Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE FI DE CARRERA

TÍTOL:

DISSENY DE MÀQUINA TERMOFORMADA F2000

AUTOR: SERGI PEÑAFIEL HERVÁS

TITULACIÓ: ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL ESP. MECÀNICA

DIRECTOR: SALVADOR CUELLAR

DEPARTAMENT: EXPRESSIÓ GRÀFICA A L'ENGINYERIA

DATA: 24/03/2011

TÍTOL: DISSENY DE MÀQUINA TERMOFORMADORA F2000

COGNOMS: PEÑAFIEL HERVÁS **NOM: SERGI**

TITULACIÓ: ENGINYERIA TÈCNICA INDUSTRIAL

ESPECIALITAT: MECÀNICA **PLA: 95**

DIRECTOR: SALVADOR CUELLAR

DEPARTAMENT: EXPRESSIÓ GRÀFICA A L'ENGINYERIA

QUALIFICACIÓ DEL PFC

TRIBUNAL

PRESIDENT **SECRETARI** **VOCAL**

DATA DE LECTURA:

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: □ Sí □ No

PROJECTE FI DE CARRERA

RESUM (màxim 50 línies)

La raó d'aquest projecte és la realització d'una màquina termoformadora F2000, aquesta màquina esta dissenyada de tal manera que pretén omplir el buit que existeix d'aquest tipus de maquinària en el sector del packaging.

Per la realització d'aquest projecte, s'ha dut a terme un estudi de les diferents metodologies utilitzades per realitzar un procés de termoformat, adaptant la termoformadora F2000 a les necessitats requerides pel mercat, així com els diferent materials emprats en aquesta industria.

La metodologia utilitzada pel disseny de la termoformadora, està basada en una part de projecció de plànols on prèviament s'analitza la millor solució constructiva per cada grup de la màquina. Aquestes solucions estan presses després de verificar-les amb una sèrie de càlculs constructius, els quals ens ratifiquen que la opció escollida és la mes adient.

L'estudi econòmic, ens verifica que el projecte de la màquina termoformadora és viable i que la producció real d'aquesta és factible i rentable en un període a mig termini.

S'ha tingut en consideració els aspectes mediambientals, utilitzant en el procés de disseny de la termoformadora materials altament reciclables com son l'acer inoxidable i l'alumini.

Per la realització d'aquest projecte s'ha utilitzat el software de disseny SOLID EDGE ST2, gràcies a aquest software s'ha pogut realitzar una visualització 3D de la termoformadora.

Paraules clau (màxim 10)

Termoformadora	Moldeig	Film	Materials
Pre-escalfament	Blister	Motlle	

Vull dedicar aquest projecte als meus fills Aleix i Xènia i especialment a la meva companya Clàudia que sense la seva empenta i dedicació aquest projecte mai s'hagués dut a terme.
Per últim, donar les gràcies i deixar constància que, no hauria arribat fins aquí, sense l'ajut al llarg dels anys del meus pares, que malauradament no podran mai llegir aquestes línies.

RESUM

l'objectiu d'aquest projecte és el disseny i el càlcul de les parts mecàniques d'una màquina termoformadora F2000 la qual serà destinada per la fabricació de blisters de forma automatitzada.
La termoformadora està destinada a petites i mitjanes empreses que requereixen una producció seria de diferents tipus de productes.

Després d'estudiar les diferents tipologies de maquines termoformadores existents al mercat i comprovar que la majoria estan enfocades a línies de gran producció, s'opta per aquesta tipologia de màquina que permet cobrir el mercat de les petites i mitjanes empreses.

S'ha fet l'estudi i el disseny desglossant la termoformadora en diferents mòduls constructius els quals s'estudien separadament a la fi de poder analitzar el funcionament de cada mòdul per separat i poder extraure i simplificar la metodologia de funcionament de la termoformadora

S'ha dissenyat una màquina de termoformat que ens permet una cadència de producte de fins a 12 cicles per minut, depenent de la configuració del motllo, el qual es intercanviable amb la possibilitat d'adoptar múltiples configuracions i formes. La màquina ens permet treballar en ambients corrosius per lo que s'ha fet un estudi dels material emprats a la seva construcció

S'ha aconseguir dissenyar una màquina compacte amb unes dimensions reduïdes i amb un cost molt competitiu.

ÍNDEX

RESUM 1
ÍNDEX 3
PREFACI 15
Origen del projecte 15
Motivació 15
1.1. INTRODUCCIÓ 16
1.1.1. Objectius del projecte 16
1.1.2. Abast del projecte 16
2.1. PRINCIPIS DEL TERMOFORMAT 17
2.1.1. Historia de l'industria del termoformat 17
2.1.2. Productes fabricats per termoformat 17
2.2. POLIMERS ADEQUATS PEL TERMOFORMAT 19
2.2.1. Propietats tèrmiques 19
2.2.2. Temperatura 20
2.2.3. Mesura de l'escalfament 20
2.2.4. Calor específic 20
2.2.5. Conductivitat tèrmica 20
2.2.6. Expansió tèrmica 20
2.3. ESCALFAMENT DELS PLÀSTICS 21
2.3.1. Transferència de calor: conducció, convecció i radiació 21
2.3.2. Propietats tèrmiques del plàstics 21
2.3.3. Medis de transmissió de calor 22
2.3.4. Temperatures i cicles de format. 23
2.3.5. Determinació de la correcta temperatura del material 25
2.4. EQUIPS DE TERMOFORMAT 25
2.4.1. Forns de gas amb circulació forçada d'aire 26
2.4.2. Forns d'escalfament infraroig 26
2.4.3. Resistències elèctriques d'escalfament lineal. 27
2.5. EQUIP COMP: BUIT, AIRE A PRESSIÓ I FORCES MECÀNIQUES 27
2.5.1. Format al buit 28
2.5.2. Format amb aire a pressió 30
2.5.3. Format mecànic 31
2.5.4. Tècniques combinades 32
2.5.5. Disseny d'ajudes mecàniques 32
2.6.MOTLLOS DE TERMOFORMAT 33
2.6.1. Elecció del tipus de tècnica de termoformat 33
2.6.2. Criteris pel disseny de productes termoformats 33

2.6.3. Criteris pel disseny del motllo de termoformat 34
2.6.4. Consideracions en el disseny de motllos de termoformat 37
2.6.5. Materials emprats en la fabricació de motllos de termoformat 40
2.7. TÈCNIQUES DE TERMOFORMAT 41
2.7.1. Termoformat bidimensional 41
2.7.2. Termoformat tridimensional 41
2.8. REFREDAMENT DE PECES TERMOFORMADES 44
2.8.1. Mètodes convencionals de refredament 44
2.8.2. Mètodes no convencionals de refredament 44
2.9. TALL DE PECES TERMOFORMADES 44
2.9.1. Equips de tall 45
3.1. DESCRIPCIÓ DELS GRUPS CONSTRUCTIUS 46
3.1.1. Alimentador de film 46
3.1.2. Mòdul d'entrada 48
3.1.3. Pinyó esquerre i dret 49
3.1.4. Corró entrada film inferior 50
3.1.5. Protecció entrada film inferior 51
3.1.6. Armari elèctric i neumàtic 52
3.1.7. Transmissió de sortida 53
3.1.8. Protecció del motor 56
3.1.9. Grup elevació per-escalfament 57
3.1.10. Per-escalfament placa llisa 58
3.1.11. Grup elevació bieles termoformat 61
3.1.12. Termoformat per pistó 63
3.1.13. Tapís sortida 67
3.1.14. Protecció tapís sortida 68
3.1.15. Grup elevació tall sense desperdici 69
3.1.16. Tall sense desperdici 70
3.1.17. Mòdul fulla circular 72
3.1.18. Conjunt bastidor 2 m. 73
3.1.19. Protecció bastidor. 74
3.1.20. Protecció zona termoformat. 74
3.1.21. Soporter comander i comander. 75
4.1. SEGURETAT D'OPERACIÓ A LA MÀQUINA 76
4.1.1. Principis bàsics. 76
4.1.2. Manteniment i inspecció. 76
5.1. ASPECTES MEDIAMBIENTALS. 77
5.1.1. Beneficis del acer inoxidable. 77
5.1.2. Beneficis de L'alumini. 78
6.1. CÀLCULS JUSTIFICATIUS. 80

6.1.1. Resistència pre-escalfament. 80
6.1.2. Càlcul motorreductor transmissió de sortida 82
6.1.3. Càlcul motorreductor tapís de sortida 85
6.1.4. Càlcul cadena d'arrossegament 88
6.1.5. Transmissió cremallera pinyó desbobinador film inferior
92
7.1. CONCLUSIONS. 94
8.1. BIBLIOGRAFIA. 95
9.1. NORMATIVA. 96
10.1. ESTUDI ECONÒMIC. 98
10.1.1. Criteri utilitzat per l'elaboració del pressupost. 98
10.1.1.1 Característiques dels preus. 98
10.1.1.2 Elaboració del pressupost. 98
10.1.1.3 Pressupost. 98
10.1.2. Preus unitaris. 99
10.1.2.1 Mà d'obra. 99
10.1.2.2 Maquinària. 99
10.1.3. Pressupost d'execució material. 100
10.1.3.1 Desbobinador film inferior 100
10.1.3.2 Mòdul d'entrada 101
10.1.3.3 Pinyó esquerre 101
10.1.3.4 Pinyó dret. 102
10.1.3.5 Corró d'entrada de film inferior. 102
10.1.3.6 Protecció d'entrada de film inferior. 103
10.1.3.7 Armari electro-neumàtic. 103
10.1.3.8 Transmissió sortida. 104
10.1.3.9 Protecció motor. 105
10.1.3.10 Grup elevació pre-escalfament. 106
10.1.3.11 Grup elevació termoformat. 107
10.1.3.12 Grup pre-escalfament. 108
10.1.3.13 Tapís sortida. 109
10.1.3.14 Protecció Tapís sortida. 110
10.1.3.15 Grup elevació tall sense desperdici. 111
10.1.3.16 Tall sense desperdici. 112
10.1.3.17 Mòdul tall circular. 112
10.1.3.18 Protecció bastidor. 113
10.1.3.19 Protecció zona termoformat. 113
10.1.3.20 Termoformat per pistó. 114
10.1.3.21 Bastidor. 115
10.1.3.22 Suport comander. 115

10.1.3.23 Comander. 115
10.1.3.24 Muntatge general. 116
10.1.3.25 Embalatge, Muntatge i instal·lació. 116
10.1.3.26 Resum pressupost d'execució material. 116
10.1.4. Pressupost d'execució. 117
10.1.5. Rendibilitat financera. 117
10.1.6. Període de retorn. 118
10.1.7. Valor actual net (VAN) 118
10.1.8. Taxa interna de rendibilitat (TIR) 118

ANNEX A CATÀLEG DE PROVEÏDORS.

ANNEX B PLÀNOLS

TERMOFORMADORA F2000

CONJUNT BASTIDOR F2000 11000
Peu de màquina 11001
Suport L = 1480 11002
Suport cablejat 11003
Espàrrec L = 198 11004
Embellidor lateral L = 310 11005
Cantonera L = 1500 11006
Muntatge bastidor 2m 11007
Travesser inferior L = 1492 11008
Bastidor 2 m 11009
TAPÍS SORTIDA F2000 12000
Suport tapís 12001
Guia banda 12005
Placa lateral posterior 12006
Placa lateral davantera 12007
Banda transportadora 12008
Eix corro entrada 12009
Corro entrada 12010
Eix corro tracció 12011
Suport tapís 12012
Suport husillo 12013
Husillo regulació altura tapa 12014
Tub pata D60x2 12016
Casquillo 12017
Corró tracció 12019
Corró tensor 12020

Anell centrat 12021
Espàrrec volant 12022
Femella regulació altura tapís 12023
Recolzament banda 12024
Tirant 12025
Tensor 12026
Eix corró tensor 12027
Guia lateral 12030
Guia lateral 12032

CORRÓ ENTRADA FILM INFERIOR F2000 13000

Eix corró 13001
Corró entrada 13002
Casquillo guia 13003
Separador 13004
Casquillo rodament 13005

PROTECCIÓ ZONA DE TERMOFORMAT F2000 14000

Protecció fixe 14002
Montant fixe 14003
Travesser superior fixe 14004
Travesser fixe entrada 14005
Travesser fixe sortida 14006
Travesser inferior fixe 14007
Travesser inferior fixe 14008
Protector vertical 14012
Protector mòbil 14015
Travesser mòbil 14016
Montant mòbil 14017
Montant mòbil 14018
Eix de reforç 14019
Travesser superior mòbil 14021
Travesser inferior mòbil 14022
Travesser inferior mòbil 14023
Protecció superior 14024
Protecció lateral 14025

TALL SENSE DESPERDICI F2000 15000

Tall sense desperdici comú 15001

PRE-ESCALFAMENT F2000 16000

Placa pre-escalfament 16002
Motllo termoformat 16003
Suplement d'ajust 16005

Suport resistència pre-escalfament 16007
Resistència 3000W 16008
Tapa resistència 16009
Disc aïllant 16012
Plat superior pre-escalfament 16013
Maneta d'ancoratge 16017
Espàrrec d'ancoratge ràpid 16018
Maneta M10 16019

TERMOFORMAT PER PISTÓ F2000 17000

Termoformat per pistó comú 17001
Bisagra plat superior 17005
Suport eix 17006
Eix bisagra 17007
Bisagra 17008
Tope bisagra 17010
Caixa d'ajust 17012
Maneta d'ancoratge 17013
Espàrrec ancoratge placa 17014
Plat mòbil conjunt 17016
Plat mòbil 17017
Eix gir ancoratge utillatge 17018
Maneta ancoratge motllo 17023
Suport placa fixació motllo 17024
Placa fixació motllo 17025
Motllo termoformat 17027
Anell orientació motllo 17028
Bulon de fixació 17029
Suport marc 17030
Suplement suport envàs 17031
Plat superior de termoformat conjunt 17034
Suport cilindre de gas 17035
Deflector pistó 17037
Plat superior de termoformat 17038
Campana pistonatge conjunt 17039
Campana pistonatge 17040
Junta 17041
Placa lateral 17042
Placa lateral 17043
Placa lateral 17044
Placa porta pistó 17045
Placa ancoratge pistó 17046

Pistó termoformat 17047
Grup cilindre pistonatge 17048
Placa blocatge pistons 17049
Distanciador D20xL37 17053
Tope superior pistons 17054
Eix de reglatge 17055
Tope roscat pistons 17056
Maneta pistons 17057
Eix ancoratge placa pistons 17058
Brida fixació pistons 17059
Suport plat superior pistonatge esquerre 17061
Suport plat superior pistonatge dret 17062
Suport plat superior pistonatge esquerre 17063
Suport plat superior pistonatge dret 17064
Ancoratge cilindre 17065
Pistó termoformat 17066
Termoformat per pistó 17067
Placa de fons de envàs 17068
Suplement suport envàs H 20 17069
Suplement suport envàs H 10 17070
Suplement suport envàs H 5 17071

CORRÓ ENTRADA F2000 18000

Corró entrada film inferior 18001

PROTECCIÓ BASTIDOR F2000 20000

Porta bastidor L = 1500 20001
Suport central porta 20002
Suport porta 20003
Suport porta 20004

PINYÓ ESQUERRA F2000 21000

pinyó cadena separador 21001
Disc separador pas 12.7 21002
Montant lateral 21003
Placa tensora 21004
Eix pinyó 21005
Tope tensor pas articulat pas 12.7 21011
Tensor cadena pas 12.7 21012
Disc articulació 21013
Platina tensor 21014
Guia suport pas 12.7 21015
Cargol M20 L = 130 21016

PINYÓ DRET F2000 22000

Montant lateral 22001

DESBOBINADOR FILM INFERIOR F2000 23000

Desbobinador film inferior 23001
Montant lateral 23002
Montant lateral 23003
xapa lateral 23004
Esquadra 23006
Brida inferior muntant 23007
Brida muntant 23010
Brida eix expansible 23011
Compensador desbobinador de film inferior 23013
Xapa lateral 23016
Xapa lateral 23017
Montant lateral compensador 23018
Cremallera 23019
Corró 23020
Eix tensor 23021
Pinyó cremallera 23022
Eix fixe 23023
Travesser fixe 23024
Disc posicionador 23025
Tope fixació 23026
Platina ancoratge 23027
Arandela guia film 23030
Fre electromagnètic + eix expansible 23034
Eix expansible 23035
Tapa fre neumàtic 23045
Brida tope bobina 23046
Tancament eix expansible 23047
Palier superior 23048

GRUP ELEVACIÓ PRE-ESCALFAMENT SIMPLE F2000 24000

Pati 24001
Suport grup pre-escalfament 24002
Arandela 24004
Suplement eix del cilindre 24005
Maneta fixació 24008
Espàrrec per la maneta 24010
Placa mòbil 24011
Arandela 24012
Guia L = 200 24013
Placa superior pre-escalfament 24015

Tirant suport travessers 24016
Placa inferior pre-escalfament 24017
Caixa connexions 24019
Montant lateral 24020

GRUP ELEVACIÓ TALL SENSE DESPERDICI F2000 25000

Grup elevació bieles 25001
Placa guia 25003
Montant lateral 25004
Guia L = 300 25006
Mòdul eix inferior grup elevació 25007
Eix inferior 25009
Arandela exterior 25010
Arandela interior 25012
Mòdul eix lateral 25014
Eix lateral grup elevació 25015
Biela inferior 25017
Biela superior 25018
Travessa placa mòbil 25019
Mòdul eix superior 25020
Eix superior grup elevació 25022
Patí lliscament 25023
Suport grup elevació 25024
Brida cilindre 25025
Forquilla cilindre bieles 25026
Tall sense desperdici mòdul regulació capçal 25029
Suplement muntant lateral 25030
Espàrrec regulació capçal 25033
Arandela regulació capçal 25034
Femella regulació capçal 25035
Anell graduat regulació capçal 25036
Plat mòbil tall sense desperdici 25037
Placa mòbil tall sense desperdici 25038
Postís guia 25039
Part inferior inclusa comú 25040
Base panel sufridera 25041
Panel sufridera 25042
Sufridera 25043
Bolc superior fixe comú 25044
Bloc superior fixe 25045
Suport superior cassete de tall 25046
Calaix 25047

Brida fixació 25048
Tope fixació 25051
Espàrrec fixació 25052
Cassete tall sense desperdici 25054
Suport fulla de tall 25055
Xapa de suport 25056
Xapa d'ancoratge 25057
Fulla de tall 25058
Platina ancoratge 25059
Xapa extracció 25060
Punxonador central 25061
Punxonador lateral 25052
Brida lateral 25053

ARMARI ELECTRO-NEUMATIC F2000 26000

Distanciador 26001
Xapa inferior 26002
Muntatge armari elecro-neumatic 26004
Columna hexagonal 26005
Brida tancament finestra armari 26006
Junta plana finestra armari 26007
Porta armari 26009
Esquadra suport esquerra 26010
Esquadra suport dret 26011
Esquadra suport superior 26012
Espàrrec M10 L = 42 26014
Armari electro-neumàtic 26015
Pasacables transversal 26016
Brida M6 26018

TRANSMISIÓ SORTIDA SEMI-RIGID F2000 27000

Transmissió fixa 27001
Placa transmissió davantera 27003
Tapa rodament 27004
Politja dentada 27006
Eix desviament 27008
Politja desviament 27009
Brida d'ajust 27010
Politja dentada tope 27012
Suport rodament 27013
Tancament articulat 27014
Molla de compressió 27015
Suport rodaments 27022

Tapa rodament 27025
Braç reductor 27026
Casquillo antivibrador 27027
Arandela 27029
Placa transmissió davantera 27030
Protecció 27032
Eix regulador ranurat 27033
Xapa subjecció 27034
Eix regulador ranurat 27035
Eix transmissió 27036
Tirant 27037
Suport rodaments doble 27042
Molla compressió 27043
Eix transmissió 27045
Eix 27046
Transmissió motriu dreta 27047
Placa lateral 27048
Eix pinyó 27049
Eix pinyó 27051
Pinyó cadena 27052
Eix pinyó 27054
Pinyó cadena 27055
Arandela desviament 27056
Deflector lateral posterior 27060
Transmissió motriu esquerra 27061
Placa lateral 27062

SUPORT COMANDER F2000 28000

Suport 28001
Brida suport tub 28002
Tub 28003
Casquillo 28004

MÒDUL TALL CIRCULAR F2000 29000

Fulla de tall 29001
Moyu fulla de tall 29002
Contra moyu fulla de tall 29003
Eix suport fulla de tall 29004

MÒDUL ENTRADA F2000 31000

Brida guia de cadena 31001
Suport guia de cadena 31002
Porta guia cadena 31003
Perfil guia cadena 31004

Perfil guia cadena 31005
Corredera guia cadena 31006

PROTECCIÓ ENTRADA FILM INFERIOR F2000 32000

Suport seguretat 32001
Xapa articulació 32002
Xapa protecció 32003
Eix guiat 32004
Separador 32005
Tope 32007

PROTECCIÓ MOTOR F2000 33000

Fixació protecció motor 33001
Armari protecció 33002
Pasacacles transversal 33004
Columna calaix 33006

GRUP ELEVACIO BIELES TERMOFORMAT F2000 34000

Brida cilindre 34001
Forquilla cilindre 34003

PROTECCIÓ TAPÍS SORTIDA F2000 35000

Guia 35001
Arandela 35002
Panell protecció 35003
Eix cilindre 35004
Tapa lateral 35016
Tapa lateral 35017

PREFACI

Origen del projecte

L'origen per a l'elaboració del present projecte es troba en la necessitat real de fabricació d'una termoformadora la qual pugui realitzar una fabricació totalment automatitzada i seriada diferents formats de blisters realitzats en diferents tipus de material plàstic.

Motivació

Les màquines termoformadores automàtiques que es troben actualment en el mercat presenten unes característiques que enfoquen la producció a grans series de producció d'un mateix producte.

Actualment trobem un buit en el mercat de màquines de termoformat automatitzades que siguin compactes i estiguin dissenyades per petites produccions seriades i que tinguin unes característiques que ens facilitin poder intercanviar els motllos de forma rapida i senzilla per tal de poder produir diferents tipus de productes amb un costos i temps competitius.

S'ha cregut que dissenyant aquesta màquina podem entrar en un mercat exclusiu de les grans empreses de maquinaria de termoformat, competint amb elles amb una màquina compacta, precisa, econòmica i de fàcil funcionament.

1.1. Introducció

1.1.1. Objectius del projecte

Es pretén dissenyar una màquina de termoformat totalment automatitzada de dimensions reduïdes, compacta i de fàcil transport i muntatge, per tal de competir amb el mercat espanyol de maquinaria de termoformat, ja que segons un estudi previ, observem que hi ha una mancança d'aquest tipus de màquina ria al mercat espanyol. A mes, s'ha aconseguit un preu força competitiu el qual ens fa ser optimistes en la possible expansió de l'empresa.

L'objectiu es poder comercialitzar aquesta termoformadora F2000 amb una cadència de 15 màquines anuals i poder obrir una xarxa de clients de petites i mitjanes empreses que es dediquen a la fabricació de blisters amb la tècnica del termoformat.

1.1.2. Abast del projecte

L'abast d'aquest projecte és el desenvolupament del disseny i les característiques mecàniques d'una màquina termoformadora de blisters F2000.

Tant el disseny mecànic com les característiques de funcionament presentades, estan orientades al compliment dels requeriments ja exposats abans, i sota aquest prisma es fa el desenvolupament mecànic.

Les característiques dels element elèctrics electrònics i neumàtics que formen part de la màquina son descrites únicament sense detalls del seu càlcul i disseny.

A les pagines següents podem trobar en primer lloc una introducció a l'ampli mon del termoformat. Posteriorment ens centrarem en l'anàlisi constructiu de cada element, incloent costos i càlculs justificatius.

2.1. Principis del termoformat

2.1.1. Historia de l'industria del termoformat

Des de principis del segle XX s'han conegut algunes tècniques del format de lamines, amb materials com el metall, vidre i fibres naturals. Els veritables principis del termoformat es va donar amb el desenvolupament dels materials termoplàstics, durant la segona guerra mundial. Els anys de postguerra van portar els grans volums de comercialització y el ràpid desenvolupament d'equips i maquinària capaços d'adaptar-se als mètodes moderns de manufactura, per produir productes més útils i més rentables.

Durant els anys cinquanta, els volums de producció de materials termoplàstics i els productes fets amb ell arriben a xifres impressionants. La dècada dels 60's va ser el moment en el que es va cimentar les bases del futur desenvolupant l'industria del termoformat. En els anys setanta, els grans consumidors i la competència entre productes, requerien màquines de gran velocitat i productivitat. Els productors de la maquinaria van satisfer amb màquines capaces de produir prop de cent mil contenidors individuals termoformats per hora. També va haver-hi necessitat de sofisticar els controls.

Des de la dècada dels 80's fins avui, els termoformadors han guanyat tal confiança en el seu procés, que han anat mes enllà de les seves expectatives i han establert línies contínues capaces de produir articles acabats termoformats a partir ja no de làmina, sinó del pellet de resina; a més de reciclar el seu desaprofitament amb un mínim de control. Els equips s'han computeritzat i avui permeten un autocontrol i funcions de diagnòstic. Actualment, els equips molt complicats no requereixen més d'una persona per al seu maneig i control gràcies als avanços de l'electrònica. Per l'anterior, es creu que el mercat de treball de la indústria del termoformat experimentarà una escassetat de personal tècnic entrenat i experimentat, ja que els coneixements tradicionals ja no serien suficients; per tant, conferències, seminaris, cursos, etc., servirien per incrementar el coneixement general del termoformador i donarien major maduresa a aquesta ben cimentada indústria.

2.1.2. Productes fabricats per termoformat

Molts dels productes termoformats en ús actualment, han estat fets per reemplaçar les seves formes d'ús original; aquesta situació s'ha donat tan ràpidament que ja gairebé s'ha oblidat quines eren aquestes; per exemple, no és fàcil recordar que s'empacaven les hamburgueses abans dels empaquetatges d'una sola peça de poliestirè o de quin material es recobrien els interiors dels refrigeradors.

El llistat que a continuació es proporciona, inicia amb el producte de major nombre de peces termoformades produïdes i va en ordre descendent fins al de menor producció.

Indústria de l'empaquetatge

Des de l'inici del procés de termoformat, la indústria de l'empaquetatge ha estat la més beneficiada a causa de l'alta productivitat i les bondats que ofereix per cost-benefici. Actualment, la major part dels equips d'empaquetat (blister) són d'alimentació automàtica d'alta velocitat. Aquests equips es denominen "forma-omple-segella" i serveixen per a l'empaquetat de cosmètics, carns fredes, refrescs, dolços, articles de papereria, etc.

Indústria del menjar per emportar

En la creixent indústria del "menjar per emportar", existeix una gran quantitat de productes termoformats utilitzats, que abasta des de contenidors de menjar complet (contenidors amb divisions) fins als empaquetatges per a hamburgueses, sandwiches, refrescs, etc.

Generalment, la indústria esmentada requereix una impressió en els paquets termoformats. Aquesta impressió podria realitzar-se abans o després del termoformat; exemples d'aquests productes són gots, contenidors de sandwiches, hamburgueses, hot dogs, etc.

Indústria de l'empaquetatge per a aliments

Els supermercats són els grans usuaris de contenidors termoformats. Els materials utilitzats són

termoplàstics de baix cost. Aquests contenidors estan dissenyats per ser apilats o acomodats en diferents formes. Exemples: contenidors per a carn, fruites, ous, verdures.

Transport
El transport públic i privat com el camió, tren, metre, avió, automòbil, etc., compte dins del seu equip amb nombroses parts de plàstics termoformats; la majoria d'aquests són usats per a l'acabat d'interiors o parts externes que no siguin estructurals. Entre uns altres: seients, respatllers, descansa braços, vistes de portes, taules de servei, parabrises, protectors d'instrumentació, guardes, spoilers, etc.

Senyalització i anuncis
Són fabricats generalment en acrílic i poden ser d'una sola peça i de grans dimensions. En aquests anuncis o senyalitzacions, usualment s'empra acrílic transparent (cristall) i el color és pintat per l'interior amb pintures base acrílica.

L'ús de l'acrílic en exteriors fa que els anuncis siguin resistents a la intempèrie i virtualment lliures de manteniment, a més de suportar condicions extremes de fred o calor. Com a exemples d'aquests es tenen els anuncis lluminosos exteriors, interiors, assenyalaments en llocs públics, oficines, etc.

Articles per a la llar
Existeix una gran quantitat d'articles per a la llar que tenen parts termoformades, de fet, són produccions d'alt volum. Es troben, per exemple, en carcasses, rentadores, rentaplats, secadores de roba, refrigeradors, finestretes d'aire condicionat, humidificadors, carcasses de televisió i ràdio, etc.

Indústria alimentaria
Un dels més antics i majors consumidors de productes termoformats, és la indústria alimentaria. L'ús de safates i altres accessoris tenen un potencial de consum major donat que, a més dels grans usuaris com són hospitals, guarderies, escoles, fires i uns altres, s'agreguen el sector militar i organitzacions d'ajuda internacional. Exemples: safates, gots i plats.

Indústria mèdica
La indústria mèdica requereix d'una gran varietat de productes i empaquetatges esterilitzats per a hospitals, clíniques i consultoris. Les especificacions d'aquests productes solen ser molt estrictes i l'ús del reciclat de materials, és inacceptable. L'ús de l'acrílic, per ser un material fisiològicament innocu, s'està incrementant dia a dia. Exemples: equip quirúrgic, xeringues i agulles, taules quirúrgiques, gabinets, incubadores, butaques dentals i plataformes d'exercici, etc.

Agricultura i horticultura
La comercialització de plantes en supermercats i tendes especialitzades ha generat, des de fa temps, la necessitat de fabricar tests i petits contenidors, inclusivament fins a de múltiples cavitats per a l'exposició i venda. Aquest tipus de contenidors són fabricats amb plàstics reciclats i a baix cost. Com a exemples es poden citar: tests, contenidors de diferents grandàries d'una o diverses cavitats, petits hivernacles, safates per a creixement de llavors, contenidors para sembra, etc.

Construcció i habitatge
La indústria de la construcció ha emprat productes termoformats des de fa diversos anys, accelerant-se ràpidament la popularitat d'aquests. Hi ha una gran quantitat de productes que fàcilment s'han substituït per peces termoformades; de fet, hi ha productes que no es podrien fabricar d'una altra forma, com els doms o arcs canó. L'acrílic en aquest sector es veu àmpliament utilitzat per les seves propietats de resistència a la intempèrie i termoformabilitat.
Exemples d'aquests són: doms, arcs canó, tines de hidromassatge, mòduls de bany, lavabos, taules, cadires, bases per a llums, articles de cuina, rellotges, façanes, escales, divisions, aquaris, etc.

Equipatge
Algunes empreses fabricadores d'equipatge, estan optant per usar el procés de termoformat ja que presenta avantatges sobre els productes per injecció, ja que per ser un model lliure d'esforços, es redueixen les possibilitats de fractures en els equips de les peces termoformades. Exemples: maletes de

tot tipus, portafolis, etc.

Equip fotogràfic
Un dels productes més antics en el termoformat, són les safates per revelat, a més de les galledes per a flaix (el reflector metàl·lic) i el magazine per a càmeres de pis, encara quan la seva producció requereix una tècnica de termoformat de precisió.

2.2. Polimers adequats pel termoformat

Bàsicament, tots els polímers termoplàstics són adequats per al procés de termoformat. Aquests materials, quan són sotmesos a un escalfament presenten una variació en el seu mòdul d'elasticitat, duresa i capacitat de resistència sota càrrega. Amb un increment de temperatura que depassi l'H.D.T., el comportament del material tendirà a tornar-se en un estat pastós, tenint com a valor crític la temperatura de revingut del polímer termoplàstic. Això pot observar-se en el ràpid vinclament de la lamina escalfada, quan la força de gravetat es torna suficient per causar aquesta deformació.

La Taula num. 1 conté els polímers adequats i més comuns pel termoformat així com la seva temperatura de format.

Taula 1. Polimers pel termoformat

POLIMERS	TEMPERATURA DE DE-FLACCIÓ A LA CALOR			TEMPERATURA DE TERMO-FORMAT		
	a 264 psi (ºC)	A 66 psi (ºC)	sense càrrega (ºC)	temp. de la lámina (ºC)	temp. Del motllo (ºC)	temp. de ajuda (ºC)
Acrílico extruido	94	98		135-175	65-75	
Acrílico cell-cast	96	110		160-180	65-75	
Acetobutirato de celulosa	65-75	75-80	120-150	140-160		
Polietileno de alta densidad		60-80	100	145-190	95	170
Polipropileno	55-65	110-115	140	145-200		
Poliestireno	70-95	70-100	100	140-170	45-65	90
Poliestireno alto impacto	85-95	90-95	120	170-180	45-65	90
SAN	100	105		220-230		
ABS	75-115	80-120	95	120-180	70-85	90
Polivinilo de cloruro (RV.C.)	70	75	110	135-175	45-65	80
Policarbonato	130	140	160	180-230	95-120	140

2.2.1. Propietats tèrmiques

Un dels aspectes que menys es pren en compte en la pràctica del termoformat, és el de les propietats tèrmiques dels polímers, sent aquest un dels aspectes més rellevants i crítics del procés. La total comprensió d'aquests factors disminuirà el risc de llargues corregudes de pre-producció o la mala adequació del producte a l'entorn.

Al parlar de propietats tèrmiques és indispensable establir els conceptes relacionats a aquest tema. En primer lloc és necessari recordar que l'energia és freqüentment dissipada a través de la fricció i llavors apareix en forma de calor o de l'energia tèrmica interna d'un cos. Per descomptat algunes vegades de forma deliberada s'incrementa la calor a una substància per canviar la seva temperatura o per alterar la seva forma.

La calor específica i la conductivitat tèrmica són dues de les propietats físiques dels polímers que s'usen extensivament en el termoformat.

2.2.2. Temperatura

En el debat del fenomen tèrmic és indispensable incloure alguns termes i conceptes. La primera d'aquestes propietats tèrmiques és la temperatura. La temperatura és una mesura del grau de "calor" o "fred" d'un objecte. És indispensable establir una escala de temperatura, es va prendre com a paràmetre les propietats de l'aigua, en particular el punt de fusió del gel i el punt d'ebullició de l'aigua. Existeixen tres escales per mesurar la temperatura d'una substància, l'escala en graus centígrads (ºC), Fahrenheit (ºF) i Kelvin (ºK), sent les primeres dues, les més utilitzades.

2.2.3. Mesura de l'escalfament

La calor és simplement una de les formes d'energia i per això la unitat física apropiada per mesurar la calor és la mateixa que per a l'energia mecànica i aquesta és el joule. Com en el mateix cas de les escales de temperatura, l'aigua és usada com a paràmetre de substància per a la definició de la unitat de calor. La quantitat de calor requerida per elevar la temperatura d'1 kg. d'aigua en un grau (actualment es pren com 14.5 ºC a 15.5 ºC) és definida com 1 caloria (cal.).

2.2.4. Calor específic

Quan 1 caloria és subministrada a 1 kg. d'aigua, la temperatura de l'aigua s'incrementarà 1 grau, per exemple, si la mateixa quantitat de calor és subministrada a la mateixa massa d'alcohol metílic, la temperatura s'incrementarà en aproximadament a 1.7 graus, o si 1 cal. és subministrada a 1 kg. d'alumini, la temperatura del metall s'incrementarà uns 5 graus. De fet cada substància respondrà en diferent grau quan se sotmet a calor. La quantitat de calor requerida per elevar 1 kg. D'una substància en un grau és denominat calor específica d'aquesta substància. L'aigua serveix com a paràmetre i s'ha determinat com 1 calç./kg., prenent-se com a base per comparar amb tots els materials. Amb excepció de l'aigua, la major part dels materials tenen una calor específica més baix que els plàstics.

2.2.5. Conductivitat tèrmica

La conductivitat tèrmica és una de les tres formes per la qual energia calorífica pot ser transferida d'un lloc a un altre; té lloc com a resultat del moviment molecular i per tant, requereix de la presència de matèria. L'energia calorífica és transferida per col·lisions on el ràpid moviment d'àtoms i molècules de l'objecte més calent passa part de l'energia a l'objecte més fred o amb moviment més lent d'àtoms i molècules. Quan una substància és escalfada s'expandeix, la calor provoca que el volum d'una substància s'incrementi i que la seva densitat disminueixi. La conductivitat tèrmica de l'acrílic és de $5x10^{-4}$ cal/seg cm^2.

2.2.6. Expansió tèrmica

L'expansió tèrmica és el resultat d'incrementar la temperatura d'una substància, i com a conseqüència aquesta s'expandeix, de fet; gairebé totes les substàncies, sòlids, líquids o gasos tenen la propietat d'incrementar la seva grandària, quan s'eleva la seva temperatura. Pel que fa al termoformat, quan un polímer és escalfat s'incrementa la mobilitat de les cadenes moleculars, per tant tendeixen a separar-se unes pel que fa a unes altres, augmentant el volum i àrea del polímer. Aquesta propietat és de summa importància sobretot en peces termoformades que estan exposades a canvis bruscos de temperatura. En el termoformat la lamina de plàstic s'expandeix més ràpid que el marc metàl·lic, provocant arrugues properes al marc, aquestes arrugues desapareixeran quan la fulla es contregui. Els valors numèrics dels coeficients per a l'escalfament i refredament són idèntics; això vol dir que pren el mateix temps per escalfar-se que per refredar-se.

Cal prendre en compte que es poden presentar problemes quan les parts termoformades hagin d'estar dins d'una tolerància dimensional molt tancada, un altre tipus de problemes es pot presentar, quan l'encongiment succeeix en un motlle mascle, dificultant-se desemmotllar la part. EI coeficient d'expansió tèrmica de l'acrílic és de $9x10^{-5}$ cm/ºC.

2.3. Escalfament dels plàstics

2.3.1. Transferència de calor: conducció, convecció i radiació

En el procés de termoformat, l'operació d'escalfament és una de les etapes que empra més temps i en la qual es poden presentar les majors dificultats, ocasionant el mal aprofitament de recursos materials i humans. És per això, que aquest subapartat està dedicat a la transferència de calor, tenint com a objectiu el tractar d'aclarir els fenòmens que es presenten en l'operació de l'escalfament de plàstics. Encara quan els científics han dividit la transferència de calor en tres fenòmens diferents: conducció, convecció i radiació, ja en la pràctica els tres són concurrents.

Conducció

És la transferència de calor d'una part d'un cos a una altra del mateix cos, o bé d'un cos a un altre que està en contacte físic amb ell, sense desplaçament apreciable de les partícules del cos.

Convecció

És la transferència de calor d'un punt a un altre, dins d'un fluid, gas o líquid (mitjançant la barreja d'una porció de fluid amb una altra). En la convecció natural, el moviment del fluid es deu totalment a diferències de densitat com a resultat de diferències de temperatura. En la convecció forçada, que és la que ens interessa, el moviment es produeix per mitjans mecànics. Quan la velocitat és relativament baixa, s'ha d'entendre que els factors de convecció lliure, tals com les diferències de temperatura i densitat, poden tenir una influència important.

Radiació

És la transferència de calor d'un cos a un altre que no es troba en contacte amb ell, per mitjà del moviment ondulatori a través de l'espai. Per a propòsits del procés de termoformat, es consideren tres mitjans per a la transmissió de calor, aquests són:

a) Contacte amb un sòlid, líquid o gas calent.
b) Radiació infraroja.
c) Excitació interna o per microones.

Els dos primers són molt emprats en el termoformat de plàstics i per a varis d'ells el rang de temperatura és entre 120° C i 205° C (250° F i 400° F).

2.3.2. Propietats tèrmiques del plàstics

Els plàstics són pobres conductors de calor; per tant, les làmines d'espessors gruixuts requereixen un temps d'escalfament considerablement llarg. En la Taula nº. 2 podem veure algunes propietats tèrmiques d'alguns materials per a la seva comparació. En el termoformat de plàstics és important prendre en consideració l'elecció del mètode d'escalfament i la grandària de l'equip d'escalfament. L'escalfament de la lamina per tots dos costats (escalfament tipus Sandwich) ajuda a disminuir el temps emprat en aquesta operació. En alguns casos, el temps d'escalfament pot ser reduït si la fulla és preescalfada i mantinguda en una temperatura intermèdia, no obstant això, això rares vegades s'empra en materials de menys de 6 mm. d'espessor.

Addicionalment, la proporció de calor requerida per elevar la temperatura en els plàstics és alta, comparada amb qualsevol un altre material; l'aigua és l'excepció. Per estimar la calor requerida en una lamina de plàstic, es pot calcular mitjançant la següent formula:

Calor Requerida = *Llarg* x *Ample* x *Espessor* x *Densitat del Material* x *(Calor específica* x *Diferència de temperatura + Calor de fusió)*

Taula 2. Propietats tèrmiques d'alguns materials

PROPIETATS TÈRMICAS DELS MATERIALES				
Material	**Densitat**	**Calor específic**	**Conductivitat tèrmica**	**Difusivitat tèrmica**
	(kg/m^3)	**(J/(kg·K))**	**(W/(m·K))**	**(m^2/s) (x10^{-6})**
Acer	7850	460	47-58	13,01-16,06
Aigua	1000	4186	0,58	0,139
Aire	1,2	1000	0,026	21,67
Alumini	2700	909	209-232	85,16-94,53
Asfalt	2120	1700	0,74-0,76	0,205-0,211
Baquelita	1270	900	0,233	0,201
Bronce	8000	360	116-186	40,28-64,58
Cartró	-	-	0,14-0,35	-
Ciment	-	-	1,047	-
Cinc	7140	389	106-140	38,16-50,41
Coure	8900	389	372-385	107,45-111,20
Suru	120	1880	0,042	0,186
Estany	7400	251	64	34,46
Fibra de vidre	220	795	0,035	0,200
Fundició	7500	-	55,8	-
Goma dura	1150	2009	0,163	0,070
Granit	2750	837	3	1,303
Ferro	7870	473	72	19,34
Formigó	2200	837	1,4	0,761
Llana de vidre	100-200	670	0,036-0,040	0,537-0,299
Llautó	8550	394	81-116	24,04-34,43
Liti	530	360	301,2	1578,61
Fusta	840	1381	0,13	0,112
Mármol	2400	879	2,09	0,991
Níquel	8800	460	52,3	12,92
Or	19330	130	308,2	122,65
Plata	10500	234	418	170,13
Plexiglás	1180	-	0,195	-
Plom	11340	130	35	23,74
Poliestiré	1050	1200	0,157	0,125
Porcelana	2350	921	0,81	0,374
Vidre	2700	833	0,81	0,360

2.3.3. Medis de transmissió de calor

Per efectes pràctics anem a dividir els mitjans de transmissió de calor en quatre tipus, són:

Escalfament per contacte

El mètode més ràpid d'escalfament, és col·locar la fulla de plàstic íntimament en contacte amb una placa calenta de metall. S'usa especialment per a la producció en massa d'articles petits i prims.

Escalfament per immersió

Aquest mètode consisteix a submergir la fulla de plàstic en algun líquid que transfereixi la calor el més

uniforme possible i ràpidament, però el seu ús està restringit al model de parts amb làmines molt grans o molt gruixudes, ja que la manipulació i la neteja de la peça és difícil.

Escalfament per convecció
Els forns amb convecció d'aire són àmpliament usats, perquè proveeixen un escalfament uniforme i poden, en cert grau, assecar alguns materials que continguin cert percentatge d'humitat. Aquests forns proveeixen un gran marge de seguretat pel que fa a les variacions en temps dels cicles de termoformat.

Nota important:
Tots els mitjans d'escalfament esmentats anteriorment, requereixen un temps considerable de preescalfament de l'equip.

Escalfament per radiació infraroja
Aquest mètode pot proporcionar escalfament instantani i per tant, els seus cicles d'exposició són molt curts, de vegades n'hi ha prou amb alguns segons. Les principals fonts que proporcionen aquest tipus d'energia són:

- Llums de quars que emeten en el visible i el proper infraroig.
- Resistències ceràmiques o metàl·liques que emeten major energia en el llunyà infraroig.

La superfície d'aquests escalfadors per radiació pot estar entre els 315° C a 705° C. Ha d'observar-se que a temperatures més altes, la massa de la radiació ocorre a longituds d'ona més baixa. En contrast, a temperatures més baixes, la radiació s'escampa sobre longituds d'ona majors; i això és summament important, ja que cada plàstic absorbeix radiació infraroja en diferents regions. Solament la radiació absorbida s'utilitza per escalfar el plàstic directament.

Escalfament intern
Aquest mètode no ha tingut suficient aplicació en el termoformat, en virtut que l'equip és molt costós. A més, no és aplicable a tots els termoplàstics i els temps de refredament són massa llargs, sent aplicable als processos de format on es requereix escalfament localitzat en una zona específica del material, per exemple, el format de les cantonades de material que tenen un alt factor de pèrdua, com el P.V.C.
En certes aplicacions, els productes termoformats presenten seccions de paret no uniformes, encara quan la làmina ha estat uniformement escalfada. L'encongiment heterogeni de la làmina es deu al propi disseny de la part. En aquests casos especials, controlant l'escalfament per seccions donarà zones de paret més uniformes. Aquest procediment es diu ombreig o empantallat, i consisteix a col·locar un filtre inflamable que reguli la calor (una malla de filferro) entre la làmina i la font de calor, amb això disminuirà el flux de calor cap a certes àrees del material i evitarà excessius estiraments d'aquesta zona.

En els equips més sofisticats avui dia, es tenen controls electrònics i elements de ceràmica parabòlics que permeten escalfar amb variabilitat diferents zones de la làmina.

