



Problema de desbalanceo en lavarropas de carga vertical

**Carmazi, Rodrigo Alejandro
Zulatto, Lorenzo**

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina

Año 2024

Problema de desbalanceo en lavarropas de carga vertical

**Carmazi, Rodrigo Alejandro
Zulatto, Lorenzo**

Proyecto Final de Ingeniería Mecánica presentado como requisito parcial para optar al
título de:
Ingeniero Mecánico

Directores:

Ing. Mec. Pedro Sismondi

Ing. Mec. Guillermo Rodríguez

Ing. Mec Juan Sismondi

Universidad Nacional de Rosario
Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura
Escuela de Ingeniería Mecánica
Rosario, Argentina
Año 2024

"¡La vida se mueve muy rápido. Si no te detienes y miras alrededor de vez en cuando, podrías perdértela!.

Mathew Broderick

"Necesito creer que algo extraordinario es posible".

Jennifer Lynn Connelly

"La verdadera ingeniería consiste en entender y aplicar los principios de la naturaleza en la creación de soluciones que perduren y armonicen con nuestro entorno."

Buckminster Fuller.

"La invención es el producto más importante del cerebro creativo del hombre. El objetivo final es el dominio completo de la mente sobre el mundo material, el aprovechamiento de la naturaleza humana para las necesidades humanas".

Nikola Tesla

"El éxito consiste en ir de fracaso en fracaso sin perder el entusiasmo"

Winston Churchill

"La innovación distingue a los líderes de los seguidores"

Steve Jobs

Agradecimientos

Queremos aprovechar esta oportunidad para agradecer a todas las personas que nos acompañaron en este camino para convertirnos en profesionales, la cual consideramos que es una transformación tanto en formación técnica como humana, donde adquirimos y reforzamos valores que nos acompañaran a lo largo de nuestra vida, como la perseverancia, constancia y la disciplina, los cuales seguiremos trabajando para lograr ser mejores cada día.

Cada persona con la que compartimos experiencias buenas y malas, nos dejaron un aprendizaje, en muchos casos ayudándonos o enseñándonos a superar instancias complicadas o tomar decisiones.

El agradecimiento está dirigido principalmente a nuestras familias que nos apoyaron económica y emocionalmente, y cada tanto nos preguntan “¿cuánto te falta?”, finalmente podemos responderles que terminamos con el ciclo de estudiantes universitarios.

También dirigido nuestro agradecimiento a la facultad de ciencias exactas de ingeniería y agrimensura, que nos dieron nuestra formación básica y a la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Rosario, que volcó su experiencia y vocación en nosotros con la dedicación del equipo docente estando presentes para consultas en cuestiones académicas y laborales.

Con un especial agradecimiento al docente Santiago Zanotti, de la cátedra de dibujo mecánico, quien nos asistió en los cálculos de diseño para la elaboración de este trabajo.

Por último, agradecer a nuestros compañeros de clase con los que compartimos días y noches de estudio, y un montón de momentos que nos dejan grandes amistades y personas con quien contar para nuestro futuro.

A todos ellos un cariño muy grande y gracias.

Resumen

El presente proyecto aborda una problemática actual dentro de una de las empresas líderes en la industria de línea blanca en Sudamérica, Electrolux, donde uno de los integrantes del equipo de investigación está empleado. Se enfoca en las lavadoras de 9 y 10 kg de capacidad con carga superior, fabricadas en las plantas de Argentina, Brasil y Chile.

El problema comenzó a cobrar relevancia en 2021 con el aumento de las incidencias reportadas en el Registro de Control de Servicio (SCR), que indicaban la presencia de ruidos molestos, vibraciones y/o golpeteos durante el proceso de centrifugado en las lavadoras recientemente adquiridas.

Para abordar esta problemática, se realizaron retrabajos en lotes completos de producción para garantizar su comercialización. Se llevaron a cabo ensayos y estudios en los laboratorios de calidad e Investigación y Desarrollo (R&D) de la empresa para investigar las causas subyacentes del problema, inicialmente identificado como multicausal. Se analizaron todas las posibles causas y sus contribuciones hasta concluir que el problema radica en el diseño.

Se exploraron modificaciones en el diseño existente, pero estas no cumplieron con las expectativas. Por lo tanto, se llevó a cabo un análisis conceptual de soluciones, tanto existentes como innovadoras en el mercado, junto con aportes personales. A partir de esta recopilación de datos, se formularon propuestas que culminaron en una solución definitiva, logrando así el objetivo establecido durante el trabajo. Se describieron las ventajas del nuevo diseño propuesto.

Además, se realizaron validaciones tanto del diseño, mediante un análisis de la suma de tolerancias y un estudio de tensiones, como de métodos de control en la producción, materiales y métodos constructivos.

Palabras clave:

Montaje, Diseño, Centrifugado, Desbalanceo, Excentricidad, lavarropas

Abstract

This project addresses a current problem within one of the leading companies in the white goods industry in South America, Electrolux, where one of the members of the research team is employed. It focuses on 9 and 10 kg capacity top-loading washing machines, manufactured in plants in Argentina, Brazil and Chile.

The problem began to gain relevance in 2021 with the increase in incidents reported in the Service Control Record (SCR), which indicated the presence of annoying noises, vibrations and/or knocking during the spin process in recently purchased washing machines.

To address this problem, rework was carried out on complete production batches to guarantee their commercialization. Tests and studies were carried out in the company's quality and Research and Development (R&D) laboratories to investigate the underlying causes of the problem, initially identified as multi-causal. All possible causes and their contributions were analyzed until concluding that the problem lies in the design.

Modifications to the existing design were explored, but these did not meet expectations. Therefore, a conceptual analysis of solutions, both existing and innovative in the market, was carried out along with personal contributions. Based on this data collection, proposals were formulated that culminated in a definitive solution, thus achieving the objective established during the work. The advantages of the proposed new design were described.

In addition, validations of both the design were carried out, through an analysis of the sum of tolerances and a study of stresses, as well as control methods in production, materials and construction methods.

Keywords:

Motange, Paula, competitiveness, repetitiveness, design, Spin, Unbalance.

Contenido

Agradecimientos	4
Resumen.....	5
Introducción	9
Maquinaria.....	10
Parte fija.....	10
Parte giratoria	11
Diagnóstico	13
Variables relevantes en el análisis	14
Condiciones de contorno	17
Objetivo – Efecto útil deseado.	18
Reflexión.....	18
Estudio de la problemática.....	19
Introducción a la excentricidad.....	19
Antecedentes del problema y valores establecidos.....	28
Mercado	29
Análisis causa- efecto.....	32
Análisis cualitativo.	34
Análisis cuantitativo	35
Análisis descriptivo.	36
Reflexión	38
Situación crítica	39
Desventajas de solución propuesta.	51
Reflexión	52
Estudio del estado del arte.....	53
Desarrollo del estado del arte.	56
Modificación de la parte operativa.	57
Espectro de conceptos de soluciones.	62
Espectro de conceptos de soluciones con aportes personales.....	67
Formas de centrado.....	67
Primera propuesta.	70
Segunda propuesta.	72
Tercera propuesta.....	74
Ventajas	78
Validación.	78
Tolerancias de diseño.	78
Fijación y transmisión de torque.	83
Dimensionamiento y diseño de la chaveta.	83
Dimensionamiento del eje.	84
Procesos productivos y elección de materiales.....	84

Controles de calidad	86
Conclusión.	88
Recomendaciones.....	89
Índice de figuras.....	90
Bibliografía	93
Anexo	94

Introducción

Se recibieron numerosos reclamos por ruidos y golpes en los lavarropas durante el centrifugado, generando fallas que afectan la vida útil. Es crucial identificar la causa raíz para mitigar o eliminar estos inconvenientes, evitando complicaciones para los servicios técnicos que, al buscar soluciones, pueden cambiar piezas incorrectas o dañadas. La falta de resolución deriva en múltiples visitas al domicilio, generando insatisfacción en los usuarios y convirtiéndolos en detractores de la marca.

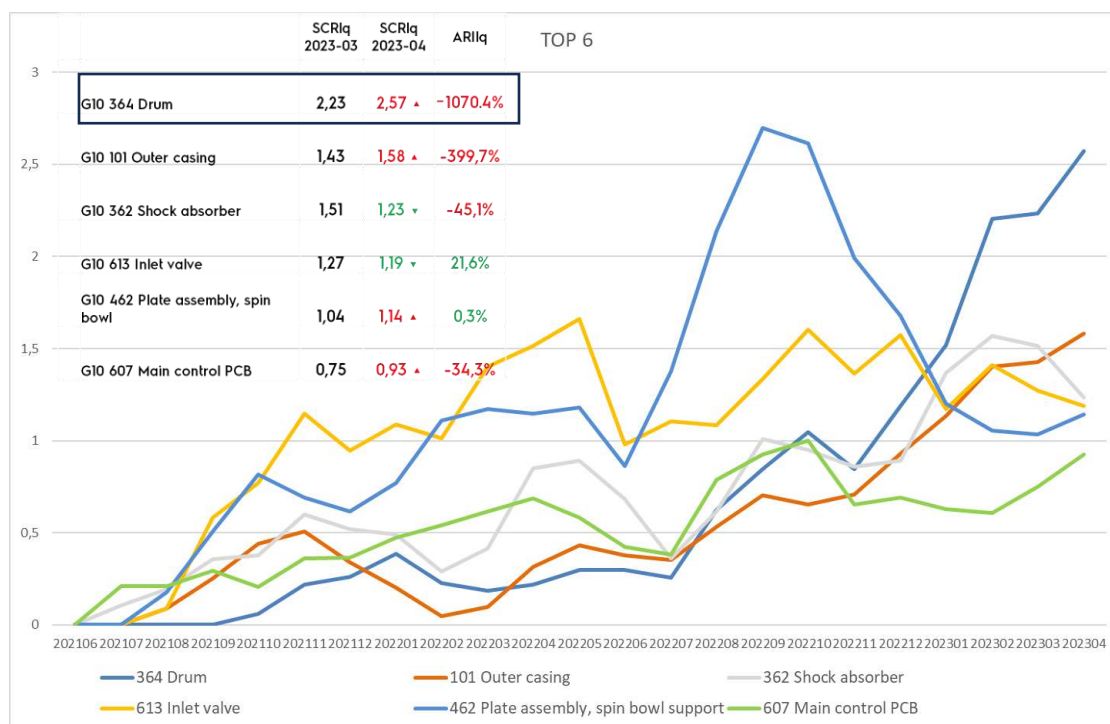


Figura 1 Curva SCR de los lavarropas de alta capacidad, con un destacado aumento en problema de conjunto centrifugo.

En la curva de la figura 1, se visualiza claramente como los problemas derivan principalmente del conjunto lavante (G10 364 DRUM).

En cuanto a la producción, los controles de calidad no cumplen con los estándares funcionales, requiriendo re trabajos en lotes importantes. Esto implica desarmar y volver a armar equipos, consumiendo tiempo y recursos. Buscamos identificar la causa raíz mediante un análisis exhaustivo que incluye mediciones, prototipos, certificaciones de piezas y evaluación de procesos de fabricación. El objetivo es encontrar una solución

que permita medir y especificar el desbalance, ofreciendo la mejor solución posible al problema. Se llevará a cabo un diagnóstico y propuestas para establecer límites y condiciones para el proyecto.

Maquinaria

Este es un modelo de alta capacidad, para poder lavar 9/10 kg de ropa (de carga superior), este mismo se fabrica en las plantas de Argentina, Brasil y Chile.

Los equipos de trabajo de los 3 países trabajan conjuntamente analizando el problema para poder encontrar una solución. Es llamativo como el problema afecta Argentina y Chile, en desigualdad con la planta Brasil. Pero para poner en contexto, no todas las plantas son iguales, por eso aquí, queremos destacar que no todas las plantas fabrican de la misma manera, por ejemplo, algunos procesos han sido automatizados en Brasil, también disponen de mucho más personal, y posiblemente más capacitado, entre otras cuestiones.

El lavarropas consta de dos (2) partes bien diferenciadas:

- Parte giratoria
- Parte fija

Parte fija

La parte fija le da estructura al equipo, en ella se montará el conjunto centrífugo, se puede observar en la figura 2, donde vemos la **carcasa exterior**, pudiendo diferenciar 3 piezas. El gabinete, o mueble, que es la chapa central que recubre al equipo, la cual le da estabilidad, la cubierta en la parte superior del gabinete, y, por debajo el zócalo.

En la cubierta se encuentra el tablero de control del lavarropas y toda su parte electrónica.

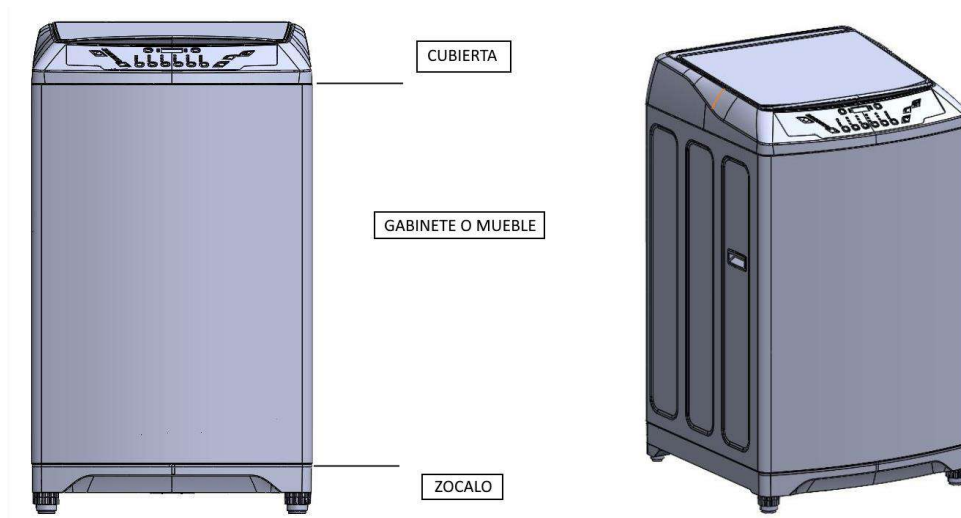


Figura 2 Parte fija del lavarropas de alta capacidad.

Parte giratoria

La parte giratoria, a la que llamamos **conjunto centrífugo**, está compuesta por los anillos plásticos superior e inferior (soldados por calor y presión), el manto centrífugo de chapa (une los anillos superior e inferior con la base centrífugo mediante tornillos), la base centrífuga, y, por último, el soporte de aluminio, comúnmente llamado estrella debido a su forma.

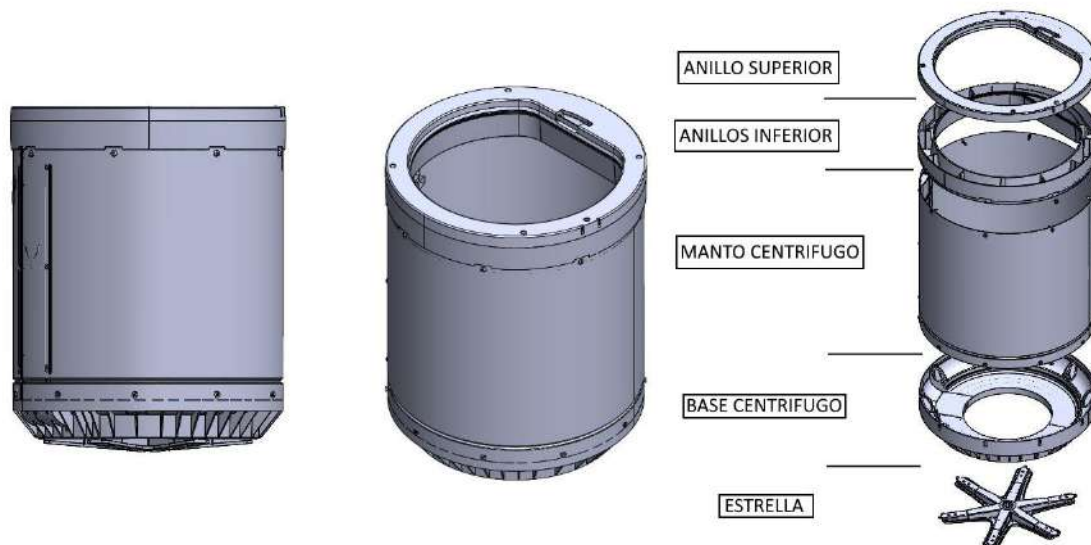


Figura 3 Parte giratoria del lavarropas de alta capacidad.

La parte fija y la móvil se encuentran vinculadas unas con otras, gracias a los amortiguadores (vértices del cuerpo fijo, vinculados al cuerpo), la cuba y la tapa anillo cuba.

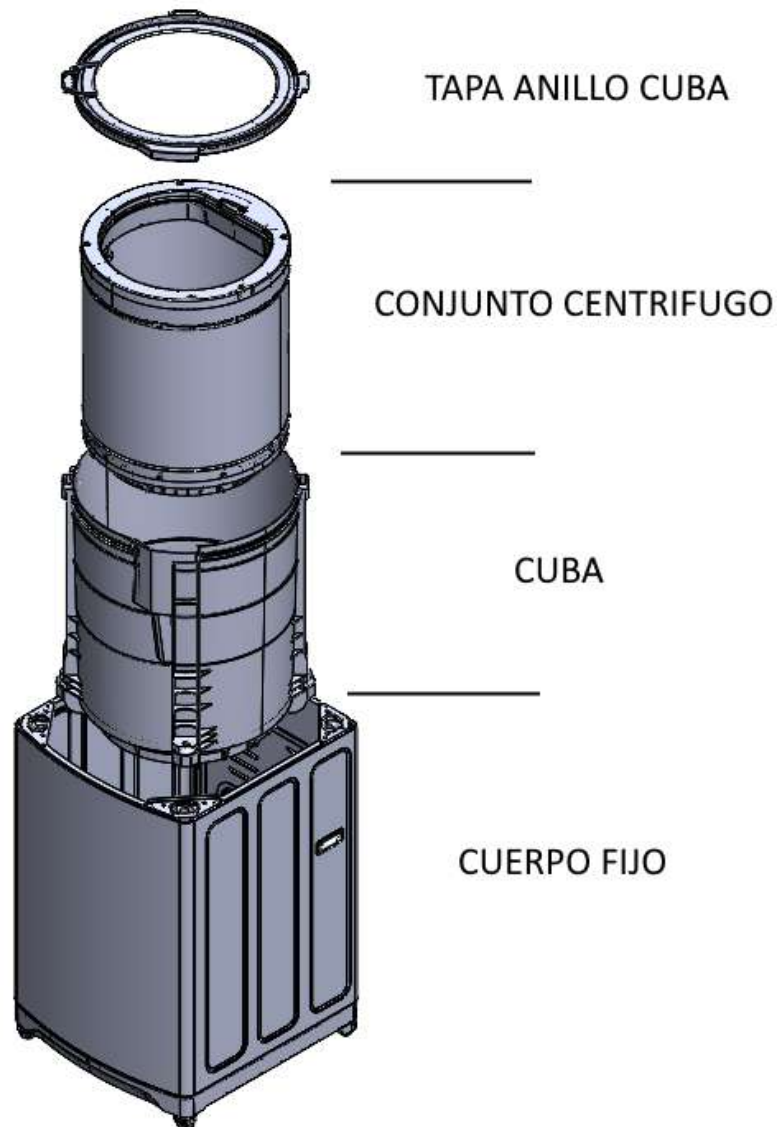


Figura 4 Montaje de parte fija y parte giratoria.

Por último, la cuba se ve vinculada a la caja de engranajes, de la cual sobresale el eje encargado de transmitir el movimiento de giro (lavado y centrifugado). Dicho eje se

encuentra vinculado con la estrella (enclavamiento macho-hembra octogonal), la cual, le transmite el movimiento de giro al conjunto centrifugo, mediante tornillos y tuercas.

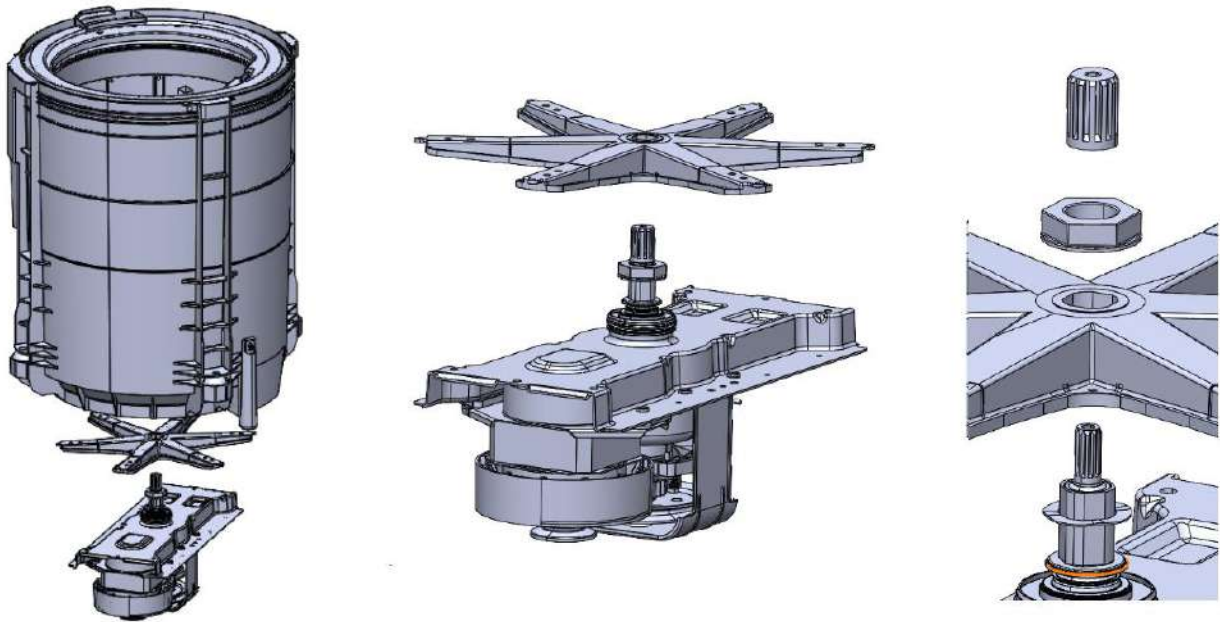


Figura 5 Vinculación de parte fija y móvil, con transmisión del torque.

Diagnóstico

Para el diagnostico, buscaremos las variables involucradas en este problema multicausal, analizándolas por separado en primera instancia, y luego ver si estas se combinan de alguna manera para provocar este comportamiento caótico.

Variables relevantes en el análisis

1. Problemas geométricos de las piezas individuales:
 - Problema de ovalización y falta de planitud del base centrífugo.
 - Problema de ovalización y falta de planitud del anillo de contrapesos.
 - Problema de posicionamiento de agujeros del manto centrífugo.
 - Problema de falta de paralelismo entre caras y de concentricidad en la estrella (soporte centrífugo).
 - Perpendicularidad respecto de la cara mecanizada de la estrella.

2. Problema de ensamblaje de piezas.
 - Refiriéndonos al montaje de las piezas, posiblemente la falta de dispositivos centradores que aseguren una concentricidad entre el anillo de contrapesos y estrella.
 - Tampoco nos aseguran el paralelismo entre las caras de las piezas anteriores. Teniendo una dependencia absoluta de los pernos posicionadores de la base del centrífugo y de los agujeros del manto.

3. Faltas de mecanizados en las piezas.
 - Ninguno de los planos de apoyo, agujeros del manto y pernos posicionadores son mecanizados y por ello no se puede exigir a estas piezas, pequeñas tolerancias geométricas de fabricación; la única pieza que tiene algún mecanizado es la estrella de aluminio.

4. Problemas de montaje entre centrífugo y caja de engranajes para conseguir repetitividad.
 - Al montar y desmontar el conjunto centrífugo, siempre en la misma posición se obtienen diferentes resultados. Es decir, no se consigue la repetitividad al montar las piezas.

5. Problemas de montaje entre centrífugo y caja de engranajes. debido a que no es única la manera de montar.
 - La estrella puede ser montada en diferentes posiciones, al ser una pieza que cumple con una condición de simetría cada 120° , cuando se monta en las distintas posiciones o cuadrantes se obtienen diferentes valores, es decir hay una variación dependiendo el posicionamiento a la hora de montarla.
6. Montaje manual, provoca deformaciones y/o que el producto sea colocado de tal manera que trabaje cruzado.
 - Se aprecian diferencias cuando apretamos con la mano el centrífugo contra la cuba, esto Es una práctica habitual en línea de producción para conseguir bloquear el centrífugo y apretar la tuerca central. provocando deformaciones que influyen en los resultados finales, también al ser el montaje manual este depende mucho de la inclinación que se le da a la hora de la colocación.
7. Diseño.
 - Un problema vigente puede ser el huelgo entre la estrella y el eje de la caja de engranajes que debe existir para el montaje, este posee una arandela inferior con bajo espesor que no garantiza la perpendicularidad del apoyo, además el plano de apoyo de la arandela contra el eje, así teniendo muy poca superficie para plano de apoyo. A la hora del montaje si este conjunto se mueve hacia alguno de los costados se obtienen diferentes resultados.
8. Problemas dimensionales en las piezas desde las especificaciones.
 - Ciertas piezas que forman el conjunto puede que no tengan las medidas con sus tolerancias adecuadas, al revisar los planos se puede ver que los anillos plásticos que son fusionados por soldadura mediante presión y temperatura, están bajo tolerancias que no garantizan que las piezas queden perfectamente unidas.
9. Problema geométrico.

- Puede que el problema sea puramente geométrico, es decir, que por su diseño al girar este provoque el desbalance.

10. Piezas sueltas o con torques inadecuados, o problemas con lubricantes.

- Podría afectar la nivelación del producto.
- Verificar que no exista juego o movimiento axial del centrífugo respecto de la cuba o eje de la caja de engranajes.
- Verificar que ningún amortiguador esté trabado, esté completamente flojo o con falta de lubricante.

11. Maquina rodonadora y emballetadora.

- Realización del trabajo de la rodonadora, puntas abiertas, falta de cilindridad, no buena realización del desarrollo, conicidad, ovalización, desplazamiento de los centros pueden causar que el producto sea defectuoso.

12. Productos deficientes

- Los procesos de validación de las piezas o los materiales, no han sido los correctos. y no se esté garantizando las especificaciones que certifican los productos.

13. Torque remanente en los tornillos.

- Ante torque inadecuado, podría reducir el torque como relajación del material, en funcionamiento sin torque necesario a la larga se deforma y genera excentricidad.

14. Diseño, ubicación del centro de masa.

- Fallas en tolerancias, especificaciones, rediseño, reubicación del centro de masa, no se consigue repetitividad.

15. Mediciones eficientes.

- Lograr conseguir mediciones de calidad con algún método que garantice precisión en los resultados que estamos buscando, para poder hacer nuestro análisis y enfocar las correcciones. Este debe poder ser rápido y eficiente.

Condiciones de contorno

- 1- Costos de aplicar la solución.
 - La idea es que la solución sea aplicable en costos para la empresa, no siendo una gran remodelación del diseño. Sino que actuando sobre algunas variables poder corregirlas para poder estar en especificaciones.
- 2- Descartar problemas como electrónica y correctos modos de uso.
 - Como ser verificar que la carga de ropa coincida con el nivel de agua seleccionado.
- 3- Velocidad de rotación y capacidad de la lavadora
 - Mantener la alta velocidad de rotación, que si bien genera deformación al momento que esta es máxima, trae como aparejada la máxima eficiencia de centrifugado.
 - Capacidad de la lavadora se mantendrá en los valores fijados entre 9-10 kg
- 4- Limitación a lavarropas de carga vertical
 - En el presente trabajo nos limitaremos al estudio del lavarropas de carga vertical, pudiendo contemplar el aprovechamiento de algún recurso o sistema que no sean de este último. Los cuales analizaremos en un estudio del estado del arte a posterior.

Objetivo – Efecto útil deseado.

- 1 Lograr una solución que consiga que el 100% de la producción este dentro de la especificación que tendremos que brindar.
- 2 Lograr encontrar un método eficiente para poder cuantificar el problema.
- 3 Lograr encontrar la causa raíz y/o las variables relevantes que se involucran en el problema.
- 4 Realizar un análisis que permita predecir el comportamiento futuro, y que permita acotar el problema a valores tolerables.
- 5 Encontrar una solución que sea aplicable, eficaz y eficiente. Si bien el desbalanceo no se eliminará al 100%, dejarlo acotado. Buscaremos profundizar, ver si esta depende de algún factor y como se puede mejorar, alterar, corregir o la acción que sea necesaria, y cuanto esto se traduce en costo para la empresa, contemplando el objetivo de que el producto sea competitivo al igual que la solución en términos de rentabilidad.

Efecto útil deseado:

Lograr un diseño en el cual se garantice que la producción se encuentre bajo especificaciones, lo cual se traduce en que no se produzca una desalineación entre los ejes de sus componentes concéntricos, debido a que esto provoca ruidos y vibraciones durante el proceso de centrifugado.

Reflexión.

La solución seleccionada está orientada al diseño, donde se modificará y analizará el conjunto centrifugo, que es precisamente en donde se garantiza la concentricidad y se transmite el torque entre la parte fija y rotatoria, siendo este, clave en la estructura.

Tendremos en cuenta limitaciones para concentrar nuestro estudio como, por ejemplo: fijar velocidad de rotación, tipo de lavadora (carga vertical), capacidad de carga de la lavadora, etc.

Estudio de la problemática.

Una vez visualizado y comprendido como es el conjunto y el montaje del lavarropas, al igual que las variables de interés y nuestras condiciones de contorno, deberíamos estudiar cual es la causa raíz que engloba esta problemática para poder cualificarla y mitigarla.

Introducción a la excentricidad.

Al estudiar los lavarropas y compararlos entre sí, notamos que en aquellos que presentaban esta anomalía, el conjunto centrífugo, al ser montado, no quedaba concéntrico con la parte fija. Este producto se fabrica desde 2015 y no había presentado este conflicto con anterioridad. Más precisamente, el eje de la caja de engranajes, encargado de transmitir el torque, presenta una desalineación con respecto al eje de la estrella que pertenece al conjunto centrífugo.

Si bien el lavarropas muestra esta desalineación también durante el lavado, no genera el mismo efecto negativo que se observa durante el centrifugado. Este comportamiento se vuelve caótico al girar a altas revoluciones (750 rpm), en dicho proceso, razón por la cual nos enfocamos en esta función.

Al quedar girado el conjunto centrífugo, se podía observar desde arriba, con la cubierta del lavarropas colocada, un desplazamiento que evidenciaba esta situación.



El conjunto centrífugo se encuentra inclinado hacia la izquierda, evidenciado por la marca 1, que es más chica que la 2, si estuviera concéntrico el montaje, teniendo en cuenta la simetría de la pieza, no sucedería esta situación.

Figura 6 Conjunto centrífugo montado hacia la izquierda

Una vez identificada la problemática, debíamos determinar en los lavarropas a partir de qué nivel de desalineación podrían funcionar correctamente y cuáles deberían ser re trabajados. Asimismo, aún nos enfrentamos al problema de encontrar una solución para esta situación.

Sin embargo, no era práctico montar todo el equipo para verificar esta desalineación. Por lo tanto, también necesitábamos encontrar una manera de mantener la alineación de los ejes para poder ensamblar los lavarropas. Se llevaron a cabo mediciones en colaboración con el área de Ingeniería de Producto y Calidad. La tarea consistía en medir el desequilibrio. Para estas mediciones, se implementaron diferentes posiciones de montaje y se modificó un componente del equipo, introduciendo uno nuevo.

Se realizarán mediciones en el tacho giratorio del conjunto centrífugo, marcado a lo largo de casi todo su recorrido (véase la figura 7). Este debería estar teóricamente concéntrico con la cuba, donde se monta la caja de engranajes, lo cual es crucial.

Para el análisis, se montará el conjunto centrífugo en diferentes posiciones, determinadas por la estrella (véase la figura 8), que puede colocarse en tres posiciones distintas. El análisis se realizará con el soporte de tres patas, aunque podría hacerse con el de seis; sin embargo, por razones prácticas, resulta más rápido con el primero de estos.



Figura 7 Conjunto centrifugo

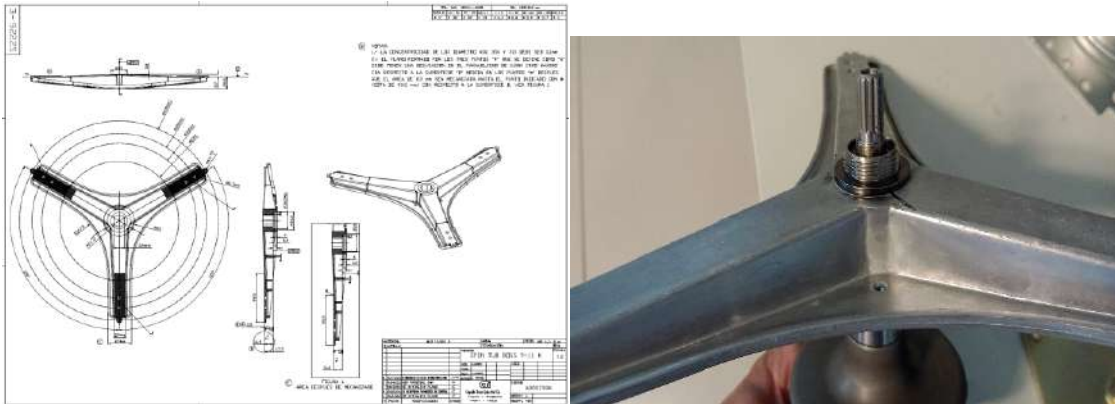


Figura 8 Estrella de 3 patas

La estrella podría colocarse en 3 posiciones, girando 120° cada vez.

Después de esto, se retiró una arandela de presión y se montaron dos arandelas de mayor diámetro (ver figura 9). Estas dos arandelas actuarán, una de cada lado, es decir, una en el lado superior donde se ve el estriado en la figura 8, y la otra en el lado opuesto, formando un sándwich sobre esta pieza. Esto permite mantenerla fija en su posición, tratando de evitar cualquier tipo de movimiento indeseado.



Figura 11 Mediciones en distintas posiciones, para una misma posición de la base de la figura 2.

Con stand. original abajo y stand. sup. de paveses.

Pos 3-4 (Presionado botón y rubro)		Pos 2-3		Pos 3-4		Pos 4	
3 - 59,7	3 - 60,6	3 - 59,6	3 - 60,4	3 - 60,4	3 - 60,8		
4 - 60,2	4 - 60,9	4 - 59,6	4 - 60,7	4 - 60,7	4 - 61,1		
5 - 60	5 - 60,7	5 - 59,9	5 - 60,4	5 - 60,2	5 - 61,4		
6 - 60,3	6 - 60,5	6 - 60	6 - 60,7	6 - 60,9	6 - 61,6		
7 - 60,2	7 - 60,9	7 - 60	7 - 59,9	7 - 60,7	7 - 61		
8 - 60,3	8 - 60,1	8 - 60,6	8 - 59,9	8 - 60,5	8 - 60,6		
9 - 60,7	9 - 59,9	9 - 60,7	9 - 59,4	9 - 60,2	9 - 60,2		
10 - 60,5	10 - 59,4	10 - 60,9	10 - 59,3	10 - 59,7	10 - 59,6		
11 - 60	11 - 59	11 - 60,4	11 - 58,9	11 - 59	11 - 58,6		
12 - 60,1	12 - 58,8	12 - 60	12 - 59	12 - 58,7	12 - 58		
13 - 60,1	13 - 59,2	13 - 59,9	13 - 59,9	13 - 58,6	13 - 58,1		
14 - 59,9	14 - 59,5	14 - 60,1	14 - 59,7	14 - 58,8	14 - 58,3		

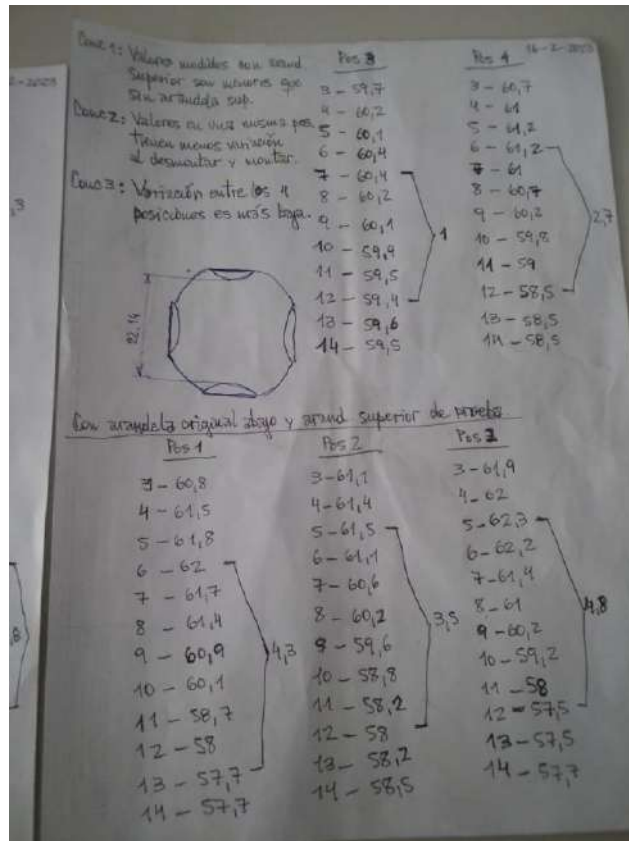


Figura 12 Datos recolectados a mano para los distintos ángulos en cada posición de la base metálica, con y sin la modificación de las arandelas

Se obtuvieron una serie de conclusiones:

Conclusión 1: los valores medidos con las arandelas nuevas son menores.

