

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Diseño y Construcción de una Embotelladora de Cerveza
Artesanal
Dispositivos Tecnológicos**

Pablo Isaac Orrico Cousin

Ingeniería Mecánica

Trabajo de titulación presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniero Mecánico

Quito, 20 de diciembre de 2016

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERIAS

**HOJA DE CALIFICACIÓN
DE TRABAJO DE TITULACIÓN**

Diseño y Construcción de una Embotelladora de Cerveza Artesanal

Pablo Isaac Orrico Cousin

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Michel Vargas, Ph.D.

Firma del profesor

Quito, 20 de diciembre de 2016

Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante:

Nombres y apellidos:

Pablo Isaac Orrico Cousin

Código:

00106891

Cédula de Identidad:

1716025513

Lugar y fecha:

Quito, 20 de diciembre de 2016

RESUMEN

En este proyecto se realizó el diseño y construcción de una embotelladora de cerveza artesanal para la cervecería Belmonte. Esta empresa busca mejorar su proceso de embotellado, ya que es muy lento y a menudo no logra producir las botellas necesarias para satisfacer la demanda de sus clientes. El proceso de embotellado utilizado por la empresa es manual con una producción semanal de alrededor de 125 unidades aproximadamente. Por razones de su proceso de producción, el embotellado manual de dicha cantidad de producto se lo realiza una vez por semana en un tiempo de 8 horas laborables. Las botellas de vidrio utilizadas en este proceso son de origen local; sin embargo, la empresa recicla también sus propias botellas. Así, cada recipiente antes de ser llenado debe pasar por un riguroso proceso de lavado y sanitizado.

De acuerdo a las necesidades propias de la empresa y según las características del producto, se fabricó un sistema mecánico semi-automatizado de bajo costo que realiza el proceso de lavado, sanitizado, embotellado y tapado automático de los envases. El sistema utiliza corcholatas universales de 26mm y envasa botellas de 296 ml, únicamente. Además, el sistema tiene la capacidad de abastecer la producción semanal mencionada y excederla considerablemente para el futuro crecimiento de la empresa. La capacidad del equipo construido es de lavar, sanitizar, embotellar y tapar 90 envases por hora. La máquina está diseñada en función de normas sanitarias y métodos de buenas prácticas de manufactura internacionales.

Una vez finalizada la construcción del sistema de embotellado se realizaron pruebas de funcionamiento y se logró satisfacer las necesidades de la empresa, excediendo sus expectativas al realizar el proceso de embotellado de producto en una fracción del tiempo usualmente requerido por ellos. De acuerdo al diseño planteado en este sistema, la empresa podría cuadruplicar su producción en el mismo tiempo de su proceso actual. El sistema es modular y controlado automáticamente, por cuanto es versátil y permite que la supervisión del proceso se la realice por una sola persona.

PALABRAS CLAVE: embotelladora, cerveza artesanal, diseño, construcción, sanitizado, corcholatas

ABSTRACT

In this project the design and construction of a craft beer bottler for the Belmonte brewery was carried out. This company seeks to improve its bottling process as it often fails to produce the bottles needed to meet the demand of its customers. The bottling process used by the company is manually made with a weekly production of around 125 units approximately. Due to the amount of time necessary, and to ensure the quantity of the final product, the bottling process is done once a week in an 8 hour working period. The glass bottles used in this process are of local origin and are recycled by the company. This is why, each container must undergo a rigorous washing and sanitizing process before being filled.

According to the company's own needs and characteristics of the product, a semi-automated low-cost mechanical system was designed and fabricated to carry out the washing, sanitizing, bottling and automatic filling of the containers. The system only uses universal caps of 26mm and bottles of 296 ml. In addition, the system has the capacity to supply the already mentioned weekly production and considerably exceed it for the future growth of the company. The built equipment is capable of washing, sanitizing, bottling and covering 90 containers per hour. The machine is designed according to international sanitary standards and good manufacturing practice methods.

Once the construction of the bottling system was completed, functional tests were carried out and the company's needs were met, exceeding its expectations when carrying out the product bottling process in a fraction of the time usually required by them. According to the design proposed in this system, the company could quadruple its production at the same time of its current process. The system is modular and controlled automatically, as it is versatile and allows process supervision to be performed by a single person.

KEYWORDS: bottling, craft beer, design, construction, sanitized, caps

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	12
Objetivo General.....	18
Objetivos Específicos.....	19
MÉTODOS	20
Especificaciones del Equipo	20
Características de lavado y embotellado de cerveza.....	21
Ejemplo de Dispositivo.....	21
Lavado de Botellas.....	22
Sanitizantes	26
Proceso de Embotellado.....	28
Eliminación de Burbujas.....	34
Tapado de Botellas.....	35
DESARROLLO DEL TEMA	38
Diseño	38
Estación de lavado	38
Estación de embotellado.	48
Ensamble de estaciones: lavado y embotellado.	56
Dimensionamiento	58
Estación de lavado	58
Estación de embotellado y tapado.....	69
Fabricación.....	79
Estación de lavado	79
Estación de embotellado y tapado.....	87

Ensamble completo de máquina	96
Resultados.....	96
Estación de lavado	96
Estación de embotellado	98
Discusión.....	100
Estación de lavado	100
Estación de embotellado y tapado.....	102
Costos.....	104
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXOS	109
Observaciones generales.....	109
Localización de la instalación de equipo	110
Instalación.....	111
Descripción de máquina.....	111
Funcionamiento de sistema de lavado	114
Funcionamiento de sistema de embotellado	115
Mantenimiento General	115
Fichas técnicas y manuales de los componentes de máquina.....	118
Planos de conjunto y de taller de Embotelladora de Cerveza Artesanal.....	129

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 : Solubilidad de CO ₂ a diferentes Temperaturas y Presiones.....	18
Tabla 2: Especificaciones técnicas del sistema.....	20
Tabla 3: Tiempo de Aplicación de Baño cáustico a Diferentes Temperaturas.....	27
Tabla 4: Tiempos de Embotellado de la Cerveza Belmonte.....	34
Tabla 5 Características de Chorro(Hidrolavadora).....	45
Tabla 6: Modelos de Bombas Centrifugas Pedrollo	63
Tabla 7: Cálculos de resorte a compresión para varios diámetros.....	74
Tabla 8: Costos de elaboración de máquina embotelladora de cerveza artesanal	104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Máquina de embotellado moderna (izquierda) y dibujo de patente de Thomas Howard (derecha). (IC Filling Systems, 2014).....	14
Figura 2: Collage de fotos de máquinas lavadoras de botellas de vidrio (Efipackperu).....	15
Figura 3: Proceso de Elaboración de Cerveza	16
Figura 4: Máquina Embotelladora Semi-automática (IC Filling Systems, 2014)	21
Figura 5: Proceso de Lavado con Cepillo (Cerveza de Argentina, 2011)	22
Figura 6: Enjuague de Botellas (Cerveza de Argentina, 2011)	23
Figura 7: Sedimentos en Botellas Recicladas (Cuellar, 2016).....	24
Figura 8: Botellas de 296ml (Cortesía ICC Internacional)	25
Figura 9: Proceso de Lavado.....	26
Figura 10 Proceso de embotellado por contrapresión.....	29
Figura 11: Proceso de embotellado por contrapresión.....	30
Figura 12: Barriles de 50 litros (Dimensiones básicas)	31
Figura 13: Proceso de Embotellado (Características).....	32
Figura 14 : Proceso de embotellado.....	33
Figura 15: Efecto del Ángulo de Contacto en Una Interfase Líquido-Sólido.....	35
Figura 16: Tapadora Manual de Botellas.....	36
Figura 17: Tapado Manual de Botellas	37
Figura 18: Corcholatas Nuevas(26mm)	37
Figura 19: Vagones portabotellas modelados en CAD	39
Figura 20: Crucetas de 16mm.....	40
Figura 21: Riel de Lavado (Conjunto) modelado en CAD	41
Figura 22: Pistón de recorrido modelado en CAD.....	41
Figura 23: Bandeja de Lavado Cáustico modelado en CAD	42
Figura 24: Bandeja de Hidrolavado modelado en CAD	43
Figura 25: Toberas de aspersion de 25°	43
Figura 26: Colector Cáustico modelado en CAD	44
Figura 27: Resistencia eléctrica del colector cáustico	44
Figura 28: Bomba de uso alimenticio marca Pedrollo(Gama JCR).....	45
Figura 29: Hidrolavadora Kärcher	46

Figura 30: Estructura de lavado modelado en CAD	47
Figura 31: Estructura de lavado y mecanismo de volteo modelado en CAD	47
Figura 32: Estación de lavado con todos sus componentes modelado en CAD	48
Figura 33: Boquilla de llenado diseñada en CAD	49
Figura 34: Sello de teflón utilizado en boquilla de llenado	49
Figura 35: Boquillas de tapado modeladas en CAD	49
Figura 36: Dado portaboquillas modelado en CAD	50
Figura 37: Sistema de embotellado y tapado modelado en CAD	51
Figura 38: Sistema de acoplamiento de actuador neumático y portaboquillas modelado en CAD	52
Figura 39: Estructura de embotellado	52
Figura 40: Estación de embotellado modelada en CAD	53
Figura 41: Diagrama neumático (embotellado) diseñado en FLUIDSIM	54
Figura 42: Simbología de boquillas de llenado.....	54
Figura 43: Diagrama de Conexión de las Boquillas de Llenado	55
Figura 44: Ensamble completo de máquina.....	56
Figura 45: Diagrama de Procesos del Equipo Completo	57
Figura 46: Diagrama del mecanismo de volteo	59
Figura 47: Esquema del colector cáustico	61
Figura 48: Diagrama de conexión de bomba Pedrollo (gama JCR)	63
Figura 49: Curvas de Rendimiento Bombas Centrífugas Pedrollo.....	64
Figura 50: Diagrama de distribuidor de hidrolavado	66
Figura 51: Flujo de diseño de un resorte helicoidal a compresión (Budynas, Nisbett, & Shigley's, 2002).....	70
Figura 52: Diagrama de cuerpo libre del sistema de embotellado.....	76
Figura 53: Posicionamiento del sello para embotellado modelado en CAD	77
Figura 54: Dimensiones del sello de embotellado	78
Figura 55: Simulación de cargas de trabajo en estructura de embotellado(desplazamientos) en CAD	79
Figura 56: Ensamble de estructura de lavado	80
Figura 57: Aplicación de desoxidante sobre la estructura	80
Figura 58: Ensamble de vagones portabotellas.....	81

Figura 59: Construcción del riel de lavado	82
Figura 60: Acople de bisagras al riel	83
Figura 61: Mecanismo de volteo.....	84
Figura 62: Ensamble de mecanismo de recorrido de botellas.....	85
Figura 63: Fabricación del gabinete de control (estación lavado)	86
Figura 64: Ensamble de estación de lavado	87
Figura 65: Construcción de estructura de embotellado.....	88
Figura 66: Fabricación del dado portaboquillas.....	88
Figura 67: Taladrado de platinas para los bujes.....	89
Figura 68: Rectificado de platinas en torno	90
Figura 69: Fabricación de boquillas.....	91
Figura 70: Centrado de sistema de embotellado y tapado	92
Figura 71: Ensamble de sistema de embotellado y tapado	93
Figura 72: Gabinete de control (embotellado).....	94
Figura 73: Estación de embotellado y tapado(conjunto)	95
Figura 74: Estación de embotellado (conjunto)	96
Figura 76: Estación de embotellado.....	99
Figura 77: Modificación de abertura del riel de embotellado.....	100
Figura 78: Adición de cauchos automotrices en el sistema de volteo	101
Figura 79: Detalle de la modificación de las platinas base del sistema de embotellado	102

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el crecimiento de industrias cerveceras artesanales en el Ecuador ha sido considerable. La elaboración de cerveza casera se ha hecho popular en las principales tabernas de Quito, las cuales han sido incentivadas por el constante pedido de nuevas opciones por los clientes. La necesidad de implementar procesos tecnológicos para aumentar la producción y satisfacer la demanda, es uno de los objetivos prioritarios que buscan las industrias de este tipo. De esta forma, en particular el proceso de embotellado, implica ejecutar un método minucioso de sanitización de los implementos utilizados y de aplicar procedimientos de llenado tradicionales; los cuales toman grandes lapsos de tiempo y dan como resultado una producción lenta e ineficiente.

Por esta razón, un sistema mecánico que realice el proceso de embotellado de manera eficiente y efectiva es de gran utilidad para el crecimiento de la producción de una empresa cervecera. Como un caso específico, la Cervecería Artesanal Belmonte, una pequeña compañía que se encuentra en miras de tecnificar su producción, requiere de un sistema tecnificado de envasado del producto que permita disminuir el tiempo actual de producción. Por ejemplo, el proceso de envasado de 125 botellas de 300 ml en dicha planta, toma alrededor de un día laborable de 8 horas. La fábrica tiene una producción de 500 botellas mensuales aproximadamente. Por esta razón, el inconveniente se manifiesta en la excesiva inversión de tiempo que requiere el actual método; debido a que el único operador que trabaja en la planta dedica un día completo a la semana en llenar botellas y no puede elaborar más lotes de cerveza.

La compañía mencionada, adquiere botellas de vidrio de tipo cervecero de un proveedor calificado, las cuales vienen correctamente limpias y sin ninguna impureza. Sin embargo, consientes con el medioambiente, la empresa ha decidido reciclar las mismas luego

de ser utilizadas. Sin embargo, los envases reutilizados requieren un proceso meticuloso de esterilizado, debido a los residuos del antiguo producto que contenían. Debido a que dicho proceso toma tiempos exagerados y genera pérdidas para la compañía, se requiere un sistema que: lave las botellas (nuevas y recicladas, indiferentemente), embotelle el producto y tape los envases de una manera rápida y efectiva.

Por consiguiente, un sistema que permita abastecer el requerimiento de producción mensual de botellas en un día laborable permitirá redistribuir el tiempo restante del operario encargado en otras estaciones de la fábrica. El propósito del proyecto a construir también es al menos doblar la producción vigente para compensar con el crecimiento futuro de otras áreas de la empresa. Adicionalmente, en el mercado ecuatoriano es difícil encontrar maquinaria de tipo cervecero, en particular embotelladoras de cerveza, y de bajo costo. Por ello, se deberá fabricar un sistema mecánico con características similares al de un sistema importado y que el costo sea menor.

Por otro lado, existen patentes publicadas sobre máquinas embotelladoras. Por ejemplo, el dispositivo de Thomas Howard publicado en 1900. Dicho sistema sirve para embotellar cerveza carbonatada sin la necesidad de utilizar bombas para el llenado, únicamente por medio de diferencias de presiones entre el contenedor del líquido y la cerveza. Las máquinas modernas contienen sistemas de automatización que permiten elevar la producción en cantidades significativas. Sin embargo, el sistema de embotellado se basa en el concepto de la patente de Howard.

En el mercado internacional se encuentra una gran variedad de embotelladoras según el tipo de cerveza y la forma en que el fluido fue o será carbonatado. Se ofrecen máquinas completamente automatizadas, semi-manuales y manuales según la necesidad de producción. Por lo general, las máquinas embotelladoras de cerveza funcionan con fluidos que ya fueron

carbonatados anteriormente y otras que la única función que ofrecen es envasar el líquido por gravedad. En las siguientes imágenes se muestran embotelladoras comerciales para cervezas con diferentes propiedades.

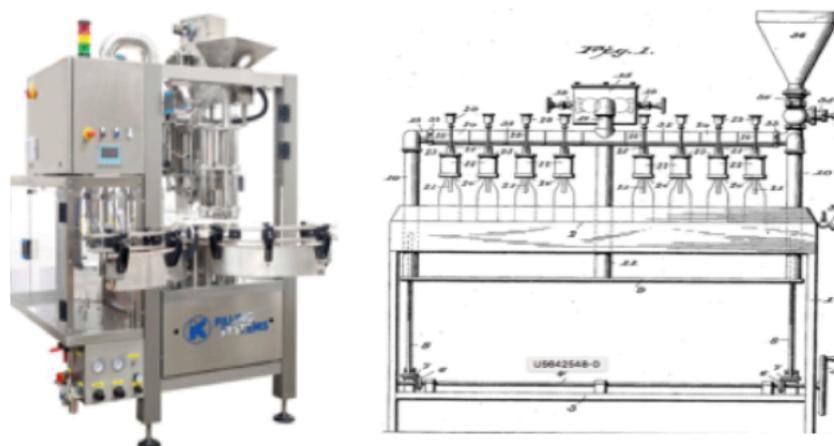


Figura 1: Máquina de embotellado moderna (izquierda) y dibujo de patente de Thomas Howard (derecha). (IC Filling Systems, 2014)

En la figura 2, se presentan equipos automáticos y manuales de lavadoras de botellas que tienen la capacidad de lavar de 300 a 1000 botellas por hora según la capacidad del sistema. Los dispositivos contienen puestos para envases de tal forma que cada una se posiciona con la boca de la botella hacia abajo. Adicionalmente, las lavadoras permiten el ingreso de un detergente que desprende y sanitiza cualquier impureza que se encuentre en los recipientes. El detergente después de haber pasado por las botellas recircula por un filtro y vuelve a ser utilizado para un siguiente grupo de botellas.



Figura 2: Collage de fotos de máquinas lavadoras de botellas de vidrio (Efipackperu)

La cerveza artesanal se fabrica con los mismos ingredientes base de una cerveza industrial. La malta de cebada (grano germinado), el lúpulo y la levadura, forman parte de los ingredientes base de esta particular bebida. Álvaro Peralta (2012) sostiene que la principal diferencia con la cerveza industrial es que en la elaboración de cerveza artesanal no se utilizan aditivos químicos como preservantes. También, cada cervecero es capaz de formular su propia receta, variando las cantidades de los tres ingredientes mencionados anteriormente. De igual forma, cada cerveza artesanal tiene la particularidad de mantener sabores y aromas que son únicos con respecto a otras cervezas, generando una identidad propia de cada marca.

Cada ingrediente es responsable de entregar ciertas particularidades a la bebida. Por ejemplo, el lúpulo entrega el sabor amargo. De la malta se extraen almidones, los cuales tras un proceso de macerado, son convertidos en azúcares para iniciar la fermentación (se extrae el

mosto). Finalmente, la levadura transforma todos los azúcares y nutrientes del mosto en dióxido de carbono (CO_2) y alcohol. (Kunze, 2004)

Un diagrama que resume la completa elaboración de cerveza artesanal se presenta en la figura 3. En dicha imagen se detalla de forma general los ingredientes que se añaden en cada uno de los procesos de elaboración cervecera. De esta forma, el proceso que se estudiará en especial para la realización de este proyecto será el de lavado, embotellado y tapado de botellas.



Figura 3: Proceso de Elaboración de Cerveza

(Almacén Cervecero)

Específicamente, la Cervecería Artesanal Belmonte elabora cervezas de alta fermentación, tipo Ale. La densidad de sus cervezas varía de 1.015 a 1.021 g/cm³. No obstante, luego de un proceso de maduración del producto, en donde el líquido es sometido a temperaturas de 12 a 20 °C, se realiza la carbonatación de manera artificial. Es decir, se inyecta forzosamente CO₂ de uso industrial a determinada temperatura. La carbonatación se realiza a una temperatura de 4 °C y se varía la presión de acuerdo al tipo de cerveza que se esté produciendo. Por lo general, las presiones de carbonatación de los contenedores de cerveza en la empresa mencionada, van desde 5 a 15 psi. En la tabla 1 (a continuación), se observa el grado de disolución del dióxido de carbono (volúmenes de CO₂ disueltos) en función del tipo de cerveza, la presión y la temperatura. Se debe tomar en cuenta que a presiones muy elevadas, la cerveza se sobre-carbonataría y perdería todo el correspondiente estilo.