2.3.4. Temperatures i cicles de format.
Abans d'iniciar-nos amb les temperatures i cicles de format, s'establiran certs termes com són:

a) Temperatura de desmoldeig
b) Límit inferior d'operació
c) Temperatura normal de format
d) Límit superior d'operació

Temperatura de desmoldeig
Temperatura a la qual la peça pot ser remoguda del motlle sense distorsionar-se. En ocasions es pot remoure a majors temperatures si s'utilitzen dispositius de refredament.

Límit inferior d'operació
Aquest representa la temperatura més baixa a la qual el material pot ser format sense crear esforços

interns. Això significa que la làmina plàstica ha de tocar cada cantonada del motlle abans que aconsegueixi el seu límit més baix. El material que es processa a baix d'aquest límit presentarà esforços interns que posteriorment causaran distorsions, pèrdua de lluentor, craqueig o altres canvis físics en el producte acabat.

Temperatura normal de format
És la temperatura a la qual la làmina haurà de ser formada en una operació normal. Aquesta temperatura haurà d'aconseguir-se en tota la làmina. termoformats de poca profunditat amb ajuda d'aire o buit permetran manejar temperatures una mica més baixes i es tradueix en cicles més curts; però, d'altra banda, es requereixen temperatures elevades para formats profunds o per a operacions de pre-estirament, detalls o radis intricats.

Límit superior d'operació
És la temperatura en la qual la làmina termoplàstica comença a degradar-se, així també, es torna massa fluïda i no es pot manipular. Aquestes temperatures es poden excedir, però solament amb formulacions modificades que millorin les propietats físiques de la làmina. El modelo per injecció i extrusió utilitza, de fet, temperatures molt més altes, però només per períodes de temps molt curts.

Recomanacions generals
a) Les característiques del producte acabat seran determinades pel tipus de tècnica de termoformat que s'apliqui.

b) El material ha de ser escalfat uniformement al punt de revingut i format, abans que es refredi per sota de la seva temperatura de modelo.

c) L'acrílic deu refredar-se lenta i uniformement mentre està en el motlle.

d) La peça formada deu refredar-se abans de donar-li qualsevol acabat, com a pintura per aspersió o serigrafia.

e) En el disseny de la peça ha de prendre's en consideració un encongiment del 2% en ambdues direccions i un augment del 4% en l'espessor, així com una contracció del 0.6% al 1% en refredar.

Temperatures i cicles de format
Com ja es va esmentar amb anterioritat, un dels passos més importants en el procés de termoformat, és la determinació de la temperatura correcta en el material. En l'acrílic, una adequada selecció de la temperatura de revingut o temperatura normal de format, evitarà que:
A baixa temperatura:
Es concentrin esforços interns en la peça termoformada que, posteriorment, amb canvis bruscos en la temperatura ambient es revelen en forma de fissures o craqueig.

A alta temperatura:
En la peça es produeixin bombolles i marques de motlle, per un excessiu escalfament.

Tots els materials termoplàstics tenen una temperatura específica de procés. Aquests rangs apliquen sense prendre en compte com va a ser processat el material. A continuació es llisten els materials més utilitzats comparats amb l'acrílic:

Taula 3. Rangs de temperatura de format

MATERIAL	TEMP. LLAMI-NA (ºC)	LIMIT INFE-RIOR (ºC)	NOR-MAL (ºC)	LIMIT SUPE-RIOR (ºC)	TEMP. DESMO-TLLAMENT (ºC)	TEMP.DE L MOTLLO (ºC)	TEMP. AJUDA (ºC)
Acrílico Plastiglas	160-180	160	170	180	120	65-75	
Acrílico Sensacryl FP	180-200	180	190	200	130	70-80	
ABS	125-180	125	165	180	85	70-85	100
Policarbonato	200-250	200	235	250	140	90-120	140
Polietileno AD	160-220	160	190	220	85	90-100	170

2.3.5. Determinació de la correcta temperatura del material

Un altre dels factors importants en el procés de termoformat, és la determinació de la temperatura correcta en el material plàstic. S'ha de considerar que, independentment del mitjà de transmissió de calor, la fulla ha de ser escalfada al rang de temperatura recomanat (rang de revingut), a més de que la lamina de plàstic haurà de tenir un escalfament uniforme.

Ja en la pràctica, no és fàcil l'establir amb precisió la temperatura de la lamina de plàstic, inclusivament amb termòmetres de contacte; per tant, la determinació està basada en el comportament de la lamina. El canvi gradual en el qual la lamina cedeix durant el procés d'escalfament (punt de revingut), és un dels signes que serveix per establir una temperatura adequada. S'han desenvolupat alguns controls per a equips de termoformat per radiació infraroja, on la làmina és subjectada en posició horitzontal, i que utilitzen el fenomen del "cedeix" o "pandeig" i controlen el temps i/o temperatura d'escalfament, per mitjà de cèl·lules fotoelèctriques.

No obstant això, aquest criteri no pot ser aplicat indiscriminadament a tots els plàstics, ja que alguns materials poden sobreescalfar-se abans de començar a cedir o pandejar-se. Encara quan s'estableix un rang de temperatura, podem no obtenir-ne el resultat que s'espera com a temperatura en la làmina; això pot ser causat per:

a) Fluctuacions en l'espessor del material.
b) Canvis de temperatura de l'equip i/o medi ambient.
c) Fluctuacions mínimes en el voltatge de la línia (per a equip d'escalfament infraroig).
d) Probablement el regulador de l'equip de gas amb circulació forçada d'aire no és l'adequat, no existeix la suficient pressió de gas; no és el cremador adequat o aquest últim està tapat amb sutge, etc.

Existeixen piròmetres en forma de con, tauletes per a escalfament per radiació infraroja o per gas (aire calent), que poden donar un mesurament més exacte. Encara que possiblement, la millor forma de mesurar la temperatura en la làmina és mitjançant una pistola infraroja, que la mesura per zones; encara quan aquest equip és costós, és l'únic que mesura amb exactitud i confiabilitat la temperatura de la fulla.

2.4. Equips de termoformat

Originalment, els forns de convecció van ser els primers equips per a l'escalfament de fulles plàstiques per termoformat i fins avui en dia es manté aquesta preferència per a l'escalfament de làmines de diferents espessors i per a una distribució uniforme de la temperatura.

L'escalfament pot ser subministrat per mitjà de gas o per unitats de resistències elèctriques. La recirculació forçada d'aire i deflectors per aconseguir que l'aire circuli de 4,500 a 6,100 cm3/min (150 a 200 peus3/min), són crucials per obtenir una temperatura homogènia. La temperatura del forn ha d'ajustar-se a la temperatura de format del plàstic.

L'escalfament per radiació infraroja, en comparació de la d'immersió en oli o escalfament per contacte (les dues últimes molt limitades en la pràctica), és extremadament ràpida. Per exemple, el temps d'escalfament per radiació infraroja en una làmina de 3.0 mm. es pot aconseguir en un minut a 10

watts/pulg^2, aproximadament. A causa que en l'escalfament per radiació infraroja el temps és extremadament curt, l'energia calorífica que absorbeix la làmina pot provocar un sobreescalfament que inclusivament, repercutirà en la degradació del material (bombolles o cremades) si no es controla. És important considerar que en corregudes llargues, és necessari disminuir gradualment la temperatura del forn.

En alguns casos, quan el producte tingui seccions intricades o molt profundes, es correrà el risc d'un aprimament considerable en l'espessor del material; aquí és necessària la utilització de pantalles (poden ser fetes amb làmina perforada o desplegada metàl·lica) per evitar el sobreescalfament.

Els elements de radiació infraroja es poden obtenir en una gamma molt àmplia de dissenys, en ordre d'importància són:

1. Filaments de tungstè en tubs de quars o llums (2,200° C de temperatura).
2. Resistència tipus ressort de nicromi en bases de ceràmica refractària.
3. Resistències de nicromi protegides per tubular de làmina o acer inoxidable.

Existeixen fabricants de màquines termoformadores de radiació infraroja en una gran varietat de grandàries, capacitat, grau d'automatització i versatilitat.

Les especificacions per a l'adquisició d'una màquina termoformadora varien, depenent del producte acabat que es pretén obtenir i per tant és necessari considerar:

Voltatge, wattatge, amperatge, àrea útil de format, nombre de escalfadors (inferior i superior), controls de regulació de temperatures per zones, grau d'automatització, capacitat per acceptar ajudes mecàniques, tipus de subjecció de la làmina (clamps mecànics, pneumàtics, etc.), ventiladors per al refredament de la peça, dimensions generals, capacitat de producció, cost-benefici.

2.4.1. Forns de gas amb circulació forçada d'aire

Aquest proporciona calor uniforme i temperatura constant amb el mínim risc de sobreescalfar la làmina acrílica. S'han d'utilitzar ventiladors elèctrics per forçar a l'aire calent a circular per la làmina acrílica a una velocitat aproximada de 4,500 a 6,100 cm3/min., i dispositius per distribuir l'aire cap a totes les zones del forn.

Els forns de gas requereixen de bescanviadors de calor per prevenir l'acumulació de sutge provocat pel flux de gas, així com a controls per interrompre el pas de gas en cas de ser necessari. Els forns elèctrics poden ser escalfats, utilitzant grups de resistències de 1000 watts. En el cas d'usar un forn amb capacitat de 10 m^3, es consumiran, aproximadament 25,000 watts de potència i la meitat d'aquesta serà utilitzada per compensar la pèrdua de calor per fugides, transmissió de l'aïllament i per l'ús de portes. Se suggereix que l'espessor d'aïllament sigui de 2" com a mínim i que les portes del forn siguin el més estretes possibles, per reduir al màxim la pèrdua de temperatura.

S'han d'utilitzar dispositius automàtics per al control estricte de temperatura entre els 0° C i 250° C. Per obtenir un escalfament més uniforme de la làmina és important que es pengi en forma vertical i això es pot aconseguir comptant amb un sistema que subjecti el material al llarg amb fermalls o canals amb ressorts i que aquests es recorrin per mitjà de carretons que es llisquin sobre rails tipus clóset.

2.4.2. Forns d'escalfament infraroig

És comunament utilitzat en les màquines termoformadores automàtiques, escalfant la làmina per mitjà de radiació a una velocitat de 3 a 10 vegades més ràpid que en un forn amb circulació forçada d'aire, proporcionant així, cicles d'escalfament molt reduïts, és necessari subratllar que la relació temperatura-temps es torna crítica i és més difícil obtenir un escalfament uniforme del material.

L'energia infraroja és absorbida per la superfície exposada de l'acrílic, aconseguint ràpidament temperatures sobre 180° C per després ser transmesa al centre del material per la conducció de temperatura. L'escalfament per radiació infraroja es pot obtenir usant elements tubulars de metall,

resistències elèctriques d'espiral (tipus ressort), o agrupant llums de llum infraroja. Per aconseguir una distribució de l'escalfament més uniforme, es pot muntar entre els elements d'escalfament i el material una xarxa o malla metàl·lica que funcioni com difusor de temperatura. Així mateix, és convenient col·locar la planxa d'escalfament infraroja, aproximadament a 30 cms. del material i la planxa inferior a aproximadament 50 cms. de distància.

Per regular l'entrada d'energia a l'equip, és recomanable utilitzar dispositius tals com a transformadors variables o mesuradors de percentatge que ajudin al control de temperatura. És recomanable també fer una planificació de les càrregues d'energia elèctrica, els equips de gran capacitat, inclusivament necessitaran una subestació elèctrica.

2.4.3. Resistències elèctriques d'escalfament lineal.

Una resistència elèctrica pot usar-se únicament per formar plecs en línia recta; per això, és necessari comptar amb una resistència elèctrica de tipus ressort (Nº. 20) o també del tipus blindada (aproximadament 1 Kw. X 1.2 Mts.).

Les resistències lineals són de filferro, tancades en tubs de ceràmica Pyrex. El material no haurà d'entrar en contacte amb el tub per evitar marques en la superfície. Es recomana una distància de 6 mm. del tub al material per aconseguir un escalfament uniforme en material prim.

Criteris bàsics per a la construcció d'una resistència elèctrica d'escalfament lineal

El termoformat bidimensional, es pot realitzar amb una resistència tipus ressort o una resistència tubular. La construcció d'aquests equips estarà condicionada a l'espessor, tipus de conformat i volum a produir. Generalment, una resistència d'1.2 mts. de llarg és el més usual, encara que una de 60 cms. també és acceptable, les especificacions per a aquesta resistència seran d'1 *Kw. per cada 1.2 mts, així amb una règia de tres és possible deduir el consum ja sigui per a una resistència de major o menor longitud.

Les plaques escalfadores més comuns són les construïdes amb plaques d'amiant com a parets laterals, aquestes són adequades sempre que no es requereixi un volum a produir alt, ja que les plaques d'amiant en estar sotmeses a la mateixa radiació infraroja tendirà a escalfar-se i per tant, augmentarà l'àrea d'escalfament, amb la conseqüent desviació dels estàndards de producció d'una peça. És a dir, a l'inici de la producció, es tindran radis petits i, conforme s'avança en la producció, la zona d'escalfament serà més ampla, provocant un radi major.
Una placa escalfadora elèctrica amb recirculació d'aigua serà més eficaç i es produiran peces amb una millor qualitat de doblegat. Aquest equip requereix de perfils tubulars que permetran la recirculació d'aigua, mateixa que mantindrà fregeixi la superfície i només permetrà una zona d'escalfament uniforme.

2.5. Equip complementari: buit, aire a pressió y forces mecàniques

El procés de termoformat consisteix a escalfar i estovar una fulla de qualsevol material termoplàstic i sotmetre-la al fet que adopti la configuració del motlle corresponent per així, obtenir un producte gairebé acabat amb una morfologia particular. De vegades serà necessari utilitzar una força externa per donar-li forma a una fulla plana en una altra forma diferent i que se li obligui al fet que copiï tot el contorn i els detalls del motlle. El nivell d'energia o despesa d'aquesta força ha de ser ajustable perquè la fulla de plàstic pugui ser fàcilment obligada a adoptar una altra forma.

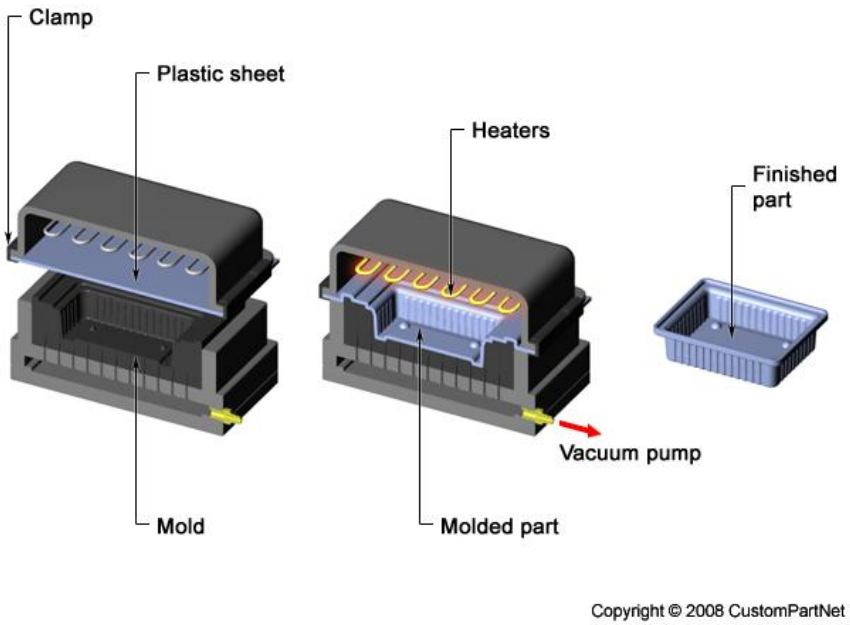
Les forces de format més usualment utilitzades en el procés de termoformat són: buit o aire a pressió, forces mecàniques i la combinació d'aquestes tres. La selecció d'una força de format en el procés de format, generalment està condicionada a la grandària del producte, volum a produir i la velocitat dels cicles de format.

Addicionalment a aquest criteri, també han de ser considerats els factors que de seguida s'esmenten, ja que qualsevol d'aquests pot marcar una diferència en la selecció de la força de format:

a) Les limitacions intrínseques de cada material termoplàstic.
b) La construcció i material del motlle.

c) L'equip de termoformat disponible.

2.5.1. Format al buit



El mètode més antic per formar una fulla de plàstic en una peça utilitària, és el format al buit. La descripció original per al procés de termoformat va ser precisament el de "format al buit". El principi bàsic del procés de format al buit és el comptar amb una làmina termoplàstica estovada en un motlle perfectament segellat i on l'aire atrapat serà evacuat per la força de buit o succió. A mesura que l'aire és evacuat del motlle, causa una pressió negativa sobre la superfície de la fulla i per tant, la pressió atmosfèrica natural cedirà per forçar a la fulla escalfada a ocupar els espais buits.

Equips de buit
Existeix una gran varietat de bombes de buit: de pistó reciprocant, de diafragma, de paletes, de rotor excèntric, etcètera. Totes aquestes proporcionen un bon buit, però no són capaços d'evacuar un volum gran d'aire a gran velocitat; per aquesta raó és necessari connectar un tanc de reserva que serveixi com un "acumulador de buit". D'altra banda, hi ha compressors que poden desplaçar un gran volum d'aire però són limitats quant a força de buit.

Un adequat sistema de buit requereix d'una bomba capaç de desplaçar de 710 a 735 mm. de Hg. (28 a 29 Pulg. Hg o de 0.5 a 1 Psi absolut) en el tanc d'emmagatzematge previ al cicle de format.
La línia, ducto o canonada entre el tanc d'emmagatzematge i el motlle haurà de ser el més curta possible i amb un mínim de colzes. És important eliminar fugides d'aire per canonada danyada, mànegues perforades, o racors fluixos, així com a vàlvules no necessàries. Es recomana utilitzar vàlvules d'acció ràpida o de bola. Les bombes de buit estan disponibles en un o dos passos. Una bomba de buit de dos passos pot evacuar pressions a baix de 10 Psi; la capacitat de desplaçament o evacuació per a una bomba d'un pas es redueix a la meitat. En la Taula Nº.4 es mostren les capacitats típiques per a bombes de buit.

Taula 4. Especificacions tècniques de les bombes de buit.

ESPECIFICACIONS			CAPACITAT TEÒRICA DE BUIT				
Nº DE CILINDRES	**DIAMETRE (mm)**	**CARRERA (mm)**	**UN PAS (m3/min)**	**DOS PASOS (m3/min)**	**VELOCITAT (rpm)**	**POTÈNCIA REQUERIDA (Kw)**	**DIAM. DE SORTIDA DE LA TUBERIA**
1	76	70	0.255	--	800	0.56	19
2	76	70	0.51	0.255	800	0.74	25
2	102	70	0.906	0.453	800	1.48	32
2	127	80	1.7	0.85	750	2.2	38
2	140	102	2.8	1.4	900	3.7	52
3	140	102	4.22	2.8	900	5.6	52

Tancs de buit

Amb excepció d'alguns equips de buit, la major part són subministrats amb un tanc d'emmagatzematge. Prenent en compte que la pressió de treball és d'aproximadament 10 Psi (al voltant de 21 Pulg. Hg /530 mm. Hg) de buit, llavors el volum del tanc d'emmagatzematge haurà de ser 2.5 vegades major al volum comprès entre el motlle, la caixa de buit i la canonada. Doblant el volum del tanc d'emmagatzematge (i amb altres condicions similars) es podrà incrementar la pressió en un 15% (11.5 Psi), conforme a l'establert, el límit teòric per al procés de format al buit és de només 14.7 Psi.

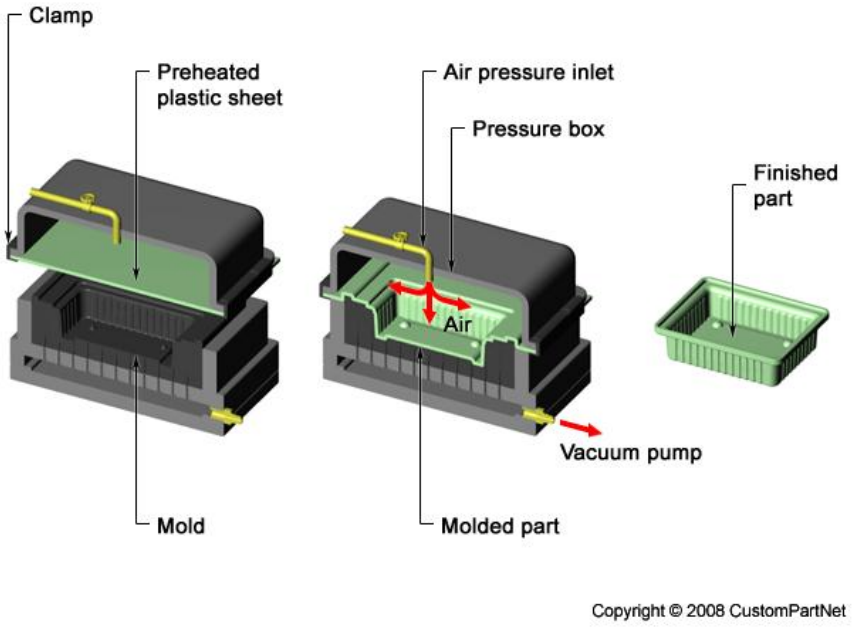
En molts dels casos un ràpid desplaçament de buit és de gran importància. Això només pot ser efectuat localitzant el tanc de buit el més proper al motlle i reduint el més possible la fricció en la canonada, això es pot aconseguir mitjançant:

a) Un major diàmetre de la canonada.
b) Comptar amb corbes generoses en la canonada, evitant colzes a 900.
c) Canvis en la secció transversal de la canonada (canvis de diàmetres).
Molts equips que s'ofereixen al mercat transgredeixen aquestes regles. En general, es requereix un diàmetre d'1 pulg. en la canonada per desplaçar 0,3 m^3 d'aire, per a peces grans un diàmetre de 2 o 3 pulg. serà adequat. És recomanable també comptar amb una mànega flexible de plàstic reforçada en el seu interior amb una ànima de filferro o un altre material perquè no permeti que es col·lapsi; això és convenient connectar-ho entre el motlle i la canonada.

Aplicació de les forces de buit

En general, les bombes operen constantment per mantenir el buit en el tanc d'emmagatzematge, existint una variació en la lectura del vacuòmetre amb cada cicle. El buit que es provoca en la part formada ha de ser mantingut el temps suficient perquè es refredi i resisteixi la força interna del material que tendirà a conservar la forma original, causant ondulacions i vinclament. Com a regla general, entre més ràpid es faci el buit, l'aparença de la peça serà millor, ocasionalment és convenient una velocitat de format lenta per a peces molt profundes o de seccions intricades. Quan un motlle femella és molt profund i on la configuració es torna un problema, un buit lent pot donar al plàstic més temps per contreure's en la secció transversal, d'aquesta manera es pot eliminar una configuració deficient.

2.5.2. Format amb aire a pressió



En operacions on la força de buit és reemplaçada per aire a pressió, s'ha de considerar que és més difícil obtenir un segellat satisfactori del motlle. La força de format fàcilment pot multiplicar-se fins a 10 vegades si l'aire a pressió està a 100 Psi. No obstant això poques vegades els motlles poden resistir tal pressió.

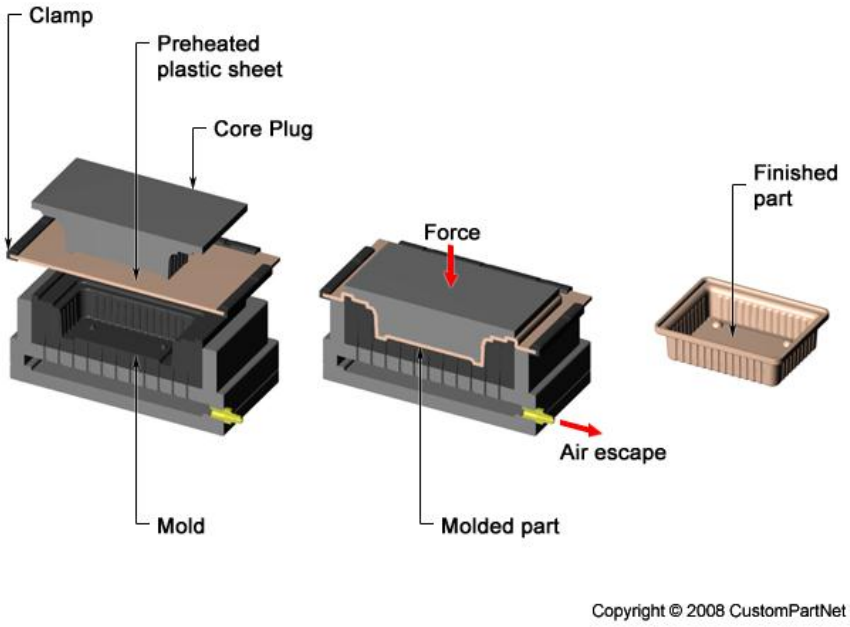
Per al format amb aire a pressió, és necessari prendre totes les precaucions possibles. Un motlle de grandària regular requereix eventualment una pressió de tancament d'algunes tones, que naturalment una premsa comuna (tipus "C") no resisteix. És convenient llavors utilitzar una sèrie de "clamps" o sostenidors d'acció ràpida que són molt apropiats per a aquest ús. Un motlle pobre en construcció amb la pressió que s'exerceix, pot actuar com una bomba i explotar. Un motlle d'alumini o metall maquinat és una bona selecció; motlles fets amb fusta o resines no hauran de
ser utilitzats tret que es reforcin amb metall.
L'equip de format a pressió ha de ser més forta que el de format a buit. Igualment haurà de comptar amb tanc similar per al compressor. La canonada no requereix d'especificacions estrictes ja que la caiguda de pressió és menyspreable. Si en una canonada la caiguda de pressió és de 5Psi, la pèrdua de pressió en el sistema de buit serà de 10Psi, el 50% de la pressió, però si el sistema de pressió és de 100 Psi, llavors serà del 5%. És convenient també instal·lar una vàlvula de reducció de pressió i un manòmetre, així com un baffle o filtre a l'entrada del motlle, perquè l'aire fred mai estigui en contacte directe amb la fulla calenta. Algunes vegades serà necessari incorporar escalfadors al sistema d'aire que ajudaran en grans bufats, que hauran de romandre calents fins que la part es formi en el motlle.

De ser possible, és també necessari comptar amb filtres per eliminar l'aigua que tendeix a condensar-se en el sistema i que a la llarga pot corroir l'equip, a més de que combinats amb partícules de l'aire podran tapar els orificis de ventilació en els motlles. Un manteniment periòdic de l'equip és indispensable.

El motlle quan així ho requereixi haurà de comptar amb orificis per a ventilació de l'aire atrapat i així evitar arrugues o formats deficients.

El format amb pressió d'aire s'ha tornat popular sobretot en peces petites. Els avantatges d'aquest mètode són: millores en les toleràncies dimensionals, la velocitat de format es pot incrementar considerablement, així com una millor definició dels detalls fins.

2.5.3. Format mecànic



El procés de termoformat no està limitat a les tècniques pneumàtiques; són vàries les forces mecàniques que es poden aplicar. La forma més simple del format mecànic és utilitzat en el format bidimensional, en aquest cas la fulla escalfada és acomodada sobre la superfície d'un motlle corb que usualment té una superfície suau i la gravetat és suficient per corbar la fulla; és necessari que la vora de la fulla sigui subjectat per mantenir-ho en posició fins que la peça refredi. Aquest és el cas de la fabricació del marc on els extrems són fermament subjectats i no hi ha variació en l'espessor.

Format mecànic motlle mascle-femella
El model mascle-femella és usat entre altres coses, per al format de peces complicades. En aquesta tècnica de model, una fulla escalfada és formada entre dos motlles oposats entre si però amb contorns similars (mascle-femella). Quan els motlles s'uneixen entre si, els contorns forçaran a la fulla a prendre idèntica forma, entre l'espai creat entre els dos motlles. Qualsevol protuberància en el motlle mascle, mecànicament forçarà al plàstic en la contrapart (motlle femella). Per a una mitjana o alta producció s'utilitzen equips mecànics per al tancament dels motlles; en altres casos el moviment és produït per servomotors. Si tots dos motlles, tenen una temperatura controlada, es pot aconseguir una reducció en el temps de refredament.

Hi ha tres criteris bàsics per tenir un bon acompliment en el termoformat mitjançant aquesta tècnica:

El primer consisteix que la força aplicada, qualsevol que sigui la font (pneumàtica, hidràulica o mecànica) haurà de tenir la força suficient per induir al plàstic a deformar-se, naturalment una superfície molt gran o un motlle molt intricat requerirà una major força de pressió.

El segon es refereix a una adequada ventilació de l'aire atrapat. La pressió que s'exerceix entre els motlles provoca que entre aquests i la fulla quedi aire atrapat que haurà de ser remogut per a una bona configuració de la peça. Això es pot aconseguir barrinant un o els dos motlles a les zones on es detecti l'anomalia.

El tercer està en relació a la profunditat límit de estirament, que és el resultat de les forces emprades en el procés. És fàcilment comprensible que un estirament màxim només té èxit quan el motlle té angles de sortida majors als 5° i radis de curvatura molt grans i suavitzats, els angles molt propers a 90° poden arribar a disminuir el estirament e inclusivament esquinçar el material plàstic.

Aquest mètode sofisticat de termoformat no ha de ser emprat en la totalitat de la configuració del motlle, estant limitat el seu ús a només algunes parts del motlle.

2.5.4. Tècniques combinades

El format mecànic motlle mascle-femella no depèn solament de les forces que s'emprin; usualment aquest tipus de format pot ser combinat amb buit, aire a pressió o les dues al mateix temps. Conseqüentment, el motlle mascle-femella no ha de coincidir exactament, el motlle mascle podrà ser relativament inferior en dimensions i substancialment diferent en forma al motlle femella.

Quan estan fets d'aquesta forma poden actuar com empentadors en la fulla plàstica. Aquest tipus d'assistència es denomina ajuda mecànica, perquè pressiona el material estovat en el motlle femella. El propòsit d'aquesta ajuda és el de preestirar el material perquè la forma final sigui aconseguida en combinació de buit i/o pressió d'aire.
Fent servir ajudes mecàniques en el procés, es té l'avantatge d'una millor distribució de l'espessor del material, sobre qualsevol altre procés. Amb la combinació d'aquestes tècniques es pot obtenir moltes variants en el procés. Aquestes variants poden ser canvis en la pressió de buit, el temps d'aplicació de buit o pressió, la velocitat de tancament dels motlles, o els cicles de format.

2.5.5. Disseny d'ajudes mecàniques

Usualment les ajudes mecàniques es construeixen en fusta. Les fustes dures o tropicals són les més usades en la fabricació d'ajudes. En alguns casos és possible incorporar postissos d'altres materials plàstics com nylon, poliuretà rígid, acrilamidas, alumini o acer que són fàcilment mecanitzables.

En casos en què el volum a produir ho requereixi, és possible incorporar un sistema de refredament i/o escalfament. La decisió d'escalfar i/o refredar l'ajuda, s'ha de prendre en compte des del disseny ja que posteriorment serà molt difícil si no impossible el tractar de condicionar un element calefactor, per aquest motiu hauran de realitzar-se els mecanitzats necessaris per a la incorporació del sistema.

Quan l'ajuda està molt freda, la fulla segurament es refredarà sobre aquesta. El refredament sol ocórrer entre els punts que comprenen l'ajuda i la fulla i entre la fulla i el motlle. En casos molt extrems, la fulla podrà encongir-se sobre l'ajuda durant el format.

Si l'ajuda mecànica aquesta molt calenta, la fulla es lliscarà sobre la vora de l'ajuda, en aquest cas l'ajuda simplement pressionarà sobre la fulla. Pot ocórrer un estirament en la fulla entre l'àrea que comprèn l'ajuda i la vora del motlle.

La forma de l'ajuda va a tenir una influència determinant en la paret o espessor de la peça final.
Ajuda tipus superfície plana i cantonades arrodonides.
Aquesta permet que la fulla tingui un estirament entre l'ajuda i la vora del motlle i mentrestant es presentarà un refredament de la fulla en la part en contacte amb, l'extremitat o cantonada de l'ajuda. Una peça formada per aquest mètode tindrà un fons gruixut i parets primes.

Ajuda tipus envasi de llauna
En aquesta segona alternativa, la fulla entra en contacte i es refreda ràpidament només a la petita zona perimetral de l'ajuda. El estirament és similar al tipus d'ajuda plana, però la zona central en l'ajuda permet un estirament addicional.

Ajuda tipus esfèrica
D'altra banda, en aquest tipus només un àrea petita entra en contacte amb l'ajuda. Pot ocórrer que en aquest cas existeixi un estirament significatiu mentre l'ajuda avança, per tant l'àrea perimetral entre la vora i l'ajuda disminuirà.

2.6.Motllos de termoformat

2.6.1. Elecció del tipus de tècnica de termoformat

Un dels aspectes més importants que s'han de prendre en compte pel termoformat de peces, és la tècnica de termoformat a emprar, ja que si per les característiques del producte s'utilitza una tècnica inadequada, el més probable és que es presentin problemes abans d'obtenir una peça amb les especificacions que es van determinar des d'un principi i en molts dels casos es pot tenir un fracàs amb les conseqüents pèrdues de temps, diners i recursos. Per això, abans de procedir a fabricar un motlle s'ha de considerar el següent:

1. La forma i dimensions de la peça.
2. L'aparença desitjada.
3. La tècnica de termoformat.

Amb base en aquests factors, es podrà planejar i anticipar possibles defectes de les peces. En aquest apartat s'analitzaran totes les variables que es presenten quan es requereix fabricar un motlle de termoformat.

2.6.2. Criteris pel disseny de productes termoformats

Cal esmentar que la tècnica de termoformat encara que versàtil i flexible, difereix quant a aparença i característiques en comparació als productes fabricats per moldeig en injecció. En la següent taula comparativa es podran analitzar les seves diferències bàsiques. En conclusió, per al disseny de peces termoformades és necessari establir els següents criteris:

1. Haurà de considerar-se un aprimament en l'espessor del material, això dependrà més que gens de la forma, grandària i tècnica utilitzada. En termes generals es pot considerar que el aprimament en l'espessor del material és directament proporcional a l'altura de la peça.

2. Haurà de considerar-se un angle de sortida de moldeig entre 3° i 5°.

3. Haurà de prendre's en compte una contracció en la peça del 0.6 al 1% en refredar.

4. En general, la superfície de la peça termoformada serà llisa, encara que és possible obtenir algunes textures.

5. En el disseny de la peça és convenient incloure radis grans; és possible obtenir arestes, però podran causar rascades al material.

Taula 5. Especificacions tècniques de les bombes de buit.

VARIABLES	PROCÉS	
	INJECCIÓ	TERMOFORMAT
Espesor	constant	variable
Angles de sortida del motlle	0.5° a 1°.	3°- 5°.
Temperatura del motllo	200° C - 240° C.	160° C - 180°C.
Tolerància dimensional	Excel.lent	Relativament bona, no per peces de precisió
Inserts	Es possible l'inserció d'elements en altres materials	Es pot preparar la superficie del motllo per admitir inserts
Acabat superficial	Es poden aconseguir superficies llises o amb cualsevol textura	Només superficies llises i algunes textures poc profundes
Producció	Alta producció	Mitja producció
motllo	D'acer amb aleacions o tractats, elevat cost, disseny complex, motllo mascle i famella	Varietat de materials, cost relativament baix, disseny sencill, es pot utilitzar motllo famella o mascle
Possibilitat de fer nervis, forats de tot tipus, rosques, etc.	Si	No
Desperdici de material	Molt poc, es recuperatble	Depen de la forma de la peça, aprox un 25% de desperdici, es recuperable
Radis	És necesari arrodonir les cantonades, aprox 1,5 del espessor del material	Es requereixen radis comparativament mes grans, des de 1 cm. A 5 cm.
Temps de desembolupament de la peça (disseny, motllo i proves)	De 3 a 6 mesos	1 mes màxim
Trataments i acabats posteriors	Es pot aplicar cualsevol tractament o acabat	Es pot aplicar cualsevol tractament o acabat

2.6.3. Criteris pel disseny del motllo de termoformat

Els criteris que es presenten a continuació, són els factors clau en l'èxit per a la producció de peces termoformades. Aquests són el punt medul·lar per a qualsevol desenvolupament que es pretengui fabricar, però també és de vital importància aprofundir en aquests conceptes, més endavant s'analitzarà a detall aquelles consideracions en el disseny de motlles. Després llavors aquests criteris bàsics i les consideracions en el disseny de motlles seran els paràmetres fonamentals per a la construcció de motlles de termoformat, no important la complexitat que aquests puguin tenir. Cal fer esment també que en la construcció de motlles és necessària l'avaluació dels següents conceptes:

1. Forma i dimensions de la peça.
2. Aparença de la peça.
3. Volum de fabricació.

Ponderant aquests conceptes, possiblement el més important sigui el del volum de producció, ja que d'aquest dependrà la definició del tipus de motlle, material, acabat, tècnica de termoformat, etc. A continuació es presentarà els criteris per al disseny del motlle:

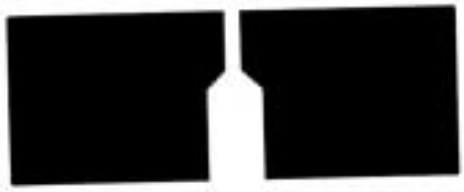
Criteris per al disseny del motlle de termoformat

1. Un motlle mascle és més fàcil d'usar, costa menys i és el més adequat per formar peces profundes. En general un motlle femella no haurà d'emprar-se per formar peces que requereixin una profunditat major de la meitat de l'ample de la peça. El motlle femella s'usarà quan la peça acabada requereixi que la cara còncava no tingui contacte amb el motlle.

Figura 1.

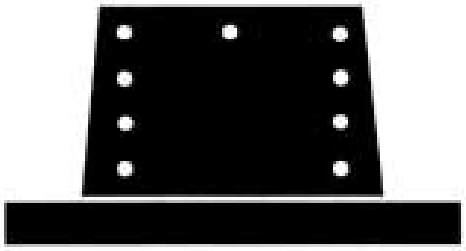
2. Els motlles hauran de comptar amb suficients orificis de buit perquè la làmina revinguda pugui conformar-se a les parts crítiques del motlle, els orificis de buit hauran de fer-se en les parts més profundes i a les àrees on l'aire pugui quedar atrapat, han de ser prou, petits per no causar marques (d'1/32" a 1/8" de diàmetre). Es pot aconseguir un buit més efectiu si l'orifici és engrandit per la part interna.

Figura 2.



3. Haurà de proveir-se de conductes que permetin la circulació d'aigua o oli a través del motlle quan es requereixi un control de temperatura en el mateix.

Figura 3.



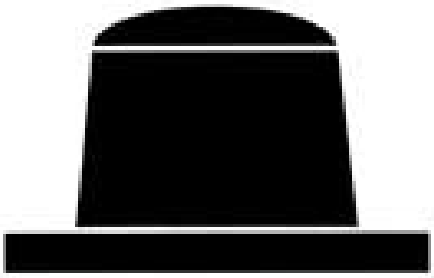
4. Quan les dimensions de la peça formada siguin crítiques, els motlles hauran de construir-se de dimensions majors per compensar la contracció del material.

La contracció que ha d'esperar-se de la temperatura de model a la temperatura ambient és de 1% màxim.

Figura 4.

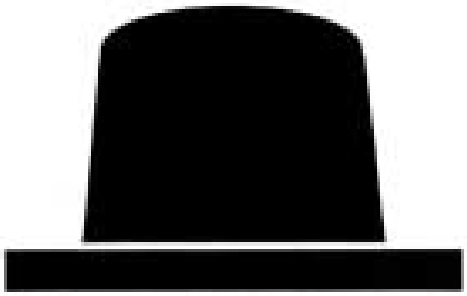
5. Una petita curvatura del motlle en les parts planes de les àrees grans, permetrà obtenir àrees planes en refredar el material.

Figura 5.



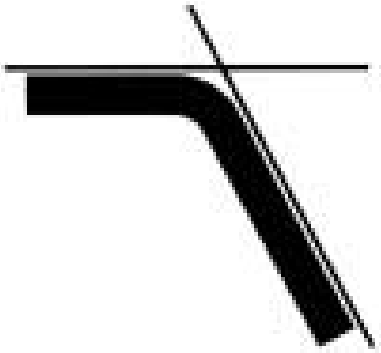
6. No es podran obtenir peces amb parets a 90°, el motlle haurà de tenir un angle de sortida d'almenys 3°.

Figura 6.



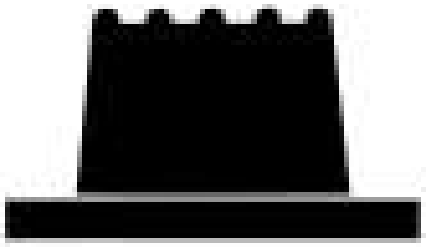
7. És recomanable arrodonir les arestes, ja que el format en vèrtex acumula esforços interns. La resistència de la peça serà major dissenyant cantonades i cants arrodonits.

Figura 7.



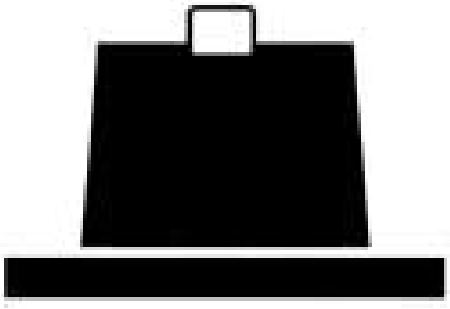
8. Les parts primes o més febles, poden reforçar-se amb costelles de reforç. Les costelles reforçaran també àrees planes de gran grandària.

Figura 8.



9. Si és necessari modelar incrustant un insert permanent, ha de considerar-se, la diferència del coeficient d'expansió dels diferents materials, en cas contrari podrà fallar a causa d'un insert forçat, per la diferència d'expansions i contraccions dels materials en contacte.

Figura 9.



10. La superfície dels motlles pot ser folrada amb franel·la de cotó, feltre, vellut, o altres materials per disminuir les marques del motlle. El més usual és utilitzar franel·la de cotó.

Figura 10.

2.6.4. Consideracions en el disseny de motllos de termoformat

Un dels grans avantatges del procés de termoformat és la diversitat i tipus de motlles que es poden fabricar a un cost molt baix i en temps relativament curts, tenint una gran acceptació en diverses aplicacions sobre altres processos.

Generalment i a diferència dels motlles per a injecció, només la meitat del motlle es necessita i depèn de la forma del producte, l'aparença desitjada i la tècnica seleccionada (pot ser motlle mascle o femella).

L'elecció de qual és la indicada es torna més important quan la part a termoformar és més profunda. Quan són peces poc profundes, perfils petits o quan el aprimament en l'espessor del material és menyspreable, llavors l'elecció dependrà de l'aparença de la peça. Si el detall del motlle és important, llavors el costat de la fulla de plàstic que toca la superfície del motlle, haurà de ser la vista de la peça.

Algunes vegades un radi major o aparença suau és desitjable o si la fulla de material presenta una superfície agradable, llavors en aquests casos la cara que no toca la superfície del motlle serà la vista de la peça, a més de que es pot obtenir un control dimensional més tancat amb la superfície del motlle.

Disminució en l'espessor del material

Sota totes les condicions de termoformat on les peces són formades per una fulla o làmina de plàstic, l'àrea de la superfície es tornarà més llarga, hi haurà un estirament i per tant l'espessor del material es tornarà més prim.

Un dels factors decisius per aquest aprimament és el radi, definit generalment com el radi màxim de profunditat o altura amb el mínim espai a través de l'obertura. Per estimar aquest aprimament, un haurà de determinar l'àrea de la fulla disponible pel termoformat i dividir-la entre l'àrea de la peça final, incloent el desaprofitament. Sempre és desitjable que els motlles i les peces termoformades tinguin radis de curvatura generosos.

En la pràctica, amb un micròmetre o calibrador es pot determinar l'espessor directament en la peça termoformada, tallant petits trossos en les diferents seccions; altres mètodes són usar fulles translúcides i

correlacionant la intensitat del color contra el aprimament de la fulla. També es pot determinar l'espessor, quadriculant amb un marcador d'oli la fulla abans de termoformar-la i observar l'estirament del material.

Una consideració que ha de prendre's en compte és la possibilitat que es formin arrugues en alguna zona crítica o en la part inferior d'un motlle mascle o femella. Si la fulla revinguda no és capaç de contreure's, l'excés de material formarà arrugues.

En el cas d'un motlle femella ocorre el contrari, la fulla s'allargarà fins als quatre vèrtexs de la superfície del motlle, resultant extremadament prima. Aquest efecte pot observar-se en la majoria de les tines termoformades.

Quan s'utilitza una temperatura baixa de modelo, la fulla conservarà una major tenacitat i elasticitat. Per a peces grans, es recomana incrementar el temps o temperatura de modelo amb zones difícils de termoformar i així es minimitza aquest tipus de defecte. En el cas d'una làmina de modelo profund, per tenir una estructura parcialment entrecreuada (cross-linking) tendeix a minimitzar el defecte de les arrugues. Quan es tenen motlles múltiples es deu preveure l'espai suficient per prevenir-les arrugues, una distància d'1.75 vegades l'altura de la peça , serà adequada.

Encongiment i toleràncies dimensionals

L'encongiment i toleràncies dimensionals en el termoformat són diferents per a peces formades en motlle mascle i aquelles formats en motlle femella. En un motlle mascle l'encongiment pot disminuir si la peça es refreda el major temps en el motlle. Si el refredament es produeix fins a la temperatura ambienti en el motlle, l'encongiment serà mínim. Això tindrà per resultat que la dimensió interna de la peça serà molt propera a la dimensió del motlle, però amb un cicle d'operació bastant improductiu.