Conclusión 2: los valores en una misma posición de la base metálica presentan menos variación al montar y desmontar.

Conclusión 3: la variación entre las 4 posiciones es más baja.

Sin embargo, esto no fue suficiente para llegar a una solución. Además, el método resultó ser muy lento, tedioso y dependiente en gran medida de la habilidad del operador para obtener una muestra y extraer más conclusiones.

Por lo tanto, se tuvo que buscar otra alternativa, que consistió en implementar un sensor de alta sensibilidad.



Figura 13 Sensor para la recolección de datos.

En Brasil se ha implementado el uso de esta medición con un dispositivo que fue creado allí, teniendo el inconveniente de tener que desmontar la tapa del anillo de la cuba (ver figura 14). Por ello, buscamos una solución mejorada, de diseño y montaje sencillos, sin necesidad de desmontar la tapa para cada medición.



Figura 14 Solución implementada en Brasil.

Para implementar una nueva solución mejorada, que implicaba adaptar el sensor al dispositivo, fue necesario realizar mediciones y revisar los planos para crear un nuevo prototipo. Esto permitiría medir sin tener que desmontar la cubierta, creando así un dispositivo más compacto y de montaje rápido que albergara al sensor (ver figura 15). Esta solución permitiría realizar los retrabajos de manera más rápida, así como llevar a cabo un control en la línea de producción. El funcionamiento consiste en colocar el sensor en la parte fija y, al girar manualmente la parte móvil, se puede observar cuánto se alejan ambas partes.

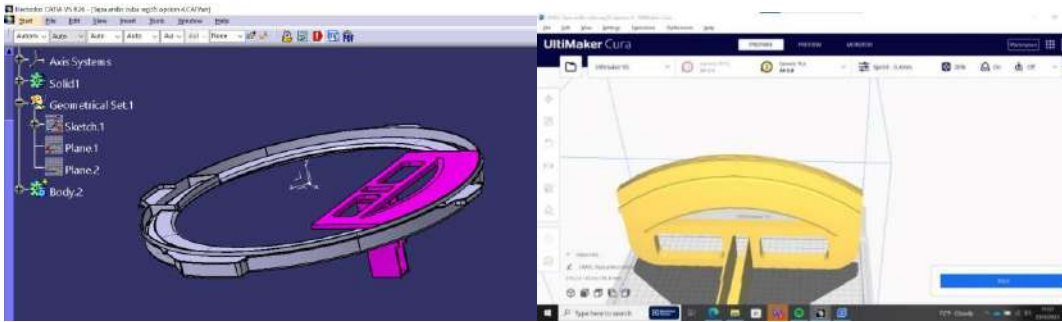


Figura 15 Diseño del nuevo prototipo

La decisión de hacer estas pruebas con el lavarropas sin estar girando a altas revoluciones, es efectiva. Fue comprobada en la práctica y es muy eficiente, ya que esta situación de desalineación se da tanto a altas revoluciones, como a bajas, pero con el incremento de las rpm, el comportamiento se vuelve caótico.

En la práctica, y de manera empírica se establecieron valores para los cuales podemos obtener un buen lavarropas, donde no existan ruidos, vibraciones y posteriores roturas de piezas.

Estos estudios empíricos fueron realizados con el método START-STOP-SPIN, que se realiza 5200 ciclos de centrifugado, simulando el ciclo de vida del lavarropas.



Figura 16 Mediciones de excentricidad

En la figura 16, se presenta el dispositivo diseñado en 3D, el cual alberga el sensor, y haciendo girar el conjunto centrífugo a mano, entrega la medición al instante mostrando una gráfica tiempo vs distancia.

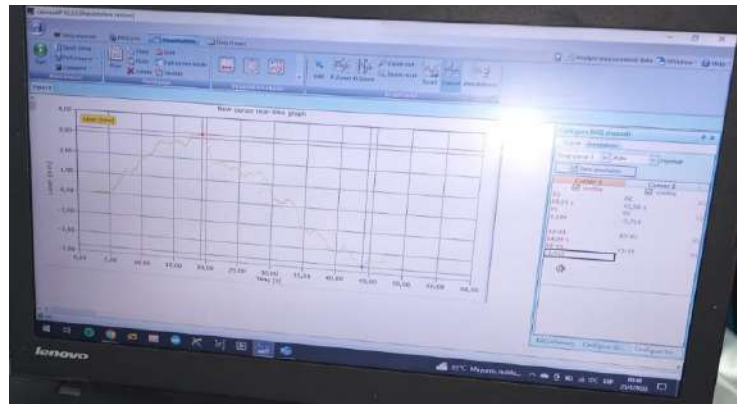


Figura 17 Mediciones de excentricidad en software.

Para precisar esta medición mostramos una imagen donde se mide esta excentricidad, midiendo cuanto se aleja y acerca el conjunto giratorio, luego de hacerlo girar sobre si 300° (evitando la parte de la gaveta de detergente).

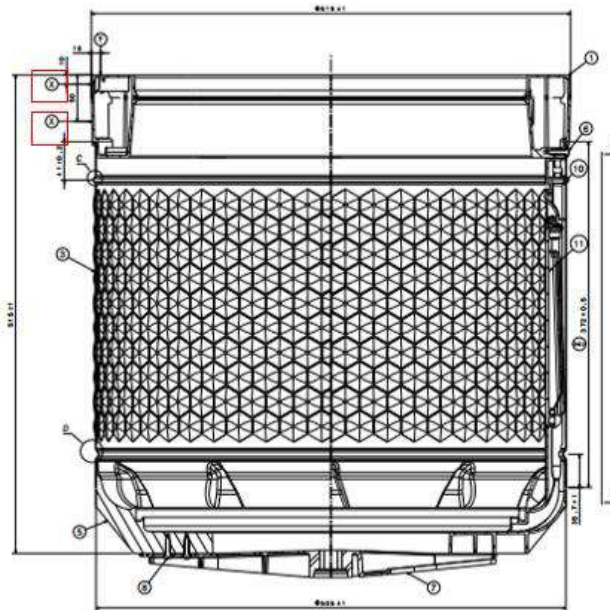


Figura 18 Puntos de medición de la excentricidad recuadrados en rojo-vista en corte del conjunto centrifugo.

A partir de lo desarrollado se ha estado trabajando en como radicar el problema, es por ello, que nos pareció buena idea continuar y profundizar aún más este fenómeno que se presenta en la empresa, de manera que el desarrollo pueda complementarse, y/o agudizar el avance de la empresa o encontrar una solución.

Antecedentes del problema y valores establecidos.

Para estudiar este fenómeno de desbalanceo, se realizaron mediciones sobre una población de 400 lavarropas, de un lote bastante defectuoso, obteniendolos siguientes resultados:

	POBLACION DE MUESTRA		
CANTIDAD	424		
PROMEDIO DE EXCENTRICIDAD		PARCIAL	TOTAL
Dentro de especificación (menor a 3,5mm)	235		55%
Promedio Excentricidad [mm]:	2,39		
Entre 0 y 2mm	91	39%	21%
Entre 2 y 3,5mm	144	61%	34%
Fuera de especificación (mayor 3,5mm)	190		45%
Promedio Excentricidad [mm]:	5,32		
Entre 3,5 y 6mm	112	59%	26%
Entre 6 y 8mm	53	28%	13%
Entre 8 y 10mm	14	7%	3%
Valor Max. Excentricidad [mm]	10		

Tabla 1 Muestreo de la población.

DENTRO DE ESPECIFICACIÓN	FUERA DE ESPECIFICACION
0 a 2mm: Muy buen producto, no tiene vibraciones.	3 a 6mm: producto con muchas vibraciones, pero funcional
2 a 3,5mm: producto aceptable, tiene vibraciones aceptables	6 a 8mm: producto golpea mucho, no puede funcionar.
	8 a 10mm: producto con ruido en vacío, sin carga.

Tabla 2 Calificación según excentricidad.

Los valores establecidos fueron por decisión del departamento de ingeniería, que luego de realizar los testeos de vida acelerado, decidió colocar esos valores al ver el comportamiento del equipo en cuestión.

Mercado

Para el análisis de mercado, se tomaron datos actuales, los cuales están representados por las principales marcas que poseen mercado en los lavarropas de carga superior y carga frontal. Estos se representan mes a mes, con colores indicando cada una de las marcas. Cabe destacar que algunas de ellas son segundas marcas y, por ello, no compiten directamente entre sí, constituyendo estrategias de venta. Estos son los casos de Whirlpool y Eslabón de Lujo, siendo esta última la segunda marca de la primera, o el caso de Electrolux y Gafa, siendo esta última una marca con muchos años de ocupación y participación en el mercado, mientras que la primera se presenta como una marca más novedosa con diseños nuevos.

El siguiente gráfico de barras representa el detalle del mercado y la participación que data desde diciembre de 2022 hasta diciembre de 2023. En él se reflejan las unidades vendidas, dejando de lado el valor que posee cada una. Es una manera de poder observar cómo se inclina el mercado en la selección de su lavadora, aunque no refleja directamente las ganancias del mercado.

**Las siglas TLWM (Top Load Washing Maching)*

**Las siglas FAWM (Front Automatic Washing Maching)*

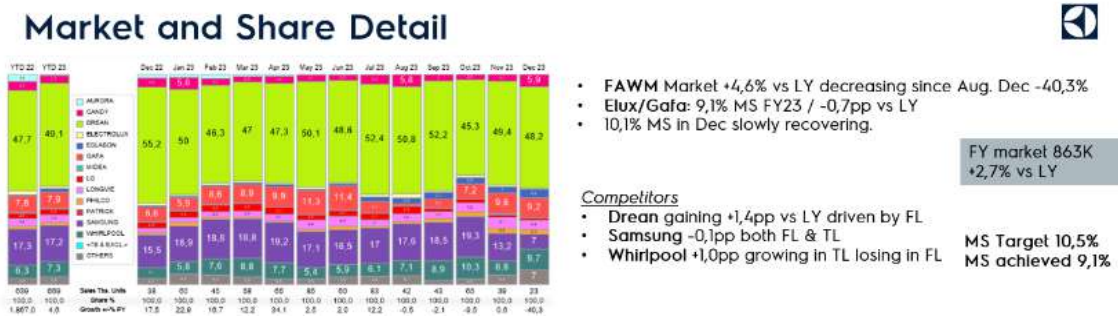


Figura 19 Participación en el mercado de lavarropas de carga frontal.

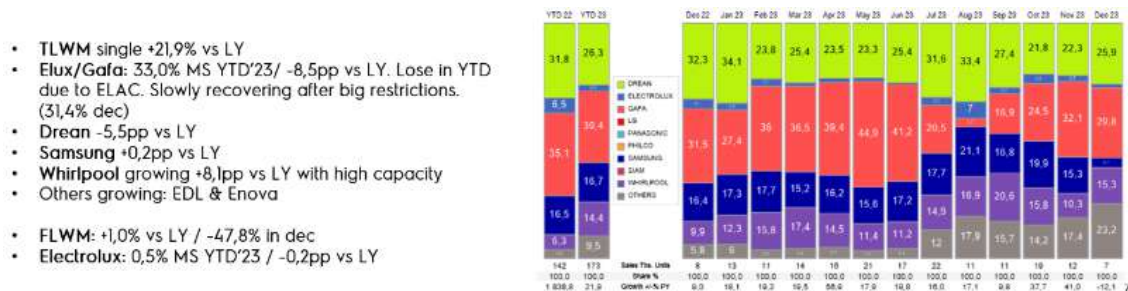


Figura 20 Participación en el mercado de lavarropas de carga superior.

En los gráficos anteriores se observa que, en la categoría de carga superior, Dreoan predomina en el mercado como líder, seguido por Samsung y Whirlpool. En cambio, en la categoría de carga frontal, los líderes son Gafa y Electrolux, con Samsung y Dreoan como sus competidores más cercanos.

El indicador "LY" (Last Year) representa las ventas en comparación con el año anterior, lo que permite conocer si se mantiene la tendencia.

Por otro lado, se pueden apreciar las unidades vendidas en los años 2022 y 2023 en el gráfico de barras, expresadas en miles. Al igual que en el gráfico anterior, estas cifras no reflejan cómo se distribuye el ingreso total por las ventas de lavadoras, ya que se desvinculan del valor unitario de cada producto. Esto significa que una marca con menos ventas, pero con un producto más caro y un margen de ganancia porcentual más alto podría generar igual o más ganancias en comparación con otra marca que tenga un mayor volumen de ventas.

Para analizar las ganancias obtenidas y plantear posibles mejoras, se puede utilizar la metodología "Cost Out" para determinar el costo de implementar la mejora y el tiempo necesario para recuperarlo.

Es importante destacar que una mejora no solo debe considerar el objetivo de recuperar la inversión, sino también el de mejorar el producto. Esto puede tener beneficios adicionales, como una reducción en los costos de reparación futuros (SCR, por sus siglas en inglés). De esta manera, se obtiene un producto de mejor calidad, lo que contribuye a mejorar la imagen de la marca y del producto, lo que a su vez puede generar mayores ventas.

Al momento de llevar a cabo una mejora, es fundamental analizar si habrá costos adicionales en futuras producciones y en su implementación, así como estudiar su rentabilidad.



Figura 21 Ventas por año, en miles de unidades.

Pudiendo ver como se dividen estas ventas por producto, veremos como impacta la solución aplicada, en nuestro caso actuaremos sobre los lavarropas de 9 y 10 kg.

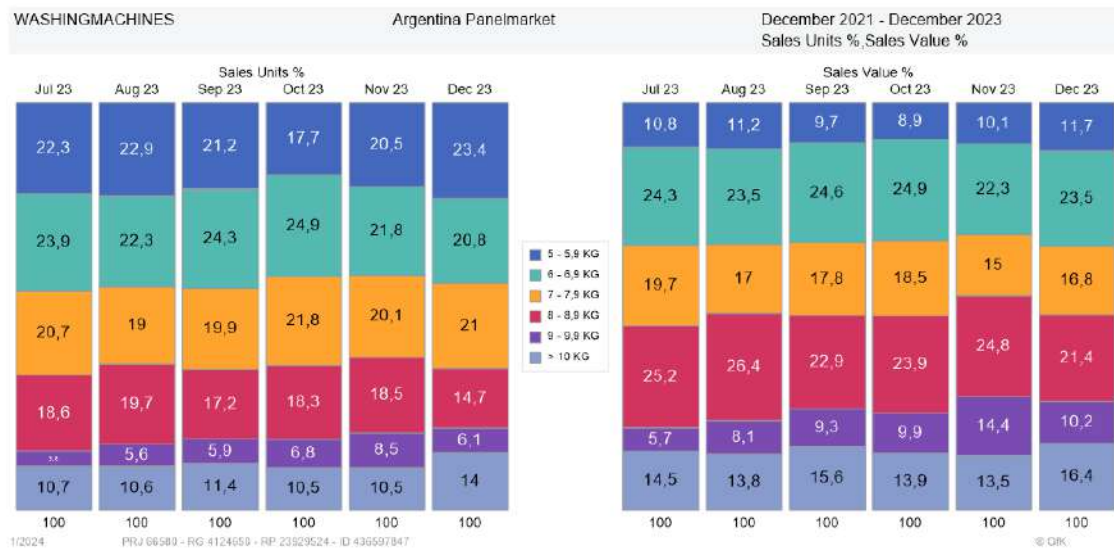


Figura 22 Repartición de las ventas según tipo de lavarropas.

Análisis causa- efecto.

- **Factor:** hace referencia a la incidencia.
- **Causa directa:** que tanto afecta en cuestión.
- **Solución:** si soluciona el problema.
- **Factible:** que tan posible es de ser llevada a cabo la solución.
- **Medible:** si se puede medir.
- **Bajo costo:** Si la solución es viable económicamente.

Estos criterios serán parametrizados según:

- **Bajo**
- **Medio**
- **Alto**

Entre las opciones que presentan mayor relevancia, identificaremos nuestra o nuestras causas raíz. Posteriormente, llevaremos a cabo un análisis exhaustivo y una reflexión sobre los resultados obtenidos.

En este tipo de problemas, resulta complicado identificar o medir cada una de las causas, ya que muchas de ellas están interconectadas. Esta interrelación dificulta el análisis individual de cada variable, desligándola del resto.

Por consiguiente, evaluamos la parte cualitativa del problema, deducimos cuáles son las variables más influyentes y/o en cuáles tenemos la posibilidad de intervenir o corregir. Esto nos permite tener un mayor control y alcanzar predicciones más precisas. En este enfoque, evaluamos la situación como un todo en lugar de considerar cada causa de manera aislada, suponiendo que estas operan de manera independiente.

Análisis cualitativo.

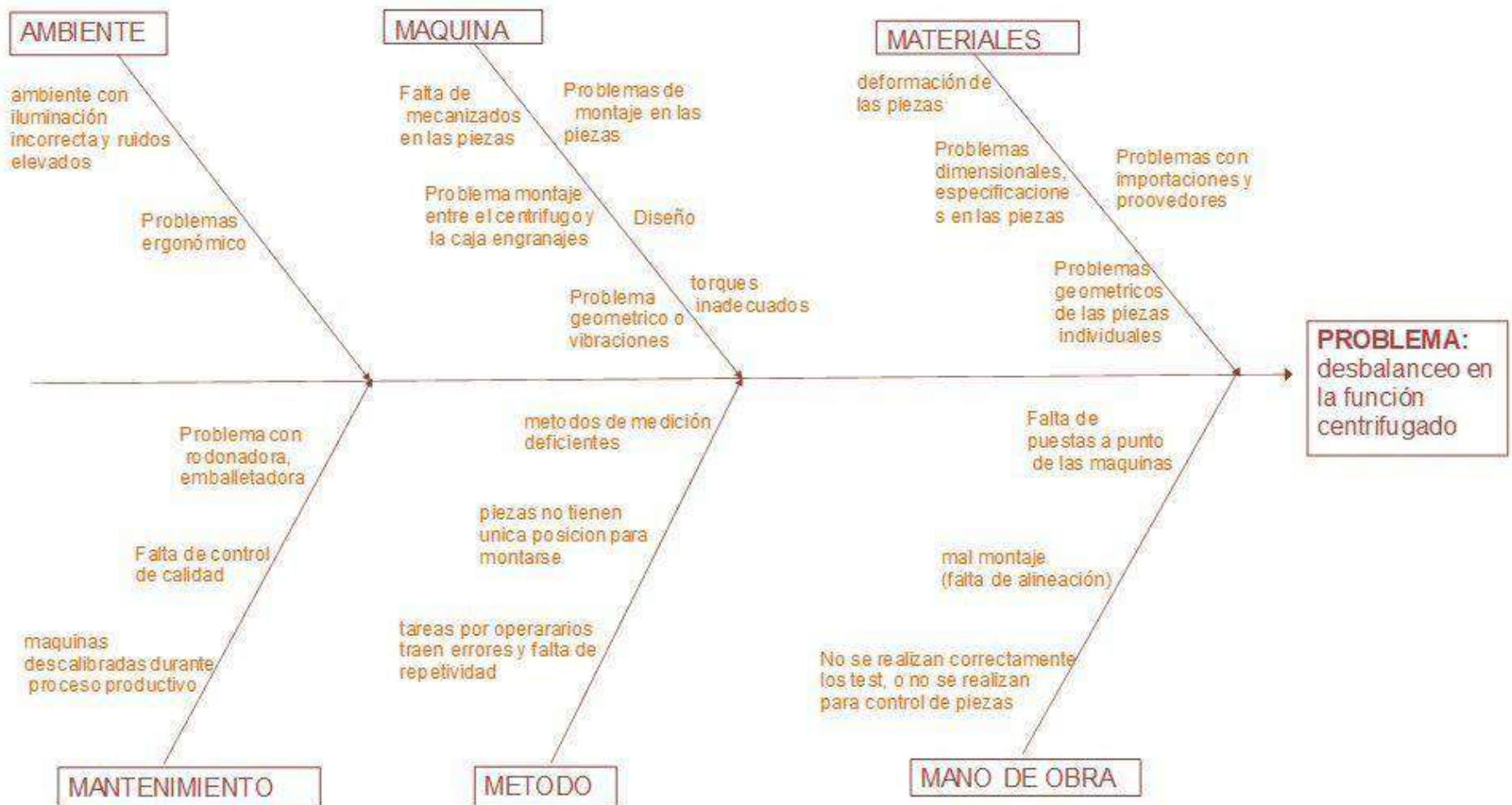


Figura 23 Diagrama de Ishikawa, del problema de desbalanceo en el centrífugo

Análisis cuantitativo

Causa	Soluciones	Criterios						Totales
Ambiente	soluciones	Factor	Causa directa	Soluciones	Factible	Medible	Bajo costo	Totales
Ambiente con iluminación incorrecta y ruidos elevados	Mejor iluminación, trabajar con el dpto de ergonomía	1	1	3	3	1	2	11
problemas ergonómicos	Mejorar el lugar de trabajo y las condiciones, para que los operarios trabajen mas cómodos	2	1	2	2	1	1	9
Maquinaria	Soluciones	Factor	Causa directa	Soluciones	Factible	Medible	Bajo costo	Totales
Falta de mecanizados en las piezas	mecanizar más y mejor las piezas	3	2	3	3	3	1	15
Problema de montaje en las piezas	implementar dispositivos de montaje o automatizar	2	3	2	2	2	1	12
montaje centrífugo-caja de engranajes	Buscar metodo para lograr repetitividad	2	2	2	2	1	2	11
diseño	Cambio de diseño, desde forma del anillo, hasta agregar arandelas, muchas posibilidades	3	2	2	3	2	2	14
problema geometrico o vibraciones	Probar empiricamente o con software mediante simulaciones	2	2	2	1	3	2	12
Torques inadecuados	mejores maquinas, mejores lubricantes, mejorar aplicación de estos	2	2	2	3	1	2	12
Mantenimiento	Soluciones	Factor	Causa directa	Soluciones	Factible	Medible	Bajo costo	Totales
Problema con rodonadora, emballetadora	hacer puestas a punto, mantenimiento mas seguido	2	2	2	1	2	2	11
Maquinas descalibradas durante proceso productivo	Hacer mas mantenimiento o distinto tipo	1	1	3	3	2	2	12
Falta de control de calidad	Implementar mas y/o mejores controles	2	2	2	3	3	2	14
Materiales	Soluciones	Factor	Causa directa	Soluciones	Factible	Medible	Bajo costo	Totales
Deformación de las piezas	Analisis de los torques necesarios, estudios de elementos finitos, pruebas en campo.	2	3	2	3	3	1	14
Problemas dimensionales, especificaciones en las piezas	Revisar planos, hacer controles de calidad, analisis de estos	3	3	3	3	3	2	17
Problemas geometricos de las piezas individuales	Mas controles de calidad, revisar procesos de inyecciones en plastico	2	2	2	2	3	1	12
problema con importaciones, problemas con proveedores	analisis de proveedores, controloes y analisis con dpto de calidad	3	3	3	2	3	2	14

Método	Soluciones	Factor	Causa directa	Soluciones	Factible	Medible	Bajo costo	Totales
Metodo de mediciones deficientes	implementar dispositivos de medición/metodos, faciles y rapidos para la linea	2	2	3	3	3	1	14
Piezas no tienen unica posición de montaje	estandarizar	2	2	3	3	3	3	16
Tareas por operarios traen errores y falta de repetitividad	Automatizar procesos	2	1	2	1	1	1	8
Mano de obra	Soluciones	Factor	Causa directa	Soluciones	Factible	Medible	Bajo costo	Totales
Faltas de puestas a punto de las máquinas	Mas mantenimiento, capacitación, prestar mas atención	2	1	2	2	2	1	10
Mal montaje(falta de alineación)	Mejores empleados, mas capacitados, implementar dispositivos de montaje, disponer de mejores herramientas y analizar torques necesarios	3	3	3	2	3	2	16
No se realizan correctamente test, o controles en las piezas	poner un supervisor	2	2	2	2	1	2	11

Tabla 3 Análisis cuantitativo de cada uno de los aportes y posibles soluciones.

Análisis descriptivo.

La problemática se presenta en la maquinaria, y se identifican tres causas principales:

1. Falta de mecanizados en las piezas (15 puntos)
2. Problema de montaje en general (12 puntos)
3. Diseño (14 puntos)

Para abordar estas causas, se proponen las siguientes acciones:

1. Mecanizar las piezas de manera más precisa y completa.
2. Implementar dispositivos de montaje o automatización.
3. Rediseño de los componentes y/o nuevas piezas que optimicen los conjuntos.
Existen diversas alternativas explorar.

La problemática se encuentra en el área de **materiales**, y se identifican las siguientes causas:

1. Deformación de las piezas (14 puntos)
2. Problemas dimensionales y especificaciones de las piezas (17 puntos)
3. Problemas con importaciones de Proveedores (14 puntos)

Para abordar estas causas, se proponen las siguientes acciones:

1. Realizar un análisis de los torques necesarios, llevar a cabo estudios de elementos finitos y realizar pruebas en campo.
2. Revisar los planos, implementar controles de calidad y realizar análisis exhaustivos.
3. Realizar un análisis de los proveedores, implementar controles y llevar a cabo análisis en colaboración con el departamento de calidad.

Dentro de las problemáticas identificadas en el **método**, se destacan las siguientes causas:

1. Método de mediciones deficientes (14 puntos)
2. Piezas sin única posición de montaje. (16 puntos)

Para abordar estas causas, se proponen las siguientes acciones:

1. Implementar dispositivos de medición y métodos que sean fáciles y rápidos de utilizar en la línea de producción.
2. Establecer estándares claros y bien definidos para el montaje.

En cuanto a la **mano de obra**, se identifica una causa:

1. Mala aplicación de los torques y montaje deficiente (falta de alineación) (16 puntos)

Para abordar esta causa, se proponen las siguientes acciones:

1. Contratar y capacitar empleados de mayor calidad, implementar dispositivos de montaje, proporcionar mejores herramientas y realizar un análisis exhaustivo de los torques necesarios.

En el área de **mantenimiento**, se identifica una causa:

1. Falta de control de calidad (14 puntos)

Para abordar esta causa, se sugieren las siguientes acciones:

1. Implementar más y/o mejores controles, utilizar equipos de medición mejorados y considerar la posibilidad de tercerizar algunas mediciones.

Reflexión

Las causas del problema están distribuidas en varias áreas, y se analizará lo que ocurre en cada rama del diagrama de espina de pescado.

En el caso de la **maquinaria**, se identificaron 3 categorías principales, siendo la falta de mecanizado y el diseño, las más relevantes en términos de ponderación. Aunque la causa relacionada con el montaje no obtuvo una puntuación alta, se decidió incluirla debido a las soluciones planteadas y su importancia fundamental. La solución para el montaje puede ser difícil de implementar en muchos casos, ya que requiere inversión y horas de ingeniería. Aunque se han aplicado automatizaciones en varias plantas, el problema persiste, y los dispositivos de montaje han dado resultados, pero requieren mayor estudio. En cuanto a las dos primeras causas en el grupo de **maquinaria**, es importante tener en cuenta que son costosas de aplicar, ya que aumentan el costo por producto. Un producto mecanizado y ajustado en todas sus tolerancias puede obtener buenos resultados, pero puede romper la condición de competitividad del producto. Por lo tanto, se debe ser preciso en la selección de las piezas a ajustar. Los cambios en el diseño también pueden tener un impacto significativo en el precio del producto, ya que requieren tiempo, estandarización de operaciones, comunicación con proveedores y una comprensión clara de los cambios a realizar. La empresa debe evaluar cuidadosamente si está dispuesta a realizar estos cambios, considerando sus implicaciones económicas.

En relación a los **materiales**, se identificaron tres causas, siendo la deformación de las piezas la que obtuvo una ponderación más alta. Para abordar esta causa, es importante realizar un estudio exhaustivo de los torques necesarios durante el montaje, de manera que no se deformen los materiales y las piezas queden adecuadamente ajustadas. También se debe tener en cuenta la posibilidad de cambiar el tipo de material utilizado. Otra cuestión en relación a los materiales es que las piezas pueden no coincidir en medidas al ser montadas, lo cual puede provocar deformaciones o falta de unión. Esto puede solucionarse mediante un análisis más detallado de las cotas y la mejora en la precisión del montaje.

En la rama de **métodos**, se identificaron dos causas, y es fundamental abordarlas. Por un lado, se debe estandarizar la posición de montaje de las piezas para garantizar la repetitividad y eliminar posibles asimetrías. Por otro lado, el método de medición es crucial para corregir el problema. Es necesario contar con un método eficiente, rápido y fácil de utilizar en la línea de producción, lo que permitirá identificar variaciones en los resultados y tener un mayor control sobre el proceso.

En cuanto a la **mano de obra**, es importante abordar la causa de la mala práctica en el trabajo manual. Los cambios en el personal, como la jubilación o la salida de operarios con experiencia en puestos clave relacionados con el montaje, pueden haber contribuido al problema. Es fundamental buscar independizarse de esta situación y asegurarse de que el correcto montaje del lavarropas no dependa únicamente de la habilidad individual

de los operarios. Se deben establecer procesos y estándares claros para garantizar que el lavarropas se monte correctamente y evitar desbalanceo o excentricidad.

En relación a los torques, es necesario enfocarse en la aplicación precisa del torque. El uso de herramientas más especializadas y de mayor precisión puede ayudar a aplicar un torque exacto, evitando deformaciones en las piezas. Es crucial determinar el torque correcto para asegurar la correcta unión del conjunto centrífugo (tacho) con el eje de la caja de engranajes.

En cuanto al **mantenimiento**, es importante abordar los controles de calidad que incumben a este departamento. Puede haber situaciones donde los controles no estén midiendo correctamente o no estén analizando adecuadamente ciertas variables o variabilidades que pueden estar contribuyendo al problema. Implementar más y/o mejores controles, así como mejorar los equipos de medición, son acciones fundamentales para garantizar una adecuada calidad en el proceso de fabricación. También se puede considerar la tercerización de algunas mediciones si es necesario contar con especialistas externos para obtener resultados más precisos y confiables.

Ya habiendo realizado un análisis global del problema, teniendo en cuenta estas consideraciones, vamos a enfocarnos a lo que nosotros vemos que es el componente más crítico en esta situación. Haciendo un análisis del porque no estaría cumpliendo su función correctamente, y cuáles son las variables comprometidas, y como afectan sobre el producto.

Situación crítica

Para abordar esta situación, tomando en consideración el análisis previo, se procederá a examinar el montaje y la configuración de la pieza crítica, que es la estrella. Es evidente que la mayoría de las problemáticas se concentran en esta área, y mediante modificaciones adecuadas podríamos resolver estos problemas.

En primer lugar, es importante señalar que los productos de alta capacidad suelen utilizar estrellas de 6 o 3 puntas. Para nuestro análisis, nos enfocaremos en la opción de 3 puntas.

Basándonos en los estudios previamente mencionados y en el análisis del proceso productivo de las piezas de mayor importancia para garantizar un centrado adecuado de los componentes, como es el caso de la estrella, podemos observar que esta no solo

transmite el torque generado por la caja de engranajes, sino que también debe asegurar un correcto apoyo del tambor (paralelismo), de modo que este sea concéntrico al eje de transmisión.

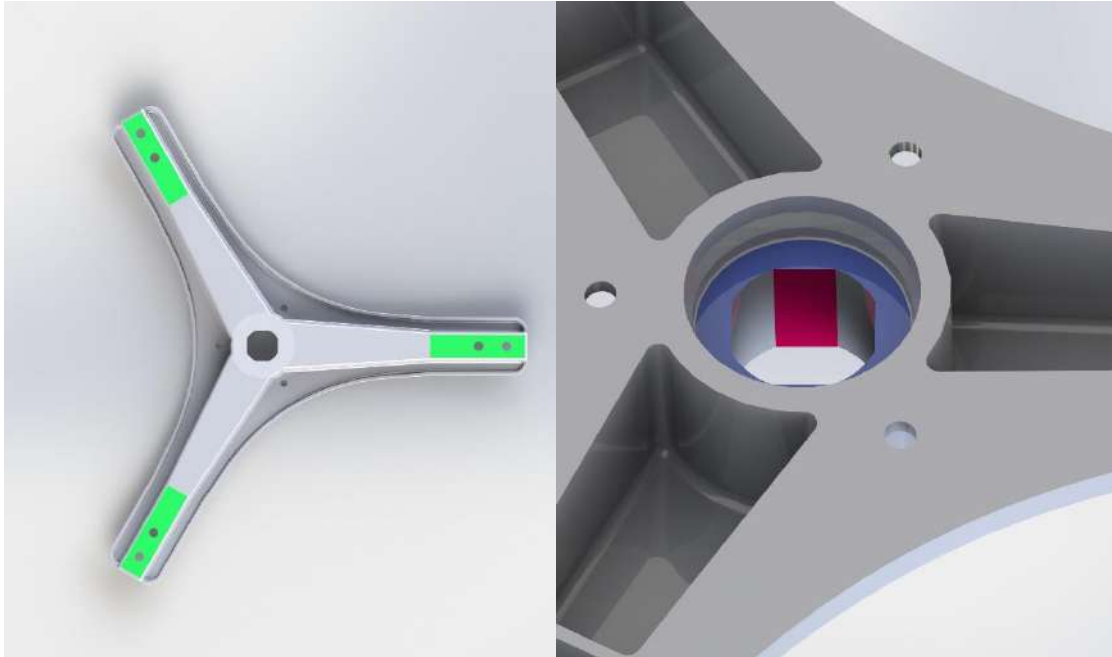


Figura 24 Modelización de la estrella.

La estrella es una pieza obtenida mediante la inyección de aluminio, en ella se destacan tres superficies de alta importancia. Como vemos en la imagen anterior, la superficie **verde**, es el lugar donde apoya el tambor, la superficie **roja** es la cavidad octogonal (obtenida mediante brochado) que transmite el torque de la caja de engranes mediante el contacto con el eje, y la superficie **azul**, lugar donde apoya la estrella con el eje de transmisión.

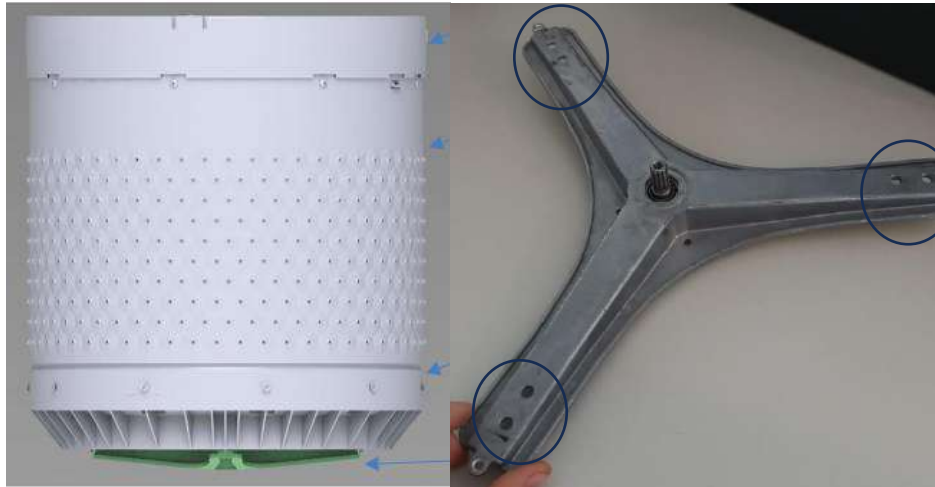


Figura 25 Montaje de la estrella

Sobre la estrella está montado el conjunto centrífugo, lo cual genera uno de los problemas principales: la falta de mecanizado en la base del tambor (tacho). Esta base debe tener sus caras en contacto con las caras planas de la estrella (marcadas en la figura 25).

La estrella está fabricada en aluminio y la base del tambor en polipropileno. Si ninguna de estas dos piezas tiene sus caras de contacto mecanizadas, y si estas no están estrictamente paralelas, no lograrán un apoyo completo, lo que generará deformaciones debido a los torques producidos por los tornillos que sujetan la estrella a la base. Además, esta situación puede agravarse en caso de que la estrella tenga más patas.

A esto se suma otra variable relevante que es la perpendicularidad (figura 24) entre las caras rojas y las azules. La única cara mecanizada es la azul, por lo tanto, utilizaremos esta como referencia para nuestras cotas y tolerancias.

Sobre estas caras rojas apoyarán las caras del eje que transmite el torque.



Figura 26 Eje sobre saliendo de la caja de engranajes y cara mecanizada de la estrella.

Para nuestro primer estudio comparamos e hicimos un análisis del cálculo en máxima materia (entre el eje y la estrella), observando una inconsistencia en el montaje, que produce un enclavamiento, derivando en una inclinación del conjunto en un cierto ángulo, perdiendo la verticalidad.

En la siguiente imagen podemos observar un posible caso de dimensionamiento y montaje del eje con el centro de la estrella, donde el eje se encuentra en su diámetro máximo y el agujero en su diámetro mínimo, generando un enclavamiento de estos componentes, lo cual se traduce en excentricidad.