Objetivos Específicos

En particular, se buscará:

- Diseñar y construir un sistema mecánico que permita cubrir la demanda de producción de la compañía Belmonte al menos en la mitad del tiempo que requiere dicho proceso.
- El sistema mecánico debe tener la capacidad de doblar la producción de botellas en el mismo tiempo de producción actual para abastecer un eventual crecimiento de demanda del mercado.
- Se deberá cumplir con estándares alimenticios de la norma AIB Internacional de manipulación de bebidas en el proceso de embotellado.
- El proceso deberá comenzar con un lavado y desinfectado de la botella antes del embotellado. Se deberá utilizar sanitizantes que sean permitidos por la norma AIB Internacional.
- El sistema deberá tapar con corcholatas las botellas al finalizar el envasado.
- El sistema de lavado, envasado y tapado deberá ser supervisado únicamente por un operario.
- El sistema de embotellado deberá ser eficiente acoplándose con las características de la cerveza y el envase.

MÉTODOS

Especificaciones del Equipo

Tabla 2: Especificaciones técnicas del sistema

Requerimientos de diseño	-El costo del equipo debe ser menor al de los sistemas ofertados en el mercado internacional -Diseño de un sistema de esterilización rápida para optimizar tiempo de trabajo
Características de funcionamiento	Mecanismos con actuadores neumáticos
Características de seguridad	Perilla de paro de emergencia para cada proceso
Pesos máximos	100kg
Dimensiones máximas	4 metros de largo y 2 metros de alto
Requerimientos de cargas	Tapado, pesos de botellas y elementos de máquinas
Requerimientos ambientales	Ninguno
Requerimientos de Pruebas	Correcto Funcionamiento de los procesos
Certificaciones que debe aprobar	AIB Internacional
Planes de pruebas y requerimientos de número de ciclos	Pruebas de funcionamiento para garantizar sellado del envase, merma mínima y gasificación. 30 ciclos por hora
Requerimientos de pruebas específicos	Correcto ensamble del sistema y calibración del sistema neumático
Requerimientos de Confiabilidad y Garantía	1 año de garantía
Vida Útil	5 años
Ciclos que debe cumplir sin problemas	3000 ciclos
Requerimientos de Mantenimiento	Reparación y lubricación de los actuadores neumáticos
Costos máximos de mantenimiento	USD\$ 50 cada 3000 ciclos
Requerimientos Financieros de Producción	Proyecto financiado por la cervecera Belmonte
Costo máximo	US\$ 6000

Características de lavado y embotellado de cerveza

Ejemplo de Dispositivo

En el caso de lavadoras de botellas, en el mercado existen un sinnúmero de variedades y formas de limpieza para botellas de vidrio. Posteriormente, se presentarán sistemas que serán tomados en cuenta en la construcción del proyecto en cuanto al concepto del funcionamiento. En la figura 4, se presenta un sistema semi-automático que necesita de un operador que retire las botellas del lavado y las instale en el envasado, y posteriormente en el tapado. La máquina semi-automatizada tiene la capacidad de producción de 600 botellas por hora. No obstante, este equipo trabaja con cerveza carbonatada y envases nuevos. Los mecanismos de este dispositivo servirán como inspiración para la construcción de este proyecto.



Figura 4: Máquina Embotelladora Semi-automática (IC Filling Systems, 2014)

Lavado de Botellas

Las botellas de vidrio vienen de fábrica libres impurezas en su interior. Sin embargo, es inevitable que partículas de polvo ingresen en el recipiente. La Cervecería Belmonte utiliza un solo tipo de botella que pueden ser nuevas o recicladas. Por esta razón, se debe asegurar de no dejar ningún rastro de suciedad con los siguientes métodos. Inicialmente, se deberá limpiar las botellas con un cepillo de tal forma de remover los sedimentos que se encuentren en el área interna de la botella (figura 5). Posteriormente, se deberá enjuagar con agua a presión el envase para extraer cualquier sedimento. A partir de este punto, se debe tomar en cuenta que todos los implementos utilizados en dichos procesos deben ser sanitizados, con el fin de evitar cualquier foco de contaminación en la cerveza.



Figura 5: Proceso de Lavado con Cepillo (Cerveza de Argentina, 2011)

En la figura 6 se muestra un proceso casero para el enjuague de botellas. Un acople sanitario es insertado en una llave de agua de manera que la salida del agua sea puntual. De esta forma se desinfecta y luego se enjuaga el envase para su posterior llenado.



Figura 6: Enjuague de Botellas (Cerveza de Argentina, 2011)

Cuando el envase de vidrio es reciclado, se deben tomar otros parámetros más rigurosos de limpieza y desinfección. Debido a las impurezas que se encuentran adheridas en el interior del recipiente al mantener contacto con el anterior líquido. Por ejemplo, en la figura 7 se muestran los residuos que se impregnan a la superficie interna del recipiente luego de ser usado. En este caso, se necesita aplicar técnicas de remoción de sedimentos por medio de un hidrolavado a altas presiones.

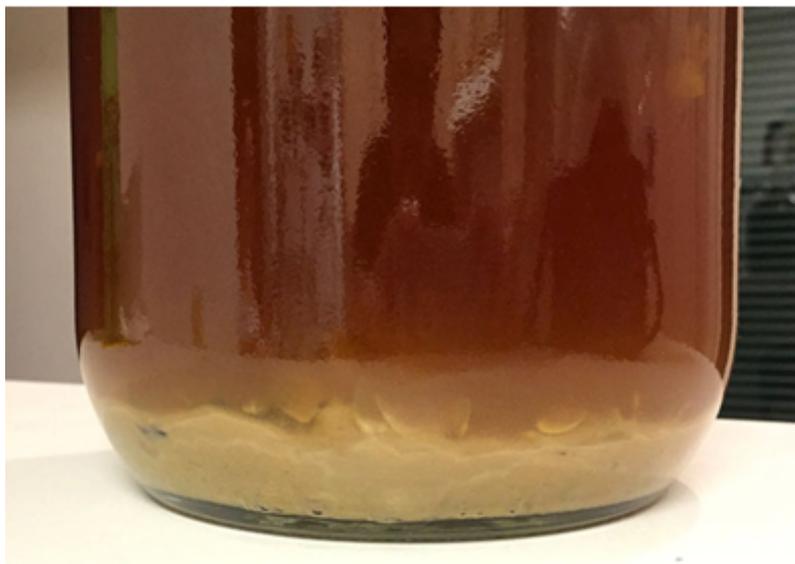


Figura 7: Sedimentos en Botellas Recicladas (Cuellar, 2016)

Específicamente, la Cervecería Belmonte utiliza un modelo de botella retornable de color ámbar que está compuesto por un 72% de dióxido de silicio (SiO_2), 13% de óxido de sodio (Na_2O), 10% de óxido de calcio (CaO), 7% de óxido de magnesio (MgO), 1.5% de alúmina (Al_2O_3) y otros aditivos que otorgan el color del material (Kunze, 2004). Adicionalmente, el recipiente tiene un volumen de 296 ml y está diseñado para taparse con corcholatas universales de 26 mm de diámetro. En la figura 8 se presenta una muestra de la botella.



Figura 8: Botellas de 296ml (Cortesía ICC Internacional)

Se debe mencionar que debido al desgaste de la superficie del material por utilización inadecuada de los recipientes, el proveedor aconseja reutilizar dos veces las botellas para evitar eventuales fracturas de los mismos durante el transporte. Sin embargo, si se garantiza un manejo adecuado puede alargarse el tiempo de vida útil de la botella. A nivel industrial, para el reutilizado de las botellas, después del lavado, éstas son tratadas con revestimientos que preservan al material. Este tipo de mantenimientos se realizan con el objetivo de reutilizar los envases por varias ocasiones. Debido al tipo de utilización artesanal, se aplicarán las recomendaciones de vida útil indicadas por el proveedor.

Partiendo del concepto anterior del lavado casero y complementando las necesidades que se requieren para limpiar un envase reciclado, se plantea el proceso de lavado de botellas según la figura 9. Según Kunze (2004), la limpieza de botellas debe tener los siguientes objetivos: limpiar, desinfectar (libre de gérmenes) y eliminar cualquier residuo presente. Para ello, la higienización de la botella no sólo debe realizarse con agua, sino que se debe usar un

agente desinfectante alcalino. Por ejemplo, la sosa cáustica actúa como un agente sanitizante cuando es aplicado a temperaturas específicas determinadas.

Por consiguiente, el proceso recomendado de limpieza es el siguiente:

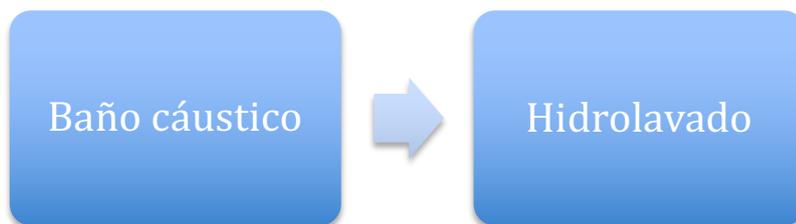


Figura 9: Proceso de Lavado

El primer paso del proceso sería el remojo de la botella, donde inicialmente se tratará de hidratar los restos de levadura del anterior producto y remover las partículas sólidas adheridas al recipiente. Posteriormente, una solución de sosa cáustica y agua caliente deberá recircular por las botellas a una determinada presión con el fin de extraer todos los residuos. Una vez que el área interna de la botella se encuentre libre de partículas y residuos de levadura se deberá enjuagar el envase con agua tibia. Luego, con el fin de disminuir la temperatura del envase y evitar cualquier fractura por un estrés térmico, se volverá a enjuagar el envase con agua fría.

Sanitizantes

Como se introdujo anteriormente, las propiedades de la sosa cáustica permiten disolver impurezas y removerlas. Las temperaturas óptimas (mayor eficacia del baño cáustico) de limpieza varían de 60 a 70°C para botellas de vidrio (Kunze, 2004). El efecto de esta determinada temperatura generará un estrés térmico sobre el vidrio. Por esta razón, se deberá disminuir la temperatura del vidrio con el objetivo de evitar cualquier fractura del envase por

un esfuerzo térmico. Adicionalmente, el tiempo de contacto e inmersión recomendado por Kunze de los envases en la solución cáustica es de 6 minutos. Sin embargo, la efectividad del desinfectante varía de acuerdo al porcentaje de dicho químico disuelto en el agua y a la temperatura de la solución. Por esta razón, de acuerdo a las ofertas del mercado se ha elegido un detergente llamado LACTY-CIP que contiene hidróxido de sodio y tensoactivos anti espuma que permiten un enjuague con menos cantidad de agua. La ficha técnica y manual de uso de este producto se presenta en anexos.

De esta manera, la disolución sugerida por el proveedor es de 0.5% para sistemas con suciedad ligera. En este caso, los experimentos se realizaron con aplicación del baño cáustico en botellas recicladas que contenían restos de anteriores cervezas adheridas al envase. Se utilizó la concentración sugerida por el proveedor y se tomó el tiempo que demoraba cada solución en remover las partículas completamente. La tabla 3 resume los resultados que se obtuvieron al realizar dicho ensayo.

Tabla 3: Tiempo de Aplicación de Baño cáustico a Diferentes Temperaturas

Temperatura (°C)	Tiempo de aplicación (min)
55	5
65	4
75	2
80	1

La aplicación del baño cáustico se realizó con la misma concentración para todos los experimentos. Adicionalmente, se aplicó el detergente en los envases por un sistema de recirculación y a una temperatura constante. Finalmente, se obtuvo el tiempo promedio obtenido de un grupo de 10 botellas por cada rango de temperatura aplicado.

Adicionalmente, según la norma de buenas prácticas de manufactura AIB Internacional (presentada en anexos), utilizada para la producción de bebidas embotelladas en

cumplimiento con requisitos regulatorios comunes, los métodos de limpieza y sanitización con productos químicos para el control de microbios deberán realizarse con relativa frecuencia y de manera idónea para proteger los productos de problemas relacionados a la seguridad de los alimentos (Internacional, 2012). De esta manera, los envases deberán ser inspeccionados de manera aleatoria al terminar el proceso de lavado, antes de ser embotellados, y se deberá validar con pruebas para residuos químicos. También los registros del lavado mecánico deberán contener: mantenimiento físico, inspección, condiciones halladas, acciones correctivas y desempeño de la lavadora mecánica.

Proceso de Embotellado

A continuación, se detalla el proceso de embotellado por contrapresión que es el método utilizado en este proyecto, debido a la sencillez de su funcionamiento. Existen distintas formas de aplicar este método según sea el propósito. La figura 10 muestra la técnica de embotellado para cervezas que ya se encuentran carbonatadas.

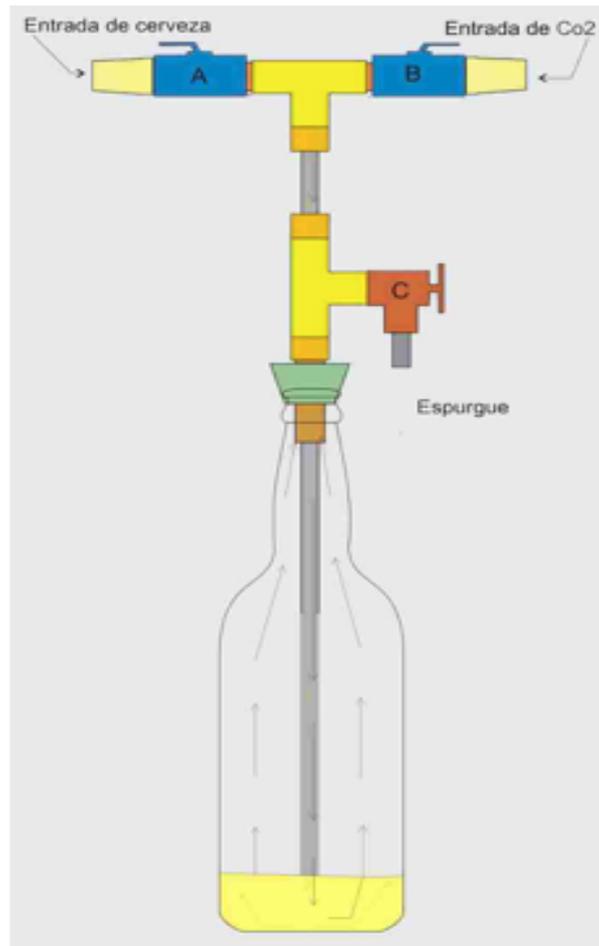


Figura 10 Proceso de embotellado por contrapresión

(Cerveza de Argentina, 2011)

Como primer paso del embotellado, la entrada B de la botella debe estar conectada al cilindro de CO_2 y al recipiente donde se almacena la cerveza. Así se logra presurizar la botella y el contenedor de cerveza en iguales cantidades. Posteriormente, en el segundo paso se deberá asegurar que todo el gas de la botella sea dióxido de carbono y para lograr este efecto se debe abrir una llave de paso C que permite liberar el aire de la botella. El motivo de mantener únicamente con este gas a la botella sirve para evitar oxidaciones o contaminaciones de la cerveza al momento de embotellar. En el tercer paso, se asegura que todas las llaves de paso del instrumento estén cerradas, menos la llave A (entrada de cerveza).

A continuación se abre levemente la llave C para generar una disminución de presión en la botella y favorecer el ingreso de cerveza a la botella. Finalmente, como cuarto y último paso, se cierra la llave A y se abre la llave C, hasta que la presión en la botella se iguale a la atmosférica. Después de todo este proceso se puede retirar la botella para el tapado de la misma. La figura 11 presenta un diagrama del proceso de embotellado por contrapresión, incluyendo los tanques de almacenamiento de dióxido de carbono y cerveza.

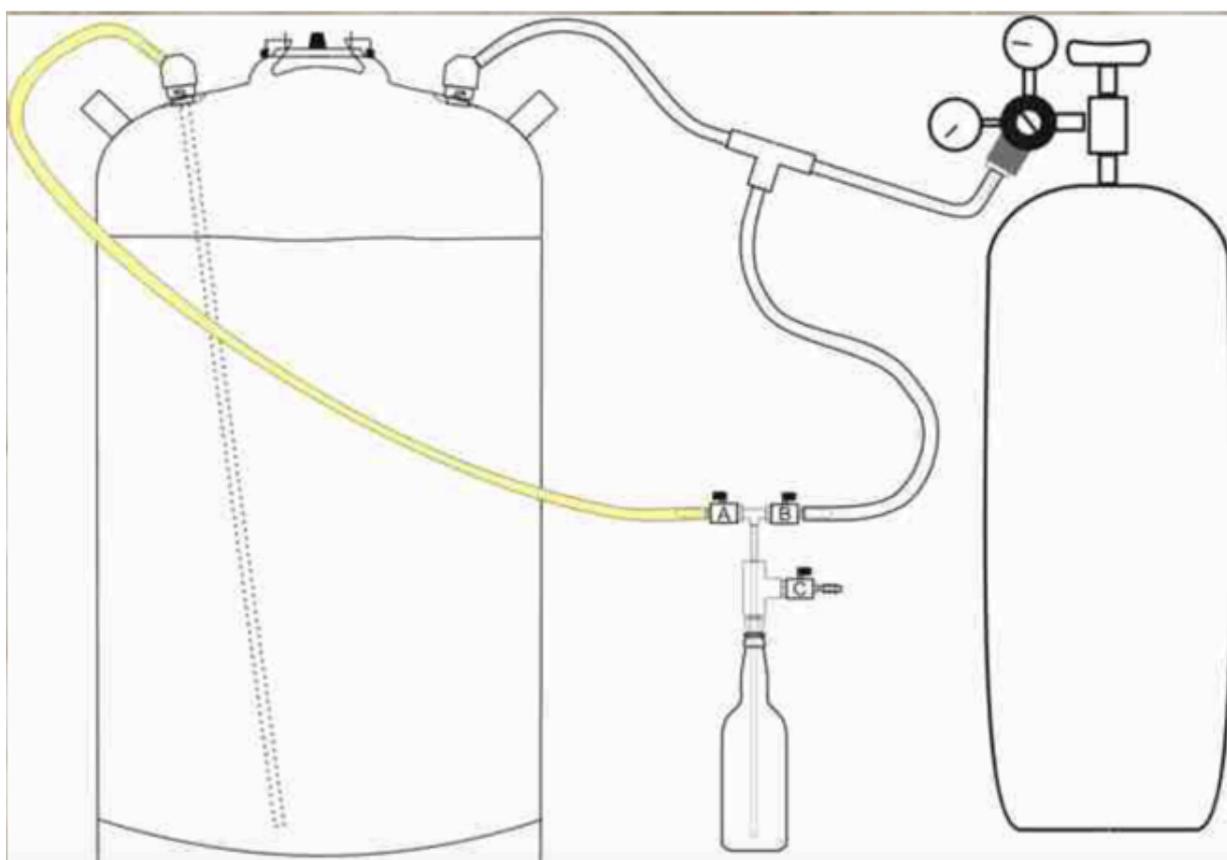


Figura 11: Proceso de embotellado por contrapresión

(Cerveza de Argentina, 2011)

En la figura 11, la parte (a) sirve para sujetar la botella y sellarla del exterior durante el embotellado. Un recipiente de dióxido de carbono está conectado a la sección (b), la cual inyectará inicialmente dicho gas al envase. Al momento de la purga, una válvula de alivio (c)

ayudará a liberar cualquier residuo de aire presente en la botella, previo al llenado del líquido. El contador de presión (d), ayudará a presurizar el contenedor de cerveza y la botella. La válvula de paso (e), permitirá la libre circulación de cerveza a la botella siempre y cuando la válvula (c) genere una diferencia de presión entre ambos recipientes. Finalmente, una siguiente válvula de alivio (g), permitirá corregir eventuales excesos de líquido en la botella.