El fet és, no obstant això, que en els motlles mascles la peça haurà de desemmotllar-se encara quan estigui calenta, en cas contrari serà difícil el desemmotllament. A això precisament es refereix l'encongiment tèrmic, que és la diferència proporcional entre la temperatura ambient i la temperatura al moment de desemmotllar. D'aquesta manera, per conservar la dimensió especificada de la peça, serà necessari que el model sigui lleugerament més gran.
En comparació, amb el motlle femella la peça formada començarà a encongir-se tan aviat com la temperatura del material estigui per sota de la temperatura de modelo. Per mantenir una tolerància tancada contínuament, la dimensió del motlle haurà de ser considerablement incrementada i mantinguda la pressió de buit durant tot el temps d'operació.

Com a guia es pot assumir que l'encongiment per a motlles mascle serà de .127 mm/mm i per a motlles femella serà major. Per a acrílic, policarbonat, polièster termoplàstic i poliestirè orientat es pot considerar aproximadament .203 mm/mm. De tota manera, aquests valors es deuen prendre amb cautela, ja que les següents condicions poden fer-los variar significativament:

1. Temperatura del motlle: amb una diferència de 10 °C (15 °F), podrà canviar l'encongiment a dalt de .0254 mm/mm.

2. Grandària i espessor: Es refereix a l'angle de sortida limitat pel motlle i a aquest efecte que té un major espessor pel que fa al perfil de temperatura.

3. Temperatura final d'ús: A causa de l'expansió i contracció proporcional al coeficient d'expansió lineal, la peça termoformada contínuament variarà amb els canvis de temperatura ambient.

4. Condicions extremes d'ús: L'encongiment pot aconseguir valors topi després de la primera exposició a la més alta temperatura d'ús.

5. Orientació molecular: Poden existir encongiments majors en relació a l'orientació molecular del material.

Algunes vegades serà necessari per prevenir la distorsió i encongiment, comptar amb plantilles de

refredament fins que la peça estigui completament a temperatura ambient. A més, les peces que són termoformades a una temperatura per sota de les especificades, tendiran a tornar al seu estat original a causa de la memòria plàstica del material. Es recomana que l'encongiment i la deformació hauran de ser verificades durant el transcurs de la producció.

Aparença del motlle

És necessari aclarir que les superfícies obtingudes pels processos d'injecció i extrusió, no podran reproduir-se en les tècniques convencionals de termoformat. Inclusivament els materials altament brillants, poden perdre la seva lluentor durant el procés, a més de que tendeixen a emfatitzar marques i ondulacions per contacte d'un motlle fred i canvis en l'espessor del material. El canvi en espessor del material serà causa de petites distorsions, d'aquesta manera la neteja a l'àrea de treball és indispensable. Es recomana que tots els contorns estiguin be arrodonits, de fet un motlle amb radis grans beneficiarà l'operació de termoformat ja que el material, tendirà a estirar-se millor .

Si es requereix que la fulla copiï detalls del motlle, com per exemple textures antiderrapants o altres similars, aquests almenys hauran de ser tres vegades major que l'espessor del material, de fet és millor comptar amb una superfície de model no tan llisa, ja que així no copiarà la peça els errors del motlle. Inclusivament es pot sandblastear amb micro-esferes de vidre o materials abrasius. Amb això es pot eliminar l'aire atrapat permetent el moviment de l'aire entre el motlle i la peça. De vegades és convenient ratllar la superfície del motlle amb una escata basta, això ajuda en l'etapa de desemmotllament per trencar el buit que existeix entre el motlle i la peça.

Orificis de buit

Quan s'utilitzen tècniques de termoformat amb buit o pressió d'aire, és molt important desplaçar el major volum d'aire entre el motlle i la fulla en un mínim de temps. Depenent del tipus de motlle, es pot utilitzar des d'un orifici d'1/2" o 1", com en el cas del termoformat de doms, fins a una distribució homogènia en tots els vèrtexs del motlle.

En general, el diàmetre dels orificis de buit hauran de ser lleugerament menors a l'espessor de material. Com a punt de partida, els orificis de buit tindran un diàmetre equivalent a l'espessor final de la peça termoformada, per a aquells casos en què el material sigui molt prim o gruix, o que no importi si es marquen aquests orificis, llavors aquesta regla no aplica. Podem considerar que un rang apropiat està entre 1/32" fins a 1/8" de diàmetre. En cas necessari, per desplaçar un volum d'aire gran, es poden barrinar alguns orificis d'1/8" o 1/4" de diàmetre. Depenent de la construcció del motlle, els orificis podran ampliar-se en la part interna del motlle com es mostra en el dibuix. Per reduir el temps de desplaçament del volum d'aire en la perifèria de la fulla estovada i en la caixa de buit, es podrà emplenar l'espai amb pilotes d'escuma de poliestirè o trossos de poliuretà.
Una altra funció del motlle, és la de contribuir juntament amb el marc a estabilitzar la posició de la fulla i sustentar un bon segellat en tota la perifèria del motlle, en alguns casos és convenient realitzar un canal al voltant de la peça, precisament a la zona exterior de la línia de tall.

Refredament del motlle

En molts dels casos quan les series de producció siguin molt llargues, és convenient que el motlle compti amb un sistema de refredament, generalment s'empra tub de coure i aquest haurà d'estar localitzat adequadament i amb capacitat suficient per transportar un volum considerable d'aigua o refrigerant. És convenient establir una relació entre la temperatura de la fulla i el motlle perquè no es refredi a l'excés el material i no es termoformi per sota del límit inferior de la temperatura del model.

Hi ha diferents mètodes per refredar un motlle, per exemple, quan existeixen zones crítiques de model, es poden incorporar inserts plàstics de nylon o politetrafluoroetilè. En alguns casos es pot aplicar un recobriment plàstic per reduir la conductivitat tèrmica o inclusivament, després del termoformat es pot injectar pels orificis de buit, aire a pressió.

Ajudes de model

Com ja s'ha esmentat anteriorment, quan es termoforma una peça sempre existirà una disminució en l'espessor del material. Les ajudes de model s'utilitzen per obtenir una millor distribució del material en la

peça termoformada. El propòsit d'aquesta, és estirar la fulla estovada, actuant com un preformat. Aquesta tècnica és de gran importància sobretot quan es tenen peces de gran profunditat. En termes generals, les ajudes de modelo es poden construir dels mateixos materials que s'empren en els motlles. Existeixen tres diferents categories d'ajudes de modelo:

Ajudes metàl·liques
Usualment fetes de ferro o alumini, hauran de ser molt llises i amb radis en els cants. El rang de temperatura es considera de 10 a 15° C (10° F) a baix de la temperatura del material, si la temperatura d'aquest és molt alta es pegarà a la fulla.

Ajudes de materials tèrmics
Les ajudes fetes de fusta, plàstic o metàl·liques són construïdes sota el principi d'un bon aïllant tèrmic. La superfície podrà ser fusta suau, plàstics com el nylon, escuma sintètica o qualsevol altre material incloent franel·la suau.

Ajudes tipus esquelet
Les ajudes tipus esquelet o de contorn, només són barres rodones soldades formant les arestes de la peça, aquestes hauran d'estar totalment arrodonides per evitar rascadures al material. Les dimensions de les ajudes estaran en funció de les mesures de la peça, ja que aquestes tenen una gran influència en la distribució de l'espessor del material. cal recalcar que en alguns casos, canviant només la profunditat de penetració de la mateixa ajuda (75% de la profunditat de la peça), l'espessor del material entre les cares i superfície pot ser controlades. Per tant l'equip haurà de comptar amb la capacitat d'ajust de la profunditat, força de penetració i velocitat necessàries.

2.6.5. Materials emprats en la fabricació de motllos de termoformat

Materials empleats
En contrast amb altres processos de modelat de plàstics, com la injecció o compressió, en el termoformat es té l'avantatge d'utilitzar pressió i temperatura relativament baixes, per aquesta raó es pot utilitzar una gran varietat de materials.

Generalment podem emprar motlles de fusta, aquests són ideals per a una baixa producció i com la fusta té baixa conductivitat tèrmica, afavoreix que la fulla revinguda no es refredi ràpidament al primer contacte, però quan es té una mitjana o alta producció els motlles de fusta són inadequats. La construcció de motlles amb laminats fenòlics resulta millor a causa que no són majorment afectats per la calor o la humitat. Existeixen també motlles fabricats amb càrregues minerals o metàl·liques i resina polièster o epóxica o de poliuretà rígid. Aquests tenen la facilitat de poder buidar-se d'un motlle i tenir inclusivament un motlle de cavitats múltiples. Les propietats tèrmiques de les resines epóxiques o polièster els fan adequats para tirades de mitja producció, inclusivament es podrà utilitzar canonada de coure com a sistema de refredament per controlar millor la temperatura del motlle, però encara així resulta insuficient per a altes produccions.

Els motlles d'alumini són els millors per a altes produccions, però la conductivitat tèrmica de l'alumini farà necessari prees calfar el motlle per mitjà de circulació d'aigua calenta a través del sistema de refredament/escalfament o radiant calor amb resistències elèctriques o inclusivament escalfant el motlle amb el mateix material a termoformar.

Per tirades llargues serà necessari incorporar un termòstat per assegurar que existeixi la menor fluctuació de temperatura en la superfície del motlle, evitant així un sobre refredament. Les propietats d'ús de l'alumini podran ser millorades amb l'aplicació de politetrafluoroetilè.

En resum, existeixen quatre grups per a la construcció de motlles de termoformat:

1) Fusta
2) Minerals
3) Resines plàstiques
4) Metalls

Recomanacions per a motlles de termoformat
1. Per a motlles de fusta el millor desemmotllant és talc per a bebès o farina.

2. Per a motlles metàl·lics o de resines plàstiques, es recomana utilitzar ceres desemmotllants.

3. En materials molt sensibles com el poliestirè, P.V.C. escumejat o acrílic, no s'han d'utilitzar fustes suaus a causa que es produiran marques de model.

4. Per tirades de producció llargues no s'haurà d'usar fusta, a causa que el lent refredament causarà que el motlle s'expandeixi, provocant que les unions s'obrin.

5. Per a motlles de resines plàstiques o metàl·lics també es pot utilitzar desemmotllants en aerosol.

6. Per a motlles de lavabos, tines, mòduls de bany, és possible obtenir una lluentor porcelanizat, sand-blasteando la superfície del motlle, l'aspror provocarà un acabat amb aquestes característiques.

2.7. Tècniques de termoformat

El termoformat és el procés més simple i generalitzat per transformar la làmina d'acrílic. Sent un material termoplàstic s'estova i es maneja fàcilment podent prendre qualsevol forma quan s'ha escalfat a la temperatura i temps adequats.

En refredar-se recobra la seva rigidesa i conserva la forma a la qual va ser sotmès. El cost de l'equip i motlles és relativament baix i es poden obtenir formes bi o tridimensionals per mitjà d'una àmplia varietat de processos.

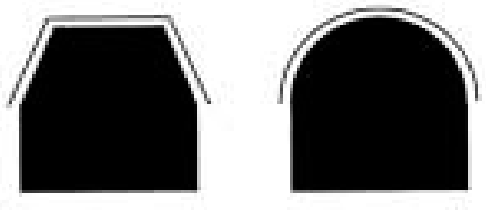
2.7.1. Termoformat bidimensional
El format bidimensional és un procés de doblegat que es pot aconseguir per dos mètodes :

Doblegat per escalfament lineal
Sobre una resistència lineal s'escalfa làmina plàstica, doblegant a l'angle desitjat. Per procedir al doblegat, remogui el paper protector de la línia de plegat (pot deixar-se la resta del paper per protegir les àrees on no es va a treballar), després col·loqui la làmina sobre els suports amb la línia a doblegar directament sobre la línia de calor, fent el plec pel costat escalfat. El temps d'escalfament varia segons l'espessor de la làmina. Per doblegar làmina d'acrílic d'espessor major a 4.0 mm és recomanable escalfar-la per tots dos costats per aconseguir un plec adequat. Escalfi la làmina fins que es comenci a estovar a la zona de plec. No intenti doblegar la làmina abans que estigui ben escalfada, això pot ocasionar cantonades irregulars o plegades, escalfi acuradament; un escalfament irregular pot causar arqueig en la línia de plec. De vegades això és difícil d'evitar, especialment en peces de longituds majors a 60 cm. L'arqueig pot ser disminuït subjectant el material recentment format amb unes pinces o una plantilla fins que es refredi. Les plantilles poden fer-se de fusta, fixes o ajustables.

2.7.2. Termoformat tridimensional
Els procediments per al format tridimensional requereixen en general de l'ús d'equip de buit, aire a pressió, mecànic o una combinació d'aquests per modelar la làmina plàstica a la forma desitjada. A continuació es descriuen aquestes tècniques :

Format lliure o per gravetat
Aquest mètode és el més senzill de tots, a causa que la làmina una vegada estovat el material, es col·loca sobre el motlle i pel pes propi del material aquest adopta la figura. Les cantonades del material poden subjectar-se al motlle per evitar les ondulacions que tendeix a formar-se durant el refredament.

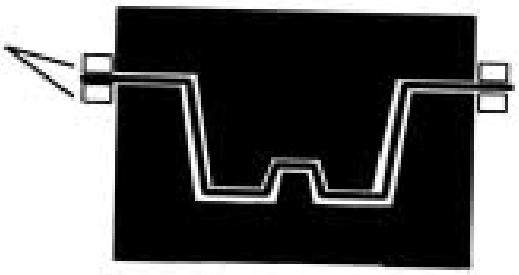
Figura 11.



Format mecànic amb motlle femella i mascle

La làmina plàstica pot ser formada premsant el material revingut entre motlles femella i mascle, per produir peces de dimensions molt exactes. Aquest procediment requereix un excel·lent acabat dels motlles per reduir al mínim les marques dels mateixos.

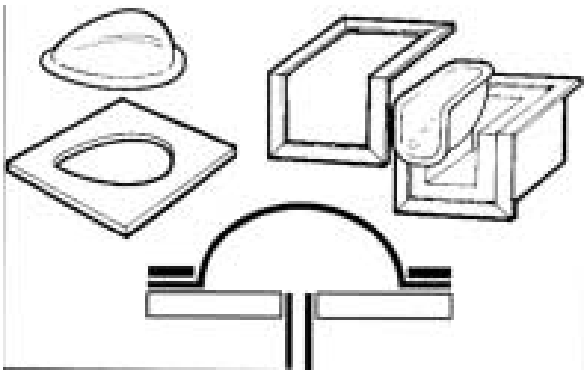
Figura 12.



Format lliure a pressió o buit d'aire

Les peces que requereixen claredat òptica com a doms, cabines d'helicòpter, etc. es poden formar sense motlle, només cal formar el plàstic per buit o pressió d'aire. La forma de la peça acabada serà donada per la forma i grandària de la brida que ho fixi al marc i per l'altura que es doni; no obstant això, aquestes formes es limiten a contorns esfèrics o bombolles lliurement formades. Per a aquest tipus de format haurà de preferir-se l'ús de buit, o pressió si és major a una atmosfera.

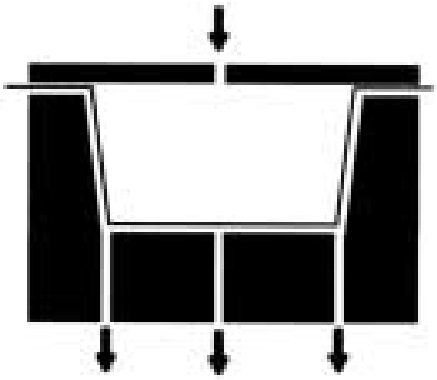
Figura 13.



Format a buit i pressió, motlle femella

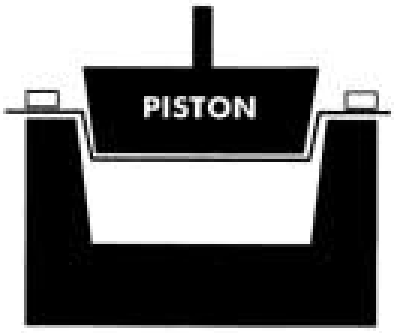
Aquest procediment permet formar sobre motlles peces la forma de les quals requereixen major precisió que les que s'obtenen per buit. No obstant això les altes pressions causaran marques del motlle en la peça. Com es requereixen pressions altes, els motlles hauran de ser de metall, resines epoxy o altres materials que suportin grans pressions sense deformar-se. El bon acabat dels motlles és imperatiu per aconseguir peces de qualitat.

Figura 14.



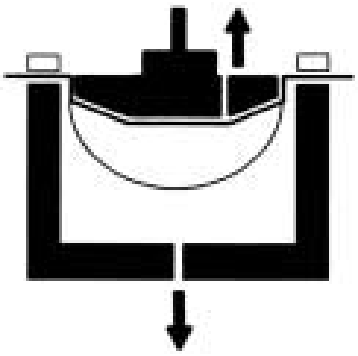
Format a pressió amb ajuda de pistó, motlle femella
La tècnica de l'ajuda de pistó s'utilitza per reduir el aprimament en el fons de les peces formades. El pistó estira el material abans que la pressió sigui aplicada. Es requereix una velocitat del pistó de 6 m/min., pot danyar el material en el seu contacte inicial. Pressió de moldeig de 2.8 Kg/cm^2.

Figura 15.



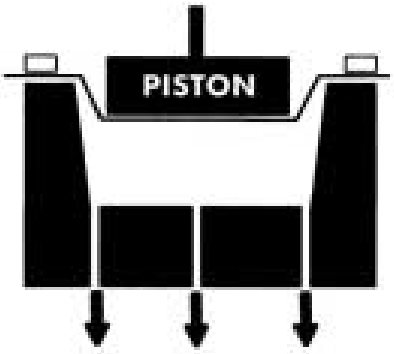
Format a buit amb tornada i motlle mascle
Aquesta tècnica és valuosa per formar peces que requereixin espessor uniforme en les parets i la menor quantitat de marques de model. La làmina revinguda s'estira en una caixa de buit fins a aconseguir la profunditat necessària per donar cabuda al motlle; una vegada que aquest ha penetrat, s'allibera gradualment el buit perquè l'acrílic torni a la seva forma original trobant-se amb ell. Es poden aconseguir formes més definides si al retorn s'aplica buit al motlle mascle.

Figura 16.



Format a pressió amb ajuda de pistó, motlle femella i buit
Est és el més sofisticat de tots, ja que és una combinació de gairebé tots els anteriors, generalment s'utilitza per termoformats molt profunds en els quals es requereixen espessors més controlats i existeix el problema de ruptura per una excessiva profunditat de model.

Figura 17.



2.8. Refredament de peces termoformades

El refredament d'una peça termoformada és tan important com l'escalfament, però en alguns casos podrà consumir més temps que l'escalfament. Per aquest motiu és important seleccionar el mètode més apropiat. Algunes vegades, quan es formen peces d'espessors gruixuts que toleren un menor esforç intern, és aconsellable retardar el refredament normal, cobrint la peça amb una tela o franel·la suau. Si la peça aquesta subjecta amb clamps, la força de subjecció s'anirà perdent a poc a poc durant el refredament i es presentarà un encongiment que rellevarà els alts esforços d'aquest procés. La major part de l'escalfament absorbit durant el cicle d'escalfament haurà de dissipar-se del plàstic abans que es retiri del motlle, d'una altra forma poden ocórrer distorsions en la peça. Si la peça és formada en un motlle mascle, s'haurà de desemmotllar abans que es presenti un encongiment i sigui difícil de desemmotllar.

2.8.1. Mètodes convencionals de refredament

La conducció i convecció són pràcticament els únics mètodes per dissipar la calor, en vista de que la conductivitat tèrmica en els plàstics és baixa, un refredament llarg es presentarà en peces que tinguin un espessor superior de 2.0 mm. El més comú és utilitzar ventiladors elèctrics per refredar la peça; aquest mètode té l'avantatge que la peça pot ser refredada en el motlle, el desavantatge és que el corrent d'aire no serà suficient per refredar el motlle en cada cicle amb la qual cosa aquest s'excedirà de calor, interferint amb el cicle normal d'escalfament. El refredament d'una peça en contacte amb el motlle és molt eficient si aquest és de metall i té conductes de refredament amb recirculació d'aigua. Es recomana utilitzar en aquests casos un volum suficient de líquid refrigerant per mantenir uniforme la temperatura del motlle. Si es manté l'aigua de refredament a certa temperatura, la formació de marques en la peça (usualment conegudes com a ondulacions en la seva superfície) per tenir un motlle fred es poden minimitzar. Els motlles d'alumini on de resina epóxica i/o polièster són molt adequats si es pretén incloure un sistema de refrigeració. Els motlles de fusta no són molt convenients para produccions llargues a causa que no dissipen la calor ràpidament.

2.8.2. Mètodes no convencionals de refredament

Hi ha mètodes de refredament molt ràpids que utilitzen un esprai o cortina molt fina d'aigua desionitzada o diòxid de carboni líquid, que ràpidament refreda la superfície d’una peça termofarmada. Aquest mètode no s'utilitza freqüentment pel seu cost, qualsevol dels dos pot justificar-se, especialment si s'aplica localment per prevenir esquerdes tèrmiques en peces molt profundes, recordant que un refredament irregular i ràpid de la peça formada és induïda a generar esforços que afecten la durabilitat.

2.9. Tall de peces termoformades

Després que el cicle de format ha acabat, les peces haurien de ser tallades per eliminar el material excedent, rares vegades la peça final no requereix del tall, com en el cas d'anuncis lluminosos. La major part dels productes termoformats requereixen algun tipus de tall. S'ha de seleccionar l'equip i la tècnica adequats; de qualsevol manera existeixen alguns factors que determinen la selecció, com és el cas de la mesura de la fulla, la grandària i profunditat de la peça, el nivell acceptable d'aspror de la superfície del tall, la tolerància dimensional requerida i la velocitat de tall entre uns altres.

2.9.1. Equips de tall

Existeixen diversos equips per al tall de peces termoformades:

Eines elèctriques

Serra circular

La serra circular haurà de tenir dents rectes per afavorir el refredament i no estovar el material. Les dents de carbur de tungstè brinden un tall excel·lent i major durada entre afilades. L'alimentació de tall ha de ser lenta per evitar l'escalfament o estrellament del material. La serra haurà d'operar-se a velocitats relativament altes i abans d'iniciar el tall, asseguri's que hagi desenvolupat la màxima velocitat. Mentre major sigui l'espessor del material que es va a tallar, major haurà de ser el diàmetre de la serra i menor el nombre de dents per centímetre (mínim 2 dents per cm.). Quan s'utilitzi una serra circular de mà, és necessari subjectar fermament la làmina i alimentar amb pressió i velocitat uniformes per evitar estrellaments.

Serra cinta

La serra cinta és l'equip indicat per fer corbes en fulles planes i per re filetejar peces formades. És recomanable l'ús de serra cinta amb velocitat variable fins a 5000 peus/min. i amb una profunditat de gola mínima de 10". És convenient utilitzar les cintes especials per tallar metall o per a plàstics; també és necessari ajustar la guia el més propera al material per evitar estrellaments en la línia de tall i reduir al mínim la vibració en la serra.

Equips automàtics

Aquest tipus d'equips de tall s'utilitza quan es requereix un nivell d'automatització alt; generalment aquest equip compta amb sistema de còmput i programari especialitzat, com CAD-CAM-CAU, amb el qual es dissenya el patró de tall per posteriorment enviar la informació a un perifèric, que en aquest cas poden ser routers d'1 a 5 capçals, sistema d'aigua a pressió o làser. La capacitat de tall no està limitada a una adreça o piano, pràcticament es pot realitzar qualsevol tipus de tall o perforació.

Tall amb aigua a pressió

El sistema abrasiu de tall amb aigua a pressió elimina molts dels problemes associats amb la maquinària i operacions de tall convencional. Es concentra un doll molt fi d'aigua a pressió 50,000 Psi, a una velocitat d'aproximadament 3 mts/min. i amb una precisió de +/- 1 mm. Usant una combinació d'aigua altament pressuritzada i materials abrasius com a pols de sílice, el doll amb aigua pot tallar tots els materials sense produir escalfament i deixant un excepcional acabat en la superfície de tall.

Els avantatges que ofereix aquest sistema de tall en l'acrílic són: l'eliminació de distorsió per escalfament, es pot realitzar qualsevol angle de tall pel seu tipus multidireccional integrat a sistemes computacionals, elimina operacions secundàries com a escatat i redueix el material de desaprofitament per tenir una àrea de tall molt reduïda.

Tall amb làser

El tall amb làser és una tècnica ja usada per altres sectors industrials des de fa vàries anys i té com a característiques principals:

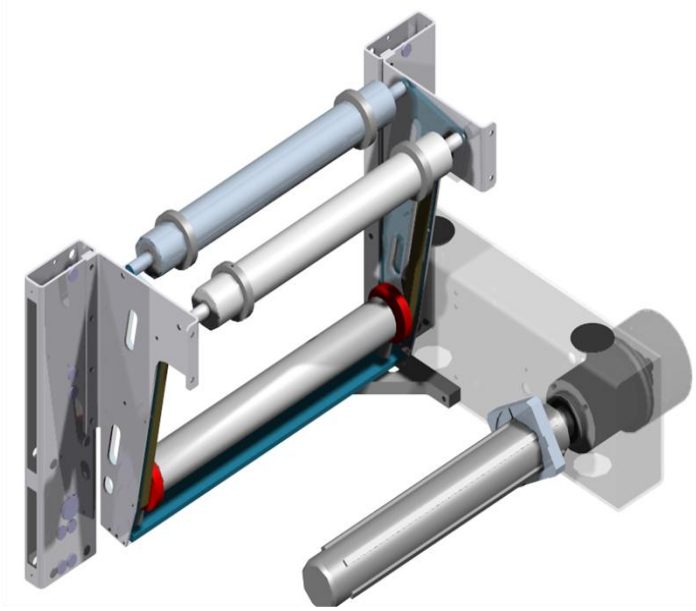
- Alta precisió de tall
- Flexibilitat de manufactura
- Reducció de costos

Un avantatge que ofereix el sistema de tall amb làser és la versatilitat d'aplicació, ja que a més de la seva ocupació directa en el tall de làmines acríliques ofereix la possibilitat de processament en molts altres tipus de materials. Amb el dispositiu làser és possible tallar, soldar i escalabornar superfícies de fins a 30 mm. d'espessor, a causa que l'energia làser es concentra en un sol punt i la generació de calor es pot limitar a una zona mínima amb la qual cosa no hi ha deformació per calor ni canvis estructurals en el material. També s'obtenen talls molt precisos, la qual cosa és molt recomanable per a peces d'acrílic amb formes molt intricades. Es poden efectuar orificis des de 0.1 mm. de diàmetre, a una velocitat de fins a 150,000 perforacions per hora. Un equip làser podrà tallar fins a 1/2" d'acrílic a una velocitat de 30 cm/min.

3.1. Descripció dels grups constructius

3.1.1. Alimentador de film

Figura 18.



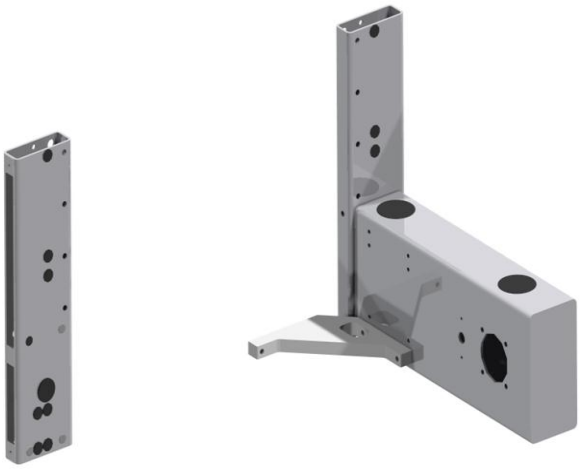
NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**23000**	**CONJ**	**DESBOBINADOR FILM INFERIOR F2000**	**DIN-A4**	**--**	**1**	**X**								
...3	**23001**	**CONJ**	**DESEMBOBINADOR FILM INFERIOR**	**DIN-A4**	**--**	**1**	**X**								
....4	23002	PIEZA	MONTANTE LATERAL S1	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	470	120	40	3.96	
....4	23003	PIEZA	MONTANTE LATERAL S2	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	470	120	40	3.96	
....4	23004	PIEZA	CHAPA LATERAL	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	470	24	1.5	0.13	
....4	23005	PIEZA	TAPON ø36 REF.300 F 24	--	--	1			X						KAPSTO
....4	23006	PIEZA	ESCUADRA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	198	198	20	2.26	
....4	23007	PIEZA	BRIDA INTERIOR MONTANTE	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	70	37	6	0.12	
....4	23008	PIEZA	TAPON ø60 REF.GPN 910	--	--	2			X						KAPSTO
....4	23009	PIEZA	TAPON ø20 REF.300 F 12	--	--	10			X						KAPSTO
....4	23010	PIEZA	BRIDA MONTAJE	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	200	100	6	0.9	
....4	23011	PIEZA	BRIDA EJE EXPANSIBLE	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	485	200	100	9.26	
....4	23012	PIEZA	TAPON ø09 REF.300 F 4		--	4			X						KAPSTO
...3	**23013**	**CONJ**	**COMPENSADOR DESBOBINADOR FILM INFERIOR**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
....4	23014	PIEZA	CASQUILLO (SELFOIL 12-17-12)	--	--	2			X						SELFOIL
....4	23015	PIEZA	ANILLO DE SEGURIDAD ø20 DIN471	--	--	6			X						SINARD
....4	23016	PIEZA	CHAPA LATERAL	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	432	215	4	1.77	
....4	23017	PIEZA	CHAPA LATERAL B	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	432	215	4	1.77	
....4	23018	PIEZA	MONTANTE LATERAL COMPENSADOR	DIN-A3	--	2		X		AISI-304 L	423	140	10	2.53	
....4	23019	PIEZA	CREMALLERA	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	310	15	15	0.48	
....4	23020	PIEZA	RODILLO	DIN-A4	--	3		X		AISI-304 L	488	60.3		2.42	
....4	23021	PIEZA	EJE TENSOR	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	590	20		1.34	
....4	23022	PIEZA	PIÑON CREMALLERA	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	30	25		0.07	
....4	23023	PIEZA	EJE FIJO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	572	20		1.4	
....4	23024	PIEZA	TRAVESAÑO FIJO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	572	40	10	1.78	
....4	23025	PIEZA	DISCO POSICIONADO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	80	15		0.54	
....4	23026	PIEZA	TOPE FIJACION	DIN-A4	--	6		X		AISI-304 L	55	15		0.12	
....4	23027	PIEZA	PLETINA ANCLAJE	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	270	20	6	0.25	
....4	23028	PIEZA	TOPE ANTIVIBRATORIO (TS-20-40)	--	--	2			X						EGAÑA
....4	23030	PIEZA	ARANDELA GUIA FILM	DIN-A4	--	4		X		AL 5083 H111	80	15		0.08	
....4	23032	PIEZA	RODAMIENTO 6004-2RS	--	--	6			X						APIRO RODAMIENTOS
....4	23033	PIEZA	PASADOR CILINDRICO ø4x20 DIN 6325	--	--	2			X						OPAC
...3	**23034**	**CONJ**	**FRENO ELECTROMAGNETICO + EJE EXPANSIBLE**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
....4	23035	PIEZA	EJE EXPANSIBLE ø76	--	--	1			X						ANDEXPORT
....4	23036	PIEZA	RODAMIENTO BOLAS (6007.H 2RS)	--	--	1			X						APIRO RODAMIENTOS
....4	23037	PIEZA	RODAMIENTO BOLAS (6006.H 2RS)	--	--	1			X						APIRO RODAMIENTOS
....4	23038	PIEZA	ANILLO DE SEGURIDAD E35 DIN471	--	--	1			X						SINARD
....4	23039	PIEZA	ANILLO DE SEGURIDAD E30 DIN471	--	--	1			X						SINARD
....4	23040	PIEZA	RETEN ø62xø42 e = 8 mm.	--	--	1			X						MELCAR
....4	23041	PIEZA	JUNTA TORICA 113,67x5,33	--	--	1			X						HOSECO
....4	23042	PIEZA	ANILLO DE SEGURIDAD I62 DIN472	--	--	1			X						ROSMIL
....4	23043	PIEZA	FRENO ELECTROMAGNETICO	--	--	1			X						OGURA
....4	23044	PIEZA	CHAVETA PARALELA- TIPO A5x5x15	--	--	1			X						ATI
....4	23045	PIEZA	TAPA FRENO NEUMATICO	DIN-A4	--	1		X		PVC NEGRO	134	95	1.5	0.12	
....4	23046	PIEZA	BRIDA TOPE BOBINA	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	115	105	20	0.32	
....4	23047	PIEZA	CIERRE EJE EXPANSIBLE	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	20	20	18	0.02	
....4	23048	PIEZA	PALIER SUPERIOR	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	130	130	125	5.59	

La finalitat del desembobinador de film inferior és la de subministrar la lamina de film que necessita la màquina per realitzar el termoformat. Els diferents tipus de films solen ser subministrats en rotllos Com podem apreciar a la llista de components, el desembobinador de film inferior es composa de tres sub-estructures bàsiques:

desbobinador de film inferior

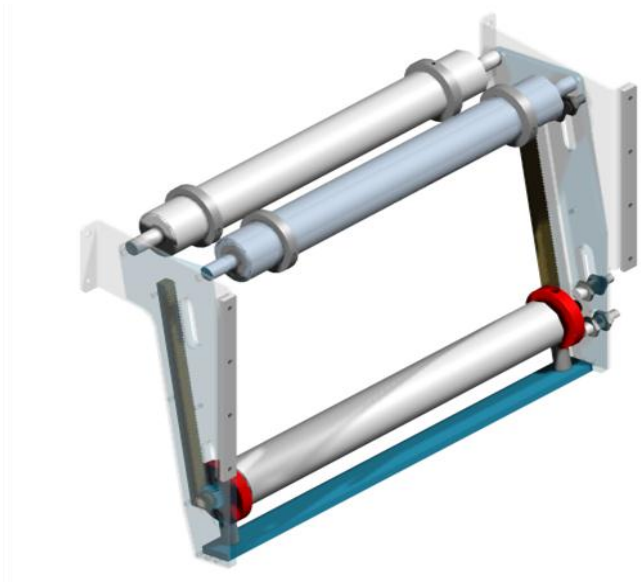
compensador desbobinador de film inferior
Fre electromecànic + eix expansible.

Figura 19. desbobinador de film inferior



Com podem veure a la figura numero 19, el desbobinador de film inferior consta d'una estructura que suporta tots els element, aquesta estructura esta feta de material d'acer inoxidable AISI 304-L, s'ha escollit aquest material ja que és el material que es fa servir a l'industria alimentaria. La propietat mes interesant d'aquest material a par de la seva resistència constructiva és la protecció que ens dona en ambients corrosius, sent un material idoni per aquelles parts de la màquina que poden estar en contacte amb ambients corrosius, també és idoni per poder rentar la màquina amb aigua a pressió sense que això influeixi en la degradació del material.

Figura 20. compensador desbobinador de film inferior

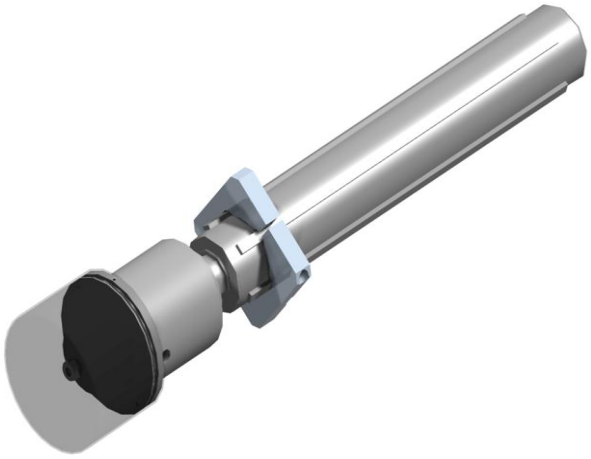


El compensador del desembobinador de film inferior, és la part destinada a regular el subministra de film requerit per la màquina, la seva estructura esta fet en acer inoxidable AISI 304-L . conta de tres corrons pels qual passa el film i la seva missió és la de mantenir tibant el film en tot el procés de termoformat, com podem observar el corró compensador llisca a traves d'una cremallera, quan la màquina demana film, el corró puja per aquesta fins arribar a l'altura d'un detector situat a la par superior del desembobinador, un

cop aquest detector es activat, dona l'ordre de subministrar mes film, fent que el corró de subjecció del film baixi lliscant per la cadena fins arribar a la part inferior d'aquesta on tenim un altre detector que al ser activat dona l'ordre de deixar de subministrar mes film, d'aquesta manera sempre mantenim el film tibat garantitzant una bona alimentació de film a la màquina.

A la Part inferior del compensador trobem un altre detector que ens dona l'alerta quan la bobina de film s'ha acabat, donant una senyal al display en la qual ens indica de falta de subministrament de film.

Figura 21. Fre electromecànic + eix expansible.



Aquesta és la part que s'encarrega de controlar el moviment de l'alimentació de film a la màquina, com podem veure consta d'un fre electromagnètic el qual esta desactivat en el moment que volem que subministri film a la màquina, i s'activa, és a dir, es frena quan ens interessa que el film quedi tibat per poder realitzar l'operació de termoformat.

L'eix expansible te la funció de deixar fixada la bobina de film un cop aquesta està centrada. Quan la bobina s'ha de canviar, es desactiva i d'aquesta manera ens facilita la recàrrega de bobines de film.

3.1.2. Mòdul d'entrada

Figura 22.

NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	31000	CONJ	MODULO ENTRADA F2000	DIN-A4	--	1	X								
...3	31001	PIEZA	BRIDA GUIA CADENA – D,11 x 27	DIN-A4	--	4		X		AISI-304 L	20	20	27	0.01	
...3	31002	PIEZA	SOPORTE GUIA CADENA-EJE – L73 / D,40	DIN-A4	--	4		X		AISI-304 L	40	40	73	0.71	
...3	31003	PIEZA	PORTA GUIA CADENA	DIN-A4	--	4		X		AISI-304 L	78	40	3	0.11	
...3	31004	PIEZA	PERFIL GUIA CADENA	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	1430	30	1.5	1.37	
...3	31005	PIEZA	PERFIL GUIA CADENA	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	1120	30	1.5	1.08	
...3	31006	PIEZA	CORREDERA GUIA CADENA	DIN-A4	--	2		X		PE-HD1000	1430	26	22.5	0.61	
...3	31007	PIEZA	CORREDERA GUIA CADENA	DIN-A4	--	2		X		PE-HD1000	1120	26	22.5	0.47	

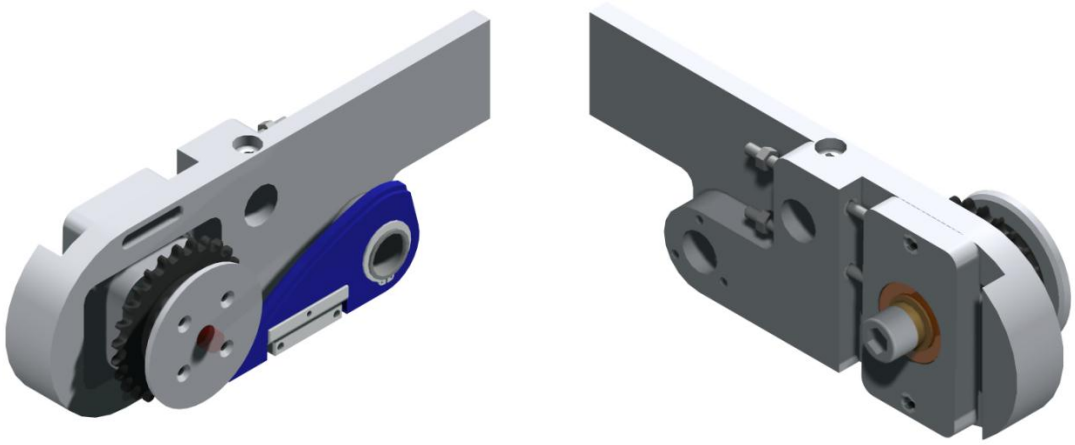
La finalitat del mòdul d'entrada és la de direccionar i fer de guia de la cadena de arrossegament de film, aquesta va guiada per uns perfils de PE-HD1000 es qual son subjectats i reforçats per uns perfils realitzats en acer inoxidable AISI 304-L.

Aquestes guies estan subjectes al bastidor de la màquina a traves d'uns suports mòbils realitzats en AISI 304-L.

Com podem observar a la figura 22. disposem de dos conjunts de perfils, dret i esquerra, cadascun és independent tot i que estan sincronitzats pel grup motriu de la màquina.

3.1.3. Pinyó esquerre i dret

Figura 23.



La funció del pinyó esquerre i dret, és la de, juntament amb el mòdul d'entrada analitzat anteriorment, guiar la posició de la cadena d'arrossegament de la màquina i vetllar per que aquesta es mantingui tibada en tot el procés de producció.

Com podem observar a la figura 23, aquest element consta d'un cos mecanitzat realitzat en acer inoxidable AISI 304-L sobre el qual fixem una sèrie d'elements que ens proporcionen la funcionalitat d'aquest mòdul.

El pinyó utilitzat és un pinyó de 26 dents fabricat en acer F-114, aquest després del mecanitzat ha estat sotmès a un tractament tèrmic de tremp i un posterior zincat. S'ha sotmès aquesta peça a aquest tractament per tal d'endurir el material amb la fi de que el desgast sofert pel pinyó a causa del contacte amb la cadena sigui mínim.

Seguidament podem observar la taula de components del qual es composen tant el pinyó esquerre com el pinyó dret.

NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	21000	CONJ	PIÑON IZQUIERDO F2000	DIN-A3	--	1	X								
...3	21001	PIEZA	PIÑOÑ CADENA SEPARADOR	DIN-A4	--	1		X		F-114				0.8	
...3	21002	PIEZA	DISCO SEPARADOR PASO 12,7	DIN-A4	--	1		X		F-114				0.33	
...3	21003	PIEZA	MONTANTE LATERAL	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	393	137	40	2.37	
...3	21004	PIEZA	PLACA TENSORA	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	137	80	53	0.78	
...3	21005	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO – M8 INT.	--	--	6			X						LAMI SUMINISTROS
...3	21006	PIEZA	EJE PIÑON	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	40	40	22	0.37	
...3	21007	PIEZA	CHAVETA – Tipo A 8x7x22	--	--	1			X						ATI
...3	21008	PIEZA	ESPARRAGO ROSCADO – M8 L110	--	--	2			X						COSA-ORPELLA
...3	21009	PIEZA	TUERCA HEXAGONAL – M8	--	--	2			X						COSA-ORPELLA
...3	21010	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO – M10 INT.	--	--	2			X						LAMI SUMINISTROS
...3	21011	PIEZA	TOPE – TENSOR CADENA ARTICULADO PASO 12,7	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	60	60	2	0.03	
...3	21012	PIEZA	TENSOR – CADENA PASO 12,7	DIN-A4	--	1		X		PE-HD1000	178	76	13	0.11	
...3	21013	PIEZA	DISCO ARTICULACION	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	60	60	30	0.21	
...3	21014	PIEZA	PLETINA TENSOR – 60 x 28 x 10	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	60	28	10	0.11	
...3	21015	PIEZA	GUIA APOYO PASO 12,7	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	70	17	12	0.04	
...3	21016	PIEZA	TORNILLO – M20 L130	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L					
...3	23037	PIEZA	RODAMIENTO BOLAS (6006.H 2RS)	--	--	2			X						APIRO RODAMIENTOS
...3	23038	PIEZA	ANILLO DE SEGURIDAD E35 DIN471	--	--	1			X						SINARD
...3	23039	PIEZA	ANILLO DE SEGURIDAD E30 DIN471	--	--	1			X						SINARD
..2	22000	CONJ	PIÑON DERECHO F2000	DIN-A3	--	1	X								
...3	21001	PIEZA	PIÑOÑ CADENA SEPARADOR	DIN-A4	--	1		X		F-114				0.8	
...3	21002	PIEZA	DISCO SEPARADOR PASO 12,7	DIN-A4	--	1		X		F-114				0.33	
...3	21004	PIEZA	PLACA TENSORA	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	137	80	53	0.78	
...3	21005	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO – M8 INT.	--	--	6			X						LAMI SUMINISTROS
...3	21006	PIEZA	EJE PIÑON	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	40	40	22	0.37	
...3	21007	PIEZA	CHAVETA – Tipo A 8x7x22	--	--	1			X						ATI
...3	21008	PIEZA	ESPARRAGO ROSCADO – M8 L110	--	--	2			X						COSA-ORPELLA
...3	21009	PIEZA	TUERCA HEXAGONAL – M8	--	--	2			X						COSA-ORPELLA
...3	21010	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO – M10 INT.	--	--	2			X						LAMI SUMINISTROS
...3	21011	PIEZA	TOPE – TENSOR CADENA ARTICULADO PASO 12,7	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	60	60	2	0.03	
...3	21012	PIEZA	TENSOR – CADENA PASO 12,7	DIN-A4	--	1		X		PE-HD1000	178	76	13	0.11	
...3	21013	PIEZA	DISCO ARTICULACION	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	60	60	30	0.21	
...3	21014	PIEZA	PLETINA TENSOR – 60 x 28 x 10	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	60	28	10	0.11	
...3	21015	PIEZA	GUIA APOYO PASO 12,7	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	70	17	12	0.04	
...3	21016	PIEZA	TORNILLO – M20 L130	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L					
...3	22001	PIEZA	MONTANTE LATERAL	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	393	137	40	2.37	
...3	23037	PIEZA	RODAMIENTO BOLAS (6006.H 2RS)	--	--	2			X						APIRO RODAMIENTOS
...3	23038	PIEZA	ANILLO DE SEGURIDAD E35 DIN471	--	--	1			X						SINARD
...3	23039	PIEZA	ANILLO DE SEGURIDAD E30 DIN471	--	--	1			X						SINARD

Un dels elements principals d'aquest pinyó és la placa tensora, aquesta te la funció de regular la posició del pinyó amb la fi de que un cop fet el muntatge de la cadena, amb l'ajuda d'un espàrrecs roscats de llargada 110 mm. Puguem tensar la cadena.