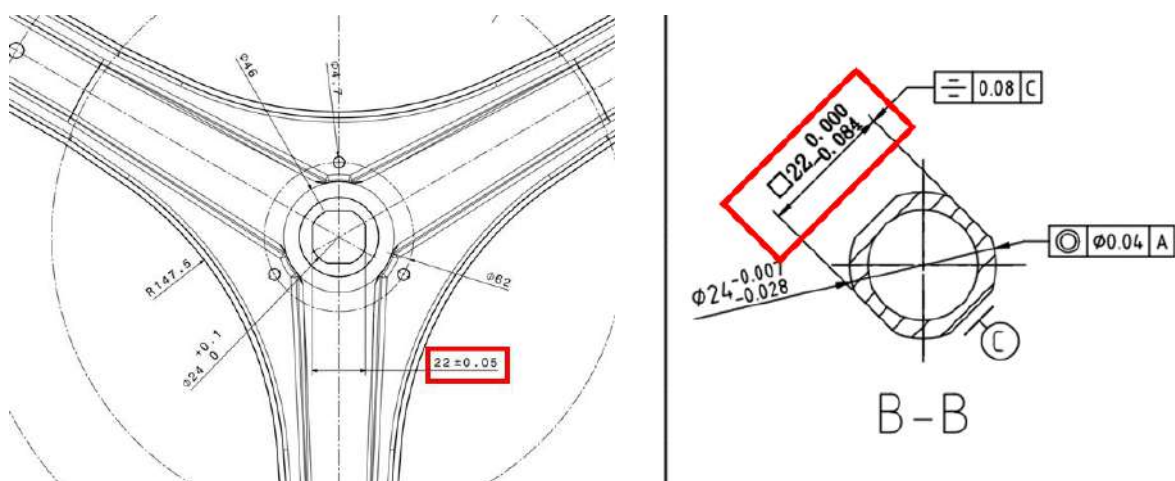


Figura 27 Recortes de plano de la estrella y eje.

Por ejemplo: la dimensión del soporte es de 22,05 mm, la dimensión del eje es de 22 mm y la perpendicularidad es de 0,15 mm, esto hará que el fondo se desplace si el soporte no está en contacto con el eje, lo que afectará el descentramiento.

Luego de focalizar el problema, se hizo un importante hallazgo donde se ve que hay una relación directa de la excentricidad en relación a la perpendicularidad, esta se puede ver en el cálculo de la figura 30, donde se muestra que por cada 0,3 mm de perpendicularidad (tolerancia geométrica) se obtiene un ángulo de $0,84^\circ$. Considerando la altura total del tacho de 660 mm, esta será una variable fundamental en nuestro análisis.

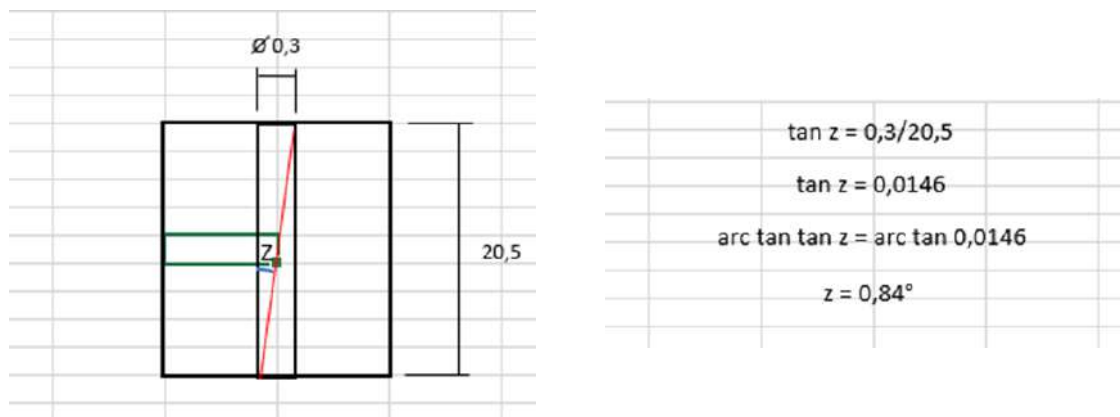


Figura 30 Cálculo trigonométrico.

Todo esto teniendo en cuenta los cálculos teóricos, pero debemos considerar el proceso constructivo y los datos que arrojan estos mismos, para saber si estamos trabajando en los márgenes superiores o inferiores de estas tolerancias.



Figura 31 Brochado de la estrella, mecanizado y medidor de planitud con comparador

En el proceso de fabricación, la estrella se produce mediante conformado de aluminio. Posteriormente, se retira del molde y se somete al proceso de brochado, como se muestra en la imagen 31. Luego, se lleva a cabo un rectificado en la cara azul, mencionada en la figura 24. A continuación, se mide la planitud utilizando un palpador. En caso de que la planitud no esté dentro de los valores esperados, el operario realiza una pequeña corrección mediante golpes sobre estas caras.

La variable de perpendicularidad es de suma importancia, por lo que se mide en planta para evaluar cómo se está llevando a cabo el proceso de brochado y para determinar si el error podría provenir de este paso. Para realizar esta medición, se emplea una herramienta de alta precisión llamada Brazo Faro, con la cual podemos medir ambas variables de interés.



Figura 32 Mediciones de la perpendicularidad

Se llevaron a cabo mediciones en las caras de las estrellas para observar el ángulo de inclinación y determinar si era positivo o negativo, así como su magnitud. Este análisis se realizó para determinar si el problema proviene de una desviación o si es simplemente imposible alcanzar la precisión deseada.

Este enfoque permitirá discernir si las desviaciones observadas son consistentes con las tolerancias de fabricación y si están dentro de los límites aceptables. En caso de que las mediciones muestren desviaciones significativas fuera de las tolerancias especificadas, se podrán identificar las causas subyacentes y tomar medidas correctivas adecuadas en el proceso de producción.

IDENTIFICACION	PERPENDICULARIDAD (CARA)				
	1	2	3	4	TOTAL
AA Med 1	90,324	89,914	89,565	89,897	0,435
AA Med 2	90,323	89,829	89,572	89,938	0,428
AB Med 1	90,235	89,639	89,686	90,14	0,361
AC Med 1	90,366	89,74	89,546	90,07	0,454
AD Med 1	90,224	89,735	89,687	90,085	0,313
AE Med 1	90,257	89,662	89,631	90,221	0,369
AF Med 1	90,107	89,944	89,892	89,907	0,108
AG Med 1	90,046	89,71	89,906	90,133	0,29
AH Med 1	90,116	89,974	89,828	89,895	0,172
AI Med 1	89,849	89,551	90,002	90,238	0,449
AI Med 2	89,993	89,586	89,997	90,306	0,414
AJ Med 1	90,099	89,887	89,862	89,876	0,138
PROMEDIO					0,328

Tabla 4 Valores obtenidos mediciones de la perpendicularidad

En el siguiente gráfico, representamos cada una de las cuatro caras de la estrella en el eje X y el ángulo de inclinación en el eje Y. Usando líneas diferentes o colores distintos para distinguir las tendencias positivas y negativas.

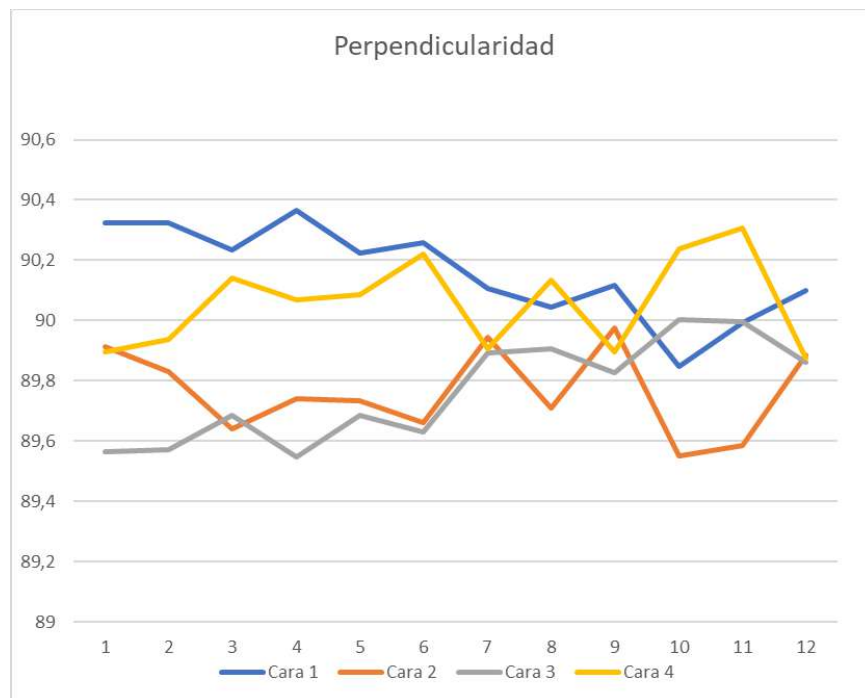


Figura 33 Grafico de líneas de las caras del brochado respecto a la cara mecanizada.

Por ejemplo, si las dos primeras caras muestran una tendencia positiva y las otras dos una tendencia negativa, podríamos representar las líneas correspondientes a las dos primeras caras con una inclinación ascendente en el gráfico y las líneas de las otras dos caras con una inclinación descendente. Esto proporcionaría una representación visual clara de la variación en las inclinaciones entre las diferentes caras de la estrella y ayudaría a identificar cualquier tendencia o patrón en el proceso de brochado.

Las conclusiones extraídas del análisis indican que las tolerancias deben ser más estrictas en caso de que exista cierta inclinación en las caras de las estrellas. Aunque el método actual pueda estar ajustado por sus limitaciones para lograr esta precisión, es necesario considerar la posibilidad de mejorar el proceso o buscar alternativas para reducir la variabilidad en la fabricación.

Además, se observa que existe una tendencia en el patrón de inclinación, lo que sugiere la existencia de una posible causa subyacente en el proceso de brochado. Identificar y abordar esta causa podría ayudar a mitigar el problema y mejorar la precisión del producto final.

En resumen, es importante ajustar las tolerancias para reflejar adecuadamente las exigencias de calidad y considerar la optimización del proceso de fabricación para reducir la variabilidad y mejorar la consistencia del producto.

Comprendemos la limitación en el proceso y buscamos una alternativa, para que al menos, podamos conseguir que esta variable de perpendicularidad no afecte considerablemente.

Es por ello, que luego de estas conclusiones, se decidió realizar una mayor holgura en el agujero de la estrella, donde va montado el eje. Generando las siguientes modificaciones:

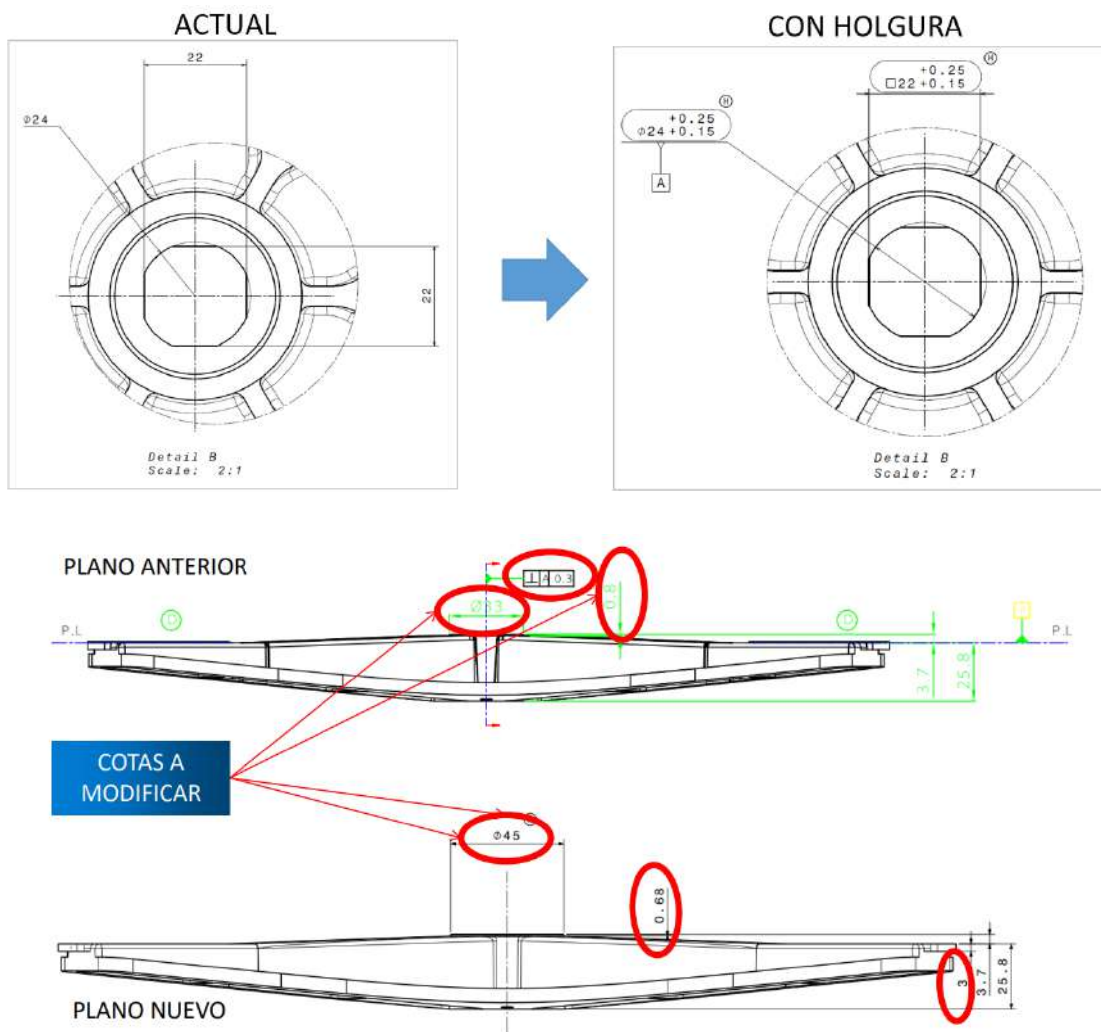


Figura 34 Cotas a modificar

Proponiendo aumentar el diámetro del agujero ligeramente respecto al original, podemos evitar enclavamientos y permitir que el conjunto se mantenga en su posición con el torque proporcionado por la tuerca. Esto podría ayudar a controlar el desequilibrio de manera efectiva.

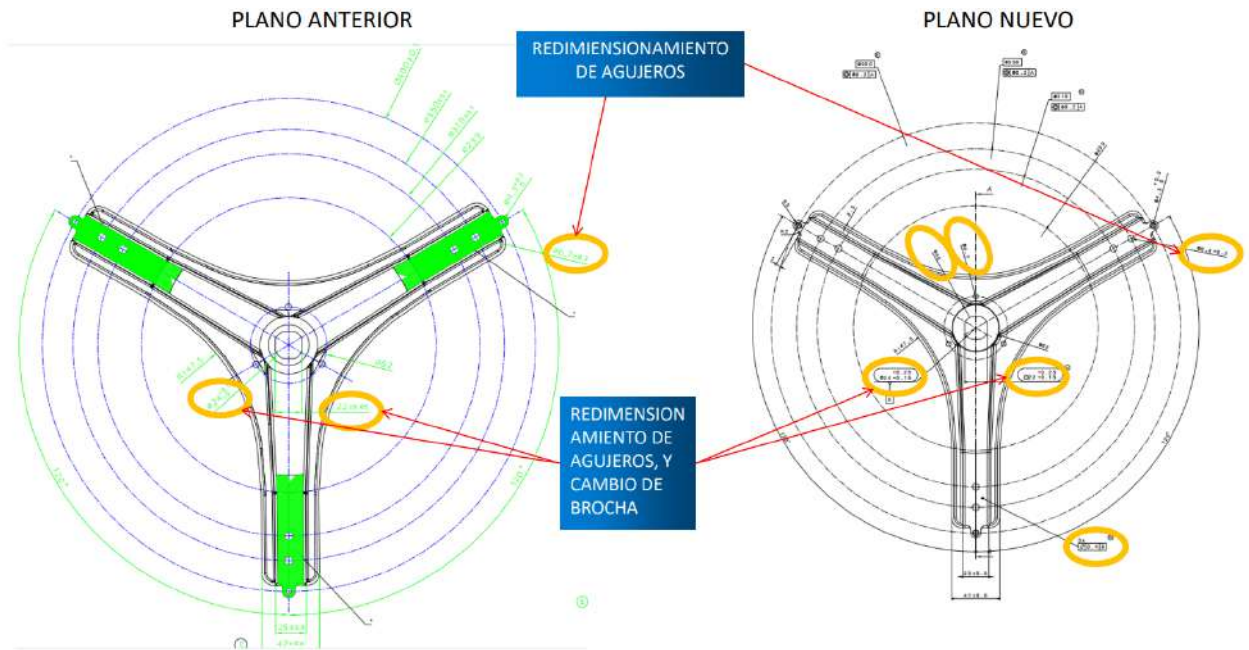


Figura 35 Modificaciones sugeridas.

A partir de estas modificaciones realizadas, se desarrolló un dispositivo que permitiese medir la excentricidad a través de un láser fijo, el cual apunta sobre el anillo del conjunto centrifugo, y mediante la rotación del conjunto montado, podemos ver si la distancia es variable o no, lo cual se traduce en excentricidad. De la misma manera, al redireccionar el láser verticalmente, podemos ver si las caras de la estrella, poseen el paralelismo deseado.



Figura 36 : Mediciones de excentricidad en laboratorio.

A partir de las mediciones realizadas, en una muestra de 10 equipos, se obtuvo la siguiente distribución, donde vemos que los equipos que cuentan con su estrella con una mayor holgura, presentan valores de excentricidad con una mayor tendencia normal.

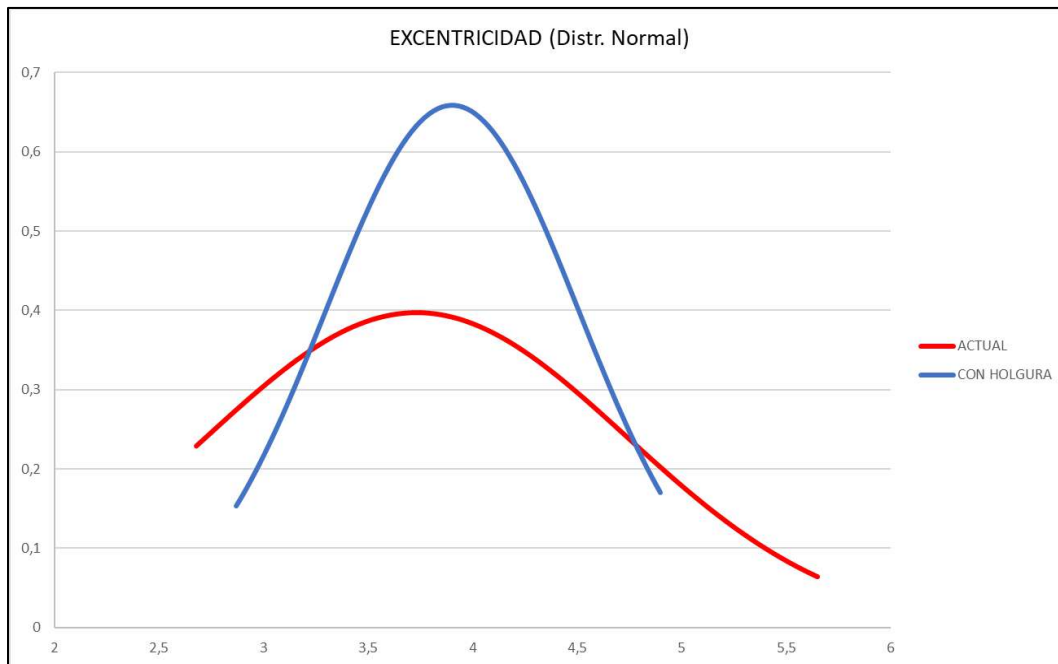


Figura 37 Distribución de la excentricidad con y sin holgura en el cubo.

En la figura 37, el eje Y representa la desviación estándar y el eje X representa la desviación de excentricidad. Con la solución propuesta, los valores están dentro de un rango aceptable y la curva es mucho más pronunciada. Esto indica que más valores se ubicarán en esta zona, lo que evidencia resultados mucho mejores que con el diseño actual.

Aunque no estando satisfechos con este resultado, buscamos alguna otra solución ya que no eliminamos el total de la incertidumbre, y continuamos teniendo lavarropas fuera de especificaciones.

Desventajas de solución propuesta.

Algunas de las desventajas de la aplicación del juego con holgura.

- No todos los montajes son satisfactorios, es decir, a la hora de medir la excentricidad no se encuentran dentro de los valores esperados, debiendo volver a montarse/corregirse.

- Tener un puesto extra para controles de medición de excentricidad. Con esta solución no nos escapamos de tener que controlar el lavarropa este comprendido bajo los valores aceptables.
- Baja exigencia en cuanto a la excentricidad. Notamos que hay una enorme diferencia entre un lavarropas que se encuentran excéntrico contra uno que no lo está. Al establecer los valores de manera empírica, y mediante software de vibraciones instalando acelerómetros en la caja de engranajes y en el mueble.

Reflexión

Esta situación nos lleva a reflexionar sobre las numerosas deficiencias que observamos. Se hace evidente que las tolerancias se vuelven muy estrictas en procesos que no pueden ser garantizados, como el brochado. Esta problemática no se limita únicamente a nuestra empresa, sino que también se presenta en la competencia, según el análisis realizado por el departamento de ingeniería.

Esto genera una serie de problemas que llevan a los servicios técnicos a considerar que el problema puede derivar de otras circunstancias, como problemas en los amortiguadores, la caja de engranajes, obstrucciones de piezas o problemas geométricos de las piezas individuales, entre otros.

Reflexionando sobre por qué se utiliza este sistema de transmisión de torque, consideramos que puede deberse a cambios en la evolución del electrodoméstico, como el aumento en las velocidades de rotación del producto para lograr mayores eficiencias en los centrifugados o ahorros de energía, lo que reduce los tiempos de centrifugado.

También creemos que esta situación puede estar relacionada con la búsqueda constante de ahorro en un mercado cada vez más competitivo. La introducción de una nueva pieza puede aumentar los costos y encarecer el producto, lo que aparentemente termina siendo contraproducente y generando numerosos problemas. Tal vez con un diseño adecuado podríamos facilitar los procesos y eliminar controles, lo que ayudaría a reducir los costos.

Además, consideramos que puede haber una falta de iniciativa para buscar otras soluciones en un mercado donde todos siguen el mismo camino.

Existen muchas más causas y posibilidades que podrían estar contribuyendo a esta situación, pero nosotros vemos una oportunidad de mejora y estamos dispuestos a explorarla.

Estudio del estado del arte.

Comenzamos con un esquema del estado del arte, mostrando un diagrama del proceso, desde que la ropa se ingresa al lavarropas y el usuario ha introducido el programa de lavado seleccionado, para ello consideramos un lavado completo.

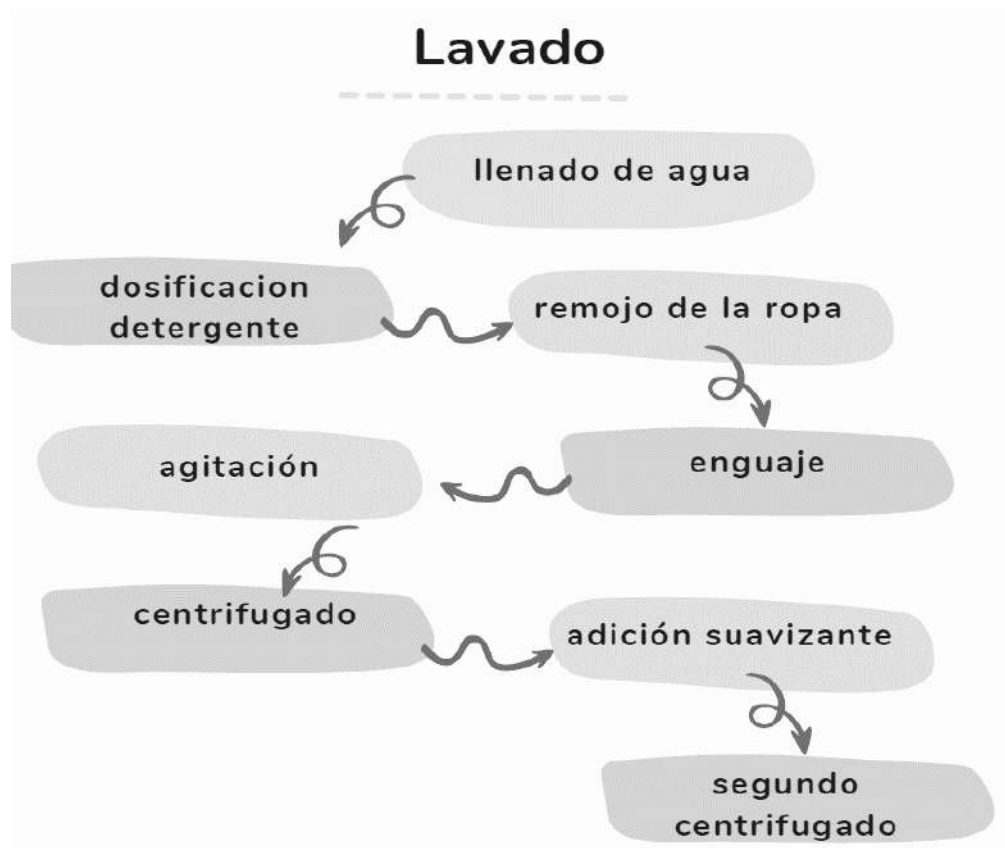


Figura 38 Esquema de lavado.

En esta etapa del trabajo buscamos las soluciones existentes para el lavado de la ropa y también queremos ampliar el espectro de soluciones para el problema planteado, con un pensamiento más disruptivo, aprovechando las nuevas tecnologías, en busca de poder cumplir con nuestro EUD.

El objetivo aquí es analizar y examinar las tecnologías y características innovadoras que se han incorporado a lavarropas modernos o que se podrían implementar.

Para ello nos basamos en una revisión de los artículos científicos y técnicos a disposición en la web, así también como en opiniones y experiencias que podamos recolectar de usuarios o foros en internet, ya que esta retroalimentación es esencial para la creación de nuevas ideas.

Enfocándonos en cumplir con el EUD, y la normas IRAM 2141-3-2017. La norma IRAM 2141-3-2017 establece los requisitos y especificaciones técnicas para los lavarropas automáticos de uso doméstico en Argentina. A continuación, presentamos un resumen de los puntos clave de esta norma:

Capacidad de carga: la norma establece diferentes categorías de capacidad de carga para los lavarropas, como pequeña, mediana, grande y extra grande. Cada categoría tiene un rango específico de capacidad expresado en kilogramos.

Eficiencia energética: la norma establece requisitos mínimos de eficiencia energética para los lavarropas, con el fin de promover el uso responsable de la energía. Estos requisitos se basan en el consumo de electricidad y agua por kilogramo de carga.

Consumo de agua: la norma establece límites máximos para el consumo de agua por ciclo de lavado, fomentando el uso eficiente de este recurso. Estos límites varían según la capacidad de carga del lavarropas.

Programas de lavado: la norma define los programas de lavado que deben estar disponibles en los lavarropas automáticos. Estos programas incluyen ciclos de lavado normal, delicado, rápido, entre otros, cada uno con sus respectivas características y tiempos de duración.

Etiquetado energético: la norma exige que los lavarropas tengan una etiqueta energética que indique su eficiencia energética y otros datos relevantes para el consumidor, como el consumo anual de electricidad y agua estimado.

Seguridad: la norma establece requisitos de seguridad para los lavarropas, incluyendo aspectos como la protección contra fugas de agua, el bloqueo de la puerta durante el funcionamiento y la protección contra sobrecargas eléctricas.

Desecho de residuos: los lavarropas deben evitar desechar residuos sólidos o sustancias que puedan obstruir las cloacas, garantizando así el adecuado funcionamiento del sistema de desagüe y evitando daños a la infraestructura sanitaria.



Figura 39 Etiquetado de eficiencia energética. (IRAM y IQC, 2017)

Decidimos descomponer el estado del arte en diferentes categorías:



Figura 40 Estado del arte.

Desarrollo del estado del arte.

Hay muchos modelos existentes de lavarropas en el mercado, siendo los más comunes

- Carga frontal.
- Carga superior.
- Lavadoras-secadoras combinadas o modulares (upcommons, s.f.)

Históricamente las lavadoras de carga frontal han sido más populares debido al menor consumo de agua, estas adquirieron popularidad en lugares donde esta misma escasea o es un recurso más costoso. Sin embargo, en algunas regiones como Norteamérica y Asia, son elegidas las lavadoras de carga superior debido a su facilidad de carga y descarga.

La demanda y las preferencias han ido cambiando con el tiempo, y no hay una clara prueba de cual es mejor entre estas. Por ello estudiaremos el estado del arte, con sus principales características. (LA CASA DEL ELECTRODOMESTICO)

Modificación de la parte operativa.



LAVARROPA CARGA VERTICAL.

Son más fáciles de cargar, suelen ser más económicos por ser más simples, tiene ciclos cortos de lavado en comparación con el de carga frontal a costa de tener un mayor consumo de agua.

Suelen tener una menor capacidad de carga, en relación al volumen del tachó.

Suelen ser menos eficientes energéticamente que los lavarropas de carga frontal.

Tienen el problema de tener una mayor probabilidad de desalinearse que los lavarropas de carga frontal.

Suelen tener un mayor desgaste con el tiempo que su par frontal.



LAVARROPA CARGA FRONTAL.

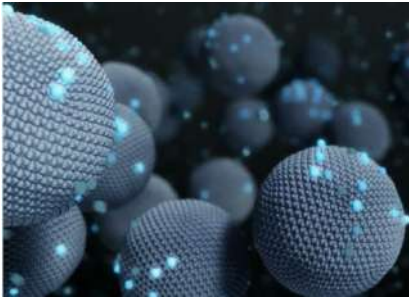
Menos ergonómico para cargar y descargar la ropa, suelen ser más caros por tener una mecánica más compleja, tiene ciclos más largos de lavado en comparación con el de carga superior, pero con el beneficio de un menor consumo de agua.

Suelen tener una mayor capacidad de carga, en relación al volumen del tachó.

Suelen ser más eficientes energéticamente que los lavarropas de carga superior. Además, sus movimientos son más suaves y permite un mejor cuidado de la ropa.

Son menos propensos a sufrir el desalineamiento de los ejes, debido a que poseen cojinetes para soportar el peso y realizar el movimiento rotatorio. Pero son más propensos a las fugas y pérdidas de agua.

Suelen tener una mayor vida útil que su par de carga superior.



NANOTECNOLOGÍA: NUEVAS POSIBILIDADES EN LA LIMPIEZA DE SUPERFICIE. (codeinep, s.f.)

La nanotecnología es la ciencia de manipular la materia a una escala atómica y molecular, Los recubrimientos antiincrustantes evitan la acumulación de biopelículas en las superficies al repeler o controlar la formación de biopelícula microbiana, quizás la aplicación de esta tecnología los lavados, cambiaría el modo de lavar la ropa, extendiendo la vida útil de las prendas, y el lavarropas pase a ser un método de aplicación a las prendas, quitando la frecuencia en la periodicidad de los lavados.



LAVADORA DE OZONO. (ECOADVANCE, s.f.)

El ozono es un gas. el ozono en agua es totalmente inocuo, con esto se puede prescindir de suavizantes y detergentes en la ropa, El ozono acaba con el 99% de las bacterias, previniendo reacciones alérgicas en la piel, tanto para las personas alérgicas a ciertos microorganismos como para las pieles sensibles a ciertos químicos. El sistema puede aplicarse a los lavarropas, es un método de lavado superior al ordinario que se obtiene con los lavados tradicionales.

El ozono también puede aplicarse en forma de gas, así eliminar bacterias y gérmenes, aunque no cumple con la eliminación de las manchas.



LAVARROPAS CON TECNOLOGÍA DE LEVITACIÓN MAGNÉTICA. (LAVANGUARDIA, s.f.)

Con un motor de accionamiento directo basado en el principio de accionamiento por levitación magnética está respaldado por algoritmos y técnicas basadas en inteligencia artificial, que aseguran lavar la ropa sin dañarla, a la vez que se reducen las arrugas.

La lavadora posee un sistema de esterilización por vapor que tiene una tasa de esterilización que alcanza el 99,99%, y es capaz de eliminar los virus con la misma eficacia. Además, puede eliminar el 100% de los ácaros.

Encontramos un sistema de esterilización por vapor que permite acabar con las bacterias de manera efectiva y sin dañar la ropa.

Son extremadamente silenciosas

LAVARROPAS BASADOS EN VIBRACIONES SÓNICAS. (ULTRATECNO, s.f.)

Este método es utilizado en limpieza de piezas mecánicas, podría extrapolarse a los lavarropas, agitando mediante ondas de alta frecuencia, generando cavitación, lanzando grandes cantidades de energía, esta energía impacta sobre la suciedad o grasa, y limpia sin dañar las piezas. En nuestro caso sería las prendas.

Aunque este no existe en la actualidad, su funcionamiento podría basarse en la generación de ondas sónicas, el lavarropas contaría con un sistema de generación de ondas sónicas que emitiría vibraciones de alta frecuencia en el agua y las prendas.

Este podría aplicarse para un especial cuidado de prendas delicadas, tendría ahorro de agua y una alta eficiencia comparado con los lavarropas tradicionales.

TIPOS DE LIMPIEZA Y SECADO

Se analizan los tipos de limpieza y secado aplicables al lavado de la ropa, algunos existentes y otros en busca de innovar o posible aplicación o en combinación con la parte operativa.

LIMPIEZA ULTRASÓNICA (EDELTEC, s.f.)

Como se introdujo en la sección operativa, esta aplica frecuencias de vibraciones que lanzan grandes cantidades de energía, que impactan con la suciedad o grasa eliminándola. Este tipo de limpieza funciona en una solución acuosa o disolventes orgánicos. Por ende, necesitaríamos un método de secado adicional, aunque posiblemente podríamos eliminar uno de los dos centrifugados, y aplicar a prendas delicadas.

este tipo de limpieza presenta una gran cantidad de ventajas, como ser:

- Limpieza repetitiva y trazable
- Máxima calidad de limpieza
- Se adapta a todo tipo de superficie
- Eficiente en uso de agente limpiador



SECADO POR BOMBA DE CALOR O RESISTENCIA. (NERGIZA, s.f.)

Funcionamiento: el lavarropas calienta el aire y lo introduce en el tambor donde se encuentran las prendas húmedas utilizando ventiladores o sistemas de circulación de aire para asegurar que el aire caliente se distribuya de manera

uniforme en el tambor, permitiendo un secado eficiente. Así el aire caliente provoca la evaporación del agua de las prendas.



EL SECADO POR CONDENSACIÓN EN LOS LAVARROPAS

Es un método de secado que utiliza un proceso de condensación para eliminar la humedad de las prendas.

El aire ha entrado en contacto con las prendas y recoge la humedad, pasa a través de un condensador. En el condensador, el aire se enfría rápidamente y el vapor de agua se condensa en forma de líquido.

El secado por condensación no requiere una salida de aire exterior como las secadoras de evacuación tradicionales. Esto significa que el lavarropas con secado por condensación se puede ubicar en cualquier lugar de la casa, incluso en espacios sin ventanas.

Como ventaja trae el movimiento suave del tambor y el control de temperatura ayudan a mantener las prendas más suaves y con menos arrugas.

Desventajas del secado por condensación puede llevar más tiempo que otros métodos de secado, como las secadoras de evacuación. Esto se debe al proceso de condensación y enfriamiento del aire.

Otra desventaja es la capacidad limitada ya que la mayoría de los lavarropas con secado por condensación pueden tener una capacidad de secado más limitada en comparación con las secadoras de evacuación o las secadoras con bomba de calor.



FRICCIÓN DE ROPA CON ROPA.

La fricción de ropa con ropa en los lavarropas ocurre cuando las prendas se frotan y rozan entre sí en el ciclo de lavado y es parte del proceso del lavado.

tiene ventajas por ejemplo que ayuda a desprender la suciedad, residuos y manchas difíciles, ayuda a distribuir de mejor forma el jabón en polvo.

como desventaja esta técnica, desgasta la ropa, en ocasiones la fricción puede provocar enredos entre ropa con ropa además esta fricción de prenda con prenda puede traer arrugas posteriores a la ropa. Es el más utilizado en lavarropas comunes.



LA LIMPIEZA EN SECO (lavarropa innovador): (CLEANIPEDIA, s.f.) (LA NACION)

Dos argentinos estudiantes de la carrera de ingeniería industrial presentaron un prototipo de un lavarropas ecológico, que no utiliza nada de agua, sólo dióxido de carbono natural y un detergente reciclable y biodegradable. Las prendas se

sumergen en el tambor del lavarropas lleno de LCO₂ (dióxido de carbono líquido) y son expuestas a determinadas condiciones de presión y temperatura, que hacen que entre en acción el mecanismo de limpieza. El ciclo de lavado dura apenas 30 minutos y, una vez finalizado, el solvente puede ser recuperado casi en su totalidad por medio de un sistema de filtros que lo purifica. El mínimo porcentaje de pérdida (que representa un 0.0038% del total de líquido por ciclo de lavado) es suministrado por un sistema de reposición cada 45 días aproximadamente.

Espectro de conceptos de soluciones.

