23°C		ISO 62	0,25 %
Absorción de humedad a 23°C, 50% RH		ISO 62	0,20 %
Calor específico		IEC 1006	1,5 J / (g .K)
Coefficiente de expansión lineal térmica		DIN 53752	11 1/K 10-5
Constante dieléctrica	1 MHz	IEC 250	3,8
Densidad		ISO 1183	1,41—1,43 g/cm ³
Dureza		ISO 13000-2	81 Shore D
Elongación a la rotura		ISO 527	40 %
Esfuerzo en el punto de fluencia		ISO 527	70 MPa
Factor de disipación	1 MHz	IEC 250	0,024
Módulo de elasticidad a la tensión		ISO 527	3000 Mpa
Punto de Fusión	Método A	ISO 3146	164-168 °C
Resistencia al impacto		ISO 179/IeU	No rompe kJ/m ²
Resistencia dieléctrica		IEC 243	>20 KV/mm
Resistividad volumétrica		IEC 243	1015 Ω·cm
Temperatura de distorsión térmica	Método A	ISO 75	110 °C
Temperatura de distorsión térmica	Método B	ISO 75	160 °C
Temperatura de Servicio			- 40 + 100 °C
Temperatura máxima de servicio en periodos breves			≤160 °C
Tiempo límite de rendimiento δ 1/1000	23°C/50%RH 100°C	ISO 899	14 Mpa

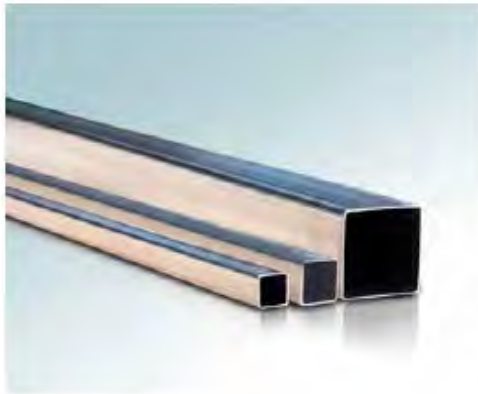


POLIAMIDA PA6. NYLON.



POM C. DELRIN
POLIETILENO – PE 1000. (UHMW)

Anexo 11. Selección de material para bastidor.



TUBERÍA CUADRADA ACERO INOXIDABLE 304

Los tubos cuadrados de acero inoxidable son ampliamente utilizados en la industria y el entorno doméstico. Amplia variedad de opciones en medidas van desde 12mm hasta 200 milímetros y espesores que van desde 1mm, 1.2mm, 1.5mm 2mm, y 3mm.

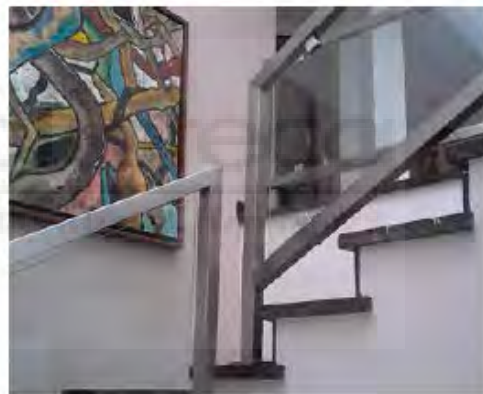
En su uso industrial se les valora por su resistencia y capacidad de soportar temperaturas y presión extremas, así como elementos destructivos. Además, el coste de producción de este tipo de material

es relativamente bajo. En el ámbito doméstico, el tubo de acero lo podemos encontrar en electrodomésticos, muebles, equipos, estructuras, pasamanos, escaleras y decoración de interiores y exteriores.

DESCRIPCIÓN

Tubo cuadrado acero inoxidable Especificaciones Generales:

Calidad:	AISI 304
Largo normal:	6,00 m
Espesor:	1,00 mm, 1,2 mm, 1,5 mm, 2,00 mm y 3mm
Dimensiones:	1/2 pulgadas hasta 6 pulgadas



Usos y aplicaciones:

- Industria automotriz.
- Estructuras
- Decoración
- Industria alimentaria.
- Maquinarias.
- Construcción e ingeniería.
- Electrodomésticos.
- Herramientas quirúrgicas, entre otras aplicaciones.

Descripción: Tubo cuadrado inoxidable 304 acabado N4 pulido 6 mts

DIMENSIONES			PROPIEDADES	
PL G.	mm	ESPESOR mm	PESO Kg/mt	PESO Kg/6mt
1/2	12,0	1	0,35	2,09
1/2	12,0	1,2	0,41	2,47
1/2	12,0	1,5	0,50	3,00
1/2	12,0	2	0,64	3,81
5/8	15	1	0,44	2,66
5/8	15	1,2	0,53	3,15
5/8	15	1,5	0,64	3,85
5/8	15	2	0,83	4,95
3/4	20,0	1	0,60	3,62
3/4	20,0	1,2	0,72	4,29
3/4	20,0	1,5	0,88	5,28
3/4	20,0	2	1,14	6,85
1	25	1	0,76	4,57
1	25	1,2	0,91	5,44
1	25	1,5	1,12	6,71
1	25	2	1,46	8,75
1 1/4	30	1	0,92	5,52
1 1/4	30	1,2	1,10	6,58
1 1/4	30	1,5	1,36	8,14
1 1/4	30	2	1,78	10,66

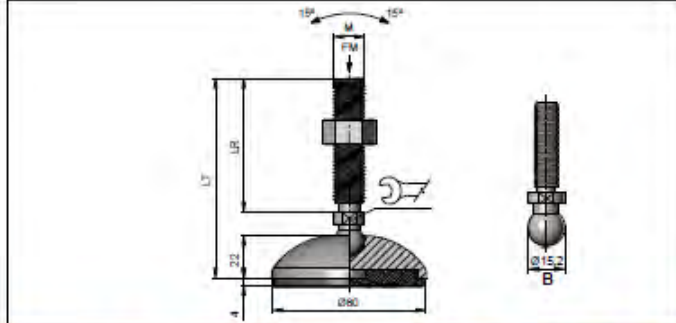
DIMENSIONES			PROPIEDADES	
PL G.	mm	ESPESOR mm	PESO Kg/mt	PESO Kg/6mt
1 1/2	40	1	1,24	7,42
1 1/2	40	1,2	1,48	8,86
1 1/2	40	1,5	1,83	10,99
1 1/2	40	2	2,41	14,46
2	50	1	1,56	9,33
2	50	1,2	1,86	11,15
2	50	1,5	2,31	13,85
2	50	2	3,05	18,27
2	50	3	4,42	26,52
3	75	2	4,63	27,79
3	75	3	6,60	39,60
4	100	2	6,22	37,30
4	100	3	8,96	53,76
6	150	2,5	11,70	70,18



Leveling feet

Stainless steel feet

Stainless articulated feet Ø80



Features

Standard material	Stainless steel
Accessories	Anti-slip pad included
Pad shore:	70

Ref.	M	LT	LR	Material		Spdl. type	Nut size	FT	Kg.	Box
				Spindle	Nut					
8540358	10	79	43	SS303	SS	B	14	12000	0.45	25
8540364	10	107	71	SS303	SS	B	14	12000	0.46	15
8540369	10	164	128	SS303	SS	B	14	12000	0.49	10
8540382	12	79	43	SS303	SS	B	14	15000	0.47	25
8540388	12	107	71	SS303	SS	B	14	15000	0.49	15
8540396	12	164	128	SS303	SS	B	14	15000	0.53	10
8540409	14	79	43	SS303	SS	B	14	15000	0.48	25
8540412	14	107	71	SS303	SS	B	14	15000	0.51	15
8540420	14	164	128	SS303	SS	B	14	15000	0.58	10
8540433	16	107	71	SS303	SS	B	14	18000	0.54	15
8540436	16	164	128	SS303	SS	B	14	18000	0.62	10
8540441	16	193	157	SS303	SS	B	14	18000	0.65	10
8540447	16	206	170	SS303	SS	B	14	18000	0.66	10

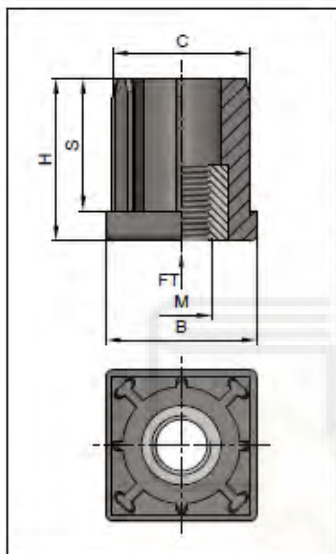
LEVELING FEET



Leveling feet

Threaded tube ends

Threaded square tube ends



Features

Standard material	Reinforced PA
Bushing material	Nickel plated brass

Best seller

Ref.	M	B	C	H	S	Dimensions			FT	Kg.	Box
						Ext.	Int.	Thick.			
1482201	8	25	22.5	30	25	25.0	22.0	1.5	5000	0.04	100
1482205	10	25	22.5	30	25	25.0	22.0	1.5	5000	0.04	100
1482209	12	25	22.5	30	25	25.0	22.0	1.5	5000	0.04	100
1482211	10	30	27.5	33	27	30.0	27.0	1.5	5500	0.04	100
1482212	12	30	27.5	33	27	30.0	27.0	1.5	5500	0.04	100
1482213	14	30	27.5	33	27	30.0	27.0	1.5	5500	0.04	100
1482214	16	30	27.5	33	27	30.0	27.0	1.5	5500	0.04	100
1482215	10	30	26.5	33	27	30.0	26.0	2.0	5500	0.04	100
1482216	12	30	26.5	33	27	30.0	26.0	2.0	5500	0.04	100
1482217	14	30	26.5	33	27	30.0	26.0	2.0	5500	0.04	100
1482218	16	30	26.5	33	27	30.0	26.0	2.0	5500	0.04	100
1482221	10	35	32.5	43	35	35.0	32.0	1.5	5500	0.04	60
1482222	12	35	32.5	43	35	35.0	32.0	1.5	5500	0.04	60
1482223	14	35	32.5	43	35	35.0	32.0	1.5	5500	0.04	60
1482224	16	35	32.5	43	35	35.0	32.0	1.5	5500	0.04	60
1482225	20	35	32.5	43	35	35.0	32.0	1.5	5500	0.04	60
1482230	10	38	35.4	43	35	38.1	34.9	1.6	6000	0.05	50
1482231	12	38	35.4	43	35	38.1	34.9	1.6	6000	0.05	50
1482232	14	38	35.4	43	35	38.1	34.9	1.6	6000	0.05	50
1482233	16	38	35.4	43	35	38.1	34.9	1.6	6000	0.05	50
1482234	20	38	35.4	43	35	38.1	34.9	1.6	6000	0.05	50
1482240	10	40	37.5	43	35	40.0	37.0	1.5	6000	0.05	50
1482241	12	40	37.5	43	35	40.0	37.0	1.5	6000	0.05	50
1482242	14	40	37.5	43	35	40.0	37.0	1.5	6000	0.06	50
1482243	16	40	37.5	43	35	40.0	37.0	1.5	6000	0.06	50
1482244	20	40	37.5	43	35	40.0	37.0	1.5	6000	0.06	50
1482247	10	40	36.5	43	35	40.0	36.0	2.0	6000	0.06	50
1482248	12	40	36.5	43	35	40.0	36.0	2.0	6000	0.06	50
1482249	14	40	36.5	43	35	40.0	36.0	2.0	6000	0.06	50
1482250	16	40	36.5	43	35	40.0	36.0	2.0	6000	0.06	50
1482251	20	40	36.5	43	35	40.0	36.0	2.0	6000	0.06	50
1482254	12	50	47.5	55	44	50.0	47.0	1.5	10000	0.10	25
1482255	14	50	47.5	55	44	50.0	47.0	1.5	10000	0.10	25
1482256	16	50	47.5	55	44	50.0	47.0	1.5	10000	0.10	25
1482257	20	50	47.5	55	44	50.0	47.0	1.5	10000	0.10	25
1482265	12	50	46.5	55	44	50.0	46.0	2.0	10000	0.10	25
1482266	14	50	46.5	55	44	50.0	46.0	2.0	10000	0.10	25
1482267	16	50	46.5	55	44	50.0	46.0	2.0	10000	0.10	25
1482268	20	50	46.5	55	44	50.0	46.0	2.0	10000	0.10	25
1482309	12	50	45.5	55	44	50.0	45.0	2.5	10000	0.10	25
1482311	14	50	45.5	55	44	50.0	45.0	2.5	10000	0.10	25
1482314	16	50	45.5	55	44	50.0	45.0	2.5	10000	0.10	25
1482318	20	50	45.5	55	44	50.0	45.0	2.5	10000	0.10	25
1482270	14	60	56.5	55	45	60.0	56.0	2.0	12000	0.14	12
1482271	16	60	56.5	55	45	60.0	56.0	2.0	12000	0.14	12
1482272	20	60	56.5	55	45	60.0	56.0	2.0	12000	0.14	12

LEVELING FEET



ARGÓN INDUSTRIAL UN 1006 NTC 2852 CGA 580

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PRODUCTO:

Pureza: $\geq 99.9\%$

Especificaciones Impurezas:

< 10 PPM O₂,

< 10 PPM H₂O

< 20 PPM Nitrógeno

< 5 ppm CO₂

< 5 ppm HIDROCARBUROS TOTALES

Estado: Gas comprimido

Empaque: Cilindro Acero inconsútil

Contenido: 7 m³

Capacidad: 40-43 Litros de Agua

Presión interna del cilindro: 150 Bar, 2200 PSI aproximadamente

Válvula: CGA-580

PROPIEDADES

Fórmula química: Ar

Peso Molecular: 39.95

Punto de Ebullición: -185.9 °C

Temperatura Crítica: -122.4 °C

Presión Crítica: 710.0 PSI

Volumen Específico: 0.604 M³/KG.

PELIGROSIDAD:

Límites de inflamabilidad: No Inflamable – Gas Inerte

Propiedad toxicológica: Asfixiante Simple

Compatibilidad: No Corrosivo

APLICACIONES:

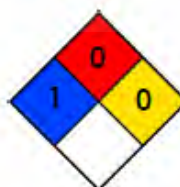
Gas De Protección para Procesos de Soldadura TIG, MIG, MAG

SGA



H280

NFPA704



TRANSPORTE



Anexo 12. Selección de materiales y componentes restantes de la estación de rotación.

El presente anexo tiene como objeto recoger los materiales y componentes restantes necesarios para la fabricación, montaje y correcto funcionamiento de la estación de rotación, que no han sido puestos en detalle con sus fichas técnicas individuales en los anexos anteriores.

Este anexo complementa la información previamente descrita, incluyendo aquellos elementos de carácter primario y secundario que resultan indispensables desde el punto de vista constructivo, funcional y de integración del sistema.

Chapas de acero inoxidable

Se emplean chapas de acero inoxidable AISI 304 para la construcción de los distintos elementos estructurales y auxiliares de la estación de rotación. Estas chapas son suministradas por terceros, ya cortadas y plegadas conforme a plano, con el espesor correspondiente en cada caso y el acabado superficial especificado. Las operaciones de mecanizado final, tales como roscado y desbarbado, se realizan internamente cuando es necesario.

Guías de deslizamiento. Levas.

Se emplearán planchas de polietileno – PE 1000 (UHMW). Consultar anexo 10.

Empujador cilindro. Tapas de los reductores (Protector).

Se emplearán barras de DELRIN. Consultar anexo 10.

Tornillería

La totalidad de la tornillería utilizada es de acero inoxidable AISI 304, en sistema métrico, seleccionada en función de los requerimientos mecánicos y de montaje de cada unión.

Racorería neumática

Se incluye la racorería neumática necesaria para el sistema de inspección, garantizando la correcta conexión, estanqueidad y funcionalidad del circuito de aire.

Tubería

Para la conducción del aire en el sistema de inspección se emplea tubería de poliamida, adecuada a las condiciones de presión y entorno de trabajo.

Elementos eléctricos auxiliares

Se contemplan cajas de empalme, bornas de conexión y prensaestopas, necesarios para la correcta ejecución, organización y protección de las conexiones eléctricas del sistema.

2. Planos.

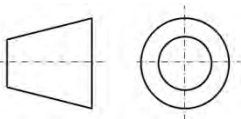


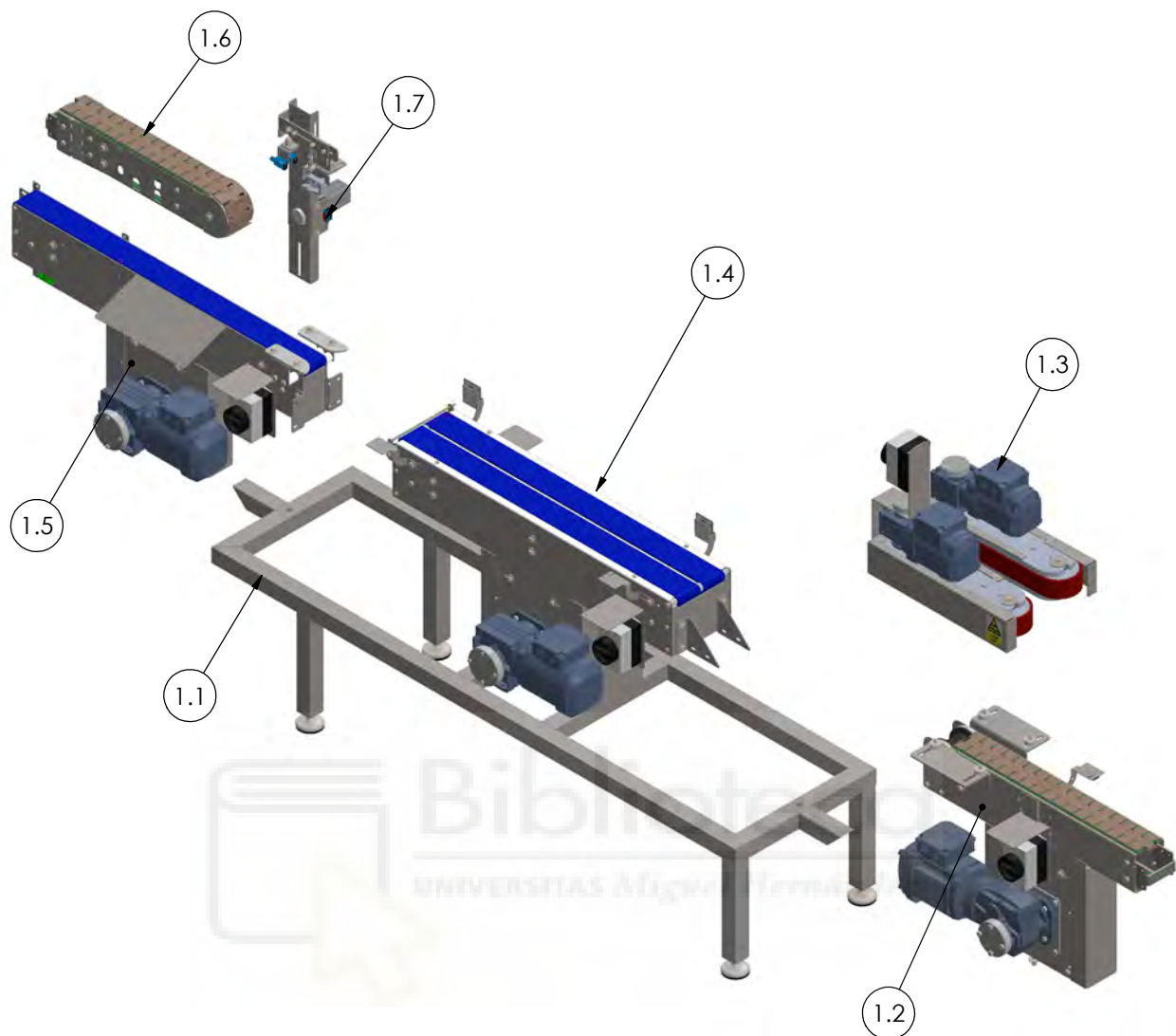
Índice de planos:

- Nº DE PLANO 1. Estación de rotación explosionada.
Nº DE PLANO 1.1. Estructura de apoyo. Bastidor.
Nº DE PLANO 1.2. Conjunto de dosificado. Módulo de tracción de transportador de entrada.
Nº DE PLANO 1.3. Conjunto de dosificado. Módulo de freno separador de correas.
Nº DE PLANO 1.4. Conjunto de rotación.
Nº DE PLANO 1.5. Conjunto de evacuación. Módulo de recepción y guiado.
Nº DE PLANO 1.6. Conjunto de evacuación. Módulo de reenvío.
Nº DE PLANO 1.7. Conjunto de evacuación. Inspección.
- Nº DE PLANO 2.1. Eje de tracción. Módulo de tracción de transportador de entrada.
Nº DE PLANO 2.2. Eje de tracción. Módulo de freno separador de correas.
Nº DE PLANO 2.3. Eje de tracción. Conjunto de rotación.
Nº DE PLANO 2.4. Eje de tracción. Conjunto de evacuación. Módulo de recepción y guiado.
Nº DE PLANO 2.5. Eje separador. Módulo de freno separador de correas.
- Nº DE PLANO 3.1. Eje de reenvío. Carrete. Módulo de tracción de transportador de entrada.
Nº DE PLANO 3.2. Eje de reenvío. Rodillo de tensión. Módulo de tracción de transportador de entrada.
Nº DE PLANO 3.3. Eje de reenvío. Módulo de freno separador de correas.
Nº DE PLANO 3.4. Eje de reenvío. Superior. Conjunto de rotación.
Nº DE PLANO 3.5. Eje de reenvío. Inferior. Conjunto de rotación.
Nº DE PLANO 3.6. Eje de reenvío. Rodillo de tensión. Conjunto de rotación.
Nº DE PLANO 3.7. Eje de reenvío. Superior. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.
Nº DE PLANO 3.8. Eje de reenvío. Inferior. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.
Nº DE PLANO 3.9. Eje de reenvío. Rodillo de tensión. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.
Nº DE PLANO 3.10. Eje de reenvío. Carrete. Evacuación. Módulo de reenvío.
- Nº DE PLANO 4.1. Rodillo de tensión. Módulo de tracción de transportador de entrada.
Nº DE PLANO 4.2. Rodillo superior de reenvío. Conjunto de rotación.
Nº DE PLANO 4.3. Rodillo inferior de reenvío. Conjunto de rotación.
Nº DE PLANO 4.4. Rodillo de tensión. Conjunto de rotación.
Nº DE PLANO 4.5. Rodillo superior de reenvío. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.
Nº DE PLANO 4.6. Rodillo inferior de reenvío. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.
Nº DE PLANO 4.7. Rodillo de tensión. Evacuación. Módulo de recepción y guiado.
Nº DE PLANO 4.8. Polea de tracción. Módulo de freno separador de correas.
Nº DE PLANO 4.9. Polea de reenvío. Módulo de freno separador de correas.
- Nº DE PLANO 5.1. Placa PE 1000. 58x306mm. Mecanizada. Módulo de freno separador de correas.
Nº DE PLANO 5.2. Placa PE 1000. 204x962mm. Mecanizado CNC. Conjunto de rotación.
Nº DE PLANO 5.3. Placa PE 1000. 79x998mm. Mecanizada. Módulo de recepción y guiado.