Com que la cadena a d'anar redirigida cap al mòdul motriu de la màquina s'ha realitzat una peça feta de material PE-HD1000 a la que anomenem tensor, aquesta te una geometria especial per dirigir la cadena cap al mòdul motriu conservant en tot moment la cadena tibada.

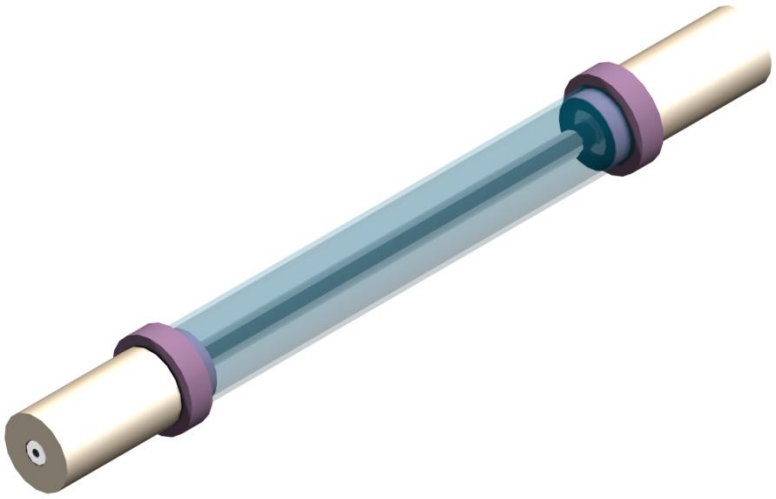
La resta de components son de fixació o per donar el moviment requerit pel sistema, com son els rodaments.

La termoformadora F2000 consta de 2 unitats de pinyons, aquestes son simètriques ja que cadascuna va fixada en cada guia del mòdul d'entrada, una es a l'esquerra i l'altra a la dreta de la nostra màquina.

3.1.4. Corró entrada film inferior

NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	13000	CONJ	RODILLO ENTRADA FILM INFERIOR F2000	DIN-A3	--	1	X								
...3	12029	PIEZA	RODAMIENTO BOLAS 20x42x12	--	--	2			X						APIRO RODAMIENTOS
...3	13001	PIEZA	EJE RODILLO	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	672	ø20		1.65	
...3	13002	PIEZA	RODILLO ENTRADA D.60,3	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	410	ø60,3		2.06	
...3	13003	PIEZA	CASQUILLO GUIA	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	20	ø76		0.64	
...3	13004	PIEZA	SEPARADOR	DIN-A4	--	2		X		PVC NEGRO	109	ø60		0.41	
...3	13005	PIEZA	CASQUILLO – RODAMIENTO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	15	ø55		0.12	

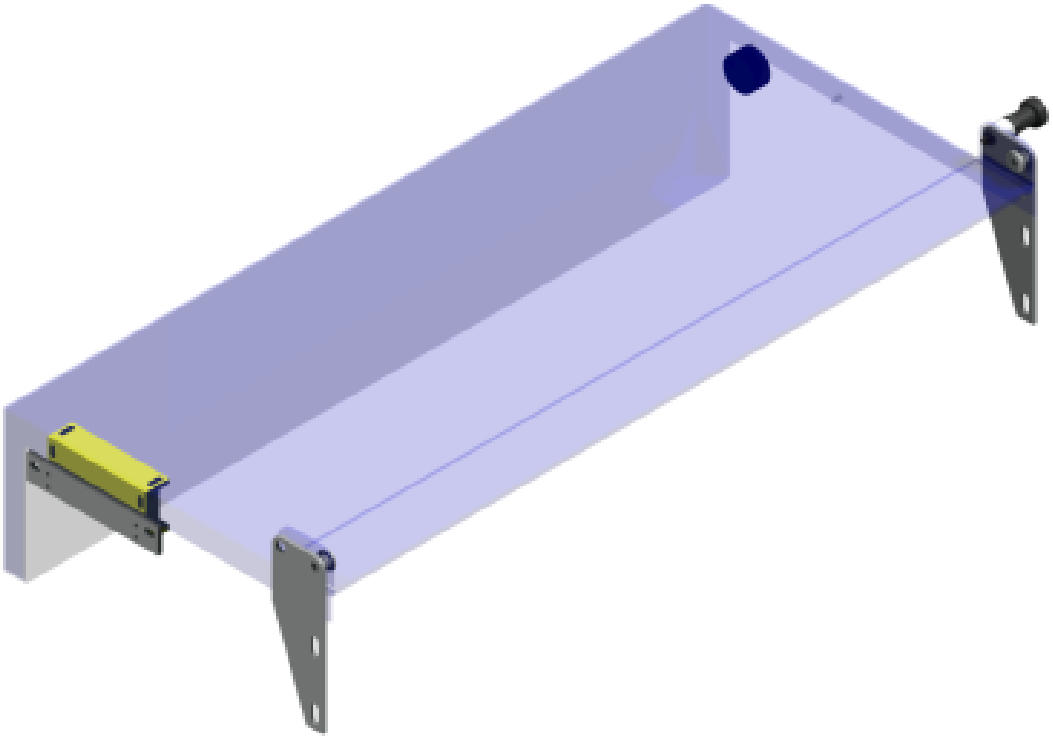
Figura 24.



Aquest element de la màquina va situat sobre l'alimentador de film inferior i la seva tasca és la de guiar la bobina de film que el desembobinador de film subministra amb la fi de que aquesta quedi totalment posicionada per poder introduir-se correctament a la següent sub-estació, que no es un altre que el pre-escalfador de film. Per poder realitzar aquesta funció aquest element consta d'un corró dotat de moviment rotacional donat per dos rodaments que van incrustats a l'interior del corró. Aquest corró va subjectat per un eix realitzat en acer inoxidable AISI 304-L, i on a cada extrem podem trobat dos distanciadors realitzats en PVC negre el quals vam fixats a l'estructura de bastidor de la màquina termoformadora F2000

3.1.5. Protecció entrada film inferior

Figura 25.



NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	32000	CONJ	PROTECCION ENTRADA FILM INFERIOR F2000	DIN-A3	--	1	X								
...3	32001	PIEZA	SOPORTE SEGURIDAD – INTERRUPTOR "BTI"	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	124	23	4	0.09	
...3	32002	PIEZA	CHAPA ARTICULACION	DIN-A3	--	2		X		AISI-304 L	141	48	3	0.12	
...3	32003	PIEZA	CHAPA PROTECCION	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	665	310	85	4.67	
...3	32004	PIEZA	EJE GUIADO	DIN-A4	--	2		X		PA6 BLANCO	10	ø16			
...3	32005	PIEZA	SEPARADOR	DIN-A4	--	1		X		NYLON	12	ø16			
...3	32006	PIEZA	POSICIONADOR RETRACTIL REF. 301 05 TIPO 1	--	--	1			X						UTILNORM
...3	32007	PIEZA	TOPE – CHAPA DE ENTRADA	DIN-A4	--	1		X		PETP – NEGRO	15	ø30			
...3	35013	PIEZA	DETECTOR – INTERRUPTOR MAGNETICO ANATOM 78	--	--	1			X						RAYLEIGH
...3	35015	PIEZA	IMAN – INTERRUPTOR MAGNETICO ANATOM 78	--	--	1			X						RAYLEIGH

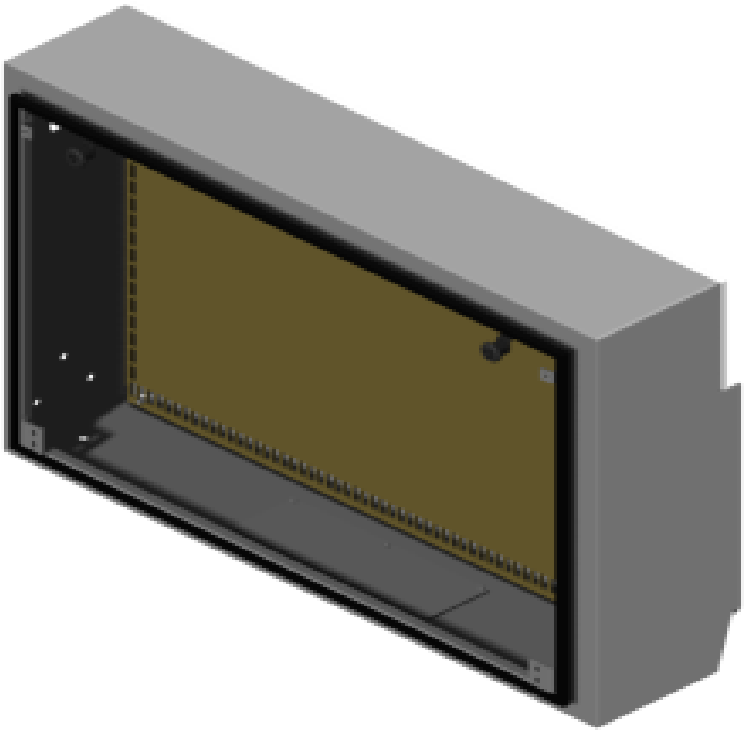
La protecció entrada de film, tal i com descriu el seu nom, és un element de seguretat de la termoformadora. Aquest element ens permet assegurar l'operari sobre possibles accidents soferts en el procés de producció per causa d'introduir la mà al corró en moviment d'entrada de film o be possibles enganxades amb la cadena d'arrossegament.

Aquesta protecció consta d'una xapa de protecció realitzada en acer inoxidable AISI 304-L la qual és basculant. Per deixar fixa aquesta tapa s'ha introduït un element com es un posicionador retràctil de UTILNORM, aquest posicionador ens garanteix amb seguretat de que aquesta tapa no s'obrirà sense ser accionada per l'operador. Com a element de seguretat també disposa d'un detector de la marca RAYLEGH en qual para la màquina si aquesta tapa es aixecada amb la termoformadora en marxa.

Aquest dispositius son necessaris per garantir un bon us de la maquinària i son complementats amb una bona formació de seguretat als operaris que duguin a terme tasques amb la termoformadora.

3.1.6. Armari elèctric i neumàtic

Figura 26.



L'armari elèctric i neumàtic és l'element encarregat de protegir tots els elements elèctrics i neumàtics de la termoformadora, tal com relés, magneto tèrmics, filtres, electrovàlvules, comandaments neumàtics etc... aquest elements no han sigut estudiats en aquest projecte però s'ha cregut important que tinguin una ubicació en l'espai per si en alguna possible ampliació del projecte tinguin un lloc definit en el layout de la termoformadora.

L'armari neumàtic esta realitzat amb acer inoxidable AISI 304-L i es totalment estanc per tal de garantir que no hi hagin filtracions d'aigua quan la termoformadora es rentada amb aigua a pressió, de totes maneres recomanem no dirigir el xorro d'aigua a pressió directament al armari.

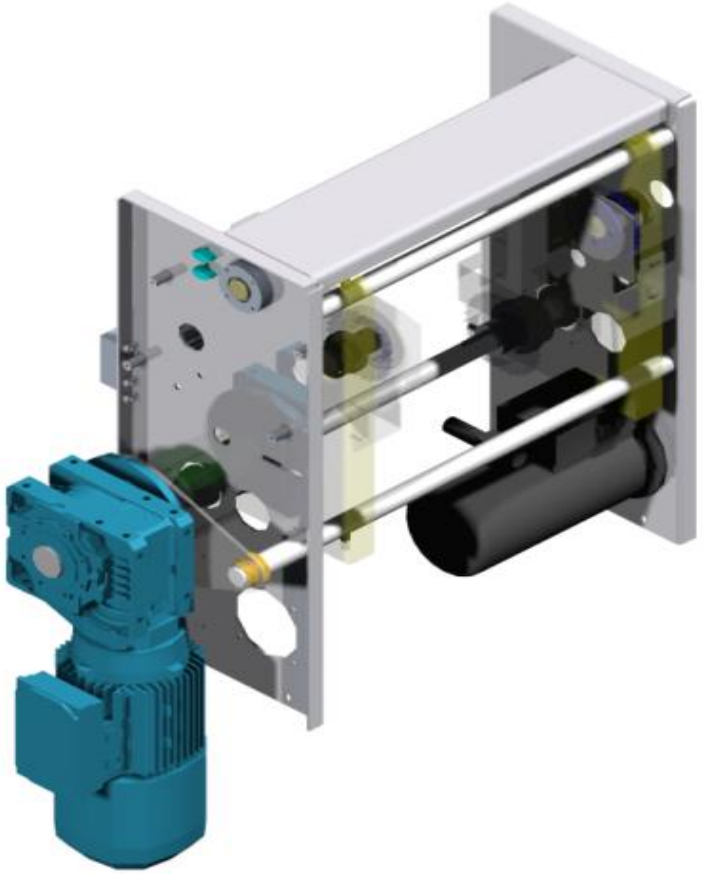
NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**26000**	**CONJ**	**ARMARIO NEUMATICO F2000**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
...3	26001	PIEZA	DISTANCIADOR	DIN-A4	--	4		X		PVC NEGRO	15	ø20			
...3	26002	PIEZA	CHAPA INFERIOR – ARMARIO	DIN-A3	--	1		X		PVC GRIS	328	128	5	0.29	
...3	26003	PIEZA	CHAPA PERFORADA	--	--	1			X						SCHNEIDER-ELECTRIC
...3	**26004**	**CONJ**	**MONTAJE ARMARIO NEUMATICO BAJO – L1000**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
....4	26005	PIEZA	COLUMNA HEXAGONAL – L155/M10	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	155	16	16	0.26	
....4	26006	PIEZA	BRIDA CIERRE VENTANA ARMARIO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	328	128	2	0.19	
....4	26007	PIEZA	JUNTA PLANA VENTANA ARMARIO	DIN-A4	--	1		X		CAUCHO	328	128	2	0.08	
....4	26008	PIEZA	JUNTA ARMARIO – PUERTA	--	--	1			X						EMKA
....4	26009	PIEZA	PUERTA ARMARIO BAJO – L988	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	988	690	23.5	11.99	
....4	26010	PIEZA	ESCUADRA SOPORTE – IZQUIERDO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	40	40	60	0.09	
....4	26011	PIEZA	ESCUADRA SOPORTE – DERECHO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	40	40	60	0.09	
....4	26012	PIEZA	ESCUADRA SOPORTE – SUPERIOR	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	20	20	20	0.02	
....4	26013	PIEZA	CIERRE CERRADURA	--	--	2			X						EMKA
....4	26014	PIEZA	ESPARRAGO – M10 L42	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	42	ø10		0.03	
....4	26015	PIEZA	ARMARIO NEUMATICO BAJO – L996	DIN-A1	--	1		X		AISI-304 L	996	668	206	25.66	
....4	26016	PIEZA	PASACABLES TRASVERSAL	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	996	184	4	2.82	
....4	26017	PIEZA	JUNTA PERFIL "U"	--	--	1			X						EMKA
....4	26018	PIEZA	BRIDA – M6	DIN-A4	--	6		X		AISI-304 L	17	20	11	0.01	

Aquest armari consta d'una placa perforada subministrada per Schneider –elèctric a la qual van collats tots els elements de comandament. La porta va protegida amb un perfil de cautxú subministrat per EMKA el qual ens ajuda a garantir l'estanqueïtat anteriorment citada.

Per obrir i tancar l'armari, utilitzem una tanca EMKA de quart de volta amb clau de triangle a la qual només tindrà accés l'operari encarregat del manteniment elèctric i neumàtic de la termoformadora.

3.1.7. Transmissió de sortida

Figura 27.

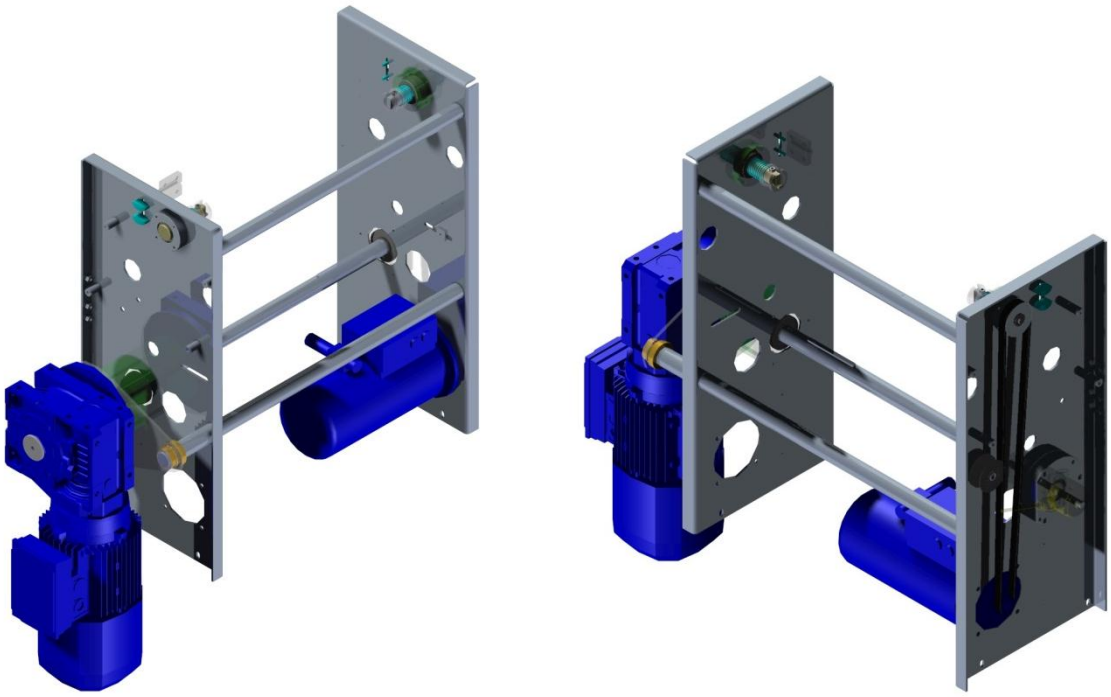


NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	27000	CONJ	TRASMISION SALIDA F2000	DIN-A3	--	1	X								
...3	27001	CONJ	TRANSMISION SALIDA FIJA	DIN-A3	--	1	X								
....4	14013	PIEZA	BISAGRA (AVE - COD:7810129)	--	--	2			X						AVE
....4	23037	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS (6006.H 2RS)	--	--	1			X						APIRO RODAMIENTOS
....4	23039	PIEZA	ANILLO DE SEGURIDAD E30 DIN471	--	--	1			X						SINARD
....4	27002	PIEZA	CHAVETA 8x7x110	--	--	3			X						ATI
....4	27003	PIEZA	PLACA TRANSMISION - DELANTERA	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	760	332	29	8.51	
....4	27004	PIEZA	TAPA RODAMIENTO	DIN-A4	--	1		X		PETP – NEGRO	109	109	30	0.66	
....4	27005	PIEZA	JUNTA RETEN - 30x62x7 (PAULSTRA 772040)	--	--	3			X						PAULSTRA
....4	27006	PIEZA	POLEA DENTADA - CORTE LONG.	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	30	30	30	0.04	
....4	27007	PIEZA	CINTA SIMPLE DENTADA - TRANSMISION	--	--	1			X						BINDER MAGNETIC
....4	27008	PIEZA	EJE DESVIO - CORTE LONG.	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	27.5	ø20		0.2	
....4	27009	PIEZA	POLEA DESVIO - CORTE LONG.	DIN-A4	--	1		X		PVC GRIS	22	ø60		0.1	
....4	27010	PIEZA	BRIDA DE APRIETO - CORTE LONG.	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	20	20	6	0.01	
....4	27012	PIEZA	POLEA DENTADA TOPE - CORTE LONG.	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	23	ø64		0.15	
....4	27013	PIEZA	SOPORTE RODAMIENTOS	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	20	ø75		0.35	
....4	27014	PIEZA	CIERRE ARTICULADO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	28	ø40		0.12	
....4	27015	PIEZA	MUELLE COMPRESION	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	38.1	ø31,15		0.02	
....4	27016	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - (I)47 (DIN 472)	--	--	3			X						ROSMIL
....4	27017	PIEZA	JUNTA RETEN - 30 x 42 x 7	--	--	3			X						PAULSTRA
....4	27018	PIEZA	ARANDELA - D.6	--	--	1			X						COSA-ORPELLA
....4	27019	PIEZA	TORNILLO HEXAGONAL - M.6 L.10	--	--	1			X						COSA-ORPELLA
....4	27020	PIEZA	TORNILLO - M.6 L.10 (DIN 912)	--	--	2			X						COSA-ORPELLA
....4	27021	PIEZA	POMO - MULETILLA CON ESPIGA	--	--	4			X						ELESA
....4	27022	PIEZA	SOPORTE RODAMIENTOS - 1	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	20	ø75		0.42	
....4	27023	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS (6005.H 2RS DIN 625)	--	--	4			X						SKF
....4	27024	PIEZA	MOTORREDUCTOR	--	--	1			X						BONFIGLIOLI
....4	27025	PIEZA	TAPA RODAMIENTO - TRANSMISION	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	109	ø150		2.63	
....4	27026	PIEZA	BRAZO - MOTORREDUCTOR	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	321	200	6		
....4	27027	PIEZA	CASQUILLO ANTIVIBRADOR	DIN-A4	--	1		X		NYLON	30	ø50		0.03	
....4	27028	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E40 (DIN 471)	--	--	1			X						SINARD
....4	27029	PIEZA	ARANDELA - TRANSMISION	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	5	ø50		0.07	
....4	27030	PIEZA	PLACA TRANSMISION - DELANTERA	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	760	332	31	8.48	
....4	37032	PIEZA	PROTECCION	DIN-A4	--	1		X		PETG-TRANSP,	609	165	30	0.65	
....4	37033	PIEZA	EJE REGULADOR - RANURADO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	609	ø30		3.34	
....4	37034	PIEZA	CHAPA SUJECCION	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	609	50	26	0.73	
....4	37035	PIEZA	EJE REGULADOR - RANURADO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	741	ø30		4.23	
....4	37036	PIEZA	EJE TRANSMISION - MOTORREDUCTOR	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	965	ø30		4.98	
....4	37037	PIEZA	TIRANTE	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	665	80	30	10.89	
....4	37038	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS (6002.H.2RS)	--	--	2			X						SKF
....4	37039	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E15 (DIN 471)	--	--	1			X						SINARD
....4	37040	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD – E25 (DIN 471)	--	--	3			X						SINARD
....4	37041	PIEZA	CHAVETA - 5 x 5 x 18	--	--	1			X						ATI
....4	37042	PIEZA	SOPORTE RODAMIENTOS - DOBLE	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	30	ø75		0.55	
....4	37043	PIEZA	MUELLE COMPRESION - Ø.31,12-Ø.2,16-L.26,1	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	26.1	ø31,15		0.02	
....4	37044	PIEZA	MOTOR SERVO (SEMIRIGIDO)	--	--	1			X						KEB
....4	37045	PIEZA	EJE TRANSMISION - CORTE LONGITUDINAL	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	103	ø32		0.33	
....4	37046	PIEZA	EJE - SOPORTE 1	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	106	ø32		0.38	
...3	27047	CONJ	TRANSMISION MOTRIZ DERECHA	DIN-A3	--	1	X								
....4	12029	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS 20 x 42 x 12	--	--	1			X						APIRO RODAMIENTOS
....4	21001	PIEZA	PIÑON CADENA - SEPARADOR	DIN-A4	--	1		X		F-114				0.8	
....4	21002	PIEZA	DISCO SEPARADOR PASO 12,7	DIN-A4	--	1		X		F-114				0.33	
....4	21005	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M.8 INT	--	--	2			X						LAMI SUMINISTROS
....4	21007	PIEZA	CHAVETA – Tipo A 8x7x22	--	--	2			X						ATI
....4	23015	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD Ø20	--	--	1			X						SINARD
....4	23036	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS (6007.H 2RS)	--	--	1			X						APIRO RODAMIENTOS
....4	23037	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS (6006.H 2RS)	--	--	1			X						APIRO RODAMIENTOS
....4	23039	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E30 (DIN 471)	--	--	1			X						SINARD
....4	27023	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS (6005.H 2RS DIN 625)	--	--	1			X						SKF
....4	27048	PIEZA	PLACA - LATERAL	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	471	270	40	11.05	
....4	27049	PIEZA	EJE PIÑON	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	80	ø40		0.59	
....4	27050	PIEZA	RODAMIENTO BOLAS (6010.H 2RS DIN 625)	--	--	1			X						SFK
....4	27051	PIEZA	EJE PIÑON	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	82.5	ø55		0.8	
....4	27052	PIEZA	PIÑON CADENA	DIN-A4	--	1		X		F-114	28	ø130		1	
....4	27053	PIEZA	VARILLA ROSCADA - M8 L.20 (DIN 913)	--	--	1			X						COSA-ORPELLA
....4	27054	PIEZA	EJE PIÑON	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	80.5	ø30		0.3	
....4	27055	PIEZA	PIÑON CADENA - DESVIO	DIN-A4	--	1		X		F-114	28	ø106		0.74	
....4	27056	PIEZA	ARANDELA - DESVIO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	4	ø30		0.02	
....4	27057	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E50 (DIN 471)	--	--	1			X						SINARD
....4	27058	PIEZA	CHAVETA PARALELA - 6 x 6 x 18 (DIN 6885)	--	--	1			X						ATI
....4	27059	PIEZA	RODAMIENTO BOLAS - 50 x 72 x 12	--	--	1			X						SFK
....4	27060	PIEZA	DEFLECTOR LATERAL TRASERO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	300	303	3	1.29	
...3	27061	CONJ	TRANSMISION MOTRIZ IZQUIERDA	DIN-A3	--	1	X								
....4	12029	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS 20 x 42 x 12	--	--	1			X						APIRO RODAMIENTOS
....4	21001	PIEZA	PIÑON CADENA - SEPARADOR	DIN-A4	--	1		X		F-114				0.8	
....4	21002	PIEZA	DISCO SEPARADOR PASO 12,7	DIN-A4	--	1		X		F-114				0.33	
....4	21005	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M.8 INT	--	--	2			X						LAMI SUMINISTROS
....4	21007	PIEZA	CHAVETA - Tipo A 8 x 7 x 022	--	--	2			X						ATI
....4	23015	PIEZA	Anillo seguridad Ø20	--	--	1			X						SINARD
....4	23036	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS (6007.H 2RS)	--	--	1			X						APIRO RODAMIENTOS
....4	23037	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS (6006.H 2RS)	--	--	1			X						APIRO RODAMIENTOS
....4	23039	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E30 (DIN 471)	--	--	1			X						SINARD
....4	27023	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS (6005.H 2RS DIN 625)	--	--	1			X						SKF
....4	27049	PIEZA	EJE PIÑON	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	80	ø40		0.59	
....4	27050	PIEZA	RODAMIENTO BOLAS (6010.H 2RS DIN 625)	--	--	1			X						SFK
....4	27051	PIEZA	EJE PIÑON	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	82.5	ø55		0.8	
....4	27052	PIEZA	PIÑON CADENA	DIN-A4	--	1		X		F-114	28	ø130		1	
....4	27053	PIEZA	VARILLA ROSCADA - M8 L.20 (DIN 913)	--	--	1			X						COSA-ORPELLA
....4	27054	PIEZA	EJE PIÑON	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	80.5	ø30		0.3	
....4	27055	PIEZA	PIÑON CADENA - DESVIO	DIN-A4	--	1		X		F-114	28	ø106		0.74	
....4	27056	PIEZA	ARANDELA - DESVIO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	4	ø30		0.02	
....4	27057	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E50 (DIN 471)	--	--	1			X						SINARD
....4	27058	PIEZA	CHAVETA PARALELA - 6 x 6 x 18 (DIN 6885)	--	--	1			X						ATI
....4	27059	PIEZA	RODAMIENTO BOLAS - 50 x 72 x 12	--	--	1			X						SFK
....4	27062	PIEZA	PLACA - LATERAL	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	471	270	40	11.05	
....4	27063	PIEZA	DEFLECTOR LATERAL TRASERO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	300	303	3	1.29	

La transmissió de sortida de la termoformadora F2000, és un dels elements principals de dita màquina, aquesta és l'encarregada de donar el moviment a les cadenes d'arrossegament de la màquina per tal de fer avançar el film correctament al llarg d'aquesta, també dona moviment a els discos de tall que tallen el film a la mida correcte del blister. Com podem observar al llistat de components aquest es divideix en tres subconjunts els quals son:

Transmissió sortida fixe
Transmissió motriu esquerre
Transmissió motriu dreta

Figura 28. Transmissió sortida fixe



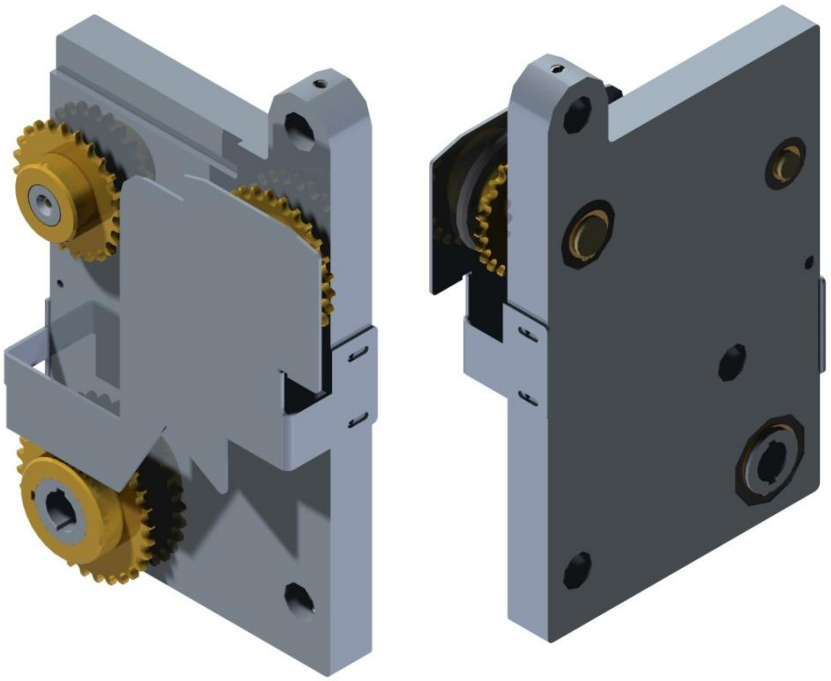
Com podem observar a les imatges anteriors, la transmissió de sortida fixe consta de dos laterals realitzats en acer inoxidable AISI 304L els quals s'encarreguen de la fixació de tots els elements constructius de la transmissió. Aquests dos laterals van units transversalment per 3 eixos realitzats en el mateix acer inoxidable, sobre aquest eixos van fixats la transmissió motriu esquerra i dreta i sobre un d'aquest eixos va instal·lat el motorreductor encarregat de donar moviment a aquest equip, el motorreductor utilitzat per aquest cas és el següent BONFIGLIOLI W-EP75 UFC1 D30 1/25 P90 B14 V6 (RAL9006MR BN90S4 B14 230/400-50 FD IP55 CLF RETEN PVINOX) aquest motorreductor dona moviment a la transmissió motriu esquerra i dreta que a l'hora son les encarregades de posar en moviment les cadenes d'arrossegament per efectuar el desplaçament del film.

La velocitat d'aquest motorreductor be controlada per un encoder el qual està disposat a la part contraria de l'eix motriu del motorreductor, aquest encoder ens permet variar la velocitat d'arrossegament de les cadenes tenint en compte diferents aspectes primordials mel termoformat, com és el temps de preescalfament de film, segons l'espessor del film utilitzat haurem d'augmentar o disminuir aquest temps de preescalfament de film així com també tindrà una vital importància la forma final del blister. Si fabriquem un blister de gran fondària i amb múltiples irregularitats el temps de preescalfament augmentarà considerablement.

A la part contraria d'aquest motorreductor i trobem un motor servo el qual a traves d'un sistema de corretges dona moviment a els discos de tall, aquest servo motor te la següent referencia "KEB" Réf:SVC.71.S4.500, per mitja d'una tanca articulada fixem l'eix que conte les fulles de tall i d'aquesta manera el moviment generat per les corretges accionades pel servo motor fan que les fulles de tall rotin per tal de poder tallar a la mida adequada els blisters ja termoformats.

Posteriorment a l'apartat de càlculs constructius podrem veure les raons del per que s'ha triat aquest elements de comandament motorreductor i servomotor, un tema a part és l'encoder, s'ha definit que aquest hi haurà de ser a la nostra màquina, però per la tria d'aquest preferim tenir l'aprovació d'un enginyer elèctric el qual ens triarà l'encoder mes necessari per les nostres necessitats, per tant l'elecció d'aquest element la deixem per una possible propera ampliació d'aquest projecte.

Figura 29. Transmissió motriu esquerre i dreta



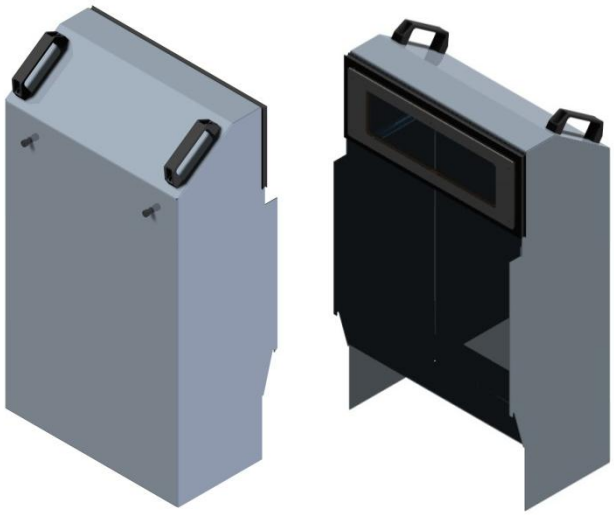
La transmissió motriu esquerra i dreta son completament simètriques i cadascuna d'elles va situada en un dels extrems de els eixos de la transmissió de sortida fixe. Com podem veure a la imatge anterior la placa lateral consta de tres taladros on aniran insertats els eixos de la transmissió de sortida fixe.

Les plaques laterals estan fabricades en alumini Al-5083 H111, s'ha triat aquest material per la seva facilitat en el procés de mecanització, així com una reducció del preu i del pes respecte a si hagués estat fabricat en acer inoxidable.

A aquesta placa lateral van fixats per mitja d'uns elements de fixació com son eixos, anells de seguretat, rodaments etc... tres pinyons conductors de la cadena d'arrossegament, aquest pinyons estan fabricat en acer F-114 amb un tractament posterior de trempat i zincat, el seu numero de dents és de Z26, Z30 i Z24 i amb mòduls de ø105.36 mm. ø121.5 mm. i ø97.3 mm. respectivament.

3.1.8. Protecció del motor

Figura 30.



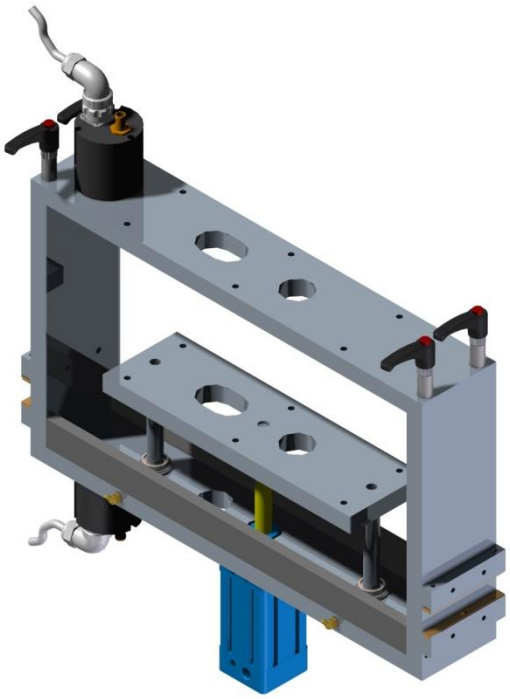
NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	33000	CONJ	PROTECCION MOTOR F2000	DIN-A3	--	1	X								
...3	33001	PIEZA	FIJACION PROTECCION MOTOR TRANSMISION	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	454	161	3	0.8	
...3	33002	PIEZA	ARMARIO PROTECCION - MOTORREDUCTOR	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	859	486	2	15.72	
...3	33003	PIEZA	JUNTA PERFIL "U"	--	--	1			X						EMKA
...3	33004	PIEZA	PASACABLES TRANSVERSAL	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	482	184	4	1.64	
...3	33005	PIEZA	ASA ELESA M.443/150 N-CH	--	--	2			X						ELESA
...3	33006	PIEZA	COLUMNA CAJON	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	246	ø20		0.59	
...3	33007	PIEZA	CIERRE TORNILLO RETRACTIL - M.6	--	--	2			X						SOUTHCO

La protecció del motor, és simplement el que el seu nom diu, és necessari tenir el motor aïllat de possibles impureses i brutícies que puguin generar el seu mal funcionament, per tant he dissenyat una protecció realitzada en xapa d'acer inoxidable AISI 304-L la qual ens protegirà el motor possibles partícules nocives i d'aquesta manera allargarà la vida dels seus components.

Aquesta protecció és desmuntable ja que durant tota la vida de la màquina de termoformat haurem de poder accedir al motor en nombroses ocasions, be pel seu manteniment o be per solventar alguna possible averia. Per tan descargolant uns simples cargols retràctils i fen us d'unes ases col·locades a la part superior de la protecció aquesta és pot desmuntar amb facilitat i rapidesa.

3.1.9. Grup elevació pre-escalfament

Figura 31.



El grup d'elevació pre-escalfament és l'element on va fixat la placa de pre-escalfament i a mes li subministra el moviment vertical per tal d'obrir i tancar la placa de pre-escalfament.

Aquest element constructiu esta format per una estructura fera d'alumini Al 5083 H111 la qual la part superior es desmuntable a traves d'unes manetes subministrades per UTILNORM, això ens facilita la fixació de la placa de pre-escalfament.

A la part superior com inferior de l'estructura també tenim dues caixes de connexions elèctriques que és on aniran connectades les resistències de la placa de pre-escalfament que posteriorment fixarem.

NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**24000**	**CONJ**	**GRUPO ELEVACION PRECALENTAMIENTO SIMPLE F2000**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
...3	21010	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M10 INTERIOR	--	--	4			X						LAMI SUMINISTROS
...3	23039	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E30 (DIN 471)	--	--	4			X						SINARD
...3	24001	PIEZA	PATIN	DIN-A4	--	4		X		NYLON	120	12	5	0.01	
...3	24002	PIEZA	SOPORTE GRUPO - PRECALENTAMIENTO	DIN-A4	--	4		X		AL 5083 H111	120	30	15	0.12	
...3	24003	PIEZA	COJINETE DE DESLIZAMIENTO IGUS RJM-01-20	--	--	2			X						IGUS
...3	24004	PIEZA	ARANDELA - CILINDRO D.050	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	5	ø40		0.04	
...3	24005	PIEZA	SUPLEMENTO VASTAGO CIL.-M16x1,5	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	70	ø25		0.18	
...3	24006	PIEZA	CONECTOR CIRCULAR 5 PUNTOS COMPLETO	--	--	2			X						IBERICA
...3	24007	PIEZA	CILINDRO NEUMATICO	--	--	1			X						SMC
...3	**24008**	**CONJ**	**MANETA AMARRE (M10)**	**DIN-A4**	**--**	**4**	**X**								
....4	24009	PIEZA	MANETA GRADUABLE	--	--	4			X						UTILNORM
....4	24010	PIEZA	ESPARRAGO PARA MANETA	DIN-A4	--	4		X		AISI-304 L	90	ø18		0.1	
...3	24011	PIEZA	PLACA MOVIL	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	400	120	24	2.76	
...3	24012	PIEZA	ARANDELA - JAULA BOLAS	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	4	ø40		0.01	
...3	24013	PIEZA	GUIA - L.200	DIN-A4	--	2		X		AISI-420	200	ø20		0.49	
...3	24014	PIEZA	RACORD PASACABLES	--	--	2			X						SICONTROL
...3	24015	PIEZA	PLACA SUP. PRECALENTAMIENTO	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	633	120	24	4.55	
...3	24016	PIEZA	TIRANTE SOPORTE LARGUEROS	DIN-A4	--	2		X		AL 5083 H111	583	40	15	0.94	
...3	24017	PIEZA	PLACA INF. PRECALENTAMIENTO	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	633	120	24	4.48	
...3	24018	PIEZA	JUNTA TORICA-Øi 58 x Ø 3	--	--	2			X						HOSECO
...3	24019	PIEZA	CAJA CONEXIONES	DIN-A3	--	2		X		PVC NEGRO	80	ø80		0.27	
...3	24020	PIEZA	MONTANTE LATERAL	DIN-A3	--	2		X		AL 5083 H111	346	120	45	2.75	
...3	25013	PIEZA	RACOR LUBRICADOR - ACODADO 45º G1/8"	--	--	2			X						GODOY

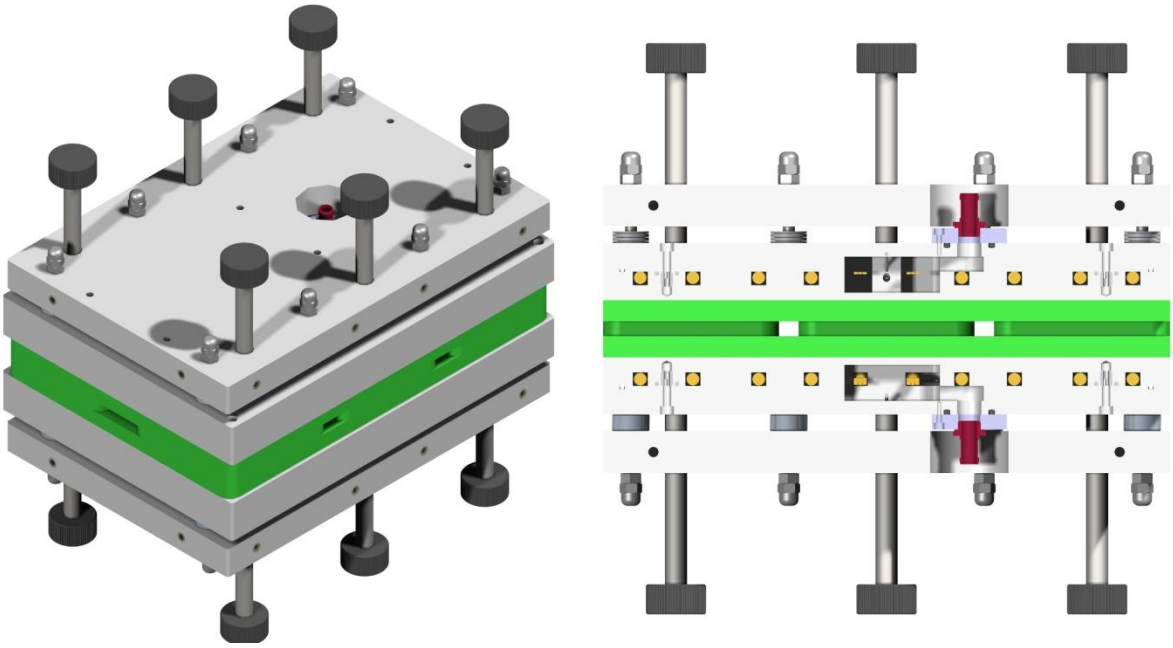
Aquesta estructura te la propietat de que pot lliscar per una guia situada al bastidor d'aquesta manera la podem posicionar sempre a la posició mes idònia per la nostra producció, aquest lliscament el proporciona uns patins realitzats en nylon els quals llisquen sobre la guia del bastidor i un cop s'ha assolit la posició desitjada podem fixar al bastidor.

A l'interior de l'estructura del grup d'elevació de pre-escalfament trobem una placa mòbil que be fixada a un cilindre neumàtic SMC CP95 S D B 63-50 i a unes guies verticals les quals serveixen per que la placa mòbil quedi totalment guiada quan la dotem de moviment a traves del cilindre neumàtic. Aquestes guies llisquen a traves d'un coixinet de lliscament de la marca IGUS el qual garanteix que el coeficient de fricció sigui el mínim possible.

Pel manteniment d'aquest coixinets és molt important que periòdicament es lubriquin a la fi de garantir les propietats que aquest ens dona, per aquest motiu s'ha dotat a l'estructura d'unes perforacions per les quals a traves d'uns engrasadors a 45º puguem fer les tasques de manteniment apropiades.

3.1.10. Pre-escalfament placa llisa

Figura 32.