A continuación, expone un diagrama en el que se resumen las alternativas mencionadas del estado del arte actual. En búsqueda de la solución al problema, con el objetivo de ampliar el campo de soluciones, se realice un estudio conceptual, de las soluciones existentes y algunas innovadoras que hemos planteado. En la siguiente imagen se busca conectar por medio de asociación de ideas, pudiendo visualizar el campo de todas las soluciones existentes para todos los tipos de lavadoras, combinarlas de ser posible de manera tal que podamos satisfacer el efecto útil deseado

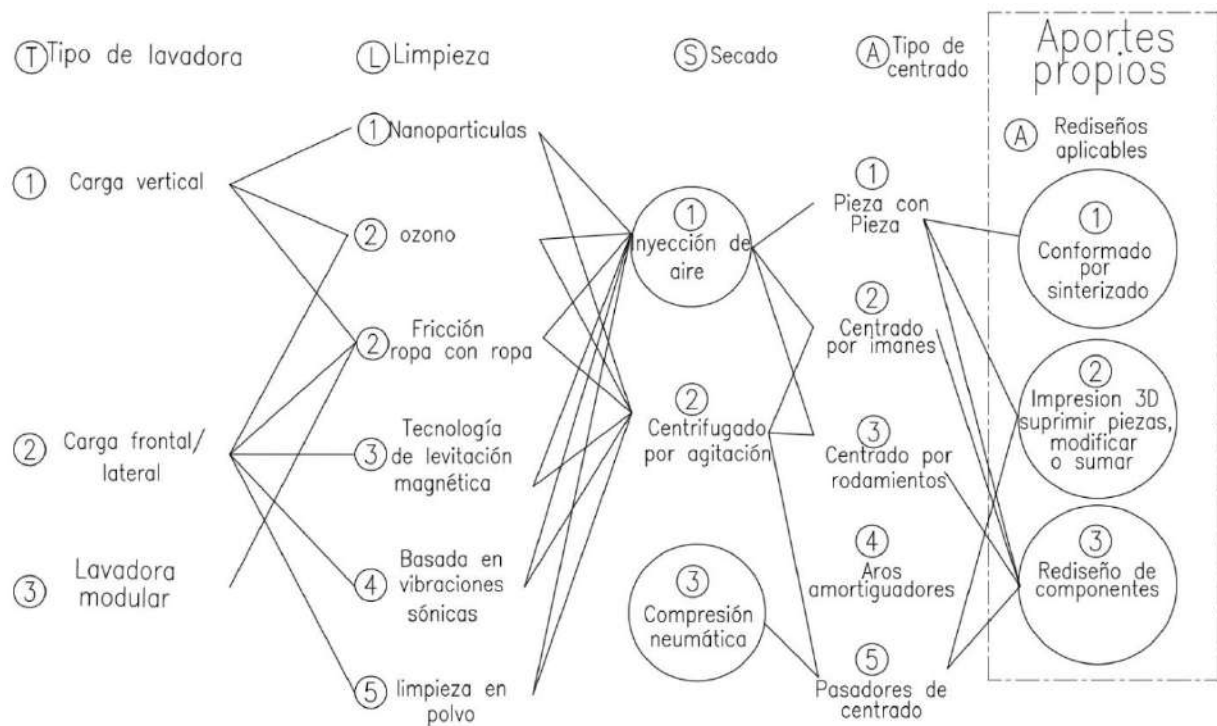


Figura 41 Espectro de soluciones combinadas con posibilidad de combinarse.

Se establecieron 4 columnas en la figura 41, donde se indica con las letras (T,L,S,A) la cada una de las categorías, y se unieron con flechas como podrían ser las posibles combinaciones, ya sé que existen en la actualidad, o marcadas en círculo con algún aporte innovador, como ser en la columna S(secado), la inyección de aire, el cual

reemplazaría el centrifugado por agitación tradicional. en la última columna, con la letra R(Rediseños aplicables), son propuestas que se encuentran bocetas, ideas que pueden aplicarse en combinación a las existentes, que serán expuestas más adelante, como espectro de concepto de soluciones propias.

Con el análisis precedente, analizando la información y re ordenándola, planteamos posibles soluciones realizando diagramas de flujo conceptuales a partir de la primer categoría T (tipo de lavadora).

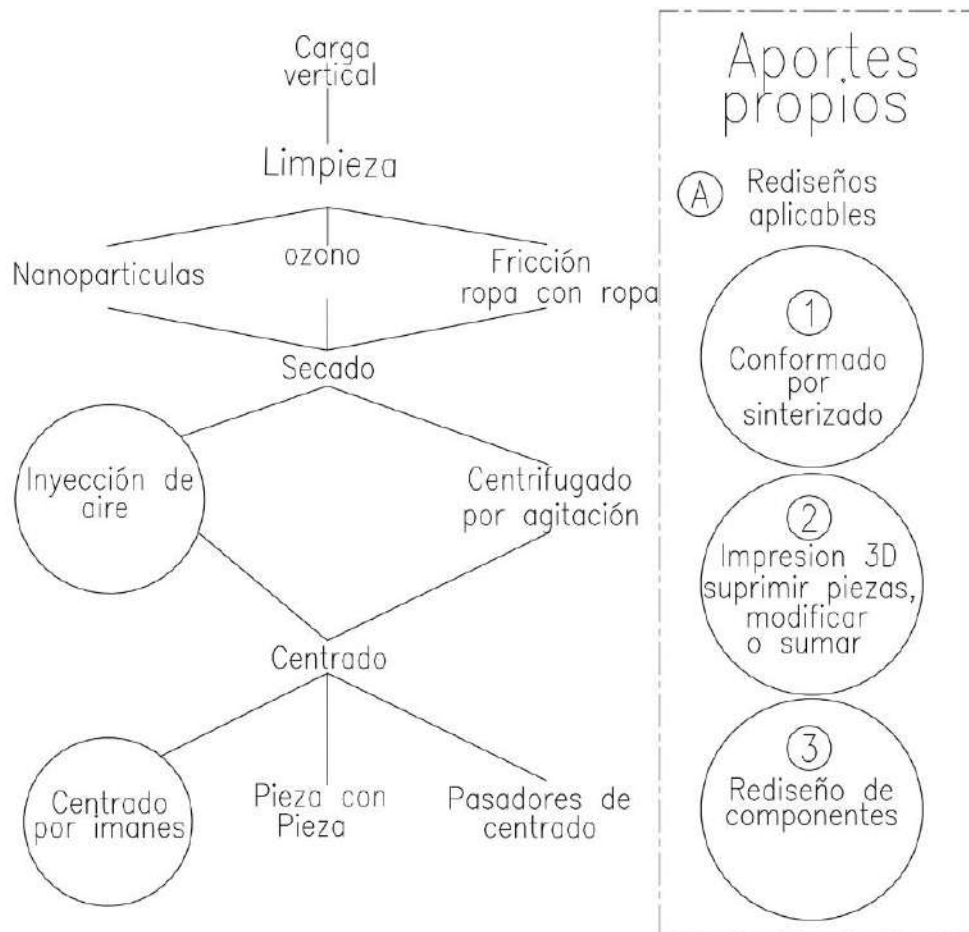


Figura 42 Diagrama de flujo de las lavadoras de carga vertical.

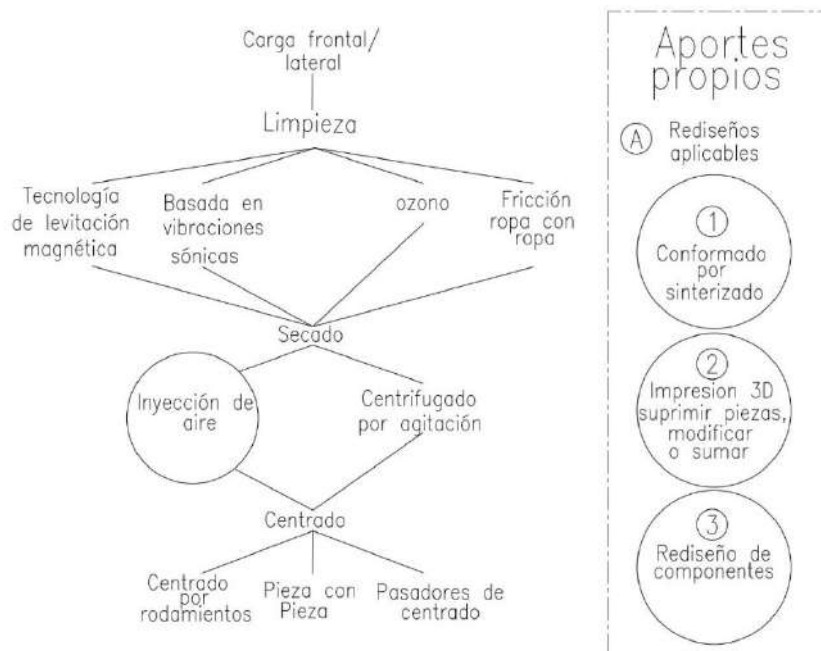


Figura 43 Diagrama de flujo de las lavadoras de carga frontal/lateral.

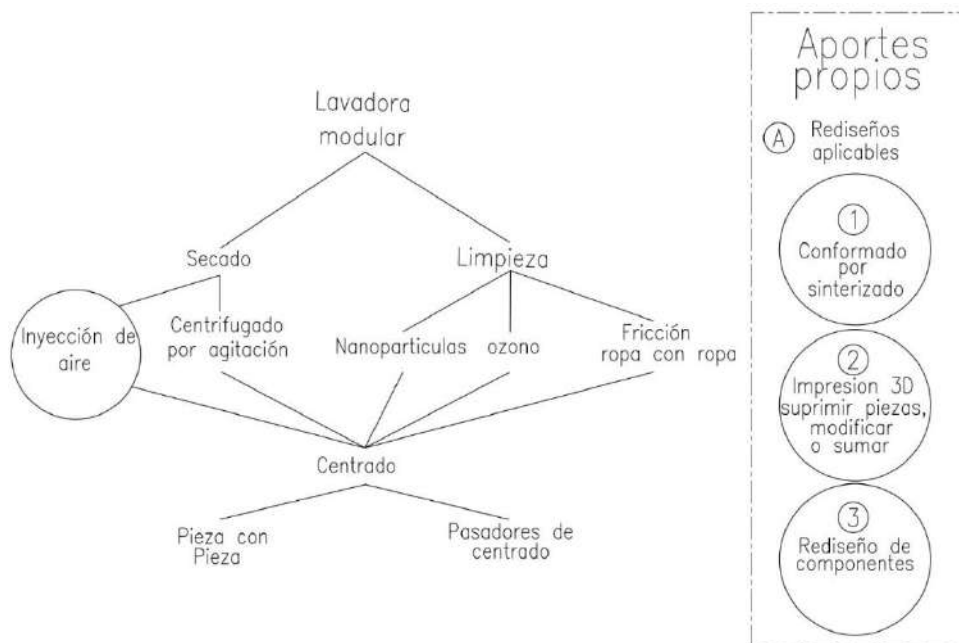


Figura 44 Diagrama de flujo de las lavadoras modulares.

Realizamos el estudio, por cada uno de los diagramas, con todas las posibles, y se volcaron en una tabla indicándolos con un numero de caso. La tabla 5, muestra todos los casos existentes, sin contemplar los aportes propios que expondremos más adelante.

cantidad de modulos	tipo de lavadora	limpieza	secado	tipo de centrado	caso n°
1	carga vertical	nanopartículas	inyeccion de aire	centrado por imanes	caso 1
				pieza con pieza	caso 2
				pasadores de centrado	caso 3
			centrifugado por agitación	centrado por imanes	caso 4
				pieza con pieza	caso 5
				pasadores de centrado	caso 6
		ozono	inyeccion de aire	centrado por imanes	caso 7
				pieza con pieza	caso 8
				pasadores de centrado	caso 9
			centrifugado por agitación	centrado por imanes	caso 10
				pieza con pieza	caso 11
				pasadores de centrado	caso 12
		fricción ropa con ropa	inyeccion de aire	centrado por imanes	caso 13
				pieza con pieza	caso 14
				pasadores de centrado	caso 15
			centrifugado por agitación	centrado por imanes	caso 16
				pieza con pieza	caso 17
				pasadores de centrado	caso 18
	carga frontal/lateral	levitación magnética	inyeccion de aire	ctrado por rodamientos	caso 19
				pieza con pieza	caso 20
				pasadores de centrado	caso 21
			centrifugado por agitación	ctrado por rodamientos	caso 22
				pieza con pieza	caso 23
				pasadores de centrado	caso 24
		vibraciones sónicas	inyeccion de aire	ctrado por rodamientos	caso 25
				pieza con pieza	caso 26
				pasadores de centrado	caso 27
			centrifugado por agitación	ctrado por rodamientos	caso 28
				pieza con pieza	caso 29
				pasadores de centrado	caso 30
		ozono	inyeccion de aire	ctrado por rodamientos	caso 31
				pieza con pieza	caso 32
				pasadores de centrado	caso 33
			centrifugado por agitación	ctrado por rodamientos	caso 34
				pieza con pieza	caso 35
				pasadores de centrado	caso 36
		fricción ropa con ropa	inyeccion de aire	ctrado por rodamientos	caso 37
				pieza con pieza	caso 38
				pasadores de centrado	caso 39
			centrifugado por agitación	ctrado por rodamientos	caso 40
				pieza con pieza	caso 41
				pasadores de centrado	caso 42
2	lavadora modular	nanopartículas		pieza con pieza	caso 43
		pasadores de centrado		caso 44	
		pieza con pieza		caso 45	
		pasadores de centrado		caso 46	
		pieza con pieza		caso 47	
		pasadores de centrado		caso 48	
		fricción ropa con ropa		pieza con pieza	caso 49
				pasadores de centrado	caso 50
			centrifugado por agitación	pieza con pieza	caso 51
				inyección de aire	pasadores de centrado

Tabla 5 Tabla con posibles combinaciones.

En la tabla 5 se visualizan todos los posibles casos, de los cuales nos apoyaremos para buscar nuestra solución, pudiendo trabajar sobre estos con aportes personales, o bien combinándolos o trabajando sobre estos para poder cumplir el efecto útil deseado. Se presenta sombreado en color gris aportes innovadores como posible combinación a los existentes en la actualidad.

De los posibles casos nos interesa analizar:

El caso 10

El cual presenta grandes ventajas ya que hay una fuerza contraelectromotriz que haría mantener el tambor centrado a la hora del centrifugado, además podríamos ampliar la velocidad las rpm, lo cual nos permitiría realizar un centrifugado más eficiente. La desventaja es el precio de los materiales.

Casos que involucran inyección de aire.

El lavarropas calienta el aire y lo introduce en el tambor utilizando ventiladores o sistemas de circulación de aire para asegurar que el aire caliente se distribuya. El problema es que hay que añadir ventiladores y forzadores de aire, lo cual llevaría agregar más cosas al lavarropa, encareciéndolo, o quitándole la ventaja de poder ubicarse en cualquier lado de la casa, para tener que ser colocado en un lugar donde pueda tener acceso alguna ventilación, y se empeora la situación si hay que agregar forzadores en la casa para poder sacar este aire húmedo.

El caso 6,12 y 18.

Estos casos son muy parecidos, el método de lavado varia, lo cual nos generaría alguna otra característica respecto a la humedad de las prendas, quizás pudiendo acortar el ciclo de centrifugado, o reduciendo su estricticidad respecto a las revoluciones, pero en si no traería grandes cambios. Nos parece interesante analizar el centrado con pernos, quizás con pasadores, ya sea centradores fijos, o solo para la parte del montaje podrían asegurarnos la correcta colocación y funcionamiento. Se puede explorar esta idea realizando aportes al diseño

Caso 17 + caso 40.

Como se mencionó en el informe los lavarropas de alta capacidad tienden a sufrir estos desbalanceo, provocados por la excentricidad, este problema no es tal en los lavarropas frontales, que soportan el peso con cojinetes, conllevan otro tipo de mecanizado, en el eje y el soporte de la base del centrifugo. Se podría realizar un diseño de lavarropas vertical, montado sobre rodamientos.

Casos del 43 al 52

Es de interés poder tener dos máquinas en lugar de 1, modificando el diseño para poder cumplir por separado el secado y el lavado, aunque perdemos nuestro interés de practicidad, asique descartamos el hecho de seguir por estas ideas.

Espectro de conceptos de soluciones con aportes personales.

A continuación, se plasman mediante croquis las ideas que fueron mencionadas y de posible adaptación a los casos planteados.

Formas de centrado.

La forma de centrar los componentes que conforman el equipo podría ser una mejora propuesta que logre mitigar y hasta eliminar el problema de la excentricidad en los lavarropas. Algunas de las alternativas planteadas son las siguientes:

- **Contacto pieza con pieza:** el contacto a través de mecanismos centradores como es el caso de una mordaza que me garantice el apoyo de todos sus puntos por igual con el tambor, estando el mismo enclavado con el eje de la caja de engranajes.

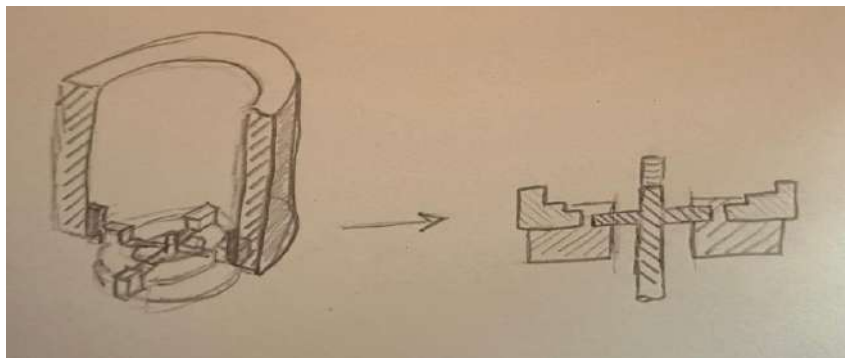


Figura 45 Propuesta de mejora por contacto pieza con pieza.

Su principio es similar al de los platos de cuatros dientes que componen los tornos.



Figura 46 Mordaza de torno.

- **Centrado por imanes:** el principio de esta propuesta es la implementación de un anillo que genere repulsión sobre un aro de imanes dispuesto concéntrico al mismo, de manera que los polos se produciendo que los mismos se mantengan centrados.

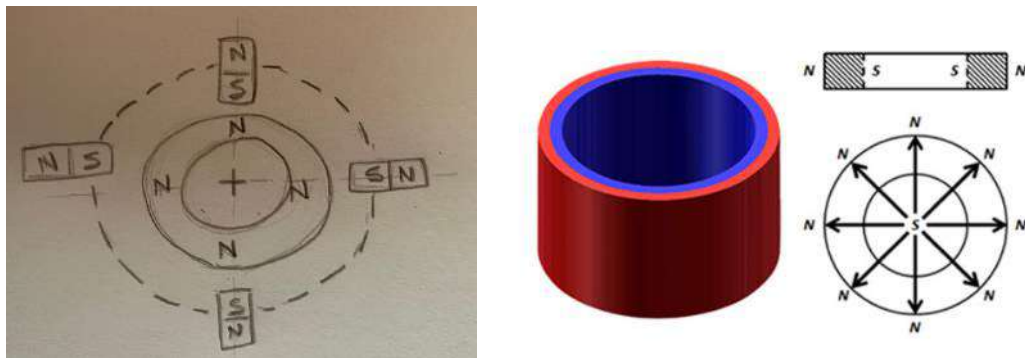


Figura 47 Propuesta de mejora por centrado mediante imanes.

- **Pasadores de centrado:** la implementación de dispositivos centradores, como los pasadores, permiten obtener un apoyo uniforme del tambor, alineando los ejes.

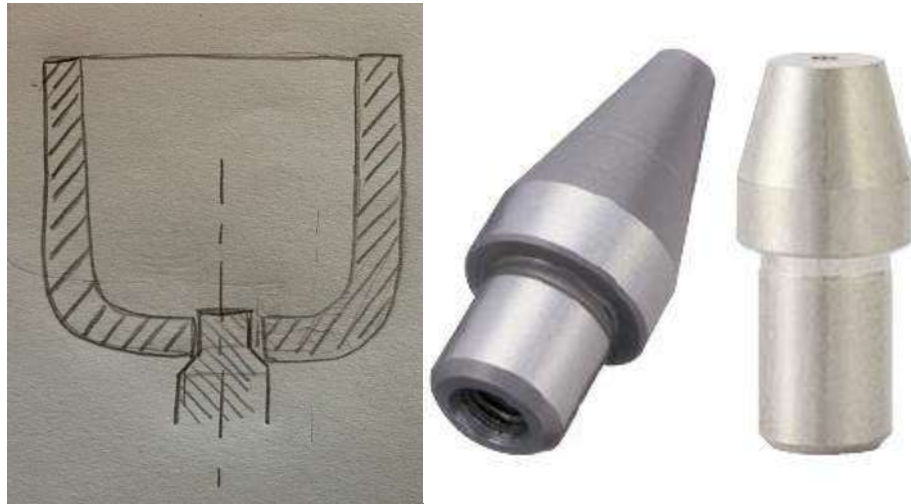


Figura 48 Propuesta de mejora por dispositivos centradores.

- **Dispositivo de centrado:** en la industria se desarrolló un dispositivo centrador que permite mantener centrado el tambor, desde la tapa cuba, para posteriormente realizar un ajuste de tuerca, de esta forma se garantiza un montaje que reduce la excentricidad del equipo.



Figura 49 Dispositivo centrado de montaje.

- **Piezas creadas en inyección de plástico/impresión 3D:** tanto para el eje de la caja de engranajes, como para la estrella podría desarrollarse nuevas piezas que sean conformadas con mayor precisión para mejorar el montaje.

También contemplando que estas puedan ser intercambiables.



Figura 50 Piezas de alta precisión y bajo costo para el montaje.

Primera propuesta.

Para este caso se decidió hacer un cambio en el diseño, remplazando la estrella y rediseñando la vinculación entre la caja de engranajes y el tambor. Quitando así múltiples causas del problema de la excentricidad, como son el emballetado del tambor, que ante un brusco desbalanceo, este puede sufrir la rotura del mismo abriéndose por donde se realizó esta operación.

Nuestro objetivo en cuestión fue encontrar un método de centrado entre las 2 piezas, pudiendo transmitir el torque sin problemas.

La propuesta consiste en crear una pieza con un concepto diferente al actual, donde se coloca un centrador en el tambor. Este acople, que une el tambor y esta pieza, tiene una superficie cónica (en forma de cuña) que coincide con la parte inferior del tambor donde se realiza la unión. Esta nueva pieza cuenta con una ranura en forma octogonal, la cual permite transmitir el movimiento de giro mediante el contacto de estas caras con el eje de la caja de engranajes.

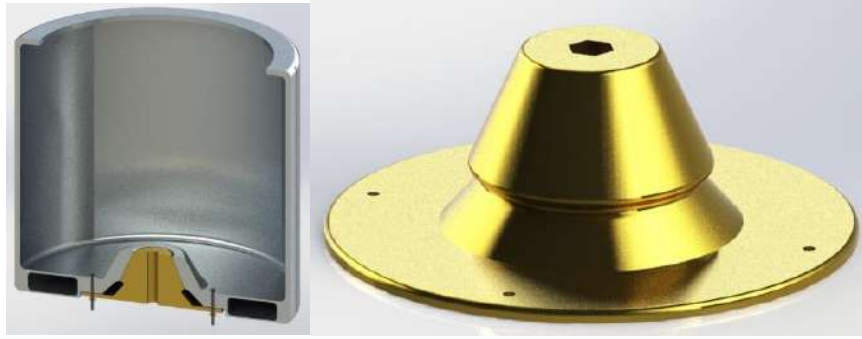


Figura 51 Acople sinterizado y tambor.

Para esta nueva pieza, se pensó un proceso de obtención a través de un sinterizado, lo cual nos garantiza una pieza metálica de alta precisión en cuanto forma y tolerancias. Mientras que para el tambor se pensó un proceso de obtención mediante conformado, dando así una pieza de alta precisión focalizándonos en la parte inferior (sección de acople).

Además, entre estas ambas piezas dispondremos de una arandela de polímero (de pequeño espesor), que permita absorber las posibles vibraciones



Figura 52 Arandela de polímero.

Cabe destacar que el montaje entre estos componentes será mediante bulones, los cuales irán roscado a una tuerca autofrenante ubicada en la parte inferior del acople.

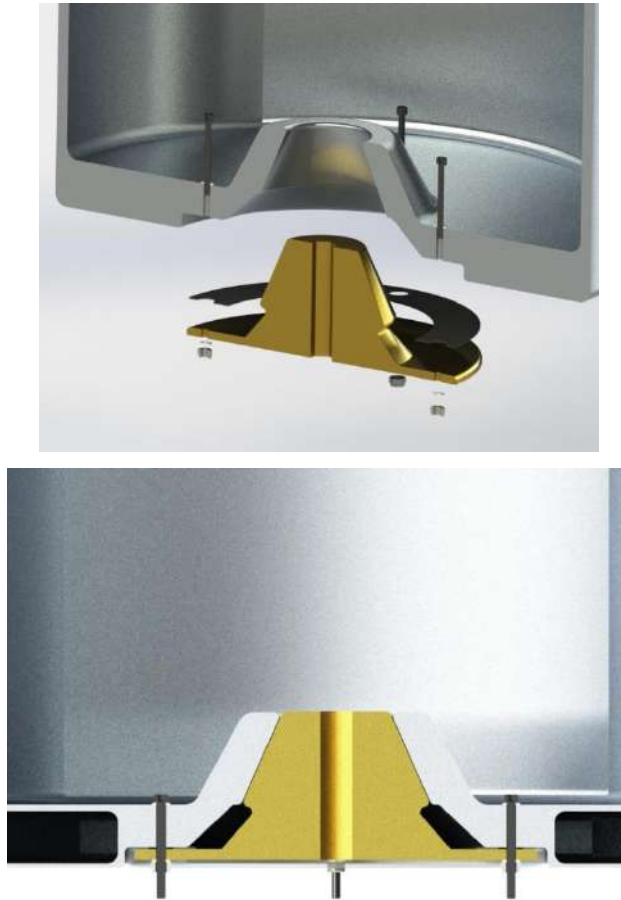


Figura 53 Vista acople en corte.

Segunda propuesta.

Para la segunda propuesta decidimos ver los puntos más importantes y enfocarnos en estos como son la conicidad para el montaje, y la importancia en algunas cotas que hacen perder la dependencia del paralelismo y la perpendicularidad que son difíciles de conseguir.

En este diseño decidimos mantener el conjunto original, y sumar una pieza que nos garantice el rápido y correcto montaje.

Esta pieza estará vinculada con una chaveta que transmitirá el movimiento de giro entre la parte rotatoria y la parte fija.

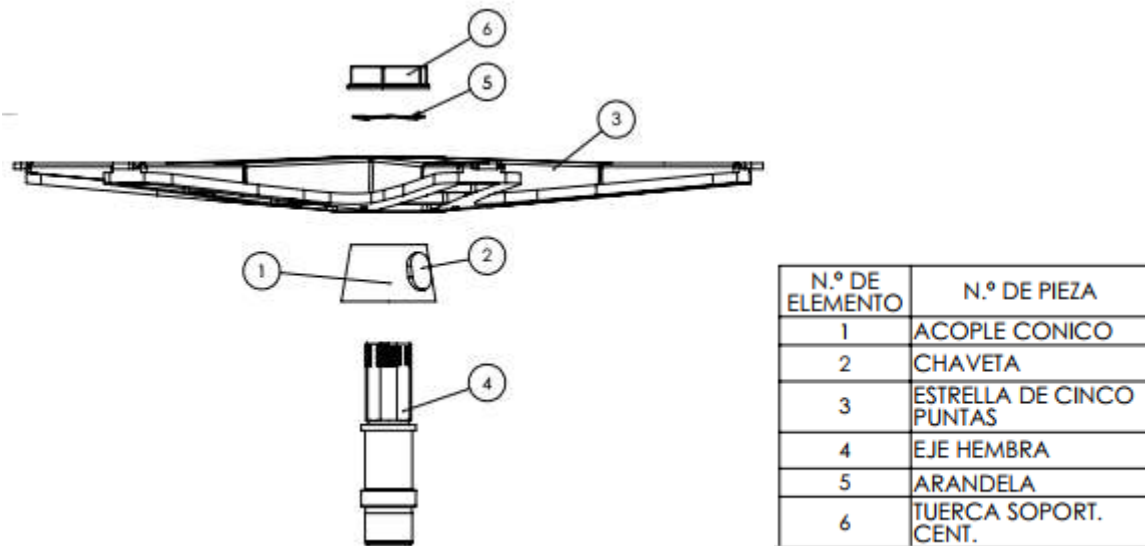
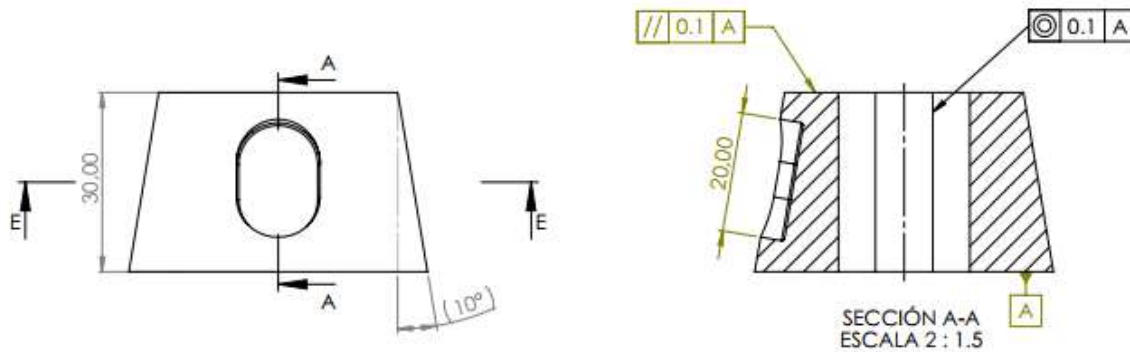


Figura 54 Vista explosionada.

La propuesta iría acompañada de una pequeña modificación en el eje de la caja de engranajes para el asiento de las piezas, y el ensanchamiento del cubo de la estrella.

La pieza será fabricada en aluminio inyectado al igual que la estrella, e irá acompañada por una chaveta plana construida en acero F-114.



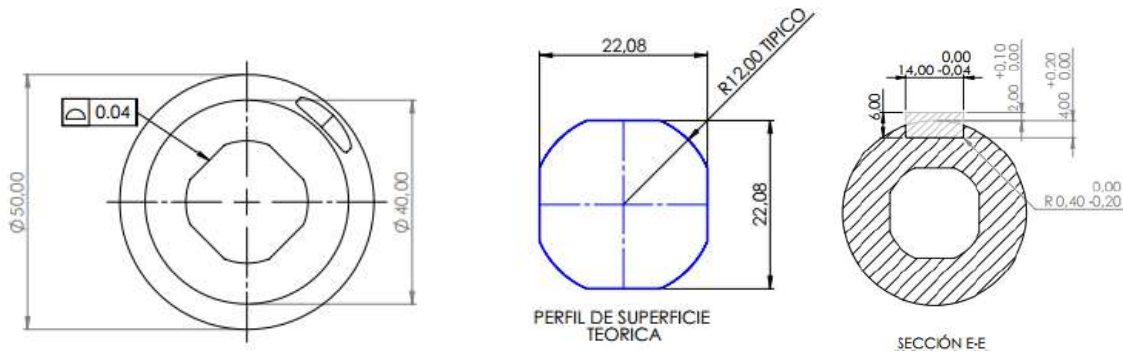


Figura 55 Pieza cónica fabricada en aluminio inyectado

La pieza cónica a construir tiene el alojamiento para la chaveta que ira clavada en esta a la hora del montaje para luego ser montadas en la estrella.

Otra variante a este modelo podría ser la unificación de la pieza cónica con la chaveta en algún material polímero de alta resistencia mecánica, que hoy en día pueden lograrse con tolerancias muy precisas gracias a nuevas técnicas de fabricación como la impresión 3D. siendo esta de bajo costo y ante algún problema, pudiera cambiarse fácilmente.

Tercera propuesta.

A partir de la propuesta número dos, hemos evaluado y realizado algunos cambios convenientes. Uno de ellos es la modificación en el eje de la caja de engranajes, donde se instalará un asiento cónico. Este cambio puede mejorar la transmisión de torque y reducir la posibilidad de desalineación.

Además, en comparación con la propuesta anterior, se añadirá una chaveta woodruff. Esta chaveta es más óptima para transmitir esfuerzos y puede proporcionar una conexión más segura entre el eje y la caja de engranajes.

Pros:

- El asiento cónico en el eje puede mejorar la transmisión de torque.
- La chaveta woodruff proporciona una conexión más segura y eficiente entre el eje y la caja de engranajes.
- Puede reducir la posibilidad de desalineación y desgaste prematuro de las piezas.

Contras:

- La implementación de estos cambios puede aumentar los costos de producción.
- Se necesitará tiempo adicional para diseñar y fabricar las nuevas piezas.
- Se requerirá capacitación para el personal que ensambla los componentes para asegurar que se realice correctamente.

Modificaciones a realizar.

- Eje de la caja de engranajes
- Cubo de la estrella
- Se agrega chaveta woodruff.

Optamos por estas modificaciones después de considerar cuáles serían las más convenientes, ya que son las más directas y no amplían la cadena cinemática. Al evitar agregar más piezas, evitamos la acumulación de tolerancias que contribuyen a la falta de precisión.

Nos preocupaba especialmente cualquier cambio en la zona donde se conecta el eje con la estrella, ya que cualquier incertidumbre en esta área afectaría la medición de la excentricidad, aumentando significativamente la acumulación de tolerancias.

Con este nuevo diseño, basado en los anteriores, pudimos abordar los problemas de montaje, excentricidad y transmisión de fuerza para el torque de manera más efectiva.

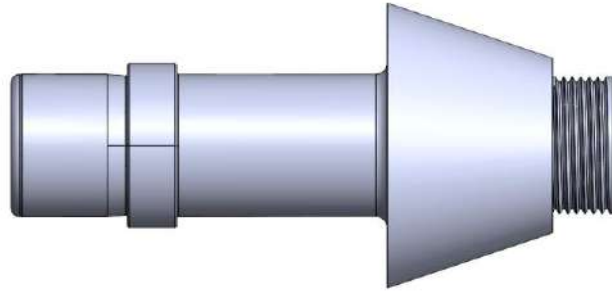


Figura 56 Imagen simplificada del nuevo eje.

Por lo tanto, la solución propuesta implica la eliminación de una pieza y la modificación del eje para absorber esta función adicional. Esto conlleva la desventaja de requerir un macizo de mayor tamaño para la elaboración del nuevo eje, pero se compensa con la ventaja de aprovechar el mecanizado existente del mismo.

Para aplicar esta solución, debemos realizar una modificación en el cubo de la estrella. En lugar de realizar el brochado con caras paralelas, ahora se realizará un torneado interior para obtener un cubo cónico. Además, eliminaremos la operación de rectificado de la cara, que se explicaba en la (Figura 31), donde se rectificaba una cara para utilizarla como referencia. En su lugar, realizaremos una operación de ranurado para colocar un chavetero.

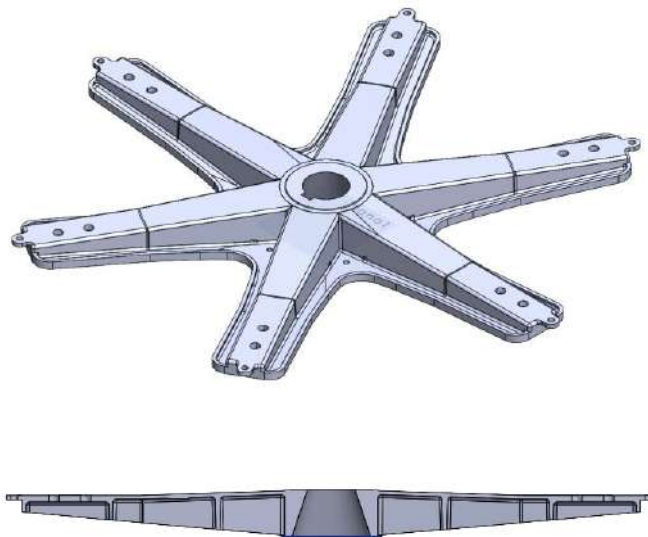


Figura 57 Estrella de 6 patas con rediseño

Quedando el montaje de la siguiente manera:

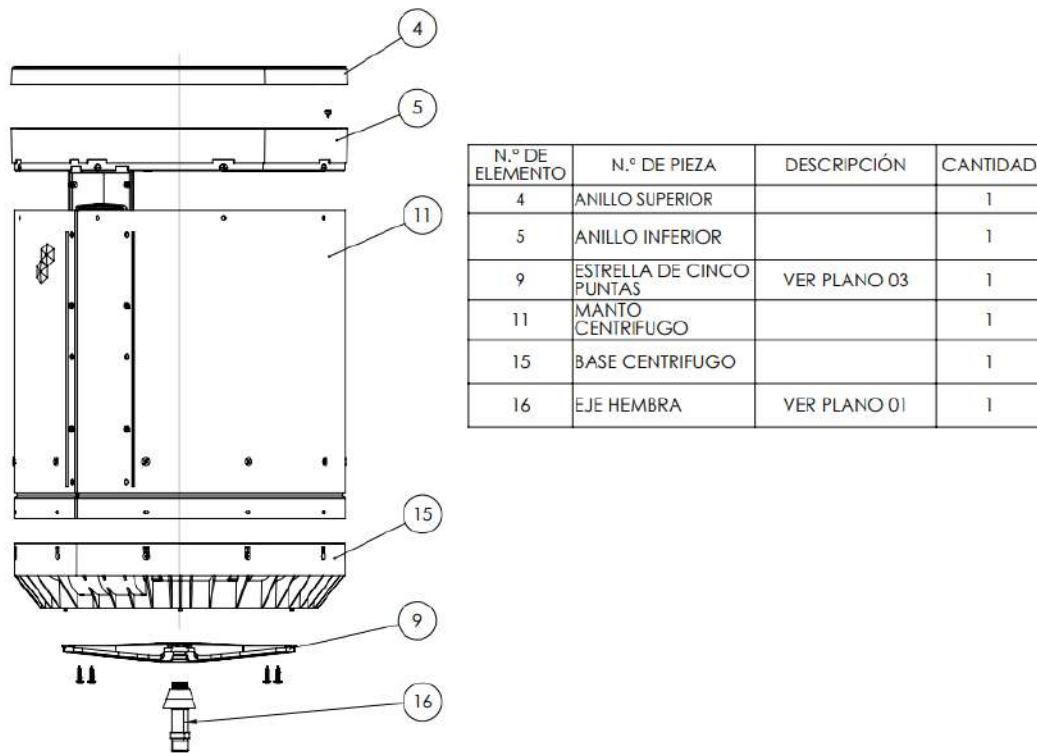


Figura 58 Conjunto re diseñado

En esta nueva propuesta lo que nos interesa es lograr eliminar toda posibilidad de que las piezas trabajen cruzadas ya sea por estar desplazadas o rotadas, producto de un enclavamiento o falta de contacto entre las caras de apoyo.