Nota general:

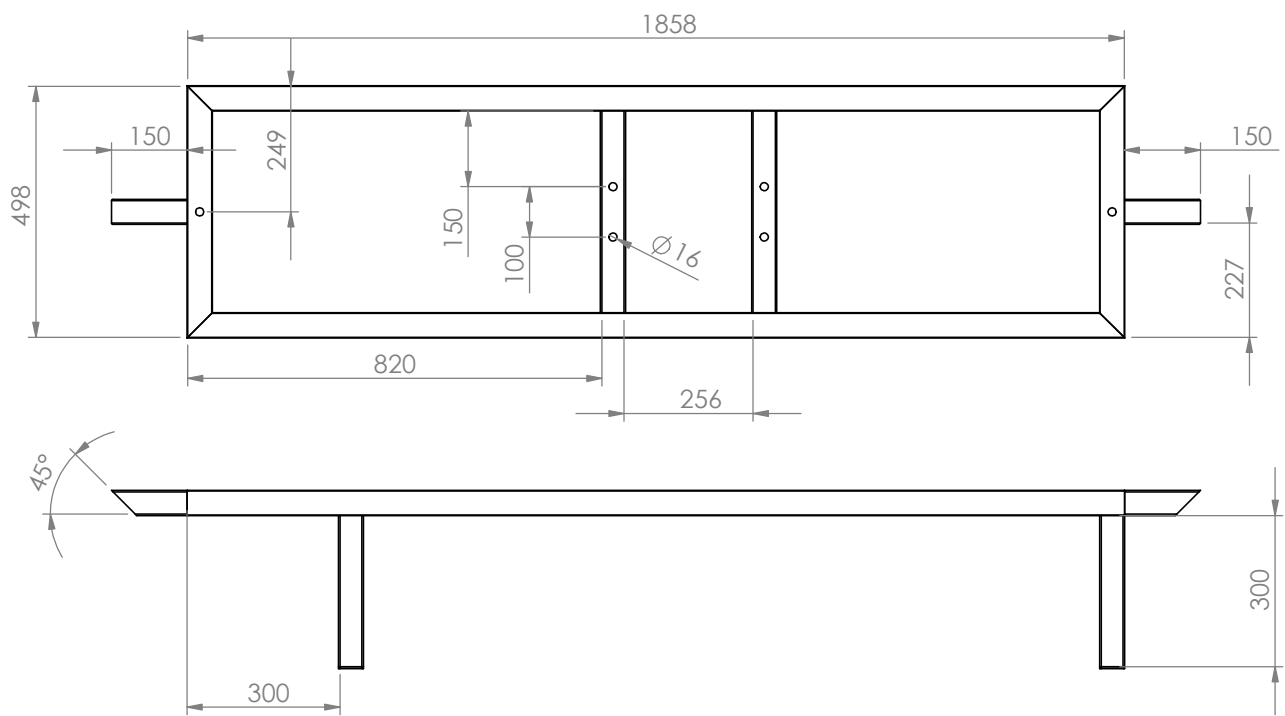
Método de proyección. Europeo. Primer diedro.





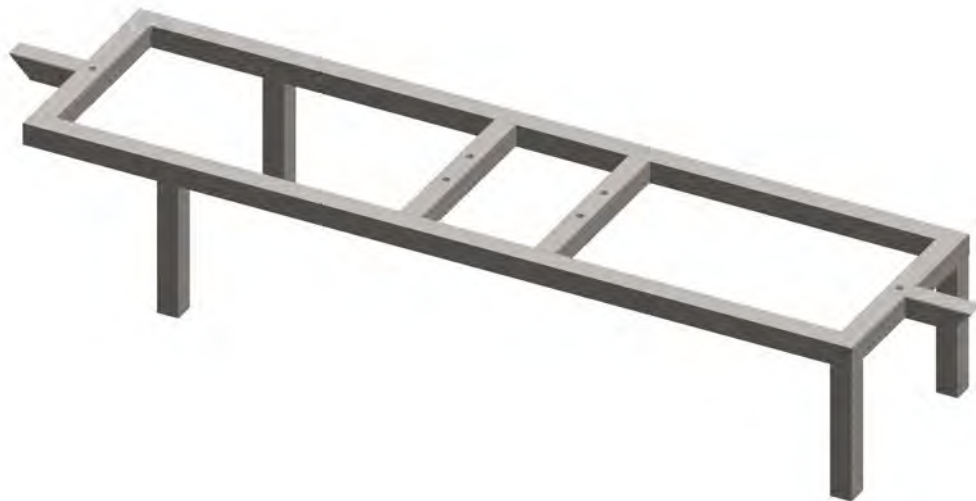
N.º DE PLANO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1.1	Estructura de apoyo. Bastidor	1
1.2	Conjunto de dosificado. Módulo de tracción de transportador de entrada	1
1.3	Conjunto de dosificado. Módulo de freno separador de correas	1
1.4	Conjunto de rotación	1
1.5	Conjunto de evacuación. Módulo de recepción y guiado	1
1.6	Conjunto de evacuación. Módulo de reenvío	1
1.7	Conjunto de evacuación. Inspección	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		TITULO DEL PROYECTO:		 UNIVERSITAS <i>Miguel Hernández</i> GRADO EN INGENIERIA MECANICA
DIBUJADO POR: Alexey Masalskiy		Estación de rotación de envases en continuo		
APROBADO POR: Emilio Velasco Sánchez		TITULO DEL PLANO: Estación de rotación explosionada		
FECHA: 15/01/2026		Vista de conjuntos		
FORMATO DE HOJA: A4		ESCALA: 1:18	N.º DE PLANO: 1	HOJA 1 DE 1



Notas.

- Se empleará soldadura TIG. (Argón) en todo el perímetro de los cortes de tubo.
- Los cortes de tubo del marco superior son a inglete. (45°).
- Los taladros de los travesaños se deben de realizar previamente a la soldadura.
- Los recortes de 150mm, en los extremos, irán tapados y soldados en su exterior.
- Se insertarán, a presión, tapones especiales con rosca en el interior de las bases de los montantes.



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

FECHA: 15/01/2026

FORMATO DE HOJA: A4

TITULO DEL PROYECTO:

Estación de rotación de envases en continuo

TITULO DEL PLANO:

Estructura de apoyo. Bastidor

MATERIAL:

Acero inox. AISI 304. Tubo cuadrado 50 x 50 x 2 mm

ESCALA: 1:15

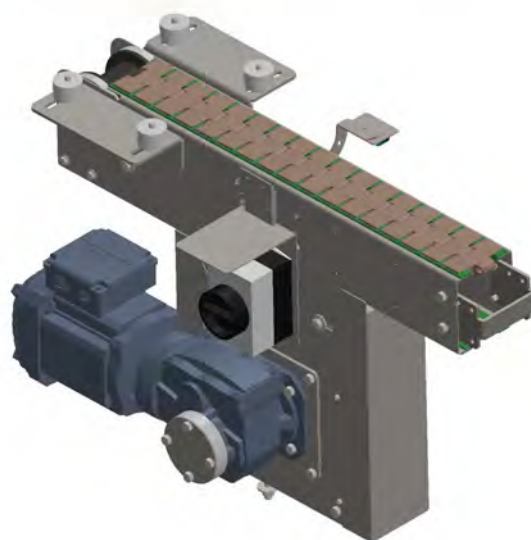
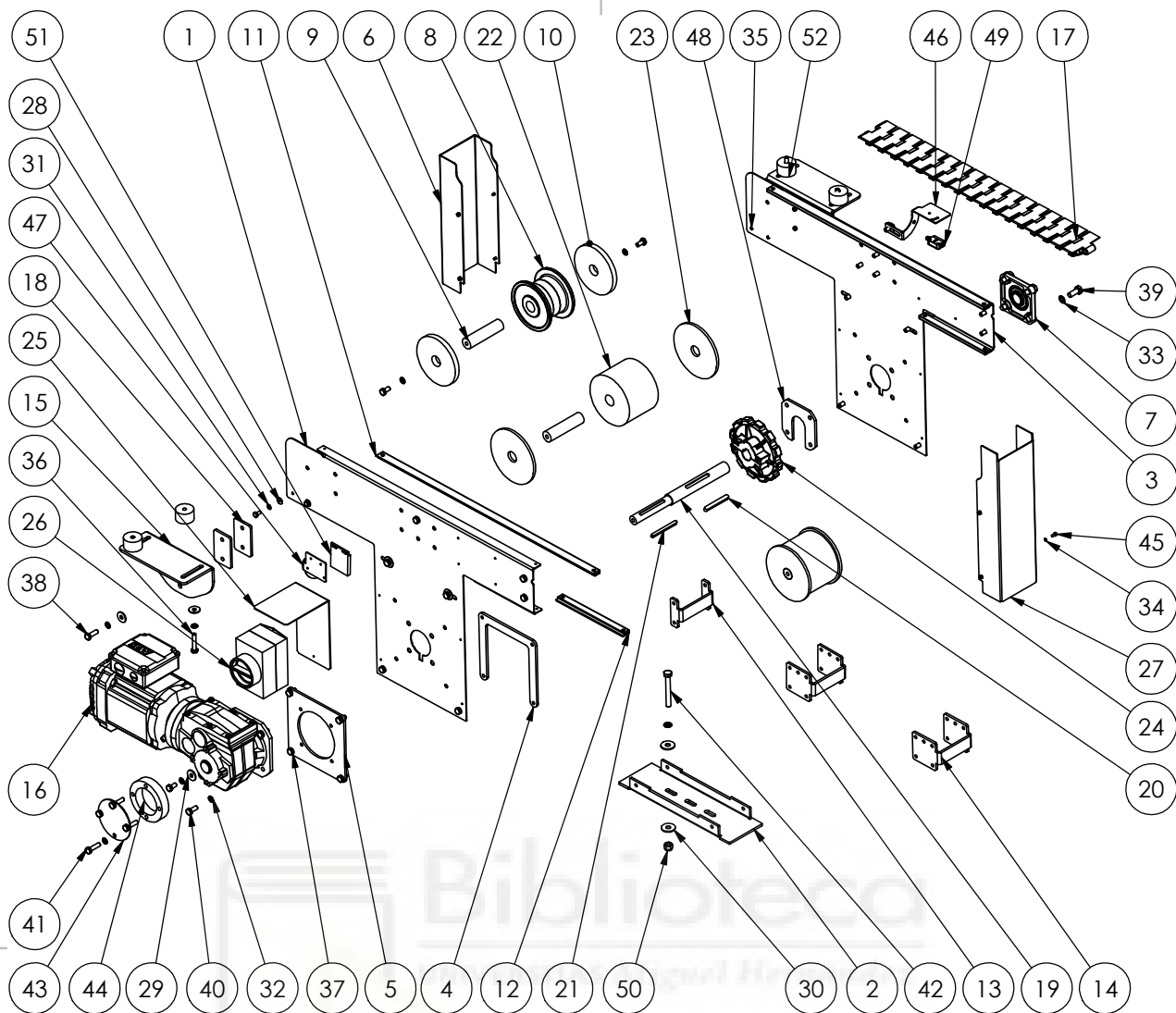
N.º DE PLANO: 1.1



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

FECHA: 15/01/2026

FORMATO DE HOJA: A4

TITULO DEL PROYECTO:

Estación de rotación de envases en continuo

TITULO DEL PLANO:
Conjunto de dosificado. Módulo de tracción
de transportador de entrada

DESPIECE

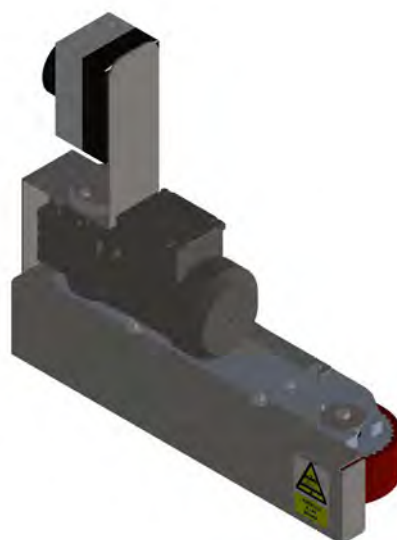
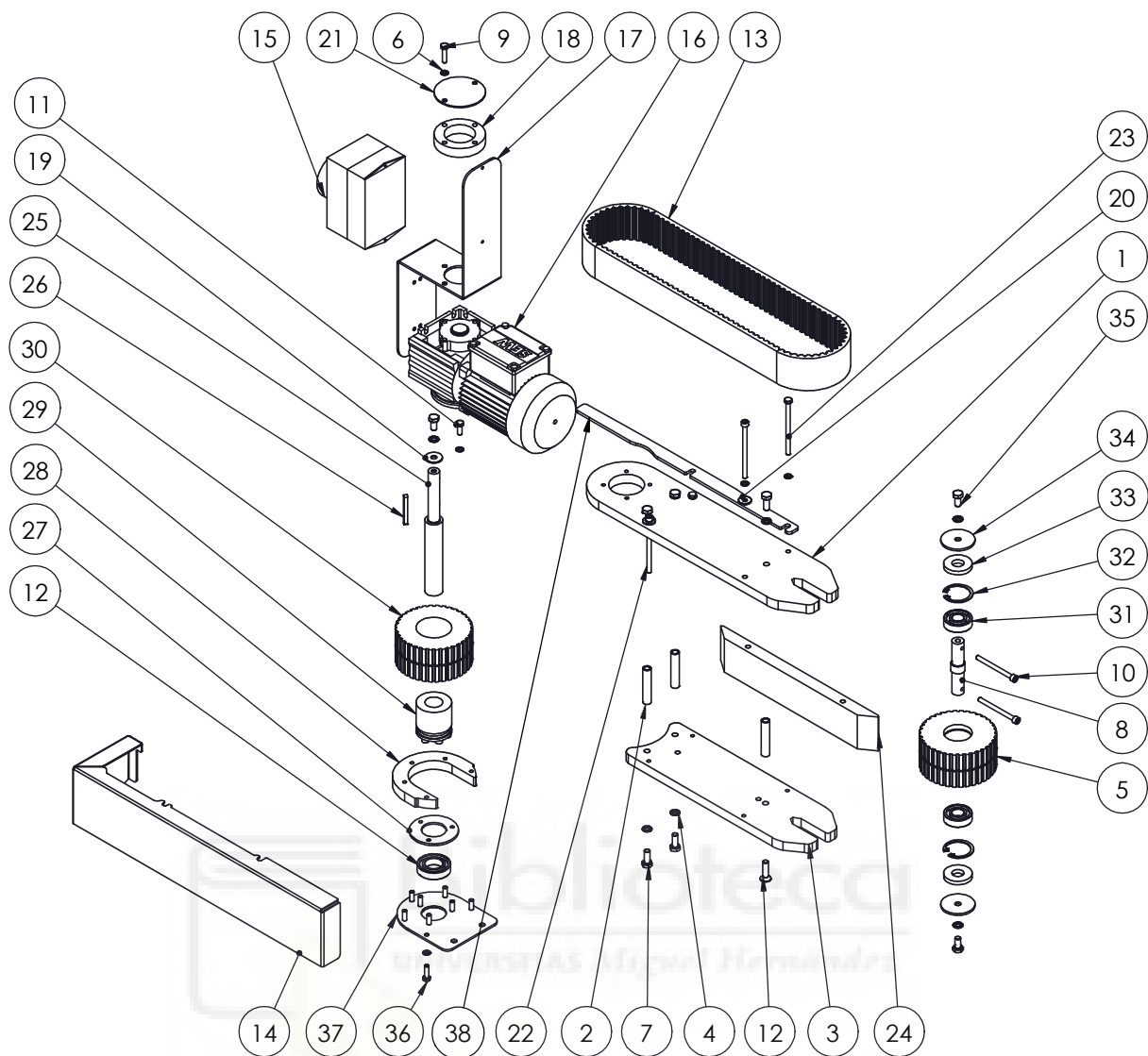
ESCALA:1:15

N.º DE PLANO: 1.2



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 2



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

FECHA: 15/01/2026

FORMATO DE HOJA: A4

TITULO DEL PROYECTO:

Estación de rotación de envases en continuo

TITULO DEL PLANO:

Conjunto de dosificado. Módulo de freno
separador de correas

DESPIECE

ESCALA:1:10

N.º DE PLANO: 1.3



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

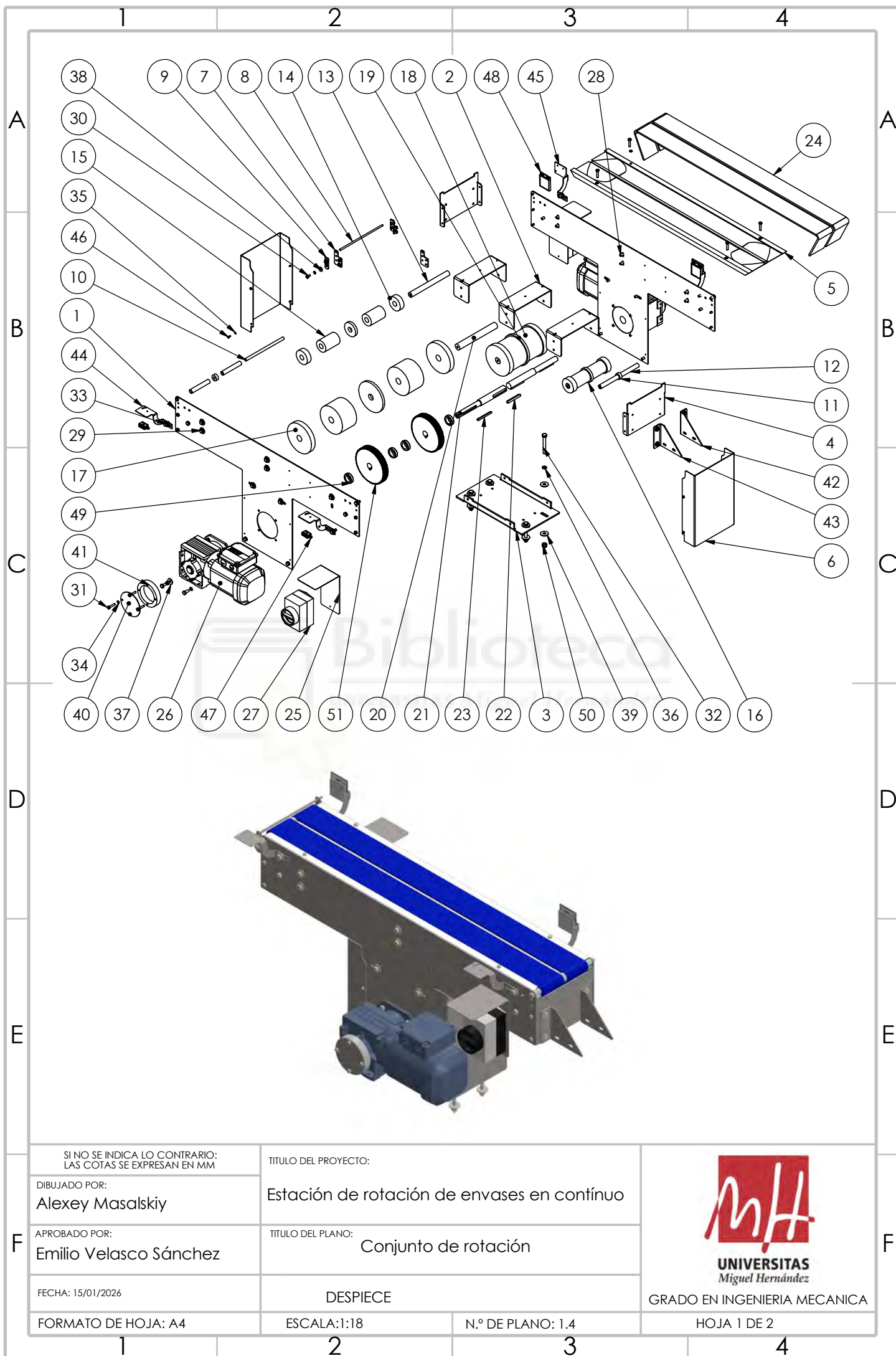
GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 2