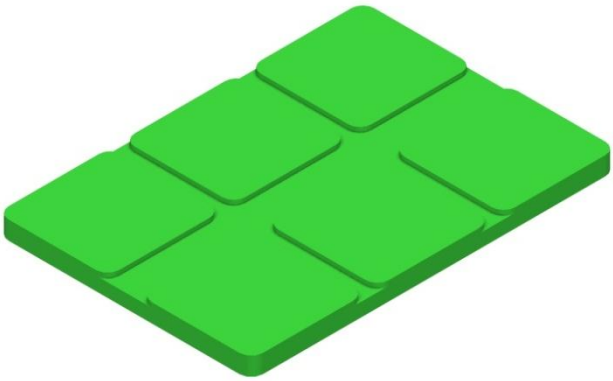


NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**16000**	**CONJ**	**PRECALENTAMIENTO PLACA LISA F2000**	**DIN-A2**	**--**	**1**	**X**								
...3	16001	PIEZA	TUERCA HEXAGONAL CIEGA - M.8	--	--	16			X						FULLERMETRIC
...3	16002	PIEZA	PLACA PRECALENTAMIENTO	DIN-A3	--	2		X		AL 5083 H111	377	262	19	4.87	
...3	16004	PIEZA	ESPARRAGO AMARRE PLACA- M8x63	--	--	16			X						COSA-ORPELLA
...3	16005	PIEZA	SUPLEMENTO DE AJUSTE	DIN-A4	--	8		X		AL 5083 H111	11	ø25		0.01	
...3	16006	PIEZA	TAPON - G1/8"	--	--	16			X						POBERAJ
...3	16007	PIEZA	SOPORTE RESISTENCIA PRECAL.	DIN-A1	--	2		X		AL 5083 H111	377	269	19	4.52	
...3	16008	PIEZA	RESISTENCIA 3000W - 220V	DIN-A2	--	2		X	X		336	255	ø8,5		SANARASA
...3	16009	PIEZA	TAPA RESISTENCIA	DIN-A3	--	2		X		AL 5083 H111	377	269	19	5.1	
...3	16010	PIEZA	FIJACION RESISTENCIA	--	--	2			X						
...3	16011	PIEZA	SONDA TERMOPAR -	--	--	2			X						OVREDAL
...3	16012	PIEZA	DISCO AISLANTE - DISCO PG9	DIN-A4	--	2		X		TEFLON	10	ø50		0.2	
...3	16013	PIEZA	PLATO SUP. PRECALENTAMIENTO	DIN-A3	--	2		X		AL 5083 H111	377	259	28	7.06	
...3	16014	PIEZA	JUNTA VITON - ø10.5xTOR 2.7	--	--	24			X						JUNTASGANDUL
...3	16015	PIEZA	JUNTA CORDON SILICONA - D.3	--	--	2			X						SALAS
...3	16016	PIEZA	JUNTA VITON - ø26.2xTOR 3.6 FPM70	--	--	2			X						JUNTASGANDUL
...3	**16017**	**CONJ**	**MANETA AMARRE - MODULO PLACA**	DIN-A4	**--**	**12**	**X**								
....4	16018	PIEZA	ESPARRAGO AMARRE RAPIDO M,8	DIN-A4	--	12		X		AISI-304 L	175	ø15		0.18	
....4	16019	PIEZA	MANETA M10	DIN-A3	--	12		X		AISI-304 L	20	ø40		0.18	
...3	16020	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M.5 INTERIOR	--	--	20			X						LAMI SUMINISTROS
...3	16021	PIEZA	MUELLE - PLATILLO ø8	--	--	53			X						MUELLESDEPLATILLO
...3	21005	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M.8 INT	--	--	17			X						LAMI SUMINISTROS
...3	21009	PIEZA	TUERCA HEXAGONAL - M.8	--	--	16			X						COSA-ORPELLA

El grup de pre-escalfament placa llisa és el grup encarregat de escalfar el film per tal de donar la suficient temperatura per que aquest es pugui termoformar de manera adequada. Com podem observar a la figura 32. Aquest grup consta de dues parts totalment simètriques les quals funcionen de manera de Sandwich sobre el film.

La placa de pre-escalfament és la part del grup que esta en contacte amb el film, es una placa d'alumini 5083 H111 mecanitzada amb una forma similar al blister a termoformar, a aquesta placa la s'ha sotmès a un procés de teflonat per tal de garantir que el film no quedi enganxat una vegada s'ha fet el pre-escalfament, podem observar aquesta placa a la figura 33.

Figura 33.

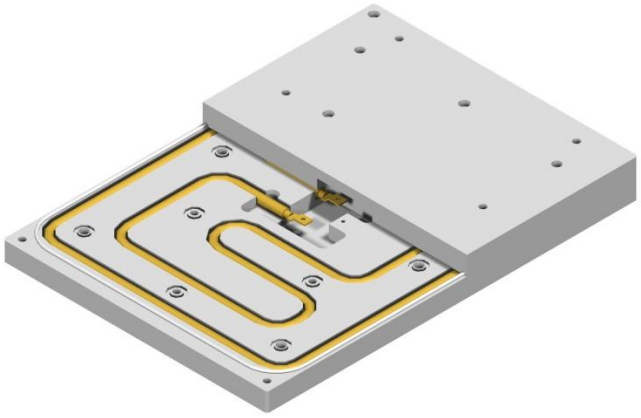


Sobre aquesta placa de pre-escalfament trobem la placa suport de resistència, la resistència i la tapa de resistència. Aquest tres elements formen la par que s'encarrega de transmetre l'escalfor a la placa de pre-escalfament, els podem observar a la figura nº 34. El suport i la tapa estan realitzats amb alumini Al 5083 H111 i utilitzarem una resistència tubular de 3000W – 220V amb una forma determinada subministrada per SANARASA.

Entre les perifèries de les dues plaques realitzarem una regatera per tal de ubicar una junta rodona de silicona per tal de garantitzar l'estanqueïtat entre aquestes i així no permetre les fugues de calor per les juntures de les plaques. Per aquest mateix motiu també utilitzarem juntes de Viton allà on vagi posicionar cada cargol o element que travessi les plaques.

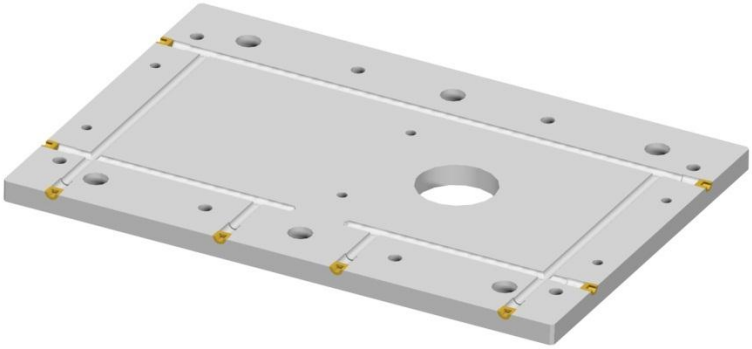
Per últim, dins aquestes plaques també hi anirà ubicada una sonda termopar per tal de poder fer una lectura de la temperatura assolida per la placa, aquesta lectura quedarà reflexada al display de la termoformadora.

Figura 34.



Sobre aquestes plaques trobem la placa superior de pre-escalfament, aquesta placa també està realitzada en alumini Al 5083 H111, podem observar aquesta placa amb una secció transversal a la figura 35

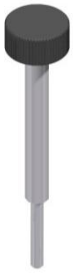
Figura 35.



Aquesta placa esta mecanitzada de tal manera que s'ha realitzat una sèrie de cavitats internes per tal de poder refrigerar la placa en el cas de que fos necessari. Si fem produccions molt llargues o necessitem fer pre-escalfaments a temperatures elevades, tenim el risc de que els altres elements del grup a t5raves de la conducció del calor, agafin temperatures que podrien ser perjudicials pel bon funcionament de la màquina o be podrien posar en risc a l'operari que manipula la maquinaria, per aquesta raó aquestes cavitats de refrigeració ens permeten baixar la temperatura en les par de la màquina que no ho necessiten.

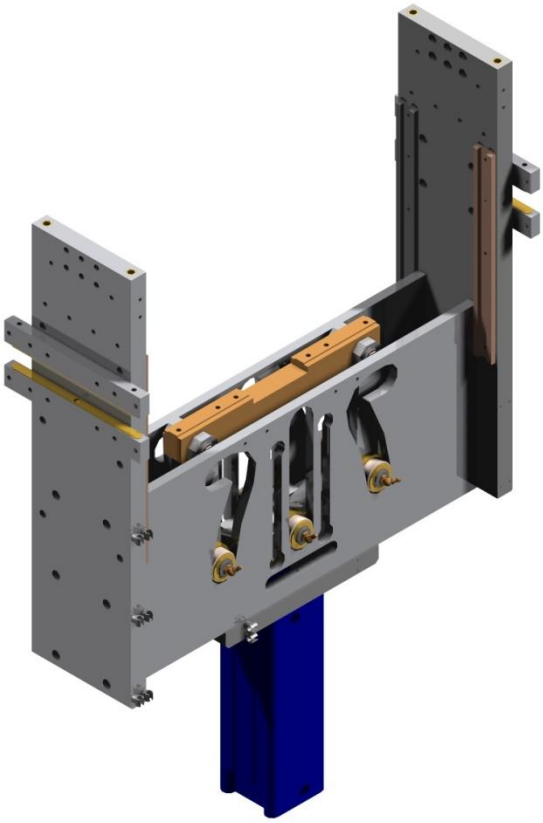
Per fixar la placa de pre-escalfament teflonada a aquesta placa de refrigeració utilitzem unes manetes de fixació les quals ens serveixen per canviar la placa de pre-escalfament sempre que canvien el tipus de blister a la producció, veure figura 36.

Figura 36.



3.1.11. Grup elevació bieles termoformat

Figura 37.

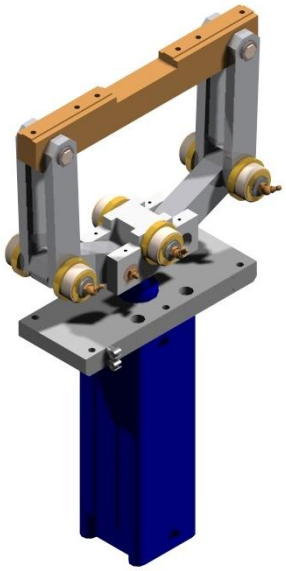


NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**34000**	**CONJ**	**GRUPO ELEVACION BIELAS TERMOSOLDADURA F2000**	DIN-A3	**--**	**1**	**X**								
...3	25002	PIEZA	CLIP PORTATUBO - D.08	--	--	8			X						LEGRIS
...3	25003	PIEZA	PLACA GUIA	DIN-A2	--	2		X		F-114	583	265	13	12.3	
...3	25004	PIEZA	MONTANTE LATERAL	DIN-A2	--	2		X		AL 5083 H111	618	165	25	6.43	
...3	25005	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M12 INTERIOR	--	--	4			X						LAMI SUMINISTROS
...3	25006	PIEZA	GUIA - L.300	DIN-A4	--	4		X		F-114	300	30	12	0.63	
...3	**25007**	**CONJ**	**MODULO - EJE INFERIOR GRUPO ELEVACION**	**DIN-A4**	**--**	**3**	**X**								
....4	25008	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E22	--	--	2			X						SINARD
....4	25009	PIEZA	EJE INFERIOR - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.107)	DIN-A4	--	1		X		F-115	107	ø22		0.3	
....4	25010	PIEZA	ARANDELA EXTERIOR	DIN-A4	--	2		X		LATON	2	ø36		0.01	
....4	25011	PIEZA	RODAMIENTO	--	--	2			X						SFK
....4	25012	PIEZA	ARANDELA INTERIOR	DIN-A4	--	2		X		LATON	8	ø48		0.08	
....4	25013	PIEZA	RACOR LUBRICADOR - ACODADO 45º G1/8"	--	--	1			X						GODOY
...3	**25014**	**CONJ**	**MODULO - EJE LATERAL -**	**DIN-A4**	**--**	**2**	**X**								
....4	25015	PIEZA	EJE LATERAL - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.061)	DIN-A4	--	1		X		F-155	61	ø22		0.17	
....4	25016	PIEZA	RACOR LUBRICADOR - RECTO G1/8"	--	--	1			X						GODOY
...3	25017	PIEZA	BIELA - INFERIOR	DIN-A4	--	2		X		ACERO K-100	133	36	28	0.84	
...3	25018	PIEZA	BIELA - SUPERIOR	DIN-A4	--	4		X		ACERO K-100	196	36	13	0.62	
...3	25019	PIEZA	TRAVIESA PLACA MOVIL - BIELAS	DIN-A3	--	1		X		F-114	330	46	28	2.84	
...3	**25020**	**CONJ**	**MODULO - EJE SUPERIOR**	**DIN-A4**	**--**	**2**	**X**								
....4	25008	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E22	--	--	2			X						SINARD
....4	25021	PIEZA	RACOR LUBRICADOR - PLANO G1/8"	--	--	1			X						SERCO
....4	25022	PIEZA	EJE SUPERIOR - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.061)	DIN-A4	--	1		X		F-155	61	ø22		0.17	
...3	25023	PIEZA	PATIN DESLIZAMIENTO	DIN-A4	--	4		X		LATON	213	12	5	0.1	
...3	25024	PIEZA	SOPORTE GRUPO ELEVACION	DIN-A3	--	4		X		AL 5083 H111	226	30	15	0.23	
...3	34001	PIEZA	BRIDA CILINDRO - D.80 - H.024	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	254	100	24	1.49	
...3	34002	PIEZA	CILINDRO NEUMATICO D.80-160	--	--	1			X						SMC
...3	34003	PIEZA	HORQUILLA CILINDRO - E/C 080 (M20 x 1,5)	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	120	57	60	0.48	
...3	34004	PIEZA	TUERCA HEXAGONAL - M20 x 1,5	--	--	1			X						COSA-ORPELLA

El grup d'elevació bieles de termoformat, és el grup encarregat de donar moviment i fixar el grup de termoformat per pistó, com podem apreciar al llistat anterior aquest grup esta format per una estructura realitzada en alumini Al 5083 H111, als laterals d'aquesta estructura i al igual que el grup elevador de pre-escalfament i trobem uns suports que descansen sobre unes guies que trobarem al conjunt bastidor, sobre aquest suports i fixem uns patins de llautó els quals fan lliscar el grup per sobre la guia situada al bastidor, d'aquesta manera podem col·locar el grup a la posició mes idònia per realitzar el termoformat. Un cop s'ha situat a la posició correcta aquest grup, el podem fixar per tal de no patir moviments del grup en el procés de fabricació.

L'estructura central d'aquest grup podem veure com s'ha realitzat un mecanitzat per tal de guiar les bieles que faran elevar el grup de termoformat, aquestes guies tenen aquesta forma determinada per tal de garantitzar el bon funcionament del grup elevació i per donar el màxim de força de tancament en el moment en que el grup interacciona amb el film.

Figura 38.



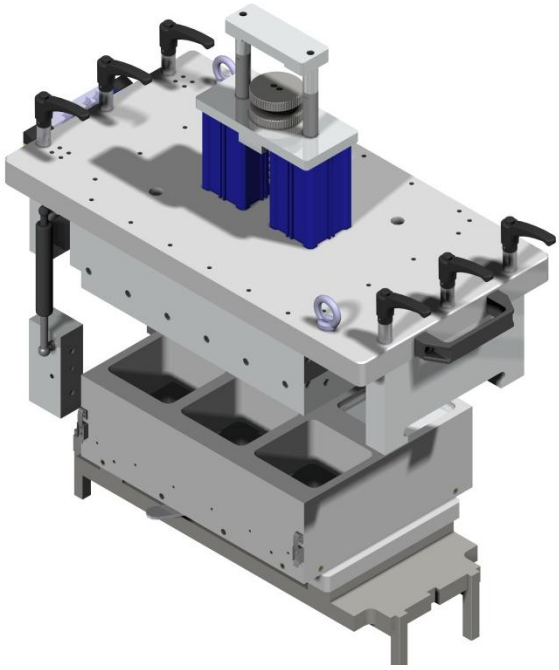
A la figura 38 podem observar de quins components es composa el grup d'elevació, per donar el moviment a tot el sistema disposem d'un cilindre de doble efecte SMC CP95SDB 80-160 R (ISO 6431 / VDMA24562), aquest cilindre va fixat a l'estructura del grup d'elevació mitjançant una brida d'alumini Al 5083 H111. La par mes important d'aquest sistema son les palanques que van fixades al cilindre, aquestes palanques son les encarregades de subministrar la força suficient per poder realitzar l'operació de termoformat en la nostra màquina. Com podreu observar en l'apartat de càlculs, aquestes palanques son sotmeses a un estudi cinemàtic per tal de garantir la seva total funcionalitat.

Aquestes palanques estan en constant moviment per lo que a la seva part mòbil, és a dir, allà on els rodaments uneixen dues palanques, s'ha cregut convenient incloure un engrasadors per tal de fer un manteniment periòdic a aquestes amb la fi d'allargar la vida útil de les mateixes.

Les palanques van a parar a una travessa de la placa mòbil realitzada en acer F-114 per tal de donar una duresa suficient a aquesta peça ja que esta sotmesa a grans impactes, aquesta és la part del grup que fa d'unió amb el grup de termoformat.

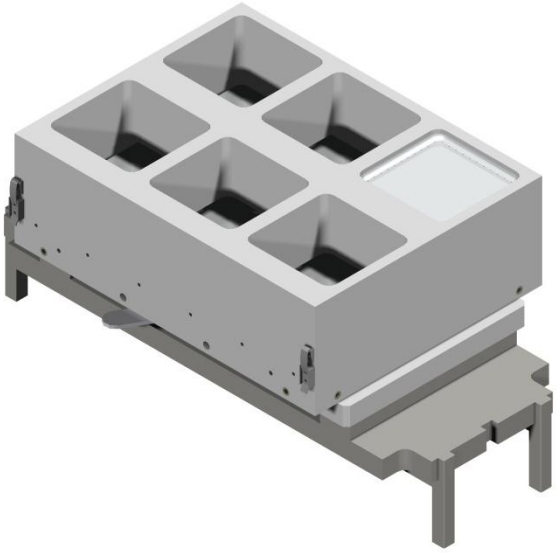
3.1.12. Termoformat per pistó

Figura 39.



El termoformat per pistó és una de les parts mes importants i complexes de la nostra màquina, aquesta és la part que realitza l'operació de termoformat dels blisters. Per poder entendre mes detalladament el funcionament d'aquest grup el descriurem per parts per tal de poder fer mes simple i entenedor el funcionament del mateix.

Figura 40.



NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**17000**	**CONJ**	**TERMOFORMADO POR PISTON F2000**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
...3	**17001**	**CONJ**	**TERMOFORMADO POR PISTON - COMUN**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
....4	17002	PIEZA	RESORTE A GAS - D.10 F1150 C100 L285	--	--	2			X						**SKF**
....4	**17005**	**CONJ**	**BISAGRA - PLATO SUP.**	**DIN-A4**	**--**	**1**	**X**								
.....5	17006	PIEZA	SOPORTE EJE	DIN-A4	--	2		X		AL 5083 H111	80	38	32	0.17	
.....5	17007	PIEZA	EJE BISAGRA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	178	ø20		0.43	
.....5	17008	PIEZA	BISAGRA	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	99	60	40	0.43	
.....5	17009	PIEZA	COJINETE DE VALONA-"IGUS"	--	--	2			X						IGUS
.....5	17010	PIEZA	TOPE VISAGRA	DIN-A4	--	2		X		PETP – NEGRO	38	36	17	0.02	
.....5	17011	PIEZA	CALA DE AJUSTE	DIN-A4	--	3		X		AISI-304 L	98	27	1	0.02	
.....5	27056	PIEZA	ARANDELA DESVIO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	4	ø30		0.02	
....4	**17013**	**CONJ**	**ARANDELA - DESVIO**	**DIN-A4**	**--**	**6**	**X**								
.....5	17014	PIEZA	ESPARRAGO AMARRE PLACA	DIN-A4	--	6		X		AISI-304 L	105	ø18		0.11	
.....5	17015	PIEZA	PASADOR CILINDRICO ELASTICO - D.03 x 20	--	--	6			X						COSA-ORPELLA
.....5	24009	PIEZA	MANETA GRADUABLE	--	--	6			X						UTILNORM
....4	**17016**	**CONJ**	**PLATO MOVIL - MOLDE H125**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
.....5	17017	PIEZA	PLATO MOVIL - H24	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	565	220	24	7.52	
.....5	17018	PIEZA	EJE GIRO ANCLAJE UTILLAJE	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	19	ø22		0.02	
.....5	17019	PIEZA	ESPARRAGOS POSICIONADORES DE BOLA M6	--	--	1			X						HARDGRUP
.....5	17020	PIEZA	PASADOR CILINDRICO D.8 L.24	--	--	1			X						COSA-ORPELLA
.....5	17021	PIEZA	TUERCA DIN 936 M6	--	--	1			X						COSA-ORPELLA
.....5	17022	PIEZA	JUNTA TORICA DI.37.3 TOR D.3.6 70SH	--	--	1			X						HOSECO
.....5	17023	PIEZA	MANETA - ANCLAJE MOLDE	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	176	92	4	0.13	
.....5	17024	PIEZA	SOPORTE PLACA DE FIJACION DE MOLDE H125	DIN-A4	--	2		X		AL 5083 H111	220	40	21	0.5	
.....5	17025	PIEZA	PLACA DE FIJACION DE MOLDE	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	420	240	24	6.56	
.....5	25039	PIEZA	POSTIZO GUIA	DIN-A4	--	4		X		BRONCE	100	56	15	0.27	
....4	**17027**	**CONJ**	**MOLDE TERMOFORMADO - H.125**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
.....5	17028	PIEZA	ANILLO ORIENTACION MOLDEO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	10	ø15		0.01	
.....5	16006	PIEZA	TAPON - G1/8"	--	--	8			X						POBERAJ
.....5	17029	PIEZA	BULON FIJACION	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	42	20		0.07	
.....5	17032	PIEZA	CIERRE ARTICULADO	--	--	2		X							SOUTHCO
.....5	17033	PIEZA	PASADOR CILINDRICO D8-L50	--	--	3			X						COSA-ORPELLA
.....5	17031	PIEZA	SUPLEMENTO APOYO ENVASE	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	369	254	18	4.25	
.....5	17030	PIEZA	SOPORTE MARCOS	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	397	300	57	11.08	
....4	**17034**	**CONJ**	**PLATO SUP. DE TERMOFORMADO - PISTONES**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
.....5	16020	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M.5 INTERIOR	--	--	7			X						LAMI SUMINISTROS
.....5	17035	PIEZA	SOPORTE - CILINDRO DE GAS	DIN-A4	--	2		X		AL 5083 H111	45	30	30	0.1	
.....5	17036	PIEZA	TUERCA HEXAGONAL - M.6 (DIN934)	--	--	4			X						COSA-ORPELLA
.....5	17037	PIEZA	DEFLECTOR - PISTONES	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	35	25	1.5	0.01	
.....5	17038	PIEZA	PLATO SUP. DE TERMOFORMADO - PISTONES	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	640	340	39	22.74	
.....5	17045	PIEZA	PLACA PORTAPISTONES - COMUN	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	370	255	10	2.58	
.....5	**17048**	**CONJ**	**GRUPO CILINDRO - PISTONAJE - C.075**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
.....6	17049	PIEZA	PLACA BLOCAJE - PISTONES	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	200	95	28	0.85	
.....6	17050	PIEZA	CILINDRO NEUMATICO - D.63 - C.75	--	--	2			X						SMC
.....6	17053	PIEZA	DISTANCIADOR - D.20 x L.37	DIN-A4	--	2		X		AL 6060 T5	37	ø20		0.02	
.....6	17054	PIEZA	TOPE SUPERIOR - PISTONES	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	140	50	20	0.32	
.....6	17055	PIEZA	EJE DE REGLAJE - M20 L.140	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	140	M20		0.34	
.....6	17056	PIEZA	TOPE ROSCADO - PISTONES	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	14	ø70		0.38	
.....6	17057	PIEZA	MANETA - PISTONES	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	14	ø70		0.38	
.....6	17058	PIEZA	EJE ANCLAJE PLACA - PISTONES	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	60	ø26		0.12	
.....6	17059	PIEZA	BRIDA FIJACION - PISTONES	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	57	ø11		0.17	
.....6	17060	PIEZA	JUNTA TORICA - D.26.2 x D.3.6	--	--	2			X						HOSECO
.....5	25050	PIEZA	ANILLO CARGA / CANCAMO - M10 / MACHO	--	--	2			X						UTILNORM
.....5	33005	PIEZA	ASA ELESA M.443/150 N-CH	--	--	1			X						ELESA
....4	**17039**	**CONJ**	**CAMPANA PISTONAJE**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
.....5	16015	PIEZA	JUNTA CORDON SILICONA - D.3	--	--	2			X						SALAS
.....5	17040	PIEZA	CAMPANA DE PISTONAJE - FORMATO 2x3	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	397	300	48	1.72	
.....5	17041	PIEZA	JUNTA T 5.5	DIN-A4	--	1		X		SILICONA	5.5	8			
.....5	17042	PIEZA	PLACA LATERAL - CAMPANA TERMO.	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	387	79	15	1.2	
.....5	17043	PIEZA	PLACA LATERAL - CAMPANA TERMO.	DIN-A3	--	2		X		AL 5083 H111	320	79	15	0.98	
.....5	17044	PIEZA	PLACA LATERAL - CAMPANA TERMO	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	387	79	15	1.2	
....4	**17063**	**CONJ**	**SOPORTE PLATO SUP. - PISTONAJE - IZQUIERDO**	**DIN-A4**	**--**	**1**	**X**								
.....5	17061	PIEZA	SOPORTE PLATO SUP. - PISTONAJE - IZQUIERDO	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	248	126	34	2.45	
.....5	21010	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M10 INTERIOR	--	--	3			X						LAMI SUMINISTROS
....4	**17064**	**CONJ**	**SOPORTE PLATO SUP. - PISTONAJE - DERECHO**	**DIN-A4**	**--**	**1**	**X**								
.....5	17062	PIEZA	SOPORTE PLATO SUP. - PISTONAJE – DERECHO	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	248	126	34	2.45	
.....5	21010	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M10 INTERIOR	--	--	3			X						LAMI SUMINISTROS
....4	17065	PIEZA	ENCLAJE CILINDRO	DIN-A4	--	2		X		AL 5083 H111	126	57	40	0.76	
...3	**17066**	**CONJ**	**PISTON TERMOFORMADO - PARCIAL 2x3**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
....4	16020	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M.5 INTERIOR	--	--	24			X						LAMI SUMINISTROS
....4	17046	PIEZA	PLACA ANCLAJE PISTONES - FORMATO 2x3	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	370	255	10	2.48	
....4	17047	PIEZA	PISTON TERMOFORMADO	DIN-A4	--	6		X		PA6 BLANCO	93	90	75	0.7	
...3	**17067**	**CONJ**	**TERMOFORMADO POR PISTON-P.FORMATO 2x3**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
....4	16003	PIEZA	MOLDE TERMOFORMADO	DIN-A3	--	2		X		AL 5083 H111	397	300	68	8.4	
....4	17068	PIEZA	PLACA DE FONDO DE ENVASE - 2x3	DIN-A3	--	6		X		AL 5083 H111	113	110	28	0.68	
....4	17069	PIEZA	SUPLEMENTO APOYO ENVASE- H.20	DIN-A3	--	6		X		AL 5083 H111	106	109	20	0.51	
....4	17070	PIEZA	SUPLEMENTO APOYO ENVASE- H,10	DIN-A3	--	12		X		AL 5083 H111	106	109	10	0.26	
....4	17071	PIEZA	SUPLEMENTO APOYO ENVASE- H,5	DIN-A3	--	6		X		AL 5083 H111	106	109	5	0.13	
....4	17072	PIEZA	RETEN CIERRE ARTICULADO	--	--	2			X						SOUTHCO
..2	**19000**	**CONJ**	**COMANDER F2000**	--	**--**	**1**	**X**		**X**						ADVANTECH

A la part inferior trobem el plat mòbil + el motllo inferior, aquest plat va fixat a la travessa del grup d'elevació del grup de termoformat descrit anteriorment. Aquest plat esta realitzat en alumini Al 5083 H111 i podem veure com a les quatre cantonades tenim fixats 4 postissos guies realitzats en bronzo els quals llisquen per unes guies situades a l'estructura del grup d'elevació per tal de garantir que el desplaçament d'aquest grup sigui totalment vertical i no tinguin desviacions en el pla axial el qual podria produir problemes d'alineació del grup els quals ens podrien portar a la ruptura d'algun del element que la formen.

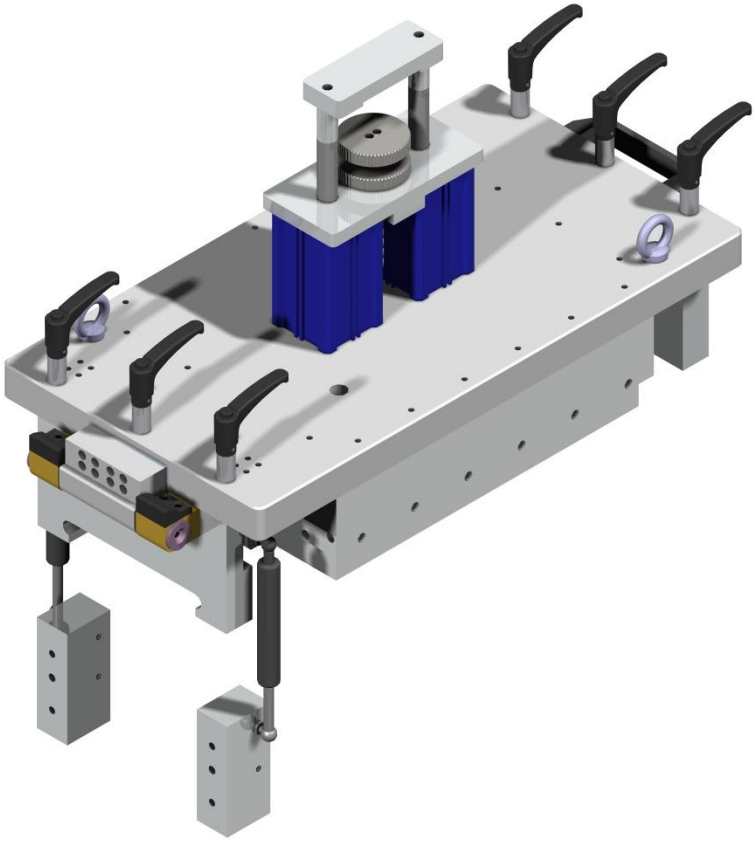
Sobre aquesta placa troben dos suports de la placa de fixació realitzats en alumini Al 5083 H111 que ens fan de distanciador entre la placa mòbil i la placa fixació del motllo. Sobre la placa de fixació del motllo trobem el suport marc i el motllo de termoformat, aquest dos van unit per una tanca articulada subministrada pel proveïdor Southco.

El suport marc, elaborat en Alumini Al 5083 H111 esta mecanitzat amb unes cavitats internes que ens permeten poder fer circular l'aigua per l'interior d'aquest a la fi de refrigerar el marc i que l'escalfor que pugui patir el motllo no sigui dissipada per conducció al marc i als altres element del grup.

Per fixar el marc i el motllo a la placa de fixació, utilitzem una maneta d'anclatge de motlle la qual amb un petit moviment permet deixar ben fixat el motllo a la part mòbil del grup.

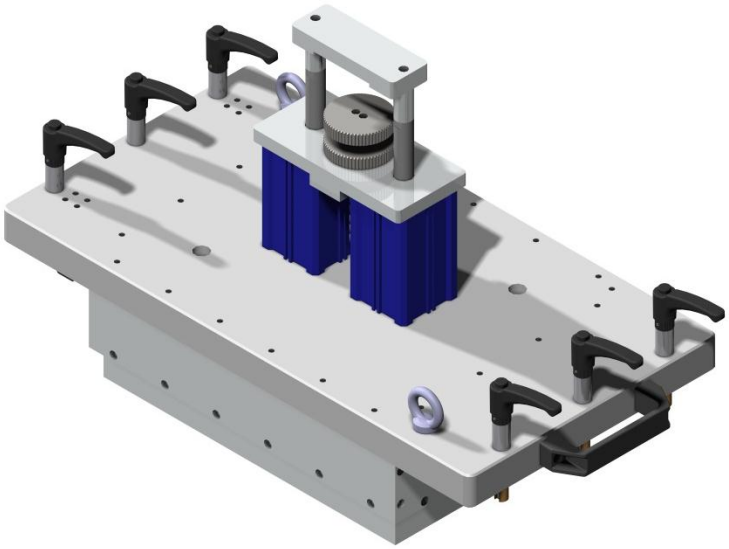
Com podem observar a la figura 40 en aquest cas el motllo consta de 6 cavitats per realitzar 6 blisters d'una sola operació de termoformat, aquesta distribució no es fixa sino que podem canviar el motllo per obtenir múltiples formes de termoformat. A mes, a cada cavitat podem incloure uns suplements segons la fondària que requerim de blister, aquest suplements solen ser d'espessors de 25, 10 i 5 mm. I es poden combinar de múltiples formes per tal d'aconseguir la fondària requerida.

Figura 41.



A la part superior del grup de termoformat podem observar com tota la part superior es totalment basculant a traves d'unes bisagres situades en un dels laterals aquesta bisagra esta fixada en un dels laterals del grup d'elevació de termoformat i ajudat per unes guies telescòpiques ens permet obrir tota la part superior per tal de poder accedir a la part interior del grup de termoformat per poder fer les manipulacions oportunes.

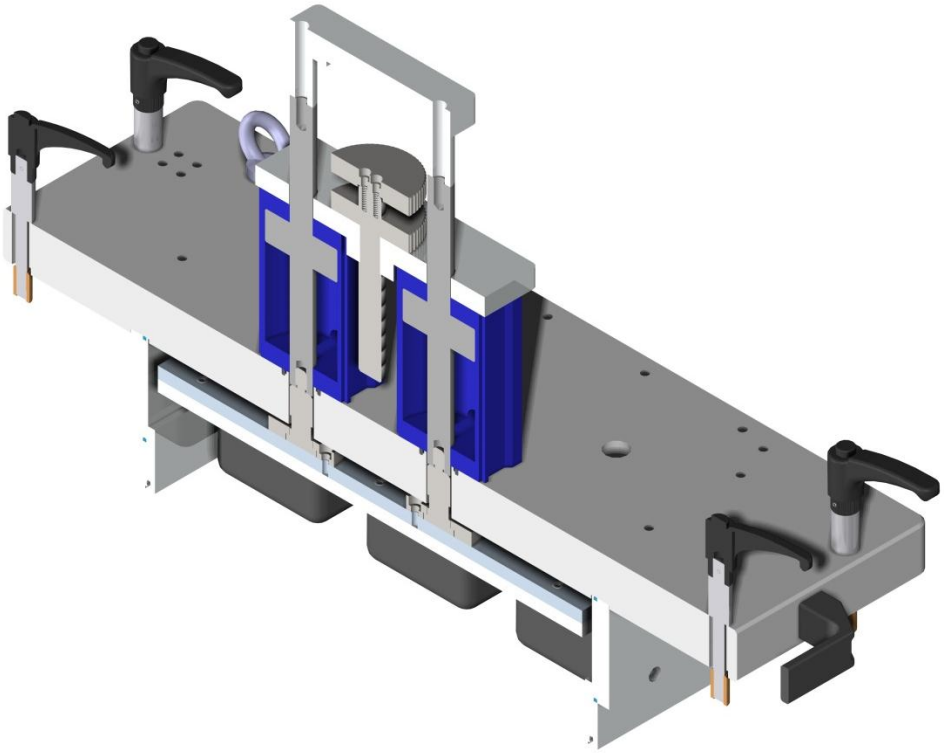
Figura 42.



Tota la part que podem observar a la figura 42 es intercanviable, i cada cop que canvien de model de blister a la producció, canviarem tota aquesta part, això ens permet minimitzar els temps de preparació de la màquina per cada producció diferent de blisters. Aquest canvi és realitza a traves de 6 manetes graduables subministrades per Utilnorm.

Aquesta part superior del grup de termoformat esta formada per un plat superior de termoformat realitzat en alumini Al 5083 H111 sobre aquest plat van fixats dos cilindres de doble efecte de referencia "SMC" Réf.:ECDQ2W63-075D els quals donen moviment a la placa d'anclatge dels pistons de termoformat.

Figura 43.



Aquest dos cilindres van untis per sincronitzar el moviment i a mes s'ha dissenyat un tope mecànic amb la fi de poder ajustar a mes exactitud el final de recorregut d'aquest cilindres, això és vital per realitzat un correcte procés de termoformat.

Fixada a aquesta placa trobem una campana realitzada en alumini Al 5083 H111 la qual a traves d'unes juntes tòriques de silicona es totalment estanca a la fi de garantitzar que al baixar el pistó tot l'aire sortirà pels orificis situats al motllo inferior.

3.1.13. Tapís sortida

Figura 44.

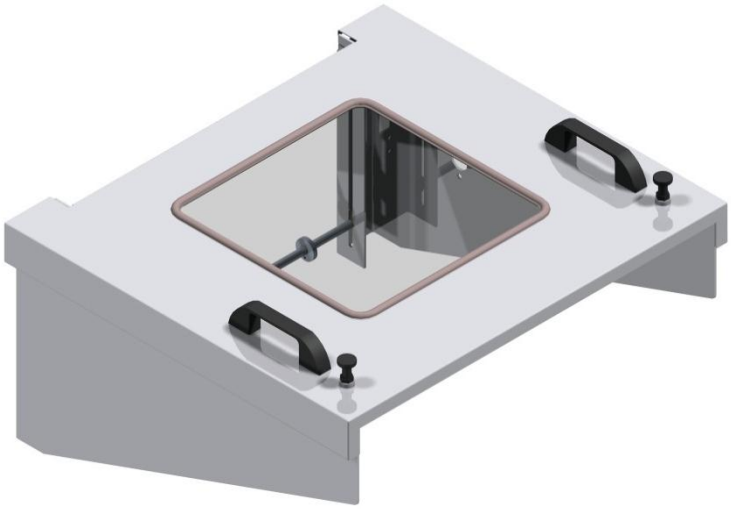
NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**12000**	**CONJ**	**TAPIZ SALIDA F2000**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
...3	**12001**	**CONJ**	**SOPORTE TAPIZ**	**DIN-A4**	**--**	**1**	**X**								
....4	12002	PIEZA	BASE DE SOPORTE REF.8310012	--	--	1			X						AVE
....4	12003	PIEZA	PIE REGULABLE REF.8732301	--	--	3			X						AVE
...3	**12004**	**CONJ**	**RODAMIENTO**	--	--	**1**			**X**						
....4	12004_1	PIEZA	SOPORTE RCJTY20-N	--	--	1			X						INA
....4	12004_2	PIEZA	TAPA DE PROTECCION KASK04	--	--	1			X						INA
...3	12005	PIEZA	GUIA BANDA	DIN-A3	--	1		X		NYLON	640	50	30	1.05	
...3	12006	PIEZA	PLACA LATERAL TRASERA - SKIS LARGOS	DIN-A2	--	1		X		AISI-304 L	1034	110	4	3.04	
...3	12007	PIEZA	PLACA LATERAL DELANTERA - SKIS LARGOS	DIN-A2	--	1		X		AISI-304 L	1034	110	4	3.04	
...3	12008	PIEZA	BANDA TRANSPORTADORA	DIN-A3	--	1			X						ESBELT
...3	12009	PIEZA	EJE RODILLO ENTRADA	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	364	ø20		0.89	
...3	12010	PIEZA	RODILLO ENTRADA	DIN-A3	--	1		X		AL 6082 H111	358	ø50		1.18	
...3	12011	PIEZA	EJE RODILLO TRACCION	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	525	ø40		3.96	
...3	12012	PIEZA	SOPORTE TAPIZ	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	380	200	88	3.25	
...3	12013	PIEZA	SOPORTE HUSILLO	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	40	ø100		0.49	
...3	12014	PIEZA	HUSILLO REGULACION ALTURA TAPA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	450	ø30		2.48	
...3	12015	PIEZA	MOTORREDUCTOR - 0,18 Kw	--	--	1			X						WATTDRIVE
...3	12016	PIEZA	TUBO PATA - D.60 x 2	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	360	ø60		1.05	
...3	12017	PIEZA	CASQUILLO	DIN-A4	--	1		X		NYLON	150	ø79		0.37	
...3	12018	PIEZA	CHAVETA - 70 x 6 x 6	--	--	1			X						ATI
...3	12019	PIEZA	RODILLO TRACCION	DIN-A4	--	1		X		AL 6082 H111	358	ø110		2.94	
...3	12020	PIEZA	RODILLO TENSOR	DIN-A4	--	1		X		AL 6082 H111	358	ø50		1.19	
...3	12021	PIEZA	ANILLO CENTRADO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	14	ø62		0.19	
...3	12022	PIEZA	ESPARRAGO VOLANTE	DIN-A4	--	4		X		AISI-304 L	50	ø10		0.03	
...3	12023	PIEZA	TUERCA REGULACION ALTURA TAPIZ	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	40	ø79		1.02	
...3	12024	PIEZA	APOYO - BANDA	DIN-A3	--	2		X		AISI-304 L	680	167	19	2.15	
...3	12025	PIEZA	TIRANTE	DIN-A4	--	5		X		AISI-304 L	364	ø10		0.22	
...3	12026	PIEZA	TENSOR	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	100	40	15	0.36	
...3	12027	PIEZA	EJE RODILLO TENSOR	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	410	ø20		0.92	
...3	12028	PIEZA	ESFERA BAQUELITA - M.8 HEMBRA	--	--	4			X						ELESA
...3	12029	PIEZA	RODAMIENTO - BOLAS 20 x 42 x 12	--	--	4			X						SFK
...3	12030	PIEZA	GUIA LATERAL - ENVASE - (S1)	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	664	49	2	0.47	
...3	12032	PIEZA	GUIA LATERAL - ENVASE - (S2)	--	--	1		X		AISI-304 L	664	49	2	0.47	

Com podem observar a la figura 44, el tapis de sortida és un mòdul totalment independent a la màquina de termoformat. Per realitzar la sortida dels blisters ja finalitzats s'ha dissenyat aquesta cinta transportadora la qual podem regular a l'altura que nosaltres desitgem per facilitar la feina de l'operari. Esta fabricat principalment en acer inoxidables AISI 304-L i no és mes que un peu de base subministrat pel proveïdor AVE sobre el qual descansa una cinta transportadora guiada per uns corrons que van dotats

de moviment gracies a un motoreductor de la següent referencia 0,18 Kw SEW WAF20DT63N4 92 r.p.m.

3.1.14. Protecció tapís sortida

Figura 45.



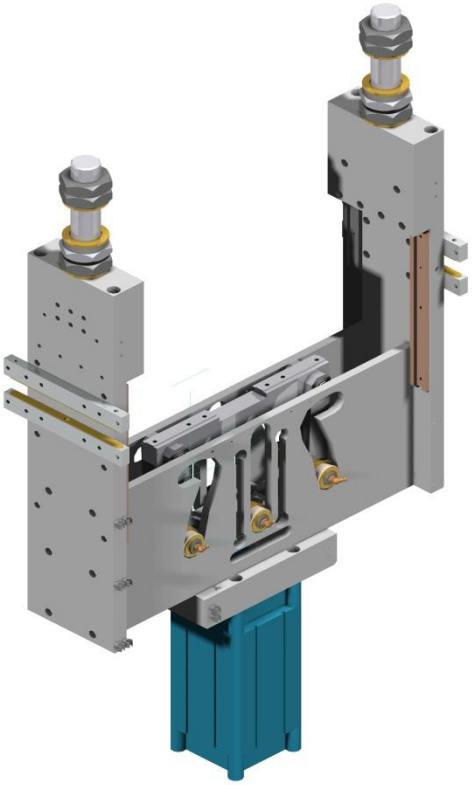
NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	35000	CONJ	PROTECCION TAPIZ SALIDA F2000	DIN-A3	--	1	X								
...3	35001	PIEZA	GUIA	DIN-A4	--	4		X		PVC NEGRO	730	20	20	2.28	
...3	35002	PIEZA	ARANDELA - D.25 ext D.16,2 int x 7,5	DIN-A4	--	2		X		PVC NEGRO	7.5	ø25		0.01	
...3	35003	PIEZA	PANEL PROTECCION	DIN-A4	--	1		X		POLICARBONATO	415	415	4	0.82	
...3	35004	PIEZA	EJE CILINDRO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	616	ø14		0.73	
...3	35005	PIEZA	ARANDELA TOPE	DIN-A4	--	2		X		AL 6082 H111	8	ø40		0.02	
...3	35006	PIEZA	JUNTA VENTANA TIRA BLOQUEO	--	--	1			X						EMKA
...3	35008	PIEZA	TAPA SUPERIOR	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	830	753	1.5	6.78	
...3	35009	PIEZA	POMO - MULETILLA CON ESPIGA	--	--	2			X						ELESA
...3	35010	PIEZA	POSICIONADOR M16 L25	--	--	2			X						EMILE-MAURIN
...3	35011	PIEZA	ASA - L.200 M.8 E/E=132	--	--	2			X						AVE
...3	35012	PIEZA	ARANDELA - D.17 x D.8,4 e=1,6mm	--	--	2			X						COSA-ORPELLA
...3	35013	PIEZA	DETECTOR - INTERRUPTOR MAGNETICO	--	--	1			X						RAYLEIGH
...3	35014	PIEZA	BRIDA FIJACION - INTERRUPTOR "BTI"	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	140	21	27	0.1	
...3	35015	PIEZA	IMAN - INTERRUPTOR MAGNETICO	--	--	1			X						RAYLEIGH
...3	35016	PIEZA	TAPA LATERAL	DIN-A2	--	1		X		AISI-304 L	750	395	84	10.5	
...3	35017	PIEZA	TAPA LATERAL	DIN-A2	--	1		X		AISI-304 L	750	395	84	10.5	

La protecció del tapís de sortida és un medi de seguretat necessari per la nostra termoformadora. A causa de que el tapís de sortida és un element mòbil, s'ha dissenyat aquesta protecció amb la fi de garantitzar la seguretat del operari manipulador de la nostra màquina. Aquesta protecció esta fabricada principalment en xapa de acer inoxidable AISI 304-L a la qual s'ha deixar una obertura central amb la fi d'allotjar una finestra de policarbonat per on podem visualitzar la sortida de la producció.

Aquesta protecció queda totalment tancada a traves d'uns poms de muletilla amb espiga subministrats per ELESA i per garantitzar de que no es treballi sense estar la protecció totalment tancada , li s'ha fixat un interruptor magnètic de la marca RAYLEIGH es qual en el cas que quedes obert, donaria una senyal al display de la màquina ordenant la seva parada immediata.