Los contenedores donde se almacena la cerveza se encuentran en el mercado con una basta variedad de diseños y tamaños. Sin embargo, en el medio ecuatoriano se encuentran sólo barriles de cerveza artesanal de 50 litros, mejor conocidos como “kegs”. Por ejemplo, una imagen que detalla las medidas en milímetros de este tipo de recipientes se muestra en la figura 12. Este tipo de tanques es usado a nivel artesanal para almacenar la cerveza en el proceso de madurado, carbonatado y embotellado.

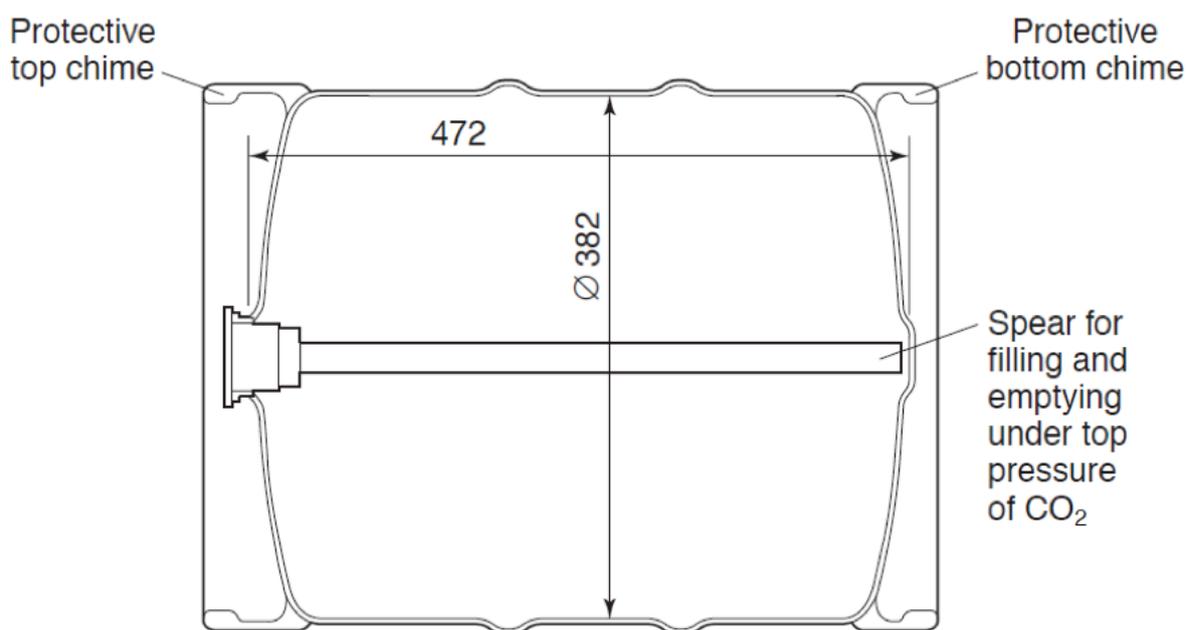


Figura 12: Barriles de 50 litros (Dimensiones básicas)

(Briggs, Boulton, Brookes, & Roger, 2004)

Un proceso tecnificado se basa en los mismos pasos indicados anteriormente; sin embargo, todo es comandado de forma electromecánica. Se debe tener ciertas consideraciones al momento de seleccionar el tipo de accesorios para las tuberías y el tipo de sistema de embotellado según las características de la cerveza, debido a que el principal inconveniente a la hora de embotellar es la generación de merma en el proceso.

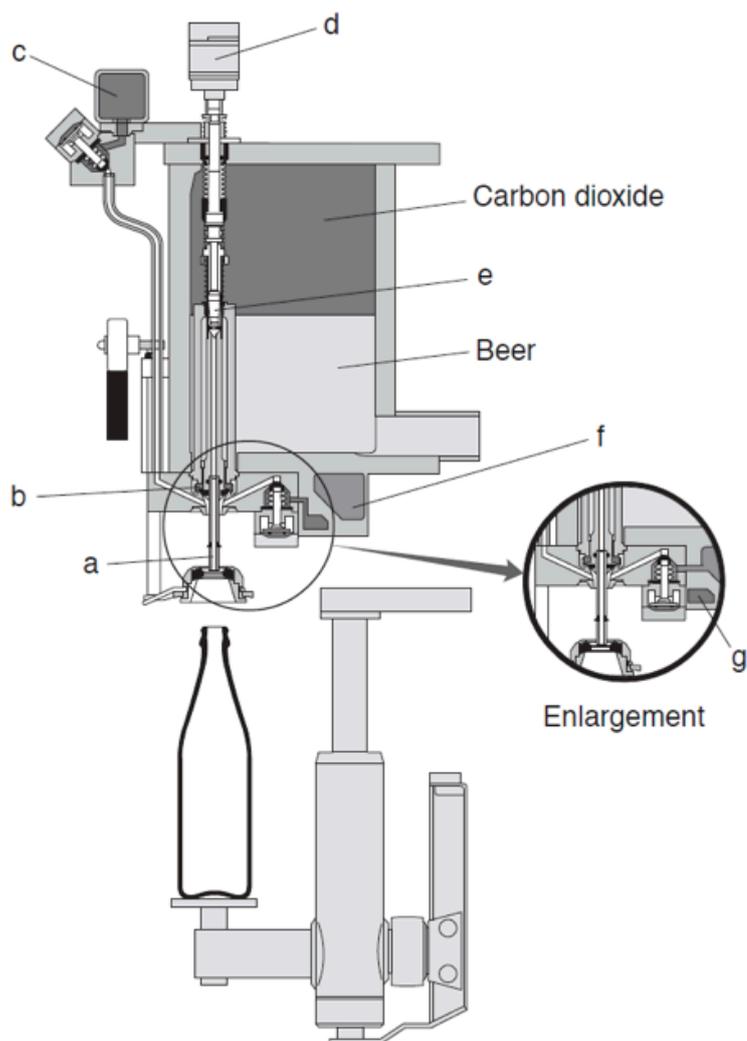


Figura 13: Proceso de Embotellado (Características)

(Briggs, Boulton, Brookes, & Roger, 2004)

Por esta razón, el sistema de embotellado debe tener ciertas virtudes, como por ejemplo la de evitar en su totalidad la generación de espuma en el envase. De esta manera, en la imagen 13, se presenta un gráfico donde se detallan las características y partes esenciales que el proceso de embotellado debe contener. Inicialmente, como se mencionó anteriormente, la cerveza debe ingresar al embotellado a una temperatura de 0 a 5 °C para mantener una correcta solubilidad del gas carbónico en el fluido. También, los accesorios y tuberías por donde circule la cerveza no deberán contener ángulos rectos. El flujo deberá ser igual o menor de 225 cm/s, con el objetivo de no generar espuma en el proceso. (Kunze, 2004)

El siguiente diagrama representa el proceso de embotellado de forma general:

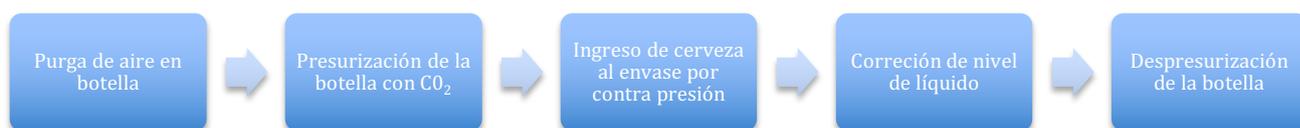


Figura 14 : Proceso de embotellado

De acuerdo a las características particulares de carbonatación de la Cervecería Belmonte, se cronometró un estimado del tiempo que se demora en realizar el tiempo de embotellado partiendo del proceso de la figura 14 y utilizando una embotelladora manual por contra-presión. La siguiente tabla muestra dichos tiempos para los tres tipos de cerveza que la compañía desea producir.

Tabla 4: Tiempos de Embotellado de la Cerveza Belmonte

Cerveza (Tipo)	Tiempo de embotellado (minutos)
Honey Ale	1.5
Amber Ale	1.6
Stout	1.55
Media:	1.56

Eliminación de Burbujas

Como se mencionó anteriormente, uno de los mayores inconvenientes al momento de embotellar cerveza carbonatada es la generación de espuma. La cerveza toma la forma del recipiente donde será almacenada y adoptará formas especiales como burbujas o gotas según las características físicas de la botella. Pues los fluidos como la cerveza tienen fuerzas superficiales de adhesión entre el líquido y el envase donde se almacenan; basados en conceptos de tensión superficial y capilaridad (Pittau, 2012). Existen fuerzas de cohesión que provocan que el fluido no se disemine. La superficie tiende a minimizarse donde se convierte en una protección ante la deformación del líquido (formación de gotas).

El factor que incide en la formación de burbujas en un líquido, es el ángulo de contacto θ , el cual aparece en la interfase de la gota cuando tiene contacto con una fase sólida (figura 15). Al momento de equilibrar las fuerzas, si θ es mayor que 90° el líquido moja la superficie del sólido. Si el ángulo es menor de 90° , no mojará al sólido (White, 2004).

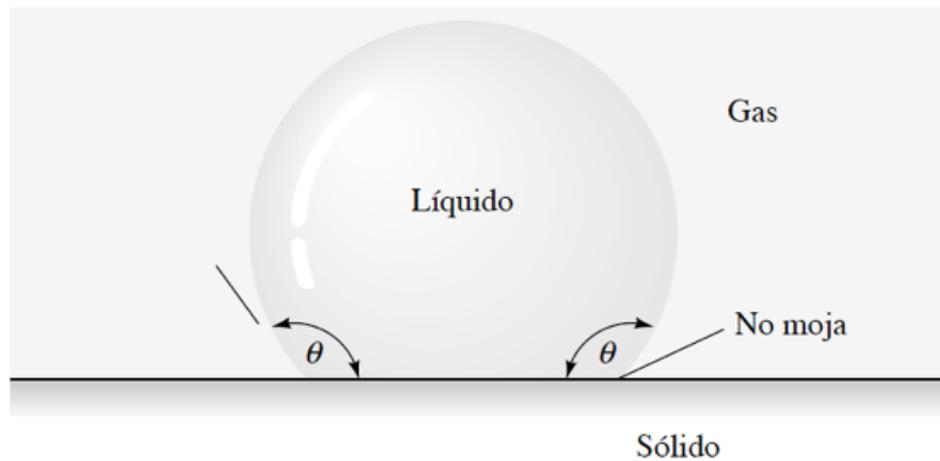


Figura 15: Efecto del Ángulo de Contacto en Una Interfase Líquido-Sólido

(White, 2004)

Tapado de Botellas

El tapado de las botellas es un proceso sencillo que necesita de un instrumento que ejerza la fuerza necesaria para sellar el corcholata en la botella. De forma manual, se utiliza un instrumento -como se muestra en la figura 16- que mediante un mecanismo transmite la fuerza que ejerce el operador hacia la botella para deformar la tapa hasta sellar el envase. A través de este sistema y con la ayuda de una prensa hidráulica se determinó la fuerza necesaria para el tapado de un corcholata de 26 mm, la cual fue de 1300 N aproximadamente.



Figura 16: Tapadora Manual de Botellas

(CebadaaCerveza, 2014)

En base a la idea del tapado manual, industrialmente se utiliza pistones neumáticos para sellar los envases. En relación al proyecto, se utilizará igualmente un pistón neumático que tenga la capacidad requerida por tapar el envase utilizado en la Cervecería. El mismo tendrá adaptada una boquilla similar a la tapadora manual (figura 17).



Figura 17: Tapado Manual de Botellas
(Cerveza Artesana)



Figura 18: Corcholatas Nuevas(26mm)
(Tu Chela, 2014)

DESARROLLO DEL TEMA

Diseño

Estación de lavado

En base a las características de los tipos de cerveza y envases que la cervecería Belmonte utiliza para el embotellado, se ha idealizado el siguiente diseño. La estación deberá ser distribuida en base a un sistema de producción en línea. Es decir, las botellas deberán ingresar a la zona de lavado cáustico y luego pasarán al área de lavado a presión. Sin embargo, los envases deberán ser volteados en una posición boca abajo, de tal manera que los fluidos utilizados en la limpieza evacuen por el pico de la botella por gravedad. Así, las botellas iniciarán su movimiento boca abajo durante el lavado y cambiarán su posición boca arriba al momento de ingresar a la estación de embotellado.

A partir de un sistema de vagones portabotellas y un riel, la estación de lavado se llevará a cabo. De esta manera, el riel deberá estar apoyado en una estructura que contenga todos los componentes del lavado. Además, se deberá incorporar un mecanismo de volteo del riel de tal manera que todas las botellas permanezcan boca abajo durante el proceso de lavado cáustico e hidrolavado.

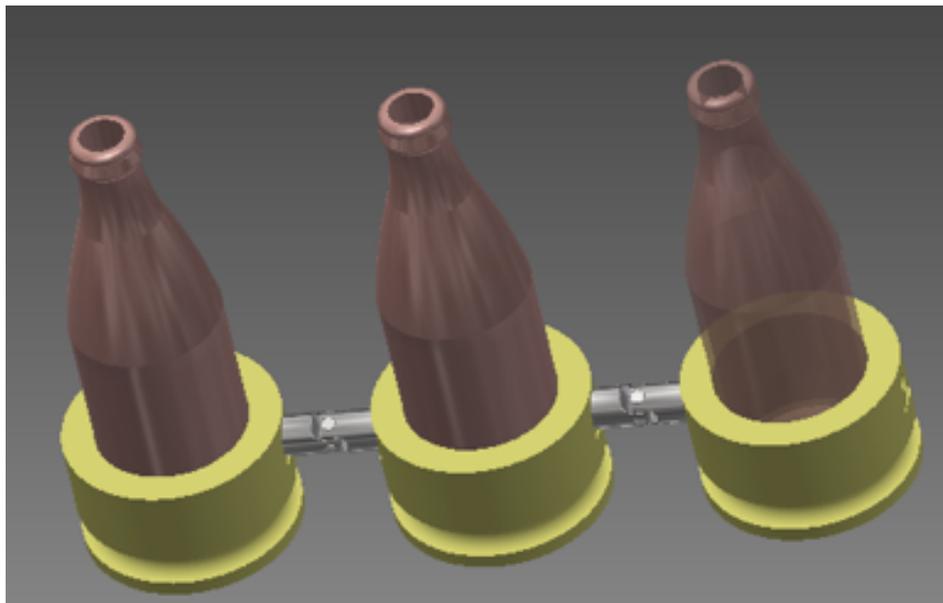


Figura 19: Vagones portabotellas modelados en CAD

Los vagones portabotellas permitirán tratar a las botellas en grupos de tres unidades. Además, el proceso de lavado se simplifica debido a que los portabotellas tendrán la función de mantener fijas a las botellas durante el hidrolavado. Así se mantendrá una correcta limpieza de todos los envases. Los portabotellas serán fabricados a partir de ejes de grilón de 85mm debido a la facilidad de mecanizado y por el bajo coeficiente de fricción con el material del riel.

Por otro lado, el sistema de sujeción para los vagones será adaptado mediante crucetas de 16mm, fabricadas a partir de acero inoxidable AISI 304. Las crucetas (figura 20) permitirán al operador cargar fácilmente de vagones al riel debido a la movilidad del mecanismo.



Figura 20: Crucetas de 16mm

El riel de lavado será fabricado a partir de plancha (espesor 1.5mm) y ejes (3/8") de acero AISI 304. La figura 21 muestra un boceto de cómo se posicionarán los ejes y los retazos de plancha. Se escogió este tipo de geometrías para que los vagones puedan circular con facilidad por la estación. Además, los ejes mantendrán fijos los portabotellas cuando el riel se volteé para iniciar el lavado.

El mismo riel incorporará una base de volteo fabricada con platina de 50x400x4mm, igualmente en acero AISI 304. La misma estará adherida a un mecanismo neumático que girará el riel para iniciar los procesos de lavado. Así, a partir de unas bisagras sujetadas al riel, se rotará al riel en el ángulo deseado. Mediante un proceso de soldadura TIG, se ensamblará cada elemento del riel.

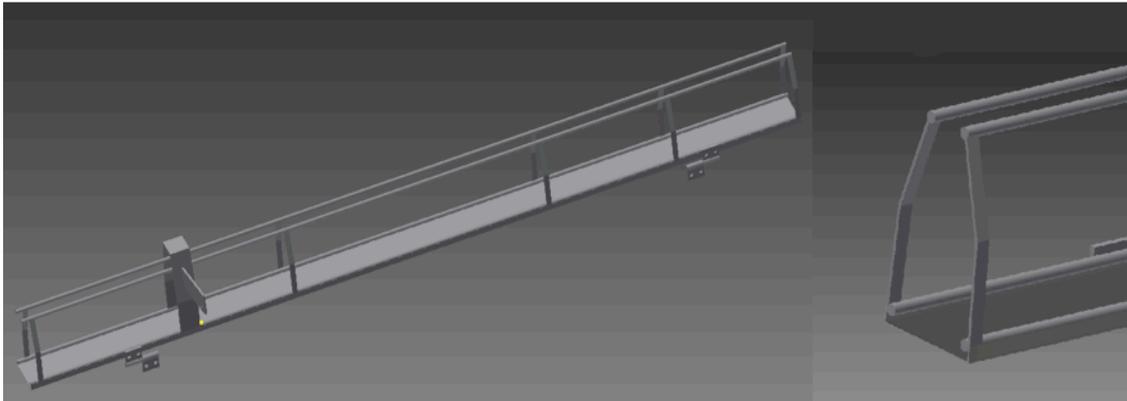


Figura 21: Riel de Lavado (Conjunto) modelado en CAD

Los portabotellas circularán a las siguientes estaciones mediante el accionamiento de un pistón que permitirá el recorrido de los vagones; de tal forma que el riel tenga un movimiento de vagones en el tiempo especificado. El sistema de recorrido de vagones estará situado justo a la entrada del riel de lavado. Además, este actuador deberá tener una carrera igual a la longitud de un vagón de tres portabotellas. El pistón será adaptado a una base con bisagras (longitud de 50mm y eje de 3/8", AISI 304) y un mango (eje de 1/2", AISI 304) que permita girar todo el sistema. De esta manera, se podrá cargar de vagones al riel mientras el actuador de recorrido se encuentre volteado.



Figura 22: Pistón de recorrido modelado en CAD

Las figuras 23 y 24 presentan las bandejas de lavado cáustico e hidrolavado, respectivamente. Se utilizará plancha del mismo espesor y material que el riel de lavado y se

realizará el ensamble de los componentes por medio de soldadura TIG. Para el lavado cáustico e hidrolavado se utilizarán toberas de aspersión con un ángulo de chorro de 25° (figura 25). Se eligió esta geometría de toberas, debido a que en los ensayos de lavado fue el chorro que llegaba a toda el área del envase. También, son aspersores económicos y son utilizados en hidrolavadoras de automóviles.