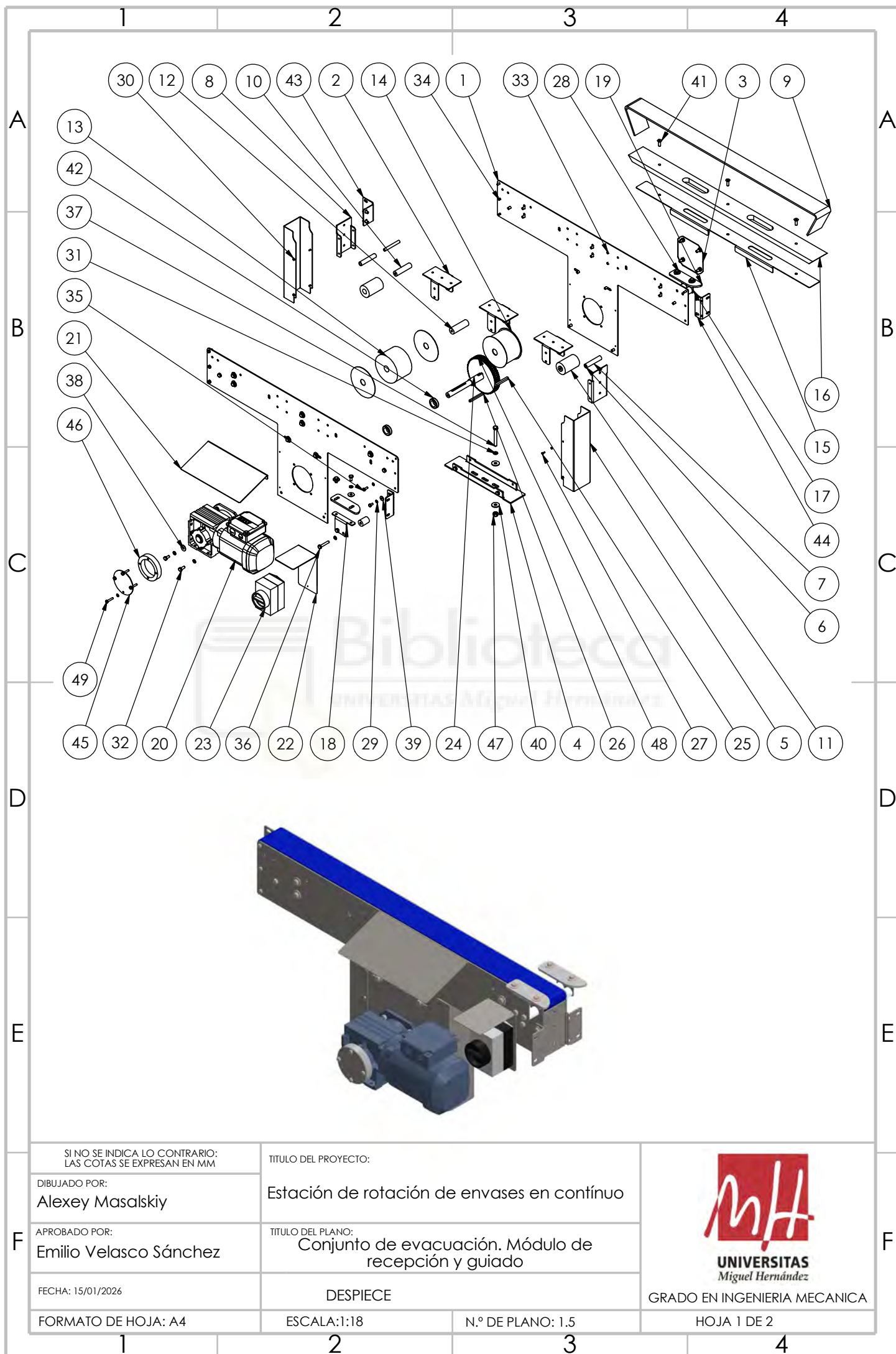
N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Placa superior. Bastidor. E15mm. Aluminio	2
2	Eje calibrado D12X58mm. Separador. Inox. 304	6
3	Placa inferior. Bastidor. E15mm. Aluminio	2
4	Arandela grover M8. Inox. 304	24
5	Polea de aluminio reenvío. Z36. 66T10. Mecanizada	2
6	Arandela grover M6. Inox. 304	18
7	Tornillo M8X25mm. Hexagonal. Inox. 304	12
8	Eje reenvío. Inox. 304	2
9	Tornillo M6X35mm. Hexagonal. Inox. 304	4
10	Tornillo M6X60mm. Allen cilíndrico. Inox. 304	4
11	Tornillo M6X20mm. Hexagonal. Inox. 304	8
12	Rodamiento 6005-2RS. Tracción. Inox.	2
13	Correa V-50 TK10K6 E PAZ +6mm recubr. Linatex rojo. BRECO	2
14	Cubre protección E2mm. Inox. 304. SAT	1 + 1
15	Interruptor de corte de potencia + prensas. EATON	1
16	Motorreductor SEW Spiroplan. 0,12kW. WAF10 DRN63MS4	1 + 1
17	Chapa soporte del interruptor. E3mm. Inox. 304 SAT	1
18	Suplemento tapa reductora. E15mm. Aluminio	2
19	Arandela ala ancha M8. Inox. 304	2
20	Arandela ala ancha M6. Inox. 304	8
21	Tapa reductora. E2mm. Inox. 304	2
22	Tornillo M6X100mm. Allen cilíndrico. Inox. 304	4
23	Tornillo M6X100mm. Hexagonal. Inox. 304	4
24	Placa PE 1000. 58X306. E20mm. Mecanizada	2
25	Eje motor tracción. Inox. 304	2
26	Chaveta 50x50x5mm	2
27	Sujeción rodamiento 6005-2RS. E3mm. Inox. 304 SAT	2
28	Soporte en U para rodamiento 6005-2RS. E15mm. Aluminio	2
29	Buje KLDA 25X50mm. Para polea de tracción	2
30	Polea de aluminio de tracción. Z36. 66T10. Mecanizada	2
31	Rodamiento 6203-2RS. Reenvío. Inox.	4
32	Seeger interior A2 D472. 40mm. Inox.	4
33	Retén. 17X40X7mm. TC-NBR AZUL	4
34	Arandela especial reenvío. E3mm. Inox. 304. SAT	4
35	Tornillo M8X30mm. Hexagonal. Inox. 304	4
36	Tornillo M8X10mm. Hexagonal. Inox. 304	4
37	Soporte rodamiento 6005-2RS. E3mm. Inox. 304 SAT	2
38	Guía (leva) superior pulida E5mm. Inox. 304	2

Nota.
Módulo de freno separador de correas se compone de dos lados (caras) simétricos.
Las cantidades marcadas corresponden al total de elementos para ambos lados.
Tanto cubre de protección como motorreductor presentan simetría.
El interruptor de corte de potencia actúa para ambos lados a la vez.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		TITULO DEL PROYECTO:		 UNIVERSITAS <i>Miguel Hernández</i> GRADO EN INGENIERIA MECANICA
DIBUJADO POR: Alexey Masalskiy		Estación de rotación de envases en continuo		
APROBADO POR: Emilio Velasco Sánchez		TITULO DEL PLANO: Conjunto de dosificado. Módulo de freno separador de correas. LDE		
FECHA: 15/01/2026		LISTA DE ELEMENTOS		
FORMATO DE HOJA: A4		ESCALA	N.º DE PLANO: 1.3	HOJA 2 DE 2



1		2		3		4																																																																																																																																															
A	<table><tr><th>N.º DE ELEMENTO</th><th>DESCRIPCIÓN</th><th>CANTIDAD</th></tr><tr><td>1</td><td>Chapa lateral 1-2. E3mm. Inox. 304. SAT</td><td>2</td></tr><tr><td>2</td><td>Soporte en U unión ch. laterales. E3mm. Inox. 304. SAT</td><td>3</td></tr><tr><td>3</td><td>Soporte inferior unión ch. laterales. E5mm. Inox. 304. MATE</td><td>1</td></tr><tr><td>4</td><td>Chapa protección frontal. E3mm. Inox. 304. SAT</td><td>2</td></tr><tr><td>5</td><td>Placa PE 1000. 204X962mm. E20mm. Mecanizado CNC</td><td>1</td></tr><tr><td>6</td><td>Cubre protección. E2mm. Inox. 304. SAT</td><td>2</td></tr><tr><td>7</td><td>Chapa 1 soporte calibrado D6mm. E3mm. Inox. 304. SAT</td><td>2</td></tr><tr><td>8</td><td>Calibrado D6mm. Inox. 304. MATE</td><td>1</td></tr><tr><td>9</td><td>Chapa 2 soporte calibrado D6mm. E3mm. Inox. 304. SAT</td><td>2</td></tr><tr><td rowspan="5">B</td><td>10</td><td>Eje rodillo superior reenvío. D10mm. Inox. 304</td><td>2</td></tr><tr><td>11</td><td>Separador rodillo superior reenvío. PE 1000</td><td>2</td></tr><tr><td>12</td><td>Rodillo superior reenvío. DELRIN</td><td>4</td></tr><tr><td>13</td><td>Eje rodillo inferior reenvío. Inox. 304</td><td>2</td></tr><tr><td>14</td><td>Separador lateral rodillo inferior reenvío. PE 1000</td><td>4</td></tr><tr><td rowspan="5">C</td><td>15</td><td>Rodillo inferior reenvío. DELRIN</td><td>4</td></tr><tr><td>16</td><td>Separador central rodillo inferior reenvío. DELRIN</td><td>2</td></tr><tr><td>17</td><td>Separador lateral rodillo tensión banda. PE 1000</td><td>4</td></tr><tr><td>18</td><td>Rodillo para tensión de banda. DELRIN</td><td>4</td></tr><tr><td>19</td><td>Separador central rodillo tensión banda. PE 1000</td><td>2</td></tr><tr><td rowspan="5">D</td><td>20</td><td>Eje rodillo para tensión banda. Inox 304</td><td>2</td></tr><tr><td>21</td><td>Eje motor tracción. Inox. 304</td><td>2</td></tr><tr><td>22</td><td>Chaveta 7X8X70mm</td><td>2</td></tr><tr><td>23</td><td>Chaveta 6X6X75mm</td><td>2</td></tr><tr><td>24</td><td>Banda UNI NTB C. POM D. Ancho 76mm</td><td>5,5 metros</td></tr><tr><td rowspan="5">E</td><td>25</td><td>Chapa soporte del interruptor. E2mm. Inox. 304. SAT</td><td>2</td></tr><tr><td>26</td><td>Motor-reductor SEW Spiroplan. 0,37kW. WAF30 DRN71M4</td><td>2</td></tr><tr><td>27</td><td>Interruptor de corte de potencia + prensas. EATON</td><td>2</td></tr><tr><td>28</td><td>Tornillo M8X20mm. Hexagonal. Inox. 304</td><td>16</td></tr><tr><td>29</td><td>Tornillo M8X16mm. Hexagonal. Inox. 304</td><td>24</td></tr><tr><td rowspan="5">F</td><td>30</td><td>Tornillo M6X10mm. Hexagonal. Inox. 304</td><td>26</td></tr><tr><td>31</td><td>Tornillo M6X30mm. Hexagonal. Inox. 304</td><td>12</td></tr><tr><td>32</td><td>Tornillo M10X30mm. Hexagonal. Inox. 304</td><td>4</td></tr><tr><td>33</td><td>Arandela grover M8. Inox. 304</td><td>40</td></tr><tr><td>34</td><td>Arandela grover M6. Inox. 304</td><td>38</td></tr><tr><td colspan="2">SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM</td><td colspan="2">TITULO DEL PROYECTO:</td><td colspan="2" rowspan="4">  UNIVERSITAS Miguel Hernández GRADO EN INGENIERIA MECANICA HOJA 2 DE 2 </td></tr><tr><td colspan="2">DIBUJADO POR: Alexey Masalskiy</td><td colspan="2">Estación de rotación de envases en continuo</td></tr><tr><td colspan="2">APROBADO POR: Emilio Velasco Sánchez</td><td colspan="2">TITULO DEL PLANO: Conjunto de rotación. LDE</td></tr><tr><td colspan="2">FECHA: 15/01/2026</td><td colspan="2">LISTA DE ELEMENTOS</td></tr><tr><td colspan="2">FORMATO DE HOJA: A4</td><td>ESCALA</td><td>N.º DE PLANO: 1.4</td><td colspan="2"></td></tr><tr><td colspan="2">1</td><td colspan="2">2</td><td colspan="2">3</td><td colspan="2">4</td></tr></table>							N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	1	Chapa lateral 1-2. E3mm. Inox. 304. SAT	2	2	Soporte en U unión ch. laterales. E3mm. Inox. 304. SAT	3	3	Soporte inferior unión ch. laterales. E5mm. Inox. 304. MATE	1	4	Chapa protección frontal. E3mm. Inox. 304. SAT	2	5	Placa PE 1000. 204X962mm. E20mm. Mecanizado CNC	1	6	Cubre protección. E2mm. Inox. 304. SAT	2	7	Chapa 1 soporte calibrado D6mm. E3mm. Inox. 304. SAT	2	8	Calibrado D6mm. Inox. 304. MATE	1	9	Chapa 2 soporte calibrado D6mm. E3mm. Inox. 304. SAT	2	B	10	Eje rodillo superior reenvío. D10mm. Inox. 304	2	11	Separador rodillo superior reenvío. PE 1000	2	12	Rodillo superior reenvío. DELRIN	4	13	Eje rodillo inferior reenvío. Inox. 304	2	14	Separador lateral rodillo inferior reenvío. PE 1000	4	C	15	Rodillo inferior reenvío. DELRIN	4	16	Separador central rodillo inferior reenvío. DELRIN	2	17	Separador lateral rodillo tensión banda. PE 1000	4	18	Rodillo para tensión de banda. DELRIN	4	19	Separador central rodillo tensión banda. PE 1000	2	D	20	Eje rodillo para tensión banda. Inox 304	2	21	Eje motor tracción. Inox. 304	2	22	Chaveta 7X8X70mm	2	23	Chaveta 6X6X75mm	2	24	Banda UNI NTB C. POM D. Ancho 76mm	5,5 metros	E	25	Chapa soporte del interruptor. E2mm. Inox. 304. SAT	2	26	Motor-reductor SEW Spiroplan. 0,37kW. WAF30 DRN71M4	2	27	Interruptor de corte de potencia + prensas. EATON	2	28	Tornillo M8X20mm. Hexagonal. Inox. 304	16	29	Tornillo M8X16mm. Hexagonal. Inox. 304	24	F	30	Tornillo M6X10mm. Hexagonal. Inox. 304	26	31	Tornillo M6X30mm. Hexagonal. Inox. 304	12	32	Tornillo M10X30mm. Hexagonal. Inox. 304	4	33	Arandela grover M8. Inox. 304	40	34	Arandela grover M6. Inox. 304	38	SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		TITULO DEL PROYECTO:		 UNIVERSITAS Miguel Hernández GRADO EN INGENIERIA MECANICA HOJA 2 DE 2		DIBUJADO POR: Alexey Masalskiy		Estación de rotación de envases en continuo		APROBADO POR: Emilio Velasco Sánchez		TITULO DEL PLANO: Conjunto de rotación. LDE		FECHA: 15/01/2026		LISTA DE ELEMENTOS		FORMATO DE HOJA: A4		ESCALA	N.º DE PLANO: 1.4			1		2		3		4	
	N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD																																																																																																																																																		
	1	Chapa lateral 1-2. E3mm. Inox. 304. SAT	2																																																																																																																																																		
	2	Soporte en U unión ch. laterales. E3mm. Inox. 304. SAT	3																																																																																																																																																		
	3	Soporte inferior unión ch. laterales. E5mm. Inox. 304. MATE	1																																																																																																																																																		
4	Chapa protección frontal. E3mm. Inox. 304. SAT	2																																																																																																																																																			
5	Placa PE 1000. 204X962mm. E20mm. Mecanizado CNC	1																																																																																																																																																			
6	Cubre protección. E2mm. Inox. 304. SAT	2																																																																																																																																																			
7	Chapa 1 soporte calibrado D6mm. E3mm. Inox. 304. SAT	2																																																																																																																																																			
8	Calibrado D6mm. Inox. 304. MATE	1																																																																																																																																																			
9	Chapa 2 soporte calibrado D6mm. E3mm. Inox. 304. SAT	2																																																																																																																																																			
B	10	Eje rodillo superior reenvío. D10mm. Inox. 304	2																																																																																																																																																		
	11	Separador rodillo superior reenvío. PE 1000	2																																																																																																																																																		
	12	Rodillo superior reenvío. DELRIN	4																																																																																																																																																		
	13	Eje rodillo inferior reenvío. Inox. 304	2																																																																																																																																																		
	14	Separador lateral rodillo inferior reenvío. PE 1000	4																																																																																																																																																		
C	15	Rodillo inferior reenvío. DELRIN	4																																																																																																																																																		
	16	Separador central rodillo inferior reenvío. DELRIN	2																																																																																																																																																		
	17	Separador lateral rodillo tensión banda. PE 1000	4																																																																																																																																																		
	18	Rodillo para tensión de banda. DELRIN	4																																																																																																																																																		
	19	Separador central rodillo tensión banda. PE 1000	2																																																																																																																																																		
D	20	Eje rodillo para tensión banda. Inox 304	2																																																																																																																																																		
	21	Eje motor tracción. Inox. 304	2																																																																																																																																																		
	22	Chaveta 7X8X70mm	2																																																																																																																																																		
	23	Chaveta 6X6X75mm	2																																																																																																																																																		
	24	Banda UNI NTB C. POM D. Ancho 76mm	5,5 metros																																																																																																																																																		
E	25	Chapa soporte del interruptor. E2mm. Inox. 304. SAT	2																																																																																																																																																		
	26	Motor-reductor SEW Spiroplan. 0,37kW. WAF30 DRN71M4	2																																																																																																																																																		
	27	Interruptor de corte de potencia + prensas. EATON	2																																																																																																																																																		
	28	Tornillo M8X20mm. Hexagonal. Inox. 304	16																																																																																																																																																		
	29	Tornillo M8X16mm. Hexagonal. Inox. 304	24																																																																																																																																																		
F	30	Tornillo M6X10mm. Hexagonal. Inox. 304	26																																																																																																																																																		
	31	Tornillo M6X30mm. Hexagonal. Inox. 304	12																																																																																																																																																		
	32	Tornillo M10X30mm. Hexagonal. Inox. 304	4																																																																																																																																																		
	33	Arandela grover M8. Inox. 304	40																																																																																																																																																		
	34	Arandela grover M6. Inox. 304	38																																																																																																																																																		
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		TITULO DEL PROYECTO:		 UNIVERSITAS Miguel Hernández GRADO EN INGENIERIA MECANICA HOJA 2 DE 2																																																																																																																																																	
DIBUJADO POR: Alexey Masalskiy		Estación de rotación de envases en continuo																																																																																																																																																			
APROBADO POR: Emilio Velasco Sánchez		TITULO DEL PLANO: Conjunto de rotación. LDE																																																																																																																																																			
FECHA: 15/01/2026		LISTA DE ELEMENTOS																																																																																																																																																			
FORMATO DE HOJA: A4		ESCALA	N.º DE PLANO: 1.4																																																																																																																																																		
1		2		3		4																																																																																																																																															



N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Chapa lateral. E3mm. Inox. 304. SAT	2
2	Soporte en U unión ch. laterales. E3mm. Inox. 304. SAT	3
3	Chapa. Tapa alojamiento motor. E2mm. Inox. 304. SAT	1
4	Soporte inferior unión ch. laterales. E5mm. Inox. 304. MATE	1
5	Cubre protección. E2mm. Inox. 304. SAT	2
6	Eje rodillo superior. Reenvío. Inox. 304	2
7	Rodillo superior. Reenvío. DELRIN	2
8	Chapa frontal. E3mm. Inox. 304. SAT	2
9	Banda UNI NTB C. POM D. Ancho 76mm	2,8 metros
10	Eje rodillo inferior. Reenvío. Inox. 304	2
11	Rodillo inferior. Reenvío. DELRIN	2
12	Eje rodillo para tensión de banda. Inox. 304	2
13	Rodillo para tensión de banda. DELRIN	2
14	Disco lateral para rodillo de tensión de banda. PE 1000.	4
15	Chapa debajo placa PE 1000. E2mm. Inox. 304. SAT	1
16	Placa PE 1000. 79X998mm. E20mm. Corte por agua	1
17	Soporte en L. Para guía PE 1000. E3mm. Inox. 304	2
18	Suplemento soporte calibrado D20X35mm. Inox. 304	4
19	Guía (leva) PE 1000. E5mm	2
20	Motor-reductor SEW Spiroplan. 0,37kW. WAF30 DRN71M4	1
21	Chapa. Rechazo envase. OPCIONAL. E3mm. Inox. 304. SAT	1
22	Chapa soporte del interruptor. E2mm. Inox. 304. SAT	1
23	Interruptor de corte de potencia + prensas. EATON	1
24	Eje motor tracción. Inox. 304	1
25	Chaveta 7X8X70mm	1
26	Chaveta 6X6X75mm	1
27	Tornillo M4X10mm. Allen cilíndrico. Inox. 304	8
28	Arandela grover M8. Inox. 304	46
29	Arandela grover M6. Inox. 304	16
30	Arandela grover M4. Inox. 304	8
31	Arandela grover M10. Inox. 304	1
32	Tornillo M8X25mm. Hexagonal. Inox. 304	6
33	Tornillo M8X20mm. Hexagonal. Inox. 304	36
34	Tornillo M6X15mm. Hexagonal. Inox. 304	6
35	Tornillo M8X30mm. Hexagonal. Inox. 304	6
36	Tornillo M8X50mm. Hexagonal. Inox. 304	4
37	Tornillo M10X30mm. Hexagonal. Inox. 304	1
38	Arandela ala ancha M8. Inox. 304	26
39	Arandela ala ancha M6. Inox. 304	4
40	Arandela ala ancha M10. Inox. 304	2
41	Tornillo M8X20mm. Allen avellanado. Inox. 304	3
42	Anillo asegurador. AVE	2
43	Unión con módulo de reenvío. E3mm. Inox. 304	1
44	Unión con conjunto de rotación. E3mm. Inox. 304	2
45	Tapa reductora. E2mm. Inox. 304. SAT	1
46	Tapa reductora. Suplemento. PE 1000	1
47	Tuerca de seguridad. M10. Inox. 304	1
48	Piñón tracción UNI. Z60. NYLON	1
49	Tornillo M6X30mm. Hexagonal. Inox. 304	4

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

FECHA: 15/01/2026

FORMATO DE HOJA: A4

TÍTULO DEL PROYECTO:

Estación de rotación de envases en continuo

TÍTULO DEL PLANO:

Conjunto de evacuación. Módulo de
recepción y guiado. LDE

LISTA DE ELEMENTOS

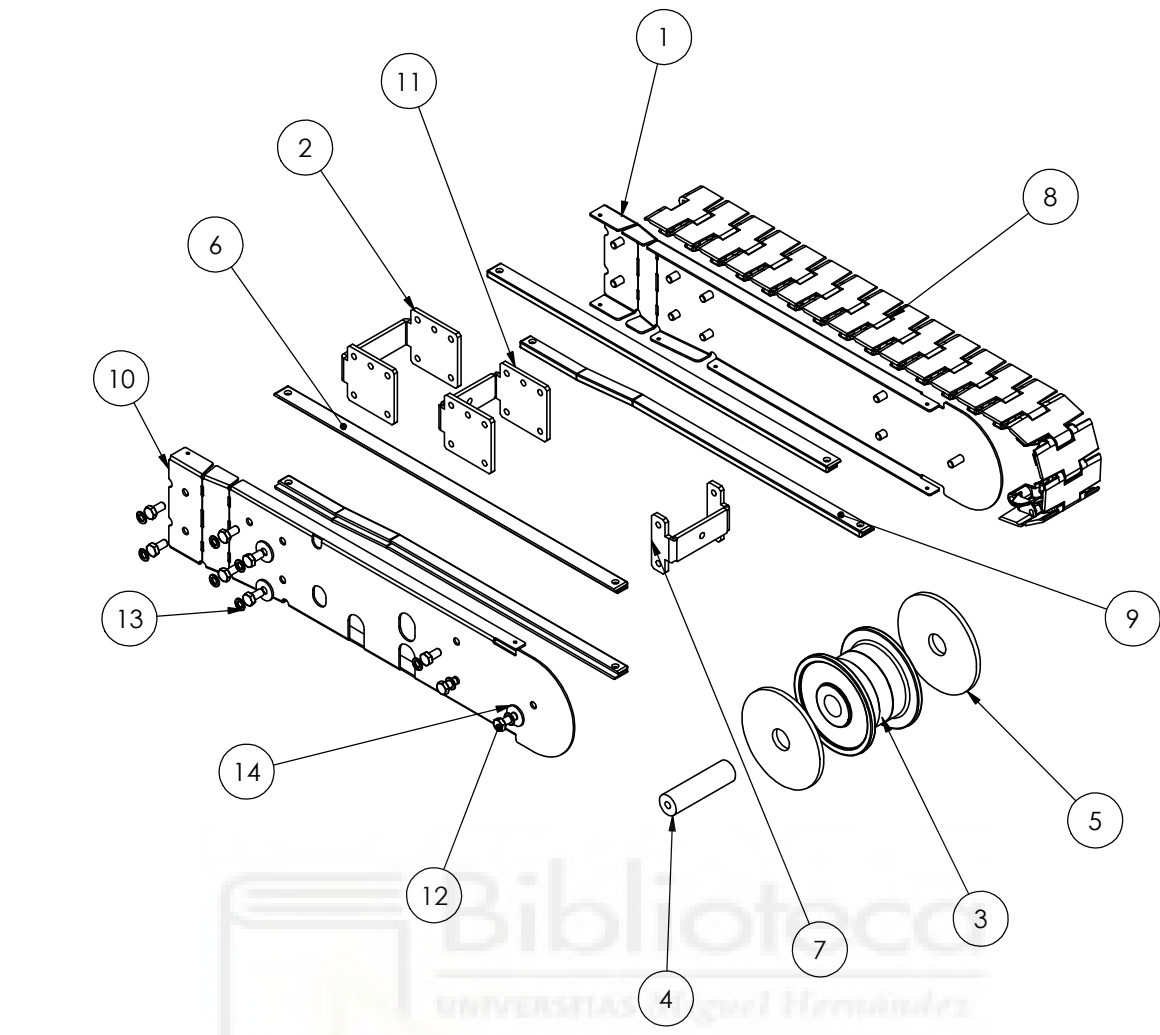
ESCALA

N.º DE PLANO: 1.5



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

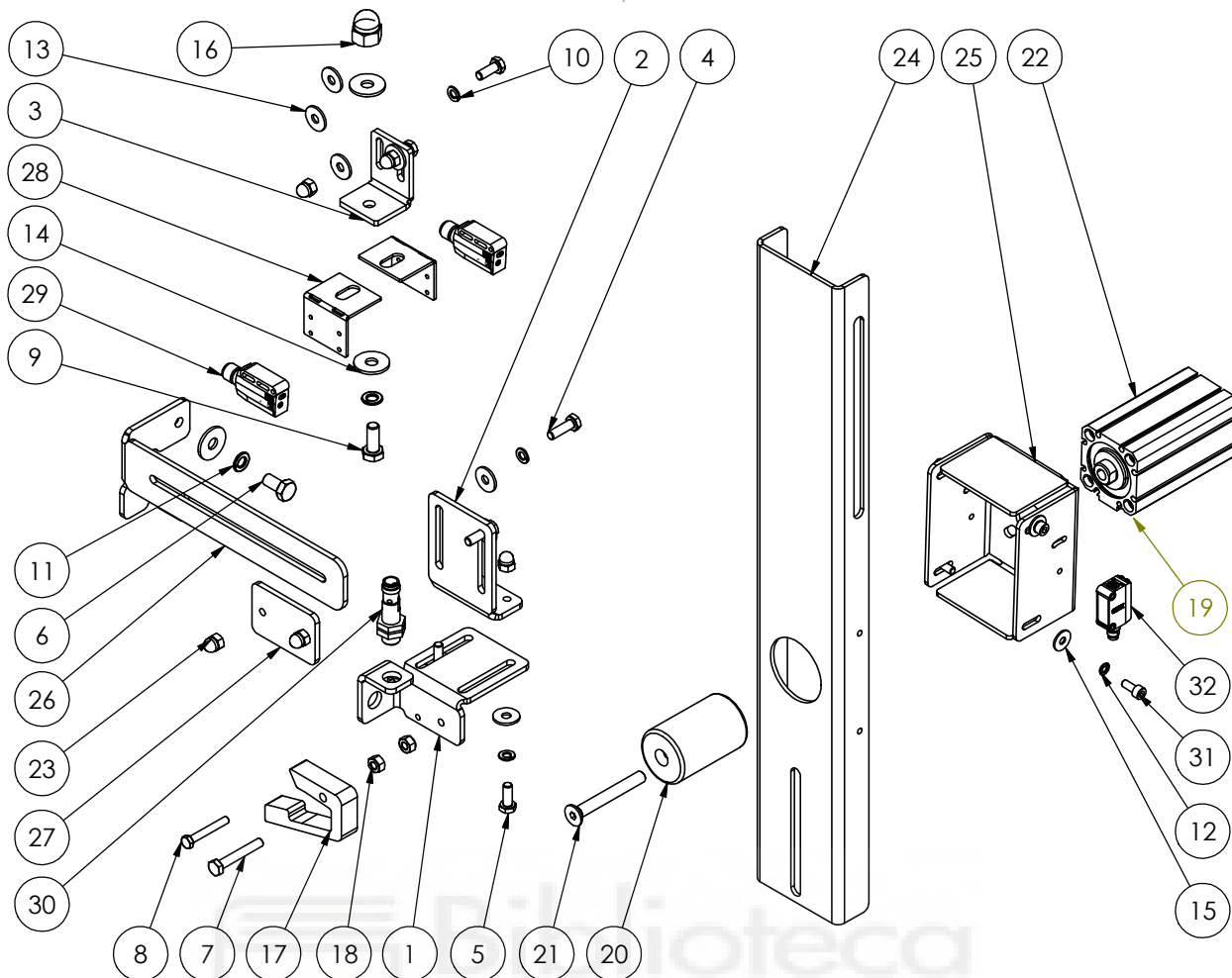
HOJA 2 DE 2



N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Chapa lateral 1. E2mm. Inox. 304. SAT	1
2	Unión doble ancha. E5mm. Inox. 304. MATE	1
3	Carrete de reenvío Z19. Poliamida	1
4	Eje carrete de reenvío. Inox. 304	1
5	Supl. lateral para carrete de reenvío PE 1000	2
6	Perfil guía PE 1000	2
7	Unión simple estrecha. E5mm. Inox. 304. MATE	1
8	Cadena LF325 880 TAB. Acetal	1,2 metros
9	Perfil guía PE 1000	2
10	Chapa lateral 2. E2mm. Inox. 304. SAT	1
11	Unión doble estrecha. E5mm. Inox. 304. MATE	1
12	Tornillo M8X20. Hexagonal. Inox. 304	18
13	Arandela grover M8. Inox. 304	18
14	Arandela ala ancha M8. Inox. 304	3



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		TITULO DEL PROYECTO:		 UNIVERSITAS <i>Miguel Hernández</i> GRADO EN INGENIERIA MECANICA
DIBUJADO POR: Alexey Masalskiy		Estación de rotación de envases en continuo		
APROBADO POR: Emilio Velasco Sánchez		TITULO DEL PLANO: Conjunto de evacuación. Módulo de reenvío		
FECHA: 15/01/2026		DESPIECE. LISTA DE ELEMENTOS		
FORMATO DE HOJA: A4	ESCALA:1:8	N.º DE PLANO: 1.6		HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

DIBUJADO POR:

Alexey Masalskiy

APROBADO POR:

Emilio Velasco Sánchez

FECHA: 15/01/2026

FORMATO DE HOJA: A4

TITULO DEL PROYECTO:

Estación de rotación de envases en continuo

TITULO DEL PLANO:

Conjunto de evacuación. Inspección

DESPIECE

ESCALA:1:5

N.º DE PLANO: 1.7



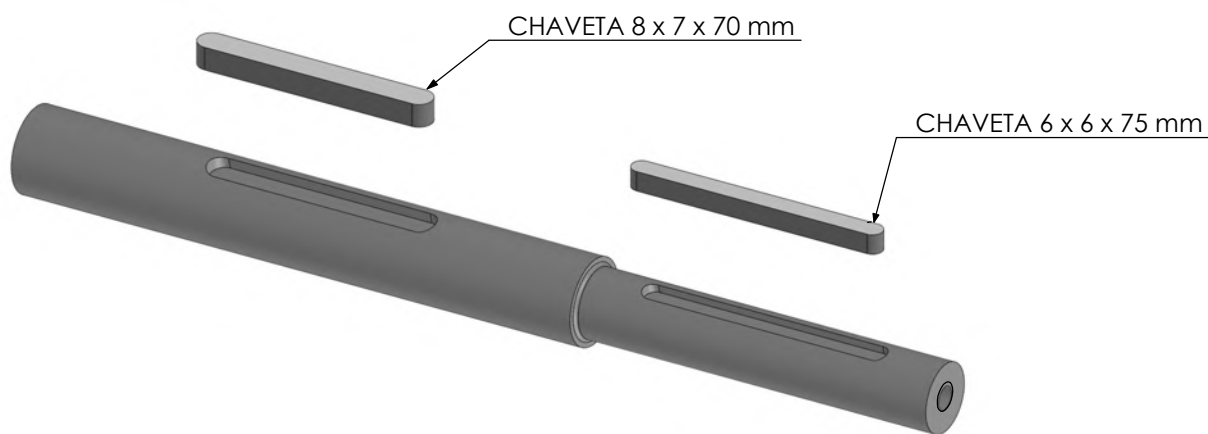
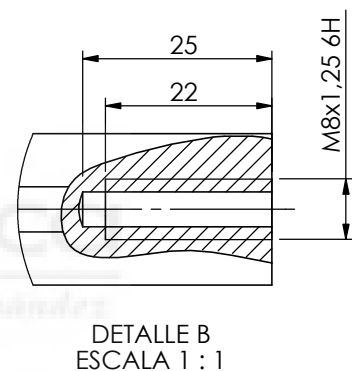
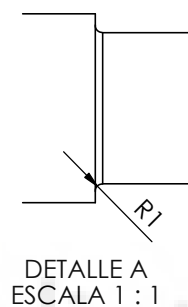
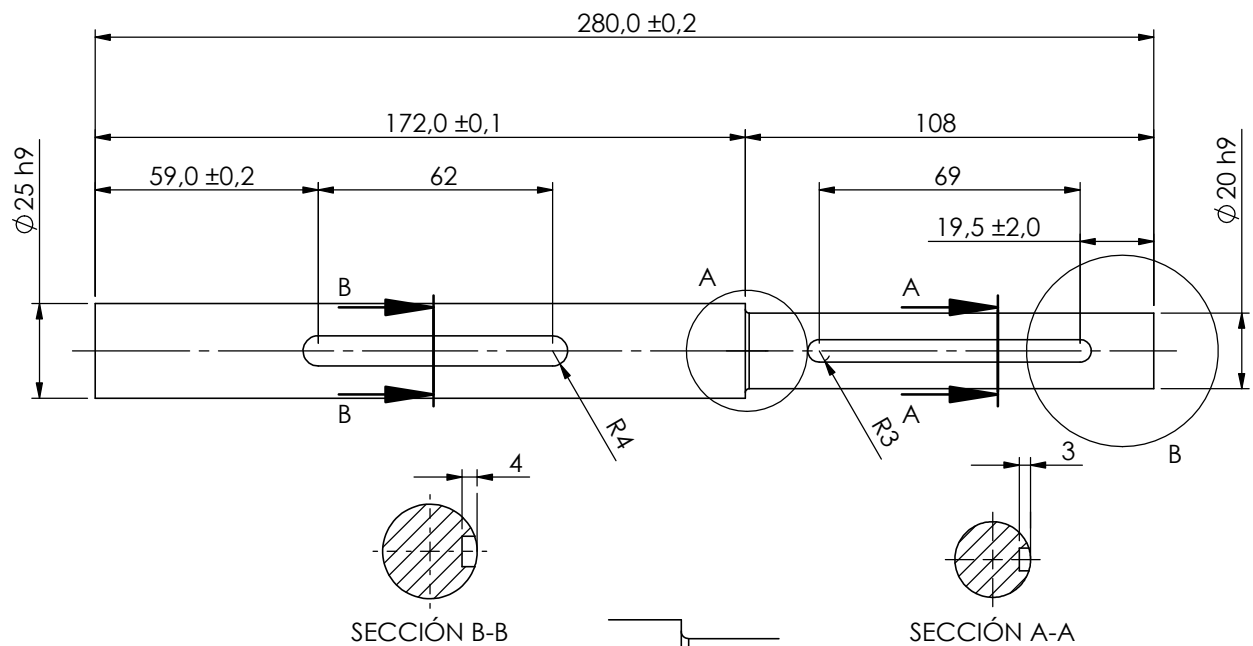
UNIVERSITAS
Miguel Hernández

GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 2

N.º DE ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Soporte superior 1. E4mm. Inox. 304. MATE	1
2	Soporte superior 2. E4mm. Inox. 304. MATE	1
3	Soporte sensores principal. E4mm. Inox. 304. MATE	1
4	Tornillo M6X20mm. Hexagonal. Inox. 304	2
5	Tornillo M6X16mm. Hexagonal. Inox. 304	4
6	Tornillo M8X16mm. Hexagonal. Inox. 304	1
7	Tornillo M6X40mm. Hexagonal. Inox. 304	1
8	Tornillo M6X35mm. Hexagonal. Inox. 304	1
9	Tornillo M8X20mm. Hexagonal. Inox. 304	1
10	Arandela grover M6. Inox. 304	6
11	Arandela grover M8. Inox. 304	2
12	Arandela grover M5. Inox. 304	4
13	Arandel ala ancha M6. Inox. 304	8
14	Arandel ala ancha M8. Inox. 304	3
15	Arandel ala ancha M5. Inox. 304	4
16	Tuerca ciega M8. Inox. 304	1
17	Leva mecánica. E15mm. Aluminio	1
18	Tuerca de seguridad. M6. Inox. 304	3
19	Tornillo M5X20mm. Allen cilíndrico. Inox. 304	4
20	Punta empujador. DELRIN	1
21	Tornillo M8X65mm. Allen avellanado. Inox. 304	1
22	Cilindro SMC rechazo CD55B40-50. SMC	1
23	Tuerca ciega M6. Inox. 304	7
24	Soporte principal en U. E3mm. Inox. 304. SAT	1
25	Soporte cilindro. E3mm. Inox. 304. SAT	1
26	Soporte superior 3. E4mm. Inox. 304. MATE	1
27	Pletina soporte superior 3. E4mm. Inox. 304. MATE	1
28	Soporte sensores secundario. E2mm. Inox. 304. SAT	2
29	Sensor capacitivo. WTB9-3P2461. SICK	2
30	Sensor inductivo. E2A-M12KS04-M1-B1. OMRON	1
31	Tornillo M5X15mm. Allen cilíndrico. Inox. 304	4
32	Sensor capacitivo. GTB6. SICK	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM		TITULO DEL PROYECTO:		 UNIVERSITAS <i>Miguel Hernández</i>
DIBUJADO POR: Alexey Masalskiy		Estación de rotación de envases en continuo		
APROBADO POR: Emilio Velasco Sánchez		TITULO DEL PLANO: Conjunto de evacuación. Inspección. LDE		
FECHA: 15/01/2026		LISTA DE ELEMENTOS		
FORMATO DE HOJA: A4	ESCALA	N.º DE PLANO: 1.7		GRADO EN INGENIERIA MECANICA
				HOJA 2 DE 2



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Eje de tracción. Módulo de tracción de
transportador de entrada

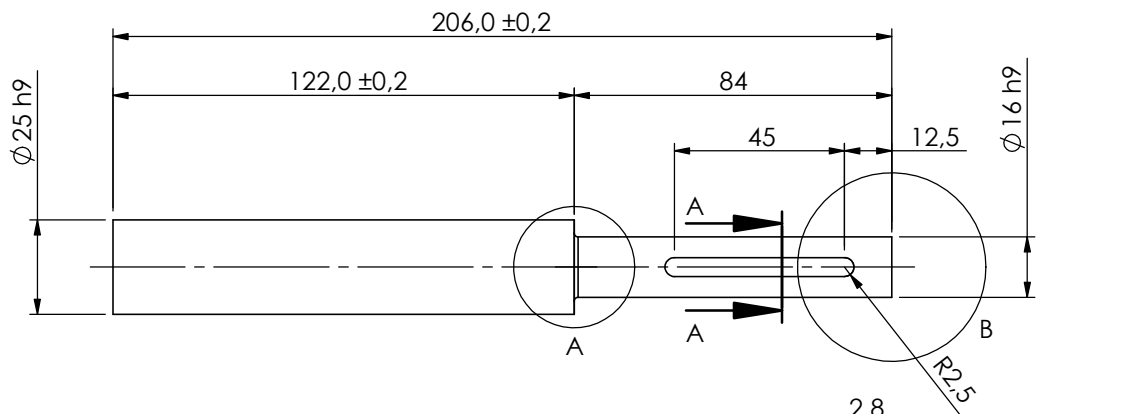
FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø25 mm. h9

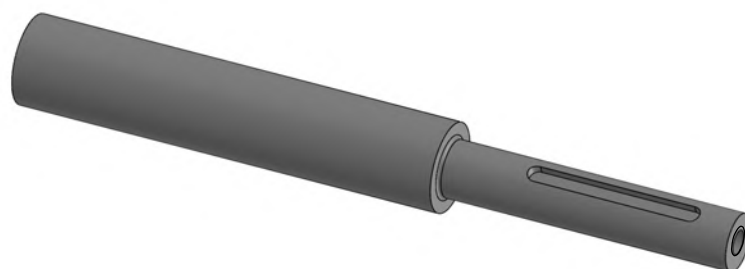
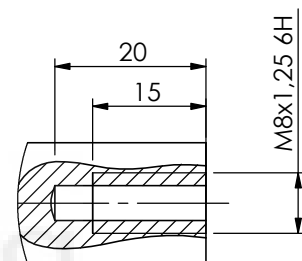
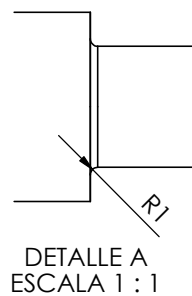
FORMATO DE HOJA: A4

ESCALA: 1:2

N.º DE PLANO: 2.1



SECCIÓN A-A



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TÍTULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TÍTULO DEL PLANO:
Eje de tracción. Módulo de freno separador de correas

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado $\varnothing 25\text{ mm. }h9$

FORMATO DE HOJA: A4

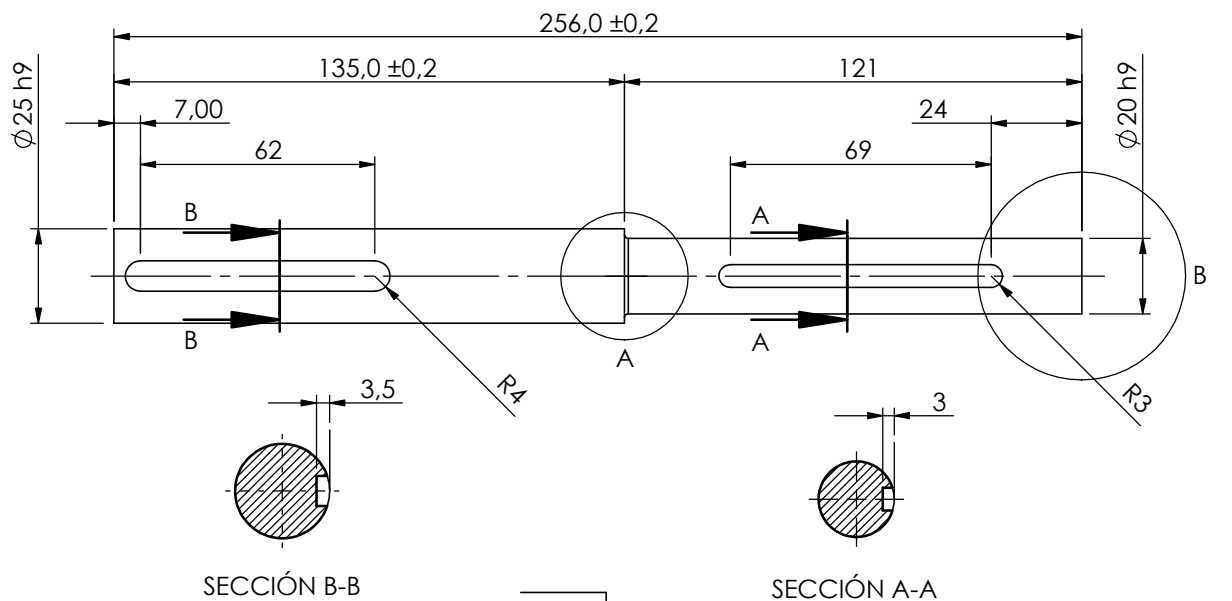
ESCALA: 1:2

N.º DE PLANO: 2.2

GRADO EN INGENIERIA MECANICA



HOJA 1 DE 1



DETALLE A
ESCALA 1 : 1

DETALLE B
ESCALA 1 : 1

CHAVETA 8 x 7 x 70 mm

CHAVETA 6 x 6 x 75 mm

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TÍTULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TÍTULO DEL PLANO:
Eje de tracción. Conjunto de rotación

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø25 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

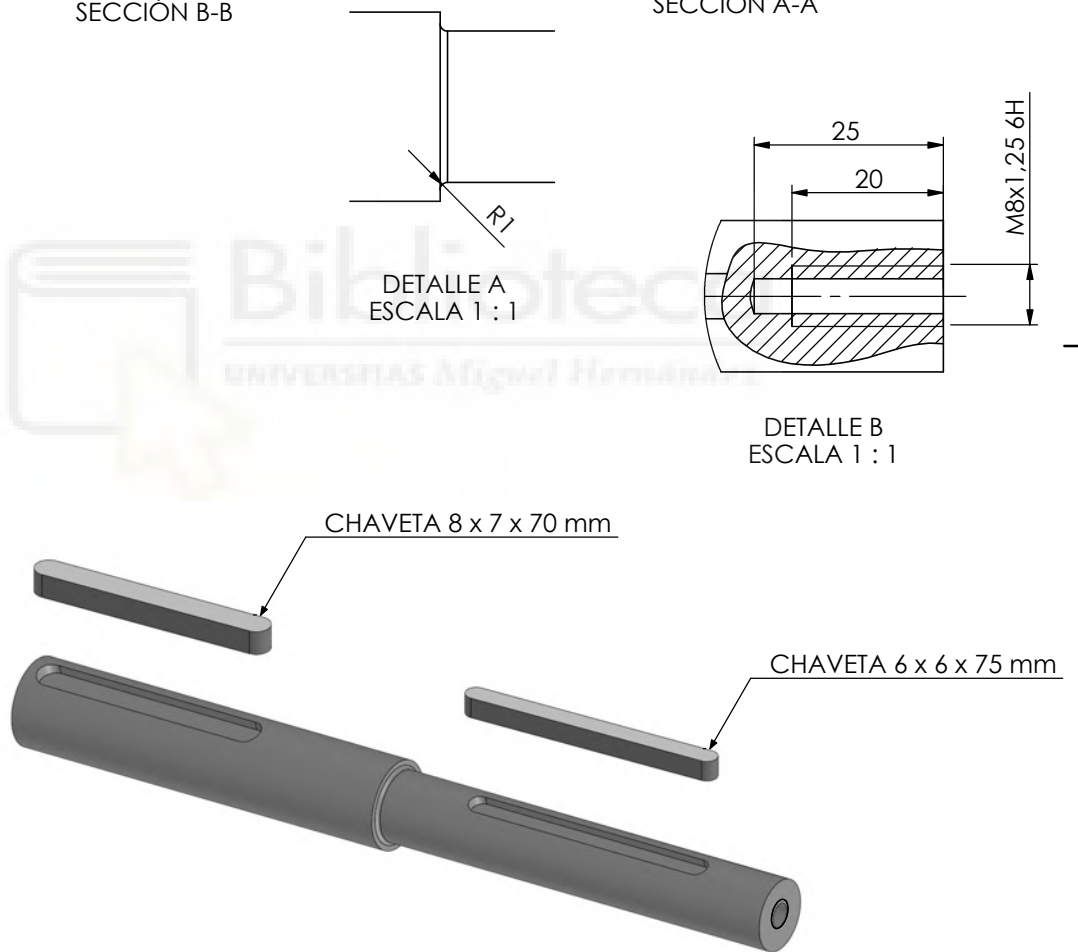
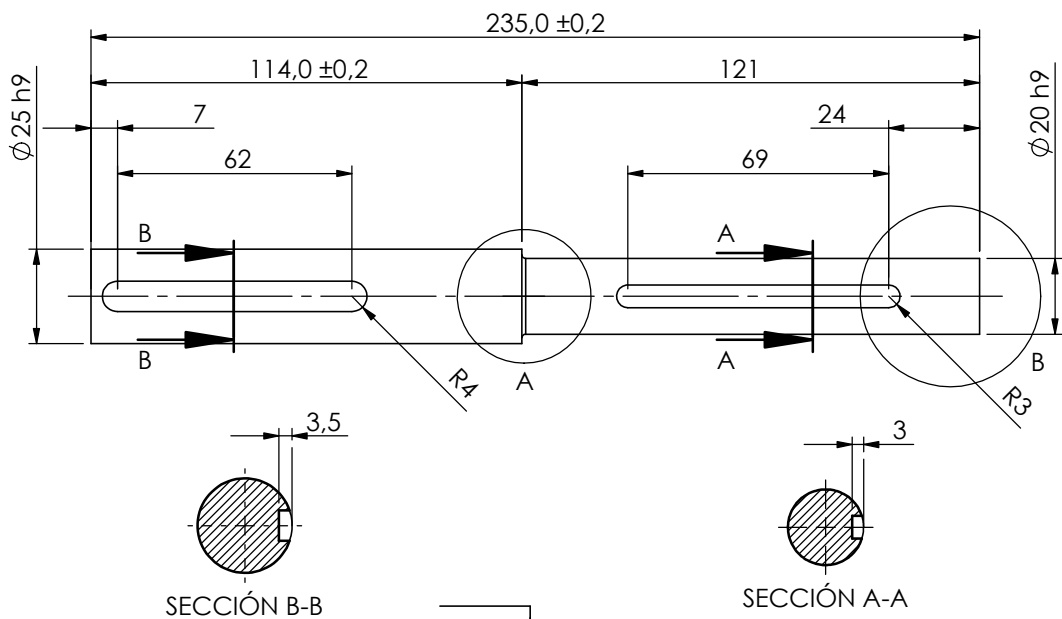
ESCALA: 1:2