3.1.15. Grup elevació tall sense desperdici

Figura 46.

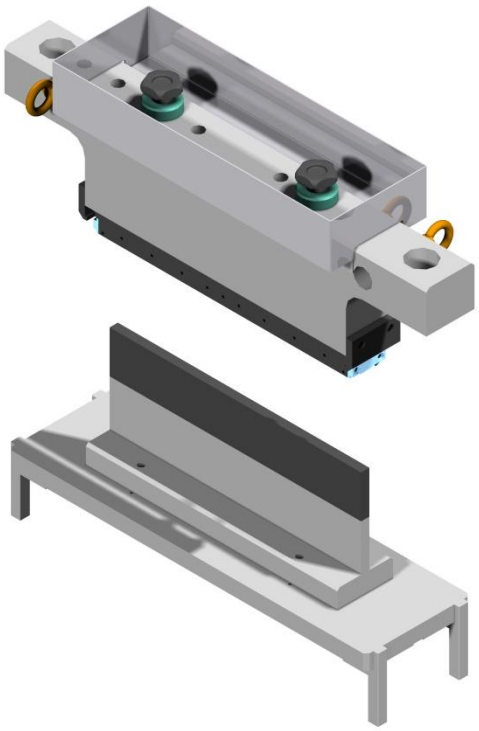


NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**25000**	**CONJ**	**GRUPO ELEVACION CORTE SIN DESPERDICIO F2000**	**DIN-A4**	**--**	**1**	**X**								
...3	**25001**	**CONJ**	**GRUPO ELEVACION VIELAS CORTE S/D**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
....4	25002	PIEZA	CLIP PORTATUBO - D.08	--	--	10			X						LEGRIS
....4	25003	PIEZA	PLACA GUIA	DIN-A2	--	2		X		F-114	583	265	13	12.3	
....4	25004	PIEZA	MONTANTE LATERAL	DIN-A2	--	2		X		AL 5083 H111	618	165	25	6.43	
....4	25005	PIEZA	CASQUILLO ROSCADO - M12 INTERIOR	--	--	4			X						LAMI SUMINISTROS
....4	25006	PIEZA	GUIA - L.300	DIN-A4	--	4		X		F-114	300	30	12	0.63	
....4	**25007**	**CONJ**	**MODULO - EJE INFERIOR GRUPO ELEVACION**	**DIN-A4**	**--**	**3**	**X**								
.....5	25008	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E22	--	--	2			X						SINARD
.....5	25009	PIEZA	EJE INFERIOR - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.107)	DIN-A4	--	1		X		F-115	107	ø22		0.3	
.....5	25010	PIEZA	ARANDELA EXTERIOR	DIN-A4	--	2		X		LATON	2	ø36		0.01	
.....5	25011	PIEZA	RODAMIENTO	--	--	2			X						SFK
.....5	25012	PIEZA	ARANDELA INTERIOR	DIN-A4	--	2		X		LATON	8	ø48		0.08	
.....5	25013	PIEZA	RACOR LUBRICADOR - ACODADO 45º G1/8"	--	--	1			X						GODOY
....4	**25014**	**CONJ**	**MODULO - EJE LATERAL -**	**DIN-A4**	**--**	**2**	**X**								
.....5	25015	PIEZA	EJE LATERAL - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.061)	DIN-A4	--	1		X		F-155	61	ø22		0.17	
.....5	25016	PIEZA	RACOR LUBRICADOR - RECTO G1/8"	--	--	1			X						GODOY
....4	25017	PIEZA	BIELA - INFERIOR	DIN-A4	--	2		X		ACERO K-100	133	36	28	0.84	
....4	25018	PIEZA	BIELA - SUPERIOR	DIN-A4	--	4		X		ACERO K-100	196	36	13	0.62	
....4	25019	PIEZA	TRAVIESA PLACA MOVIL - BIELAS	DIN-A3	--	1		X		F-114	330	46	28	2.84	
....4	**25020**	**CONJ**	**MODULO - EJE SUPERIOR**	**DIN-A4**	**--**	**2**	**X**								
.....5	25008	PIEZA	ANILLO SEGURIDAD - E22	--	--	2			X						SINARD
.....5	25021	PIEZA	RACOR LUBRICADOR - PLANO G1/8"	--	--	1			X						SERCO
.....5	25022	PIEZA	EJE SUPERIOR - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.061)	DIN-A4	--	1		X		F-155	61	ø22		0.17	
....4	25023	PIEZA	PATIN DESLIZAMIENTO	DIN-A4	--	4		X		LATON	213	12	5	0.1	
....4	25024	PIEZA	SOPORTE GRUPO ELEVACION	DIN-A3	--	4		X		AL 5083 H111	226	30	15	0.23	
....4	25025	PIEZA	BRIDA CILINDRO - D.125 - H.057	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	254	134	57	4.71	
....4	25026	PIEZA	HORQUILLA CILINDRO / BIELAS	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	120	60	57	0.47	
....4	25027	PIEZA	C. NEUMATICO - FESTO DNC-125-160-PPV-A	--	--	1			X						FESTO
....4	25028	PIEZA	TUERCA HEXAGONAL - M27 x 1,5	--	--	1			X						COSA-ORPELLA
...3	**25029**	**CONJ**	**MODULO REGULACION CABEZAL CORTE S/D**	**DIN-A3**	**--**	**2**	**X**								
....4	25030	PIEZA	SUPLEMENTO MONTANTE LATERAL	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	175	165	58	3.01	
....4	25031	PIEZA	TORNILLO AJUSTE - M.4 RECORTADO L.3 mm	--	--	1			X						COSA-ORPELLA
....4	25032	PIEZA	TUERCA HEXAGONAL - M42 x 1,5	--	--	3			X						COSA-ORPELLA
....4	25033	PIEZA	ESPARRAGO REGULACION CABEZAL	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	250	ø42		2.71	
....4	25034	PIEZA	ARANDELA REGULACION CABEZAL	DIN-A4	--	3		X		AISI-304 L	4	ø65		0.06	
....4	25035	PIEZA	TUERCA REGULACION CABEZAL	DIN-A4	--	1		X		BRONCE	65	28		0.41	
....4	25036	PIEZA	ANILLO GRADUADO REGULACION CABEZAL	DIN-A4	--	1			X						UTILNORM

Com Podem observar a la figura 46 el grup d'elevació de tall sense desperdici és pràcticament igual al grup d'elevació de termoformat, amb la petita variació de que a la part superior dels dos laterals, s'ha afegit una suports per poder realitzar una correcta fixació del grup de tall. Per la resta, podem consultar l'apartat 3.1.11 per poder veure els components i el funcionament del grup d'elevació.

3.1.16. Tall sense desperdici

Figura 47.

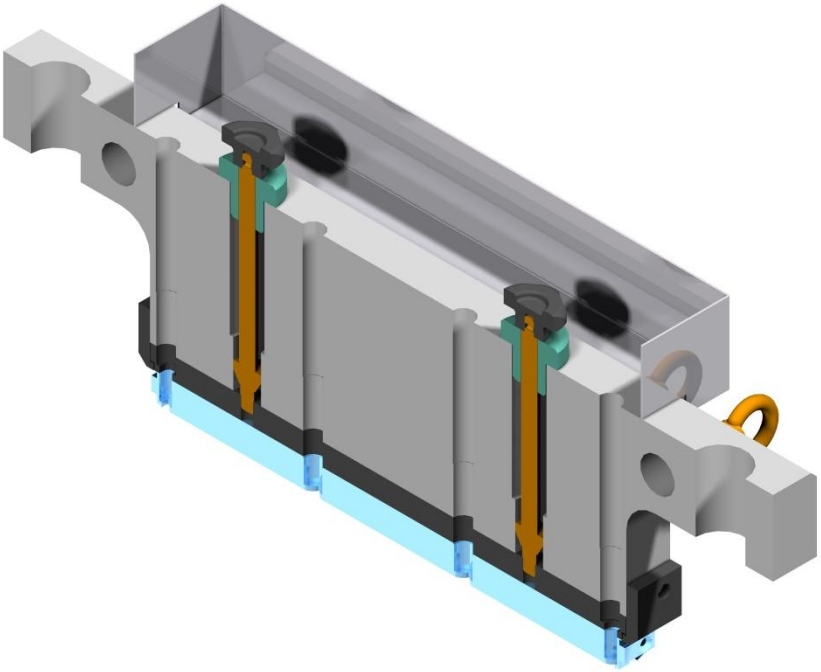


NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**15000**	**CONJ**	**CORTE SIN DESPERDICIO F2000**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
...3	**15001**	**CONJ**	**CORTE SIN DESPERDICIO**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
....4	**25037**	**CONJ**	**PLATO MOVIL - CORTE SIN DESPERDICIO**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
.....5	25038	PIEZA	PLACA MOVIL - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	565	165	24	5.87	
.....5	25039	PIEZA	POSTIZO GUIA	DIN-A4	--	4		X		BRONCE	100	56	15	0.27	
....4	**25040**	**CONJ**	**PARTE INF. - YUNQUE - COMUN**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
.....5	25041	PIEZA	BASE PANEL SUFRIDERA - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	397	88	30	270	
.....5	25042	PIEZA	PANEL SUFRIDERA - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A4	--	1		X		AL 5083 H111	397	78	13	1.06	
.....5	25043	PIEZA	SUFRIDERA - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A4	--	1		X		ACERO K-110	397	67	13	2.69	
....4	**25044**	**CONJ**	**BLOQUE SUP. FIJO - COMUN**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
.....5	25045	PIEZA	BLOQUE SUP. FIJO - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A3	--	1		X		AL 5083 H111	666	115	76	11.47	
.....5	25046	PIEZA	SOPORTE SUP. CASSETTE DE CORTE	DIN-A3	--	1		X		F-114	412	76	40	9.06	
.....5	25047	PIEZA	CAJON - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	440	153	1.5	1.55	
.....5	25048	PIEZA	BRIDA FIJACION - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	76	44	13	0.25	
.....5	25050	PIEZA	ANILLO CARGA / CANCAMO - M10 / MACHO	--	--	2			X						UTILNORM
.....5	25051	PIEZA	TOPE FIJACION - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A4	--	2		X		AL 6060 T5	40	ø49		0.79	
.....5	25052	PIEZA	ESPARRAGO FIJACION - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	192	ø24		0.24	
.....5	25053	PIEZA	VOLANTE - M.8 HEMBRA REF. 66346	--	--	2			X						ELESA
...3	**25054**	**CONJ**	**CASSETTE CORTE SIN DESP. - FORMATO 1x3**	**DIN-A3**	**--**	**1**	**X**								
....4	25055	PIEZA	SOPORTE CUCHILLA - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A2	--	1		X		F-114	411	52	40	5.01	
....4	25056	PIEZA	CHAPA DE APOYO - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	403	20	0.8	0.05	
....4	25057	PIEZA	CHAPA ANCLAJE - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	394	20	0.8	0.05	
....4	25058	PIEZA	CUCHILLA - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A4	--	3		X		Z60CD14	112	24	3	0.06	
....4	25059	PIEZA	PLETINA ANCLAJE - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A4	--	6		X		AL 5083 H111	112	20	7.5	0.05	
....4	25060	PIEZA	CHAPA EXTRACCION - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A3	--	2		X		AISI-304 L	348	45	19.5	0.18	
....4	25061	PIEZA	PUNZONADOR CENTRAL - R.9	DIN-A4	--	2		X		ACERO HSS	24	18	18	0.02	
....4	25062	PIEZA	PUNZONADOR LATERAL - R.9	DIN-A4	--	2		X		ACERO HSS	24	14	18	0.02	
....4	25063	PIEZA	BRIDA LATERAL - CORTE SIN DESPERDICIO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	52	20	8	0.04	

El grup de tall sense desperdici, com podem veure a la figura 47 es divideix en dues parts totalment diferenciades, la part inferior que inclou el plat mòbil, esta realitzada en alumini Al 5083 H111, a les quatre cantonades fixem 4 postissos mòbils els quals llisquen a traves de les guies situades al grup d'elevació del tall sense desperdici. Sobre el plat mòbil i fixem la base de la sofrirà realitzada en alumini Al 5083 H111 i sobre aquesta acollen la sofrirà realitzada en acer K-110, s'ha triat aquest material ja que aquesta es la part que fa de negatiu amb les fulles de tall de la part superior del tall sense desperdici per lo que ha de ser dissenyat amb un material d'alta duresa.

A la part superior del tall sense desperdici podem hi trobem la resta d'elements necessaris per realitzar l'operació de tall sense desperdici, com podem apreciar a la figura 48 on veiem un tall transversal d'aquesta, hi trobem els següents elements.

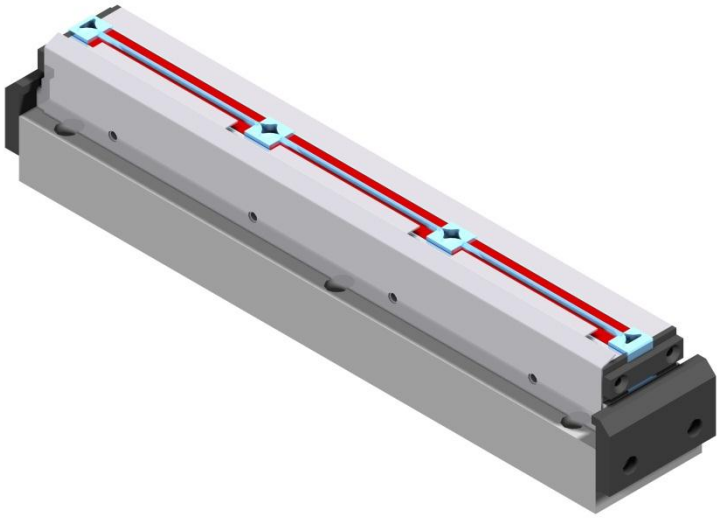
Figura 48.



Tota l'estructura es subjecta sobre el bloc superior fixe fabricat en alumini Al 5083 H111, podem observa que en els extres d'aquest bloc tenim uns orificis verticals els quals en s serviran per fixar aquesta part a l'estructura del grup d'elevació del tall sense desperdici. A la figura 48 també podem observar que s'ha realitzat 4 perforacions que creuen tot el grup superior, aquestes perforacions en serveixen com a sortida de les petites restes de film obtingudes en el procés de tall. Aquestes petites porcions de film es van depositant en un calaix superior realitzat en acer inoxidable AISI 304-L.

Dins d'aquest calaix i trobem 2 volants subministrats per ELESA els quals a traves d'un usillos permeten regular l'alçada del cassette de tall.

Figura 49.



A la figura 49 podem veure invertits els elements que composen el cassette de tall, aquest es un element sotmès a forts cops per lo que s'ha cregut convenient realitzar els seus components amb materials que per les seves característiques mecàniques siguin idonis per poder complir amb la seva finalitat. Per suport de les fulles de tall s'ha fet servir acer F-114, sobre aquest suport muntem unes fulles de tall realitzades en acer Z60CD14 i entre aquestes van insertats uns punxons realitzats en acer HSS els quals donem la forma

requerida a les cantonades dels blisters. La resta de components son components de fixació del cassette amb la resta del grup així com guies d'acer inoxidable per que el blister no s'aixequi en el moment de fer el punxonat.

3.1.17. Mòdul fulla circular

Figura 50.

NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	30000	CONJ	MODULO CUCHILLA CIRCULAR F2000	DIN-A4	--	1	X								
...3	30001	PIEZA	CUCHILLA	DIN-A4	--	4		X		X155CrVMo12-1	1	ø100		0.04	
...3	30002	PIEZA	MOYU CUCHILLA	DIN-A4	--	4		X		AL 6082 H111	38	ø89		0.2	
...3	30003	PIEZA	CONTRA-MOYU CUCHILLA	DIN-A4	--	4		X		AL 6082 H111	5	ø89		0.06	
...3	30004	PIEZA	EJE SOPORTE CUCHILLA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	484	ø25		1.81	

Aquest grup no es mes que un eix realitzat en acer inoxidable AISI 304-L sobre el qual hi muntem una fulles de tall circulars i fixades al eix mitjançant un moyu i contra moyu fets en alumini Al 5083 H111, la distribució de les fulles circulars dependrà de la forma que tingui el blister de termoformat i el moviment rotatiu d'aquest eix vindrà dona per el grup motriu de la termoformadora ja descrit anteriorment.

3.1.18. Conjunt bastidor 2 m.

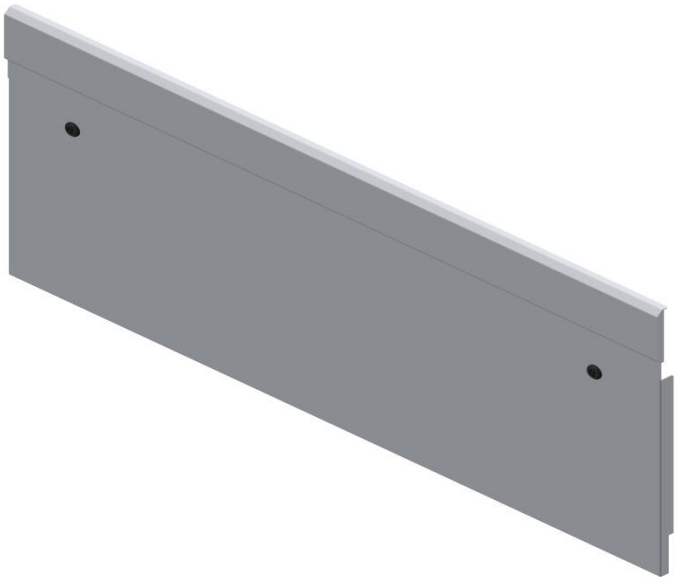
Figura 51.

NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**11000**	**CONJ**	**CONJUNTO BASTIDOR 2 m. F2000**	DIN-A3	--	**1**	**X**								
...3	11001	PIEZA	PIE DE MAQUINA	DIN-A4	--	4		X		PVC NEGRO	160	ø130		2.706	
...3	11002	PIEZA	SOPORTE L.1480	DIN-A3	--	2		X		AISI-304 L	1480	15	30	5.2	
...3	11003	PIEZA	SOPORTE CABLEADO	DIN-A4	--	8		X		AISI-304 L	95	85	20	0.13	
...3	11004	PIEZA	ESPARRAGO L=198	DIN-A4	--	4		X		AISI-304 L	198	M27		0.88	
...3	11005	PIEZA	EMBELLECEDOR LATERAL L.310	DIN-A3	--	2		X		AISI-304 L	310	179	1.5	0.8	
...3	11006	PIEZA	CANTONERA - L.1500	DIN-A3	--	2		X		AISI-304 L	1389	25	25	0.92	
...3	**11007**	**CONJ**	**MONTAJE BASTIDOR 2M**	DIN-A3	--	**1**	**X**								
....4	11008	PIEZA	TRAVASERO INFERIOR L1492	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	1492	60	100	9.5	
....4	11009	PIEZA	BASTIDOR 2M	DIN-A0	--	1		X		AISI-304 L	1815	832	740	79.6	
...3	11010	PIEZA	TUERCA M27 x 3	--	--	8			X						COSA-ORPELLA

Com podem veure a la figura 51 el conjunt bastidor de 2 mm. Es una estructura d'acer inoxidable AISI 304-L sobre la qual s'hi subjecten tots els elements que necessitem pel correcte funcionament de la termoformadora, aquesta estructura esta reposada sobre el terra mitjançant un peus de màquina realitzats en PVC negre. S'ha realitzat el disseny del bastidor en acer inoxidable per tal de garantir la protecció a la corrosió de la termoformadora, ja que com s'ha comentat anteriorment la nostra termoformadora esta preparada per poder ser netejada amb aigua a pressió.

3.1.19. Protecció bastidor.

Figura 52.

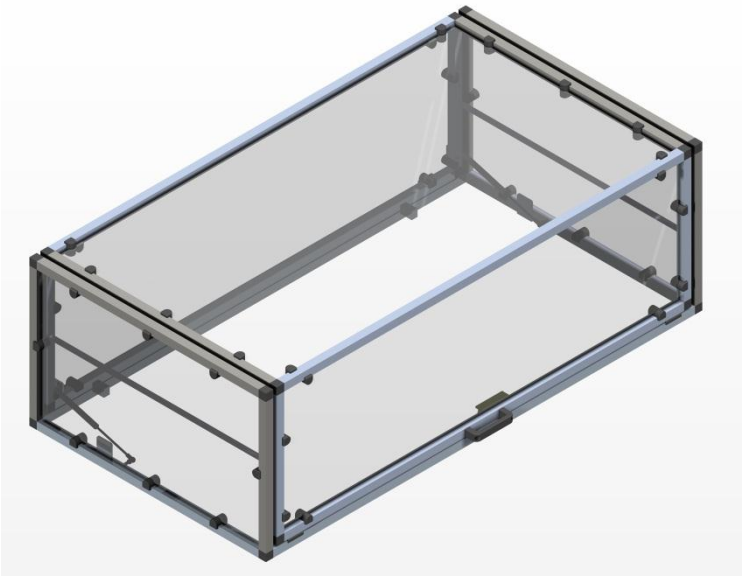


NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**20000**	**CONJ**	**PROTECCION BASTIDOR L1500 F2000**	**DIN-A2**	**--**	**1**	**X**								
...3	**20001**	**CONJ**	**PUERTA BASTIDOR L.1500**	**DIN-A2**	**--**	**1**	**X**								
....4	20002	PIEZA	SOPORTE CENTRAL PUERTA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	115	28	4	0.07	
....4	20003	PIEZA	SOPORTE PUERTA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	115	28	4	0.07	
....4	20004	PIEZA	SOPORTE PUERTA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	115	28	4	0.07	
....4	20005	PIEZA	PUERTA BASTIDOR - L.1500	DIN-A2	--	1		X		AISI-304 L	1497	660	2	17	
...3	20006	PIEZA	CIERRE CUARTO DE VUELTA	--	--	2			X						EMKA

La protecció del bastidor no és mes que una protecció realitzada en acer inoxidable AISI 304-L situada en un dels laterals del bastidor, aquesta protecció ens permet aïllar els element interns de la termoformadora, d'aquesta manera garantitzem que no es pugui patir un accident per una manipulació incorrecta de la termoformadora. Per poder fixar aquesta protecció al bastidor utilitzem unes tanques de quart de volta subministrades per EMKA.

3.1.20. Protecció zona termoformat.

Figura 53.



NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**14000**	**CONJ**	**PROTECCION ZONA TERMOFORMADO F2000**	DIN-A3	--	1	X								
...3	**14002**	**CONJ**	**PROTECCION FIJA -TERMO - L.800 x A.500**	DIN-A3	--	1	X								
....4	14003	PIEZA	MONTANTE FIJO	DIN-A4	--	4		X		AISI-304 L	450	25	25	0.5	
....4	14004	PIEZA	TRAVESAÑO SUP. FIJO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	760	25	25	0.84	
....4	14005	PIEZA	TRAVESAÑO FIJO - ENTRADA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	760	25	25	0.84	
....4	14006	PIEZA	TRAVESAÑO FIJO - SALIDA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	760	25	25	0.84	
....4	14007	PIEZA	LARGUERO INFERIOR FIJO - DERECHO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	1445	25	25	1.44	
....4	14008	PIEZA	LARGUERO INFERIOR FIJO - IZQUIERDO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	1445	25	25	1.44	
....4	14009	PIEZA	UNION - CONEXION TIPO A 2 BRAZOS 90º	--	--	4			X						AVE
....4	14010	PIEZA	UNION - CONEX. TIP D 3 BRAZOS 90º	--	--	4			X						AVE
....4	14011	PIEZA	BRIDA PLEXI. - PARA PLACA 4MM	--	--	16			X						AVE
....4	14012	PIEZA	PROTECTOR VERTICAL - ESPESOR 4MM	DIN-A4	--	2		X		PETG-TRANSP,	742	432	4	1.54	
....4	14013	PIEZA	BISAGRA (AVE - COD:7810129)	--	--	2			X						AVE
....4	14014	PIEZA	TOPE DE PUERTA	--	--	2			X						AVE
....4	35013	PIEZA	DETECTOR - INTERRUPTOR MAGNETICO	--	--	1			X						RAYLEIGH
...3	**14015**	**CONJ**	**PROTECCION MOVIL -TERMO - L.800x A.500**	**DIN-A2**	--	1	X								
....4	14004	PIEZA	TRAVESAÑO SUP. FIJO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	760	25	25	0.84	
....4	14009	PIEZA	UNION - CONEXION TIPO A 2 BRAZOS 90º	--	--	4			X						AVE
....4	14010	PIEZA	UNION - CONEX. TIP D 3 BRAZOS 90º	--	--	4			X						AVE
....4	14011	PIEZA	BRIDA PLEXI. - PARA PLACA 4MM	--	--	26			X						AVE
....4	14016	PIEZA	MONTANTE MOVIL - IZQUIERDO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	420	25	25	0.46	
....4	14017	PIEZA	MONTANTE MOVIL - SALIDA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	420	25	25	0.46	
....4	14018	PIEZA	MONTANTE MOVIL - ENTRADA	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	420	25	25	0.46	
....4	14019	PIEZA	EJE DE REFUERZO	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	761	ø15		1.05	
....4	14020	PIEZA	MANETA APERTURA - 133x40	--	--	1			X						AVE
....4	14021	PIEZA	LARGUERO SUPERIOR MOVIL	DIN-A4	--	2		X		AISI-304 L	1370	25	25	1.52	
....4	14022	PIEZA	LARGUERO INFERIOR MOVIL - DERECHO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	1370	25	25	1.52	
....4	14023	PIEZA	LARGUERO INFERIOR MOVIL - IZQUIERDO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	1370	25	25	1.52	
....4	14024	PIEZA	PROTECCION SUP. - ESPESOR 4MM	DIN-A4	--	1		X		PETG-TRANSP,	1352	742	4	4.82	
....4	14025	PIEZA	PROTECCION LATERAL - ESPESOR 4MM	DIN-A4	--	2		X		PETG-TRANSP,	1352	402	4	2.72	
....4	35013	PIEZA	DETECTOR - INTERRUPTOR MAGNETICO	--	--	1			X						RAYLEIGH
...3	14026	PIEZA	CILINDRO A GAS - F.150 - C.100 - L.275	--	--	2			X						**SKF**

La protecció de la zona de termoformat es una estructura realitzada amb tubs quadrats d'acer inoxidable AISI 304 connectats per unions subministrades per AVE,. Aquesta estructura consta d'un sistema de basculació per poder obrir aquesta quan necessiti ser manipulada per l'operari, per garantir la seguretat aquesta protecció disposa d'un detector de seguretat de la marca RAYLEIGH la qual desconnecta la màquina quan aquesta protecció s'obre durant el funcionament de la termoformadora.

Tota la protecció te panels de metacrilat per tal de poder visualitzar tots els components de la termoformadora des de l'exterior.

3.1.21. Soporter comander i comander.

Figura 54.

NIVEL	REFERENCIA		DENOMINACION	FORMATO	REVISION	CANTIDAD	MONTAJE	MECANIZADO	COMERCIAL	MATERIAL	LONG X	LONG Y	LONG Z	PESO (Kg)	PROVEEDOR
..2	**19000**	**CONJ**	**COMANDER F2000**	--	--	1	X		X						ADVANTECH
..2	**28000**	**CONJ**	**SOPORTE COMANDER F2000**	DIN-A3	--	1	X								
...3	28001	PIEZA	SOPORTE	DIN-A3	--	1		X		AISI-304 L	124	52	52	0.13	
...3	28002	PIEZA	BRIDA SOPORTE TUBO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	8	ø80		0.24	
...3	28003	PIEZA	TUBO	DIN-A4	--	1		X		AISI-304 L	154	120	40	0.41	
...3	28004	PIEZA	CASQUILLO	DIN-A4	--	1		X		PVC NEGRO	35	ø50		0.3	

El suport comander és una estructura tubular d'acer inoxidable AISI 304-L la qual de fixació del comander a la termoformadora. El comander és subministrat per ADVANTECH i es la consola on accionem totes les funcions a realitzar per la termoformadora.

El control de les funcions de la termoformadora estarà regulat per una unitat de CPU de la qual no fem menció en aquest projecte per falta de recursos temporals i per que la seva elecció, vindrà supervisada per un enginyer electrònic el qual realitzarà tota la programació de la termoformadora

4.1. Seguretat d'operació a la màquina

4.1.1. Principis bàsics.

La màquina està construïda segons les normes tècniques de seguretat admeses. A pesar d'això, durant el funcionament es poden generar perills per la integritat del usuari o de terces, així com per la màquina i altres valors materials

La màquina només s'ha d'utilitzar en correcte estat tècnic i amb plena consciencia de la seguretat i els perills, tenint en compte les instruccions de funcionament. Especialment, s'han de solucionar immediatament els problemes de funcionament que puguin afectar a la seguretat.

El personal no ha de dur pèl llarg solt, peces que pengin ni joies, incloent anells. Existint perill de ferides, per exemple, quedar enganxat o de ser arrossegat.

S'han de prendre en consideració totes les indicacions de seguretat i de perill de la màquina.

Si es produeixen notificacions rellevants per a la seguretat de la màquina o en el seu funcionament, aturar-la immediatament i comunicar el problema a la persona competent.

No efectuar cap canvi, addicció o transformació de la màquina que pugui afectar a la seguretat, sense autorització del proveïdor. Per al muntatge i ajustament dels equips seguir les indicacions del proveïdor.

4.1.2. Manteniment i inspecció.

Els treballs d'ajustament, manteniment i inspecció solament han de ser realitzats per personal qualificat. Si és necessari, assegurar una zona àmplia entorn del lloc de treballs de manteniment.

Si la màquina està totalment desactivada per realitzar treballs de manteniment i reparació, s'ha d'assegurar contra l'arrancada involuntària.

Tancar els dispositius de comandament principal i extreure la clau i/o col·locar un rètol d'advertiment en l'interruptor principal.

Utilitzar exclusivament elevadors apropiats i tècniques correctes així com elements de suport de càrrega amb força suficient. Na passar ni treballar mai sota càrregues suspeses.

Estrènyer sempre bé de nou els cargols afluixats durant els treballs de manteniment i reparació.

Si és necessari el desmuntatge del equips de seguretat per a l'equipament, manteniment o reparació, immediatament després de finalitzar els treballs de manteniment i reparació s'han de tornar a muntar i comprovar.

S'ha de controlar l'evacuació segura i ecològica de les peces canviades.

5.1. Aspectes mediambientals.

Com podem observar els material emprats per a realitzar la nostra màquina son bàsicament acer inoxidable i alumini, aquest dos materials han estat triats de forma conscient ja que com descriure a continuació aquest dos material ens ajuden a respectar els aspectes mediambientals els quals son un valor a tenir molt en compte actualment en el mon de la industria.

Be sigui pel seu cicle de vida o per el seu poder de reciclatge s'ha cregut que l'elecció d'aquest dos material per dissenyar la termoformadora és el mes apropiat per realitzar un disseny sostenible i en conseqüència amb els aspectes mediambientals que avui en dia son tan necessaris.

5.1.1. Beneficis del acer inoxidable.

Els valors únics de sempre per l'acer inoxidable ho fan un candidat fort en la selecció de materials. Enginyers, especificadors i dissenyadors sovint es subestimen o passen per alt aquests valors perquè del que és considerat com el major cost inicial d'acer inoxidable. No obstant això, durant la vida total d'un projecte, acer inoxidable és sovint la millor opció de valor.

Què és l'acer inoxidable?
L'acer inoxidable és essencialment un acer de baix carboni, que conté crom en un 10% o més en pes. Aquesta és l'addició de crom que ofereix l'acer de les seves propietats úniques inoxidable, resistent a la corrosió.

El contingut de crom de l'acer permet la formació d'una pel·lícula d'òxid de crom dur, adherent, invisible i resistent a la corrosió en la superfície d'acer. Si està danyat mecànicament o químicament, aquesta pel·lícula és regenera, sempre que l'oxigen, fins i tot en quantitats molt petites, està present. La resistència a la corrosió i altres propietats útils de l'acer es veuen reforçades pel contingut de crom i augment de l'addició d'altres elements com el molibdè, níquel i nitrogen.

Hi ha més de 60 graus d'acer inoxidable. No obstant això, tot el grup es pot dividir en cinc classes. Cadascun s'identifica amb els elements d'aliatge que afecten a la seva microestructura i pel qual cadascun està anomenat.

Resistència a la corrosió
Els graus baix d'aliatge poden resistir la corrosió en ambients d'aigua en l'atmosfera i pura, mentre que els graus d'alt aliatge pot resistir la corrosió en la majoria d'àcids, lleixius, clor i entorns de rodament, les propietats que s'utilitzen en plantes de procés.

Foc i resistència a la calor
Graus alts de crom i de níquel aliat poden resistir la dilatació a altes temperatures.

Higiene
La possibilitat d'una fàcil neteja d'acer inoxidable fa que sigui la primera opció per a les condicions d'higiene estrictes, tals com a hospitals, cuines, escorxadors i altres plantes processadores d'aliments.

Aspecte estètic
La superfície brillant, de fàcil manteniment d'acer inoxidable proporciona una aparença moderna i atractiva.

Resistència
La propietat de enduriment dels austenítics, que es tradueix en un enfortiment significatiu del material de treball en fred, i els graus d'alta resistència a doble cara, permet reduir l'espessor del material sobre els graus convencionals, per tant estalvi de costos.

Facilitat de fabricació
Les modernes tècniques de fabricació de l'acer inoxidable fan que es pot tallar, soldar, format, a màquina,

i es fabriquen amb tanta facilitat com els acers tradicionals.

Resistència a l'impacte
La microestructura austenítica de la sèrie 300 ofereix alta duresa, de les temperatures elevades de fins a sota zero, per la qual cosa aquests acers especialment adequat per a aplicacions criogèniques.

Valor a llarg termini
Quan els costos totals del cicle de vida es consideren, acer inoxidable és sovint l'opció de material menys car.

Cicle d'acer inoxidable
Per assegurar una alta qualitat de vida, els materials que utilitzem com a consumidors i fabricants han de complir no només les normes d'acompliment tècnic Una vegada que el seu servei és complet, ha de ser 100% reciclable, completant així el cicle de vida per ser utilitzat una vegada més.

La longevitat d'acer inoxidable és el resultat de la composició d'aliatge i, per tant, té una resistència a la corrosió natural. Per tal no haurem d'aplicar anti-corrosius que degradin el medi ambient.

5.1.2. Beneficis de L'alumini.

L'economia d'alumini és una economia circular. Per a la majoria de productes d'alumini, el metall no es consumeix durant la vida del producte, sinó que simplement s'utilitza amb el potencial de ser utilitzat de nou a través del reciclatge. D'alumini es pot reciclar una vegada i una altra sense cap pèrdua de les seves propietats inherents, ja que la seva estructura atòmica no s'altera durant la fusió. Per tant, el cicle de vida d'un producte d'alumini no és el tradicional "del bressol a la tomba" seqüencia, sinó més aviat una renovables "del bressol al bressol".

Estalvi d'energia
L'alt valor de ferralla d'alumini és un incentiu clau i un impuls econòmic important per al reciclatge, independent de les iniciatives legislatives o de polítiques per fomentar el reciclatge. ferralla d'alumini té un valor de mercat considerable, perquè la majoria de l'energia necessària per a la producció d'alumini primari s'incorpora en el propi metall i, en conseqüència, en la ferralla. Per tant, l'energia necessària per fondre ferralla d'alumini és només una fracció de la requerida per a la producció d'alumini primari. El reciclatge de productes d'alumini necessita només el 5% de l'energia necessària per a la producció d'alumini primari.

Reducció dels gasos d'efecte hivernacle
A més, el reciclat de productes d'alumini només emet el 5% dels gasos d'efecte hivernacle emesos en la producció d'alumini primari. Reciclatge de ferralla procedent dels productes utilitzats ("ferralla vella") que s'estalvia més de 70 milions de tones d'emissions de gasos d'efecte hivernacle a tot el món en 2005. Des de la seva creació, el reciclatge de ferralla vella ja ha evitat més de mil milions de tones mètriques d'emissions de CO^2.

Una economia en creixement
El reciclatge és un aspecte important de l'ús d'alumini continu, ja que més d'un terç de tot l'alumini que actualment es produeixen a nivell mundial procedeix de metall reciclat, una tendència que va en augment. La indústria de reciclatge d'alumini té efectivament va triplicar la seva producció de 5 milions de tones en 1980 a més de 16 milions de tones en 2006. Durant el mateix temps l'ús de metalls primaris ha passat de 15 a 30 milions de tones. La proporció d'alumini reciclat per a la demanda mundial del metall ha passat de menys del 20% en 1950 a aproximadament el 33% en 2006. D'un total benvolgut de més de 700 milions de tones d'alumini produït al món des de la fabricació comercial es va iniciar en la dècada de 1880, al voltant de tres quartes parts d'aquest total està encara en ús productiu amb el crèdit, almenys en part, a la indústria del reciclatge.

La indústria de reciclatge d'alumini recicla tota la ferralla d'alumini es poden obtenir dels productes al final de la seva vida i la d'alumini per productes. La velocitat a la qual al final de la seva vida útil és

d'alumini reciclat varia en funció del sector de productes, tecnologia de processament de ferralla i en el compromís de la societat per recollir d'alumini que conté els productes al final de la seva vida útil. Cada sector d'aplicació exigeix a les seves pròpies solucions de reciclatge i de la indústria recolza les iniciatives que busquen optimitzar la taxa de reciclatge.

La millora de la taxa global de reciclat és un element essencial en la recerca del desenvolupament sostenible.

6.1. CÀLCULS JUSTIFICATIUS.

6.1.1. Resistencia pre-escalfament

En el cas del grup de pre-escalfament tenim d'instal·lació d'una resistència de tub conformable la qual te les següents característiques:

P_{total} = 3000 W

Hem estimat que la màquina necessitarà uns 10 minuts per aprofitar tota l'aportació tèrmica de la resistència.

El fet que un circuit elèctric generi escalfor be argumentada amb la Llei de Joule. Si tenim en compte la diferencia de potencial aplicada a un conductor és la diferencia de l'energia elèctrica per unitat de carrega tenim:

$$V = \frac{\Delta E}{\Delta Q} \rightarrow \Delta E = V \cdot \Delta Q$$

Però segons la definició de intensitat de corrent elèctrica per un C.C tindrem:

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \rightarrow \Delta Q = I \cdot \Delta t$$

Substituint obtindrem la quantitat d'energia que es transforma en calor:

$$\Delta E = V \cdot I \cdot \Delta t \text{ Lley de Joule}$$

La potencia, per un circuit elemental, és un magnitud que mesura la quantitat d'energia que es transforma en calor per unitat de temps, com sabem, en el sistema internacional es mesura en Watt (W)

$$P = \frac{\Delta E}{\Delta t}$$

Combinant aquesta expressió amb la Llei de Joule :

$$P = \frac{V \cdot I \cdot \Delta t}{\Delta t} = V \cdot I$$

Segons les característiques de la resistència obtenim la intensitat generada per aquesta:

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3000W}{380V} = 7.89\ A$$

Mitjançant la llei de Joule podem determinar la quantitat de calor que és capaç de lliurar una resistència, aquesta quantitat de calor dependrà de la intensitat de corrent que per ella circuli i de la quantitat de temps que estigui connectada, després podem enunciar la llei de Joule dient que la quantitat de calor despresa per una resistència és directament proporcional a la intensitat de corrent a la diferència de potencial i al temps.

$$\Delta E = V \cdot I \cdot \Delta t = 380\text{V} \cdot 7.89\text{A} \cdot 600\text{s} = 1798920\ \text{J}$$

Si utilitzem el següent factor de conversió

1 cal = 4.16J

Obtenim les calories generades per la resistència a cada cicle:

$$\Delta E = \frac{1798920J}{1\ cal} \cdot \frac{1\ cal}{4.16\ J} = 432432\ cal$$

Com la calor especifica de la placa de pre-escalfament fabricada en alumini es de 0.222 cal/g ºC, l'increment de temperatura serà el següent:

$$Q = m \cdot c \cdot\ \Delta t^{\underline{o}}\ \rightarrow\ \Delta t^{\underline{o}} = \frac{Q}{m \cdot c} = \frac{432432\ cal}{4870\ g \cdot 0.22 \frac{cal}{g^{\underline{o}}C}} =\ 403\ ^{\underline{o}}C$$

6.1.2. Càlcul motorreductor transmissió de sortida

Es pren com a valor màxim de la velocitat, la velocitat de translació entre cicle i cicle de termoformat, v = 0.5 m/s.

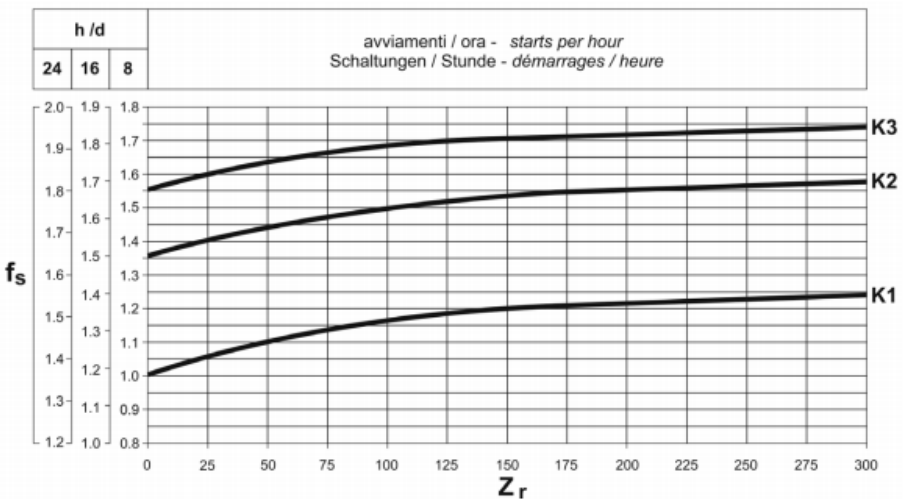
Amb el radi del corró d'entrada (R = 0.064 m.) es troba la velocitat angular que haurà de donar l'accionament del corró.

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{0.5}{0.064} = 7.8125\ \frac{rad}{s} \rightarrow \omega = 52\ min^{-1}$$

Determinarem el factor de servei $\mathbf{f_s}$ tal i com descrivim a continuació.

El factor $\mathbf{f_s}$ de servei és un paràmetre que tradueix a un valor numèric aproximat la força del servei que el reductor ha de realitzar, tenint en compte el funcionament diari, la variabilitat de la càrrega i les eventuals sobrecàrregues, units a la aplicació especifica del reductor.

Al gràfic següent, el factor de servei s'obté, una vegada seleccionada la columna relativa a les hores de funcionament diari, per la intersecció per el nombre d'arrancades/hora i una de les corbes K1, K2 i K3. Les corbes K estan associades a la natura del servei (aproximadament: uniforme, mig i pesat) a través del factor d'acceleració de les masses K, unit a la relació entre la inèrcia de les masses conduïdes i la del motor.