En el caso de la bandeja de lavado cáustico e hidrolavado se instalarán 6 y 3 toberas, respectivamente. El objetivo de esta configuración de los aspersores se debe a la configuración del proceso de lavado. El diagrama de tiempos y configuración de cada proceso del lavado se detallará a continuación.

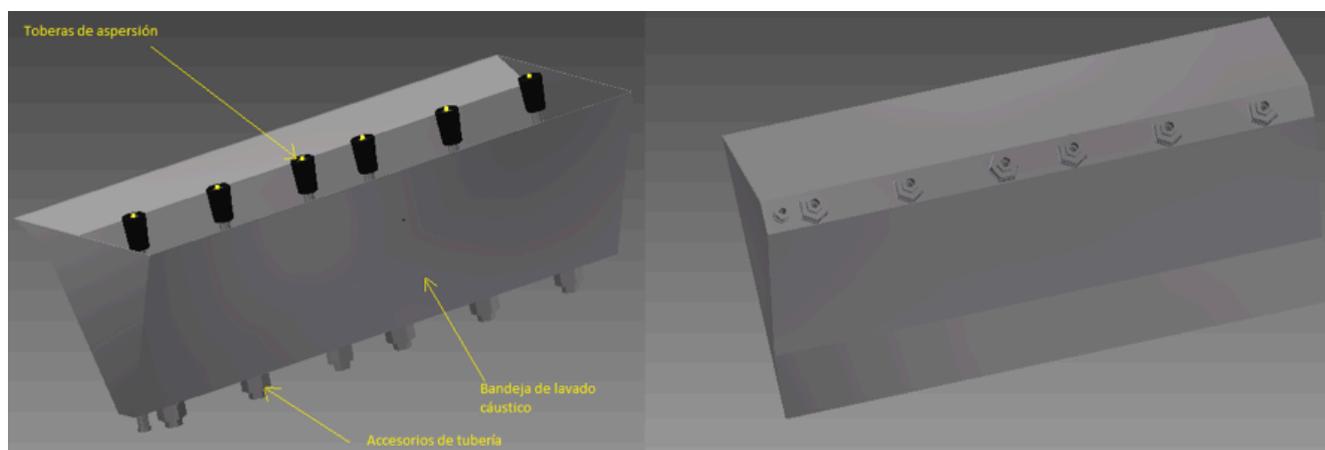


Figura 23: Bandeja de Lavado Cáustico modelado en CAD

Las toberas serán acopladas a las bandejas por medio de accesorios de tubería roscada de acero AISI 304. Con el fin de recircular el sanitizante, se instalará un sumidero con filtro de malla al extremo de la bandeja para extraer el fluido y regresarlo al colector cáustico. En el caso de la bandeja de hidrolavado, el agua no será reutilizada y será llevada al alcantarillado directamente (no existe ningún peligro de contaminación medioambiental al respecto).

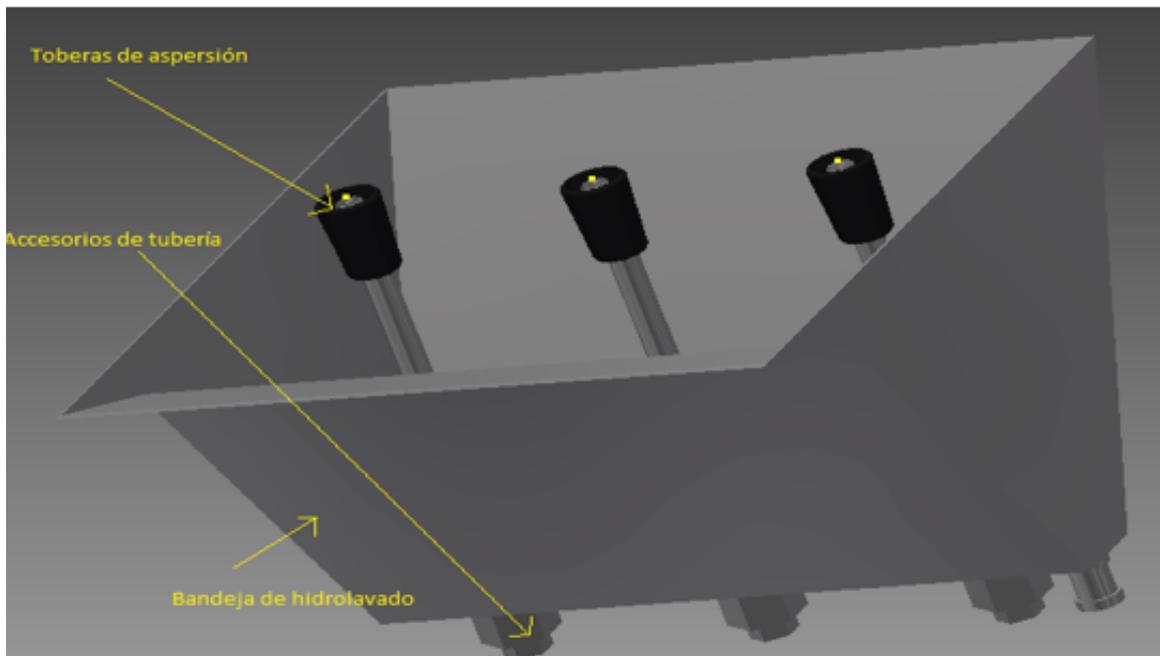


Figura 24: Bandeja de Hidrolavado modelado en CAD



Figura 25: Toberas de aspersión de 25°

Por otro lado, el colector cáustico donde se almacenará el sanitizante y se lo mantendrá a 75°C, será instalado en un barril cervecero de 50 l como una medida de reducir costos. El recipiente es fabricado igualmente en acero AISI 304. Se acoplarán accesorios de tubería al tanque para conectar a la bomba de recirculación de sanitizante y a la bandeja de lavado. También se acoplará una resistencia eléctrica (figura 25) al colector para mantener la temperatura deseada de la solución cáustica.



Figura 26: Colector Cáustico modelado en CAD



Figura 27: Resistencia eléctrica del colector cáustico

La bomba de recirculación del sanitizante deberá ser de tipo sanitario para soportar el ambiente corrosivo al que estará expuesto. Además, necesita resistir las temperaturas a las que el desinfectante estará en el colector cáustico. Por esta razón, se utilizará una bomba de tipo alimenticio que siga los estándares anteriormente mencionados. El equipo debe entregar el caudal necesario para distribuir por aspersion el sanitizante a los envases.



Figura 28: Bomba de uso alimenticio marca Pedrollo(Gama JCR)

El proceso de hidrolavado será realizado mediante una hidrolavadora de uso industrial (limpieza de equipos en general). De acuerdo a las opciones del mercado, el rango de presiones en el chorro que producen estos equipos son los ideales para remover las impurezas adheridas a las botellas. Por consiguiente, tales equipos tienen diferentes geometrías de chorro según sea la utilidad (tabla 5). Según ensayos realizados con estos equipos, se encontró que un chorro con un ángulo de 25° y una presión de 800psi es suficiente para limpiar toda la superficie de las botellas en aproximadamente 1 minuto.

Tabla 5 Características de Chorro (Hidrolavadora)

	Chorro circular de alta presión (0°) para suciedad especialmente resistente
	Chorro plano de baja presión (CHEM) para el uso con detergentes o para limpiar a una tensión baja.
	Chorro plano de alta presión (25°) para áreas sucias muy amplias.

Las hidrolavadoras utilizadas en los ensayos son de marca Kärcher, las mismas que tienen la capacidad de adaptar varias boquillas con el fin de lavar más de una botella a la vez.

También, son de uso industrial y pueden ser utilizados por tiempos prolongados sin ningún inconveniente. Un modelo de hidrolavadora se presenta en la figura 27.



Figura 29: Hidrolavadora Kärcher

Todos los componentes de lavado serán instalados en una estructura(figura 30) con perfilera de hierro A36 laminado en caliente. El material escogido es de bajo costo y será ensamblado con procesos de soldadura SMAW. Se utilizarán tubos cuadrados, ángulos con lados iguales y planchas para el ensamble de todos los elementos de la estación. Se aplicará un recubrimiento superficial con un esmalte epóxico (ficha técnica provista en Anexos) para prevenir la oxidación del material. La pintura seleccionada tiene propiedades antibacteriales, de tal forma que no habrá crecimiento de bacterias en toda el área de la estructura.

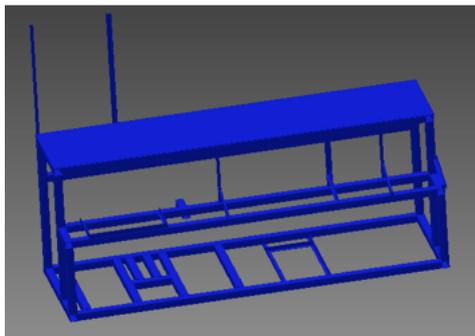


Figura 30: Estructura de lavado modelado en CAD

El detalle del sistema de volteo y recorrido de botellas se detalla en la figura 29. De esta manera se instalará el riel con el objetivo de que todos los componentes sean adaptados a la estructura de la estación.

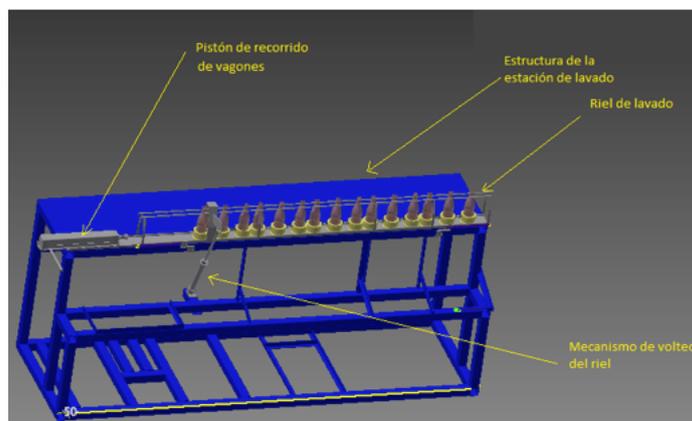


Figura 31: Estructura de lavado y mecanismo de volteo modelado en CAD

La figura 31 presenta el ensamble de todos los elementos necesarios para el funcionamiento de la estación de lavado. Así, se adaptará un gabinete de control, el cual muestra con luces piloto la activación de cada componente del sistema. El diagrama electrónico de control y la configuración del gabinete se encuentra en Anexos. También, se instalará las bandejas de lavado de tal forma que al momento de activarse el sistema de volteo, las botellas se encuentran alineadas a las toberas de aspersión. Todas las conexiones con los accesorios de tubería se realizarán con mangueras de vinil de tipo alimenticio.

El sistema de hidrolavado, bomba y colector cáustico será insertado en la parte interna de la estructura para no generar interferencia con otros dispositivos. Adicionalmente, se incorporó un tanque de CO₂ de 9lb, el cual servirá para la estación de embotellado pero estará ubicado en esta estación como medida de reducir espacio.

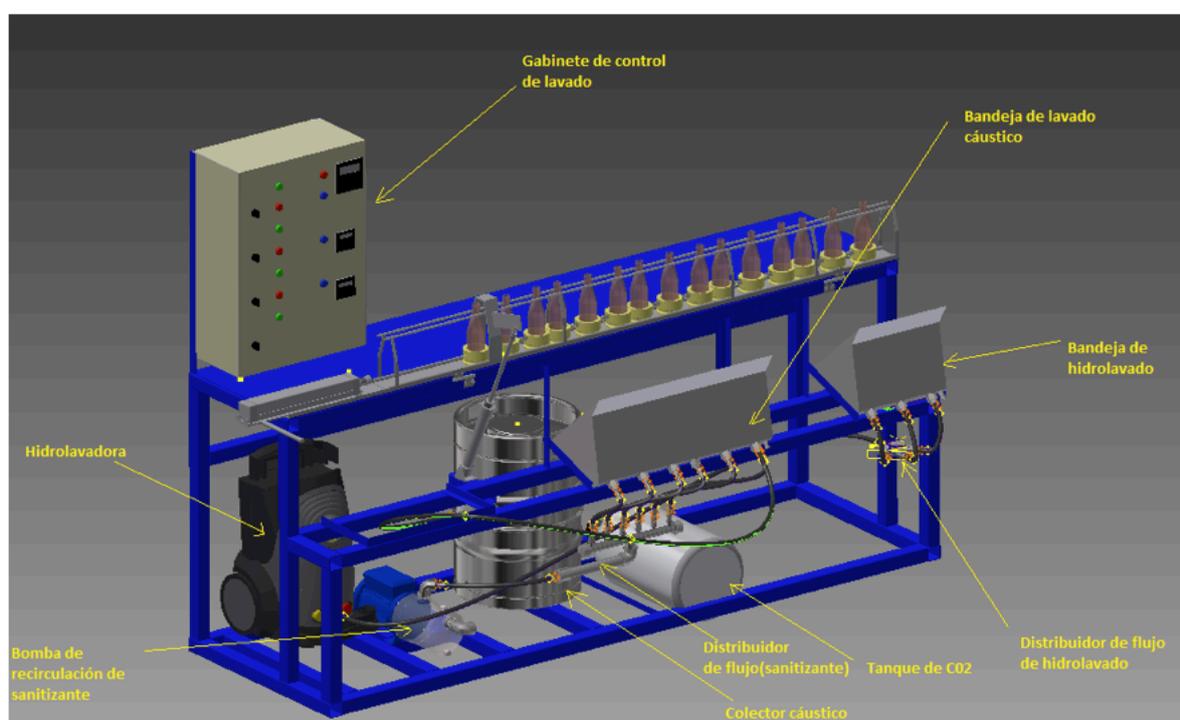


Figura 32: Estación de lavado con todos sus componentes modelado en CAD

Estación de embotellado.

La estación de embotellado se encontrará ubicada junto a la estación de lavado. De tal forma que las botellas que salgan del proceso de lavado, ingresen directamente al área de llenado y tapado. De esta manera, según el sistema de embotellado mencionado en métodos, se diseñó una boquilla que permita llenar la cerveza al envase con un ángulo de 0°. Así, cada boquilla permita ingresar CO₂ y pugar de aire del envase. El material utilizado para el mecanizado de este elemento serán ejes y tubería de acero AISI 304.

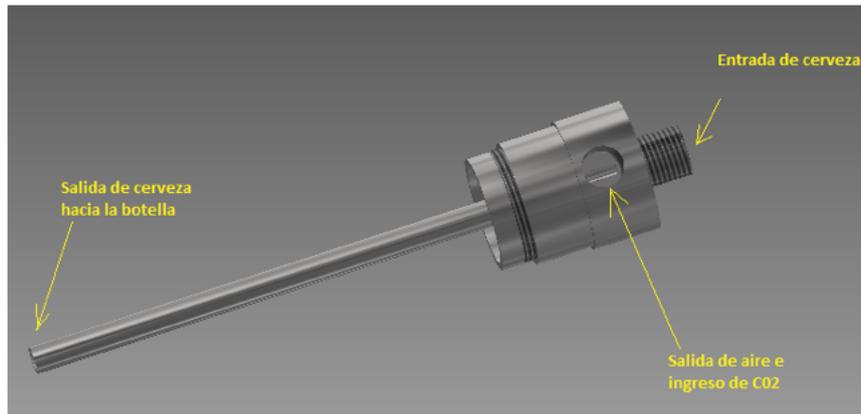


Figura 33: Boquilla de llenado diseñada en CAD

También, con el objetivo de cerrar herméticamente la botella durante el embotellado, se utilizará un sello de teflón el cual se detalla en la figura 34.

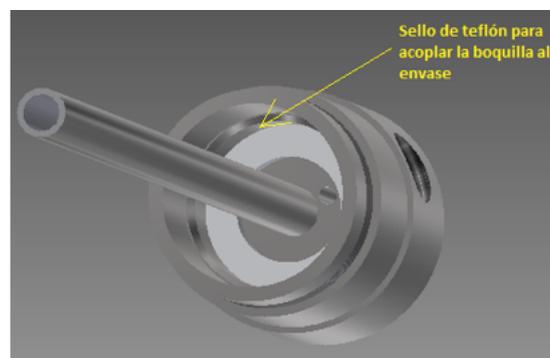


Figura 34: Sello de teflón utilizado en boquilla de llenado

Por otro lado, las boquillas de tapado tienen la geometría de las corcholatas de 26mm y se acoplarán a la estación mediante un pequeño eje roscado como se muestra en la figura 35, similar al capuchón de embotellado.

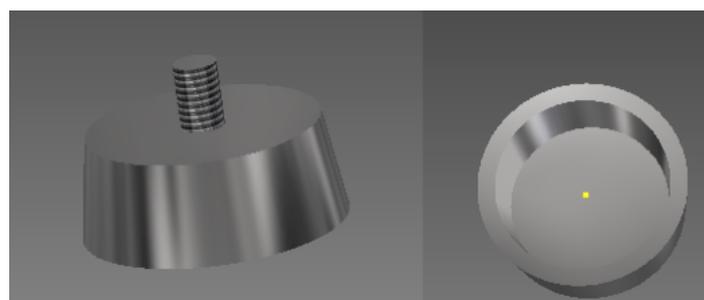


Figura 35: Boquillas de tapado modeladas en CAD

Las boquillas de embotellado y tapado se acoplarán a un eje cuadrado (portaboquillas) de tal forma que cada pieza se encuentren perpendiculares una con otra. De esta manera, mediante una rotación de 90 grados del portaboquillas, se realizarán dos procesos en una sola estación.

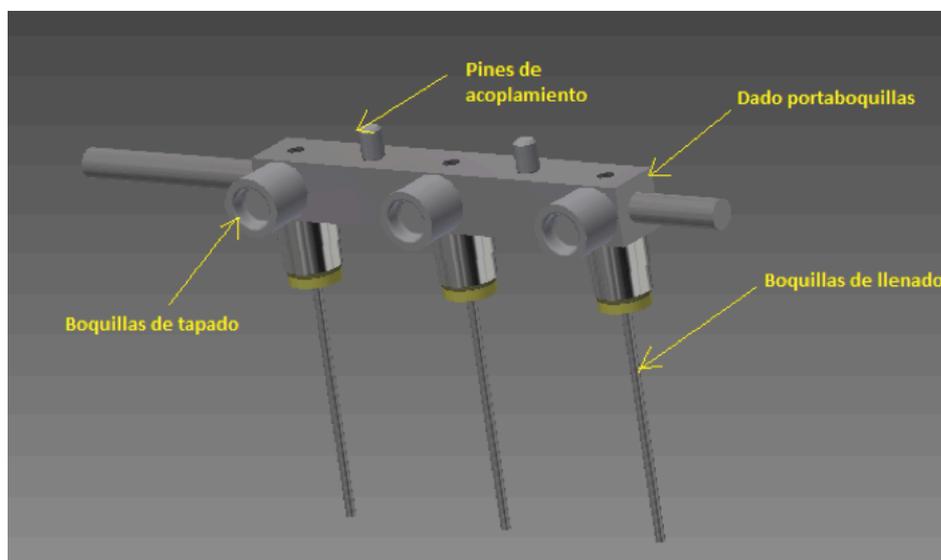


Figura 36: Dado portaboquillas modelado en CAD

El dado portaboquillas girará mediante rodamientos que están empernados a dos chumaceras. La figura 37 muestra el sistema de rotación de las boquillas. Adicionalmente, se utilizarán resortes que permitan mantener el dado en la parte superior de la estación cuando el proceso de embotellado y tapado haya terminado. También se empleará un sistema de ejes y bujes como guías del recorrido de todo el sistema de embotellado. La estación tendrá apoyos en la base que le permitirán acoplarse a la estructura en una forma rígida.