N.º DE PLANO: 2.3



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Eje de tracción. Conjunto de evacuación.
Módulo de recepción y guiado

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø25 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

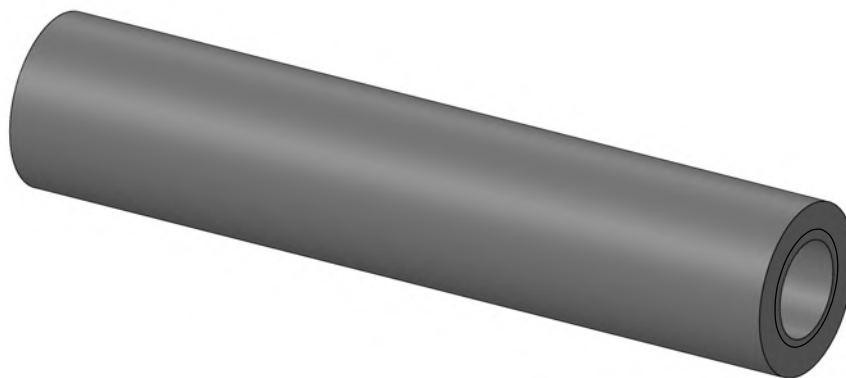
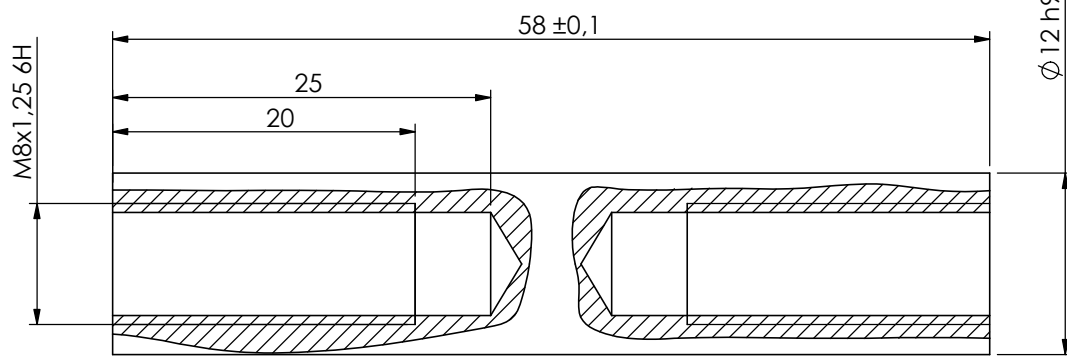
ESCALA: 1:2

N.º DE PLANO: 2.4



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TÍTULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TÍTULO DEL PLANO:
Eje separador. Módulo de freno separador de correas

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø12 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

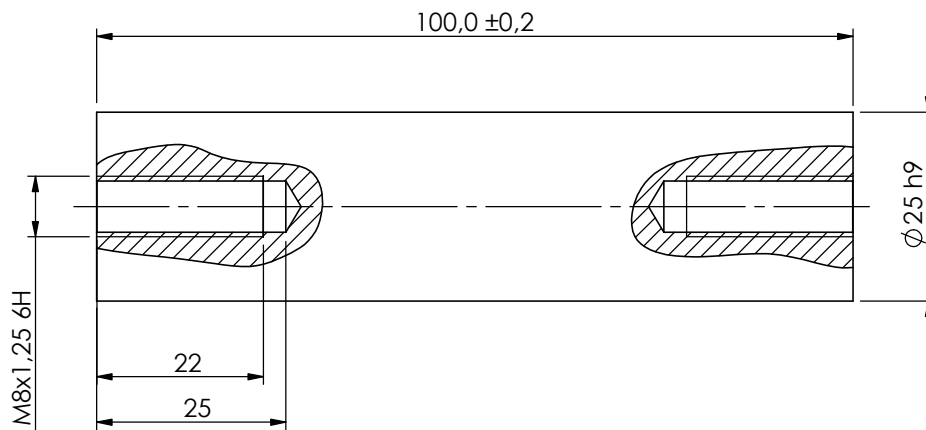
ESCALA: 2:1

N.º DE PLANO: 2.5

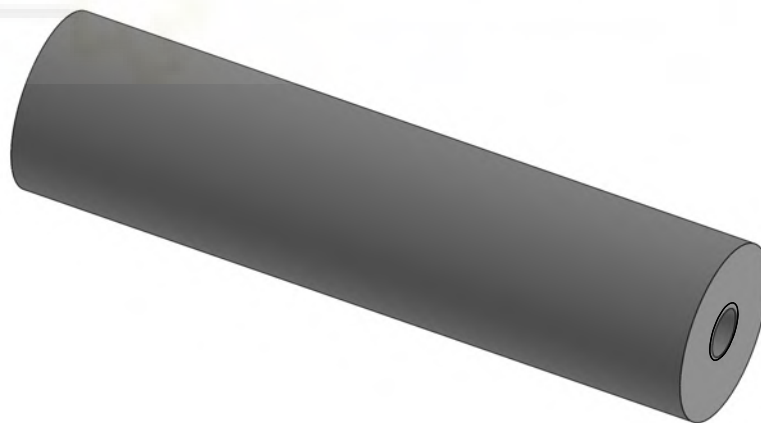


GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TÍTULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TÍTULO DEL PLANO:
Eje de reenvío. Carrete. Módulo de tracción
de transportador de entrada

FECHA: 15/01/2026

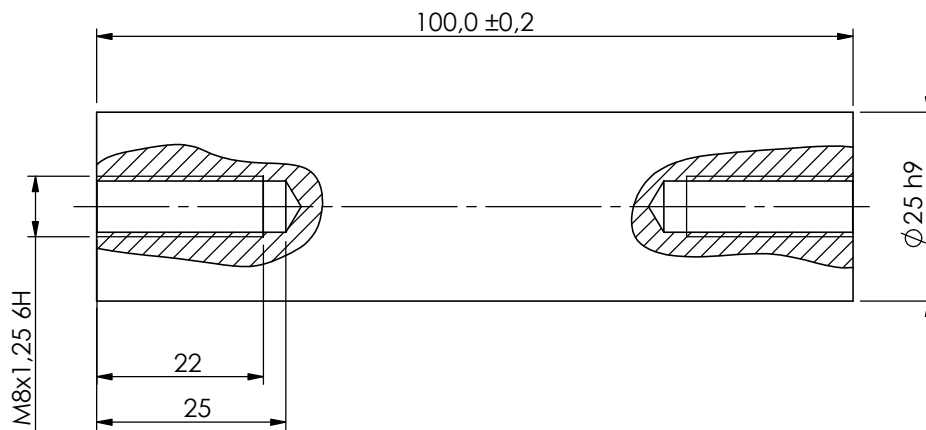
MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø25 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

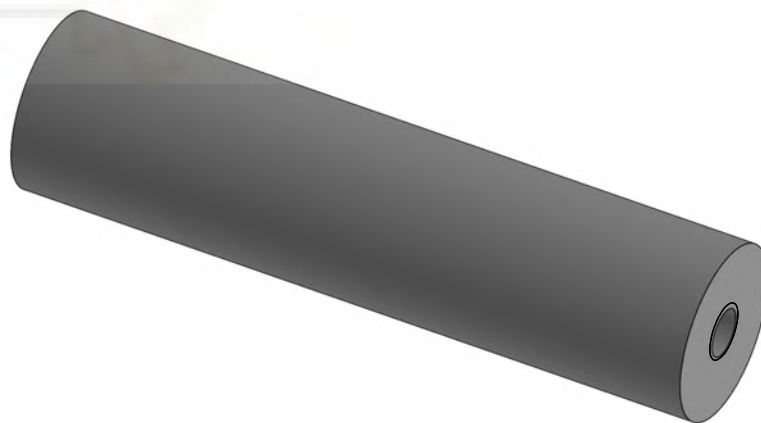
ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 3.1


UNIVERSITAS
Miguel Hernández
GRADO EN INGENIERIA MECANICA
HOJA 1 DE 1



Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Eje de reenvío. Rodillo de tensión. Módulo de tracción de transportador de entrada

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø25 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

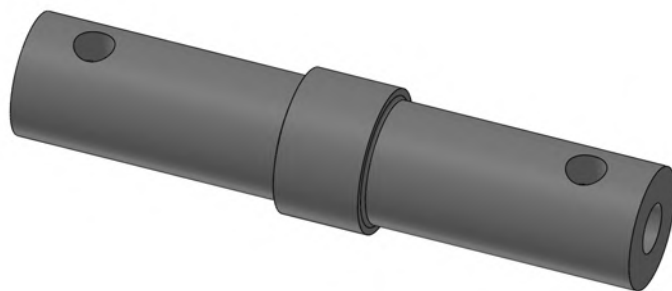
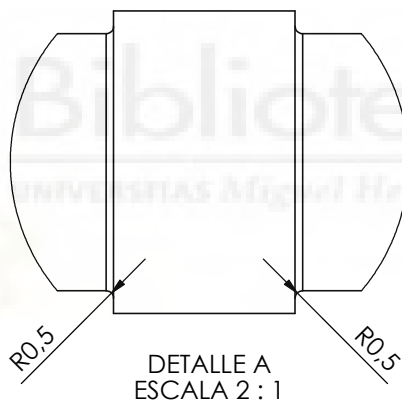
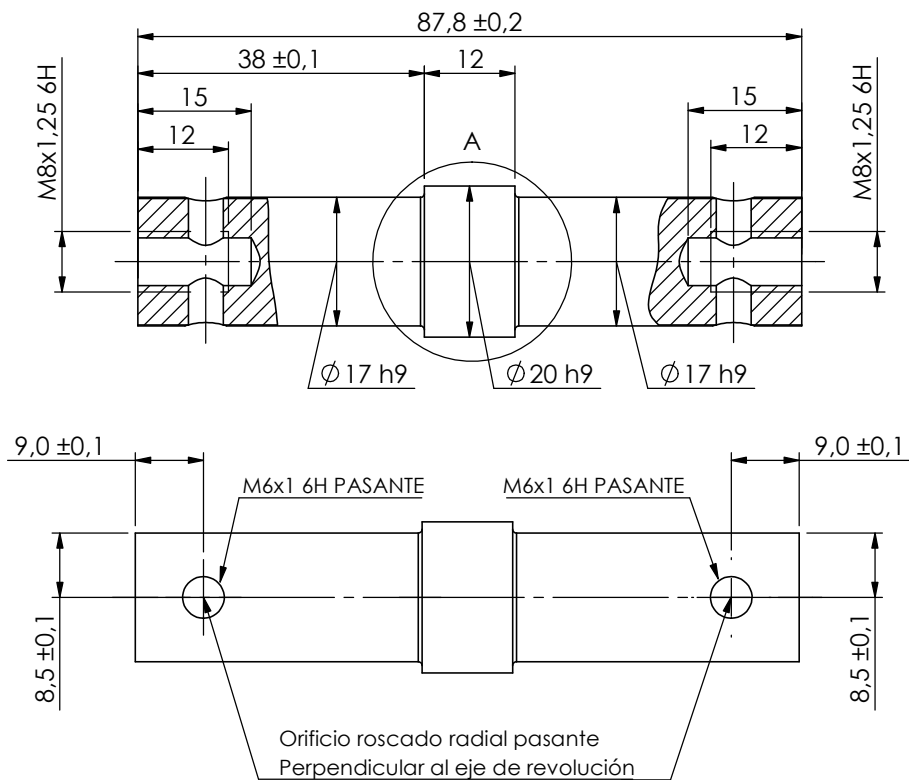
ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 3.2



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TÍTULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TÍTULO DEL PLANO:
Eje de reenvío. Módulo de freno separador de correas

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø20 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

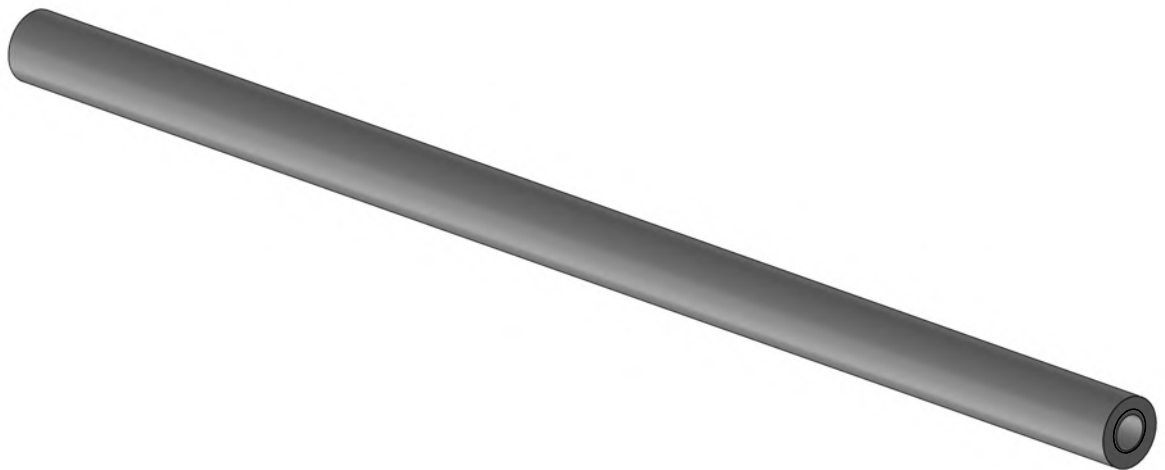
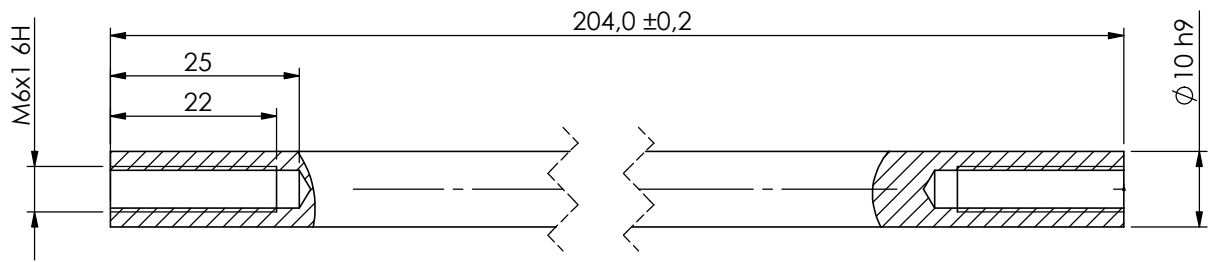
ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 3.3



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TÍTULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TÍTULO DEL PLANO:
Eje de reenvío. Superior. Conjunto de rotación

FECHA: 15/01/2026

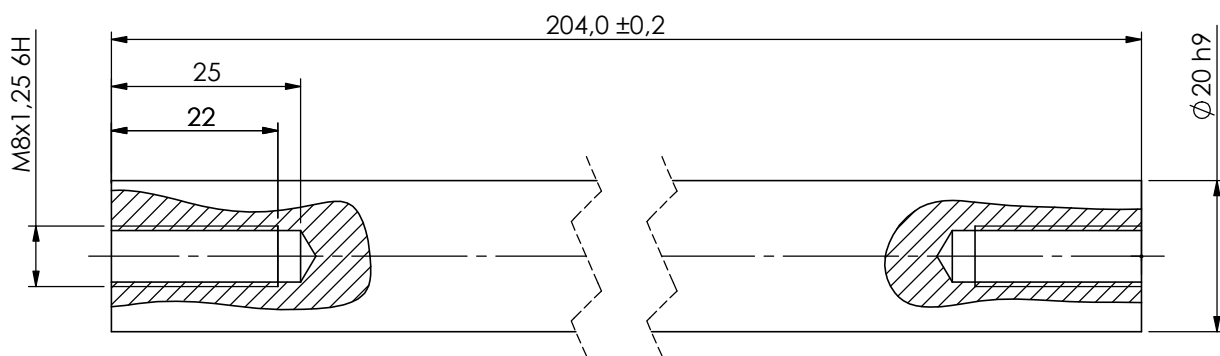
MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø10 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 3.4


UNIVERSITAS
Miguel Hernández
GRADO EN INGENIERIA MECANICA
HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Eje de reenvío. Inferior. Conjunto de rotación

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø20 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

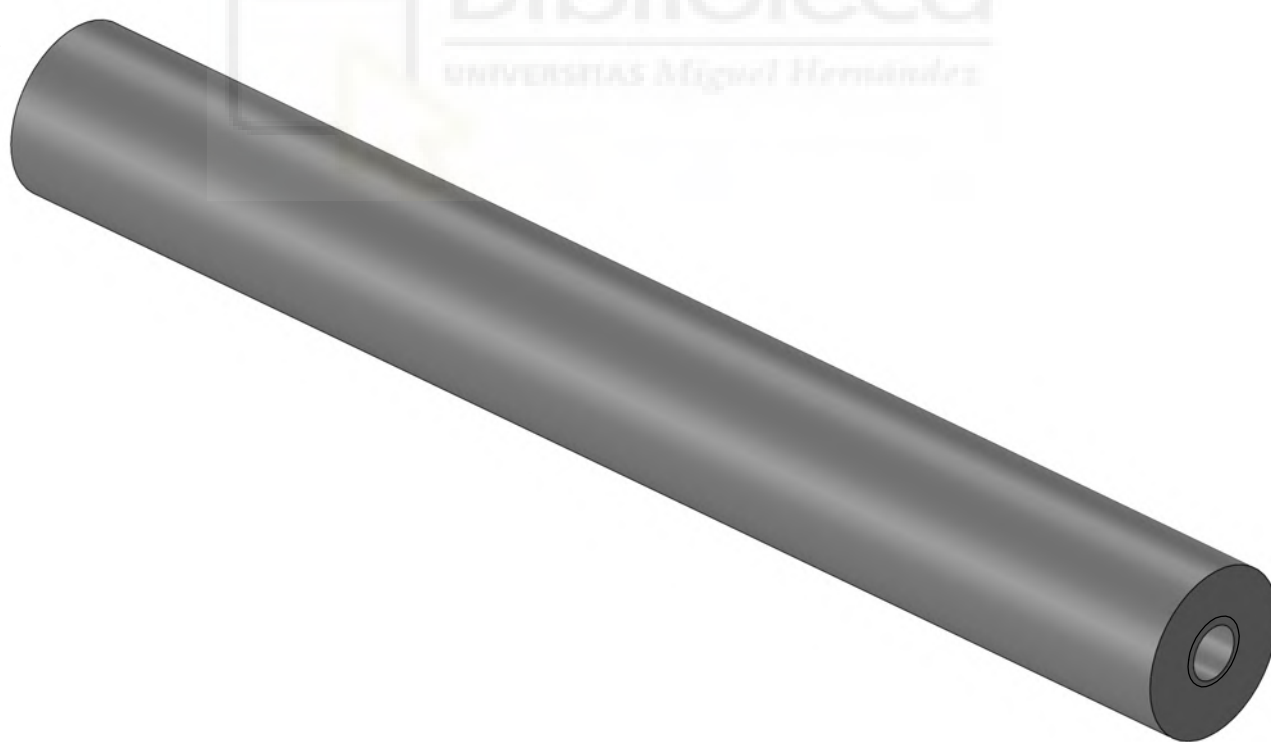
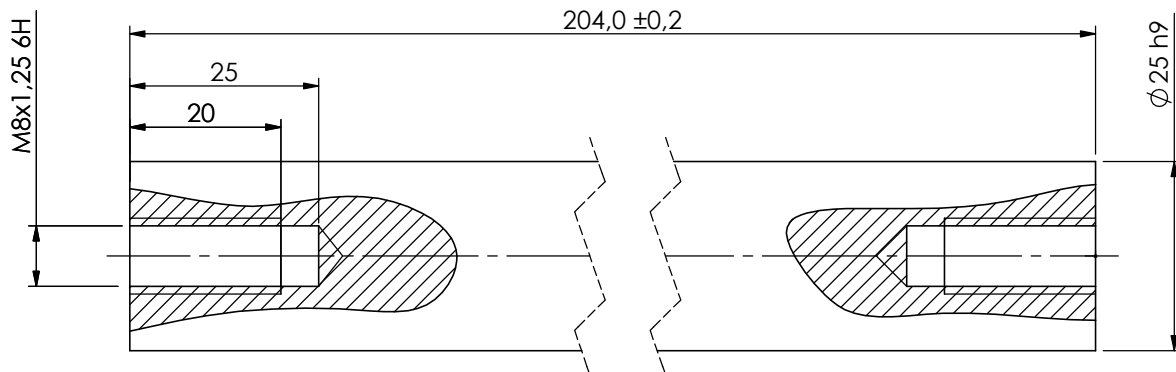
ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 3.5