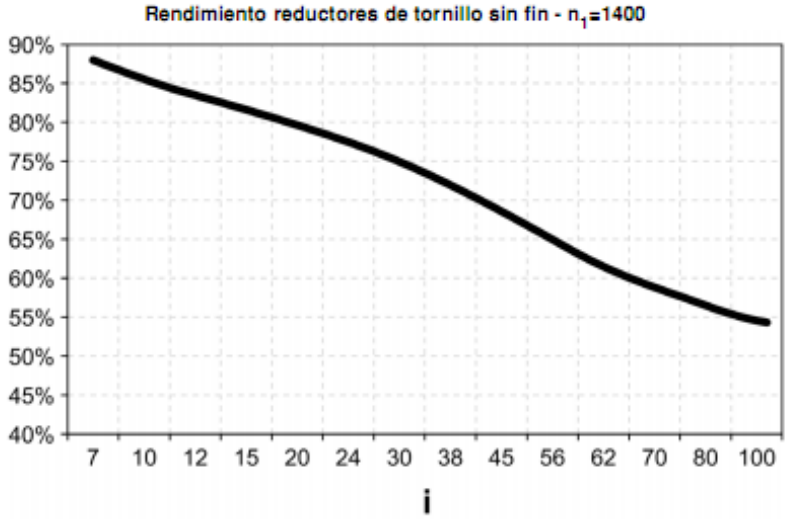
La Termoformadora F2000 està preparada per funcionar les 24 hores del dia, i com vam definir anteriorment la seva cadència és de 12 cicles per minut, per lo qual tindrem mes de 300 arrencades per hora. Si busquem la intersecció d'aquestes dues dades a la corba K1 que és la que representa a la termoformadora obtenim que el factor de càrrega és el següent:

$$fs = 1.5$$

A continuació obtindrem la potencia absorbida a l'eix del motor.

$$P_{r1} = \frac{M_{r2} \cdot n_2}{9550 \cdot \eta_d}\ (KW)$$

Aproximadament, el valor del rendiment " η_d "pot ser determinat per:



On a partir de la següent equació trobem la relació de transmissió existent entre la velocitat d'entrada i la velocitat de sortida del reductor.

$$i = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{1400\ min^{-1}}{46.6\ min^{-1}} = 30$$

Si el par sol·licitat per l'aplicació M_{r2} és de 122 Nm. La velocitat de sortidà del reductor és de 46.6 min^{-1} i el rendiment per una relació i = 30 és del 75% obtenim que la potencia absorbida per l'eix del motor és:

$$P_{r1} = \frac{M_{r2} \cdot n_2}{9550 \cdot \eta_d} \rightarrow \frac{122\ Nm \cdot 46.6\ min^{-1}}{9550 \cdot 0.75} = 0.79\ KW$$

Per seleccionar el motorreductor hem d'anar a la taula corresponent a una potencia normalitzada P_n tal que:

$$P_n \geq P_{r1}$$

Seguin aquesta premissa busquem el motorreductor a la taula corresponent a 1.1 KW de Potencia nominal

1.1 kW					
n_2 min^{-1}	M_2 Nm	S	i	Rn_2 N	IEC
17.5	396	1.2	80	8000	W110_ 80 P90 BN90S4
21.9	336	1.6	64	8000	W110_ 64 P90 BN90S4
25.0	294	1.0	56	7000	W86_ 56 P90 BN90S4
25.0	303	2.0	56	8000	W110_ 56 P90 BN90S4
30	252	1.3	46	7000	W86_ 46 P90 BN90S4
30	255	2.3	46	8000	W110_ 46 P90 BN90S4
35	216	1.2	40	4540	W75_ 40 P90 BN90S4
35	225	1.5	40	7000	W86_ 40 P90 BN90S4
35	228	2.9	40	8000	W110_ 40 P90 BN90S4
47	173	1.6	30	4230	W75_ 30 P90 BN90S4
47	171	2.1	30	7000	W86_ 30 P90 BN90S4
56	150	1.7	25	4040	W75_ 25 P90 BN90S4
61	143	3.8	23	8000	W110_ 23 P90 BN90S4
61	142	2.3	23	7000	W86_ 23 P90 BN90S4
70	125	2.0	20	3810	W75_ 20 P90 BN90S4
70	126	2.5	20	6840	W86_ 20 P90 BN90S4
74	115	1.0	19	2580	W63_ 19 P90 BN90S4
93	96	2.6	15	3530	W75_ 15 P90 BN90S4
93	96	3.4	15	6290	W86_ 15 P90 BN90S4
93	93	1.3	15	2450	W63_ 15 P90 BN90S4
117	77	1.6	12	2330	W63_ 12 P90 BN90S4
140	65	1.9	10	2220	W63_ 10 P90 BN90S4
140	66	3.5	10	3140	W75_ 10 P90 BN90S4
200	46	2.5	7	2020	W63_ 7 P90 BN90S4

W 75													
	n_2 min^{-1}	η_s %	η_d %	IEC	n_1 = 1400 min^{-1}				n_1 = 1400 min^{-1}			
					Mn_2 Nm	Pn_1 kW	Rn_2 N		Mn_2 Nm	Pn_1 kW	Rn_1 N	Rn_2 N
W 75_7	200	71	90		190	4.4	1080		190	4.4	750	1080
W 75_10	140	67	88		230	3.8	1960		230	3.8	750	1960
W 75_15	93	60	85	2D3D-130 — 2G3G-T4	250	2.9	2550	2G3G-T4	250	2.9	750	2550
W 75_20	70	56	83	2D3D-160 — 2G3G-T3	250	2.2	3050	2G3G-T3	250	2.2	750	3050
W 75_25	56	52	80		250	1.8	3520		250	1.8	750	3520
W 75_30	47	45	77		270	1.7	3680		270	1.7	750	3680
W 75_40	35	40	72		255	1.3	4320		255	1.3	750	4320
W 75_50	28.0	36	68		220	0.95	4930		220	0.95	750	4930
W 75_60	23.3	33	65		200	0.75	5450		200	0.75	750	5450
W 75_80	17.5	28	59		180	0.56	6200		180	0.56	750	6200
W 75_100	14.0	25	55		125	0.33	6200		125	0.33	750	6200

Realitzant aquest càlculs ens hem decidit per un motorreductor de la marca Bonfiglioli amb la següent referencia:

BONFIGLIOLI W-EP75 UFC1 D30 125 P90 B14 V6

6.1.3. Càlcul motorreductor tapís de sortida

Es pren com a valor màxim de la velocitat, una velocitat adequada per la recollida de blisters a la sortida de la termoformadora, v = 0.3 m/s.

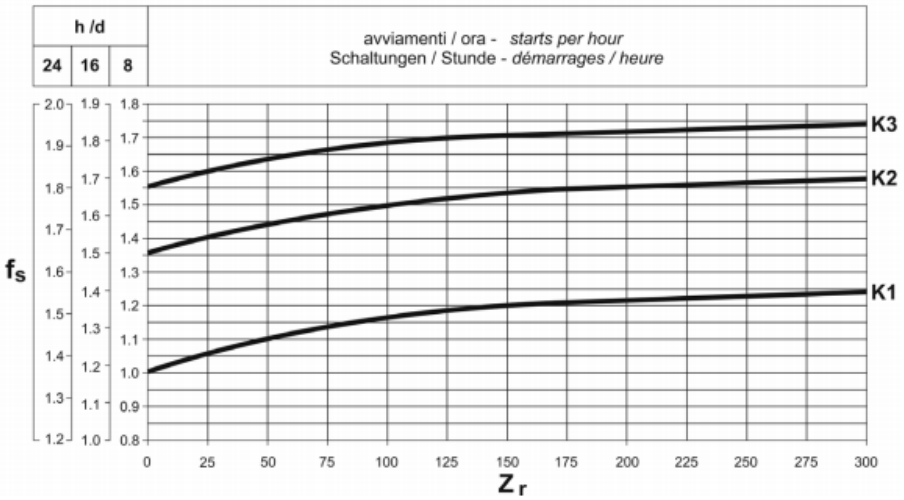
Amb el radi del corró d'entrada (R = 0.055 m.) es troba la velocitat angular que haurà de donar l'accionament del corró.

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{0.3}{0.055} = 5.45\ \frac{rad}{s} \rightarrow \omega = 60\ min^{-1}$$

Determinarem el factor de servei $\mathbf{f_s}$ tal i com descrivim a continuació.

El factor $\mathbf{f_s}$ de servei és un paràmetre que tradueix a un valor numèric aproximat la força del servei que el reductor ha de realitzar, tenint en compte el funcionament diari, la variabilitat de la càrrega i les eventuals sobrecàrregues, units a la aplicació especifica del reductor.

Al gràfic següent, el factor de servei s'obté, una vegada seleccionada la columna relativa a les hores de funcionament diari, per la intersecció per el nombre d'arrancades/hora i una de les corbes K1, K2 i K3. Les corbes K estan associades a la natura del servei (aproximadament: uniforme, mig i pesat) a través del factor d'acceleració de les masses K, unit a la relació entre la inèrcia de les masses conduïdes i la del motor.



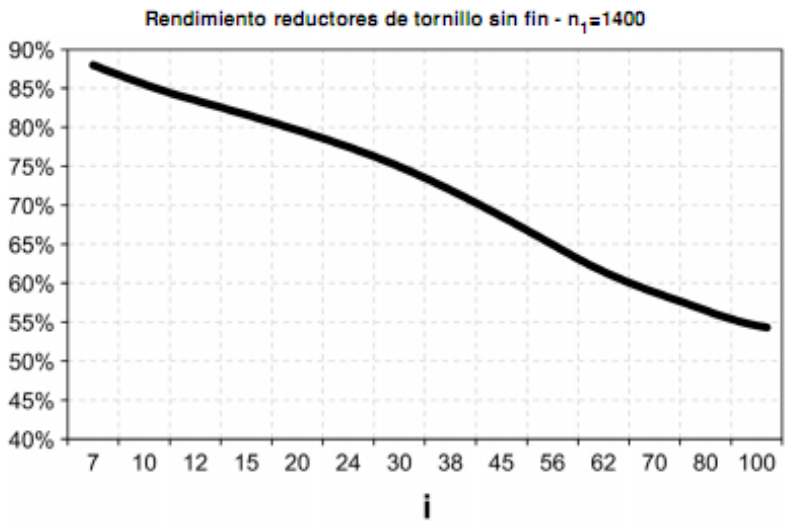
El tapís de sortida està preparat per funcionar les 24 hores del dia i sempre estarà en moviment continu, per lo que el seu numero d'arrancades/hora serà despreciable.. Si busquem la intersecció d'aquestes dues dades a la corba K1 que és la que representa al tapís obtenim que el factor de càrrega és el següent:

$$fs = 1.3$$

A continuació obtindrem la potencia absorbida a l'eix del motor.

$$P_{r1} = \frac{M_{r2} \cdot n_2}{9550 \cdot \eta_d}\ (KW)$$

Aproximadament, el valor del rendiment " η_d "pot ser determinat per:



On a partir de la següent equació trobem la relació de transmissió existent entre la velocitat d'entrada i la velocitat de sortida del reductor.

$$i = \frac{n_1}{n_2} \rightarrow \frac{1400\ min^{-1}}{66\ min^{-1}} = 21$$

Si el par sol·licitat per l'aplicació M_{r2} és de 18.5 Nm. La velocitat de sortida del reductor és de $66\ min^{-1}$ i el rendiment per una relació i = 20 és del 80% obtenim que la potencia absorbida per l'eix del motor és:

$$P_{r1} = \frac{M_{r2}\ \cdot\ n_2}{9550\ \cdot\ \eta_d} \rightarrow \frac{18.5\ Nm \cdot 66\ min^{-1}}{9550 \cdot 0.8} = 0.16\ KW$$

Per seleccionar el motorreductor hem d'anar a la taula corresponent a una potencia normalitzada P_n tal que:

$$P_n\ \geq\ P_{r1}$$

Seguin aquesta premissa busquem el motorreductor a la taula corresponent a 0.18 KW de Potencia nominal

0.18 kW					
n_2 min^{-1}	M_2 Nm	S	i	Rn_2 N	IEC
18.9	50	1.0	70	3150	VF49_ 70 P63 BN63B4
22.0	45	1.0	60	3000	VF49_ 60 P63 BN63B4
29.3	38	1.2	45	2750	VF49_ 45 P63 BN63B4
37	31	1.4	36	2570	VF49_ 36 P63 BN63B4
38	31	1.0	35	2260	VF44_ 35 P63 BN63B4
47	26	1.2	28	2110	VF44_ 28 P63 BN63B4
47	26	1.6	28	2380	VF49_ 28 P63 BN63B4
55	23	1.9	24	2270	VF49_ 24 P63 BN63B4
66	20	1.5	20	1900	VF44_ 20 P63 BN63B4
73	18.5	2.3	18	2070	VF49_ 18 P63 BN63B4
94	14.8	2.0	14	1700	VF44_ 14 P63 BN63B4
94	14.6	2.9	14	1920	VF49_ 14 P63 BN63B4
132	10.4	1.0	10	790	VF30_ 10 P63 BN63B4
132	10.9	2.7	10	1530	VF44_ 10 P63 BN63B4
132	10.9	3.8	10	1730	VF49_ 10 P63 BN63B4
189	7.6	1.3	7	710	VF30_ 7 P63 BN63B4
189	7.8	3.7	7	1360	VF44_ 7 P63 BN63B4

30 Nm **VF 44**

	n_2 min^{-1}	η_s %	η_d %	IEC	n_1 = 1400 min^{-1} Mn_2 Nm	Pn_1 kW	Rn_2 N		n_1 = 1400 min^{-1} Mn_2 Nm	Pn_1 kW	Rn_1 N	Rn_2 N
VF 44_7	200	71	86	2D3D-160 — 2G3G-T3	29	0.71	1070	2D3D-160 — 2G3G-T3	29	0.71	200	1070
VF 44_10	140	66	84		29	0.51	1310		29	0.51	220	1310
VF 44_14	100	60	81		29	0.37	1540		29	0.37	220	1540
VF 44_20	70	55	77	2D3D-130 — 2G3G-T4	30	0.29	1760	2D3D-130 — 2G3G-T4	30	0.29	220	1760
VF 44_28	50	45	71		30	0.22	2030		30	0.22	220	2030
VF 44_35	40	42	68		30	0.18	2200		30	0.18	220	2200
VF 44_46	30	37	63		30	0.15	2300		30	0.15	220	2300
VF 44_60	23.3	32	58		30	0.13	2300		30	0.13	220	2300
VF 44_70	20.0	30	55		29	0.11	2300		29	0.11	220	2300

Realitzant aquest càlculs ens hem decidit per un motorreductor de la marca Bonfiglioli amb la següent referencia:

BONFIGLIOLI VF44_ 20 P63 BN63B4 o be l'equivalent de la marca SEW WAF20DT63N4

6.1.4. Càlcul cadena d'arrossegament

Per tal de dimensionar la cadena d'arrossegament la velocitat d'aquesta ha de ser la velocitat que requerim per el desplaçament de film entre cicle i cicle de termoformat. Tal i com hem definit anteriorment aquesta velocitat ha de ser de 0.5 m/s.

Amb el radi del corró d'entrada (R = 0.064 m.) es troba la velocitat angular que haurà de donar l'accionament del corró.

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{0.5}{0.064} = 7.8125\,\frac{rad}{s} \rightarrow \omega = 52\,min^{-1}$$

Per seleccionar una cadena cal conèixer:
- La potència a transmetre.
- Les revolucions per minut de l'arbre motor i del conduït.
- Les condicions de treball, les quals faran que la potència a transmetre es ponderi amb un coeficient obtingut de la següent taula:

	Motor hidráulico	Motor eléctrico	Motor de combustión
Sin sacudidas	1'0	1'0	1'2
Sacudidas ligeras	1'2	1'3	1'4
Sacudidas violentas	1'4	1'5	1'7

Tabla 1.- Coeficiente de mayoración de la potencia transmitida

Existeixen fórmules empíriques que permeten calcular la capacitat de transmissió de potència de les cadenes en funció del pas P en centímetres del règim de gir n en r.p.m. i del nombre de dents Z del pinyó més petit.

Relació de transmissió entre dos eixos:

$$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{47min^{-1}}{52min^{-1}} = 0.90$$

Com la transmissió és per cadena busquem el valor més aproximat:

$$Z_1 = 30\,;\; Z_2 = 26 \rightarrow i = \frac{26}{30} = 0.86$$

Podem obtenir el pas de la cadena necessari pel treball dels engranatges escollits:

$$d_{a1} = t \cdot \left[0.5 + \frac{1}{tan\left(\frac{180º}{Z_1}\right)}\right]$$

On:

da_1 = diàmetre de capçal del pinyó.
Z_1 = número de dents del pinyó
t = pas de la cadena en mm.

$$\boldsymbol{t} = \frac{da_1}{0.5 + \frac{1}{tan\left(\frac{180}{Z_1}\right)}} \rightarrow \frac{121.5\ mm}{0.5 + \frac{1}{tan\left(\frac{180}{30}\right)}} = 12.13\ mm$$

Per lo tant agafarem un pas normalitzat de cadena de ½ “ = 12.7 mm

Els càlculs de la capacitat de càrrega mes utilitzats en transmissions per cadenes son tres: (1) segons la força útil que pot transmetre (2) segons la pressió especifica que pot suportar l’articulació i (3) segons la potència útil que pot transmetre. El criteri de càlcul utilitzat en el projecte és la de la capacitat de treball basada en les potències segons la norma DIN 8195. Per utilitzar aquest mètode de càlcul es requereix de la potencia d’entrada de la màquina motriu, aquesta potencia es calcula com :

La potencia del motorreductor és:

$$P = 790\ W$$

Quan l’eix del motor funciona a 1400 (rpm) aquesta velocitat es redueix a 47 rpm en l’eix del reductor de velocitat, en aquest cas la velocitat de la cadena s’obté de la següent equació:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60000} = \frac{Z_1 \cdot t \cdot n}{60000}$$

On

t = pas de la cadena.
N = velocitat de rotació de l’entrada.
Z_1 = número de dent de l’engranatge.

$$v = \frac{30 \cdot 12.7\ mm \cdot 47\ rpm}{60000} = 0.298\ m/s$$

La força de la tensió de les cadenes es calcula a continuació, com tenim dues cadenes simètriques repartim la força entre aquestes

$$F = \frac{P\ (W)}{v\ (m/s)} \rightarrow F = \frac{395\ W}{0.298\ m/s} = 1325\ N$$

A continuació calculem la pressió en l’articulació, que no és mes que la relació força útil de la cadena F per àrea resistiva A de l’articulació, ajustat pel coeficient d’explotació ke, que te en conta les condicions reals de treball de la transmissió i un factor de distribució de càrrega entre fileres del corro mr.

$$p = \frac{F}{A \cdot mr} k_e\ [MPa]$$

El coeficient ke es calcula com:

$$K_e = K_d K_a K_i K_r K_l K_{reg}$$

Aquest coeficients aproximen a l’equació a condicions de treball mes estables.
El coeficient Kd (coeficient de càrrega dinàmica) avalua les càrregues dinàmiques externes que es produeixen per la transmissió de moviment des de el motoreductor a l’eix, com la càrrega no experimenta esbrancides, llavors kd = 1, coeficient utilitzat per a càrregues suaus.

El coeficient Ka (coeficient de longitud de cadena) es refereix a la distancia entre centres d’engranatges. Llavors, quan mes llarga és la distancia, mes petit serà el desgast produït per la cadena. Per garantitzar millors condicions en l’explotació es decideix que la distància entre centres serà de 337.45 mm. Que

compleix amb el rang:

$$a = \left(\frac{30}{50}\right) \cdot t \ \rightarrow \ K_a = 1$$

La constant Kh correspon al coeficient de posició de la cadena el seu valor és de Kh = 1, ja que no existeix inclinació de la cadena amb respecta a l'horitzontal.

El coeficient Kreg, valora la possibilitat d'ajustar l'estirament de la cadena quan aquesta es desgasta, El valor que s'assigna a aquest coeficient serà de Kreg = 1 utilitzat quan la cadena s'ajusta pel desplaçament de un dels engranatges.

La constant de lubricació Kl te en compte el manteniment de lubricació que es realitza a la cadena. En aquest cas, es realitza una lubricació regular als eslavons, el seu factor és de Kl = 1.

Finalment, obtindrem el valor de la constant de règim de treball Kr = 1, un torn de treball.

Recopilant totes les constants descrites, s'arriba a trobar el valor de la constant Ke = 1 com al disseny s'utilitza una sola filera de cadena, s'agafa la constant mr = 1

L'últim paràmetre que hem de conèixer per el càlcul de la pressió admissible sobre l'eslavó és l'àrea resistiva "A" de l'articulació, el seu valor s'agafa de la taula de dimensions de les cadenes de corrons segons norma ISO606

L'àrea resistiva serà de 50 mm^2 obtingut del pas de 12.7 mm.

Tabla – Dimensiones de las cadenas de rodillos según Norma ISO 606[15]

Denominación ISO	paso		Diámetro de rodillo mm	Ancho interior mm	Paso transversal mm	Diámetro de pasador mm	Altura de la placa interior mm	Área resistiva mm² *	Masa lineal kg/m *
	mm	pulgada							
05B	8	5	3	5,64	2,31	7,11	11	0,18	
06B	9,525	3/8	6,35	5,72	10,24	3,28	8,26	28	0,41
08A	12,7	1/2	7,92	7,85	14,38	3,98	12,07	44	0,60
08B	12,7	1/2	8,51	7,75	13,92	4,45	11,81	50	0,70
081	12,7	1/2	7,75	3,3	-	3,66	9,91	21	0,28
083	12,7	1/2	7,75	4,88	-	4,09	10,3	29@	0,44 @
084	12,7	1/2	7,75	4,88	-	4,09	11,15	36#	0,59#
085	12,7	1/2	7,77	6,25	-	3,58	9,91	-	-
10A	15,875	5/8	10,16	9,4	18,11	5,09	15,09	70	1,00
10B	15,875	5/8	10,16	9,65	16,59	5,08	14,73	67	0,95
12A	19,05	3/4	11,91	12,57	22,78	5,96	18,08	105	1,50
12B	19,05	3/4	12,07	11,68	19,46	5,72	16,13	89	1,25
16A	25,4	1	15,88	15,75	29,29	7,94	24,13	178	2,60
16B	25,4	1	15,88	17,02	31,88	8,28	21,08	210	2,70
20A	31,75	1¼	19,05	18,9	35,76	9,54	30,18	261	3,70
20B	31,75	1¼	19,05	19,56	36,45	10,19	26,42	296	3,60
24A	38,1	1½	22,23	25,22	45,44	11,11	36,20	392	5,50
24B	38,1	1½	25,4	25,4	48,36	14,63	33,40	554	6,70
28A	44,45	1¾	25,4	25,22	48,87	12,71	42,24	470	7,50
28B	44,45	1¾	27,94	30,99	59,56	15,9	37,08	739	8,60
32A	50,8	2	28,58	31,55	58,55	14,29	48,26	642	9,70
32B	50,8	2	29,21	30,99	58,55	17,81	42,29	810	9,50
36A	57,15	2¼	35,71	35,48	65,84	17,46	54,31	875+	13,28+
40A	63,5	2½	39,68	37,85	71,55	19,85	60,33	1085	15,80
40B	63,5	2½	39,37	38,1	72,29	22,89	52,96	1275	15,10
48A	76,2	3	47,63	47,35	87,83	23,81	72,39	1610+	24,00+
48B	76,2	3	48,26	45,72	91,21	29,24	63,88	2058	25,00

Nota: El área resistiva y la masa lineal cadenas con múltiples hileras de rodillos pueden ser calculados multiplicando el valor de una cadena simple por la cantidad de hileras. Ejemplo: una cadena 28B-3 de 3 hileras tiene un área resistiva de 2217 mm^2 y una masa de 25,80 kg/m.

Tabla 3.6-Presión admisible en las articulaciones de las cadenas (coincide con Norma GOST), en condiciones de Z1=19, u = 3 y a / p = 40.

Paso, t, mm	[p], [MPa] para la velocidad de rotación del piñón en rpm.										
	<50	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000	2400	2800
12,70-15.875	35	31.5	28.5	26	24	22.5	21	18.5	16.5	1.5	1.4
19.05- 25.40	35	30	26	23.5	21	19	17.5	15	-	-	-
31.75- 38.10	35	29	21	18.5	16.5	15	-	-	-	-	-
40.00- 50.80	35	26	21	17.5	1 5	-	-	-	-	-	-

Per tant p serà:

$$p = \frac{1325\ N \cdot 1}{50\ mm^2} = 26.5\ Mpa$$

Aquesta expressió es compara amb l'expressió admissible a l'articulació (p) = 35 Mpa, per una velocitat inferior a 50 rpm del pinyó

$$p \leq [p]$$

On $[p]$ = pressió admissible a pas determitat.

26.5 Mpa ≤ 35 Mpa

6.1.5. Transmissió cremallera pinyó desbobinador film inferior

Partint unes condicions mecàniques prèvies com són la massa a desplaçar, velocitat, acceleració de la mateixa i coeficient de seguretat hem de deduir les forces corregides que ens permetin entrar en les taules "RECTE HELICOÏDAL" que ens informaran del mòdul més adequat i amb ell el nombre de dents del pinyó.

	Tipo de carga		
Tiempo de trabajo	**Uniforme**	**Moderada**	**Pesada**
Ocasional (1/2 hora)	1.5	1.8	2.3
Intermitente (3 horas)	1.8	2	2.5
8-10 horas	2	2.25	2.8
24 horas	2	2.5	3

Existeixen dues opcions inicials: Força Tangencial horitzontal o vertical. El càlcul és el mateix només es diferencia en la força a tenir en compte.

F = Força tangencial teòrica (N)
P = Massa a elevar o traslladar (Kg)
a = Acceleració lineal. (m/s^2)
μ = coeficient de fregament
F_c = Força tangencial corregida (N)
K = coeficient de seguretat

Les dades que disposem son les següents:

P = 5.84 Kg
a = 3 m/s^2
μ = 0.8

$$F = p \cdot (9.81\mu + a) = 5.84\ Kg \cdot ((9.81 \cdot 0.8) + 1.5\frac{m}{s^2} = \ 54.6\ N$$

On

$$F_c = \ F \cdot K = 54.6\ N \cdot 2.5 = 136.5\ N$$

Amb el valor de la força tangencial entrem en la taula de selecció per a Dent Recta i deduïm la tipologia i dimensió de la cremallera necessària.

Triem les següent taula per al càlcul:

- Material bonificat (F 114) i temperat per inducció
HRc = 52

Deduint els següents valors:

- Dentat recte (ß=0).
- Mòdul seleccionat: m=1.5.
- Força tangencial màxima (= *Fvc) 1000 N.

Seleccionat el mòdul suposem, per deduir el parell necessari suposem un nombre de dents, en aquest cas serà:
z = 18 dents
m = 1.5

A partir d'aquí es determina la dimensió del pinyó i el parell necessari per transmetre aquesta força:

$$d_p = \frac{M \cdot 2000 \cdot \eta}{F} = \frac{1.65\ Nm \cdot 2000 \cdot 0.9}{136.5\ N} = 27\ \ mm.$$

7.1. Conclusions

Els resultats que s'han obtingut al finalitzar el projecte s'ajusten als objectius proposats a l'inici del projecte.

L'objectiu del projecte era el disseny d'una màquina termoformadora que tingués les característiques de ser compacta, econòmica a l'hora que poguéssim realitzar produccions seriades de diferents tipus de blisters sense perdre grans quantitats de temps en el canvis de un format a un altre.

Crec que amb la informació descrita en aquest projecte podem dir que he assolit els objectius ja que el projecte de la Termoformadora F2000 en viable.

S'ha analitzat cada equip constructiu per separat analitzant els pro i les contres de cada element i escollint la solució mes apropiada en cada cas per poder garantitzar les prestacions requerides per la Termoformadora F2000.

S'ha analitzat la seguretat de la màquina de cara a l'usuari d'aquesta i del personal de manteniment que ha d'intervenir-hi en determinats moments. També s'han tingut en compte els aspectes mediambientals, realitzant una màquina altament reciclable.

Per poder realitzar la fabricació real de la termoformadora hauríem de fer una ampliació d'aquest projecte, ja que no hem tingut en compte en el disseny els elements electrònics, com es la CPU de comandament, els esquemes elèctrics i neumàtics.

8.1. Bibliografia

Documents de treball:

ETSEIT, (1999). “Normes per a la preparació i presentació dels documents de projectes”. Departament de projectes d'enginyeria.

SIMON A., BATALLER A.,GUERRA A.J.,ORTIZ A. CABRERA J.A. *Fundamentos de Teoría de Máquinas.* BELLISCO ediciones técnicas y científicas

NIEMANN G. *Tratado Teórico Práctico de Elementos de Máquinas.* vol.1, Múnich 1975.

FENOLLOSA J., MARTÍNEZ J., *Quadern CM1 Fallada, Unions, Hertz*. ETSEIBCPDA. Febrer 2002.

RIBA C. *Transmissions d’engranatges, Mecanismes i Màquines II*, EDICIONS UPC.

FENOLLOSA J, MARTÍNEZ J. *Quadern CM2 Rodaments*. CPDA, 2002.

BIGORDÀ J., FENOLLOSA J., *La fatiga dels elements mecànics.* CPDA. Setembre 1997.

CARDONA S., CLOS D., *Teoria de Màquines.* EDICIONS UPC, Febrer 2000.

CHEVALIER A., *Dibujo Industrial*. LIMUSA NORIEGA EDITORES, 2000.

HERNÁNDEZ R., *Manual del Ingeniero.* Volum II, Editorial GUSTAVO GILI S.A., Barcelona 1968.

LARBURU N., *Máquinas Prontuario*. Thomson Paraninfo, 2004.

RIBA C. *Disseny de Màquines IV, Selecció de materials 1 i Selecció de Materials 2.* EDICIONS UPC, setembre 1998.

CARLES RIVA I ROMEVA, Selecció de motors i transmissions en el projecte mecànic. Departament d´Enginyería mecànica ETSEIB-CPDA 1998

FERDINAND P. BEER, *Mecánica vectorial para ingenieros Estática* MC GRAW HILL 2007 México

WILLIAM F. RILEY, *Dinámica* Editorial REVERTÉ S.A, mayo 2005 Barcelona.

WILLIAM F. RILEY, *Estática* Editorial REVERTÉ S.A, mayo 2005 Barcelona.

Mc LEAN y NELSON, *Mecánica técnica teoría i problemas* MC GRAW HILL 1969 México

9.1. Normativa.

UNE-EN 12409:2009	Máquinas para plástico y caucho. Máquinas de termoformado. Requisitos de seguridad.
UNE-EN 60947-8:2005	Aparamenta de baja tensión. Parte 8: Unidades de control para protección térmica incorporada a máquinas eléctricas rotativas.
UNE 18110-1:1981	Cadenas de rodillos para maquinaria y ruedas dentadas. Cadenas y aletas.
UNE 18110-2:1981	Cadenas de rodillos para maquinaria y ruedas dentadas. Ruedas dentadas.
UNE 16606:1991	Cojinetes circulares para roscar a mano y a máquina y portacojinetes manuales.
UNE-EN 289:2005+A1:2008	Maquinaria para plásticos y caucho. Prensas. Requisitos de seguridad.
UNE 15701:1993	Máquinas-herramienta. Presentación de las instrucciones para la lubricación.
UNE 15703:1993	Máquinas-herramienta. Instalaciones de lubricación.
UNE-EN 692:2006+A1:2009	Máquinas-herramienta. Prensas mecánicas. Seguridad.
UNE-EN 60073:2005	Principios básicos y de seguridad para la interfaz hombre-máquina, el marcado y la identificación. Principios de codificación para los indicadores y los actuadores.
UNE-EN 60445:2007	Principios fundamentales y de seguridad para la interfaz hombre-máquina, el marcado y la identificación. Identificación de los bornes de equipos y de los terminales de los conductores. (IEC 60445:2006, modificada).
UNE-EN 1005-1:2002+A1:2009	Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 1: Términos y definiciones.
UNE-EN 1005-2:2004+A1:2009	Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 2: Manejo de máquinas y de sus partes componentes.
UNE-EN ISO 12100-1:2004	Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología (ISO 12100-1:2003)
UNE-EN ISO 12100-1:2004/A1:2010	Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica, metodología. Modificación 1. (ISO 12100-1:2003/Amd 1:2009)
UNE-EN ISO 12100-2:2004	Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos. (ISO 12100-2:2003).
UNE-EN ISO 12100-2:2004/A1:2010	Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 2: Principios técnicos. Modificación 1. (ISO 12100-2:2003/Amd 1:2009)
UNE-EN 415-1:2000+A1:2009	Seguridad de las máquinas de embalaje. Parte 1: Terminología y clasificación de las máquinas de embalaje y de los equipos asociados.
UNE-EN 415-2:2000	Seguridad de las máquinas de embalaje. Parte 2: Máquinas de embalaje para contenedores rígidos preformados.
UNE-EN 415-3:2000+A1:2010	Seguridad de las máquinas de embalaje. Parte 3: Máquinas para

	conformar, llenar y precintar embalajes.
UNE-EN ISO 13850:2008	Seguridad de las máquinas. Parada de emergencia. Principios para el diseño. (ISO 13850:2006)
UNE-EN 1037:1996+A1:2008	Seguridad de las máquinas. Prevención de una puesta en marcha intempestiva.
UNE-EN 13478:2002+A1:2008	Seguridad de las máquinas. Prevención y protección contra incendios.
UNE-EN 982:1996+A1:2008	Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Hidráulica.
UNE-EN 983:1996+A1:2008	Seguridad de las máquinas. Requisitos de seguridad para sistemas y componentes para transmisiones hidráulicas y neumáticas. Neumática.
EN 62061:2005	Seguridad de las máquinas. Seguridad funcional de sistemas de mando eléctricos, electrónicos y electrónicos programables relativos a la seguridad. (Ratificada por AENOR en septiembre de 2005.)

10.1. Estudi econòmic.

10.1.1. Criteri utilitzat per l'elaboració del pressupost.

10.1.1.1 Característiques dels preus.

Mà d'obra
Els preus de mà d'obra son els corresponents en els convenis vigents de l'any 2010 a la província de Barcelona.

Per al preu de ma d'obra es considera els conceptes remunerats segons la categoria. De salari i pagues extres, seguretat social etc... repartits unitàriament segons les hores de treball anuals vigents en el diferent convenis.

Material i maquinaria
Els preus dels materials s'han obtingut directament de fabricants i subministradors. Tots ells corresponen a preus del 2011, segons tarifes sense IVA

Despeses auxiliars i despeses indirectes
Al pressupost de mà d'obra, maquinaria i materials no es consideren les despeses auxiliars ni les despeses indirectes.

10.1.1.2 Elaboració del pressupost.

Despeses directes
Segons la redacció de l'article 67 del *Reglamento General de Contratacion de Estado* (R.D 982/87 de 5 de juny B.O.E 181) es considera que l'IVA no està inclòs a les despeses directes.

Formen part de l'execució material:

La mà d'obra, amb càrregues i seguretat social, que intervé directament en l'execució del projecte.

La maquinaria i el material utilitzats en el projecte.

Despeses auxiliars
Les despeses auxiliars es fixen en un 1% sobre el total del Pressupost d'Execució Material.

Despeses indirectes
Les despeses indirectes es fixen en un 10 % aplicable al total del Pressupost d'Execució Material.

Imprevistos
S'aplica un percentatge d'un 1 % per als possibles imprevistos sobre el Pressupost d'Execució Material.

10.1.1.3 Pressupost.

Pressupost d'Execució Material
Segons el *Reglamento General de Contratacion de Estado, art. 68* serà el resultat obtingut de la suma del cost de mà d'obra , el cost de la màquina i el cost dels materials.

Pressupost d'Execució
Segons el *Reglamento General de Contratacion de Estado, art. 68* s'obtindrà incrementant el Pressupost d'Execució Material amb les Despeses Auxiliars, Despeses Indirectes, Imprevistos, Despeses Generals de l'Empresa i el Benefici Industrial, i aplicant posteriorment l'IVA.

10.1.2. Preus unitaris.

10.1.2.1 Mà d'obra.

Concepte	Unitat	Preu (€)
Oficial de 1ª	h	21
Ajudant	h	15

10.1.2.1 Maquinària.

Concepte	Unitat	Preu (€)
Màquina	h	21

10.1.3. Pressupost d'execució material.

Per cada element de la màquina es realitza l'estudi de costos en funció de la mà d'obra, la maquinària utilitzada i els materials. També es considera el cost del muntatge general, embalatge, transport i posada en marxa.

10.1.3.1 Desbobinador film inferior

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	18	21	378

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	6	12	72

DENOMINACION	CANT	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
DESBOBINADOR FILM INFERIOR F2000	**1**				
DESEMBOBINADOR FILM INFERIOR	**1**				
MONTANTE LATERAL S1	1	AISI-304 L	3.96	3.9	**23.2**
MONTANTE LATERAL S2	1	AISI-304 L	3.96	3.9	**23.2**
CHAPA LATERAL	2	AISI-304 L	0.13	3.9	**1.5**
TAPON ø36 REF.300 F 24	1			0.1	**0.1**
ESCUADRA	1	AISI-304 L	2.26	3.9	**13.2**
BRIDA INTERIOR MONTANTE	1	AISI-304 L	0.12	3.9	**0.7**
TAPON ø60 REF.GPN 910	2			0.1	**0.2**
TAPON ø20 REF.300 F 12	10			0.1	**1**
BRIDA MONTAJE	1	AISI-304 L	0.9	3.9	**5.3**
BRIDA EJE EXPANSIBLE	1	AISI-304 L	9.26	3.9	**54.2**
TAPON ø09 REF.300 F 4	4			0.1	**0.4**
COMPENSADOR DESBOBINADOR FILM INFERIOR	**1**				
CASQUILLO (SELFOIL 12-17-12)	2			0.2	**0.4**
ANILLO DE SEGURIDAD ø20 DIN471	6			0.1	**0.6**
CHAPA LATERAL	1	AISI-304 L	1.77	3.9	**10.4**
CHAPA LATERAL B	1	AISI-304 L	1.77	3.9	**10.4**
MONTANTE LATERAL COMPENSADOR	2	AISI-304 L	2.53	3.9	**29.6**
CREMALLERA	2	AISI-304 L	0.48	3.9	**5.6**
RODILLO	3	AISI-304 L	2.42	3.9	**42.5**
EJE TENSOR	1	AISI-304 L	1.34	3.9	**7.8**
PIÑON CREMALLERA	2	AISI-304 L	0.07	3.9	**0.8**
EJE FIJO	2	AISI-304 L	1.4	3.9	**16.4**
TRAVESAÑO FIJO	1	AISI-304 L	1.78	3.9	**10.4**
DISCO POSICIONADO	2	AISI-304 L	0.54	3.9	**6.3**
TOPE FIJACION	6	AISI-304 L	0.12	3.9	**4.2**
PLETINA ANCLAJE	2	AISI-304 L	0.25	3.9	**2.9**
TOPE ANTIVIBRATORIO (TS-20-40)	2			0.15	**0.3**
ARANDELA GUIA FILM	4	AL 5083 H111	0.08	1.85	**0.9**
RODAMIENTO 6004-2RS	6			47	**282**
PASADOR CILINDRICO ø4x20 DIN 6325	2			0.1	**0.2**
FRENO ELECTROMAGNETICO + EJE EXPANSIBLE	**1**				
EJE EXPANSIBLE ø76	1			89	**89**
RODAMIENTO BOLAS (6007.H 2RS)	1			47	**47**
RODAMIENTO BOLAS (6006.H 2RS)	1			47	**47**
ANILLO DE SEGURIDAD E35 DIN471	1			0.1	**0.1**
ANILLO DE SEGURIDAD E30 DIN471	1			0.1	**0.1**
RETEN ø62xø42 e = 8 mm.	1			0.1	**0.1**
JUNTA TORICA 113,67x5,33	1			0.1	**0.1**
ANILLO DE SEGURIDAD I62 DIN472	1			0.1	**0.1**
FRENO ELECTROMAGNETICO	1			73	**73**
CHAVETA PARALELA- TIPO A5x5x15	1			0.1	**0.1**
TAPA FRENO NEUMATICO	1	PVC NEGRO	0.12	1.2	**0.2**
BRIDA TOPE BOBINA	1	AL 5083 H111	0.32	1.85	**0.9**
CIERRE EJE EXPANSIBLE	1	AISI-304 L	0.02	3.9	**0.1**
PALIER SUPERIOR	1	AISI-304 L	5.59	3.9	**32.7**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**1295.1**

10.1.3.2 Mòdul d'entrada

Mà d'obra			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Oficial de 1ª	2	21	42

Maquinària			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Màquina	1	12	12

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
MODULO ENTRADA F2000	**1**				
BRIDA GUIA CADENA – D,11 x 27	4	AISI-304 L	0.01	3.9	**0.2**
SOPORTE GUIA CADENA-EJE – L73 / D,40	4	AISI-304 L	0.71	3.9	**16.6**
PORTA GUIA CADENA	4	AISI-304 L	0.11	3.9	**2.6**
PERFIL GUIA CADENA	2	AISI-304 L	1.37	3.9	**16.0**
PERFIL GUIA CADENA	2	AISI-304 L	1.08	3.9	**12.6**
CORREDERA GUIA CADENA	2	PE-HD1000	0.61	1.2	**2.2**
CORREDERA GUIA CADENA	2	PE-HD1000	0.47	1.2	**1.7**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**106.0**

10.1.3.3 Pinyó esquerre

Mà d'obra			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Oficial de 1ª	5	21	105

Maquinària			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Màquina	2	12	24

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
PIÑON IZQUIERDO F2000	**1**				
PIÑOÑ CADENA SEPARADOR	1	F-114	0.8	0.64	**0.8**
DISCO SEPARADOR PASO 12,7	1	F-114	0.33	0.64	**0.3**
MONTANTE LATERAL	1	AL 5083 H111	2.37	1.85	**6.6**
PLACA TENSORA	1	AL 5083 H111	0.78	1.85	**2.2**
CASQUILLO ROSCADO – M8 INT.	6			0.1	**0.6**
EJE PIÑON	1	AISI-304 L	0.37	3.9	**2.2**
CHAVETA – Tipo A 8x7x22	1			0.1	**0.1**
ESPARRAGO ROSCADO – M8 L110	2			0.3	**0.6**
TUERCA HEXAGONAL – M8	2			0.1	**0.2**
CASQUILLO ROSCADO – M10 INT.	2			0.1	**0.2**
TOPE – TENSOR CADENA ARTICULADO PASO 12,7	1	AISI-304 L	0.03	3.9	**0.2**
TENSOR – CADENA PASO 12,7	1	PE-HD1000	0.11	1.2	**0.2**
DISCO ARTICULACION	1	AISI-304 L	0.21	3.9	**1.2**
PLETINA TENSOR – 60 x 28 x 10	1	AISI-304 L	0.11	3.9	**0.6**
GUIA APOYO PASO 12,7	1	AISI-304 L	0.04	3.9	**0.2**
TORNILLO – M20 L130	1	AISI-304 L	0.3	3.9	**1.8**
RODAMIENTO BOLAS (6006.H 2RS)	2			47	**94**
ANILLO DE SEGURIDAD E35 DIN471	1			0.1	**0.1**
ANILLO DE SEGURIDAD E30 DIN471	1			0.1	**0.1**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**241.1**

10.1.3.4 Pinyó dret.

Mà d'obra			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Oficial de 1ª	5	21	105

Maquinària			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Màquina	2	12	24

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
PIÑON DERECHO F2000	**1**				
PIÑOÑ CADENA SEPARADOR	1	F-114	0.8	0.64	**0.8**
DISCO SEPARADOR PASO 12,7	1	F-114	0.33	0.64	**0.3**
PLACA TENSORA	1	AL 5083 H111	0.78	1.85	**2.2**
CASQUILLO ROSCADO – M8 INT.	6			0.1	**0.6**
EJE PIÑON	1	AISI-304 L	0.37	3.9	**2.2**
CHAVETA – Tipo A 8x7x22	1			0.1	**0.1**
ESPARRAGO ROSCADO – M8 L110	2			0.3	**0.6**
TUERCA HEXAGONAL – M8	2			0.1	**0.2**
CASQUILLO ROSCADO – M10 INT.	2			0.1	**0.2**
TOPE – TENSOR CADENA ARTICULADO PASO 12,7	1	AISI-304 L	0.03	3.9	**0.2**
TENSOR – CADENA PASO 12,7	1	PE-HD1000	0.11	1.2	**0.2**
DISCO ARTICULACION	1	AISI-304 L	0.21	3.9	**1.2**
PLETINA TENSOR – 60 x 28 x 10	1	AISI-304 L	0.11	3.9	**0.6**
GUIA APOYO PASO 12,7	1	AISI-304 L	0.04	3.9	**0.2**
TORNILLO – M20 L130	1	AISI-304 L		3.9	**3.9**
MONTANTE LATERAL	1	AL 5083 H111	2.37	1.85	**6.6**
RODAMIENTO BOLAS (6006.H 2RS)	2			47	**94**
ANILLO DE SEGURIDAD E35 DIN471	1			0.1	**0.1**
ANILLO DE SEGURIDAD E30 DIN471	1			0.1	**0.1**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**243.3**

10.1.3.5 Corró d'entrada de film inferior.

Mà d'obra			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Oficial de 1ª	2	21	42

Maquinària			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Màquina	1	12	12

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
RODILLO ENTRADA FILM INFERIOR F2000	**1**				
RODAMIENTO BOLAS 20x42x12	2			47	**94**
EJE RODILLO	1	AISI-304 L	1.65	3.9	**9.7**
RODILLO ENTRADA D.60,3	1	AISI-304 L	2.06	3.9	**12.1**
CASQUILLO GUIA	2	AISI-304 L	0.64	3.9	**7.5**
SEPARADOR	2	PVC NEGRO	0.41	1.2	**1.5**
CASQUILLO – RODAMIENTO	2	AISI-304 L	0.12	3.9	**1.4**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**180.1**

10.1.3.6 Protecció d'entrada de film inferior.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	2	21	42

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	1	12	12

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
PROTECCION ENTRADA FILM INFERIOR F2000	**1**				
SOPORTE SEGURIDAD – INTERRUPTOR "BTI"	1	AISI-304 L	0.09	3.9	**0.5**
CHAPA ARTICULACION	2	AISI-304 L	0.12	3.9	**1.4**
CHAPA PROTECCION	1	AISI-304 L	4.67	3.9	**27.3**
EJE GUIADO	2	PA6 BLANCO	0.2	1.2	**0.7**
SEPARADOR	1	NYLON	0.01	1.3	**0.0**
POSICIONADOR RETRACTIL REF. 301 05 TIPO 1	1			7.3	**7.3**
TOPE – CHAPA DE ENTRADA	1	PETP – NEGRO	0.2	1.2	**0.4**
DETECTOR – INTERRUPTOR MAGNETICO ANATOM 78	1			1.7	**1.7**
IMAN – INTERRUPTOR MAGNETICO ANATOM 78	1			1.7	**1.7**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**95.0**

10.1.3.7 Armari electro-neumàtic.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	3	21	63

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	1	12	12

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
ARMARIO NEUMATICO F2000	**1**				
DISTANCIADOR	4	PVC NEGRO	0.2	1.2	**1.4**
CHAPA INFERIOR – ARMARIO	1	PVC GRIS	0.29	1.2	**0.5**
CHAPA PERFORADA	1			1	**1**
MONTAJE ARMARIO NEUMATICO BAJO – L1000	**1**				
COLUMNA HEXAGONAL – L155/M10	2	AISI-304 L	0.26	3.9	**3.0**
BRIDA CIERRE VENTANA ARMARIO	1	AISI-304 L	0.19	3.9	**1.1**
JUNTA PLANA VENTANA ARMARIO	1	CAUCHO	0.08	0.8	**0.1**
JUNTA ARMARIO – PUERTA	1			0.1	**0.1**
PUERTA ARMARIO BAJO – L988	1	AISI-304 L	11.99	3.9	**70.1**
ESCUADRA SOPORTE – IZQUIERDO	1	AISI-304 L	0.09	3.9	**0.5**
ESCUADRA SOPORTE – DERECHO	1	AISI-304 L	0.09	3.9	**0.5**
ESCUADRA SOPORTE – SUPERIOR	2	AISI-304 L	0.02	3.9	**0.2**
CIERRE CERRADURA	2			4.3	**8.6**
ESPARRAGO – M10 L42	2	AISI-304 L	0.03	3.9	**0.4**
ARMARIO NEUMATICO BAJO – L996	1	AISI-304 L	25.66	3.9	**150.1**
PASACABLES TRASVERSAL	1	AISI-304 L	2.82	3.9	**16.5**
JUNTA PERFIL "U"	1			0.1	**0.1**
BRIDA – M6	6	AISI-304 L	0.01	3.9	**0.4**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**329.8**