En el acople original entre la estrella y el eje (Figura 5), observamos deficiencias en el montaje, especialmente en lo que respecta a la transmisión del torque. La limitación radica en un cubo demasiado corto para permitir un centrado sin que las piezas se inclinen, lo que hace que la perpendicularidad sea un factor crítico. Hemos identificado que podemos contrarrestar este problema utilizando un juego más amplio en los apoyos laterales, lo que proporcionaría un ajuste más holgado.

Sin embargo, los estudios y ensayos realizados en la planta no muestran una solución total al problema. En la (Figura 37), podemos observar cómo se distribuye la nueva solución aplicada con la modificación de las cotas en comparación con el diseño anterior.

Ventajas

De esta manera, esperamos poder eliminar los controles de excentricidad en línea y llevar la excentricidad al mínimo posible, reduciendo el problema a valores más pequeños, dentro del rango aceptable de 0-3,5mm. Además, al implementar estas mejoras, eliminaremos la necesidad de montar y desmontar el conjunto en línea de producción debido a valores de excentricidad no aceptables.

En resumen, los beneficios obtenidos son:

- Producto de mejor calidad.
- Reducción de los costos de SCR (órdenes de servicio).
- Eliminación del tiempo de medición y de remontaje en línea.

Validación.

Nuestra elección será la tercera propuesta, la cual nos centraremos en su validación.

Tolerancias de diseño.

Con los nuevos asientos cónicos, por geometría eliminamos toda posibilidad de que las piezas trabajen cruzadas o desplazadas. Establecimos una distancia funcional de 1 mm entre la estrella y el eje para que apoyen las caras cónicas, y podamos asegurar un correcto ajuste de la tuerca, sobre la cara superior de la estrella.

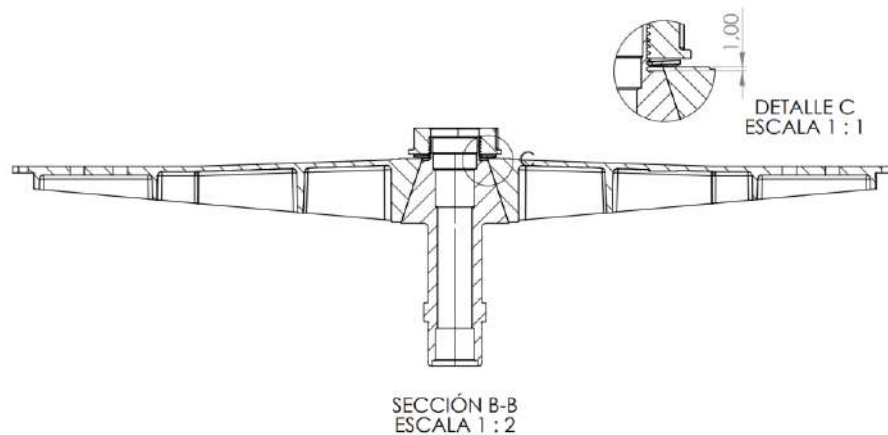


Figura 59 Cota funcional adoptada

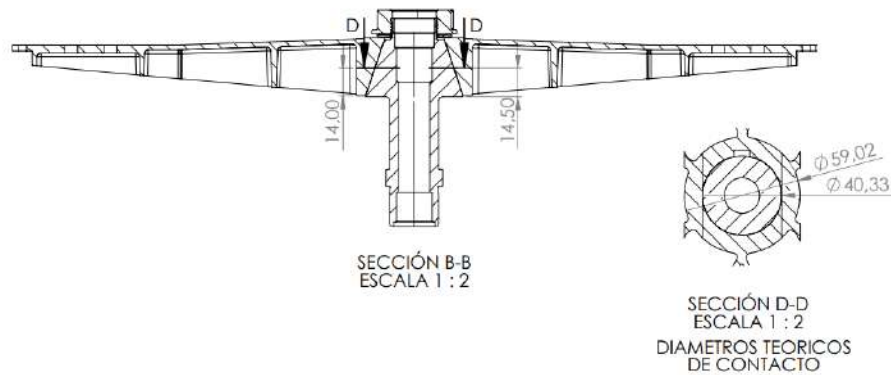


Figura 60 Apoyos teóricos cono del eje y del cono de la estrella.

Consideramos no modificar el resto de las piezas del conjunto, como lo son los anillos centrífugos, el manto y la base centrífugo, debido a que estas ya vienen dadas con sus respectivas cotas de fabricación y no tenemos nada para alterar de los mismos. Nos adecuamos a estas para hacer un análisis de sumatoria de tolerancias. Es por ello, que, al intervenir la estrella y el eje, decidimos modificar sus tolerancias geométricas de manera que el juego del conjunto, permanezca en valores admisibles.

El siguiente paso es, conociendo el **valor máximo del juego admisible de 3,5 mm** (el cual garantiza que el producto este bajo especificación), y, las tolerancias de fabricación de las piezas, mediante cálculos trigonométricos, obtendremos una cota geométrica de perpendicularidad en la estrella. Además, propondremos una cota geométrica de alabeo

en el cono del eje, la cual fue obtenida por recomendación del profesor de la catedra de Dibujo Mecánico y tallerista, con un valor de 0.03 mm.

Las piezas se encuentran en el anexo, referencia [], remarcadas con color rojo en los planos.

Lo que nos importa analizar es la inclinación máxima que podremos tener, sumar todas las tolerancias y proyectarlas en la parte de medición de excentricidad, y despejar la incógnita pendiente de perpendicularidad de la estrella proyectada, para luego, por semejanza de triángulos, con el dato de la altura del cubo de la estrella, obtener la variable de perpendicularidad.

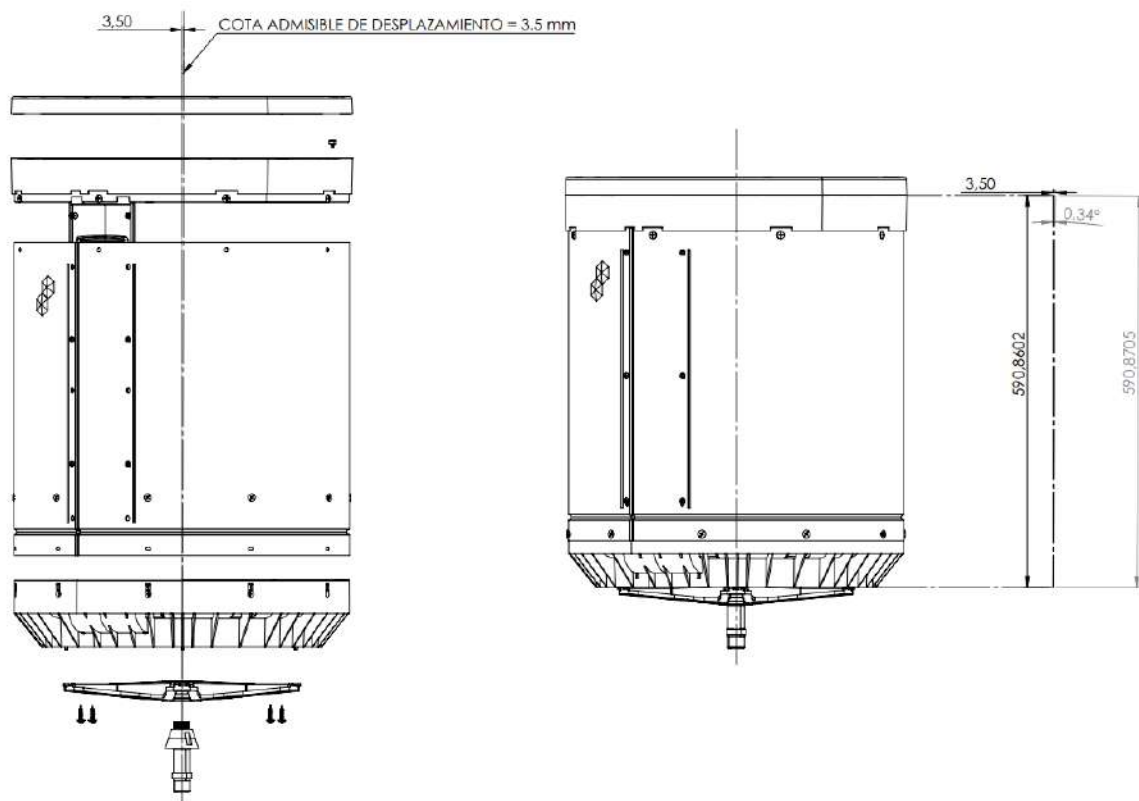


Figura 61 Máximo desplazamiento del eje medición de excentricidad

1. TOLERANCIA EJE: TOLERANCIA DE ALABEO (H1).
2. TOLERANCIA EN LA ESTRELLA: PERPENDICULARIDAD (H2) - PERPENDICULARIDAD PROYECTADA (H2').

3. TOLERANCIA EN EL CONJUNTO ANILLO: TOLERANCIA DE ALABEO (H4) Y DE CONCENTRICIDAD (H3).

$$H1 = 0.03 \text{ mm (PROPUESTA)}^1$$

$$H2 = \text{INCOGNITA}^2$$

$$H2' = \text{INCOGNITA}$$

$$H3 = 1 \text{ mm}^3$$

$$H4 = 0.3 \text{ mm}^4$$

****Estos valores se encuentran referenciados en los planos, en el anexo.***

EL JUEGO MAX. ADMISIBLE EN EL EXTREMO SUPERIOR DE CONJUNTO CENTRIFUGO ES DE 3.5 mm = J. Este es debido a la inclinación producida por una situación de alabeo, perpendicularidad o falta de concentricidad.

Por esto realizamos los siguientes cálculos trigonométricos:

$$J = H1 + H2' + H3 + H4$$

$$J = 0.03 + H2' + 1 + 0.3$$

$$J = 1.33 + H2'$$

$$H2' = J - 1.33$$

Estos cálculos nos permiten obtener el valor de desvío en mm, que se daría en el extremo donde se mide la excentricidad del conjunto.

¹ Tolerancia de alabeo en el eje. ver anexo pág. 98

² Perpendicularidad en la estrella. Ver anexo pág. 100

³ Tolerancia de alabeo de los anillos. Ver anexo pág. 112

⁴ Tolerancia de concentricidad de los anillos. Ver anexo pág. 112

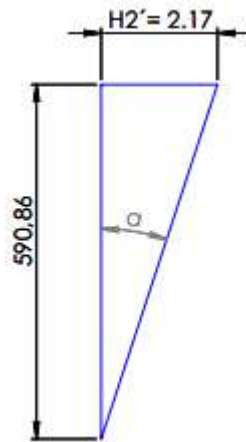


Figura 62 Valor de la variable proyectada

Sin embargo, lo que nos interesa es obtener el valor en la estrella, para la cual ya tenemos la altura y el ángulo por aplicar semejanza de triángulos.

$$\text{Tg}(\alpha) = 2.17/590.86 = H2/29.5$$

$$\mathbf{H2 = 0.11}$$

Obteniendo así, el valor de perpendicularidad máximo en la estrella.

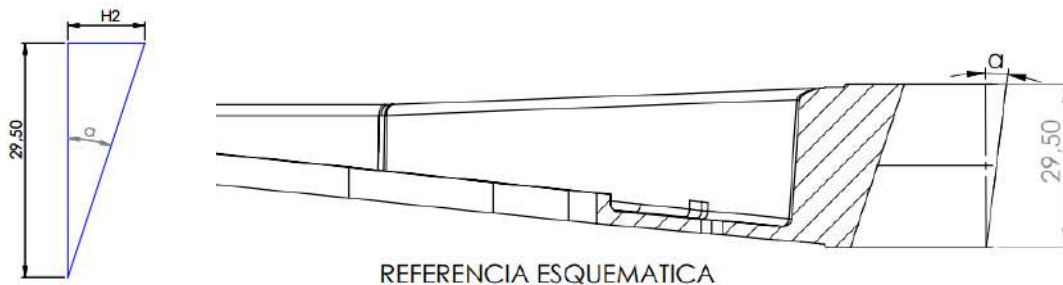


Figura 63 Valores en el cono de la estrella

De esta forma, tenemos asegurada de manera geométrica, la excentricidad J, como $0 \leq J \leq 3,5$, que es nuestro objetivo.

Fijación y transmisión de torque.

Esta será por un chavetero el cual alojará una chaveta woodruff, que ira clavada en el eje en la sección cónica, para luego montar todo el conjunto centrifugo por la parte superior como se venía realizando.

El conjunto eje-estrella va fijado con arandela y tuerca para evitar que la estrella, la cual está unida al conjunto centrifugo, se desacople del eje.

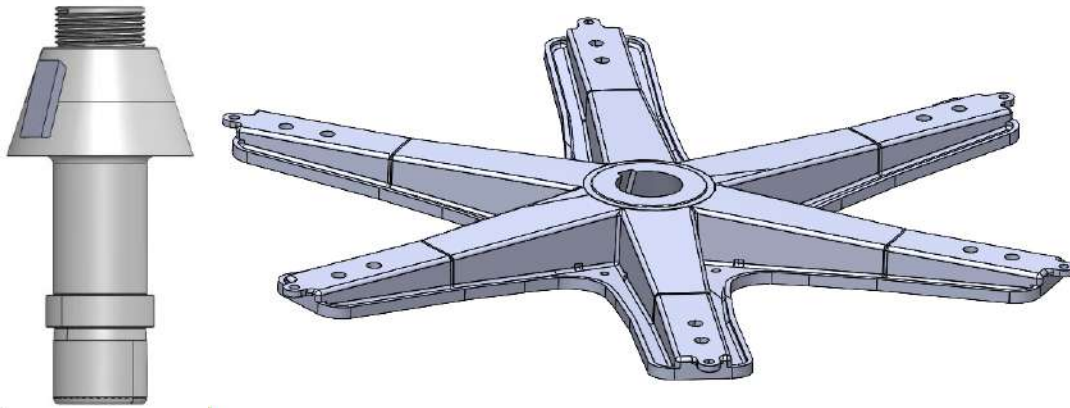


Figura 64 Ranurado en el eje y la estrella

Dimensionamiento y diseño de la chaveta.

Para obtener el dimensionamiento de la chaveta utilizaremos el catálogo dispuesto por OPAC. A partir del diámetro menor del cono, obtendremos las dimensiones necesarias de la chaveta, chavetero y cubo, con sus respectivas tolerancias.

Para verificar que los esfuerzos que transmite la chaveta, no generen deformaciones considerables en el cubo (dado que la estrella está formada por aluminio), utilizamos el software MDesign, el cual nos permite obtener, a partir de los parámetros de diseño como revoluciones por minuto de giro, potencia del motor, y los materiales de chaveta, cubo y eje, los valores mínimos como:

- Dimensiones mínimas de chaveta.
- Área mínima de contacto chaveta-eje.

- Área mínima de contacto chaveta-cubo.

***El software MDesign funciona a partir de valores previamente calculados y detallados en el libro “Diseño de elementos de máquinas – Robert Mott”. (Mott, s.f.)⁵**

Dimensionamiento del eje.

A partir de la modificación realizada en el eje, antes teníamos un eje que transmitía el torque a través del contacto en una superficie mucho mayor (octogonal - figura), ahora tenemos la transmisión mediante una chaveta, en una superficie cónica. Esta modificación conlleva un sobresalto de diámetro considerable; por ello, debemos tener en cuenta las posibles concentraciones de tensiones que puedan existir en dicho lugar.

Para realizar esta verificación, mediante el software SolidWorks, propusimos un radio de diseño de 2mm y realizamos sobre el eje una simulación estática, sometiéndolo a un esfuerzo de torsión de 0.32 N.m (valor obtenido a partir de las rpm y la potencia). De esta manera, comprobamos que los esfuerzos en la zona del sobresalto del diámetro, los esfuerzos no sean mayores a los admisibles.

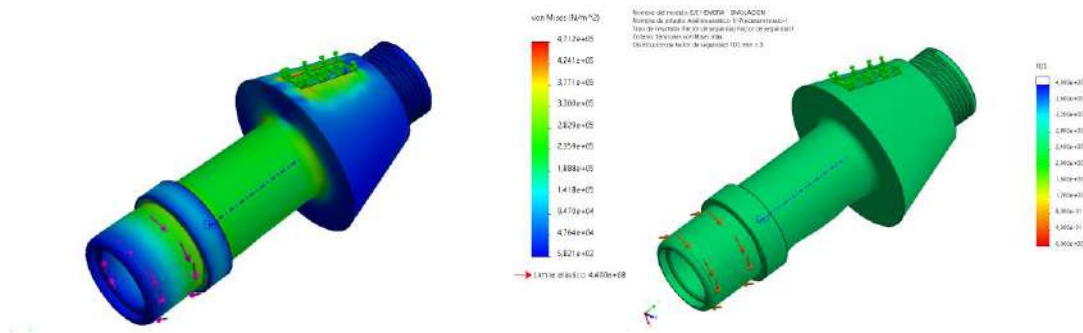


Figura 65 A la izquierda se observan los valores de tensiones obtenidos, ninguno superior a la admisible y a la derecha, la misma tensión con un factor de seguridad de 3, donde se visualiza que el valor nunca es alcanzado.

Procesos productivos y elección de materiales

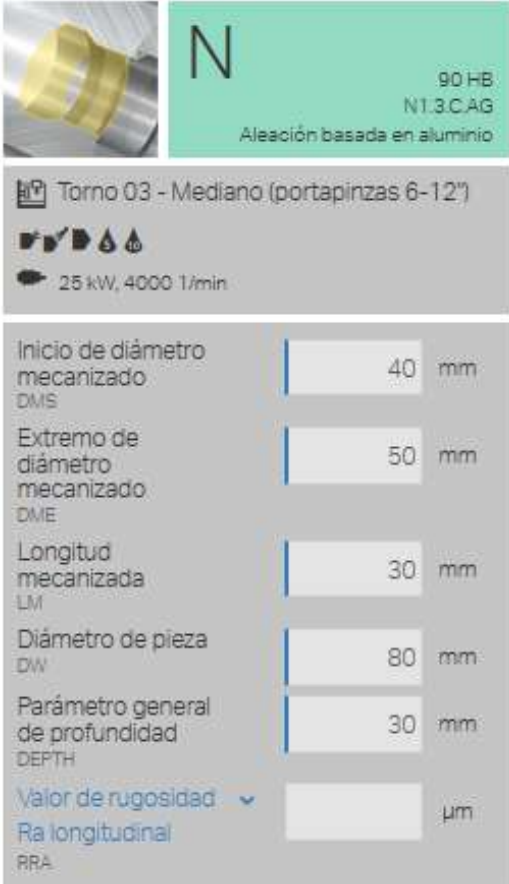
En cuanto a los procesos productivos, debemos realizar un escalón en el eje que se realizara por torneado, siguiendo el proceso de fabricación actual, y realizando el cono

⁵ Se encuentra la memoria de cálculo en Anexo cálculo de chavetero. Pág 105 y 106.

para el apoyo en la cara de la estrella. Adaptándonos a la nueva dimensión del diámetro máximo de Ø50 mm. El material seleccionado para el eje será el mismo al original, acero 2Cr13, el mismo es un acero inoxidable martensítico con propiedades magnéticas, buena resistencia a la corrosión y alta dureza en estado templado.

En el caso de la chaveta, ya con las dimensiones del catálogo, el material seleccionado será acero 1020 laminado en frío.

En cuanto a la estrella, el proceso productivo será igual al original, a excepción que en vez de realizar el brochado, procederemos con un torneado cónico interno. Para ello debemos programar la operación a realizar, este mismo fue calculado mediante Sandvik en “tools recomendación”, en base al material y las dimensiones que necesitamos mecanizar seleccionamos la herramienta de corte y los datos de corte. (SANDVICK COROMAT)



The image shows a screenshot of a CNC programming interface. At the top left, there is a small image of a yellow tool. To its right, a green box contains the letter 'N' and the text '90 HB', 'N1.3.C.AG', and 'Aleación basada en aluminio'. Below this, a grey box contains the text 'Torno 03 - Mediano (portapinzas 6-12")', icons for various functions, and '25 kW, 4000 1/min'. The main part of the interface is a table with parameters and their values.

Parameter	Value	Unit
Inicio de diámetro mecanizado DMS	40	mm
Extremo de diámetro mecanizado DME	50	mm
Longitud mecanizada LM	30	mm
Diámetro de pieza DW	80	mm
Parámetro general de profundidad DEPTH	30	mm
Valor de rugosidad Ra longitudinal RRA		µm

Figura 66 Datos del mecanizado y el material.



Figura 67 Datos de la herramienta y velocidad de corte.

Controles de calidad.

Para los procesos de control de calidad, tomamos como crítico la conicidad, verificando que el juego de cota funcional sea menor a 1 mm y el alabeo del eje sea menor a 0.03. Para llevar a cabo la verificación en la estrella, nuestra propuesta es la de un calibre tampón pasa no pasa, como el que muestra a continuación. De esta manera, garantizamos que el cono interior de la estrella este bajo tolerancias, y la tuerca pueda realizar el correcto ajuste.

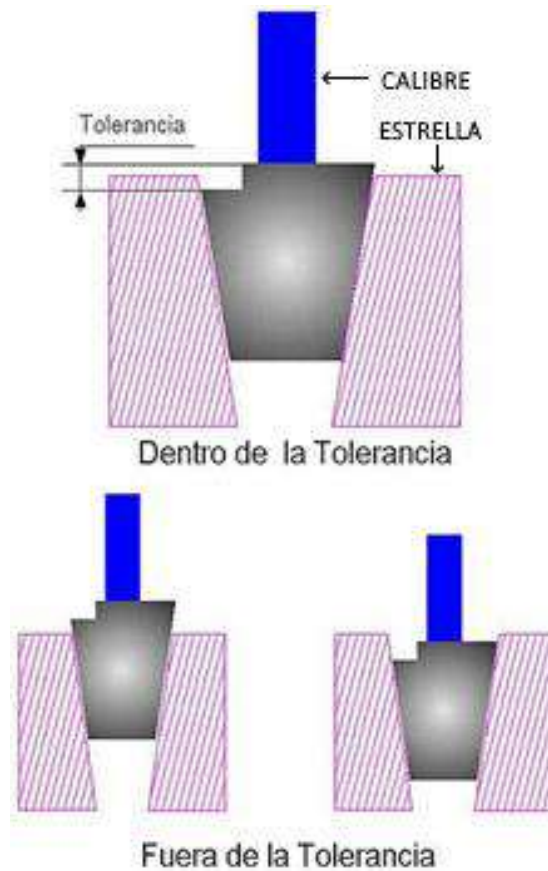


Figura 68 Controles de calidad del cono

A su vez, para garantizar el alabeo del cono del eje, optamos por control de circularidad, el cual consiste en colocar el cono entre puntos (Fig.69), una vez que el palpador de un comparador apoya contra la generatriz del cono, girar éste lentamente en una vuelta completa, y el comparador señalará el descentramiento radial.

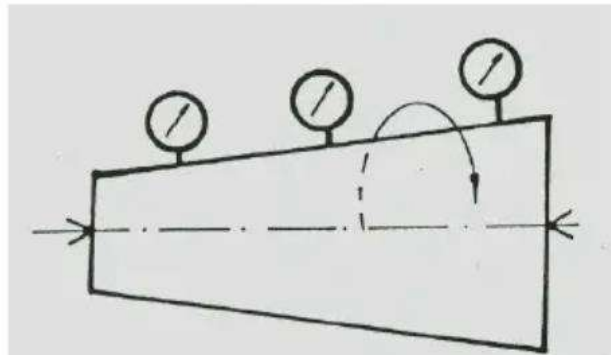


Figura 69 Controles de calidad para el cono del eje

Conclusión.

Durante el desarrollo del trabajo, nos encontramos con varias incógnitas sobre la causa del problema de excentricidad a través del transcurso del tiempo. Mediante estudios realizados en campo, llegamos a la conclusión de que uno de los principales factores (causa raíz) de este problema es la forma y dimensionamiento (tolerancia) de la estrella, pieza responsable de transmitir el torque entre el tambor y la caja de engranajes, así como de proporcionar un correcto alineamiento de los ejes. Por esto, desarrollamos nuestra mejora en el redimensionamiento de esta pieza. Sin embargo, pensamos que de esta forma no estábamos abriendo nuestra imaginación a nuevas posibilidades de funcionamiento y/o diseño. Por ello, optamos por una reestructuración en el montaje y las piezas. Fuimos analizando y evaluando los posibles casos, con sus ventajas y desventajas hasta llegar a la mejor versión. Realizando las validaciones, procesos productivos, selección de materiales y posteriores controles de calidad. De esta manera realizamos el camino desde la evaluación de la problemática, pasando por el diseño, análisis, verificación y posteriores controles de calidad.

Recomendaciones

Basándonos en nuestra experiencia, recomendamos a los futuros estudiantes que deben enfrentarse al proyecto que aprovechen todas las instancias y oportunidades para contribuir al mismo. En nuestro caso, la asignatura de Síntesis de Máquinas y Mecanismos fue fundamental para impulsar el proyecto, permitiéndonos realizar una búsqueda completa y profunda de soluciones y alternativas. Además, la cátedra de proyecto nos brindó un valioso apoyo durante las clases de consulta, ayudándonos a llevar a cabo el mejor desarrollo posible.

Encontramos sumamente beneficioso buscar temas relacionados con nuestro trabajo actual, ya que nos proporciona información fresca y abundante. Es importante tener en cuenta que la solución propuesta en nuestra tesis podría diferir de lo que se implementa en la planta. Esto puede deberse a razones económicas, restricciones de tiempo o la preferencia por soluciones temporales antes de realizar un cambio completo del sistema en el futuro u cualquiera cuestión.

¡GRACIAS!

Índice de figuras

FIGURA 1 CURVA SCR DE LOS LAVARROPAS DE ALTA CAPACIDAD, CON UN DESTACADO AUMENTO EN PROBLEMA DE CONJUNTO CENTRIFUGO.	9
FIGURA 2 PARTE FIJA DEL LAVARROPAS DE ALTA CAPACIDAD.	11
FIGURA 3 PARTE GIRATORIA DEL LAVARROPAS DE ALTA CAPACIDAD.	11
FIGURA 4 MONTAJE DE PARTE FIJA Y PARTE GIRATORIA.	12
FIGURA 5 VINCULACIÓN DE PARTE FIJA Y MÓVIL, CON TRANSMISIÓN DEL TORQUE.	13
FIGURA 6 CONJUNTO CENTRIFUGO MONTADO HACIA LA IZQUIERDA	20
FIGURA 7 CONJUNTO CENTRIFUGO.....	21
FIGURA 8 ESTRELLA DE 3 PATAS	21
FIGURA 9 ARANDELAS QUE SERÁN MONTADAS EN REMPLAZO DE LA ANTERIOR.	22
FIGURA 10 COMPROBACIÓN DE MONTAJE EN CORRECTA POSICIÓN, TORQUÍMETRO Y CONJUNTO MONTADO CON LA TAPA ANILLO CUBA.....	22
FIGURA 11 MEDICIONES EN DISTINTAS POSICIONES, PARA UNA MISMA POSICIÓN DE LA BASE DE LA FIGURA 2.	23
FIGURA 12 DATOS RECOLECTADOS A MANO PARA LOS DISTINTOS ÁNGULOS EN CADA POSICIÓN DE LA BASE METÁLICA, CON Y SIN LA MODIFICACIÓN DE LAS ARANDELAS	24
FIGURA 13 SENSOR PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	25
FIGURA 14 SOLUCIÓN IMPLEMENTADA EN BRASIL.....	25
FIGURA 15 DISEÑO DEL NUEVO PROTOTIPO	26
FIGURA 16 MEDICIONES DE EXCENTRICIDAD	26
FIGURA 17 MEDICIONES DE EXCENTRICIDAD EN SOFTWARE.	27
FIGURA 18 PUNTOS DE MEDICIÓN DE LA EXCENTRICIDAD RECUEDRADOS EN ROJO-VISTA EN CORTE DEL CONJUNTO CENTRIFUGO.....	27
FIGURA 19 PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO DE LAVARROPAS DE CARGA FRONTAL.....	30
FIGURA 20 PARTICIPACIÓN EN EL MERCADO DE LAVARROPAS DE CARGA SUPERIOR.....	30
FIGURA 21 VENTAS POR AÑO, EN MILES DE UNIDADES.....	31
FIGURA 22 REPARTICIÓN DE LAS VENTAS SEGÚN TIPO DE LAVARROPAS.	32
FIGURA 23 DIAGRAMA DE ISHIKAWA, DEL PROBLEMA DE DESBALANCEO EN EL CENTRIFUGADO	34
FIGURA 24 MODELIZACIÓN DE LA ESTRELLA.	40
FIGURA 25 MONTAJE DE LA ESTRELLA	41

FIGURA 26 EJE SOBRE SALIENDO DE LA CAJA DE ENGRANAJES Y CARA MECANIZADA DE LA ESTRELLA.	41
FIGURA 27 RECORTES DE PLANO DE LA ESTRELLA Y EJE.	42
FIGURA 28 PLANO DEL EJE	43
FIGURA 29 EJEMPLO DE ENCLAVAMIENTO DEL EJE CON LA ESTRELLA.	43
FIGURA 30 CALCULO TRIGONOMÉTRICO.	44
FIGURA 31 BROCHADO DE LA ESTRELLA, MECANIZADO Y MEDIDOR DE PLANITUD CON COMPARADOR.....	45
FIGURA 32 MEDICIONES DE LA PERPENDICULARIDAD	45
FIGURA 33 GRAFICO DE LÍNEAS DE LAS CARAS DEL BROCHADO RESPECTO A LA CARA MECANIZADA.....	47
FIGURA 34 COTAS A MODIFICAR	48
FIGURA 35 MODIFICACIONES SUGERIDAS.....	49
FIGURA 36 : MEDICIONES DE EXCENTRICIDAD EN LABORATORIO.	50
FIGURA 37 DISTRIBUCIÓN DE LA EXCENTRICIDAD CON Y SIN HOLGURA EN EL CUBO.	51
FIGURA 38 ESQUEMA DE LAVADO.	53
FIGURA 39 ETIQUETADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. (IRAM Y IQC, 2017).....	55
FIGURA 40 ESTADO DEL ARTE.	56
FIGURA 41 ESPECTRO DE SOLUCIONES COMBINADAS CON POSIBILIDAD DE COMBINARSE.	62
FIGURA 42 DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS LAVADORAS DE CARGA VERTICAL.	63
FIGURA 43 DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS LAVADORAS DE CARGA FRONTAL/LATERAL.	64
FIGURA 44 DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS LAVADORAS MODULARES.	64
FIGURA 45 PROPUESTA DE MEJORA POR CONTACTO PIEZA CON PIEZA.....	67
FIGURA 46 MORDAZA DE TORNO.	68
FIGURA 47 PROPUESTA DE MEJORA POR CENTRADO MEDIANTE IMANES.	68
FIGURA 48 PROPUESTA DE MEJORA POR DISPOSITIVOS CENTRADORES.....	69
FIGURA 49 DISPOSITIVO CENTRADO DE MONTAJE.	69
FIGURA 50 PIEZAS DE ALTA PRECISIÓN Y BAJO COSTO PARA EL MONTAJE.	70
FIGURA 51 ACOPLE SINTERIZADO Y TAMBOR.	71
FIGURA 52 ARANDELA DE POLÍMERO.	71
FIGURA 53 VISTA ACOPLE EN CORTE.....	72
FIGURA 54 VISTA EXPLOSIONADA.	73
FIGURA 55 PIEZA CÓNICA FABRICADA EN ALUMINIO INYECTADO.....	74

FIGURA 56 IMAGEN SIMPLIFICADA DEL NUEVO EJE.	76
FIGURA 57 ESTRELLA DE 6 PATAS CON REDISEÑO.....	76
FIGURA 58 CONJUNTO RE DISEÑADO	77
FIGURA 59 COTA FUNCIONAL ADOPTADA	79
FIGURA 60 APOYOS TEÓRICOS CONO DEL EJE Y DEL CONO DE LA ESTRELLA.....	79
FIGURA 61 MÁXIMO DESPLAZAMIENTO DEL EJE MEDICIÓN DE EXCENTRICIDAD	80
FIGURA 62 VALOR DE LA VARIABLE PROYECTADA.....	82
FIGURA 63 VALORES EN EL CONO DE LA ESTRELLA	82
FIGURA 64 RANURADO EN EL EJE Y LA ESTRELLA.....	83
FIGURA 65 A LA IZQUIERDA SE OBSERVAN LOS VALORES DE TENSIONES OBTENIDOS, NINGUNO SUPERIOR A LA ADMISIBLE Y A LA DERECHA, LA MISMA TENSIÓN CON UN FACTOR DE SEGURIDAD DE 3, DONDE SE VISUALIZA QUE EL VALOR NUNCA ES ALCANZADO.	84
FIGURA 66 DATOS DEL MECANIZADO Y EL MATERIAL.....	85
FIGURA 67 DATOS DE LA HERRAMIENTA Y VELOCIDAD DE CORTE.....	86
FIGURA 68 CONTROLES DE CALIDAD DEL CONO.....	87
FIGURA 69 CONTROLES DE CALIDAD PARA EL CONO DEL EJE	87

Bibliografía

CLEANIPEDIA. (s.f.). Obtenido de <https://www.cleanipedia.com/ar/como-limpiar-en-seco-lavado-en-seco-en-casa.html>

codeinep. (s.f.). Obtenido de <https://codeinep.org/hablemos-de-nanotecnologia-nuevas-posibilidades-en-la-limpieza-de-superficies/>

ECOADVANCE. (s.f.). Obtenido de <https://ecoadvance.net/ozonizador/agua/>

EDELTEC. (s.f.). Obtenido de <https://edeltec.com/limpieza-por-ultrasonidos/>

IRAM y IQC. (2017). *Etiqueta eficiencia energética*.

LA CASA DEL ELECTRODOMESTICO. (s.f.). págs. <https://www.lacasadelectrodomestico.com/blog/diferencias-lavadoras-carga-frontal-y-superior/#:~:text=Consumo%20y%20eficiencia%20energ%C3%A9tica%3A%20de,tener%20mayor%20capacidad%20de%20carga.>

LA NACION. (s.f.). págs. <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/dos-argentinos-inventaron-un-lavarropas-que-funciona-sin-agua-nid1814290/>. Obtenido de <https://www.lanacion.com.ar/sociedad/dos-argentinos-inventaron-un-lavarropas-que-funciona-sin-agua-nid1814290/>

LAVANGUARDIA. (s.f.). Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/andro4all/xiaomi/xiaomi-ha-lanzado-la-lavadora-inteligente-con-diseno-minimalista-que-querran-tener-en-casa>

Mott, R. (s.f.). *MDesign*.