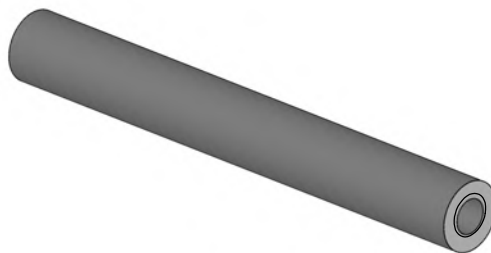
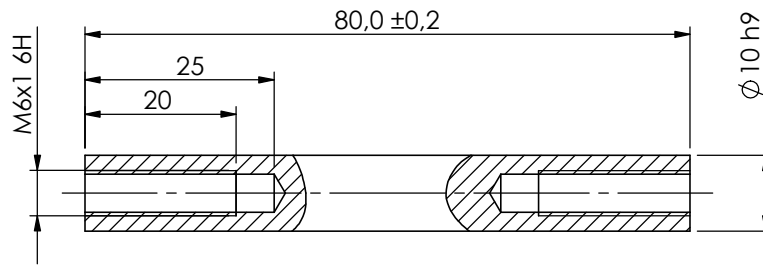


GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS				 UNIVERSITAS <i>Miguel Hernández</i> GRADO EN INGENIERIA MECANICA
DIBUJADO POR: Alexey Masalskiy		TITULO DEL PROYECTO: Estación de rotación de envases en continuo		
APROBADO POR: Emilio Velasco Sánchez		TITULO DEL PLANO: Eje de reenvío. Rodillo de tensión. Conjunto de rotación		
FECHA: 15/01/2026		MATERIAL: Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø25 mm. h9		
FORMATO DE HOJA: A4		ESCALA:1:1	N.º DE PLANO: 3.6	
				HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Eje de reenvío. Superior. Conjunto de
evacuación. Módulo de recepción y guiado

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø10 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

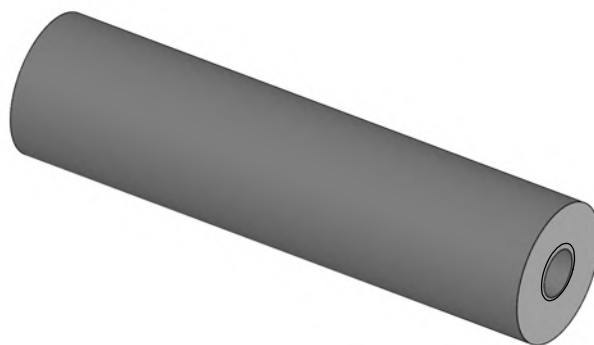
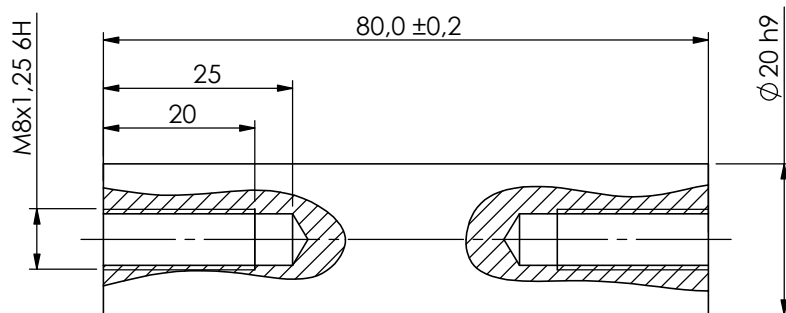
ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 3.7

HOJA 1 DE 1



GRADO EN INGENIERIA MECANICA



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Eje de reenvío. Inferior. Conjunto de
evacuación. Módulo de recepción y guiado

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø20 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

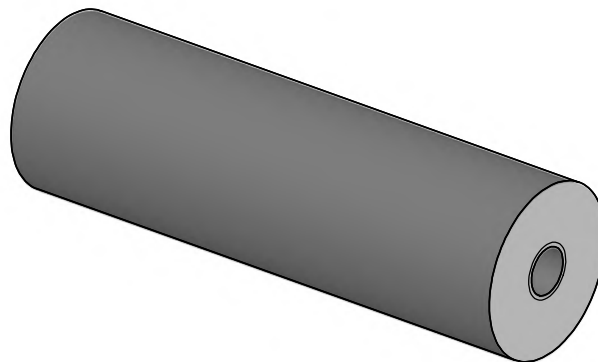
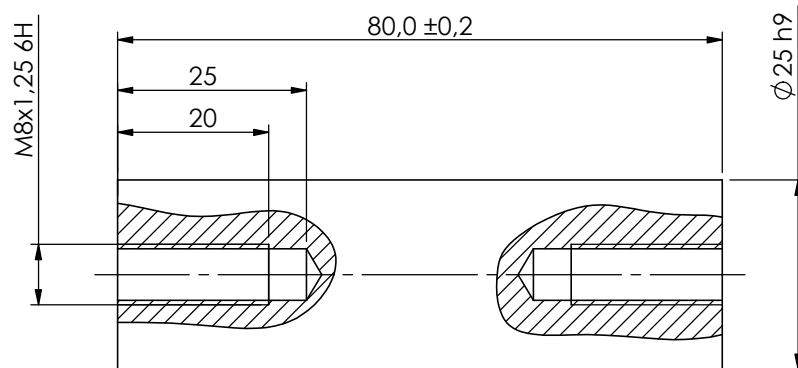
ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 3.8



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TÍTULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TÍTULO DEL PLANO:
Eje de reenvío. Rodillo de tensión. Conjunto de evacuación. Mód. de recepción y guiado

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø25 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

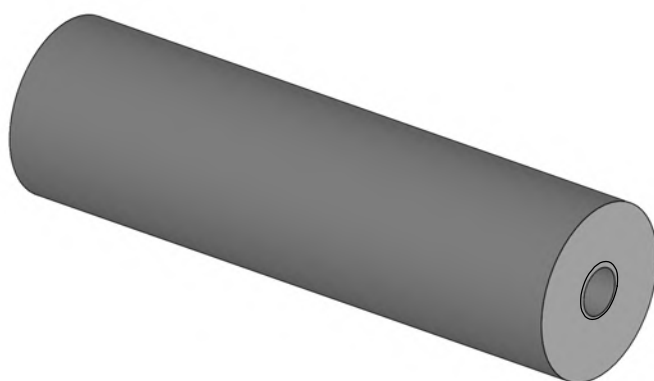
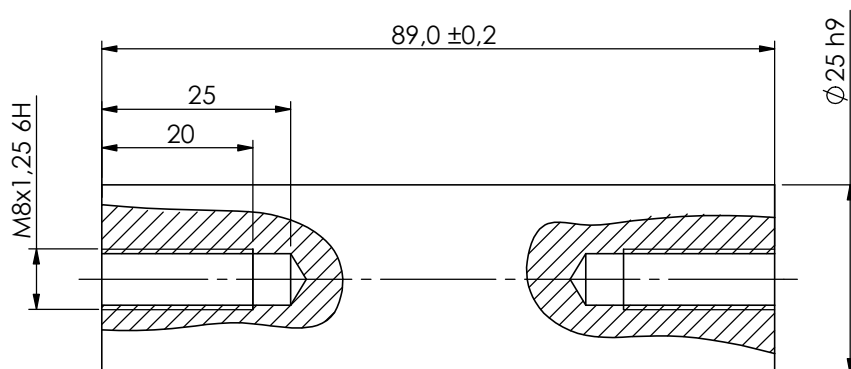
ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 3.9



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TÍTULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TÍTULO DEL PLANO:
Eje de reenvío. Carrete. Conjunto de
evacuación. Módulo de reenvío

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Acero inoxidable AISI 304. Calibrado Ø25 mm. h9

FORMATO DE HOJA: A4

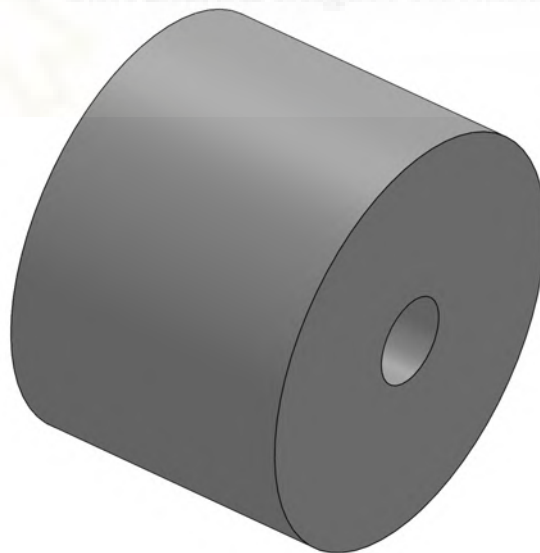
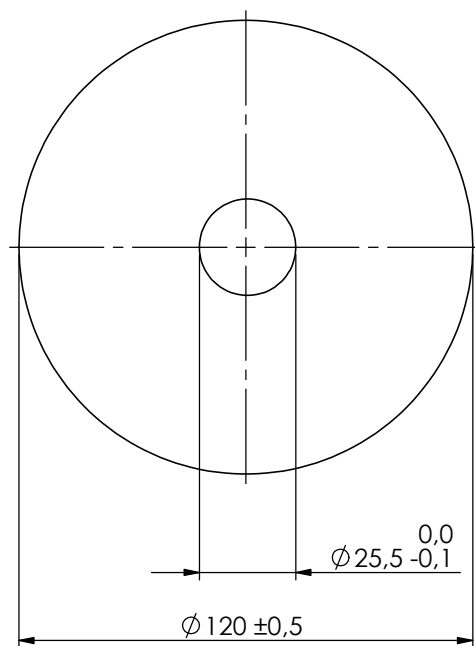
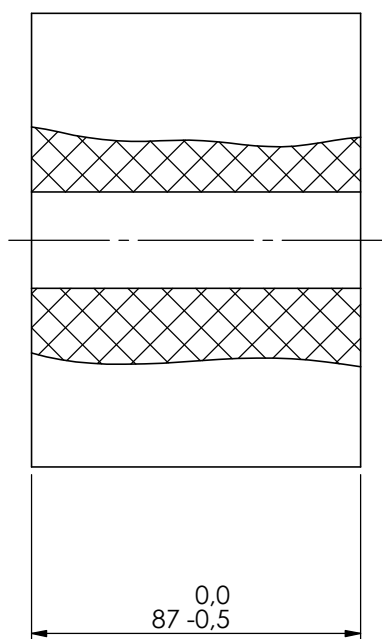
ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 3.10



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Rodillo de tensión. Módulo de tracción de
transportador de entrada

FECHA: 15/01/2026

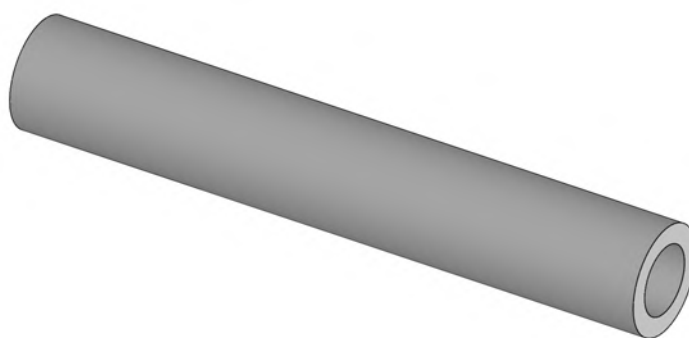
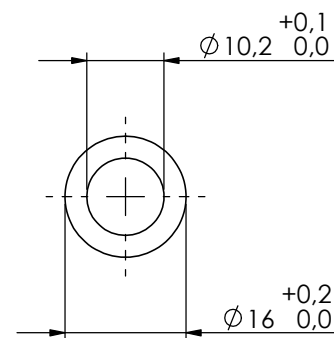
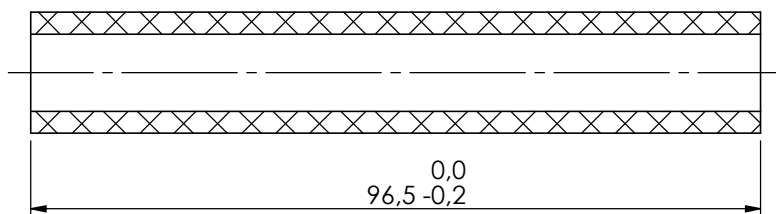
MATERIAL:
Delrin. Color blanco. Calibrado $\phi 120\text{mm}$

FORMATO DE HOJA: A4

ESCALA: 1:2

N.º DE PLANO: 4.1


UNIVERSITAS
Miguel Hernández
GRADO EN INGENIERIA MECANICA
HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Rodillo superior de reenvío. Conjunto de
rotación

FECHA: 15/01/2026

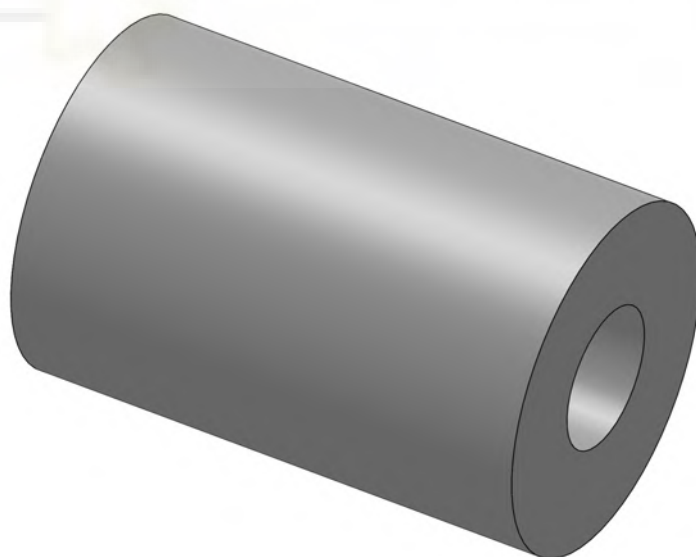
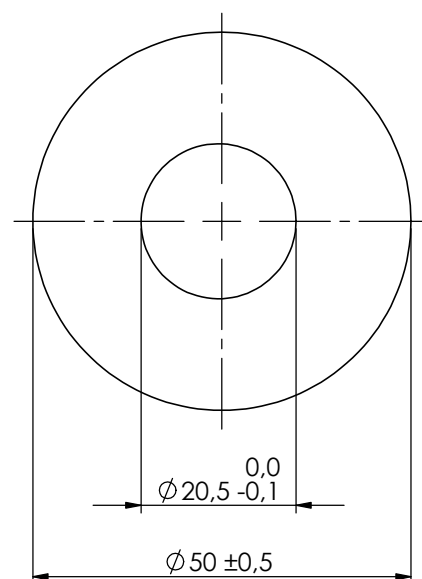
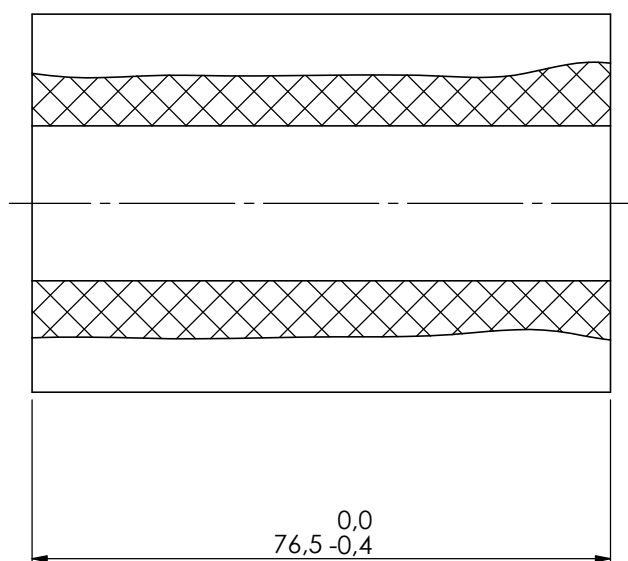
MATERIAL:
Delrin. Color blanco. Calibrado Ø16mm

FORMATO DE HOJA: A4

ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 4.2





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Rodillo inferior de reenvío. Conjunto de rotación

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Delrin. Color blanco. Calibrado Ø50mm

FORMATO DE HOJA: A4

ESCALA: 1:1

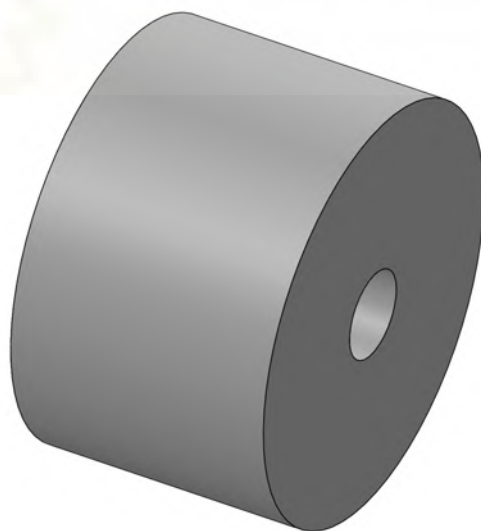
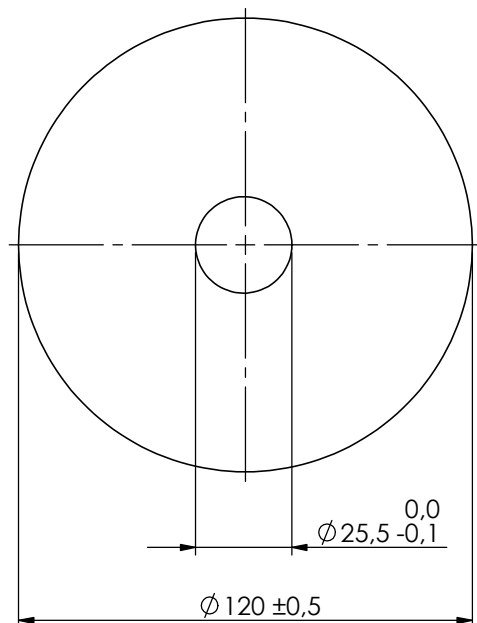
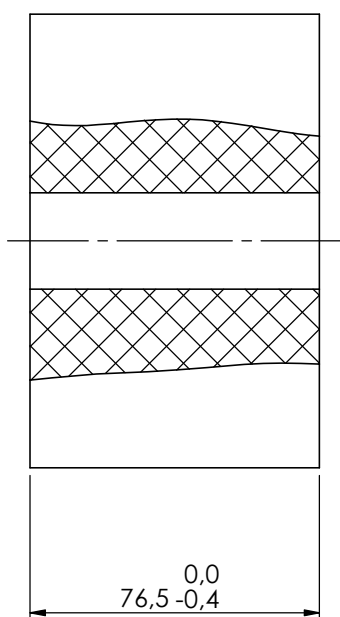
N.º DE PLANO: 4.3

GRADO EN INGENIERIA MECANICA



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TÍTULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TÍTULO DEL PLANO:
Rodillo de tensión. Conjunto de rotación

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Delrin. Color blanco. Calibrado Ø120mm

FORMATO DE HOJA: A4

ESCALA: 1:2

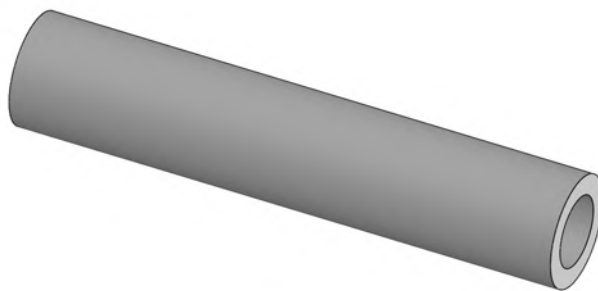
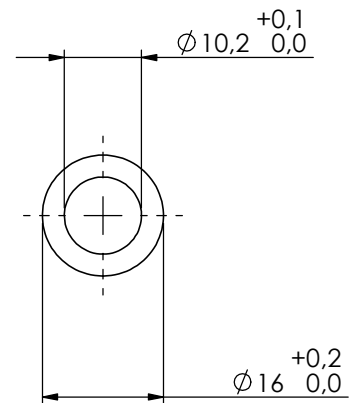
N.º DE PLANO: 4.4



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

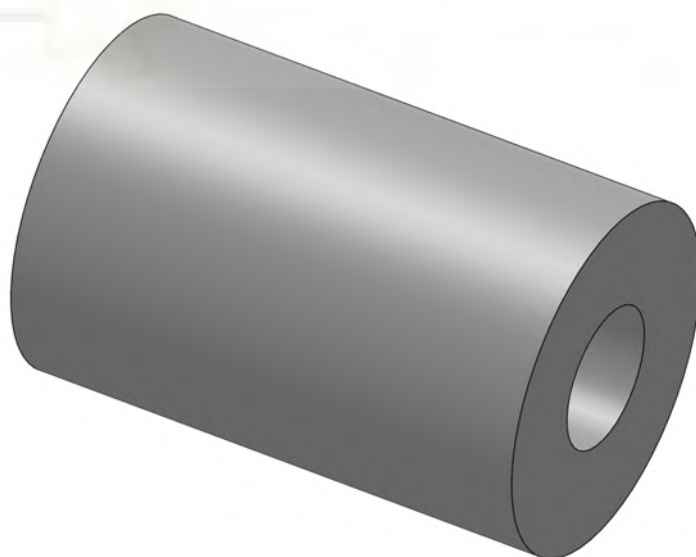
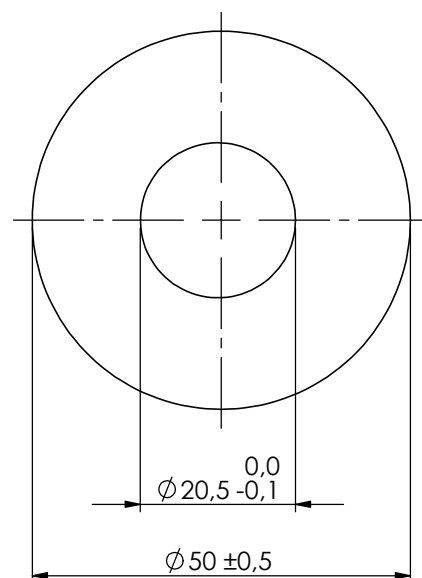
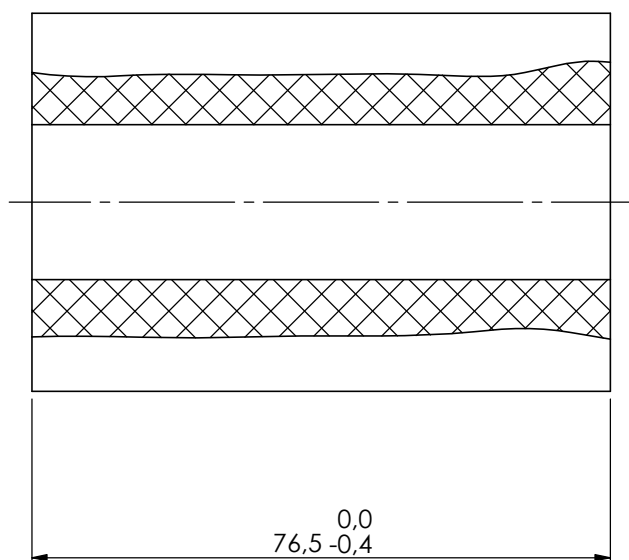
GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