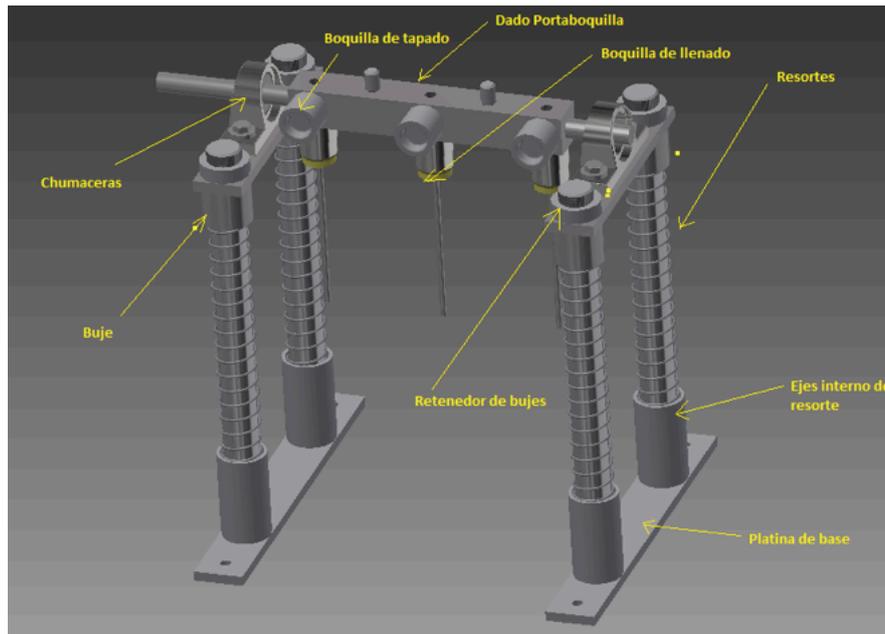


Figura 37: Sistema de embotellado y tapado modelado en CAD

Mediante la utilización de pistones neumáticos se desplazará el dado para acoplar las botellas con sus respectivas boquillas. Se utilizarán dos actuadores que impriman una fuerza uniforme sobre las boquillas de tal forma que el sellado sea el más óptimo. Sin embargo, deberá existir un sistema que permita intercambiar las boquillas de embotellado por los de tapado cuando finalice cada proceso.

Los ejes de los pistones neumáticos deberán desacoplarse inmediatamente después del proceso de embotellado, el dado deberá rotar y nuevamente los ejes de los actuadores deberán adaptarse en la nueva dirección del dado. El sistema de desacople para el intercambio de capuchones se muestra en la figura 38.

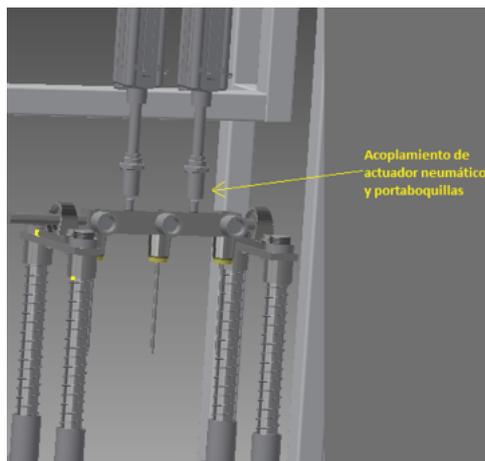


Figura 38: Sistema de acoplamiento de actuador neumático y portaboquillas modelado en CAD

Igualmente, la estructura de embotellado utilizará perfilera y plancha del mismo tipo que la estructura de lavado. El recubrimiento superficial igualmente será con esmalte epóxico. La estructura debe permitir alojar todos los componentes para funcionamiento del sistema de embotellado.



Figura 39: Estructura de embotellado

La figura 40 presenta el ensamble de la estación de embotellado. El sistema incorpora los actuadores neumáticos y el sistema de embotellado. Se incorporó un gabinete de control en la parte superior de la estructura. El control de esta área de la máquina se realizará por medio de un PLC (“Programmable Logic Controller”) debido a la facilidad de modificar los

tiempos del proceso de embotellado. La configuración y diagramas electrónicos de dicho gabinete se detallan en Anexos.

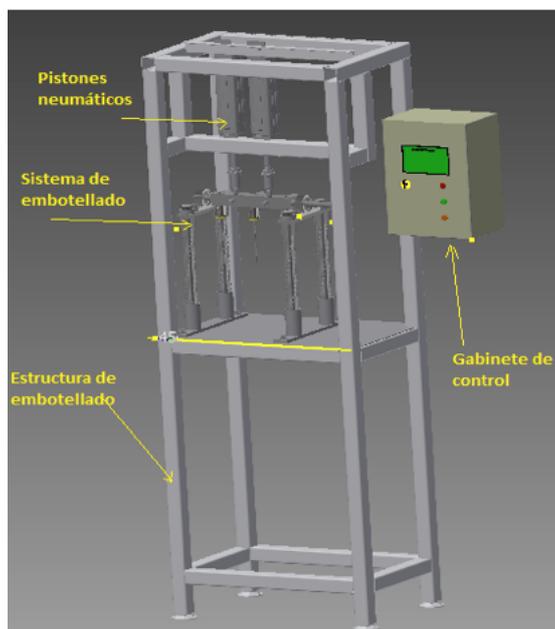


Figura 40: Estación de embotellado modelada en CAD

En el sistema de embotellado, se desarrolló un diagrama neumático (figura 39) de dos pistones A y B. Mediante una válvula solenoide de marcha se activará la salida de los pistones al mismo tiempo. En el diagrama neumático se observa que la válvula solenoide deberá recibir una señal de control para iniciar el accionamiento de los actuadores. También, cada pistón tiene un regulador de caudal con el objetivo de acoplar las boquillas a las botellas de una forma segura. La fuerza que cada pistón ejercerá será controlada mediante un regulador de presión que se encontrará conectado antes de la válvula de marcha.

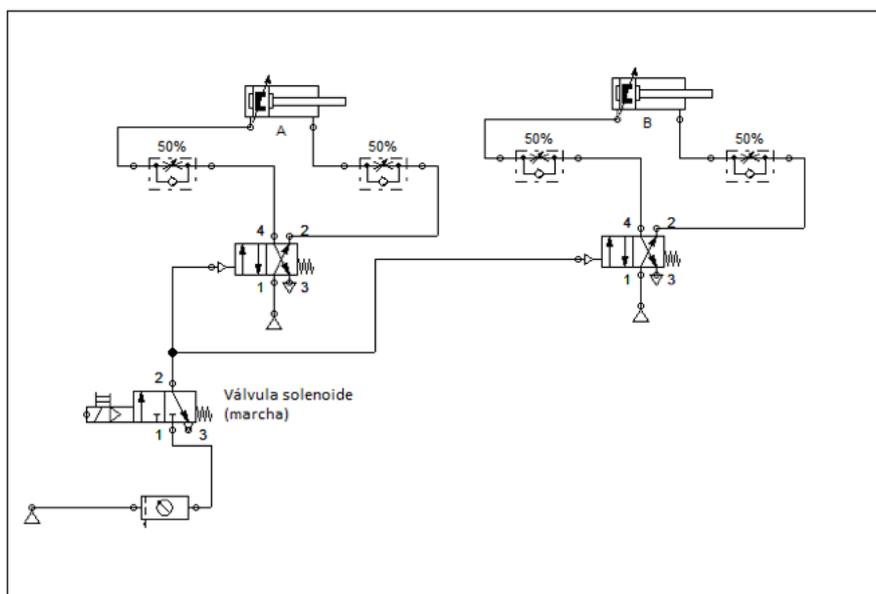


Figura 41: Diagrama neumático (embotellado)

La simbología de las boquillas de llenado, que se utilizará en los diagramas siguientes, se detalla en la figura 42. Los capuchones deberán contener 3 entradas de fluidos: ingreso de cerveza, CO₂ y una conexión para la purga o despresurización del envase.

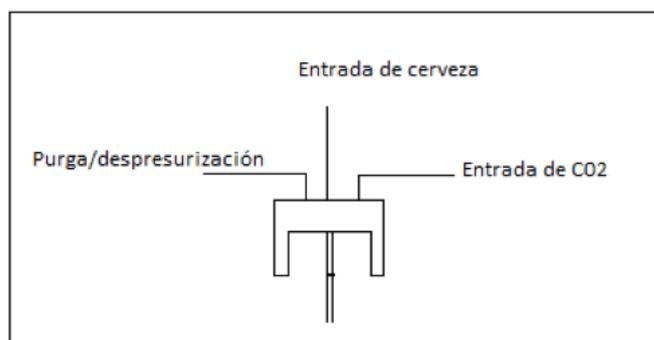


Figura 42: Simbología de boquillas de llenado

La figura 43 representa el diagrama de conexión de las boquillas. De esta manera, existirá un válvula solenoide que permitirá el paso de cerveza hacia todos los capuchones que se encuentren conectados. También, otra válvula similar permitirá el paso de gas carbónico a los envases, tal conexión se encontrará acoplada al contenedor de cerveza para generar la presurización inicial en la botella.

Finalmente, una tercera válvula solenoide permitirá purgar el aire al inicio del proceso y durante el embotellado, generará una diferencia de presiones para que la cerveza ingrese a las botellas. Con el objetivo de que la despresurización sea controlada, se agregó un regulador de presión a la salida de dicha válvula. Además, el sistema de embotellado la figura 41 puede ser empleado para una o varias botellas. De esta manera, existe la posibilidad de ampliar la capacidad de botellas en la estación.

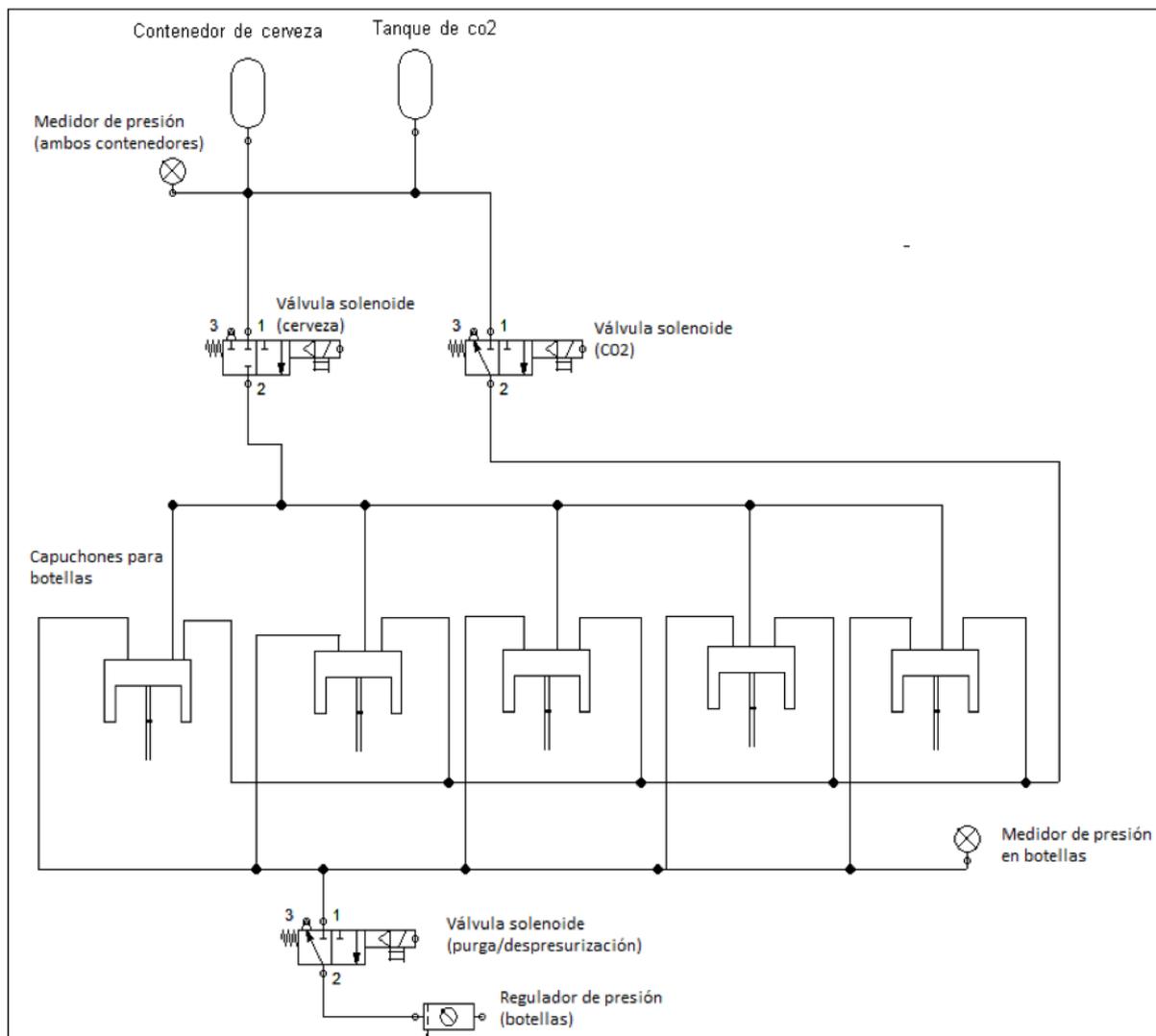


Figura 43: Diagrama de Conexión de las Boquillas de Llenado

Ensamble de estaciones: lavado y embotellado.

La figura 44 presenta el ensamble completo de la estación de lavado y embotellado.

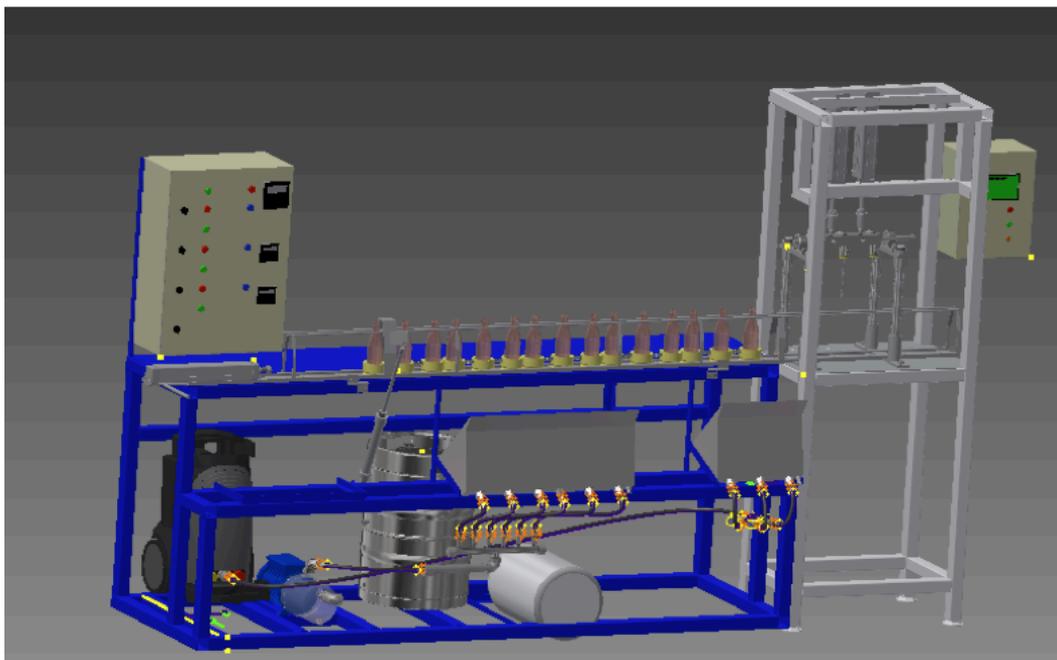


Figura 44: Ensamble completo de máquina

De esta manera, partiendo del concepto de los procesos que se realizarán, se ha construido un diagrama de los tiempos donde la cadena de producción se llevará a cabo. De acuerdo con los tiempos óptimos y experimentales detallados en el marco teórico de cada proceso, se elaboró un ciclo de tal forma que cumpla con el requerimiento de la Cervecería Belmonte. Por lo tanto, la figura 45 representa con círculos a las botellas y el color de cada uno identifica por cuál estación está circulando el envase. Posteriormente, se detallará cada evento del diagrama de tiempos desde el inicio hasta cuando el proceso se convierte en un ciclo repetitivo.



Figura 45: Diagrama de Procesos del Equipo Completo

Se ha detallado con colores a cada zona donde se encuentren las botellas. De esta manera, como se observa en la cadena se ha implementado un abastecimiento de 6 botellas durante el proceso de tal manera que el operador siempre mantenga lleno de unidades esta estación. Así, el primer evento de la sucesión consiste en el ingreso de la primera tanda de botellas (6 unidades) hacia la zona del baño cáustico durante 4 minutos. Luego, 3 botellas del grupo inicial ingresarán a la zona de espera y los envases restantes irán a la fase del enjuague a presión (“jetting”) donde permanecerán 2 minutos. Una vez que las primeras botellas ingresen al hidrolavado y terminen tal enjuague, éstas pasarán a la etapa de embotellado y tapado, el cual durará 2 minutos aproximadamente. Se debe mencionar que los tiempos cronometrados del embotellado de forma experimental, arrojaron una media de 1.56 minutos, sin embargo se extendió este lapso de tiempo a 2 minutos con el fin de no generar inconvenientes al momento de cambiar el tipo de cerveza a embotellar.

Al finalizar el llenado por contra presión, inmediatamente los envases serán tapados durante un tiempo de 0.25 minutos; lapso de tiempo que ya está contemplado en los 2 minutos

de dicha estación. Al momento de iniciar el tapado, las botellas sobrantes que se encontraban en espera al inicio de este evento (estación de baño cáustico), pasarán a la zona de lavado por presión donde iniciará el segundo evento. De esta forma, el segundo y los siguientes eventos se repetirán de forma secuencial debido a que el ingreso de botellas hacia el equipo será constante en función de su capacidad. Así, la primera etapa de la cadena producirá 3 botellas en un tiempo de 10 minutos. Posteriormente, el tiempo de salida de las botellas terminadas será de 3 botellas cada 2 minutos, debido a que todas las estaciones se encuentran trabajando de manera continua.

Finalmente, a partir del primer evento de embotellado, el proceso completo tendrá la capacidad de producir 90 botellas (recicladas o nuevas) por hora.

Dimensionamiento

Estación de lavado

Mecanismo de volteo

En cuanto al mecanismo de volteo, se deberá dimensionar la fuerza del pistón para girar los envases que se encuentran apoyados a la estructura y girarlos 90° . De esta manera, el riel tiene una masa de 4kg. Los 6 vagones con botellas que estarán situados en el riel tienen una masa de 5kg. El peso total del riel (m_r) es de 9kg. Se asumirá que el riel tiene una masa uniforme y de esta manera el centro de gravedad se encuentra en la mitad del mismo. En la figura 46 se presenta un diagrama del sistema de volteo planteado.