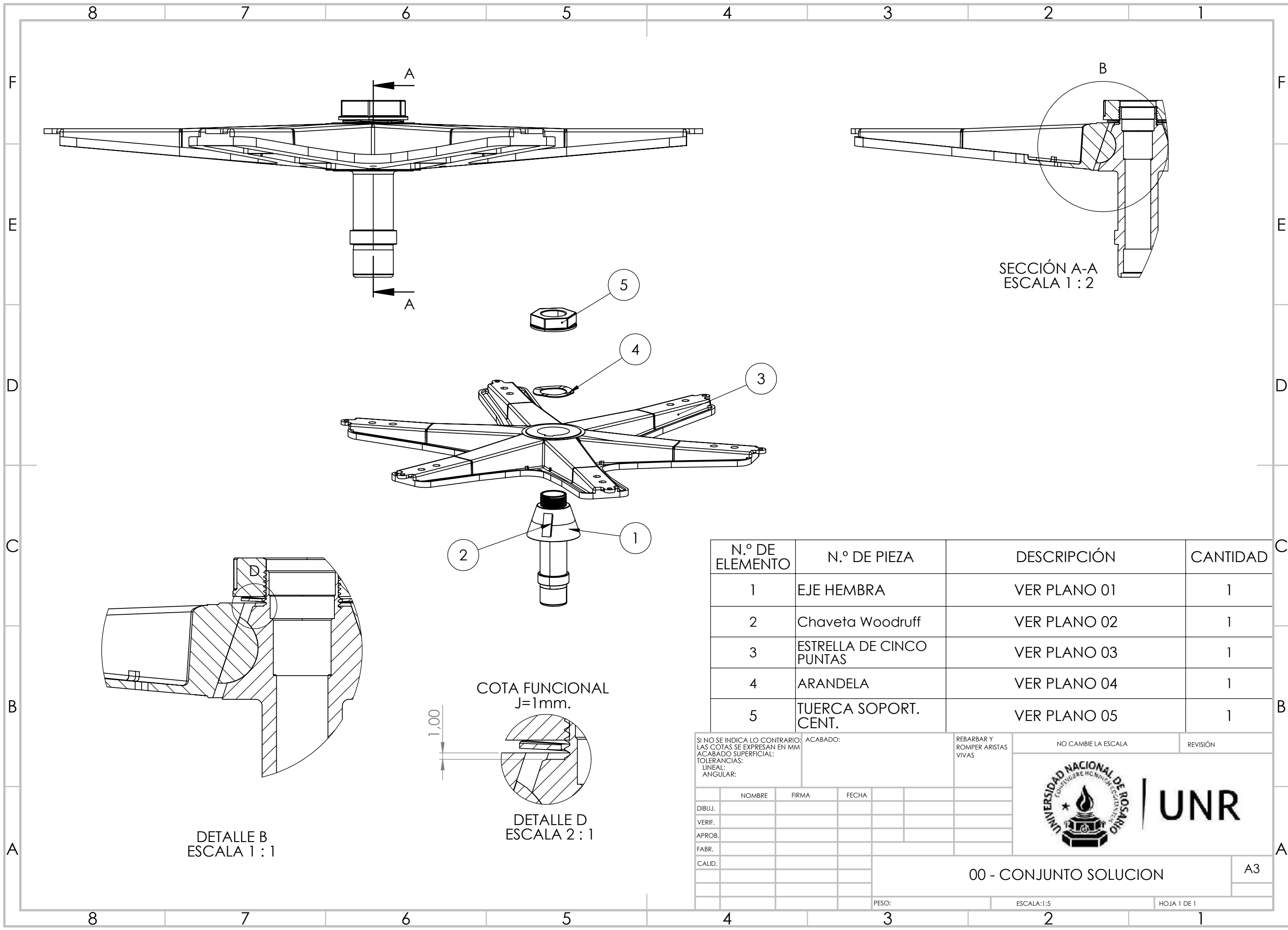
NERGIZA. (s.f.). Obtenido de <https://nergiza.com/secadoras-de-ropa-evacuacion-condensacion-o-bomba-de-calor/>

SANDVICK COROMAT. (s.f.). Obtenido de <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/products/toolguide/tool-recommendation>

ULTRATECNO. (s.f.). Obtenido de <https://www.ultratecno.es/tecnologia/limpieza-ultrasonidos-desengrase/>

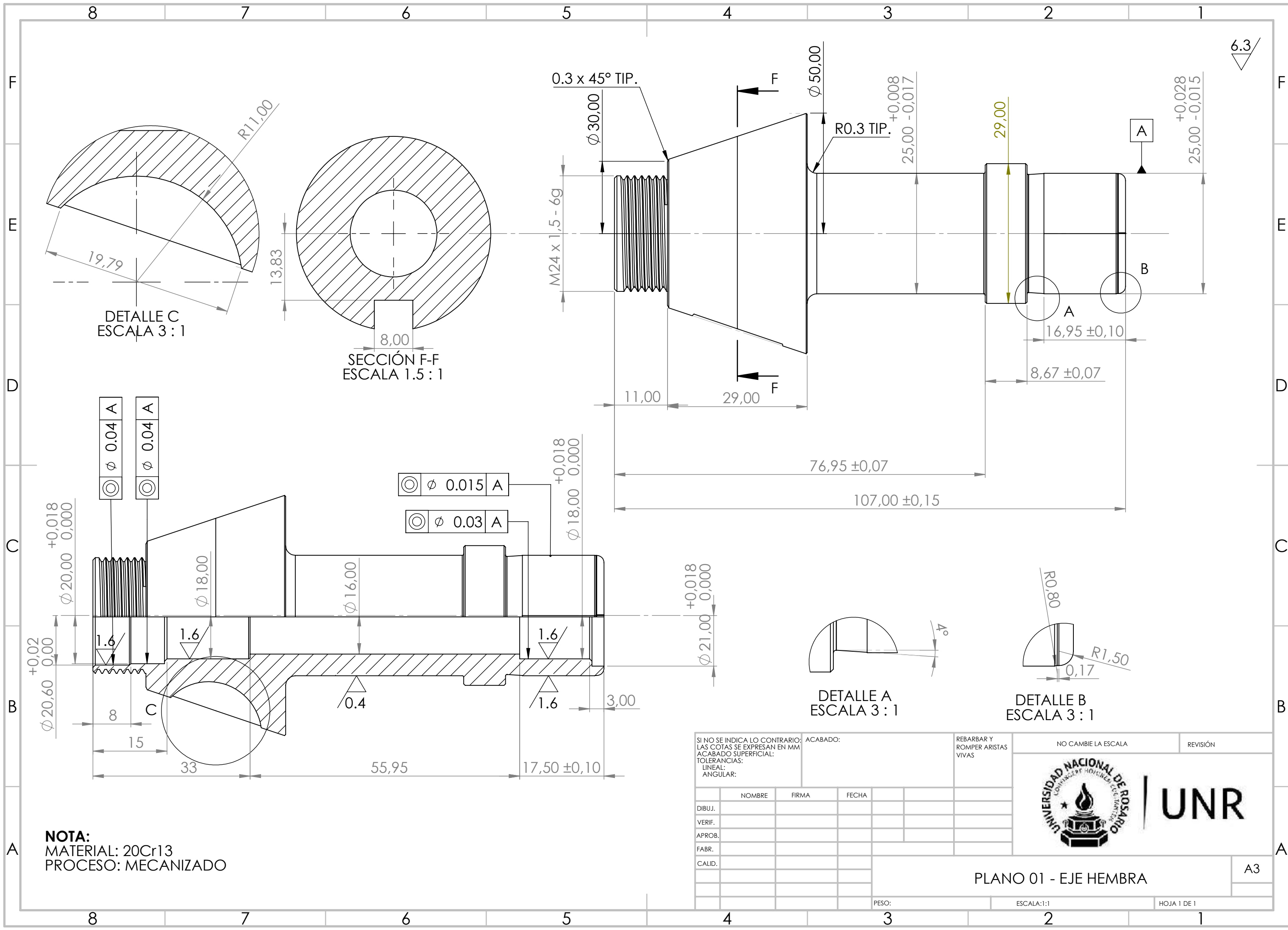
upcommons. (s.f.). Obtenido de <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/105400>

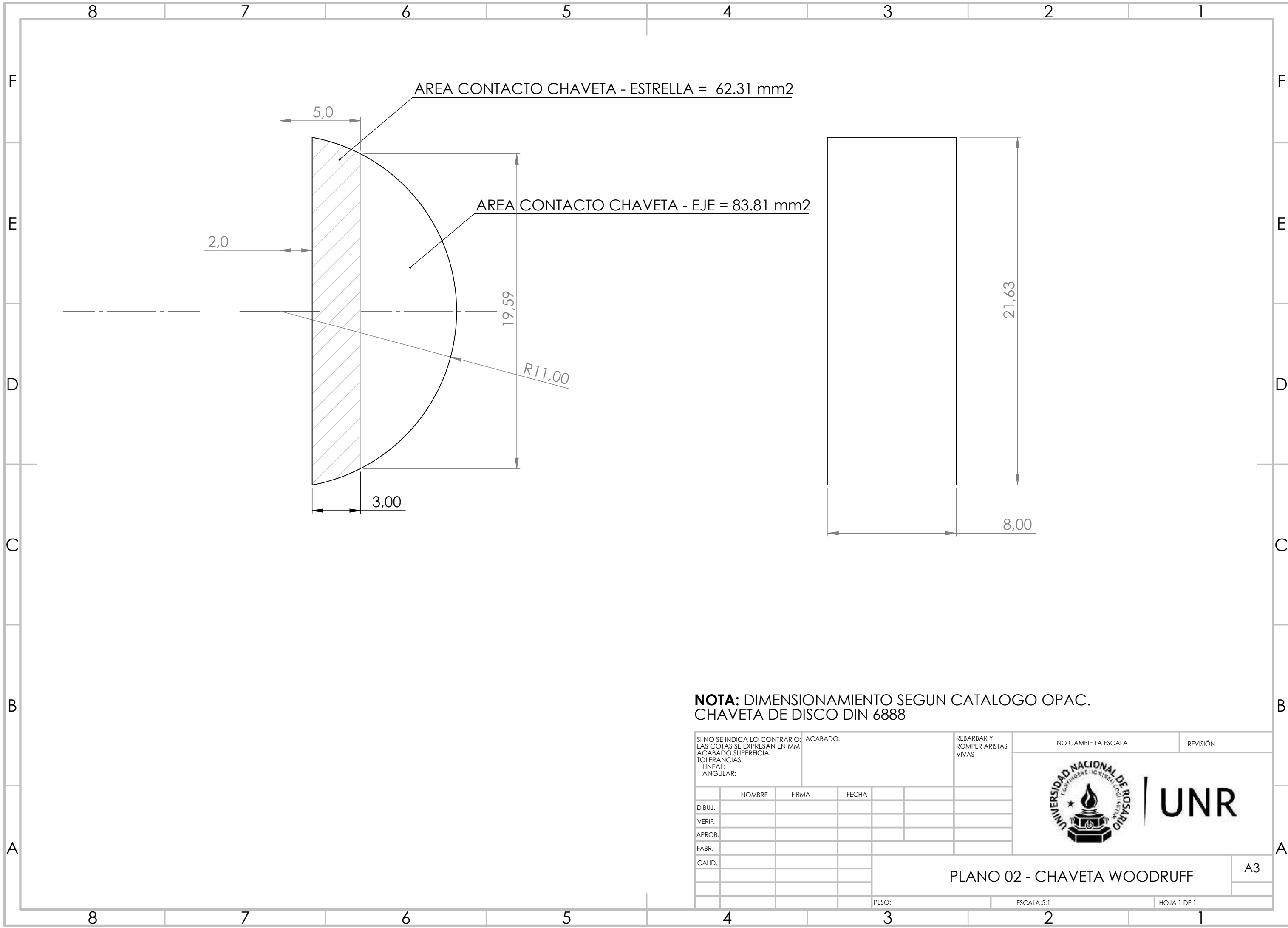
Anexo



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	EJE HEMBRA	VER PLANO 01	1
2	Chaveta Woodruff	VER PLANO 02	1
3	ESTRELLA DE CINCO PUNTAS	VER PLANO 03	1
4	ARANDELA	VER PLANO 04	1
5	TUERCA SOPORT. CENT.	VER PLANO 05	1

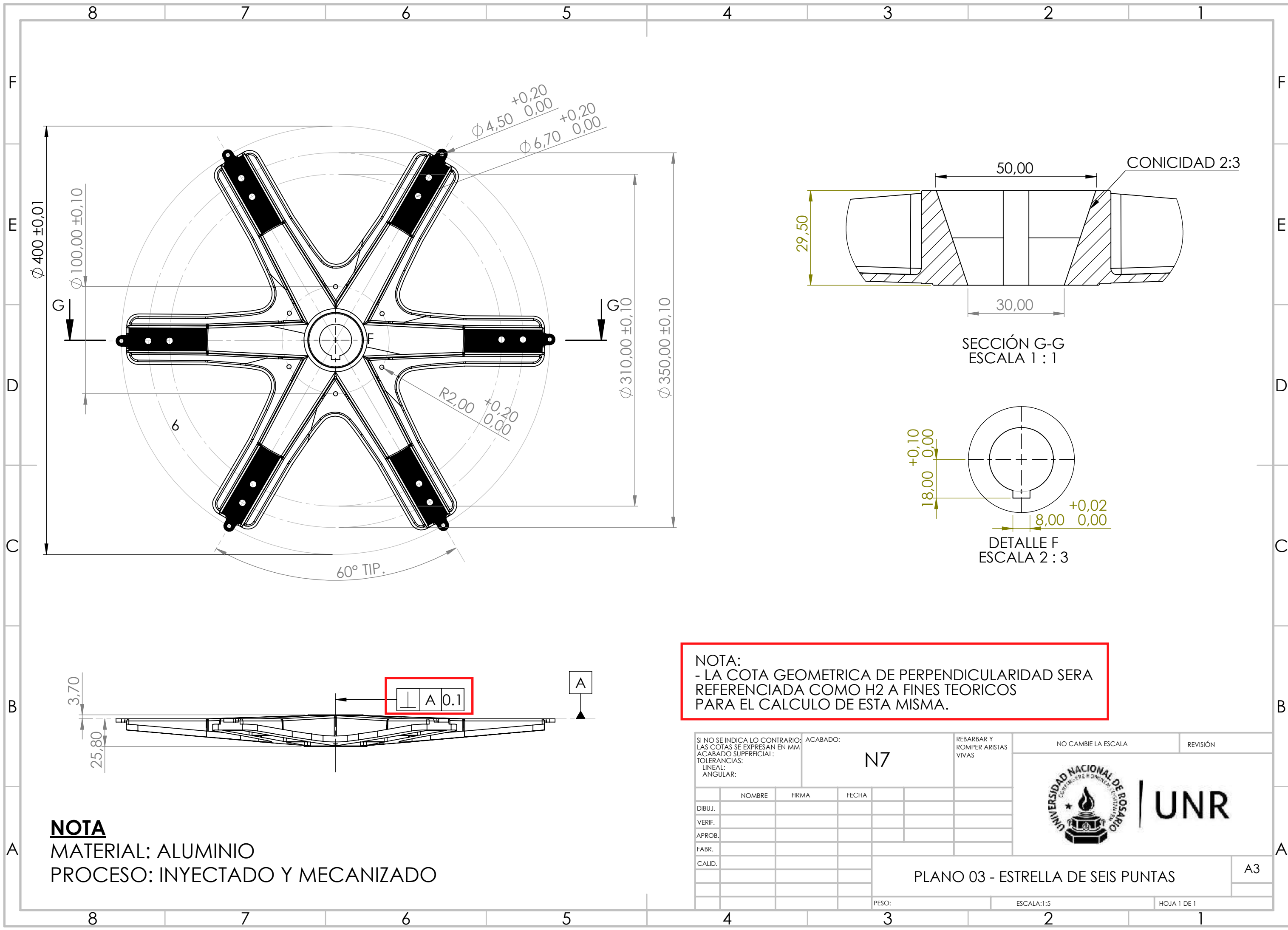
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:		ACABADO:	REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS	NO CAMBIE LA ESCALA	REVISIÓN
DIBUJ.	NOMBRE	FIRMA	FECHA		
VERIF.					
APROB.					
FABR.					
CALID.					
00 - CONJUNTO SOLUCION				A3	
PESO:				ESCALA:1:5	
				HOJA 1 DE 1	





NOTA: DIMENSIONAMIENTO SEGUN CATALOGO OPAC.
CHAVETA DE DISCO DIN 6888

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM ACABADO SUPERFICIAL: TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:				ACABADO:		REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS		NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
								 UNR			
DIBUJ.											
VERIF.											
APROB.											
FABR.											
CALID.											



NOTA:
- LA COTA GEOMETRICA DE PERPENDICULARIDAD SERA
REFERENCIADA COMO H2 A FINES TEORICOS
PARA EL CALCULO DE ESTA MISMA.

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM. ACABADO: N7 TOLERANCIAS: LINEAL: ANGULAR:			REBARBAR Y ROMPER ARISTAS VIVAS			NO CAMBIE LA ESCALA		REVISIÓN	
						 UNR			
DIBUJ.									
VERIF.									
APROB.									
FABR.									
CALID.									
						PLANO 03 - ESTRELLA DE SEIS PUNTAS			
						A3			
						</			

S4200

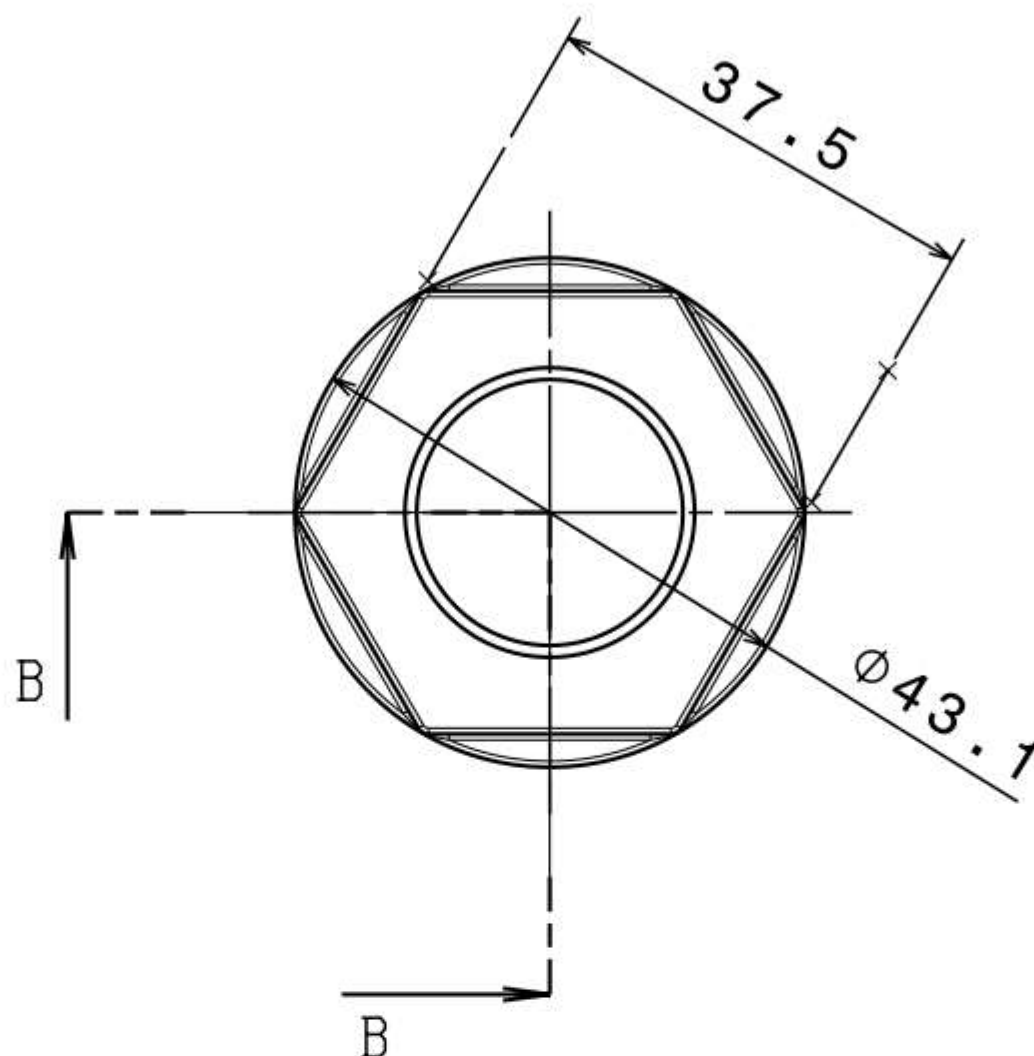


GA

Compañía Tecno Industrial S.A.
Fensa - Mademsa
MAIPU - CHILE

This drawing contains confidential information and is the property of Electrolux, without whose permission it may not be copied, shown or handed to a third party or otherwise used and it is to be returned promptly upon request to the design owner, who is responsible for the drawing.

SECCIÓN B-B



IN THE SALT SPRAY
CHAMBER.
4.- THE MATERIAL MUST
BE FREE OF CRACKS OR
FRACTURES

GENERAL TOLERANCES

A4 [DF11c]

1

2

3

2

F

C

E

A

TUERCA SOP CENTRIFUGO ESP 9-11K ZDC2

ARO

N/A

2330156

A

A98930001

v-2

1-€

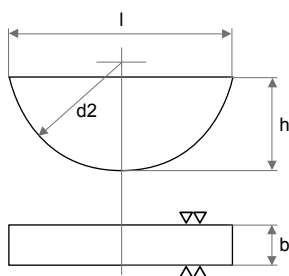
100

00

1/



DIN 6888



Chavetas de disco

Woodruff keys
Clavettes disque
Chavetas de disco

Acero C45+C (F-114)

Steel C45+C (F-114)
Acier C45+C (F-114)
Aço C45+C (F-114)

Tolerancia b: h9

b Tolerance: h9
Tolérance b: h9
Tolerância b: h9

Tolerancia h: h12

h Tolerance: h12
Tolérance h: h12
Tolerância h: h12

Resistencia mínima a la tracción: 600 N/mm²

Minimum tensile strenght: 600 N/mm²
Résistance minimum à la rupture: 600 N/mm²
Resistência mínima à tração: 600 N/mm²



También disponibles en stock en acero inoxidable. Consulte con nuestro departamento comercial.

We also have stainless steel available in stock. Contact our sales department.

Également disponible sur stock en inox. Nous consulter.

Também disponíveis em estoque em aço inoxidável. Consulte o nosso departamento comercial.



Otras medidas, longitudes especiales y materiales bajo consulta.

Other dimensions, special lengths and materials available on request.

Autres dimensions, longueurs et matières sur demande.

Outras medidas, comprimentos especiais e materiais, disponíveis sob consulta.



Las longitudes en negrita son las más utilizadas.

Bold numbers represent the most commonly used lengths.

En noir les dimensions les plus utilisées.

Os comprimentos em negrito são os mais utilizados.

Medidas fuera de norma DIN.

Dimensions outside DIN standard.

Dimensions hors norme DIN.

Medidas fora da norma DIN.

Ref.?

ejemplo

example

exemple

exemplo

Ref. = 81 - XX - XX - XX
b h d2

DIN 6888
3x5x13

Ref. = 81-3-5-13

b	1	1,5	2		2,5*	3			4			5				6				7	8			10			
h	1,4	2,6	2,6	3,7	•5	3,7	3,7	5	6,5	5	6,5	7,5	6,5	7,5	9	•10	7,5	9	10	11	•10	9	11	13	11	13	16
d2	4	7	7	10	•13	10	10	13	16	13	16	19	16	19	22	•25	19	22	25	28	•25	22	28	32	28	32	45

* Solo admisible para el sector del automóvil.

* Only acceptable for the automotive industry.

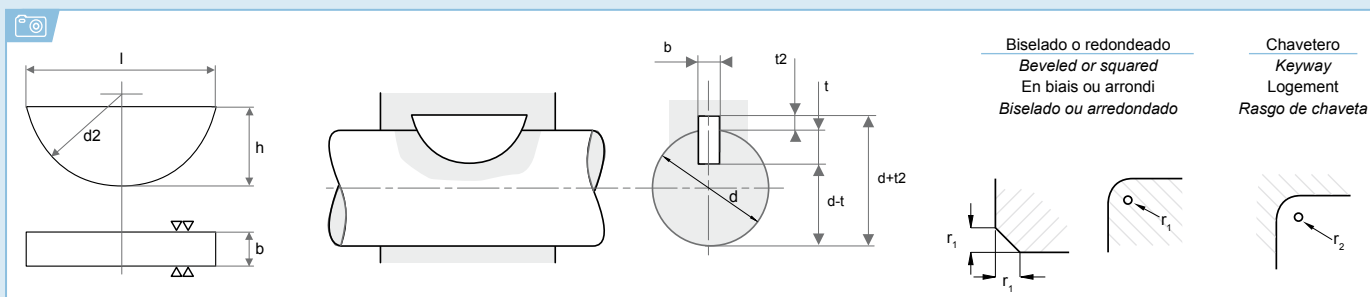
* Valable uniquement pour l'industrie automobile.

* Admissível apenas para o setor do automóvel.





i Selección de la chaveta de disco DIN 6888
 Selection criteria for Woodruff keys DIN 6888
 Élection de la clavette disque DIN 6888
 Seleção da chaveta de disco DIN 6888



ES EN FR PT

Chavetero del eje Shaft Keyway Logement de l'arbre Rasgo de chaveta do eixo	Chavetero del cubo Hub Keyway Logement du moyeu Rasgo de chaveta do cubo	Asiento fijo Tight fit Ajustement serré Assento fixo	Asiento ligero Loose fit Ajustement libre Assento ligeiro	dif. adm. Diferencia admisible Acceptable Difference Écart accepté Diferença admissível																
d1 (I)	>	3	4	6	8	-	10	-	12	-	17	-	22	-	30	-				
	≤	4	6	8	10	-	12	-	17	-	22	-	30	-	38	-				
d1 (II)	>	6	8	10	12		17		22		30		38		38					
	≤	8	10	12	17		22		30		38		-		-					
b	(h9) dif. adm.	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80
h	(h12) dif. adm.	1,4	2,6	2,6	3,7	3,7	5	6,5	5	6,5	7,5	6,5	7,5	9	7,5	9	10	11	9	11
d2	dif. adm.	4	7	7	10	10	10	13	16	13	16	19	16	19	22	19	22	25	28	22
r1	dif. adm.	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
l	≈	3,82	6,76	6,76	9,66	9,66	12,65	15,72	12,65	15,72	18,57	15,72	18,57	21,63	18,57	21,63	24,49	27,35	21,63	27,35
(7,85 kg/dm3) kg/1000 u.	≈	0,031	0,153	0,204	0,414	0,518	0,622	1,10	1,80	1,47	2,40	3,27	3,01	4,09	5,73	4,91	6,88	8,64	10,06	9,17
Chavetero del eje	b*	Asiento fijo	P9	1	1,5	2	2	2,5	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6
		Asiento ligero	N9	1	1,5	2	2	2,5	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6
	t1	Serie A		1,0	2,0	1,8	2,9	2,9	2,5	3,8	5,3	3,5	5,0	6,0	4,5	5,5	7,0	5,1	6,6	6,6
		Serie B		1,0	2,0	1,8	2,9	2,9	2,8	4,1	5,6	4,1	5,6	6,6	5,4	6,4	7,9	6,0	7,5	8,5
		Dif. adm. (A/B)		+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1
Chavetero del cubo	b*	Asiento fijo	P9	1	1,5	2	2	2,5	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6
		Asiento ligero	J9**	1	1,5	2	2	2,5	3	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6	6
	t2	Serie A***		0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	1,4	1,4	1,4	1,7	1,7	1,7	2,2	2,2	2,2	2,6	2,6	2,6
		Dif. adm. (A)		+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1
		Serie B***		0,6	0,8	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	1,3	1,3	1,7	1,7	1,7
		Dif. adm. (B)		+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,1
r2	Dif. adm.			0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
				-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2

d1 (I) son valores de ejes utilizables cuando la chaveta se utiliza como tal, es decir realizando la transmisión en el momento de la rotación.

d1 (I) are the usable shaft values when the key is used as such, meaning the movement when rotating the key.

d1 (I) sont les valeurs utiles des arbres lorsque la clavette est utilisée comme telle, c'est-à-dire elle réalise la transmission au moment de la rotation.

d1 (I) são os valores de eixo utilizáveis quando a chaveta é utilizada como tal, ou seja, realizando a transmissão no momento da rotação.

d1 (II) son diámetros de eje validos cuando la chaveta se utiliza para fijar la posición del elemento de accionamiento, pero no para realizar la propia transmisión (utilizando otros elementos para dicho fin).

d1 (II) are the valid shaft diameters when the key is used to fasten the operational element. However, they cannot be used for the actual movement (other elements are used for this purpose).

d1 (II) sont les diamètres permis lorsque la clavette est utilisée pour fixer la position de la pièce de démarrage, mais non pour réaliser la transmission (d'autres éléments assure ce mouvement).

d1 (II) são os diâmetros de eixo válidos quando a chaveta é utilizada para fixar a posição do elemento de acionamento, mas não para realizar a própria transmissão (utilizando outros elementos para esta finalidade).

b* Se recomienda para anchuras de chaveteros entallados atenerse a la calidad ISA IT8 en lugar de IT9 (es decir P8 en lugar de P9, N8 en lugar de N9 y J8 en lugar de J9).

b* For carved keyway widths, adhering to quality ISA IT8 instead of IT9 (P8 instead of P9, N8 instead of N9 and J8 instead of J9) is the recommended practice.

b* Nous conseillons pour les largeurs des logements usinés d'utiliser la qualité ISA IT8 au lieu de IT9 (c'est-à-dire P8 plutôt que P9, N8 plutôt que N9 et J8 plutôt que J9).

b* Para larguras de rasgos de chaveta entalhados, recomendamos a utilização da qualidade ISA IT8 em vez de IT9 (ou seja, P8 em vez de P9, N8 em vez de N9 e J8 em vez de J9).

**** En este caso, cuando se utilice diámetros de eje de d1 (II) también se puede utilizar la tolerancia D10.**

** In this case, when d1 (II) shaft diameters are used, D10 width tolerance can also be used.

** Dans ce cas, lorsqu'on utilise des diamètres d'arbres d1 (II) on peut utiliser la tolérance D10.

** Neste caso, quando se utilize diâmetros de eixo de d1 (II) também é possível utilizar a tolerância D10.

***** Emplear preferentemente la Serie A (chavetero del cubo alto) coincidente con DIN 6885 t2 con juego en el lomo. La Serie B (chavetero del cubo bajo) es para construcción de maquinaria.**

*** Preferably use Form A (top hub keyway), which coincides with DIN 6885 t2, with a set in the groove. Form B (bottom hub keyway) is used for building machinery.

*** Utiliser de préférence la série A (logement haut du moyeu) homologue avec la norme DIN 6885 t2 avec jeu dans la rainure. La série B (logement bas du moyeu) est utilisée pour la fabrication de machines spéciales.

*** Utilizar preferentemente a série A (rasgo de chaveta do cubo alto) coincidente com DIN 6885 t2 com folga no dorso. A Série B (rasgo de chaveta do cubo baixo) é para construção de maquinaria.

Tedata

Program : MDESIGN

User :

Customer :

Version : 1.1.2

Date : 28.02.2024

Proj. Nr :

Woodruff Keys

Input data:

Woodruff Keys

Variant of load input	Power and Rotational speed
Power	P = 240 W
Rotational speed	n = 750 rpm
Diameter of shaft at keyseat location	D = 40.00000001 mm
Key material selection	
Material designation	= 1020
Condition	= Annealed
Yield Strength	Sy = 289 N/mm ²
Shaft material selection	
Material designation	= 4150
Condition	= OQT 1300
Yield Strength	Sy = 406 N/mm ²
Hub material selection	
Material designation	=
Condition	=
Yield Strength	Sy = 151 N/mm ²
Design factor	N = 3
Length of hub	= 29.99999999 mm

Results

* VALORES OBTENIDOS A PARTIR DEL
DIMENSIONAMIENTO DE CHAVETA DEL
CATALOGO "OPAC"

Reaction force on the key	Fr	=	152.727N
Design shear stress	τ_d	=	48.263N/mm ²
Required key area to withstand shear stress		=	3.164mm ²
<i>Área de chaveta requerida para resistir el esfuerzo cortante</i>			<i>*=146.12 mm2</i>
Design compressive stress at shaft/key interface	σ_{ds}	=	96.527N/mm ²
Required area to withstand compressive stress between shaft and key		=	1.582mm ²
<i>Área requerida para resistir la tensión de compresión entre el eje y la chaveta</i>			<i>*=83.81 mm2</i>
Design compressive stress at hub/key interface	σ_{dh}	=	50.562N/mm ²
Required area to withstand compressive stress between hub and key		=	3.020mm ²
<i>Área requerida para resistir la tensión de compresión entre el cubo y la chaveta</i>			<i>*=62.31 mm2</i>
<u>Selected Key Characteristics</u>			
Key number		=	202
Width of key <i>Ancho de la chaveta</i>	W	=	1.587mm
Nominal diameter of the cylinder of which	B	=	6.350mm
<i>Diametro nominal del cilindro de la chaveta</i>			

Program : MDESIGN

User :

Customer :

Version : 1.1.2

Date : 28.02.2024

Proj. Nr :

Woodruff Keys

key is a part

Actual length *Longitud real*

F = 6.299 mm

Height of key *Altura de la chaveta*

C = 2.642 mm

Shaft keyseat depth *Profundidad del chavetero en el eje*

= 1.849 mm

Hub keyseat depth *Profundidad del chavetero en el cubo*

= 0.945 mm

Resulting key length *Largo resultante de la chaveta*

= 5.770 mm

Suggested Fillet Radii and Key Chamfers

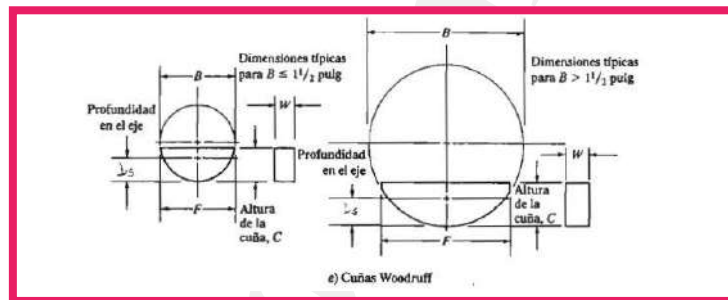
Suggested fillet radius

= 0.794 mm

Suggested 45° key chamfer

= 1.191 mm

PARAMETROS DE DISEÑO CHAVETA WOODRUFF



CALCULOS DE DISEÑO CHAVETAS WOODRUFF - MOTT

Entonces, el esfuerzo cortante es

$$\tau = \frac{F}{A_s} = \frac{T}{(D/2)(WL)} = \frac{2T}{DWL} \quad (11-1)$$

En los diseños se puede igualar el esfuerzo cortante y el esfuerzo de diseño al cortante, para la teoría de falla por esfuerzo cortante máximo:

A mayor D y W - menor esfuerzo cortante $\tau_s = 0.5s_y/N$

Entonces, la longitud necesaria de la cuña es

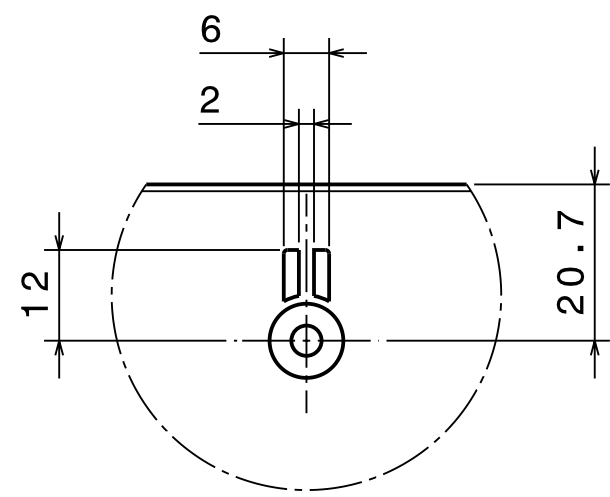
$$L = \frac{2T}{\tau_s DW} = \frac{2T}{0.5s_y D W} \quad (11-2)$$