HOJA 1 DE 1





SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Rodillo inferior de reenvío. Conjunto de
evacuación. Mód. de recepción y guiado

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Delrin. Color blanco. Calibrado Ø50mm

FORMATO DE HOJA: A4

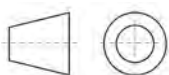
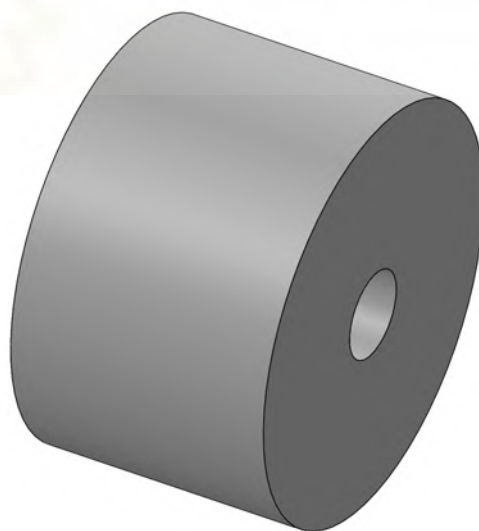
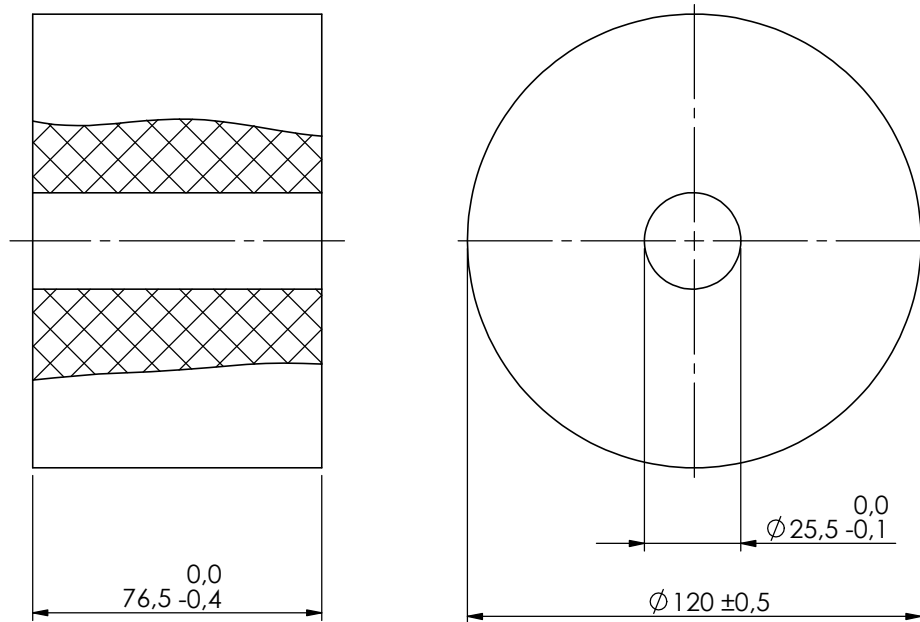
ESCALA: 1:1

N.º DE PLANO: 4.6



GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS

DIBUJADO POR:
Alexey Masalskiy

TITULO DEL PROYECTO:
Estación de rotación de envases en continuo

APROBADO POR:
Emilio Velasco Sánchez

TITULO DEL PLANO:
Rodillo de tensión. Conjunto de evacuación.
Mód de recepción y guiado

FECHA: 15/01/2026

MATERIAL:
Delrin. Color blanco. Calibrado $\phi 120\text{mm}$

FORMATO DE HOJA: A4

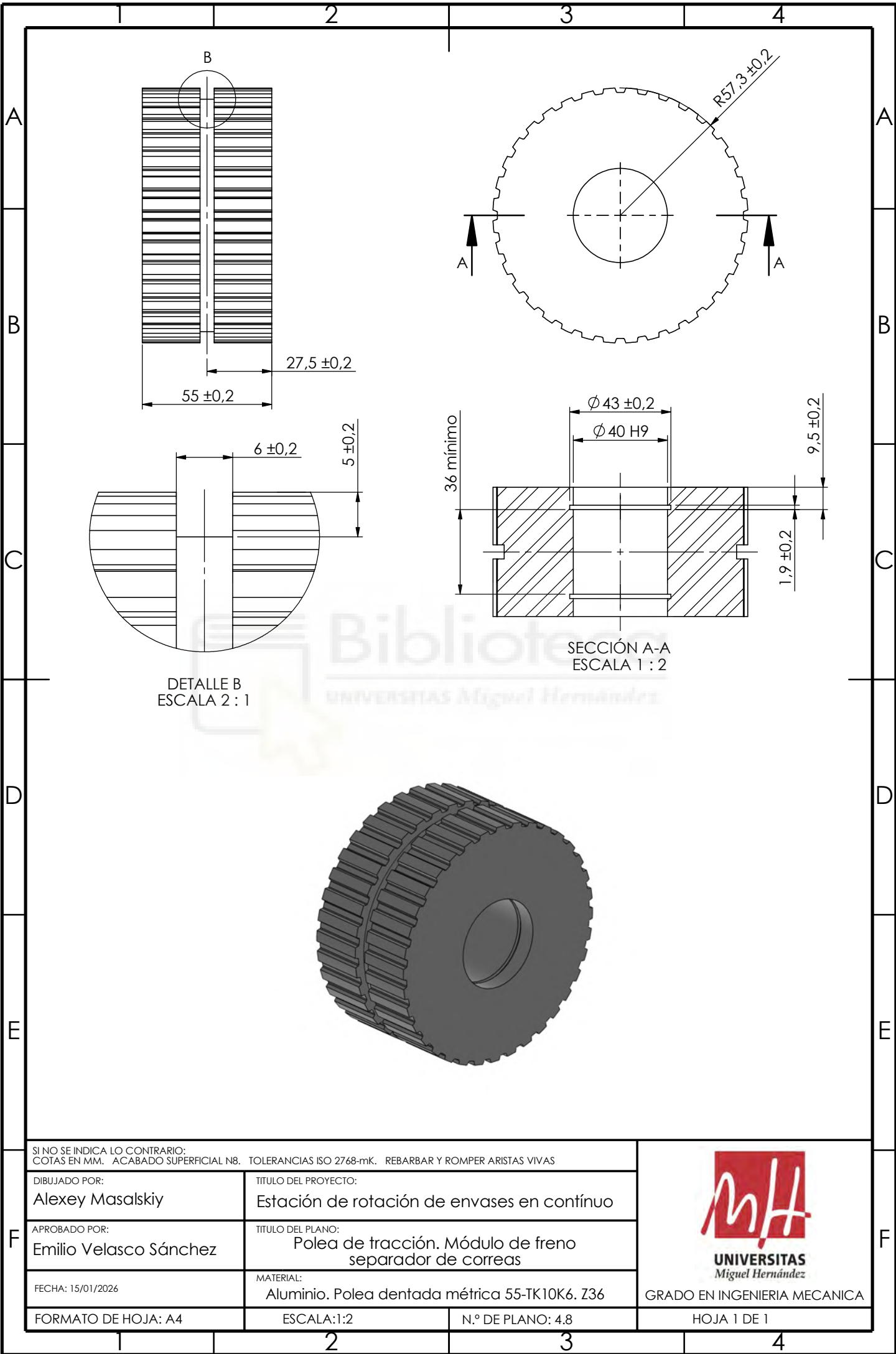
ESCALA: 1:2

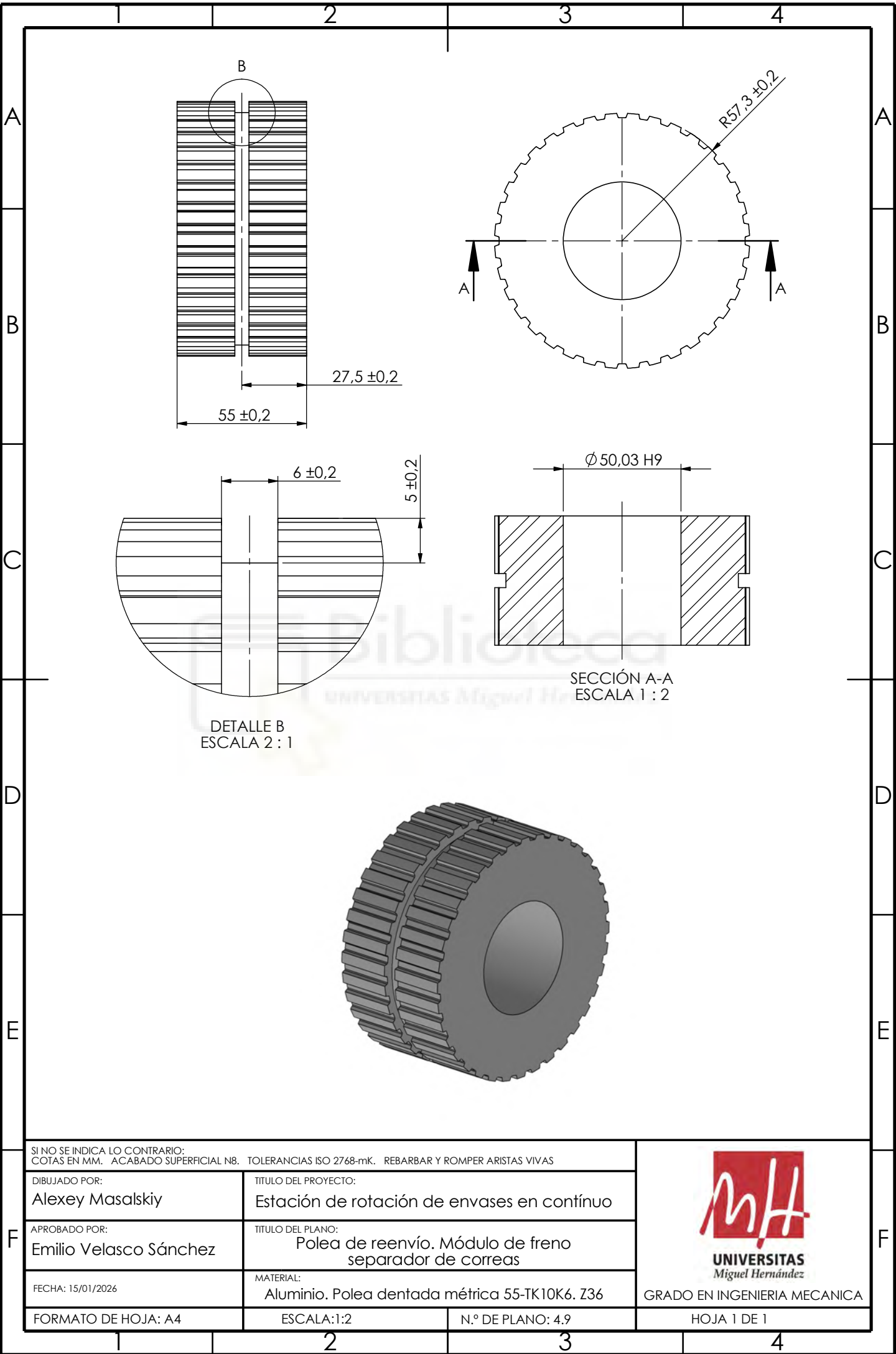
N.º DE PLANO: 4.7

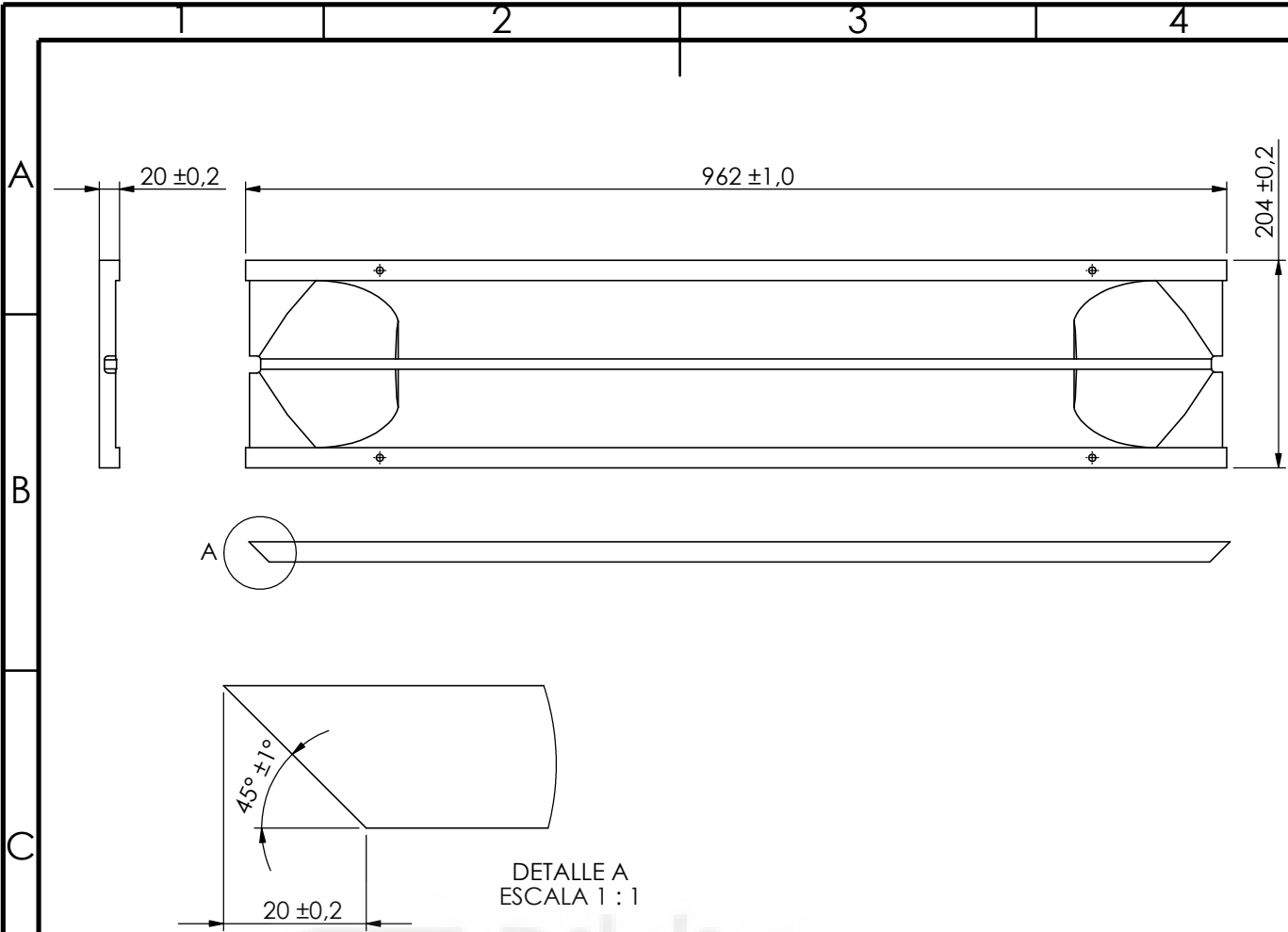
GRADO EN INGENIERIA MECANICA

HOJA 1 DE 1



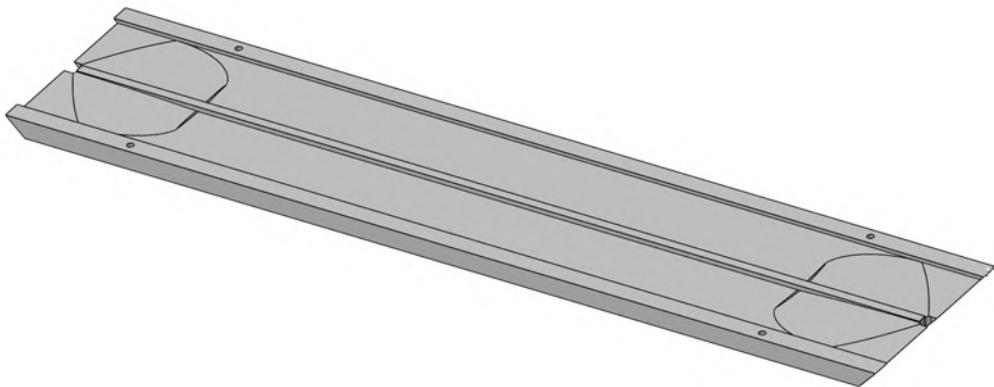






NOTAS.
La placa en bruto se suministra cortada por chorro de agua con dimensiones 204 x 962 x 20 mm. Hay 4 orificios que vienen cortados por chorro de agua. Los orificios se emplearán para fijar la placa para su mecanizado en CNC.

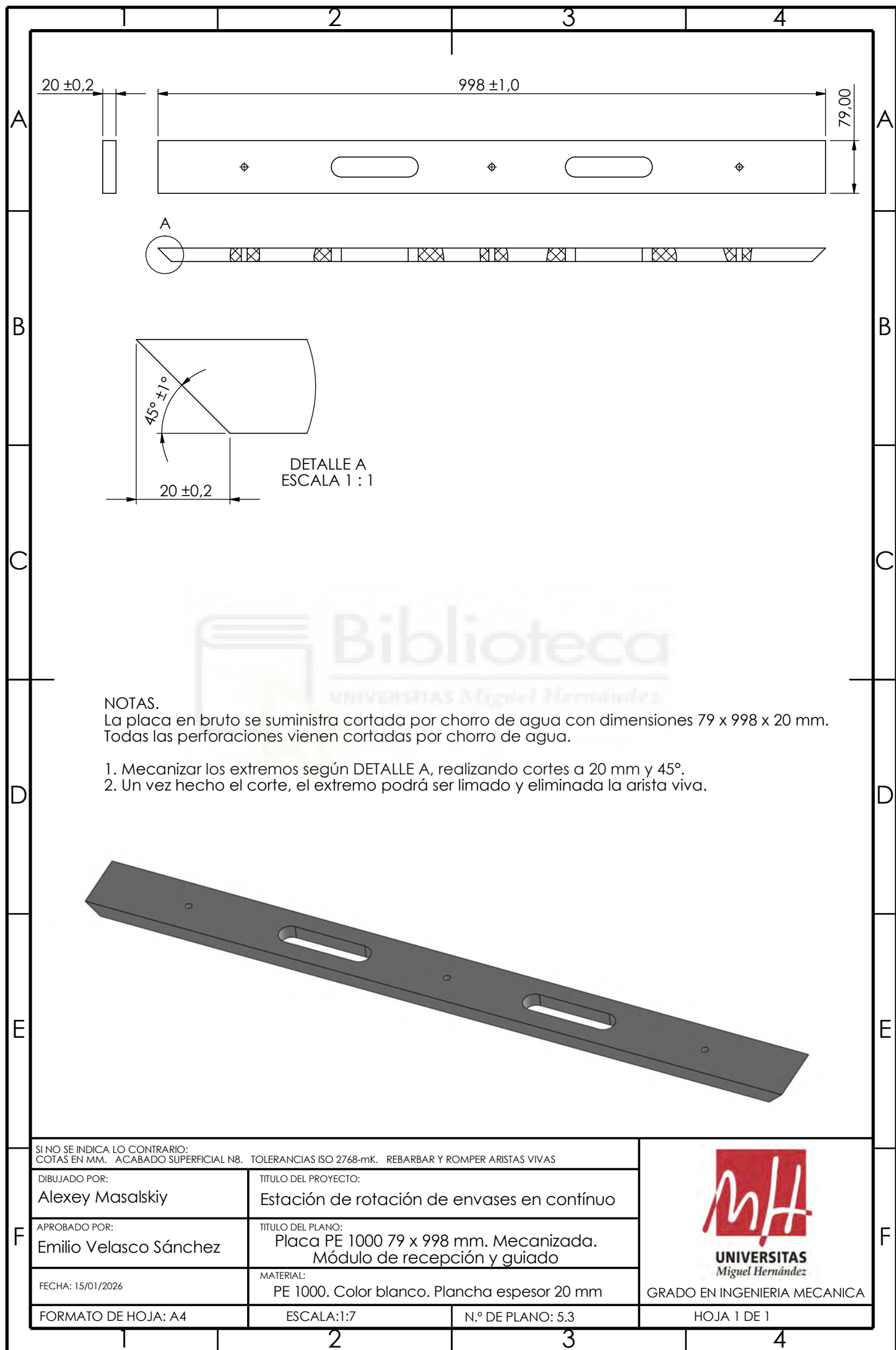
1. Colocar la placa en la bancada de CNC. Mecanizado según programa.
2. Mecanizar los extremos según DETALLE A, realizando cortes a 20 mm y 45°.
3. Un vez hecho el corte, el extremo podrá ser limado y eliminada la arista viva.



SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: COTAS EN MM. ACABADO SUPERFICIAL N8. TOLERANCIAS ISO 2768-mK. REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			
DIBUJADO POR: Alexey Masalskiy		TITULO DEL PROYECTO: Estación de rotación de envases en continuo	
APROBADO POR: Emilio Velasco Sánchez		TITULO DEL PLANO: Placa PE 1000 204 x 962 mm. Mecanizado CNC. Conjunto de rotación	
FECHA: 15/01/2026		MATERIAL: PE 1000. Color blanco. Plancha espesor 20 mm	
FORMATO DE HOJA: A4		ESCALA:1:7	N.º DE PLANO: 5.2
		HOJA 1 DE 1	

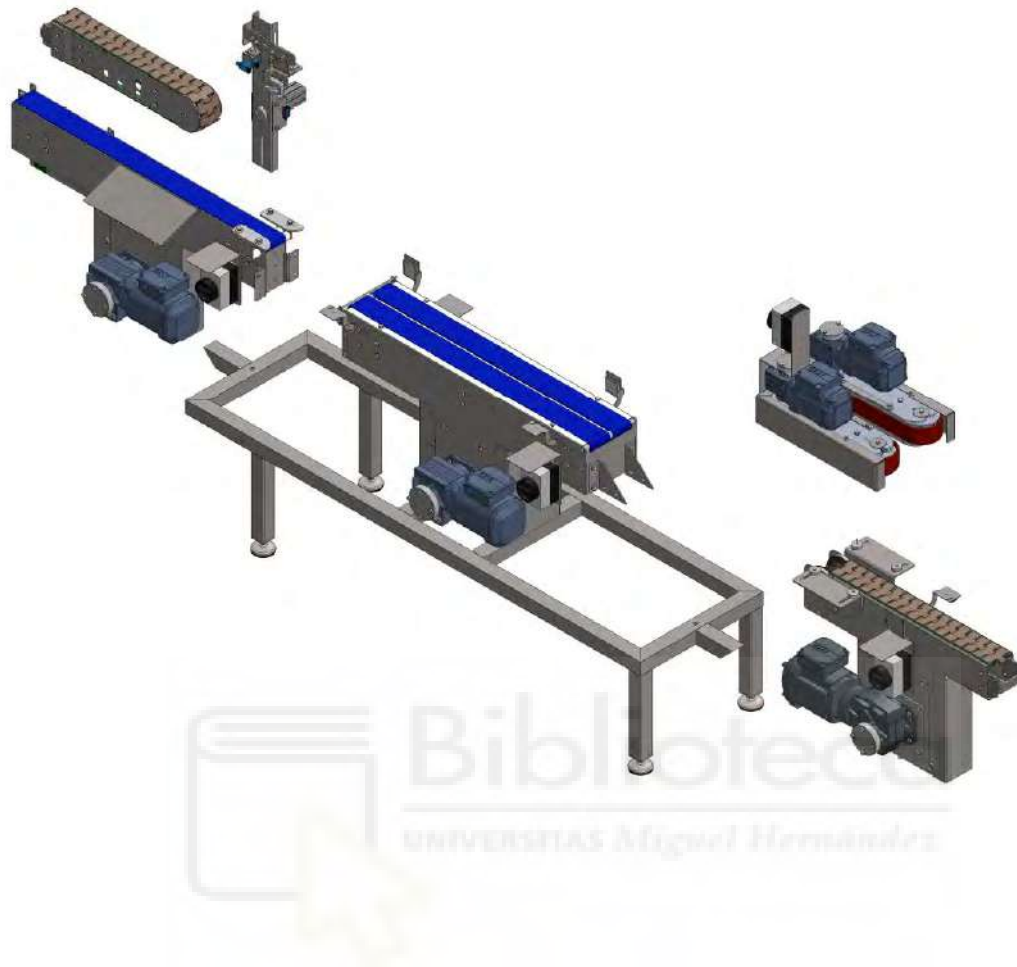


GRADO EN INGENIERIA MECANICA



3. Presupuesto.





3.1. Mediciones. Subconjuntos y elementos.

El presente presupuesto se ha elaborado a partir del desglose del sistema en elementos y subconjuntos industriales, considerando tanto las cantidades requeridas como los costes unitarios asociados a cada componente.