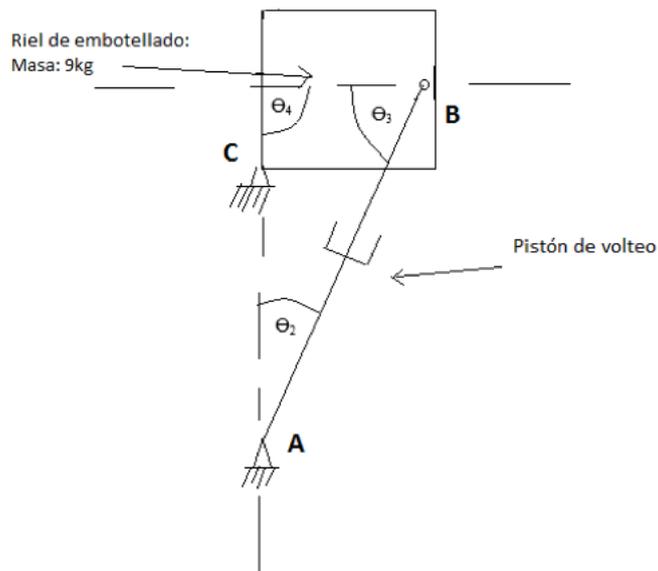


Figura 46: Diagrama del mecanismo de volteo

En el diagrama, el sistema muestra la posición del riel asentado en la estructura. Así, el apoyo de C representa la bisagra que sujeta el riel con la estructura y forma un ángulo θ_4 . El apoyo de A representa el pivote del pistón igualmente sujeto a la estructura; formando un ángulo θ_3 . El punto B representa la unión del pistón y el riel, con un ángulo θ_2 . Cuando el riel se encuentre volteado, θ_4 debe ser igual a 70° . Por medio de la relación matemática de senos de ángulos, θ_3 y θ_2 debe ser igual a 87.69° y 22.31° , respectivamente. F , representa la fuerza del pistón. AC, AB y BC son longitudes entre cada punto.

De esta manera, según el criterio de movilidad de Kutzbach,

$$m = 3(l - 1) - 2j_1 - j_2 \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

Donde:

m es la movilidad

l es el número de eslabones

j_1 es el número de articulaciones completas

j_2 es el número de articulaciones segmentadas

En el diagrama existen 3 eslabones y 3 articulaciones completas, no hay articulaciones segmentadas. Por ello la movilidad es igual a 3.

Aplicando la sumatoria de momentos en el punto C del diagrama . Donde la gravedad g es igual a $9,81 \frac{m}{s^2}$. Se obtiene la fuerza F necesaria para el volteo.

$$\sum M_c = 0$$

$$F \operatorname{sen}(\theta_3) \cdot BC \operatorname{sen}(\theta_4) = m_r g \cdot BC \cos(\theta_4)$$

$$F = 51N$$

Por lo tanto, la fuerza necesaria para voltear el riel en el ángulo deseado es de 51N.

El diámetro del pistón está dado por :

$$F = P \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$

$$d = \sqrt{\frac{4F}{P\pi}}$$

Donde:

F es la fuerza ejercida por el pistón

P es la presión de trabajo del pistón

d es el diámetro diámetro total del pistón

Debido a que los actuadores neumáticos funcionan perfectamente a una presión de 500kPa. El diámetro del pistón sería igual a 10.4mm y con una longitud de carrera de 530mm. Sin embargo, se seleccionará un pistón de 20mm de diámetro debido a que ese calibre es el más pequeño que se encuentra en el mercado.

Sistema de lavado cáustico.

La bomba de recirculación succionará el sanitizante de la parte inferior del colector hacia las 6 toberas de aspersión. Luego, el desinfectante regresará nuevamente al colector. Por ello, de acuerdo con las dimensiones del recipiente se asignó un elemento de fluido en la superficie del barril (1) y otro a la salida en la parte inferior (2). Así, la longitud desde el nivel de referencia hasta la superficie del barril se asignará como y_1 , la dimensión desde el nivel de referencia hasta el elemento de fluido 2 se la denominó y_2 , y finalmente la diferencia entre ambas medidas como h . Las velocidades en los elementos 1 y 2 serán nombradas como v_1 y v_2 , respectivamente. El área de la superficie será s_1 y la superficie de desfogue se denominará como s_2 .

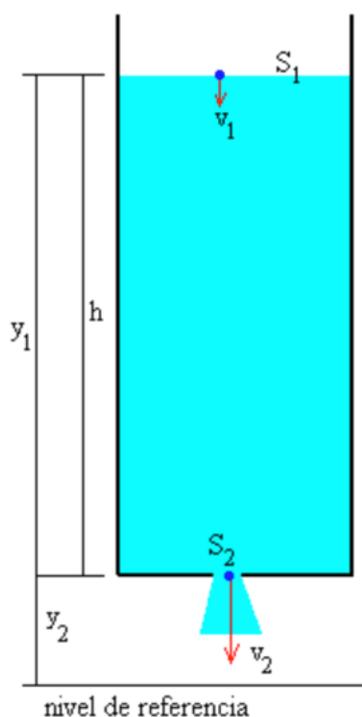


Figura 47: Esquema del colector cáustico

Por consiguiente, la velocidad de salida v_2 sería la siguiente según la ley de Bernoulli:

$$p_1 + \rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = p_2 + \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2 \text{ (White, 2004)}$$

donde p_1 y p_2 son las presiones estáticas a que están sometidos los elementos de fluido 1 y 2, respectivamente. La densidad del fluido se detalla como ρ y la gravedad como g .

Debido a que las presiones en ambos puntos serán las mismas la expresión se resume en lo posterior

$$\rho g y_1 + \frac{1}{2} \rho v_1^2 = \rho g y_2 + \frac{1}{2} \rho v_2^2$$

A partir de la ecuación de continuidad se encontrará la velocidad en la superficie del barril

$$v_1 s_1 = v_2 s_2$$

$$v_1 = \frac{v_2 s_2}{s_1}$$

Luego, reemplazando la expresión 4.1.1.4 en la ecuación de Bernoulli se obtiene la velocidad de salida

$$v_2 = s_1 \sqrt{\frac{2gh}{s_1^2 - s_2^2}}$$

De esta manera, el caudal de salida Q_2 es

$$Q_2 = s_2 v_2$$

Con un volumen de 40l de sanitizante en el colector, la velocidad máxima sería 1.63 m/s y el caudal Q_2 máximo de salida es igual 30.3 l/min. Debido a que el desinfectante siempre estará recirculando al colector y el nivel de líquido será aproximadamente h , el valor de Q_2 no tendrá variaciones considerables.

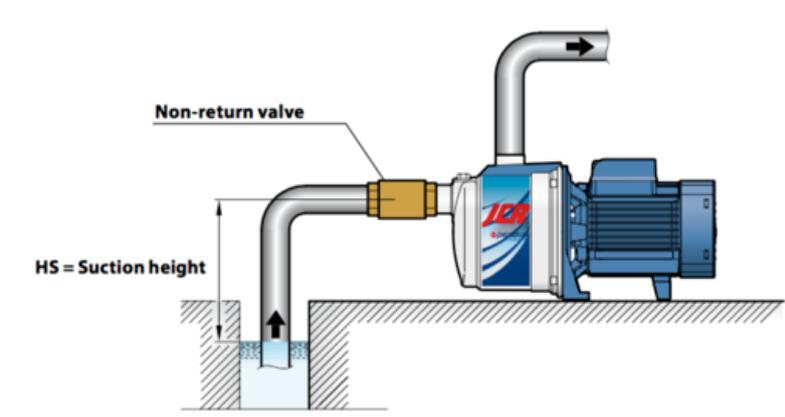


Figura 48: Diagrama de conexión de bomba Pedrollo JCR (Cortesía del proveedor)

La tabla 6 muestra los modelos, la potencia, caudal de entrada y salida de cada tipo de bomba centrífuga que ofrece la marca Pedrollo. También, la figura 46 muestra las curvas de rendimiento de cada modelo.

Tabla 6: Modelos de Bombas Centrifugas Pedrollo (Cortesía del proveedor)

MODEL		POWER		Q	m ³ /h													
Single-phase	Three-phase	kW	HP		0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	
				l/min	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80	
JCRm 1C	–	0.37	0.50	H metres	35	32	27	24	21	19	17	16	15	13				
JCRm 1B	JCR 1B	0.50	0.70		41	36	31	27	24	22	20	19	17	15				
JCRm 1A	JCR 1A	0.60	0.85		47	42	38	34	31	28.5	26	24	22	19				
JCRm 10H	JCR 10H	0.75	1		56	50	45	41	37	33	30	27	25	22				
JCRm 15H	JCR 15H	1.1	1.5		72	67	61	56	51	47	43	40	37	32				
JCRm 10M	JCR 10M	0.75	1		46	44	41	39	37	35	32	30	28	25	22	21	19	
JCRm 15M	JCR 15M	1.1	1.5		55	53	50	48	46	43	41	39	37	34	31	29	27	

Q = Flow rate H = Total manometric head HS = Suction height

Tolerance of characteristic curves in compliance with EN ISO 9906 Grade 3.

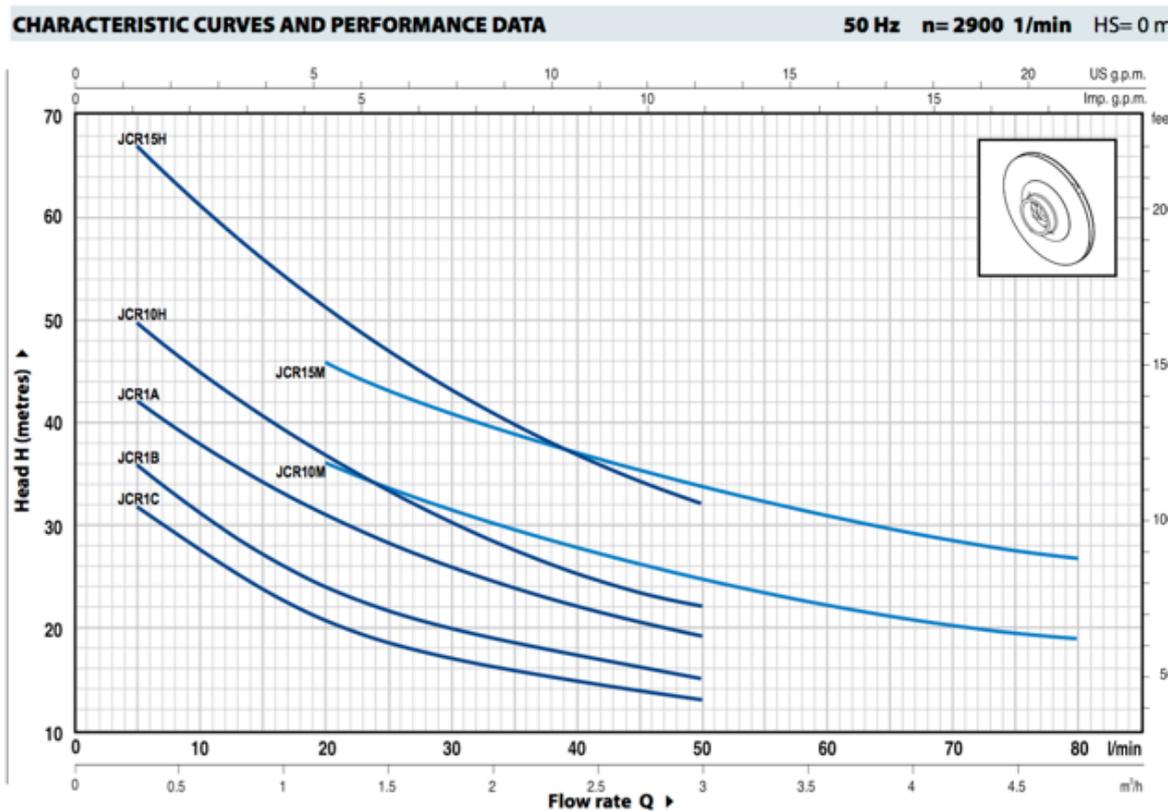


Figura 49: Curvas de Rendimiento Bombas Centrífugas Pedrollo

(Cortesía del proveedor)

De esta manera, se seleccionó el modelo JCRm 1A con una potencia es de 0,85HP. La bomba con un caudal de 30l/min es capaz de entregar 24m de cabeza manométrica. La presión se dividirá para 6 boquillas de aspersión y será la suficiente (según ensayos realizados con sanitizante a 75°C), para atomizar el desinfectante en los envases. También, se eligió dicho tamaño de bomba debido a que es el modelo más común que se encuentra en las ferreterías locales. Los repuestos del modelo son fáciles de adquirir en los servicios técnicos del proveedor. Adicionalmente, en Anexos se presenta las características de construcción como: el tipo de material del cual está fabricado, ciertas especificaciones eléctricas y mecánicas

Se debe mencionar que el recirculado con el desinfectante sería más eficiente si se aumenta la presión del chorro de entrada a la botella. Así, si se reduce el flujo de salida del colector de la solución cáustica por medio de una válvula de estrangulamiento, se incrementaría la cabeza del equipo. Por esta razón, se instalará una válvula de paso a la entrada de la bomba si se requeriría mayor presión sobre las boquillas.

Por otro lado, se necesita dimensionar una resistencia que proporcione el calor necesario para elevar los 40l de sanitizante a 75°C. Según los requerimientos de la cervecería Belmonte, el tiempo estimado que se demoraría en alistar los colectores de cerveza para embotellar (sanitizado del recipiente, conexiones de tubería, etc.) es de 30 minutos, aproximadamente. Por ello, se dimensionará un resistor que entregue el calor necesario para llegar a la temperatura y en el tiempo mencionado.

Así,

$$Q = mc\Delta T \text{ (Bergman, Dewitt, Incropera, \& Lavine, 2011)}$$

Donde:

Q , es el calor a entregar

m , la masa del desinfectante

c , el calor específico de la solución cáustica

ΔT , la diferencia de la temperatura final e inicial de la solución

El calor a entregar es igual:

$$Q = (40kg) \left(0.89 \frac{kCal}{kg \cdot K} \right) (75^\circ C - 15^\circ C)$$

$$Q = 2136 \text{ kCal}$$

La potencia P_r del resistor sería:

$$P_r = \frac{2136kCal}{30min} = 71.2 \frac{kCal}{min} = 4968.5 W$$

La potencia del resistor necesaria para calentar el colector es de 4968.5 Watts. Sin embargo, a partir de un sistema de control digital de temperatura se controlará la temperatura del calentador y se programa en función de la temperatura deseada. Se seleccionará un elemento de 5000 W debido a las opciones provistas en el mercado.

Hidrolavado.

De acuerdo a los ensayos de hidrolavado realizados en un envase. Se dimensionó un distribuidor de flujo para llevar el agua del equipo de hidrolavado hacia las 3 toberas. Se escogió el modelo HD 5/17C, el cual entrega una presión de salida igual a 2900psi. Debido a que el flujo será dividido por el distribuidor, la presión de entrada a cada boquilla será la óptima para el lavado. En Anexos se muestra las características mecánicas y eléctricas del equipo mencionado. Sin embargo, se calculará la pérdida de carga producida entre el flujo de entrada y salida del distribuidor adaptado (las tuberías utilizadas y accesorios utilizados se detallan en Anexos). La figura 50 presenta el diagrama del divisor de flujo a diseñar.

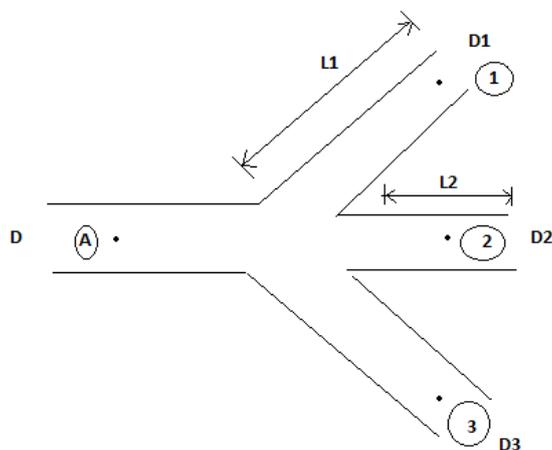


Figura 50: Diagrama de distribuidor de hidrolavado

Donde el punto A representa el flujo de entrada de la hidrolavadora, respectivamente. Los punto 1,2 y 3 representan las salidas del flujo del distribuidor. D es el diámetro de tubería de entrada. D_1 , D_2 y D_2 corresponden a los diámetros de salida de las tuberías acopladas a la tobera. L es la longitud de la tubería de entrada. L1, L2 y L3 son las longitudes de tubería de salida. Q_1 , Q_2 y Q_3 son los caudales de salida.

Por lo tanto la tasa de flujo en A:

$$V_A = \frac{Q_A}{A_A} \text{ (White, 2004)}$$

Donde:

Q_A es el caudal en de entrada

A, el área de entrada al distribuidor

El diámetro D es igual a 6×10^{-3} m (accesorios de tuberías de 1/4") , por lo tanto el área A es de $2.82 \times 10^{-5} \text{ m}^2$. Q_A es $1.33 \times 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$. Así V_A equivale a $4.715 \frac{\text{m}}{\text{s}}$

El número de Reynolds en el punto A es:

$$Re_A = \frac{\rho V_A D}{\mu} \text{ (White, 2004)}$$

Donde:

ρ es la densidad del agua

μ , la viscosidad dinámica del agua

Reemplazando los valores en la ecuación,

$$Re_A = \frac{\left(998 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right) \left(4.715 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) (6 \times 10^{-3} \text{m})}{1.003 \times 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m} \cdot \text{s}}}$$

$$Re_A = 2.81 \times 10^4$$

El fluido de entrada es turbulento.

Posteriormente, debido a que las tuberías de salida del distribuidor están paralelas se calculará el factor de fricción con la siguiente expresión.

$$\frac{1}{f^{\frac{1}{2}}} = -2 \log \left(\frac{\varepsilon}{3.7} + \frac{2.51}{Re_A f^{\frac{1}{2}}} \right) \text{ (White, 2004)}$$

Donde:

f es el factor de fricción para tuberías paralelas

ε , la rugosidad interna del material de las tuberías

La rugosidad de la tubería es de 0.0015. Reemplazando valores en la anterior expresión, el resultado es:

$$\frac{1}{f^{\frac{1}{2}}} = -2 \log \left(\frac{2.5 \times 10^{-4}}{3.7} + \frac{2.51}{2.81 \times 10^4 f^{\frac{1}{2}}} \right)$$

$$f = 27.1 \times 10^{-4}$$

El factor de fricción es el mismo para todos los puntos del diagrama debido a son del mismo material

De esta manera, la pérdida de carga en el punto 1, 2 y 3 es igual a:

$$hf_1 = \frac{8fL_1Q_1^2}{\pi g D_1^5} = hf_2 = \frac{8fL_2Q_2^2}{\pi g D_2^5} = hf_3 = \frac{8fL_3Q_3^2}{\pi g D_3^5}$$

Donde :

L_1 y L_3 es igual a 160mm. L_2 equivale a 150mm

El caudal de entrada es igual a:

$$Q_A = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

Reemplazando los términos de pérdida de carga en la expresión del caudal de entrada:

$$Q_1 = Q_3 = 4.38 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

$$Q_2 = 4.52 \times 10^{-5} \frac{m^3}{s}$$

Por consiguiente, las pérdidas de carga entre el punto A y los puntos 1, 2 y 3 son las siguientes:

$$\Delta h_1 = p_A - p_1$$

$$\Delta h_{f_2} = p_A - p_2$$

$$\Delta h_3 = p_A - p_3$$

Así, mediante la siguiente expresión las pérdidas de carga de los puntos 1, 2 y 3 con respecto al punto A.

$$\Delta h_1 = \frac{v_1^2}{2g} \left(\frac{f_1 L_1}{D} \right) \text{ (White, 2004)}$$

$$\Delta h_1 = \Delta h_3 = 8.83 \times 10^{-3} m$$

$$\Delta h_2 = 8.87 \times 10^{-3} m$$

De esta manera, las pérdidas de carga en el distribuidor son mínimas

Estación de embotellado y tapado

Muelles de compresión de embotellado

Se dimensionaron los resortes a compresión del sistema de embotellado. Los muelles deben cumplir las siguientes características:

- Las fuerzas de carga ejercidas serán a compresión
- Debe tener una longitud sin carga igual a 260mm
- El recorrido que los resortes deben tener durante su funcionamiento es de 180.5mm
- El material debe ser de acero inoxidable AISI 304. Debido a que estos componentes siempre estarán expuestos a desinfectantes, es necesario que el material no se oxide en el ambiente de trabajo.
- Los extremos deben ser a escuadra y esmerilados.