FIGURA 11-4
Fuerzas sobre una cuña

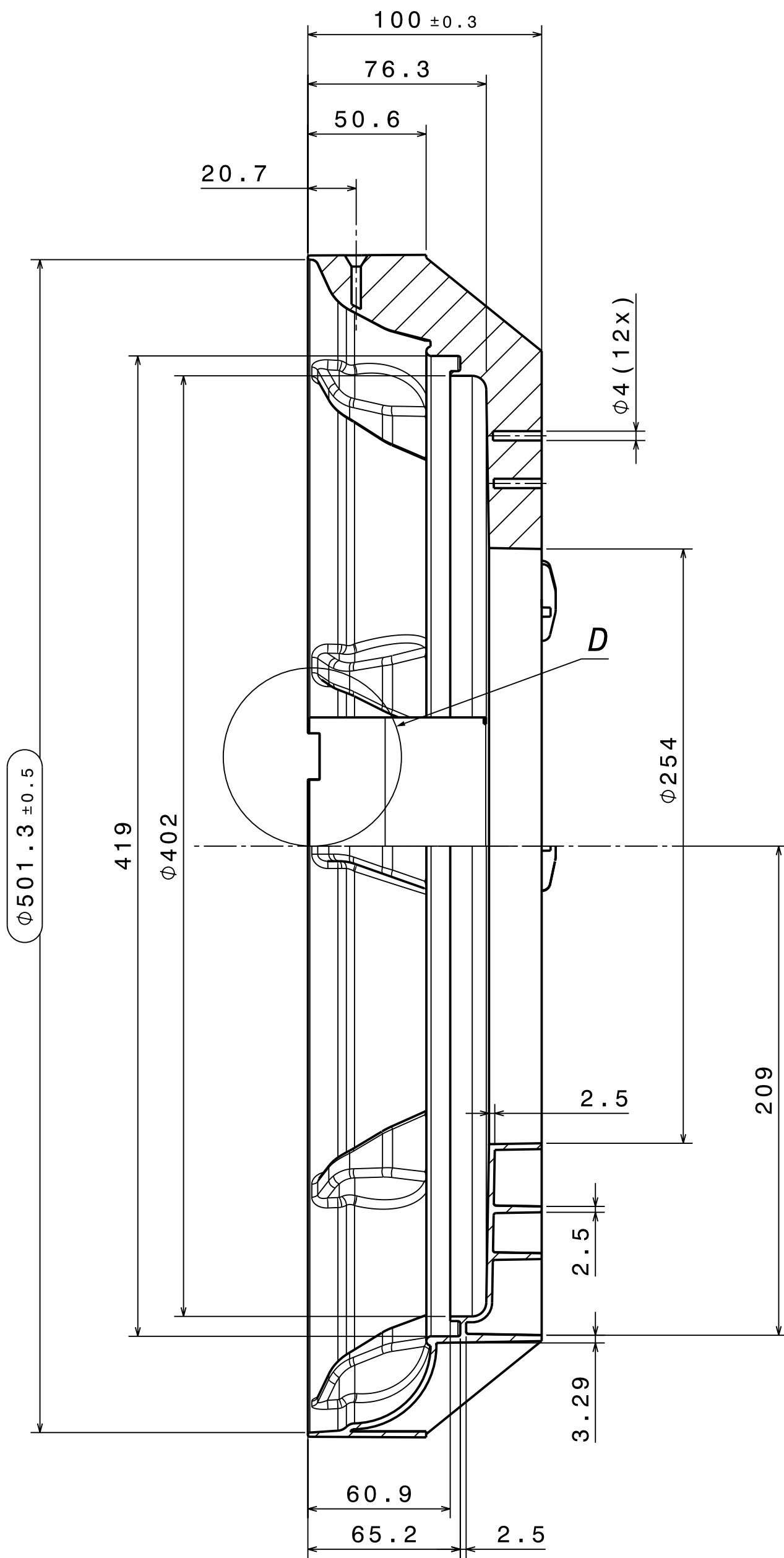
a) Perspectiva

b) Vista frontal

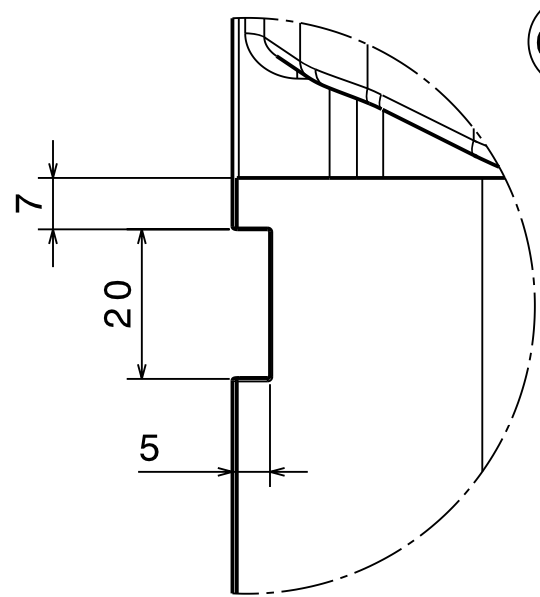
Plano de corte
Área de corte = WL
Fuerza del eje sobre la cuña
Fuerza F distribuida sobre el área de carga, L(H/2)
Reacción del cubo sobre la cuña
F = T / (D/2)
Cubo
El eje impulsa al cubo



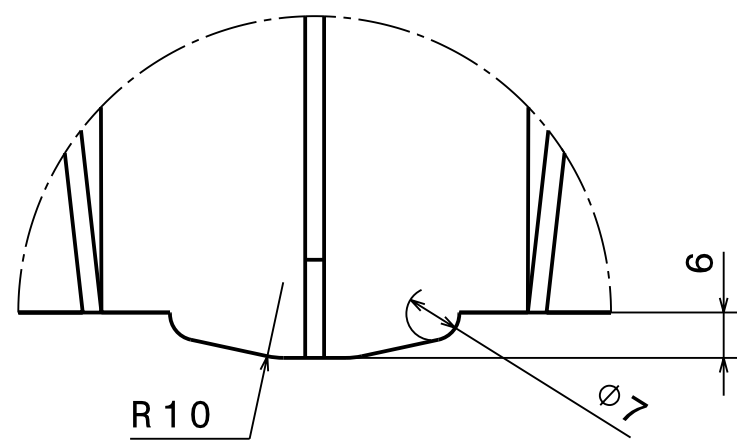
Detail C
Scale: 1:1



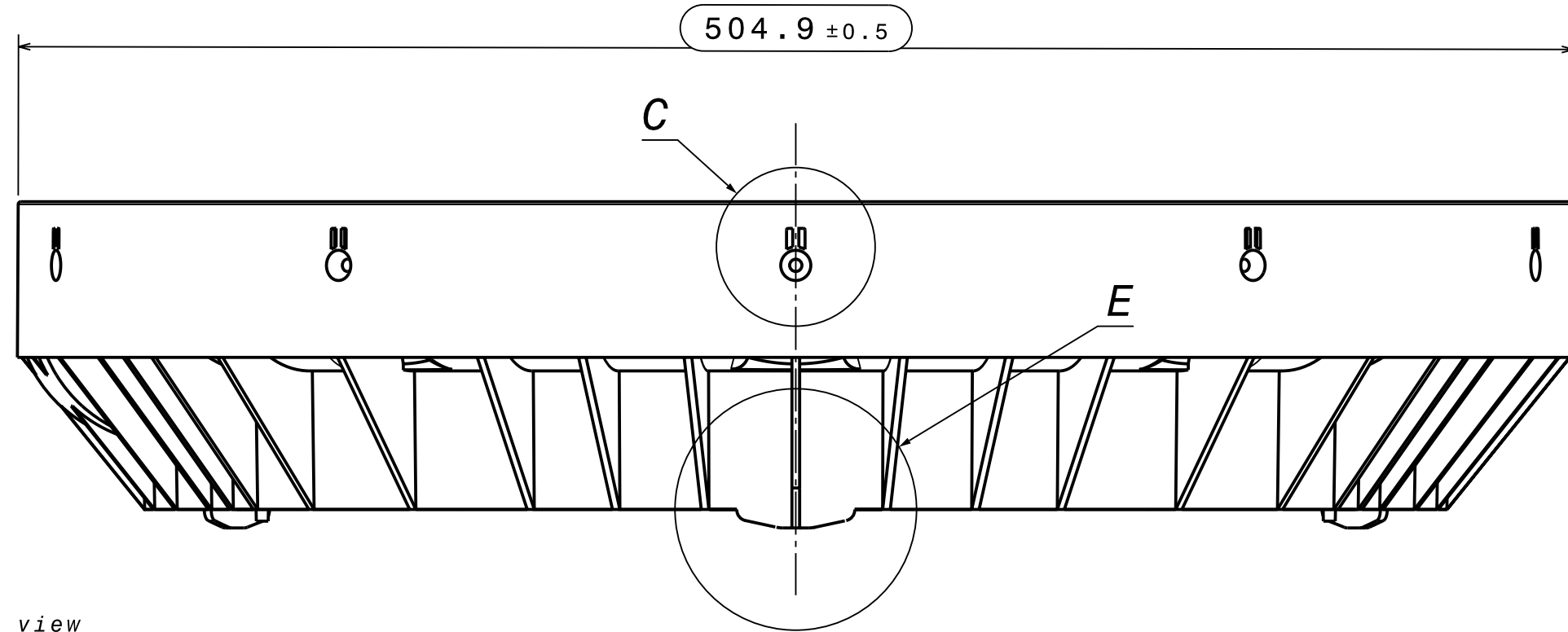
Section view A-A
Scale: 1:2



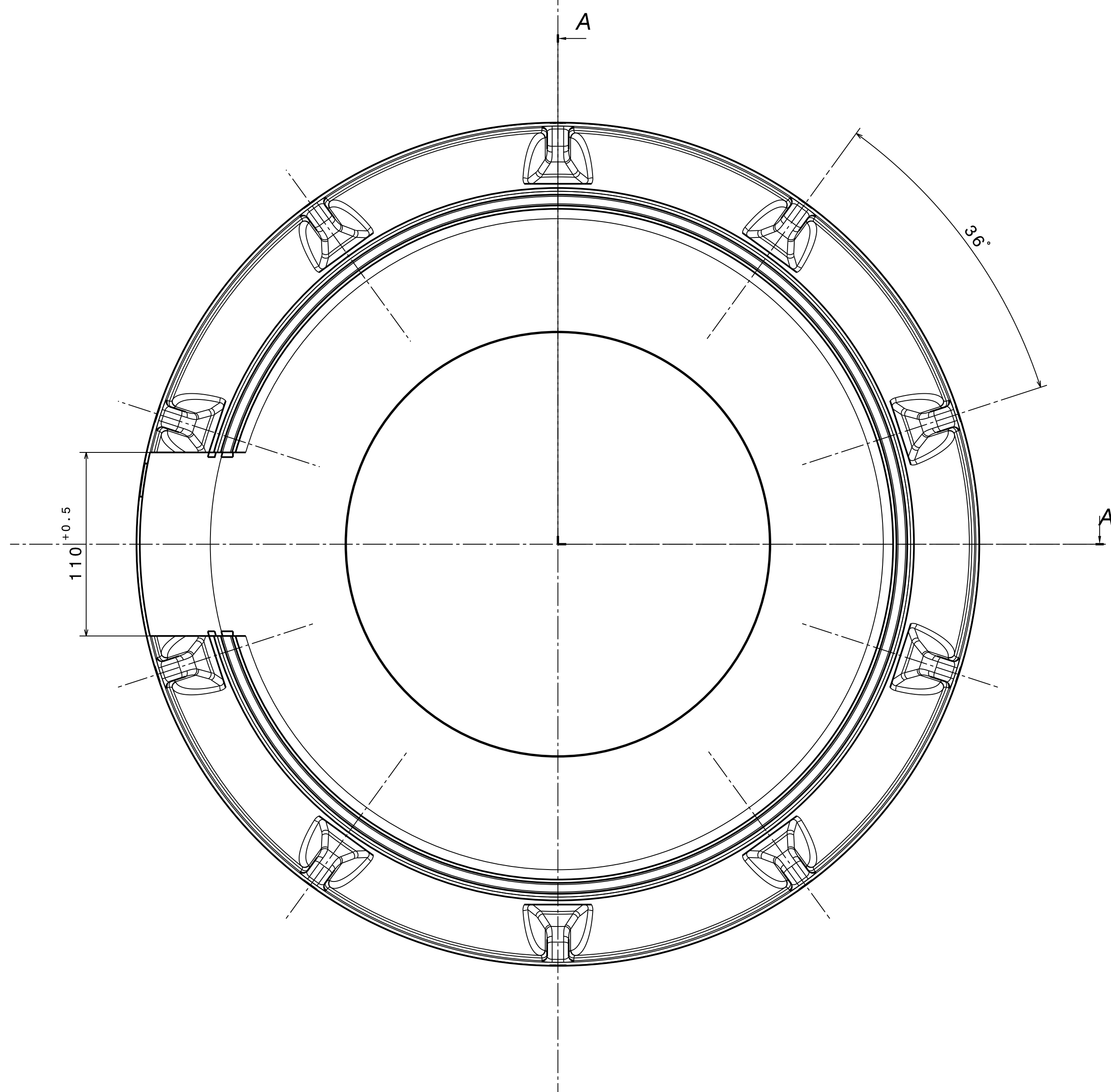
Detail D
Scale: 1:1



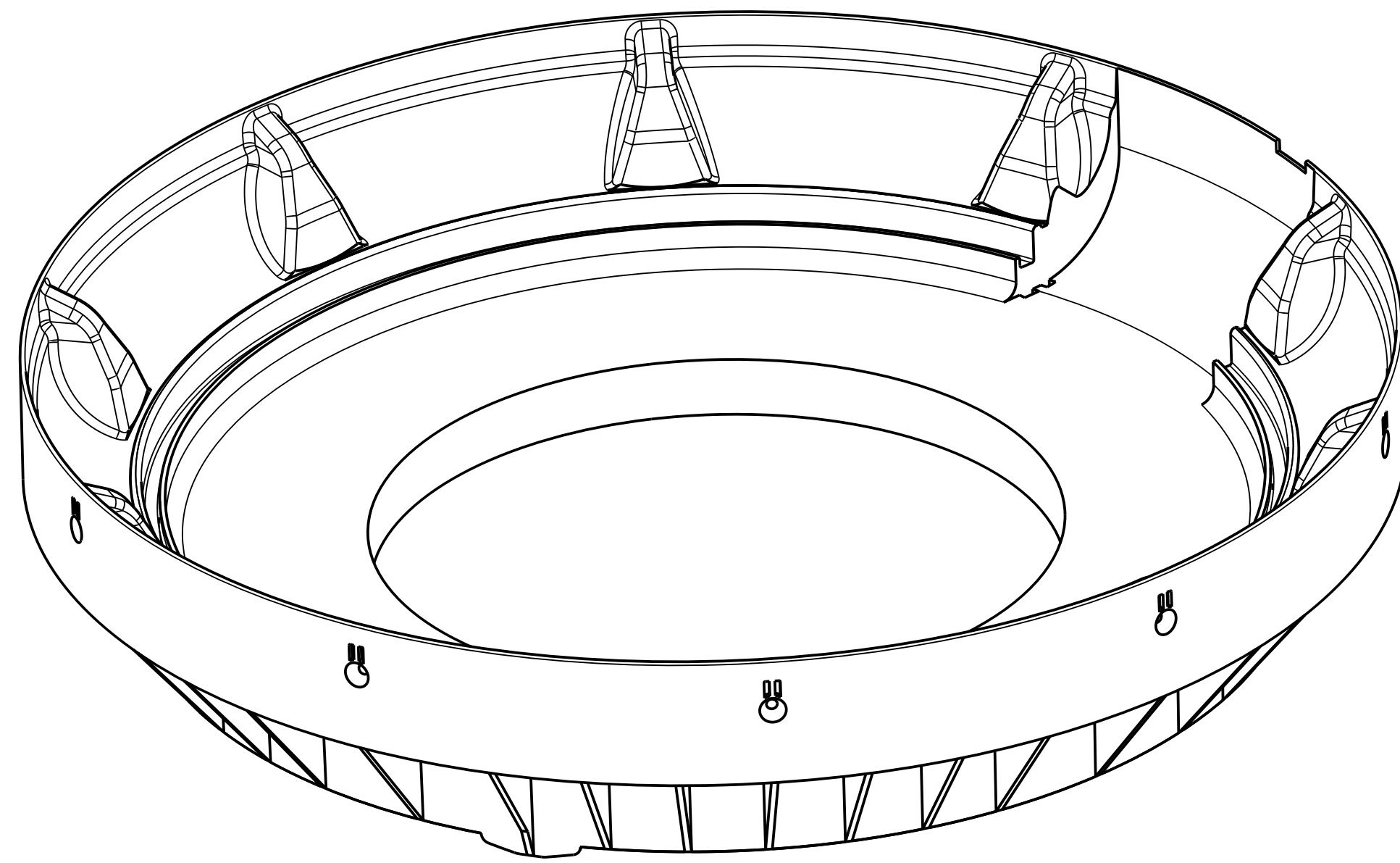
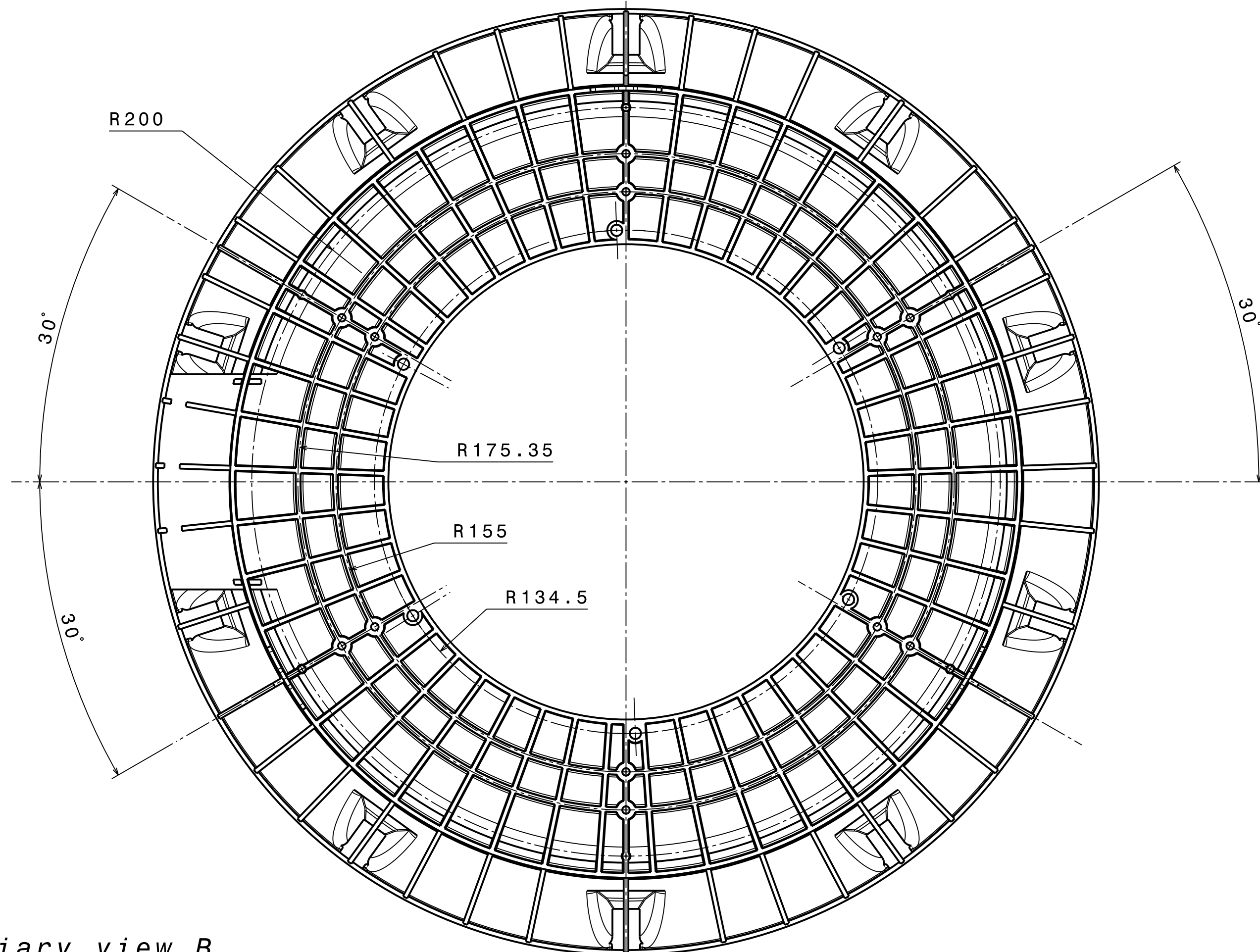
Detail E
Scale: 1:1



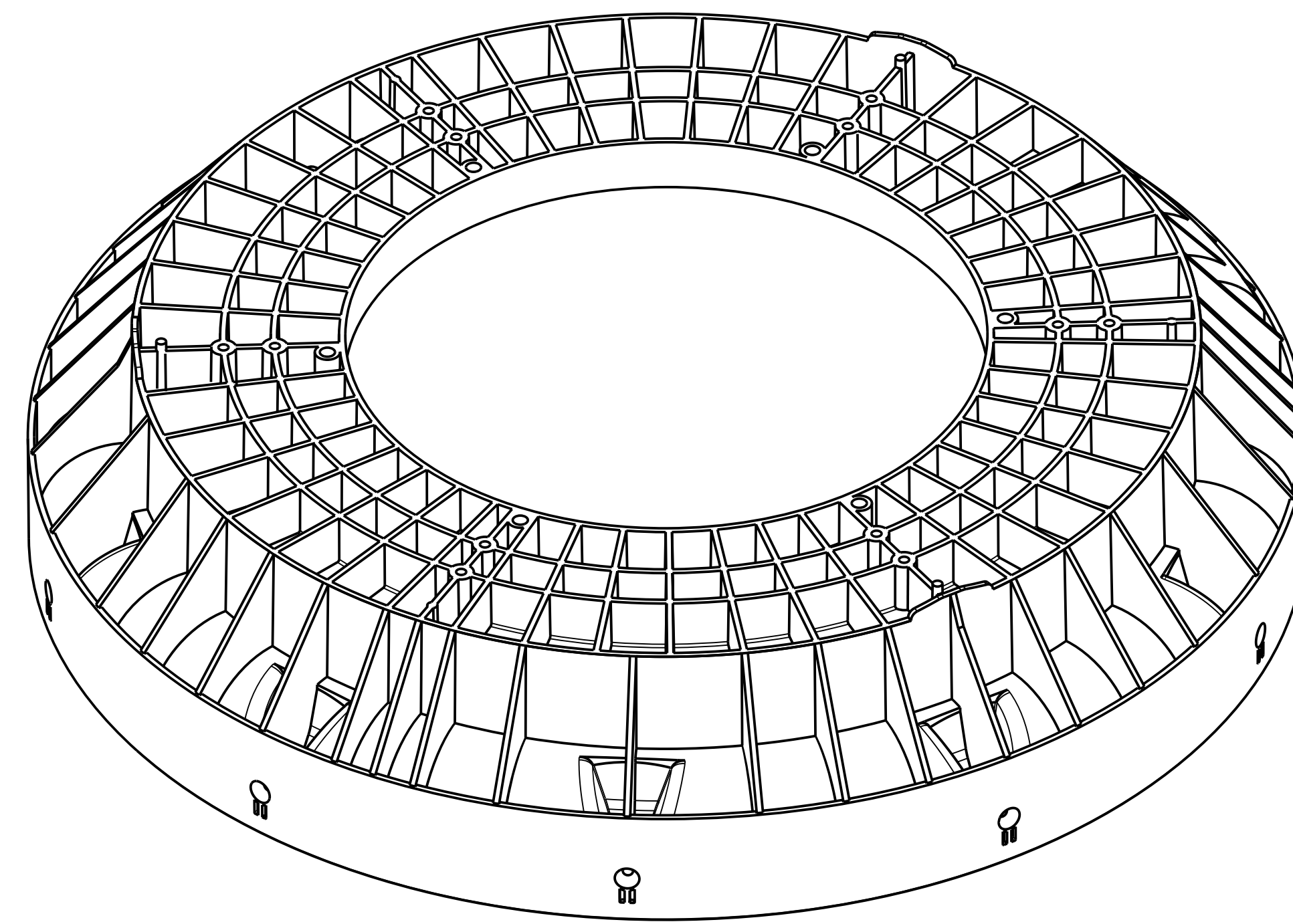
Bottom view
Scale: 1:2



Auxiliary view B
Scale: 1:2



Isometric view
Scale: 1:2



Isometric view
Scale: 1:2

NOTE:

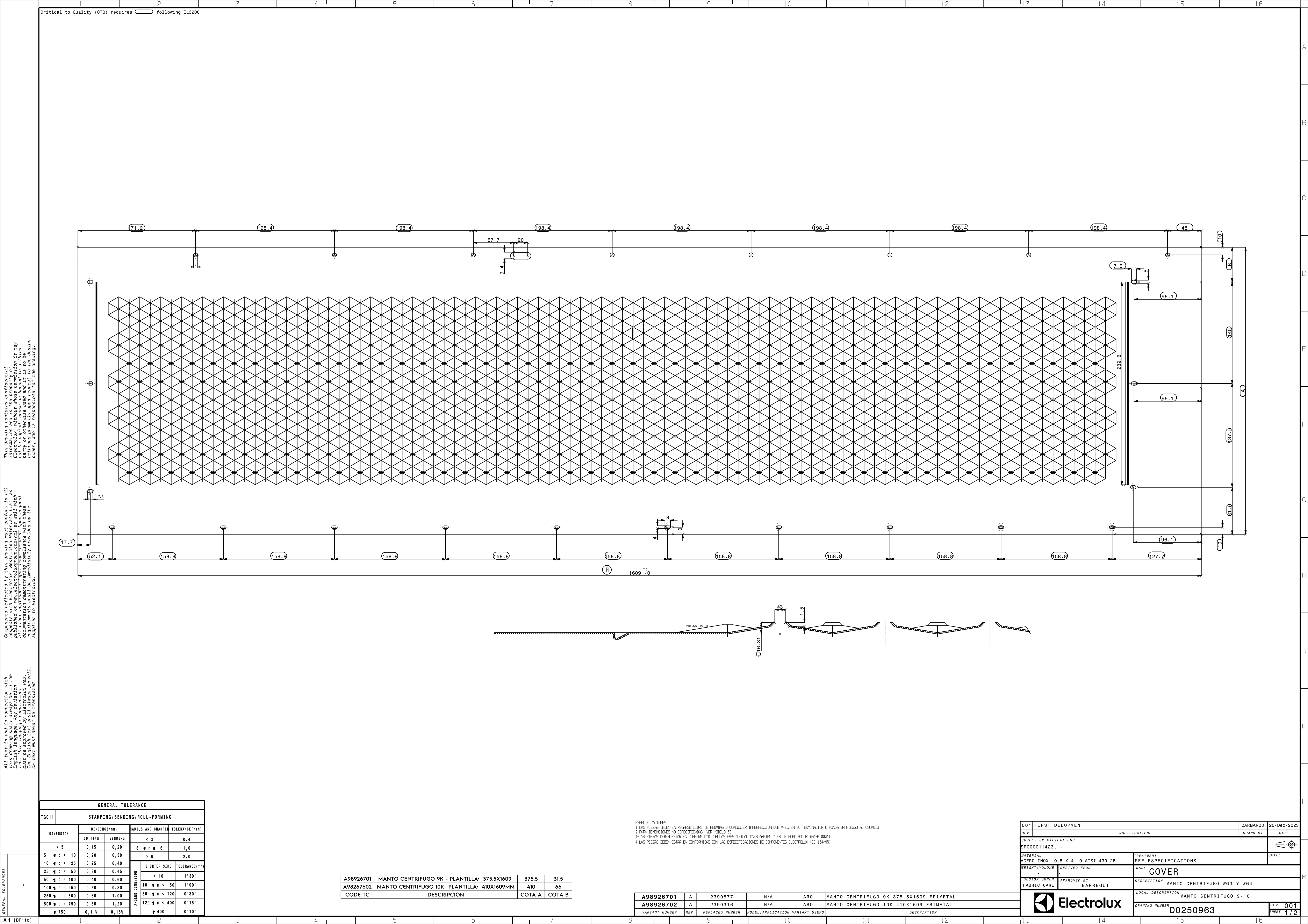
- MATERIAL SPECIFICATION
 - MATERIAL: SEE TABLE.
 - PART VOLUME (CAD): 1420,40 cm3
- FINISH SPECIFICATION
 - ALL SURFACES TO HAVE GLOSS FINISHING UNLESS SPECIFIED.
 - PART TO BE FREE OF FLASH, BURRS, AND SHARP EDGES, VISUAL SURFACES TO BE FREE OF SINKMARKS, WELD/FLOW LINES, EJECTOR PINS MARKS AND OTHER TOOLING MARKS.
- COMPONENT REQUIREMENT
 - NON-SPECIFIED DIMENSIONS, SEE THE 3D MODEL.
 - GEOMETRICAL TOLERANCES ACC. TO NBR6409.
 - CAVITY NUMBER TO BE PLACED IN DESIGNATED AREA ONLY.
 - MATERIAL MARKING TO BE PLACED IN DESIGNATED AREA ONLY.
 - DATE STAMP TO BE PLACED IN DESIGNATED AREA ONLY.

COLOR	COORDENADA		
	L	A	B
GRIS B02119	37,4	-0,43	0,21
BLANCO 7815	92,58	-1,54	-1,1

D10 ADD NEW CODES TEAMCENTER		CARIAROD 26-Jan-2024	
D00 CHANGED THE GEOMETRY OF THE PART - DETAIL D AND E		OLIVELUCOS 29-Aug-2023	
D07 COLOR UPDATE FOR PAULA 1 PROJECT - VARIANT 248072434		SANTOSCU 31-May-2024	
REV: 1	MODIFICATIONS	DRAWN BY: DATE:	
SUPPLY SPECIFICATIONS			
SP000011423, -			
MATERIAL		TREATMENT	
PP 20N TALCO		SCALE	
1:221-0		1:2	
REVISIONS		NAME	
1:221-0		BASE	
DESIGN ORDER		DESCRIPTION	
FABRIC CARE		BASE CENTRIFUGO 9 - 10 KG	
APPROVED BY		LOCAL DESCRIPTION	
RODRIMEC		BASE CENTRIFUGO	
DRAWING NUMBER		REV: 010	
D0114966		SHEET: 1/1	

GENERAL TOLERANCE			
TT0005	PLASTICS (TABLE 140)		
LINEAR DIMENSION	TOLERANCE (mm)	RADIUS AND CHAMFER TOLERANCE (mm)	
< 3	0,22	< 3	0,2
3 ≤ d < 10	0,27	3 ≤ r < 6	0,5
10 ≤ d < 22	0,34	6 ≤ r	1,0
22 ≤ d < 40	0,43		
40 ≤ d < 70	0,60		
70 ≤ d < 120	0,80		
120 ≤ d < 200	1,25		
200 ≤ d < 315	1,50		
315 ≤ d < 500	2,50		
500 ≤ d < 1000	4,50		
≥ 1000	6,45		

GENERAL TOLERANCE	PLASTICS (TABLE 140)
TT0005	PLASTICS (TABLE 140)



This drawing contains confidential information and is the property of Electrolux. It is not to be copied, reproduced, or otherwise used without the written permission of Electrolux. The design owner, who is responsible for the drawing, is Electrolux.

All text in and in connection with this drawing shall always be in the Spanish language. Any translation from this language must be approved by Electrolux R&D. If text must never be translated.

GENERAL TOLERANCES

GENERAL TOLERANCE				
TG011	STAMPING/BENDING/ROLL-FORMING			
DIMENSION	BENDING (±mm)		RADIUS AND CHAMFER	TOLERANCE (±mm)
	CUTTING	BENDING		
< 5	0,15	0,20	< 3	0,4
5 ≤ d < 10	0,20	0,30	3 ≤ r ≤ 6	1,0
10 ≤ d < 25	0,25	0,40	> 6	2,0
25 ≤ d < 50	0,30	0,45		
50 ≤ d < 100	0,40	0,60	SHORTER SIDE	TOLERANCE (±°)
100 ≤ d < 250	0,50	0,80	< 10	1°30'
250 ≤ d < 500	0,60	1,00	10 ≤ α ≤ 50	1°00'
500 ≤ d < 750	0,80	1,20	50 ≤ α ≤ 120	0°30'
≥ 750	0,11%	0,16%	120 ≤ α ≤ 400	0°15'
			≥ 400	0°10'

A98926701	MANTO CENTRIFUGO 9K - PLANTILLA: 375.5X1609	375.5	31,5
A98267602	MANTO CENTRIFUGO 10K - PLANTILLA: 410X1609MM	410	66
CODE TC	DESCRIPCIÓN	COTA A	COTA B

ESPECIFICACIONES
1-LAS PIEZAS DEBEN ENTREGARSE LIBRE DE REBARBAS O CUALQUIER IMPERFECCION QUE AFECTEN SU TERMINACION O PONGA EN RIESGO AL USUARIO
2-TODAS LAS MEDIDAS SE DARAN EN MILIMETROS
3-LAS PIEZAS DEBEN ESTAR EN CONFORMIDAD CON LAS ESPECIFICACIONES AMBIENTALES DE ELECTROLUX (EAP-0001)
4-LAS PIEZAS DEBEN ESTAR EN CONFORMIDAD CON LAS ESPECIFICACIONES DE COMPONENTES ELECTROLUX (EC 104/95)

A98926701	A	2390577	N/A	ARO	MANTO CENTRIFUGO 9K 375.5X1609 FRIMETAL
A98926702	A	2390316	N/A	ARO	MANTO CENTRIFUGO 10K 410X1609 FRIMETAL
VARIANT NUMBER	REV.	REPLACED NUMBER	MODEL/APPLICATION	VARIANT USERS	DESCRIPTION

001 FIRST DELOPMENT			CARMAROD	20-Dec-2023	
REV.	MODIFICATIONS			DRAWN BY	DATE
SUPPLY SPECIFICATIONS			DRAWN BY		
SP000011423, -			DRAWN BY		
MATERIAL			TREATMENT		
ACERO INOX. 0.5 X 4.10 AISI 430 2B			SEE ESPECIFICATIONS		
WEIGHT/VOLUME			NAME		
-			COVER		
DESIGN OWNER			DESCRIPTION		
FABRIC CARE			MANTO CENTRIFUGO WG3 Y WG4		
APPROVED BY			LOCAL DESCRIPTION		
BARREGUI			MANTO CENTRIFUGO 9-10		
 Electrolux			DRAWING NUMBER		
			D0250963		
REV.			001		
SHEET			1/2		

This drawing contains confidential information and is the property of Electrolux. It is not to be copied, reproduced, or otherwise used and it is to be returned to the design owner, who is responsible for the drawing.

Components reflected by this drawing must conform in all respects with Electrolux' Restricted Materials List, as published on the Electrolux website. Upon request, all other suppliers must provide documentation demonstrating compliance with these requirements immediately provided by the supplier to Electrolux.