10.1.3.8 Transmissió sortida.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	15	21	315

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	7	12	84

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
TRASMISION SALIDA SEMI-RIGIDO F2000	**1**				
TRANSMISION SALIDA FIJA – FLEXIBLE	**1**				
BISAGRA (AVE - COD:7810129)	2			1.3	**2.6**
RODAMIENTO - BOLAS (6006.H 2RS)	1			47	**47**
ANILLO DE SEGURIDAD E30 DIN471	1			0.1	**0.1**
CHAVETA 8x7x110	3			0.1	**0.3**
PLACA TRANSMISION - DELANTERA	1	AISI-304 L	8.51	3.9	**49.8**
TAPA RODAMIENTO	1	PETP – NEGRO	0.66	1.2	**1.2**
JUNTA RETEN - 30x62x7 (PAULSTRA 772040)	3			0.1	**0.3**
POLEA DENTADA - CORTE LONG.	1	AL 5083 H111	0.04	1.85	**0.1**
CINTA SIMPLE DENTADA - TRANSMISION	1			14	**14**
EJE DESVIO - CORTE LONG.	1	AISI-304 L	0.2	3.9	**1.2**
POLEA DESVIO - CORTE LONG.	1	PVC GRIS	0.1	1.2	**0.2**
BRIDA DE APRIETO - CORTE LONG.	1	AISI-304 L	0.01	3.9	**0.1**
POLEA DENTADA TOPE - CORTE LONG.	1	AL 5083 H111	0.15	1.85	**0.4**
SOPORTE RODAMIENTOS	1	AISI-304 L	0.35	3.9	**2.0**
CIERRE ARTICULADO	2	AISI-304 L	0.12	3.9	**1.4**
MUELLE COMPRESION	1	AISI-304 L	0.02	3.9	**0.1**
ANILLO SEGURIDAD - (I)47 (DIN 472)	3			0.1	**0.3**
JUNTA RETEN - 30 x 42 x 7	3			0.1	**0.3**
ARANDELA - D.6	1			0.1	**0.1**
TORNILLO HEXAGONAL - M.6 L.10	1			0.1	**0.1**
TORNILLO - M.6 L.10 (DIN 912)	2			0.1	**0.2**
POMO - MULETILLA CON ESPIGA	4			2.3	**9.2**
SOPORTE RODAMIENTOS - 1	1	AISI-304 L	0.42	3.9	**2.5**
RODAMIENTO - BOLAS (6005.H 2RS DIN 625)	4			47	**188**
MOTORREDUCTOR	1			750	**750**
TAPA RODAMIENTO - TRANSMISION	1	AL 5083 H111	2.63	1.85	**7.3**
BRAZO - MOTORREDUCTOR	1	AISI-304 L	0.3	3.9	**1.8**
CASQUILLO ANTIVIBRADOR	1	NYLON	0.03	1.3	**0.1**
ANILLO SEGURIDAD - E40 (DIN 471)	1			0.1	**0.1**
ARANDELA - TRANSMISION	1	AISI-304 L	0.07	3.9	**0.4**
PLACA TRANSMISION - DELANTERA	1	AISI-304 L	8.48	3.9	**49.6**
PROTECCION	1	PETG-TRANSP,	0.65	1.2	**1.2**
EJE REGULADOR - RANURADO	1	AISI-304 L	3.34	3.9	**19.5**
CHAPA SUJECCION	1	AISI-304 L	0.73	3.9	**4.3**
EJE REGULADOR - RANURADO	1	AISI-304 L	4.23	3.9	**24.7**
EJE TRANSMISION - MOTORREDUCTOR	1	AISI-304 L	4.98	3.9	**29.1**
TIRANTE	1	AISI-304 L	10.89	3.9	**63.7**
RODAMIENTO - BOLAS (6002.H.2RS)	2			47	**94**
ANILLO SEGURIDAD - E15 (DIN 471)	1			0.1	**0.1**
ANILLO SEGURIDAD – E25 (DIN 471)	3			0.1	**0.3**
CHAVETA - 5 x 5 x 18	1			0.1	**0.1**
SOPORTE RODAMIENTOS - DOBLE	1	AISI-304 L	0.55	3.9	**3.2**
MUELLE COMPRESION - Ø.31,12-Ø.2,16-L.26,1	1	AISI-304 L	0.02	3.9	**0.1**
MOTOR SERVO (SEMIRIGIDO)	1			970	**970**
EJE TRANSMISION - CORTE LONGITUDINAL	1	AISI-304 L	0.33	3.9	**1.9**
EJE - SOPORTE 1	1	AISI-304 L	0.38	3.9	**2.2**
TRANSMISION MOTRIZ DERECHA	**1**				
RODAMIENTO - BOLAS 20 x 42 x 12	1			47	**47**
PIÑON CADENA - SEPARADOR	1	F-114	0.8	0.64	**0.8**
DISCO SEPARADOR PASO 12,7	1	F-114	0.33	0.64	**0.3**
CASQUILLO ROSCADO - M.8 INT	2			**0.1**	**0.2**
CHAVETA – Tipo A 8x7x22	2			0.1	**0.2**
ANILLO SEGURIDAD Ø20	1			0.1	**0.1**
RODAMIENTO - BOLAS (6007.H 2RS)	1			47	**47**
RODAMIENTO - BOLAS (6006.H 2RS)	1			47	**47**
ANILLO SEGURIDAD - E30 (DIN 471)	1			0.1	**0.1**
RODAMIENTO - BOLAS (6005.H 2RS DIN 625)	1			47	**47**
PLACA - LATERAL	1	AL 5083 H111	11.05	1.85	**30.7**
EJE PIÑON	1	AISI-304 L	0.59	3.9	**3.5**
RODAMIENTO BOLAS (6010.H 2RS DIN 625)	1			47	**47**
EJE PIÑON	1	AISI-304 L	0.8	3.9	**4.7**
PIÑON CADENA	1	F-114	1	0.64	**1.0**
VARILLA ROSCADA - M8 L.20 (DIN 913)	1			**0.1**	**0.1**
EJE PIÑON	1	AISI-304 L	0.3	3.9	**1.8**
PIÑON CADENA - DESVIO	1	F-114	0.74	0.64	**0.7**
ARANDELA - DESVIO	1	AISI-304 L	0.02	3.9	**0.1**
ANILLO SEGURIDAD - E50 (DIN 471)	1			0.1	**0.1**
CHAVETA PARALELA - 6 x 6 x 18 (DIN 6885)	1			0.1	**0.1**
RODAMIENTO BOLAS - 50 x 72 x 12	1			47	**47**
DEFLECTOR LATERAL TRASERO	1	AISI-304 L	1.29	3.9	**7.5**

TRANSMISION MOTRIZ IZQUIERDA	**1**				
RODAMIENTO - BOLAS 20 x 42 x 12	1			47	**47**
PIÑON CADENA - SEPARADOR	1	F-114	0.8	0.64	**0.8**
DISCO SEPARADOR PASO 12,7	1	F-114	0.33	0.64	**0.3**
CASQUILLO ROSCADO - M.8 INT	2			**0.1**	**0.2**
CHAVETA - Tipo A 8 x 7 x 022	2			0.1	**0.2**
Anillo seguridad Ø20	1			0.1	**0.1**
RODAMIENTO - BOLAS (6007.H 2RS)	1			47	**47**
RODAMIENTO - BOLAS (6006.H 2RS)	1			47	**47**
ANILLO SEGURIDAD - E30 (DIN 471)	1			0.1	**0.1**
RODAMIENTO - BOLAS (6005.H 2RS DIN 625)	1			47	**47**
EJE PIÑON	1	AISI-304 L	0.59	3.9	**3.5**
RODAMIENTO BOLAS (6010.H 2RS DIN 625)	1			47	**47**
EJE PIÑON	1	AISI-304 L	0.8	3.9	**4.7**
PIÑON CADENA	1	F-114	1	0.64	**1.0**
VARILLA ROSCADA - M8 L.20 (DIN 913)	1			**0.1**	**0.1**
EJE PIÑON	1	AISI-304 L	0.3	3.9	**1.8**
PIÑON CADENA - DESVIO	1	F-114	0.74	0.64	**0.7**
ARANDELA - DESVIO	1	AISI-304 L	0.02	3.9	**0.1**
ANILLO SEGURIDAD - E50 (DIN 471)	1			0.1	**0.1**
CHAVETA PARALELA - 6 x 6 x 18 (DIN 6885)	1			0.1	**0.1**
RODAMIENTO BOLAS - 50 x 72 x 12	1			47	**47**
PLACA - LATERAL	1	AL 5083 H111	11.05	1.85	**30.7**
DEFLECTOR LATERAL TRASERO	1	AISI-304 L	1.29	3.9	**7.5**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**3412.0**

10.1.3.9 Protecció motor.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	2	21	42
Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	0.5	12	6

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
PROTECCION MOTOR F2000	**1**				
FIJACION PROTECCION MOTOR TRANSMISION	1	AISI-304 L	0.8	3.9	**4.7**
ARMARIO PROTECCION - MOTORREDUCTOR	1	AISI-304 L	15.72	3.9	**92.0**
JUNTA PERFIL "U"	1			0.1	**0.1**
PASACABLES TRANSVERSAL	1	AISI-304 L	1.64	3.9	**9.6**
ASA ELESA M.443/150 N-CH	2			5.2	**10.4**
COLUMNA CAJON	2	AISI-304 L	0.59	3.9	**6.9**
CIERRE TORNILLO RETRACTIL - M.6	2			4.3	**8.6**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**180.2**

10.1.3.10 Grup elevació pre-escalfament.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	7	21	147

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	4	12	48

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
GRUPO ELEVACION PRECALENTAMIENTO SIMPLE F2000	**1**				
CASQUILLO ROSCADO - M10 INTERIOR	4			0.1	**0.4**
ANILLO SEGURIDAD - E30 (DIN 471)	4			0.1	**0.4**
PATIN	4	NYLON	0.01	1.3	**0.1**
SOPORTE GRUPO - PRECALENTAMIENTO	4	AL 5083 H111	0.12	1.85	**1.3**
COJINETE DE DESLIZAMIENTO IGUS RJM-01-20	2			6	**12**
ARANDELA - CILINDRO D.050	1	AISI-304 L	0.04	3.9	**0.2**
SUPLEMENTO VASTAGO CIL.-M16x1,5	1	AISI-304 L	0.18	3.9	**1.1**
CONECTOR CIRCULAR 5 PUNTOS COMPLETO	2			23	**46**
CILINDRO NEUMATICO	1			76	**76**
MANETA AMARRE (M10)	**4**				
MANETA GRADUABLE	4			4.9	**19.6**
ESPARRAGO PARA MANETA	4	AISI-304 L	0.1	3.9	**2.3**
PLACA MOVIL	1	AL 5083 H111	2.76	1.85	**7.7**
ARANDELA - JAULA BOLAS	2	AISI-304 L	0.01	3.9	**0.1**
GUIA - L.200	2	AISI-420	0.49	3.9	**5.7**
RACORD PASACABLES	2			1.2	**2.4**
PLACA SUP. PRECALENTAMIENTO	1	AL 5083 H111	4.55	1.85	**12.6**
TIRANTE SOPORTE LARGUEROS	2	AL 5083 H111	0.94	1.85	**5.2**
PLACA INF. PRECALENTAMIENTO	1	AL 5083 H111	4.48	1.85	**12.4**
JUNTA TORICA-Øi 58 x Ø 3	2			0.1	**0.2**
CAJA CONEXIONES	2	PVC NEGRO	0.27	1.2	**1.0**
MONTANTE LATERAL	2	AL 5083 H111	2.75	1.85	**15.3**
RACOR LUBRICADOR - ACODADO 45º G1/8"	2			0.4	**0.8**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**417.9**

10.1.3.11 Grup elevació termoformat.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	12	21	252

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	5.5	12	66

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
GRUPO ELEVACION BIELAS TERMOSOLDADURA F2000	**1**				
CLIP PORTATUBO - D.08	8			**0.1**	**0.8**
PLACA GUIA	2	F-114	12.3	0.64	**23.6**
MONTANTE LATERAL	2	AL 5083 H111	6.43	1.85	**35.7**
CASQUILLO ROSCADO - M12 INTERIOR	4			**0.1**	**0.4**
GUIA - L.300	4	F-114	0.63	0.64	**2.4**
MODULO - EJE INFERIOR GRUPO ELEVACION	**3**				
ANILLO SEGURIDAD - E22	2			0.1	**0.2**
EJE INFERIOR - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.107)	1	F-115	0.3	0.64	**0.3**
ARANDELA EXTERIOR	2	LATON	0.01	4.35	**0.1**
RODAMIENTO	2			47	**94**
ARANDELA INTERIOR	2	LATON	0.08	4.35	**1.0**
RACOR LUBRICADOR - ACODADO 45º G1/8"	1			0.3	**0.3**
MODULO - EJE LATERAL -	**2**				
EJE LATERAL - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.061)	1	F-155	0.17	0.64	**0.2**
RACOR LUBRICADOR - RECTO G1/8"	1			0.3	**0.3**
BIELA - INFERIOR	2	ACERO K-100	0.84	0.64	**1.6**
BIELA - SUPERIOR	4	ACERO K-100	0.62	0.64	**2.4**
TRAVIESA PLACA MOVIL - BIELAS	1	F-114	2.84	0.64	**2.7**
MODULO - EJE SUPERIOR	**2**				
ANILLO SEGURIDAD - E22	2			0.1	**0.2**
RACOR LUBRICADOR - PLANO G1/8"	1			0.3	**0.3**
EJE SUPERIOR - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.061)	1	F-155	0.17	0.64	**0.2**
PATIN DESLIZAMIENTO	4	LATON	0.1	4.35	**2.6**
SOPORTE GRUPO ELEVACION	4	AL 5083 H111	0.23	1.85	**2.6**
BRIDA CILINDRO - D.80 - H.024	1	AL 5083 H111	1.49	1.85	**4.1**
CILINDRO NEUMATICO D.80-160	1			**67**	**67**
HORQUILLA CILINDRO - E/C 080 (M20 x 1,5)	1	AL 5083 H111	0.48	1.85	**1.3**
TUERCA HEXAGONAL - M20 x 1,5	1			**0.3**	**0.3**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**694.7**

10.1.3.12 Grup pre-escalfament.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	10	21	210

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	4	12	48

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
PRECALENTAMIENTO PLACA LISA F2000	**1**				
TUERCA HEXAGONAL CIEGA - M.8	16			0.1	**1.6**
PLACA PRECALENTAMIENTO	2	AL 5083 H111	4.87	1.85	**27.0**
ESPARRAGO AMARRE PLACA- M8x63	16			0.3	**4.8**
SUPLEMENTO DE AJUSTE	8	AL 5083 H111	0.01	1.85	**0.2**
TAPON - G1/8"	16			0.1	**1.6**
SOPORTE RESISTENCIA PRECAL.	2	AL 5083 H111	4.52	1.85	**25.1**
RESISTENCIA 3000W - 220V	2			32	**64**
TAPA RESISTENCIA	2	AL 5083 H111	5.1	1.85	**28.3**
FIJACION RESISTENCIA	2			0.2	**0.4**
SONDA TERMOPAR -	2			32	**64**
DISCO AISLANTE - DISCO PG9	2	TEFLON	0.2	1.2	**0.7**
PLATO SUP. PRECALENTAMIENTO	2	AL 5083 H111	7.06	1.85	**39.2**
JUNTA VITON - ø10.5xTOR 2.7	24			0.1	**2.4**
JUNTA CORDON SILICONA - D.3	2			0.1	**0.2**
JUNTA VITON - ø26.2xTOR 3.6 FPM70	2			0.1	**0.2**
MANETA AMARRE - MODULO PLACA	**12**				
ESPARRAGO AMARRE RAPIDO M,8	12	AISI-304 L	0.18	3.9	**12.6**
MANETA M10	12	AISI-304 L	0.18	3.9	**12.6**
CASQUILLO ROSCADO - M.5 INTERIOR	20			0.1	**2**
MUELLE - PLATILLO ø8	53			0.6	**31.8**
CASQUILLO ROSCADO - M.8 INT	17			0.1	**1.7**
TUERCA HEXAGONAL - M.8	16			0.1	**1.6**
RACORD PASACABLES	2			0.2	**0.4**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**772.5**

10.1.3.13 Tapís sortida.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	5	21	105

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	2	12	24

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
TAPIZ SALIDA F2000	**1**				
SOPORTE TAPIZ	**1**				
BASE DE SOPORTE REF.8310012	1			1.2	**1.2**
PIE REGULABLE REF.8732301	3			12	**36**
RODAMIENTO	**1**			47	**47**
SOPORTE RCJTY20-N	1			37	**37**
TAPA DE PROTECCION KASK04	1			2.1	**2.1**
GUIA BANDA	1	NYLON	1.05	1.3	**2.0**
PLACA LATERAL TRASERA - SKIS LARGOS	1	AISI-304 L	3.04	3.9	**17.8**
PLACA LATERAL DELANTERA - SKIS LARGOS	1	AISI-304 L	3.04	3.9	**17.8**
BANDA TRANSPORTADORA	1			24	**24**
EJE RODILLO ENTRADA	1	AISI-304 L	0.89	3.9	**5.2**
RODILLO ENTRADA	1	AL 6082 H111	1.18	1.85	**3.3**
EJE RODILLO TRACCION	1	AISI-304 L	3.96	3.9	**23.2**
SOPORTE TAPIZ	1	AISI-304 L	3.25	3.9	**19.0**
SOPORTE HUSILLO	1	AISI-304 L	0.49	3.9	**2.9**
HUSILLO REGULACION ALTURA TAPA	1	AISI-304 L	2.48	3.9	**14.5**
MOTORREDUCTOR - 0,18 Kw	1			295	**295**
TUBO PATA - D.60 x 2	1	AISI-304 L	1.05	3.9	**6.1**
CASQUILLO	1	NYLON	0.37	1.3	**0.7**
CHAVETA - 70 x 6 x 6	1			0.1	**0.1**
RODILLO TRACCION	1	AL 6082 H111	2.94	1.85	**8.2**
RODILLO TENSOR	1	AL 6082 H111	1.19	1.85	**3.3**
ANILLO CENTRADO	2	AISI-304 L	0.19	3.9	**2.2**
ESPARRAGO VOLANTE	4	AISI-304 L	0.03	3.9	**0.7**
TUERCA REGULACION ALTURA TAPIZ	2	AISI-304 L	1.02	3.9	**11.9**
APOYO - BANDA	2	AISI-304 L	2.15	3.9	**25.2**
TIRANTE	5	AISI-304 L	0.22	3.9	**6.4**
TENSOR	2	AISI-304 L	0.36	3.9	**4.2**
EJE RODILLO TENSOR	1	AISI-304 L	0.92	3.9	**5.4**
ESFERA BAQUELITA - M.8 HEMBRA	4			1.2	**4.8**
RODAMIENTO - BOLAS 20 x 42 x 12	4			47	**188**
GUIA LATERAL - ENVASE - (S1)	1	AISI-304 L	0.47	3.9	**2.7**
GUIA LATERAL - ENVASE - (S2)	1	AISI-304 L	0.47	3.9	**2.7**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**949.7**

10.1.3.14 Protecció Tapís sortida.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	3	21	63

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	1	12	12

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
PROTECCION TAPIZ SALIDA F2000	**1**				
GUIA	4	PVC NEGRO	2.28	1.2	**16.4**
ARANDELA - D.25 ext D.16,2 int x 7,5	2	PVC NEGRO	0.01	1.2	**0.0**
PANEL PROTECCION	1	POLICARBONATO	0.82	7.2	**8.9**
EJE CILINDRO	2	AISI-304 L	0.73	3.9	**8.5**
ARANDELA TOPE	2	AL 6082 H111	0.02	1.85	**0.1**
JUNTA VENTANA TIRA BLOQUEO	1			0.1	**0.1**
TAPA SUPERIOR	1	AISI-304 L	6.78	3.9	**39.7**
POMO - MULETILLA CON ESPIGA	2			1.2	**2.4**
POSICIONADOR M16 L25	2			2.3	**4.6**
ASA - L.200 M.8 E/E=132	2			4.25	**8.5**
ARANDELA - D.17 x D.8,4 e=1,6mm	2			0.2	**0.4**
DETECTOR - INTERRUPTOR MAGNETICO	1			1.7	**1.7**
BRIDA FIJACION - INTERRUPTOR "BTI"	1	AISI-304 L	0.1	3.9	**0.6**
IMAN - INTERRUPTOR MAGNETICO	1			1.7	**1.7**
TAPA LATERAL	1	AISI-304 L	10.5	3.9	**61.4**
TAPA LATERAL	1	AISI-304 L	10.5	3.9	**61.4**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**291.5**

10.1.3.15 Grup elevació tall sense desperdici.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	12	21	252

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	5	12	60

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
GRUPO ELEVACION CORTE SIN DESPERDICIO F2000	**1**				
GRUPO ELEVACION VIELAS CORTE S/D	**1**				
CLIP PORTATUBO - D.08	10			0.1	**1**
PLACA GUIA	2	F-114	12.3	0.64	**23.6**
MONTANTE LATERAL	2	AL 5083 H111	6.43	1.85	**35.7**
CASQUILLO ROSCADO - M12 INTERIOR	4			0.1	**0.4**
GUIA - L.300	4	F-114	0.63	0.64	**2.4**
MODULO - EJE INFERIOR GRUPO ELEVACION	**3**				
ANILLO SEGURIDAD - E22	2			0.1	**0.2**
EJE INFERIOR - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.107)	1	F-115	0.3	0.64	**0.3**
ARANDELA EXTERIOR	2	LATON	0.01	4.35	**0.1**
RODAMIENTO	2			47	**94**
ARANDELA INTERIOR	2	LATON	0.08	4.35	**1.0**
RACOR LUBRICADOR - ACODADO 45º G1/8"	1			0.3	**0.3**
MODULO - EJE LATERAL -	**2**				
EJE LATERAL - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.061)	1	F-155	0.17	0.64	**0.2**
RACOR LUBRICADOR - RECTO G1/8"	1			0.3	**0.3**
BIELA - INFERIOR	2	ACERO K-100	0.84	0.64	**1.6**
BIELA - SUPERIOR	4	ACERO K-100	0.62	0.64	**2.4**
TRAVIESA PLACA MOVIL - BIELAS	1	F-114	2.84	0.64	**2.7**
MODULO - EJE SUPERIOR	**2**				
ANILLO SEGURIDAD - E22	2			0.1	**0.2**
RACOR LUBRICADOR - PLANO G1/8"	1			0.3	**0.3**
EJE SUPERIOR - GRUPO ELEVACION (D.22 / L.061)	1	F-155	0.17	0.64	**0.2**
PATIN DESLIZAMIENTO	4	LATON	0.1	4.35	**2.6**
SOPORTE GRUPO ELEVACION	4	AL 5083 H111	0.23	1.85	**2.6**
BRIDA CILINDRO - D.125 - H.057	1	AL 5083 H111	4.71	1.85	**13.1**
HORQUILLA CILINDRO / BIELAS	1	AL 5083 H111	0.47	1.85	**1.3**
C. NEUMATICO - FESTO DNC-125-160-PPV-A	1			67	**67**
TUERCA HEXAGONAL - M27 x 1,5	1			0.3	**0.3**
MODULO REGULACION CABEZAL CORTE S/D	**2**				
SUPLEMENTO MONTANTE LATERAL	1	AL 5083 H111	3.01	1.85	**8.4**
TORNILLO AJUSTE - M.4 RECORTADO L.3 mm	1			0.1	**0.1**
TUERCA HEXAGONAL - M42 x 1,5	3			0.5	**1.5**
ESPARRAGO REGULACION CABEZAL	1	AISI-304 L	2.71	3.9	**15.9**
ARANDELA REGULACION CABEZAL	3	AISI-304 L	0.06	3.9	**1.1**
TUERCA REGULACION CABEZAL	1	BRONCE	0.41	9.97	**6.1**
ANILLO GRADUADO REGULACION CABEZAL	1			0.1	**0.1**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**598.9**

10.1.3.16 Tall sense desperdici.

Mà d'obra			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Oficial de 1ª	8	21	168

Maquinària			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Màquina	2.5	12	30

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
CORTE SIN DESPERDICIO F2000	**1**				
CORTE SIN DESPERDICIO	**1**				
PLATO MOVIL - CORTE SIN DESPERDICIO	**1**				
PLACA MOVIL - CORTE SIN DESPERDICIO	1	AL 5083 H111	5.87	1.85	**16.3**
POSTIZO GUIA	4	BRONCE	0.27	9.97	**16.2**
PARTE INF. - YUNQUE - COMUN	**1**				
BASE PANEL SUFRIDERA - CORTE SIN DESPERDICIO	1	AL 5083 H111	27	1.85	**74.9**
PANEL SUFRIDERA - CORTE SIN DESPERDICIO	1	AL 5083 H111	1.06	1.85	**2.9**
SUFRIDERA - CORTE SIN DESPERDICIO	1	ACERO K-110	2.69	0.64	**2.6**
BLOQUE SUP. FIJO - COMUN	**1**				
BLOQUE SUP. FIJO - CORTE SIN DESPERDICIO	1	AL 5083 H111	11.47	1.85	**31.8**
SOPORTE SUP. CASSETTE DE CORTE	1	F-114	9.06	0.64	**8.7**
CAJON - CORTE SIN DESPERDICIO	1	AISI-304 L	1.55	3.9	**9.1**
BRIDA FIJACION - CORTE SIN DESPERDICIO	2	AISI-304 L	0.25	3.9	**2.9**
ANILLO CARGA / CANCAMO - M10 / MACHO	2			0.1	**0.2**
TOPE FIJACION - CORTE SIN DESPERDICIO	2	AL 6060 T5	0.79	1.85	**4.4**
ESPARRAGO FIJACION - CORTE SIN DESPERDICIO	2	AISI-304 L	0.24	3.9	**2.8**
VOLANTE - M.8 HEMBRA REF. 66346	2			6.2	**12.4**
CASSETTE CORTE SIN DESP. - FORMATO 1x3	**1**				
SOPORTE CUCHILLA - CORTE SIN DESPERDICIO	1	F-114	5.01	0.64	**4.8**
CHAPA DE APOYO - CORTE SIN DESPERDICIO	1	AISI-304 L	0.05	3.9	**0.3**
CHAPA ANCLAJE - CORTE SIN DESPERDICIO	2	AISI-304 L	0.05	3.9	**0.6**
CUCHILLA - CORTE SIN DESPERDICIO	3	Z60CD14	0.06	2.5	**0.7**
PLETINA ANCLAJE - CORTE SIN DESPERDICIO	6	AL 5083 H111	0.05	1.85	**0.8**
CHAPA EXTRACCION - CORTE SIN DESPERDICIO	2	AISI-304 L	0.18	3.9	**2.1**
PUNZONADOR CENTRAL - R.9	2	ACERO HSS	0.02	0.64	**0.0**
PUNZONADOR LATERAL - R.9	2	ACERO HSS	0.02	0.64	**0.0**
BRIDA LATERAL - CORTE SIN DESPERDICIO	2	AISI-304 L	0.04	3.9	**0.5**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**393.0**

10.1.3.17 Mòdul tall circular.

Mà d'obra			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Oficial de 1ª	1.5	21	31.5

Maquinària			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Màquina	0.5	12	6

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
MODULO CUCHILLA CIRCULAR F2000	**1**				
CUCHILLA	4	X155CrVMo12-1	0.4	42	**100.8**
MOYU CUCHILLA	4	AL 6082 H111	0.2	1.85	**2.2**
CONTRA-MOYU CUCHILLA	4	AL 6082 H111	0.6	1.85	**6.7**
EJE SOPORTE CUCHILLA	1	AISI-304 L	1.81	3.9	**10.6**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**157.8**

10.1.3.18 Protecció bastidor.

Mà d'obra			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Oficial de 1ª	1.5	21	31.5

Maquinària			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Màquina	0.5	12	6

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
PROTECCION BASTIDOR L1500 F2000	**1**				
PUERTA BASTIDOR L.1500	**1**				
SOPORTE CENTRAL PUERTA	1	AISI-304 L	0.07	3.9	**0.4**
SOPORTE PUERTA	1	AISI-304 L	0.07	3.9	**0.4**
SOPORTE PUERTA	1	AISI-304 L	0.07	3.9	**0.4**
PUERTA BASTIDOR - L.1500	1	AISI-304 L	17	3.9	**99.5**
CIERRE CUARTO DE VUELTA	2			4.3	**8.6**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**146.8**

10.1.3.19 Protecció zona termoformat.

Mà d'obra			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Oficial de 1ª	6	21	126

Maquinària			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Màquina	3	12	36

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
PROTECCION ZONA TERMOFORMADO F2000	**1**				
PROTECCION FIJA -TERMO - L.800 x A.500	**1**				
MONTANTE FIJO	4	AISI-304 L	0.5	3.9	**11.7**
TRAVESAÑO SUP. FIJO	2	AISI-304 L	0.84	3.9	**9.8**
TRAVESAÑO FIJO - ENTRADA	1	AISI-304 L	0.84	3.9	**4.9**
TRAVESAÑO FIJO - SALIDA	1	AISI-304 L	0.84	3.9	**4.9**
LARGUERO INFERIOR FIJO - DERECHO	1	AISI-304 L	1.44	3.9	**8.4**
LARGUERO INFERIOR FIJO - IZQUIERDO	1	AISI-304 L	1.44	3.9	**8.4**
UNION - CONEXION TIPO A 2 BRAZOS 90º	4			5.2	**20.8**
UNION - CONEX. TIP D 3 BRAZOS 90º	4			5.3	**21.2**
BRIDA PLEXI. - PARA PLACA 4MM	16			0.1	**1.6**
PROTECTOR VERTICAL - ESPESOR 4MM	2	PETG-TRANSP,	1.54	1.2	**5.5**
BISAGRA (AVE - COD:7810129)	2			1.3	**2.6**
TOPE DE PUERTA	2			0.1	**0.2**
DETECTOR - INTERRUPTOR MAGNETICO	1			1.7	**1.7**
PROTECCION MOVIL -TERMO - L.800x A.500	**1**				
TRAVESAÑO SUP. FIJO	2	AISI-304 L	0.84	3.9	**9.8**
UNION - CONEXION TIPO A 2 BRAZOS 90º	4			5.2	**20.8**
UNION - CONEX. TIP D 3 BRAZOS 90º	4			5.3	**21.2**
BRIDA PLEXI. - PARA PLACA 4MM	26			0.1	**2.6**
MONTANTE MOVIL - IZQUIERDO	2	AISI-304 L	0.46	3.9	**5.4**
MONTANTE MOVIL - SALIDA	1	AISI-304 L	0.46	3.9	**2.7**
MONTANTE MOVIL - ENTRADA	1	AISI-304 L	0.46	3.9	**2.7**
EJE DE REFUERZO	2	AISI-304 L	1.05	3.9	**12.3**
MANETA APERTURA - 133x40	1			3.7	**3.7**
LARGUERO SUPERIOR MOVIL	2	AISI-304 L	1.52	3.9	**17.8**
LARGUERO INFERIOR MOVIL - DERECHO	1	AISI-304 L	1.52	3.9	**8.9**
LARGUERO INFERIOR MOVIL - IZQUIERDO	1	AISI-304 L	1.52	3.9	**8.9**
PROTECCION SUP. - ESPESOR 4MM	1	PETG-TRANSP,	4.82	1.2	**8.7**
PROTECCION LATERAL - ESPESOR 4MM	2	PETG-TRANSP,	2.72	1.2	**9.8**
DETECTOR - INTERRUPTOR MAGNETICO	1			1.7	**1.7**
CILINDRO A GAS - F.150 - C.100 - L.275	2			12	**24**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**424.8**

10.1.3.20 Termoformat per pistó.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	18	21	378

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	7	12	84

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
TERMOFORMADO POR PISTON F2000	**1**				
TERMOFORMADO POR PISTON - COMUN	**1**				
RESORTE A GAS - D.10 F1150 C100 L285	2			12.3	**24.6**
BISAGRA - PLATO SUP.	**1**				
SOPORTE EJE	2	AL 5083 H111	0.17	1.85	**0.9**
EJE BISAGRA	1	AISI-304 L	0.43	3.9	**2.5**
BISAGRA	1	AL 5083 H111	0.43	1.85	**1.2**
COJINETE DE VALONA-"IGUS"	2			1.7	**3.4**
TOPE VISAGRA	2	PETP – NEGRO	0.02	1.2	**0.1**
CALA DE AJUSTE	3	AISI-304 L	0.02	3.9	**0.4**
ARANDELA DESVIO	2	AISI-304 L	0.02	3.9	**0.2**
ARANDELA - DESVIO	**6**				
ESPARRAGO AMARRE PLACA	6	AISI-304 L	0.11	3.9	**3.9**
PASADOR CILINDRICO ELASTICO - D.03 x 20	6			0.1	**0.6**
MANETA GRADUABLE	6			7.6	**45.6**
PLATO MOVIL - MOLDE H125	**1**				
PLATO MOVIL - H24	1	AL 5083 H111	7.52	1.85	**20.9**
EJE GIRO ANCLAJE UTILLAJE	1	AISI-304 L	0.02	3.9	**0.1**
ESPARRAGOS POSICIONADORES DE BOLA M6	1			0.3	**0.3**
PASADOR CILINDRICO D.8 L.24	1			0.1	**0.1**
TUERCA DIN 936 M6	1			0.1	**0.1**
JUNTA TORICA DI.37.3 TOR D.3.6 70SH	1			0.1	**0.1**
MANETA - ANCLAJE MOLDE	1	AISI-304 L	0.13	3.9	**0.8**
SOPORTE PLACA DE FIJACION DE MOLDE H125	2	AL 5083 H111	0.5	1.85	**2.8**
PLACA DE FIJACION DE MOLDE	1	AL 5083 H111	6.56	1.85	**18.2**
POSTIZO GUIA	4	BRONCE	0.27	9.97	**16.2**
MOLDE TERMOFORMADO - H.125	**1**				
ANILLO ORIENTACION MOLDEO	1	AISI-304 L	0.01	3.9	**0.1**
TAPON - G1/8"	8			0.1	**0.8**
BULON FIJACION	1	AISI-304 L	0.07	3.9	**0.4**
CIERRE ARTICULADO	2				
PASADOR CILINDRICO D8-L50	3			0.1	**0.3**
SUPLEMENTO APOYO ENVASE	1	AL 5083 H111	4.25	1.85	**11.8**
SOPORTE MARCOS	1	AL 5083 H111	11.08	1.85	**30.7**
PLATO SUP. DE TERMOFORMADO - PISTONES	**1**				
CASQUILLO ROSCADO - M.5 INTERIOR	7			0.1	**0.7**
SOPORTE - CILINDRO DE GAS	2	AL 5083 H111	0.1	1.85	**0.6**
TUERCA HEXAGONAL - M.6 (DIN934)	4			0.1	**0.4**
DEFLECTOR - PISTONES	2	AISI-304 L	0.01	3.9	**0.1**
PLATO SUP. DE TERMOFORMADO - PISTONES	1	AL 5083 H111	22.74	1.85	**63.1**
PLACA PORTAPISTONES - COMUN	1	AL 5083 H111	2.58	1.85	**7.2**
GRUPO CILINDRO - PISTONAJE - C.075	**1**				
PLACA BLOCAJE - PISTONES	1	AL 5083 H111	0.85	1.85	**2.4**
CILINDRO NEUMATICO - D.63 - C.75	2			76	**152**
DISTANCIADOR - D.20 x L.37	2	AL 6060 T5	0.02	1.85	**0.1**
TOPE SUPERIOR - PISTONES	1	AL 5083 H111	0.32	1.85	**0.9**
EJE DE REGLAJE - M20 L.140	1	AISI-304 L	0.34	3.9	**2.0**
TOPE ROSCADO - PISTONES	1	AISI-304 L	0.38	3.9	**2.2**
MANETA - PISTONES	1	AISI-304 L	0.38	3.9	**2.2**
EJE ANCLAJE PLACA - PISTONES	2	AISI-304 L	0.12	3.9	**1.4**
BRIDA FIJACION - PISTONES	2	AISI-304 L	0.17	3.9	**2.0**
JUNTA TORICA - D.26,2 x D.3,6	2			0.1	**0.2**
ANILLO CARGA / CANCAMO - M10 / MACHO	2			0.1	**0.2**
ASA ELESA M.443/150 N-CH	1			6.3	**6.3**
CAMPANA PISTONAJE	**1**				
JUNTA CORDON SILICONA - D.3	2			0.1	**0.2**
CAMPANA DE PISTONAJE - FORMATO 2x3	1	AL 5083 H111	1.72	1.85	**4.8**
JUNTA T 5.5	1	SILICONA		0.1	**0.1**
PLACA LATERAL - CAMPANA TERMO.	1	AL 5083 H111	1.2	1.85	**3.3**
PLACA LATERAL - CAMPANA TERMO.	2	AL 5083 H111	0.98	1.85	**5.4**
PLACA LATERAL - CAMPANA TERMO	1	AL 5083 H111	1.2	1.85	**3.3**
SOPORTE PLATO SUP. - PISTONAJE - IZQUIERDO	**1**				
SOPORTE PLATO SUP. - PISTONAJE - IZQUIERDO	1	AL 5083 H111	2.45	1.85	**6.8**
CASQUILLO ROSCADO - M10 INTERIOR	3			0.1	**0.3**
SOPORTE PLATO SUP. - PISTONAJE - DERECHO	**1**				
SOPORTE PLATO SUP. - PISTONAJE – DERECHO	1	AL 5083 H111	2.45	1.85	**6.8**
CASQUILLO ROSCADO - M10 INTERIOR	3			0.1	**0.3**
ENCLAJE CILINDRO	2	AL 5083 H111	0.76	1.85	**4.2**

PISTON TERMOFORMADO - PARCIAL 2x3	**1**				
CASQUILLO ROSCADO - M.5 INTERIOR	24			0.1	**2.4**
PLACA ANCLAJE PISTONES - FORMATO 2x3	1	AL 5083 H111	2.48	1.85	**6.9**
PISTON TERMOFORMADO	6	PA6 BLANCO	0.7	1.2	**7.6**
TERMOFORMADO POR PISTON-P.FORMATO 2x3	**1**				
MOLDE TERMOFORMADO	2	AL 5083 H111	8.4	1.85	**46.6**
PLACA DE FONDO DE ENVASE - 2x3	6	AL 5083 H111	0.68	1.85	**11.3**
SUPLEMENTO APOYO ENVASE- H.20	6	AL 5083 H111	0.51	1.85	**8.5**
SUPLEMENTO APOYO ENVASE- H,10	12	AL 5083 H111	0.26	1.85	**8.7**
SUPLEMENTO APOYO ENVASE- H,5	6	AL 5083 H111	0.13	1.85	**2.2**
RETEN CIERRE ARTICULADO	2			0.1	**0.2**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**1022.8**

10.1.3.21 Bastidor.

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	4	12	48

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
CONJUNTO BASTIDOR 2 m. F2000	**1**				
PIE DE MAQUINA	4	PVC NEGRO	2.706	1.2	**19.5**
SOPORTE L.1480	2	AISI-304 L	5.2	3.9	**60.8**
SOPORTE CABLEADO	8	AISI-304 L	0.13	3.9	**6.1**
ESPARRAGO L=198	4	AISI-304 L	0.88	3.9	**20.6**
EMBELLECEDOR LATERAL L.310	2	AISI-304 L	0.8	3.9	**9.4**
CANTONERA - L.1500	2	AISI-304 L	0.92	3.9	**10.8**
MONTAJE BASTIDOR 2M	**1**				
TRAVASERO INFERIOR L1492	2	AISI-304 L	9.5	3.9	**111.2**
BASTIDOR 2M	1	AISI-304 L	79.6	3.9	**465.7**
TUERCA M27 x 3	8			0.3	**2.4**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**754.3**

10.1.3.22 Suport comander.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	6	21	126

Maquinària			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Màquina	4	12	48

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
SOPORTE COMANDER F2000	**1**				
SOPORTE	1	AISI-304 L	0.13	3.9	**0.8**
BRIDA SOPORTE TUBO	1	AISI-304 L	0.24	3.9	**1.4**
TUBO	1	AISI-304 L	0.41	3.9	**2.4**
CASQUILLO	1	PVC NEGRO	0.3	1.2	**0.5**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**179.1**

10.1.3.23 Comander.

Mà d'obra			
Concepte	**Hores**	**Preu unitari**	**Import**
Oficial de 1ª	0.5	21	10.5

DENOMINACION	CANT.	MATERIAL	PESO (Kg)	PREU UNITARI	IMPORT
COMANDER F2000	**1**			**240**	**250.5**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	**250.5**

10.1.3.24 Muntatge general.

Mà d'obra			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Oficial de 1ª	40	21	840
Ajudant	40	15	600

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	1440.0

10.1.3.25 Embalatge, Muntatge i instal·lació.

Mà d'obra			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Oficial de 1ª	15	21	315
Ajudant	15	15	225

Materials			
Concepte	Hores	Preu unitari	Import
Embalatge i transport		800	800

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL sense IVA	1340.0

10.1.3.26 Resum pressupost d'execució material.

Concepte	Unitats	Pressupost (€)
Desbobinador film inferior	1	1295.1
Mòdul d'entrada	1	106
Pinyó esquerre	1	241.1
Pinyó dret	1	243.3
Corró entrada film inferior	1	180.1
Protecció entrada film inferior	1	95
Armeri electro-neumatic	1	329.8
Transmisió de sortida	1	3412
Protecció motor	1	180.2
Grup elevació pre-escalfament	1	417.9
Grup elevació termoformat	1	694.7
Grup pre-escalfaament	1	772.5
Tapís sortida	1	949.7
Protecció tapís sortida	1	291.5
Grup elevació tall sense desperdici	1	598.9
Tall sense desperdici	1	393
Mòdul tall circular	1	157.8
Protecció bastidor	1	146.8
Protecció zona termoformat	1	424.8
Termoformat per pistó	1	1022.8
Bastidor	1	754.3
Suport comander	1	179.1
Comander	1	250.5
Muntatge general	1	1440
Embalatge, muntatge i instal.lació	1	1340
	suma	**15916.9**
	IVA 18%	2865.042
Cost del pressupost d'execució material		**18781.942**

10.1.4. Pressupost d'execució.

La producció prevista és de 15 màquines anuals durant 8 anys.

El pressupost d'execució s'obté incrementant el pressupost d'execució material amb els següents conceptes:

- 1% en concepte de Despeses Auxiliars / producció prevista
- 1% en concepte d'Imprevistos / producció prevista
- 10% en concepte de Despeses Indirectes / producció prevista
- 13% en concepte de Despeses Generals / producció prevista
- 15% en concepte de Benefici Industrial / producció prevista

Concepte	%	Pressupost (€)
Cost del pressupost d'execució material (sense IVA)		**15916.9**
Despeses Auxiliars	1	159.2
Imprevistos	1	159.2
Despeses Indirectes	10	1591.7
Despeses Generals	13	2069.2
Benefici Industrial	15	2387.5
	suma	**22283.7**
	IVA 18%	4011.1
Cost del pressupost d'execució		**26294.7**

Al pressupost anterior s'han de sumar els honoraris del projectista:

- 2% en concepte d'Honoraris del Projectista / producció prevista. Dins d'aquest pressupost s'inclou el disseny de la màquina, el cost de la redacció de la memòria, càlculs justificatius i el resum econòmic.

Concepte	%	Pressupost (€)
Cost del pressupost d'execució (sense IVA)		**22283.7**
Honoraris projectista	2	445.7
	suma	**22729.4**
	IVA 18%	4091.3
Cost total		**26820.7**

10.1.5. Rendibilitat financera.

Tenint en compte les despeses que es produeixen i els ingressos que s'obtindran, s'obté el balanç econòmic per un horitzó de 8 anys. Es considera un augment de preus interanual del 3%

		1	2	3	4	5	6	7	8
Ingresos		402315	414384	426816	439620	452809	466393	480385	494797
Despeses		334260	344288	354616	365255	376213	387499	399124	411098
Beneficis abans impostos		68055	70097	72200	74366	76597	78894	81261	83699
Impostos (35%)		23819	24534	25270	26028	26809	27613	28441	29295
Fonts generals		44236	45563	46930	48338	49788	51281	52820	54404
Fonts invertits	100000								
Flux de caixa	-100000	44236	45563	46930	48338	49788	51281	52820	54404
Balanç acumulat	**-100000**	**-55764**	**-10201**	**36728**	**85066**	**134854**	**186135**	**238955**	**293359**

10.1.6. Període de retorn.

S'observa que a l'any 3 el balanç és positiu, el que vol dir que ja s'ha recuperat la inversió inicial

Període de retorn = **2.13 anys**

10.1.7. Valor actual net (VAN)

$$\boldsymbol{VAN = \sum_{i-0}^{n} \frac{Q_t}{(1+k)^n}}$$

k: cost del capital = 11 %

n: Horitzó econòmic del projecte = 8 anys

Q_t: Flux de caixa període t

VAN = 149 €

10.1.8. Taxa interna de rendibilitat (TIR)

$$\boldsymbol{VAN = \sum_{i-0}^{n} \frac{Q}{(1+r)^t} = 0 \longrightarrow TIR = r}$$

El resultat obtingut és el següent:

TIR = 44 %

Com podem veure, la inversió es recupera en una mica mes de dos anys, la qual cosa indica una liquiditat bastant bona i és molt rendible, ja que el VAN és de 149 €, amb una rendibilitat del 52% molt superior al cost del capital fixat en un 11 %.

L'estudi econòmic es pot concloure que la comercialització d'aquesta màquina és perfectament viable des del punt de vista econòmic.