- Ser diseñado con un factor de seguridad en longitud sólida de 1.2.
- El diámetro del alambre debe ser de 3.175mm.
- El acabado superficial del muelle es sin granallado.
- El resorte debe ser diseñado para una vida infinita.

En el dimensionamiento se utilizó el siguiente diagrama de flujo de diseño para un muelle helicoidal.

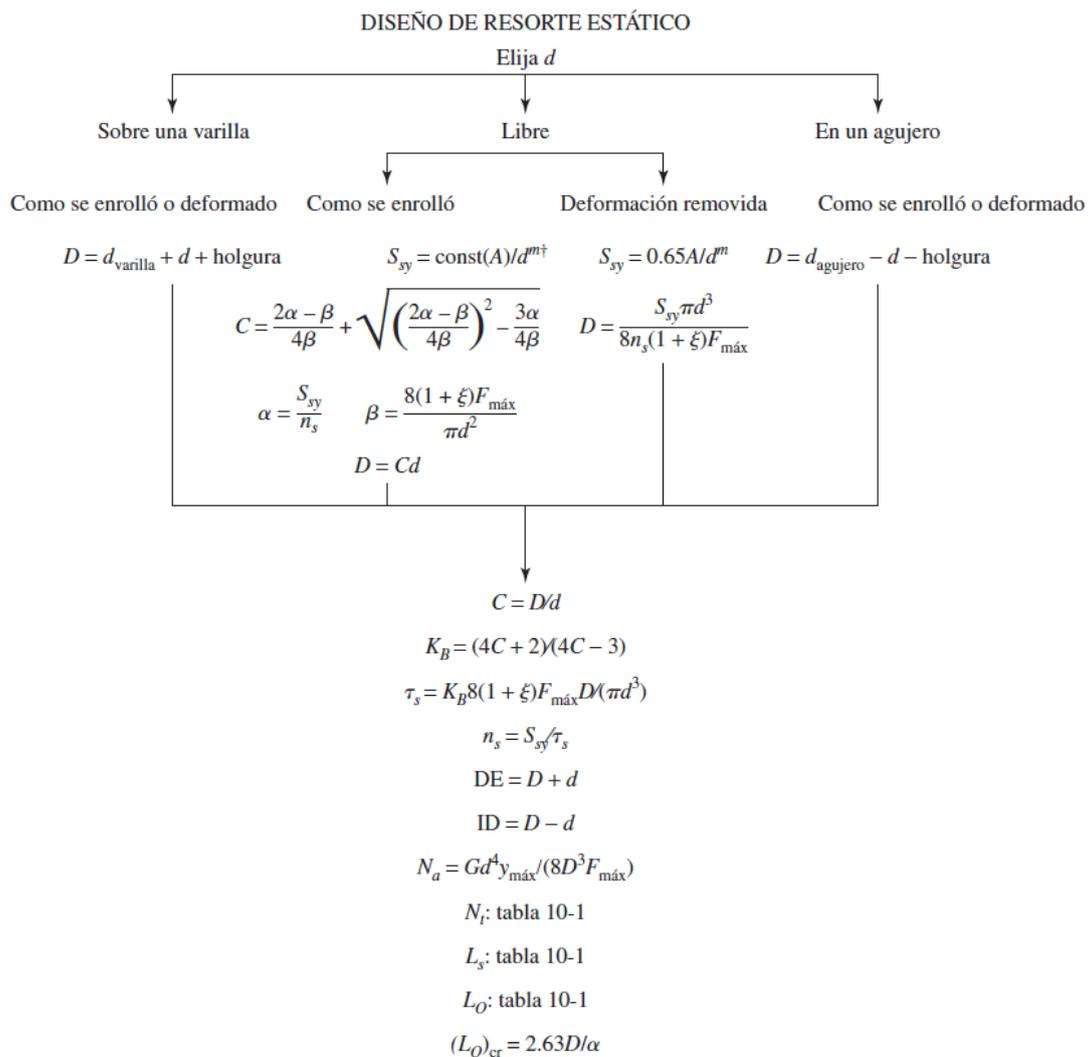


Figura 51: Flujo de diseño de un resorte helicoidal a compresión (Budynas, Nisbett, & Shigley's, 2002)

De esta manera, el esfuerzo último es:

$$S_{ut} = \frac{A}{d^m} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

Donde A es la intersección con la pendiente m de la recta de resistencias mínimas a tensión.

El esfuerzo de cedencia a la torsión del alambre,

$$S_{sy} = 0.45S_{ut} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

El factor de curvatura de resort:

$$K_B = \frac{4C+2}{4C-3} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

C , corresponde al índice del resorte.

La carga estática correspondiente al esfuerzo de cedencia,

$$F_S = \frac{\pi d^3 S_{sy}}{8K_B D} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

Donde D , es el diámetro medio de la hélice del resorte el cual es:

$$D = D_0 - d$$

D_0 es el diámetro interno de la hélice.

El diámetro externo del muelle es el siguiente:

$$DE = D + d \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

La carga máxima y mínima a las que deberá estar sujeta el resorte se representan como F_{max} y F_{min} , respectivamente.

Debido a que existirán 4 resortes que se montarán en la estación de lavado, la carga mínima será:

$$F_{min} = \frac{1}{4} W_{dado}$$

donde W_{dado} corresponde al peso de los siguientes componentes: dado portaboquillas, chumaceras y bujes. Dicho valor será la precarga que soportará cada resorte

Así, la amplitud de la fuerza se conoce como:

$$F_a = \left| \frac{F_{max} - F_{min}}{2} \right| \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

y la fuerza media:

$$F_m = \frac{F_{max} + F_{min}}{2} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

El factor de seguridad en la longitud sólida se determina por:

$$n_s = \frac{S_{sy}}{t_s} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

El factor de seguridad a la fatiga se conoce como:

$$n_f = \frac{S_{sa}}{t_a} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

S_{sa} , es la amplitud del esfuerzo de cedencia

Por otro lado, el número de espiras activas se conoce como:

$$N_a = N_t - Q \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

N_t , es el número de espiras totales. Q es el factor de fabricación de los extremos (en este caso es igual a 2).

La longitud de la sección sólida es igual a:

$$L_s = (N_a + Q)d \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

La longitud del muelle sin carga:

$$L_o = L_s + y_s \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

y_s , es la deflexión del muelle en la sección sólida

De esta manera, la deflexión que se ocasionará por la cargas:

$$y = \frac{F}{k} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

donde F , es la carga a evaluar. k , es el coeficiente del resorte.

El esfuerzo cortante en la longitud sólida:

$$t_s = \frac{K_B 8 F_s D}{\pi d^3} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

La amplitud del esfuerzo cortante se define:

$$t_a = \frac{K_B 8 F_a D}{\pi d^3} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

El esfuerzo cortante medio está dado por:

$$t_m = \frac{K_B 8 F_m D}{\pi d^3} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

La frecuencia crítica de resortes helicoidales es igual a:

$$f_n = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{kg}{W}} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

donde g es la aceleración de la gravedad y W corresponde al peso del resorte.

Por consiguiente, la tabla 7 muestra los cálculos realizados para obtener las dimensiones del muelle:

Tabla 7: Cálculos de resorte a compresión para varios diámetros

D	13.675	18.675	23.675	28.675	33.675	38.675	46.675
$d_{varilla}$	10	15	20	25	30	35	43
C	4.307	5.881	7.456	9.031	10.60	12.18	14.70
DE	16.85	21.85	26.85	31.85	36.85	41.85	49.85
Nt	161.95	73.77	41.62	50.32	22.65	17.65	12.91
Ls	514.16	234.2	132.1	159.7	71.93	56.05	41.05
Lo	711.9	433.1	332.2	371.9	277.2	263.6	252.6
(Lo)cr	71.93	98.25	124.4	150.5	177.5	203.5	245.5
y_{min}	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5	15.5
Fs	423.8	373.0	333.5	163.5	228.0	200.8	167.0
K_B	1.351	1.243	1.186	1.1509	1.126	1.109	1.089
k	0.967	0.967	0.967	0.967	0.967	0.967	0.967
y_{max}	180.5	180.5	180.5	180.5	180.5	180.5	180.5
F_{max}	368.5	324.3	290	141.9	198.3	174.6	145.2
N_a	159.9	71.77	39.65	48.32	20.65	15.65	10.91
F_{min}	15	15	15	15	15	15	15
ρ	4.411	5.946	8.224	7.565	13.11	16.43	22.55
F_a	176.3	154.6	137.5	63.46	91.66	79.83	65.15
F_m	94.83	94.83	94.83	94.83	94.83	94.83	94.83
t_a	259.4	285.8	307.2	166.6	276.7	272.5	263.5
nf	1.338	1.217	1.132	2.088	1.255	1.276	1.320
t_m	281.9	313.5	340.7	206.0	322.0	323.4	324.2
t_s	623.2	689.2	745.2	428.5	688.5	685.7	675.9
n_s	1.343	1.213	1.124	1.955	1.215	1.222	1.239
y_s	207.5	207.5	207.5	207.5	207.5	207.5	207.5
Sut	1523.	1523.	1523.	1523.	1523.	1523.	1523.
Ssy	838.1	838.1	838.1	838.1	838.5	838.1	838.1
d	3.175	3.175	3.175	3.175	3.175	3.175	3.175
W	0.429	0.263	0.184	0.272	0.136	0.118	0.100
f_n	110.5	132.1	148.5	83.23	141.1	141.5	139.0

Para seleccionar el resorte adecuado se deben tomar en cuenta las siguientes restricciones:

$$3 \leq N_a \leq 15$$

$$4 \leq C \leq 16$$

$$(L_s)_{cr} > L_0$$

Por lo tanto el muelle con un diámetro de varilla igual a 38mm cumple aproximadamente con las restricciones mencionadas. De tal manera,

$$N_a = 15.65$$

$$C = 12.18$$

La longitud crítica del resorte es menor que la longitud del mismo sin carga. No existirá inconveniente que esta igualdad no se cumpla. Debido a la implementación de un eje interno para el resorte (d_{varilla}) permite que el muelle no se flexione durante la aplicación de la carga.

Pistones de embotellado y tapado

Según los ensayos de tapado realizados mediante una prensa hidráulica se dimensionarán los pistones A y B de la estación de embotellado.

Por lo tanto, se deberán tomar en consideración los siguientes detalles:

- El peso de los bujes, dado portaboquillas, chumaceras y boquillas
- Fuerza de reacción ejercida por los resortes en compresión
- Reacciones generadas por las botellas durante el tapado

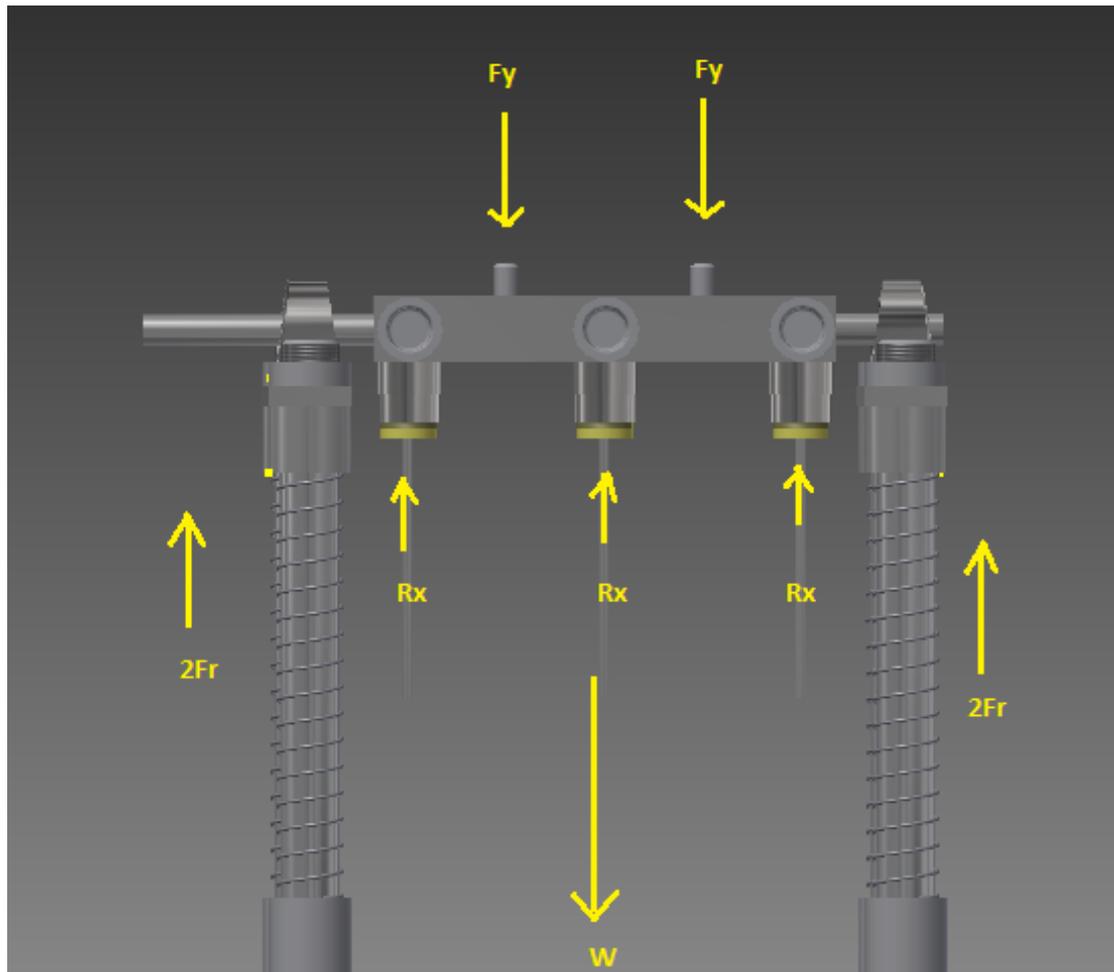


Figura 52: Diagrama de cuerpo libre del sistema de embotellado

Según el diagrama de la figura 52,

F_y representa la fuerza ejercida por los pistones

R_x , las reacciones ejercidas por las botellas durante el llenado

W , el peso de los componentes que estarán asentados sobre los resortes

F_r , corresponde a la fuerza de reacción generada por la compresión

Así, mediante una sumatoria de fuerzas se hallará la fuerza de los actuadores.

$$\sum F = 0$$

$$2F_y + 15N = 3R_x + 4(174.6N)$$

$$2F_y + 15N = 3(1300N) + 4(174.6N)$$

$$F_y = 2291N$$

De esta manera, con un presión de 500kPa. El diámetro del pistón necesario es de 76.5mm y deberá tener una carrera de 190mm. Sin embargo, se seleccionó un diámetro de 80mm debido a que es el calibre más cercano que se fabrica.

Sello de boquillas de llenado

En el caso de las boquillas de llenado se necesita dimensionar el sello que mantendrá herméticamente cerrada a la botella durante el embotellado. El empaque plano será fabricado en teflón y se deberá encontrar el espesor del mismo para soportar las cargas de trabajo. La fuerza que ejerce la boquilla sobre la botella es de 1300N como se muestra en la figura 53.

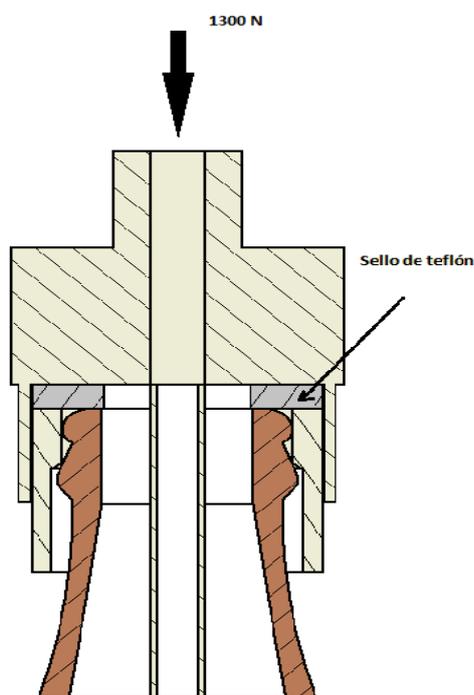


Figura 53: Posicionamiento del sello para embotellado modelado en CAD

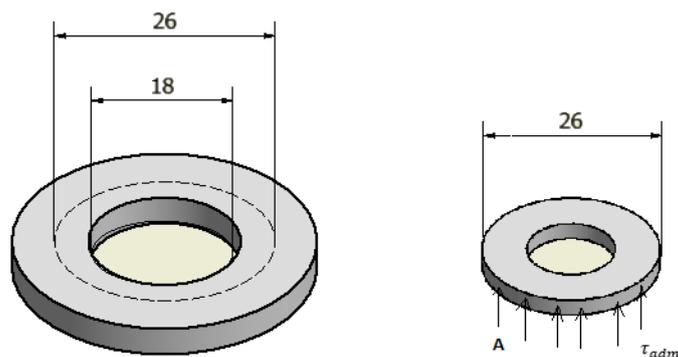


Figura 54: Dimensiones del sello de embotellado

La figura 54 muestra el área del sello que estará sujeta a esfuerzos cortantes. El área A de la sección crítica es la siguiente:

$$A = \frac{V}{\tau_{adm}} \text{ (Budynas, Nisbett, \& Shigley's, 2002)}$$

donde:

V es la carga ejercida por la boquilla

τ_{adm} , es el esfuerzo cortante admisible del teflón

Así, el espesor del sello t es igual a:

$$2\pi (13\text{mm})t = \frac{1300\text{N}}{35 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$t = 0.90\text{mm}$$

Se deberá fabricar un sello de grilón con un espesor de 0.90mm

Cálculo estructural de estructura de embotellado

La figura 55 presenta la simulación matemática que se realizó en la estructura de embotellado. Se obtuvo los desplazamientos producto de las cargas que existirán debido a los actuadores neumáticos. De esta manera, las secciones donde se anclarán los pistones de embotellado son los puntos más críticos de la estructura. Así, mediante el ensamble de la

estructura con tubos cuadrados de acero 50x50x4 de acero A36, se obtuvo un desplazamiento máximo de 0.144mm en las secciones de color rojo.