Los distintos elementos se han organizado en secciones correspondientes a cada módulo y / o conjunto de la instalación, lo que permite una visión estructurada del sistema y facilita su análisis técnico y económico. Para cada agrupación se ha estimado, además, el tiempo necesario para las operaciones de montaje.

Se incluye la dotación de la sensórica.

El alcance del presupuesto contempla el ensamblaje completo de la estación.

Se prevé la incorporación de un sistema de inspección.

ESTRUCTURA DE APOYO. BASTIDOR				
ELEMENTO	UD.	MEDICION	PRECIO/UD	IMPORTE
Tubo cuadrado 50 X 50 X 2 mm. Inox. 304. MATE	Metro	8,2	8,68 €	71,18 €
Gas argón + varilla de aportación	Ud.	1	8,00 €	8,00 €
Tapón roscado 50X50/2 para pie de apoyo	Ud.	4	3,10 €	12,40 €
Pie de apoyo + tuerca. Inox. 304. Base de goma	Ud.	4	6,60 €	26,40 €
Chapa tapón tubo. E3mm. Inox. 304. MATE	Ud.	2	2,80 €	5,60 €
Mano de obra. Corte del tubo	Hora	2	39,00 €	78,00 €
Mano de obra. Perforación del tubo	Hora	1	39,00 €	39,00 €
Mano de obra. Soldadura (TIG) del tubo	Hora	2	39,00 €	78,00 €
Mano de obra. Limpieza	Hora	1	39,00 €	39,00 €
IMPORTE TOTAL. ESTRUCTURA DE APOYO. BASTIDOR				357,58 €

Tabla 1-12. Precios unitarios e importe total. Estructura de apoyo.



CONJUNTO DE DOSIFICADO. MODULO DE TRACCION DE TRANSPORTADOR DE ENTRADA				
ELEMENTO	UD.	MEDICION	PRECIO/UD	IMPORTE
Chapa lateral 1. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	19,00 €	19,00 €
Chapa lateral 2. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	19,00 €	19,00 €
Soporte inferior unión ch. lateales. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	16,00 €	16,00 €
Unión simple ancha. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	4,00 €	4,00 €
Unión doble ancha. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	2	6,00 €	12,00 €
Perfil guía. PE 1000 + remaches 3,2X6mm. Inox. 304	Metro	2	4,00 €	8,00 €
Cubre protección 1. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	9,00 €	9,00 €
Cubre protección 2. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	8,00 €	8,00 €
Suplemento motor. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	8,00 €	8,00 €
Sujeción suplemento motor. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	7,00 €	7,00 €
Soporte sujeción rodamiento UCF205. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	6,00 €	6,00 €
Eje motor + chavetas. Inox. 304.	Ud.	1	48,00 €	48,00 €
Eje carrete de reenvío Z19 / Rodillo tensión. Inox. 304.	Ud.	3	9,00 €	27,00 €
Rodillo para tensión de cadena. DELRIN	Ud.	2	20,00 €	40,00 €
Separador rodillo tensión de cadena. PE1000	Ud.	2	5,00 €	10,00 €
Motor-reductor SEW Spiroplan. 0,55kW. WAF29 DRN80MK4	Ud.	1	594,00 €	594,00 €
Rodamiento UCF205. Inox. 304	Ud.	1	22,00 €	22,00 €
Carrete reenvío Z19. Poliamida	Ud.	1	11,00 €	11,00 €
Suplemento lateral para carrete de reenvío. PE 1000	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Separador rodillo de tensión de cadena. PE 1000	Ud.	4	4,00 €	16,00 €
Chapa protección del interruptor. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	5,00 €	5,00 €
Interruptor de corte de potencia + prensas. EATON	Ud.	1	35,00 €	35,00 €
Soporte en L para freno de correas. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	2	11,00 €	22,00 €
Separador para soporte en L. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	4	4,00 €	16,00 €
Separador para freno de correas. E25mm. PE 1000	Ud.	4	5,00 €	20,00 €
Tapa reductora E2mm. Inox. SAT. Suplemento PE 1000	Ud.	1	12,00 €	12,00 €
Cadena LF325 880 TAB	Metro	1,5	18,00 €	27,00 €
Manguera de 4X2,5mm². Baja emisión de halógenos	Metro	1	3,00 €	3,00 €
Soporte barandilla de calibre 12mm. E3mm. Inox. 304	Ud.	4	11,00 €	44,00 €
Calibrado redondo 12mm. Inox.304. MATE. Mecanizado largo	Ud.	2	4,00 €	8,00 €
Calibrado redondo 12mm. Inox. 304. MATE. Mecanizado corto	Ud.	2	3,80 €	7,60 €
Tornillos y arandelas. Inoxidable	Ud.	1	2,00 €	2,00 €
Punteras y terminales	Ud.	1	2,00 €	2,00 €
Mano de obra montaje	Hora	12	39,00 €	468,00 €
IMPORTE TOTAL. CONJUNTO DE DOSIFICADO. MODULO DE TRACCION DE TRANSPORTADOR DE ENTRADA				1.572 €

Tabla 1-13. Precios unitarios e importe total. Módulo de tracción de transportador de entrada.

CONJUNTO DE DOSIFICADO. MODULO DE FRENO SEPARADOR DE CORREAS				
ELEMENTO	UD.	MEDICION	PRECIO/UD	IMPORTE
Placa superior. Bastidor. E15mm. Aluminio	Ud.	2	55,00 €	110,00 €
Placa inferior. Bastidor. E15mm. Aluminio	Ud.	2	55,00 €	110,00 €
Eje calibrado D12X58mm. Separador. Inox. 304.	Ud.	6	8,00 €	48,00 €
Soporte en U para rodamiento 6005-2RS. E15mm. Aluminio	Ud.	2	12,00 €	24,00 €
Soporte rodamiento 6005-2RS. E3mm. Inox. 304.	Ud.	2	5,00 €	10,00 €
Sujeción rodamiento 6005-2RS. E3mm. Inox. 304.	Ud.	2	2,00 €	4,00 €
Placa PE 1000. 58X306. E20mm. Mecanizada	Ud.	2	30,00 €	60,00 €
Correa V-50 TK10K6 E PAZ + 6mm recubr. Linatex rojo. BRECO	Ud.	2	75,78 €	151,56 €
Cubre protección. Esp. 2mm. Inoxidable 304. SATINADO	Ud.	2	12,00 €	24,00 €
Eje motor tracción + chaveta. Inox. 304.	Ud.	2	38,00 €	76,00 €
Eje reenvío. Inox. 304.	Ud.	2	30,00 €	60,00 €
Polea de aluminio reenvío. Z36. 66T10. Mecanizada	Ud.	2	60,00 €	120,00 €
Rodamiento 6203-2RS. Reenvío. Inoxidable	Ud.	4	3,00 €	12,00 €
Seeger interior A2 D-472 40mm. Inoxidable	Ud.	4	0,60 €	2,40 €
Retén 17X40X7mm. TC-NBR AZUL	Ud.	4	1,50 €	6,00 €
Polea de aluminio tracción. Z36. 66T10. Mecanizado	Ud.	2	58,00 €	116,00 €
Buje KLDA 25X50mm. Para piñón de tracción	Ud.	2	7,00 €	14,00 €
Motor-reductor SEW Spiroplan. 0,12kW. WAF10 DRN63MS4	Ud.	2	265,00 €	530,00 €
Tapa reductora E2mm. Inox. SAT. Suplemento E15mm. Aluminio	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Rodamiento 6005-2RS. Tracción. Inox. 304	Ud.	2	4,00 €	8,00 €
Guía (leva) superior pulida. E5mm. Inox. 304	Ud.	2	12,00 €	24,00 €
Arandela especial reenvío. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	4	3,00 €	12,00 €
Chapa soporte del interruptor. E32mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	7,00 €	7,00 €
Interruptor de corte de potencia + prensas. EATON	Ud.	1	35,00 €	35,00 €
Manguera de 4X2,5mm ² . Baja emisión de halógenos	Metro	3	3,00 €	9,00 €
Tornillos y arandelas. Inoxidable	Ud.	1	4,00 €	4,00 €
Punteras y terminales	Ud.	1	2,00 €	2,00 €
Mano de obra montaje	Hora	16	39,00 €	624,00 €
IMPORTE TOTAL. CONJUNTO DE DOSIFICADO. MODULO DE FRENO SEPARADOR DE CORREAS				2.218,96 €

Tabla 1-14. Precios unitarios e importe total. Módulo de freno separador de correas.

TFG. DISEÑO DE ESTACIÓN DE ROTACIÓN DE ENVASES EN CONTINUO

CONJUNTO DE ROTACION				
ELEMENTO	UD.	MEDICION	PRECIO/UD	IMPORTE
Chapa lateral 1-2. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	2	50,00 €	100,00 €
Soporte en U unión ch. laterales. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	3	16,00 €	48,00 €
Soporte inferior unión ch. lateales. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	18,00 €	18,00 €
Cubre protección. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	2	10,00 €	20,00 €
Chapa protección frontal. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	2	16,00 €	32,00 €
Placa PE 1000. 204X962mm. E20mm. Mecanizado CNC	Ud.	1	320,00 €	320,00 €
Chapa 1 soporte calibrado de 6mm. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	2	6,00 €	12,00 €
Chapa 2 soporte calibrado de 6mm. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	2	3,00 €	6,00 €
Calibrado D6mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	4,00 €	4,00 €
Banda UNI NTB C. POM D. Ancho 76mm	Metro	5,5	65,42 €	359,81 €
Piñon tracción UNI. Z60. NYLON	Ud.	2	54,71 €	109,42 €
Eje rodillo superior reenvío. D10mm. Inox. 304.	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Rodillo superior reenvío. DELRIN	Ud.	4	8,00 €	32,00 €
Separador rodillo superior reenvío. PE 1000	Ud.	2	4,00 €	8,00 €
Eje rodillo inferior reenvío. Inox. 304	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Rodillo inferior reenvío. DELRIN	Ud.	4	10,00 €	40,00 €
Separador lateral rodillo inferior reenvío. PE 1000	Ud.	4	4,00 €	16,00 €
Separador central rodillo inferior reenvío. DELRIN	Ud.	2	4,00 €	8,00 €
Rodillo para tensión de banda. DELRIN	Ud.	4	21,00 €	84,00 €
Separador lateral rodillo tensión banda. PE 1000	Ud.	4	8,00 €	32,00 €
Separador central rodillo tensión banda. PE 1000	Ud.	4	6,00 €	24,00 €
Eje rodillo para tensión banda. Inox. 304	Ud.	2	16,00 €	32,00 €
Eje motor tracción. Inox 304 + chavetas	Ud.	2	48,00 €	96,00 €
Motor-reductor SEW Spiroplan. 0,37kW. WAF30 DRN71M4	Ud.	2	424,00 €	848,00 €
Tapa reductora E2mm. Inox. SAT. Suplemento PE 1000	Ud.	2	12,00 €	24,00 €
Chapa soporte del interruptor. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	2	7,00 €	14,00 €
Interruptor de corte de potencia + prensas. EATON	Ud.	2	35,00 €	70,00 €
Unión 1 con conjunto de tracción. E3mm. Inox. 304	Ud.	1	9,00 €	9,00 €
Unión 2 con conjunto de tracción. E3mm. Inox. 304	Ud.	1	9,00 €	9,00 €
Anillo asegurador	Ud.	4	1,00 €	4,00 €
Manguera de 4X2,5mm ² . Baja emisión de halógenos	Metro	6	3,00 €	18,00 €
Tornillos y arandelas. Inoxidable	Ud.	1	4,00 €	4,00 €
Punteras y terminales	Ud.	1	2,00 €	2,00 €
Mano de obra montaje	Hora	20	39,00 €	780,00 €
IMPORTE TOTAL. CONJUNTO DE ROTACION				3.215,23 €

Tabla 1-15. Precios unitarios e importe total. Conjunto de rotación.

CONJUNTO DE EVACUACIÓN. MODULO DE RECEPCION Y GUIADO				
ELEMENTO	UD.	MEDICION	PRECIO/UD	IMPORTE
Chapa lateral. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	2	50,00 €	100,00 €
Soporte en U unión ch. laterales. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	3	12,00 €	36,00 €
Soporte inferior unión ch. laterales. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	16,00 €	16,00 €
Cubre protección. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Chapa frontal. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	2	14,00 €	28,00 €
Placa PE 1000. 79X998mm. E20mm. Mecanizada	Ud.	1	80,00 €	80,00 €
Chapa debajo placa PE 1000. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	17,00 €	17,00 €
Banda UNI NTB C. POM D. Ancho 76mm	Metro	2,8	65,42 €	183,18 €
Piñon tracción UNI. Z60. NYLON	Ud.	1	54,71 €	54,71 €
Eje rodillo superior reenvío. Inox. 304	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Rodillo superior reenvío. DELRIN	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Eje rodillo inferior reenvío. Inox. 304	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Rodillo inferior reenvío. DELRIN	Ud.	2	10,00 €	20,00 €
Soporte en L. E3mm. Para guía PE 1000. E3mm. Inox. 304	Ud.	2	7,00 €	14,00 €
Suplemento soporte calibrado D20X35mm. Inox. 304	Ud.	4	5,00 €	20,00 €
Guía leva PE 1000. E5mm	Ud.	2	9,00 €	18,00 €
Eje motor tracción. Inox 304 + chavetas	Ud.	1	48,00 €	48,00 €
Motor-reductor SEW Spiroplan. 0,37kW. WAF30 DRN71M4	Ud.	1	424,00 €	424,00 €
Tapa reductora E2mm. Inox. SAT. Suplemento PE 1000	Ud.	1	12,00 €	12,00 €
Rodillo para tensión de banda. DELRIN	Ud.	2	21,00 €	42,00 €
Eje rodillo para tensión de banda. Inox. 304	Ud.	2	12,00 €	24,00 €
Disco lateral para rodillo de tensión de banda. PE 1000	Ud.	4	8,00 €	32,00 €
Chapa soporte del interruptor. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	7,00 €	7,00 €
Interruptor de corte de potencia + prensas. EATON	Ud.	1	35,00 €	35,00 €
Unión con conjunto de rotación. E3mm. Inox. 304	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Unión con módulo de reenvío. E3mm. Inox. 304	Ud.	1	8,00 €	8,00 €
Anillo asegurador	Ud.	1	2,00 €	2,00 €
Manguera de 4X2,5mm ² . Baja emisión de halógenos	Metro	3	3,00 €	9,00 €
Otor pequeño material	Ud.	1	20,00 €	20,00 €
Tornillos y arandelas. Inox. 304	Ud.	1	6,00 €	6,00 €
Punteras y terminales	Ud.	1	2,00 €	2,00 €
Mano de obra montaje	Hora	16	39,00 €	624,00 €
IMPORTE TOTAL. CONJUNTO DE EVACUACIÓN. MODULO RECEPCION Y GUIADO				1.961,89 €

Tabla 1-16. Precios unitarios e importe total. Conjunto de evacuación. Módulo de recepción y guiado.

CONJUNTO DE EVACUACIÓN. MODULO DE REENVIO				
ELEMENTO	UD.	MEDICION	PRECIO/UD	IMPORTE
Chapa lateral 1. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	20,00 €	20,00 €
Chapa lateral 2. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	20,00 €	20,00 €
Unión simple estrecha. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	2	4,00 €	8,00 €
Unión doble estrecha. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	6,00 €	6,00 €
Unión doble ancha. E5mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	6,00 €	6,00 €
Perfil guía. PE 1000 + remaches 3,2X6mm. Inox. 304	Metro	2	4,00 €	8,00 €
Eje carrete de reenvío. Inox. 304	Ud.	1	9,00 €	9,00 €
Carrete reenvío Z19. Poliamida. AVE	Ud.	1	11,00 €	11,00 €
Suplemento lateral para carrete de reenvío. PE 1000	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Cadena LF325 880 TAB	Metro	1,2	18,00 €	21,60 €
Soporte barandilla calibrado 12mm. E3mm. Inox. 304	Ud.	3	11,00 €	33,00 €
Soporte barandilla calibrado 12mm. E3mm. Inox. 304. Móvil	Ud.	1	14,00 €	14,00 €
Calibrado redondo 12mm. Inox.304. MATE. Mecanizado largo	Ud.	2	6,00 €	12,00 €
Calibrado redondo 12mm. Inox. 304. MATE. Mecanizado corto	Ud.	2	8,00 €	16,00 €
Tornillos y arandelas. Inox. 304	Ud.	1	3,00 €	3,00 €
Mano de obra montaje	Hora	4	39,00 €	156,00 €
CONJUNTO DE EVACUACIÓN. MODULO DE REENVIO				359,60 €

Tabla 1-17. Precios unitarios e importe total. Conjunto de evacuación. Módulo de reenvío.

SENSORICA				
ELEMENTO	UD.	MEDICION	PRECIO/UD	IMPORTE
Sensor + espejo + cable 5m	Ud.	4	40,00 €	160,00 €
Soporte sensor + soporte espejo	Ud.	4	18,00 €	72,00 €
IMPORTE TOTAL. SENSORICA				232,00 €

Tabla 1-18. Precios unitarios e importe total. Sensórica.

ENSAMBLAJE COMPLETO DE LA ESTACION				
ELEMENTO	UD.	MEDICION	PRECIO/UD	IMPORTE
Mano de obra montaje	Hora	4	39,00 €	156 €
IMPORTE TOTAL. ENSAMBLAJE COMPLETO DE LA ESTACION				156,00 €

Tabla 1-19. Precios unitarios e importe total. Ensamblaje completo de la estación.

CONJUNTO DE EVACUACIÓN. INSPECCION				
ELEMENTO	UD.	MEDICION	PRECIO/UD	IMPORTE
Soporte principal en U. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	35,00 €	35,00 €
Soporte cilindro. E3mm. Inox. 304. SAT	Ud.	1	18,00 €	18,00 €
Soporte superior 1. E4mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	15,00 €	15,00 €
Soporte superior 2. E4mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	11,00 €	11,00 €
Soporte superior 3. E4mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	14,00 €	14,00 €
Pletina soporte superior 3. E4mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	4,00 €	4,00 €
Leva mecánica. E15mm. Aluminio	Ud.	1	16,00 €	16,00 €
Soporte sensores principal. E4mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	8,00 €	8,00 €
Soporte sensores secundario. E2mm. Inox. 304. SAT	Ud.	2	4,00 €	8,00 €
Punta empujador. DELRIN	Ud.	1	10,00 €	10,00 €
Sensor capacitivo. WTB9-3P2461. SICK	Ud.	3	52,25 €	156,75 €
Sensor inductivo. E2A-M12KS04-M1-B1. OMRON	Ud.	1	17,00 €	17,00 €
Sensor capacitivo. GTB6. SICK	Ud.	1	20,00 €	20,00 €
Cilindro neumático CD55B40-50. SMC	Ud.	1	50,00 €	50,00 €
Placa de comp. neumáticos. E3mm. Inox. 304. MATE	Ud.	1	19,00 €	19,00 €
Racor 1/4" a tubo de 8mm	Ud.	5	4,00 €	20,00 €
Electroválvula 5/2. SY7120-5D0-02F-Q. SMC	Ud.	1	37,00 €	37,00 €
Silenciador 1/4"	Ud.	2	4,00 €	8,00 €
Manguera cable sensor capacitivo. M8 4pin. 2m	Ud.	3	5,00 €	15,00 €
Manguera cable sensor inductivo. M12 4pin. 2m	Ud.	1	5,00 €	5,00 €
Regulador de presión. AR20-F02-B. SMC	UD.	1	23,00 €	23,00 €
Racor 1/4" a tubo de 8mm. En codo 90°	Ud.	2	5,00 €	10,00 €
Caja de empalmes + prensas + bornas. POK. Weidmuller	Ud.	1	120,00 €	120,00 €
Tornillos y arandelas. Inoxidable	Ud.	1	4,00 €	4,00 €
Mano de obra montaje	Hora	8	39,00 €	312,00 €
IMPORTE TOTAL. CONJUNTO DE EVACUACIÓN. INSPECCION				955,75 €

Tabla 1-20. Precios unitarios e importe total. Inspección.

3.2. Resumen de presupuestos.

ESTRUCTURA DE APOYO	357,58 €
MODULO DE TRACCION DE TRANSPORTADOR DE ENTRADA	1.571,60 €
MODULO DE FRENO SEPARADOR DE CORREAS	2.218,96 €
CONJUNTO DE ROTACION	3.215,23 €
CONJUNTO DE EVACUACIÓN. MODULO DE RECEPCION Y GUIADO	1.961,89 €
CONJUNTO DE EVACUACIÓN. MODULO DE REENVIO	359,60 €
SENSORICA	232,00 €
ENSAMBLAJE DE CONJUNTO	156,00 €
CONJUNTO DE EVACUACIÓN. INSPECCION	955,75 €

Presupuesto de ejecución material (PEM): 11.028,60 €

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de ONCE MIL VEINTIOCHO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS.



3.3. Presupuesto general.

Presupuesto de ejecución material (PEM):	11.028,60 €
13 % de gastos generales	1.433,72 €
6 % de beneficio industrial	661,72 €

Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI):	13.124,04 €
21 % de IVA	2.756,05 €

Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA):	15.880,08 €
---	-------------

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de QUINCE MIL OCHOCIENTOS OCHENTA EUROS CON OCHO CÉNTIMOS.