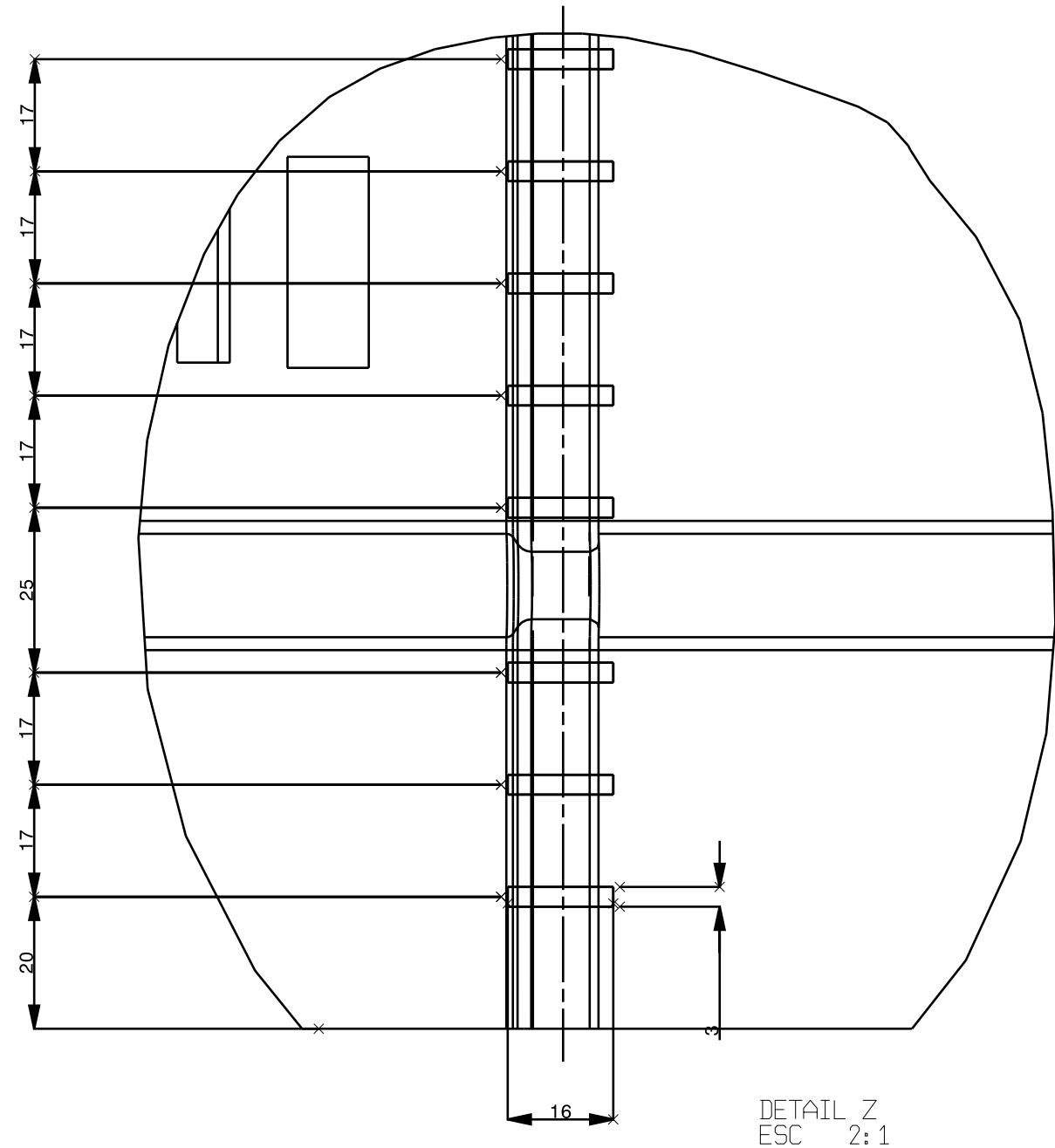
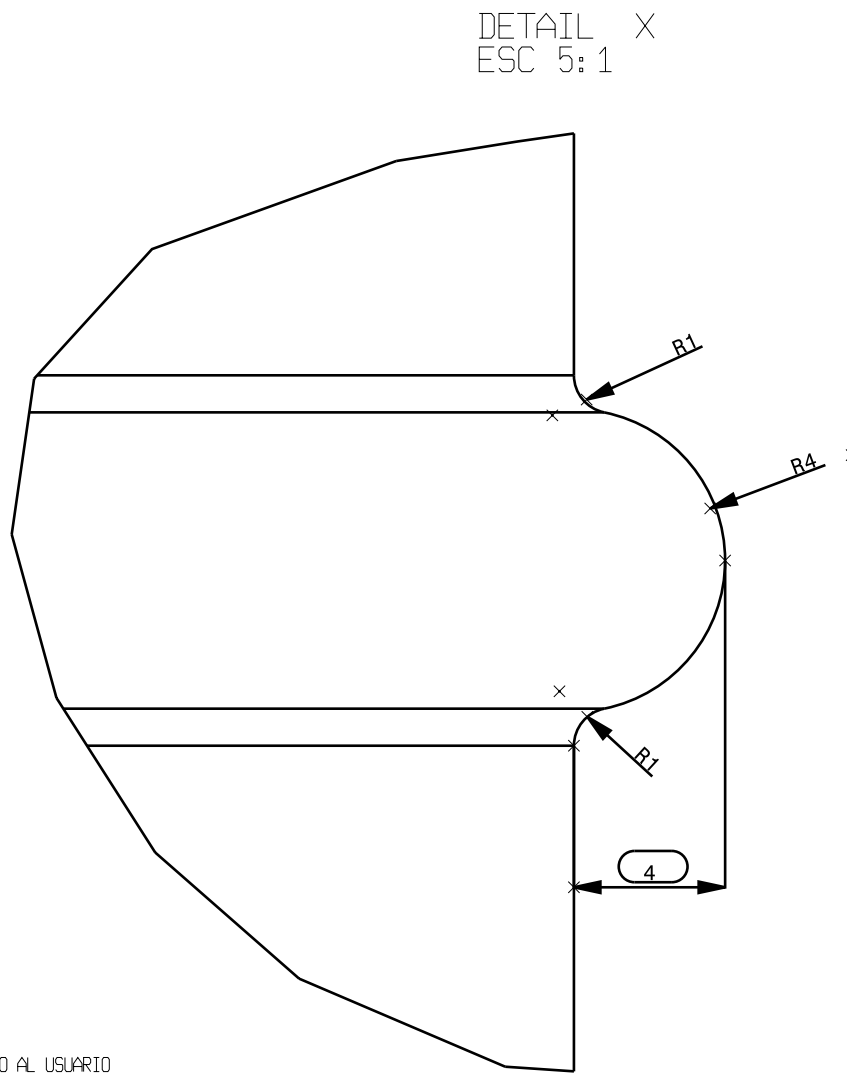
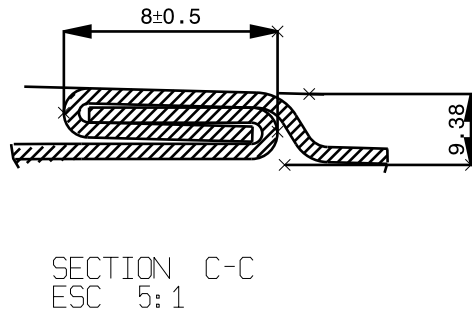
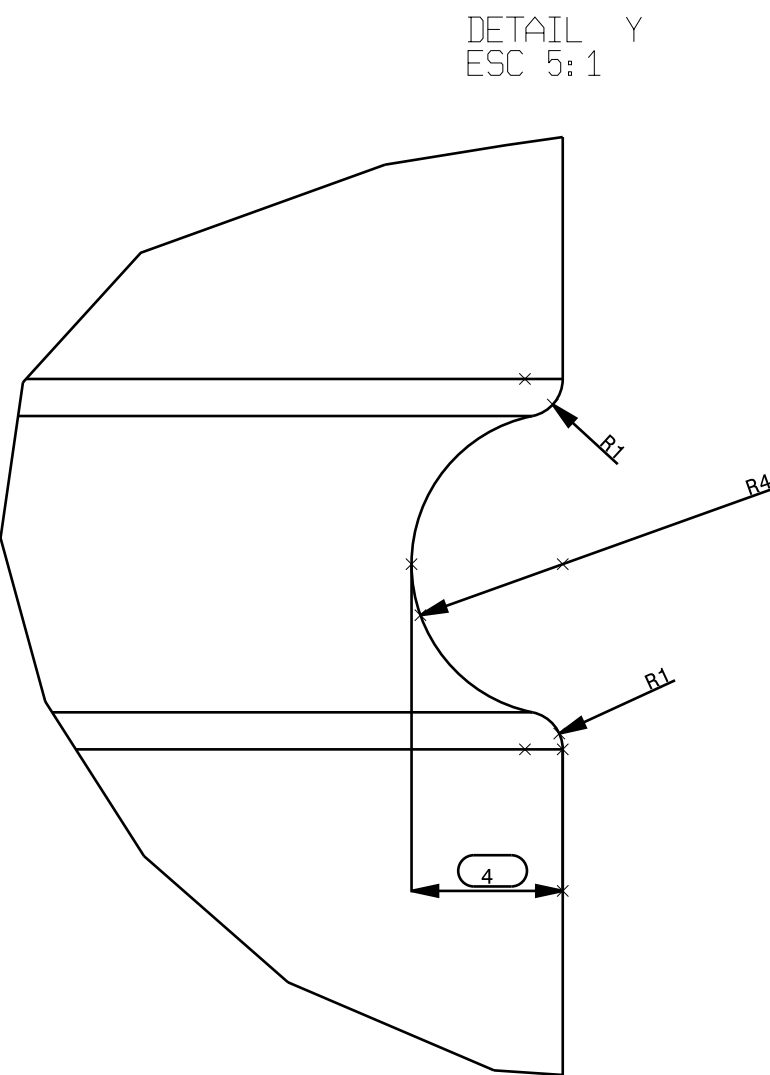
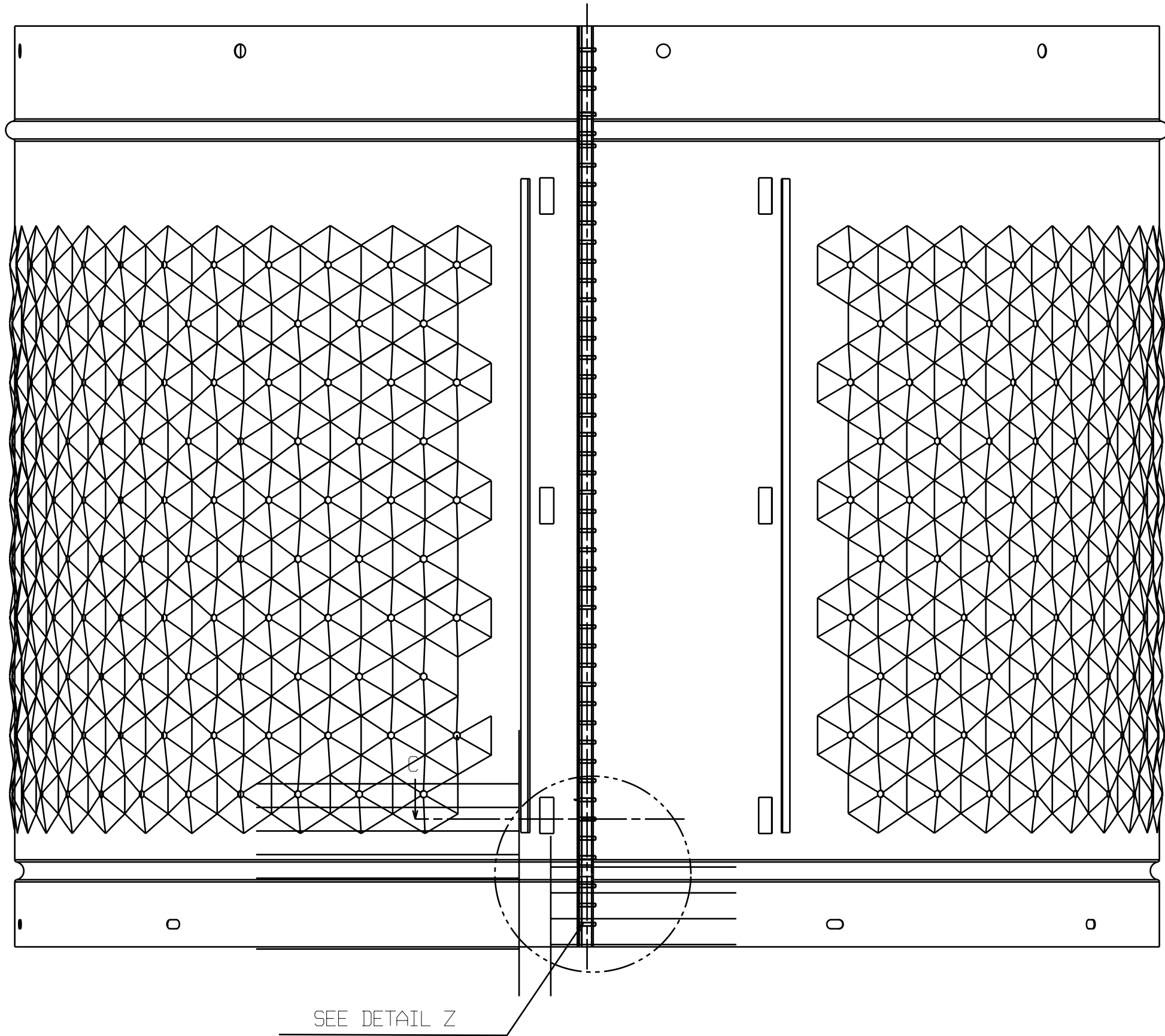
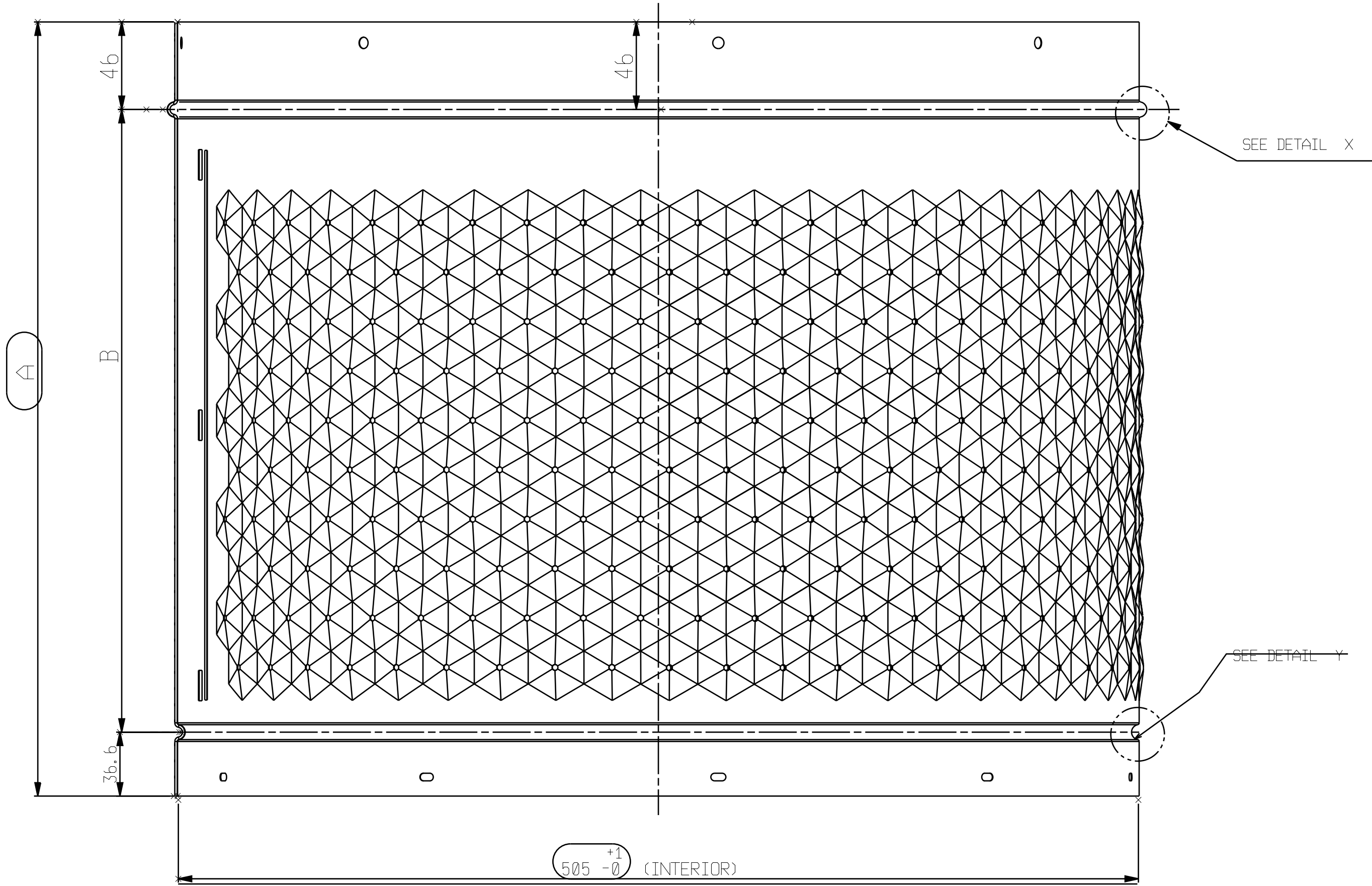
All text in and in connection with this drawing shall always be in the English language. Any translation from this language must be approved by Electrolux R&D. If text must never be translated.

GENERAL TOLERANCES

GENERAL TOLERANCE				
T6011	STAMPING/BENDING/ROLL-FORMING			
DIMENSION	BENDING(±mm)		RADIUS AND CHAMFER	TOLERANCE(±mm)
	CUTTING	BENDING		
< 5	0,15	0,20	3 ≤ r ≤ 6	1,0
5 ≤ d < 10	0,20	0,30	> 6	2,0
10 ≤ d < 25	0,25	0,40	SHORTER SIDE TOLERANCE(±°)	
25 ≤ d < 50	0,30	0,45		
50 ≤ d < 100	0,40	0,60		
100 ≤ d < 250	0,50	0,80		
250 ≤ d < 500	0,60	1,00		
500 ≤ d < 750	0,80	1,20	ANGLED DIMENSION	
≥ 750	0,11%	0,16%		
			< 10	1°30'
			10 ≤ n < 50	1°00'
			50 ≤ n < 120	0°30'
			120 ≤ n < 400	0°15'
			≥ 400	0°10'

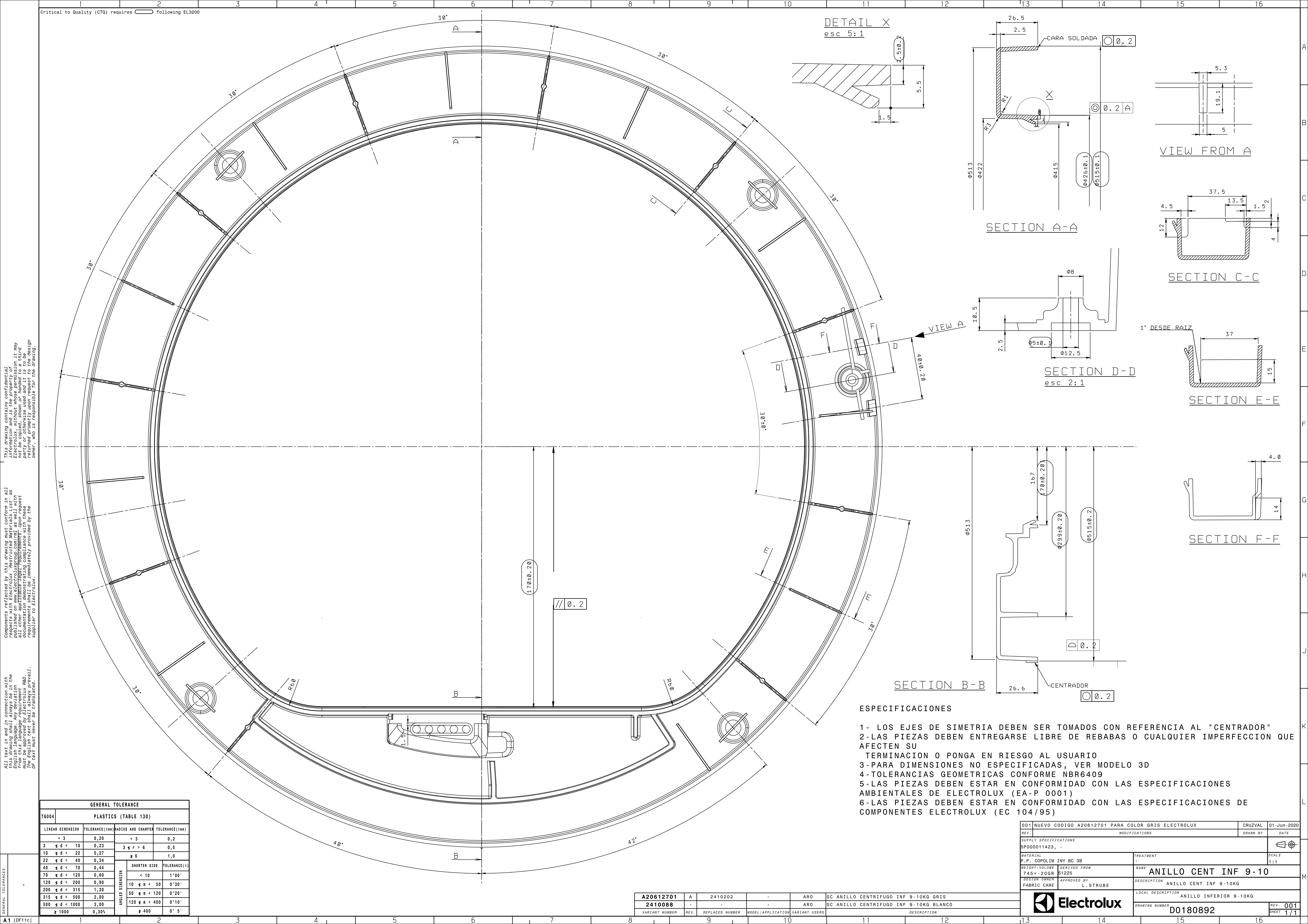
ESPECIFICACIONES
1-LAS PIEZAS DEBEN ENTREGARSE LIBRE DE REBARBAS O CUALQUIER IMPERFECCION QUE AFECTEN SU TERMINACION O PONGA EN RIESGO AL USUARIO
2-LA RESISTENCIA DE ENFLETTADO DEBE SER SUPERIOR A 1700GF EN UNA PROBEA DE 50MM DE LONG. MM2
3-LAS PIEZAS DEBEN ESTAR EN CONFORMIDAD CON LAS ESPECIFICACIONES AMBIENTALES DE ELECTROLUX (EA-P 0001)
4-LAS PIEZAS DEBEN ESTAR EN CONFORMIDAD CON LAS ESPECIFICACIONES DE COMPONENTES ELECTROLUX (EC 104/95)
5-NO DEBE HABER RESIDUOS DE ACEITE EN LA SUPERFICIE

A98926701	A	2390577	N/A	ARO	MANTO CENTRIFUGO 9K 375.5X1609 FRIMETAL
A98926702	A	2390316	N/A	ARO	MANTO CENTRIFUGO 10K 410X1609 FRIMETAL
VARIANT NUMBER	REV.	REPLACED NUMBER	MODEL/APPLICATION	VARIANT USERS	DESCRIPTION



A98926701	MANTO CENTRIFUGO 9K - PLANTILLA: 375.5X1609	375.5	292.9
A98267602	MANTO CENTRIFUGO 10K- PLANTILLA: 410X1609MM	410	427.4
CODE TC	DESCRIPCIÓN	COTA A	COTA B

001 FIRST DELOPMENT		CARMAROD	20-Dec-2023
REV.	MODIFICATIONS	DRAWN BY	DATE
SUPPLY SPECIFICATIONS		SCALE	
SP000011423, -			
MATERIAL ACERO INOX., 0.5 X 4.10 AISI 430 2B		TREATMENT SEE ESPECIFICATIONS	
HEIGHT/VOLUME -		NAME COVER	
DESIGN OWNER FABRIC CARE		APPROVED BY BARREGUI	
		DESCRIPTION MANTO CENTRIFUGO WG3 Y WG4	
		LOCAL DESCRIPTION MANTO CENTRIFUGO 9-10	
		DRAWING NUMBER D0250963	
		REV. 001 SHEET 2/2	



This drawing contains confidential information and is the property of Electroflux. It is not to be copied, reproduced, or otherwise used without the written permission of Electroflux. The user of this drawing is responsible for its use and for any damage or loss resulting from its use.

Components reflected by this drawing must conform in all respects with Electroflux' Restricted Materials List' as published in the Electroflux' Restricted Materials List'. All other components must be approved by Electroflux. Upon request, Electroflux will provide the necessary documentation demonstrating compliance with these requirements. Electroflux is not responsible for the design or performance of any component not listed in the Restricted Materials List.

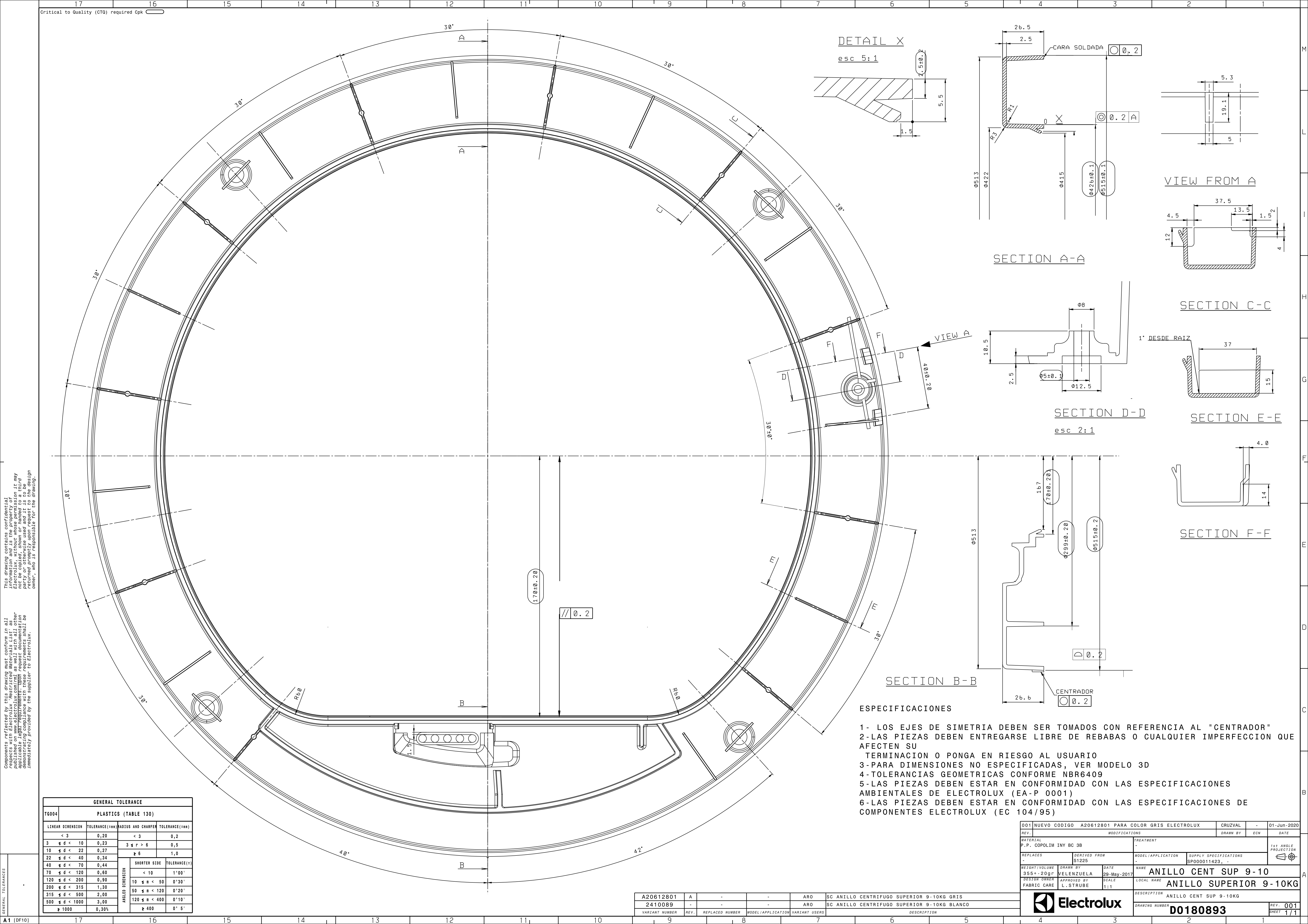
All text in and in connection with this drawing shall always be in the English language. Any translation from this language must be approved by Electroflux. No text must never be translated.

GENERAL TOLERANCES

GENERAL TOLERANCE			
TG004	PLASTICS (TABLE 130)		
LINEAR DIMENSION	TOLERANCE (±mm)	RADIUS AND CHAMFER	TOLERANCE (±mm)
< 3	0,20	< 3	0,2
3 ≤ d < 10	0,23	3 ≤ r < 6	0,5
10 ≤ d < 22	0,27	≥ 6	1,0
22 ≤ d < 40	0,34		
40 ≤ d < 70	0,44	SHORTER SIDE	TOLERANCE (±)
70 ≤ d < 120	0,60	< 10	1°00'
120 ≤ d < 200	0,90	10 ≤ s < 50	0°30'
200 ≤ d < 315	1,30	50 ≤ s < 120	0°20'
315 ≤ d < 500	2,00	120 ≤ s < 400	0°10'
500 ≤ d < 1000	3,00	≥ 400	0° 5'
≥ 1000	0,30%		

A20612701	A	2410202	-	ARO	SC ANILLO CENTRIFUGO INF 9-10KG GRIS
2410088	-	-	-	ARO	SC ANILLO CENTRIFUGO INF 9-10KG BLANCO
VARIANT NUMBER	REV.	REPLACED NUMBER	MODEL/APPLICATION	VARIANT USERS	DESCRIPTION

001 NUESTRO CODIGO A20612701 PARA COLOR GRIS ELECTROLUX	CRUZVAL	01-Jun-2020
REV.	MODIFICATIONS	DRAWN BY
SUPPLY SPECIFICATIONS		
SP000011423, -		
MATERIAL	TREATMENT	SCALE
P.P. COPOLIM INY BC 3B		1:1
HEIGHT/VOLUME	DERIVED FROM	
745+-20GR	\$1225	
DESIGN OWNER	APPROVED BY	
FABRIC CARE	L.STRUBE	
DESCRIPTION	ANILLO CENT INF 9-10KG	
LOCAL DESCRIPTION	ANILLO INFERIOR 9-10KG	
DRAWING NUMBER	D0180892	
REV.	001	
SHEET	1/1	



This drawing contains confidential information and is the property of Electrolux. It is not to be copied, reproduced, or otherwise used without the written permission of Electrolux. The user of this drawing is responsible for its proper use and for the accuracy of the information it contains. Electrolux is not responsible for any errors or omissions in this drawing.

Components reflected by this drawing must conform in all respects with Electrolux Restricted Materials List as applicable. Users must ensure that all components are sourced from approved suppliers and that all materials are properly identified and documented. Electrolux is not responsible for any errors or omissions in this drawing.

GENERAL TOLERANCES

GENERAL TOLERANCE			
T6004 PLASTICS (TABLE 130)			
LINEAR DIMENSION	TOLERANCE(±mm)	RADIUS AND CHAMFER	TOLERANCE(±mm)
< 3	0,20	< 3	0,2
3 ≤ d < 10	0,23	3 ≤ r < 6	0,5
10 ≤ d < 22	0,27	≥ 6	1,0
22 ≤ d < 40	0,34		
40 ≤ d < 70	0,44	SHORTER SIDE	TOLERANCE(±)
70 ≤ d < 120	0,60	< 10	1°00'
120 ≤ d < 200	0,90	10 ≤ h < 50	0°30'
200 ≤ d < 315	1,30	50 ≤ h < 120	0°20'
315 ≤ d < 500	2,00	120 ≤ h < 400	0°10'
500 ≤ d < 1000	3,00	≥ 400	0°5'
≥ 1000	0,30%		

A20612801	A	-	-	ARO	SC ANILLO CENTRIFUGO SUPERIOR 9-10KG GRIS
2410089	-	-	-	ARO	SC ANILLO CENTRIFUGO SUPERIOR 9-10KG BLANCO
VARIANT NUMBER	REV.	REPLACED NUMBER	MODEL/APPLICATION	VARIANT USERS	DESCRIPTION

ESPECIFICACIONES

- 1- LOS EJES DE SIMETRIA DEBEN SER TOMADOS CON REFERENCIA AL "CENTRADOR"
- 2-LAS PIEZAS DEBEN ENTREGARSE LIBRE DE REBABAS O CUALQUIER IMPERFECCION QUE AFECTEN SU TERMINACION O PONGA EN RIESGO AL USUARIO
- 3-PARA DIMENSIONES NO ESPECIFICADAS, VER MODELO 3D
- 4-TOLERANCIAS GEOMETRICAS CONFORME NBR6409
- 5-LAS PIEZAS DEBEN ESTAR EN CONFORMIDAD CON LAS ESPECIFICACIONES AMBIENTALES DE ELECTROLUX (EA-P 0001)
- 6-LAS PIEZAS DEBEN ESTAR EN CONFORMIDAD CON LAS ESPECIFICACIONES DE COMPONENTES ELECTROLUX (EC 104/95)

001 NUEVO CODIGO	A20612801 PARA COLOR GRIS ELECTROLUX	CRUZVAL	-	01-Jun-2020
REV.	MODIFICATIONS	DRAWN BY	ECW	DATE
MATERIAL	P.P. COPOLIM INY BC 3B	TREATMENT		1st ANGLE PROJECTION
REPLACES	DERIVED FROM	MODEL/APPLICATION	SUPPLY SPECIFICATIONS	
81225			SP000011423, -	
WEIGHT/VOLUME	DRAWN BY	DATE	NAME	
355+-20gr	VELENZUELA	29-May-2017	ANILLO CENT SUP 9-10	
DESIGN OWNER	APPROVED BY	SCALE	LOCAL NAME	
FABRIC CARE	L.STRUBE	1:1	ANILLO SUPERIOR 9-10KG	
DESCRIPTION				
ANILLO CENT SUP 9-10KG				
DRAWING NUMBER				
D0180893				
REV.				001
SHEET				1/1

SECTION VIEW C-C
Scale: 1:2

NOTA:
LA COTA GEOMETRICA DE ALABEO SERA
REFERENCIADA COMO H3 Y LA DE CONCENTRICIDAD H4,
A FINES TEORICOS PARA EL CALCULO DE PERPENDICULARIDAD EN
LA ESTRELLA.

Diagram illustrating the components of a clipboard:

- 1: Top clip
- 2: Top edge
- 3: Left edge

HOTPLATE WELD
ALL AROUND
SEE NOTES 1.3

ULTRASONIC WELD

A technical line drawing of a circular hatch cover. The cover has a thick, raised rim. A locking mechanism is mounted on the outer edge of the rim, consisting of a rectangular body with a handle and a locking pin. There are several small circular holes or fasteners spaced around the perimeter of the rim. The drawing is a perspective view from above.

Isometric view
Scale: 1:4

SECTION CUT D-D
Scale: 1:1

SEE
NOTE 1.3

ALIGN
BEFORE
WELDING

SECTION VIEW E-E
Scale: 1:2

1,50 MENOR

DETAIL F
Scale: 2:1

NOTE:

1.1 - PART TO BE FREE OF FLASH, BURRS, AND SHARP EDGES, VISUAL SURFACES TO BE FREE OF SINKMARKS, WELD/FLOW LINES, EJECTOR PINS MARKS AND OTHER TOOLING MARKS.

1.2- CENTRIFUGAL RING 2 AND 3 ARE FIXED WITH HOT FOIL WELDING.

1.3 -AFTER WELDING AS INDICATED IN VIEW E ON THE DRAWING, THE DISTANCE OF THE MARKS SHOULD BE LESS THAN 1mm.

2.1 - NON-SPECIFIED DIMENSIONS, SEE THE 3D MODEL.

2.2 - PARTS WITH LESS THAN 24 HOURS OF CONTRACTION MAY NOT BE WELDED.

3.1 - WELD THE PLUG AFTER FILLING.

3.2 - AFTER WELD AND FILLED, THE BALANCE RING MUST NOT SHOW ANY LEAK.

3.3- THE DENSITY OF THE SALINE SOLUTION MUST BE $1,13 \pm 0.01$ gr/ml.

4.1 - THE LEAK TEST FOR THE WELD BETWEEN THE UPPER AND LOWER RING SHOULD BE AT A PRESSURE OF 550 mBAR, WITH A TEST TIME OF 5 SEC. MUST NOT HAVE A PRESSURE DROP GREATER THAN 5 mBAR.

4-2 THE LEAK TEST FOR THE WELD BETWEEN THE UPPER RING AND PLUG SHOULD BE AT A PRESSURE OF 550 mBAR, AND A TEST TIME OF 5 SEC. MUST NOT HAVE A PRESSURE DROP GREATER THAN 5 mBAR

4.3- THE RESISTANCE TO THE EXPLOSION TEST MUST BE GREATER THAN 2,5 BAR. THE RATE OF PRESSURE INCREASE MUST BE LESS THAN 0.05 BAR/SEC.

NOTA:

1.1 - LA PIEZA DEBE ESTAR LIBRE DE RAYAS, REBABAS Y BORDES AFILADOS, LAS SUPERFICIES VISUALES DEBEN ESTAR LIBRES DE RECHUPES, LÍNEAS DE SOLDADURA Y LINEAS DE FLUJO, MARCAS DE EXPULSORES Y OTRAS MARCAS DE HERRAMIENTAS.

1.2- LOS ANILLOS CENTRÍFUGOS 2 Y 3 SE UNEN CON SOLDADURA EN CALIENTE.

1.3 - DESPUÉS DE LA SOLDADURA COMO SE INDICA EN LA VISTA E DEL DIBUJO, LA DISTANCIA ENTRE LAS MARCAS DEBE SER INFERIOR A 1 mm.

2.1 - DIMENSIONES NO ESPECIFICADAS, VER MODELO 3D.

2.2 - NO SE PUEDEN SOLDAR PIEZAS CON MENOS DE 24 HORAS DE CONTRACCIÓN.

3.1 - SOLDAR DEL TAPON POR ULTRASONIDO DESPUES DEL LLENADO.

3.2 - DESPUÉS DE LA SOLDADURA Y LLENADO, EL ANILLO DE CONTRAPESO NO DEBE PRESENTAR FUGAS.

3.3- LA DENSIDAD DE LA SOLUCIÓN SALINA DEBE SER DE $1,13 \pm 0,01$ gr/ml.

4.1 - LA PRUEBA DE FUGA PARA LA SOLDADURA ENTRE EL ANILLO SUPERIOR E INFERIOR DEBE SER A UNA PRESIÓN DE 550 mBAR, CON UN TIEMPO DE PRUEBA DE 5 SEG. NO DEBE TENER UNA CAÍDA DE PRESIÓN SUPERIOR A 5 mBAR.

4-2 LA PRUEBA DE FUGAS PARA LA SOLDADURA ENTRE EL ANILLO SUPERIOR Y EL TAPÓN DEBE SER A UNA PRESIÓN DE 550 mBAR, Y UN TIEMPO DE PRUEBA DE 5 SEG. NO DEBE TENER UNA CAÍDA DE PRESIÓN SUPERIOR A 5 mBAR

4.3- LA RESISTENCIA AL ENSAYO DE EXPLOSIÓN DEBE SER SUPERIOR A 2,5 BAR. LA TASA DE AUMENTO DE PRESIÓN DEBE SER MENOR DE 0,05 BAR/SEG.

ITEM NRO	ANC	TEAMCENTER	DESCRIPTION	QTY	WEIGHT
2	2410203	A20612801	SC ANILLO CENTRIFUGO SUP 9-10KG GRIS	1	355 gr
3	2410202	A20612701	SC ANILLO CENTRIFUGO INF 9-10KGGRIIS	1	745 gr
1	2470059	A98210101	RING PLUG	1	1 gr
-	2990079	A98214201	SALT	1	420 gr
-	-	-	WATER	1	2380 gr
4	2470058	A98227901	SOFT DISPENSER LID	1	4 gr
SALINE SOLUTION, WATER+SALT					2800±50gr
WEIGHT TOTAL					3905±50gr

A98968301	-	7150335	M0652788	ARO	SC A ANILLO CONTRAPESO ELAC3 GRIS
VARIANT NUMBER	REV.	REPLACED NUMBER	MODEL/APPLICATION	VARIANT USERS	DESCRIPTION

001	FIRST DEVELOPMENT		CARMAROD	24-May-2023
REV.	MODIFICATIONS		DRAWN BY	DATE
SUPPLY SPECIFICATIONS				
SP000011423, -				
MATERIAL -		TREATMENT -		SCALE 1:1
WEIGHT/VOLUME 3.905 KG		DERIVED FROM NAME ASSEMBLY		
DESIGN OWNER FABRIC CARE		APPROVED BY BARREGUI DESCRIPTION SC A ANILLO CONTRAPESO ELAC3 GRIS		
Electrolux		LOCAL DESCRIPTION ANILLO CENTR ELAC GRIS		
		DRAWING NUMBER D0240603		REV. 001 SHEET 1 / 1