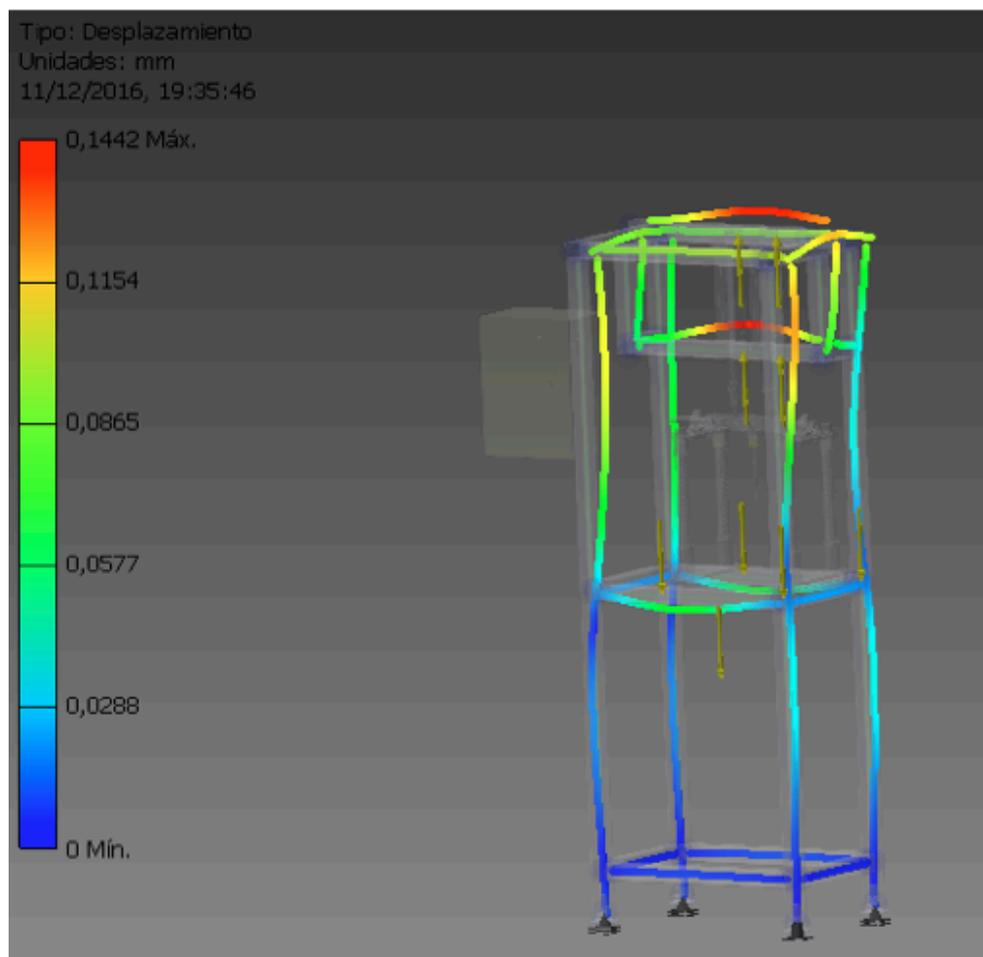


Figura 55: Simulación de cargas de trabajo en estructura de embotellado(desplazamientos) en CAD

Fabricación

Estación de lavado

A partir del diseño y modelado de cada componente de la estación, se procedió a fabricar y ensamblar el equipo. De esta manera, la figura 53 presenta la construcción de la estructura de lavado. El ensamble de los perfiles y tubos cuadrados de acero A36 se realizó

mediante soldadura SMAW. Además, todas las juntas fueron esmeriladas al ras para facilitar el ensamble de los siguientes componentes.



Figura 56: Ensamble de estructura de lavado

Antes de la aplicación del recubrimiento epóxico sobre la estructura, se aplicó un desoxidante. De tal manera que crear una superficie óptima para la adherencia de la pintura.

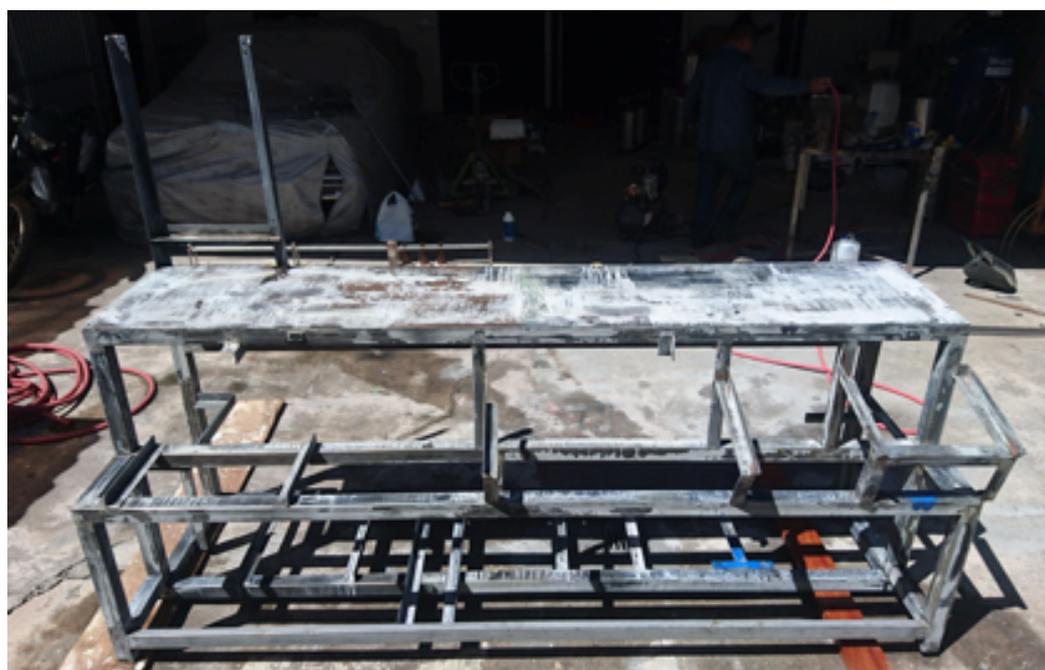


Figura 57: Aplicación de desoxidante sobre la estructura

Posteriormente, se procedió a mecanizar los vagones que circularán por el riel. Cada portabotellas fue mecanizado por procesos de torneado, los detalles de rugosidad del material se encuentran en la sección de planos en Anexos. El ensamble de las crucetas en los vagones se realizó mediante pernos autoroscantes; asegurando un óptimo acople entre los componentes.



Figura 58: Ensamble de vagones portabotellas

Posteriormente, se realizó la construcción y ensamble del riel con los vagones. De tal forma de que cada vagón circule sin ninguna obstrucción sobre los ejes.



Figura 59: Construcción del riel de lavado

Una vez finalizada la construcción del riel se realizó el montaje del mecanismo de volteo. Adicionalmente se acopló mediante juntas empernadas las bisagras del riel en la estructura (figura 60). El mecanismo de volteo se presenta en la figura 61.



Figura 60: Acople de bisagras al riel



Figura 61: Mecanismo de volteo

Subsiguiente al anterior ensamble, se instaló el mecanismo de recorrido de vagones en la estación. Igualmente que el riel, el actuador de recorrido se incorporó a la estructura por medio de juntas empernadas. Así, facilitando el desarme de los componentes para realizar mantenimientos.

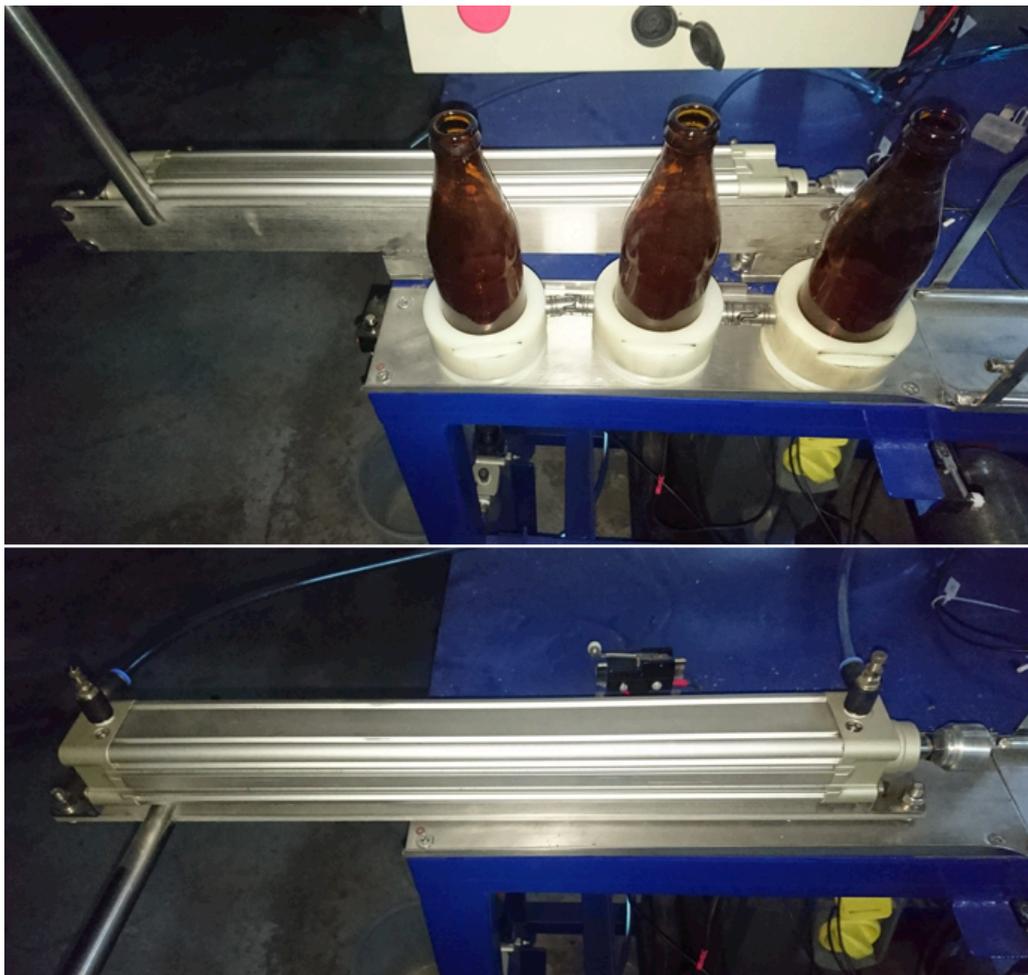


Figura 62: Ensamble de mecanismo de recorrido de botellas

Por consiguiente, se alojaron todos los componentes de lavado en la estructura. Las bandejas se colocaron de tal forma que las boquillas estén en el mismo ángulo que se encontraban giradas las botellas. Las conexiones de mangueras fueron dimensionadas a la bomba de recirculación, colector cáusticos y bandejas de lavado. Se incorporó todo el sistema de control electrónico y neumático. El ensamble de la estación de lavado se presenta en la figura 63.



Figura 63: Fabricación del gabinete de control (estación lavado)



Figura 64: Ensamble de estación de lavado

Estación de embotellado y tapado

De la misma forma que la estación de embotellado. Se fabricó en primer lugar la estructura y posteriormente se ensambló el sistema de llenado de cerveza. El proceso de fabricación y ensamble es el mismo que la estructura de lavado. La figura 65 muestra la fabricación y aplicación de desoxidante de la estructura de lavado.



Figura 65: Construcción de estructura de embotellado

Luego, se mecanizó todo el sistema de embotellado. Así, la figura 65 exhibe la fabricación del dado porta boquillas por medio de un proceso de torneado

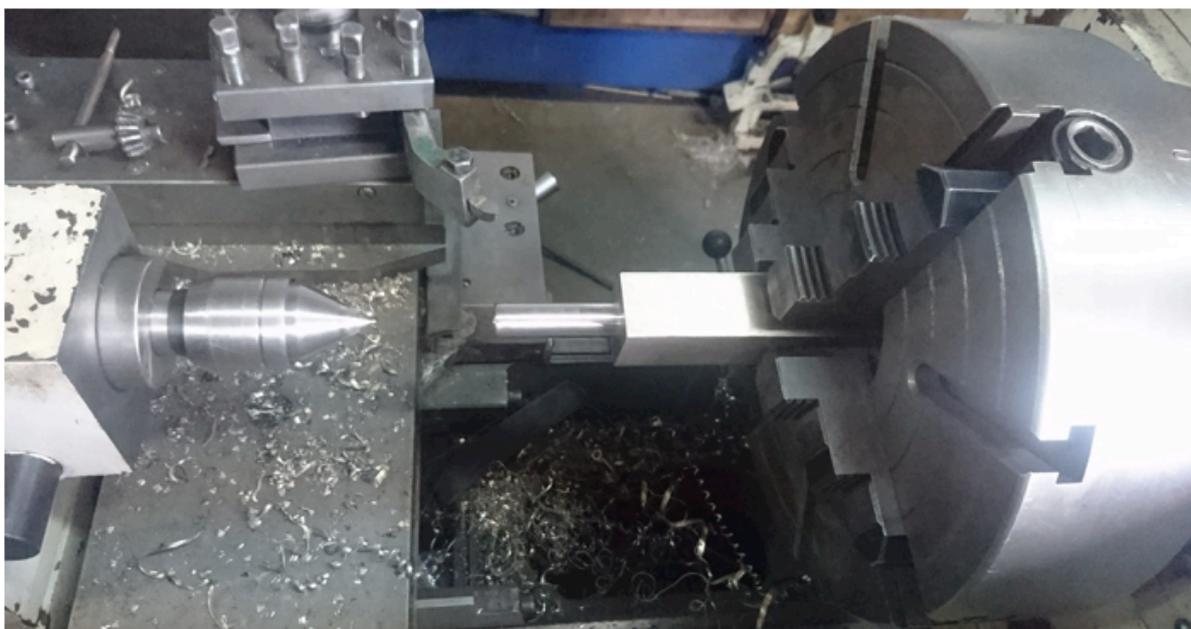


Figura 66: Fabricación del dado portaboquillas

A continuación, se elaboraron las platinas de los bujes por medio de un taladro de banco, inicialmente.



Figura 67: Taladrado de platinas para los bujes

Seguidamente, una vez que ya se perforaron las platinas de los bujes. Se realizó un rectificado de las mismas por medio del torno. De tal manera que exista la holgura adecuada para un correcto movimiento de los ejes en el buje (detalles presentados Anexos).



Figura 68: Rectificado de platinas en torno

En cuanto a las boquillas de llenado y tapado, ambos componentes fueron torneados. En el proceso de fabricación se comprobaba constantemente que las botellas ingresen correctamente en los capuchones.



Figura 69: Fabricación de boquillas

El ensamble de los ejes por donde recorrerán los bujes se lo realizó por medio juntas empernadas. Las platinas base del sistema y el proceso de centrado de los ejes en la figura 69. Se debe mencionar dicha instalación de platinas tuvo que ser realizada mediante instrumentos de centrado como escuadras, niveles y reglas. Así, se asegura que todo el sistema tenga un óptimo recorrido.



Figura 70: Centrado de sistema de embotellado y tapado

A continuación, se instalaron los resortes en los ejes, los bujes, retenedores, chumaceras y dado portaboquillas. Una vez que el sistema no presentaba ningún inconveniente en el funcionamiento, se lo instaló en la estructura de embotellado.



Figura 71: Ensamble de sistema de embotellado y tapado

Por último, se ensamblaron todos componentes de embotellado en la estructura como: gabinete de control, actuadores neumáticos, sistema de embotellado y conexiones de cerveza. La estación de embotellado completamente ensamblada se muestra en la figura 73.



Figuro 72: Gabinete de control (embotellado)



Figura 73: Estación de embotellado y tapado(conjunto)

Ensamble completo de máquina

Las estaciones de lavado y embotellado se juntarán una con otra. De tal manera que los rieles estén alineados y los vagones se trasladen de un sistema al otro. No se adicionará ninguna junta permanente entre estaciones para facilitar la limpieza de los componentes. La figura 74 muestra la máquina embotelladora de cerveza artesanal



Figura 74: Estación de embotellado (conjunto)

Resultados

Estación de lavado

En el sistema de lavado se obtuvieron los siguientes resultados:

- Durante una hora de funcionamiento se obtuvieron 90 botellas completamente lavadas y sin residuos. Se logró lavar el número de botellas que se planteó en objetivos.

- En la sección de lavado cáustico se consiguió esparcir el sanitizante a lo largo de toda el área interna del envase; de tal forma que la solución cáustica recircule constantemente del colector hacia las botellas por aspersion.
- El sistema de recirculado de desinfectante se mantuvo trabajando en manera permanente, asegurando que exista el caudal necesario hacia la entrada de la bomba y, por ende, la presión requerida a la entrada de las boquillas de aspersion.
- En el caso del hidrolavado, se inspeccionó que el proceso extraiga todas las partículas de suciedad y residuos de anteriores botellas a lo largo de una hora de trabajo sin interrupción. Así, se garantizó que en los 2 minutos de lavado, las botellas salgan de la estación libres de impurezas.
- El distribuidor de flujo del hidrolavado presentó caídas de presión cercanas a las calculadas teóricamente. Mediante mediciones de presión a las entradas de las toberas de aspersion, se obtuvo que las presiones en los puntos 1, 2 y 3 fueron similares, aproximadamente de 2300 psi. Así, mediante la división del caudal de entrada de la hidrolavadora, las toberas de aspersion funcionan con los requerimientos de presión sugeridos por el fabricante.
- El sanitizante que ingresa nuevamente al colector cáustico por el circuito de recirculación, no contiene material particulado grande que se extrajo de las botellas. Así, al momento de recircular nuevamente el detergente hacia las botellas, no lleva consigo partículas grandes extraídas de anteriores botellas.
- La figura 75 exhibe una botella antes de pasar por la estación de lavado y otra tras pasar por el proceso de limpieza (izquierda a derecha).
- Se cumplió con los estándares de limpieza y control de calidad propuestos por la norma AIB Internacional.



Figura 75: Botella antes y después de pasar por estación de lavado

Estación de embotellado

En el sistema de embotellado se consiguió los siguientes resultados:



Figura 76: Estación de embotellado

- Los sellos mecánicos diseñados para las boquillas de llenado permitieron satisfactoriamente hermetizar el envase durante el embotellado.
- Durante el proceso de llenado de cerveza, el líquido no presentó generación de espuma. La merma generada al final de proceso de embotellado fue mínima.
- El tiempo promedio total de embotellado y tapado de todos los tipos de cerveza que se utilizarán fue de 1.3 minutos por cada ciclo (un vagón de 3 botellas).
- No se presentaron pérdidas de presión en el producto terminado. Las botellas tienen una presión similar a las del barril de almacenamiento. Es decir, el grado de carbonatación en las botellas tapadas es el mismo.

Discusión

Estación de lavado

Las pruebas de funcionamiento realizadas en la estación presentaron principalmente inconvenientes debido a la variación de dimensiones entre botellas (errores de manufactura). Ciertas botellas son más cortas que otras, provocando una limpieza incorrecta del envase. Como medida de adaptación del equipo a este factor, se decidió acortar 2 mm a la abertura de los ejes donde se apoya el cuello del envase. De esta manera, se logró que los envases defectuosos se centren automáticamente a sus respectivas boquillas.



Figura 77: Modificación de abertura del riel de embotellado

Por otro lado, en el caso de sanitización de los envases, no se realizaron pruebas bacteriológicas para comprobar la correcta efectividad del detergente. Sin embargo, el proveedor de sanitizantes garantiza la completa esterilización de la superficie en las condiciones mencionadas anteriormente. Adicionalmente, en el hidrolavado, se comprobó la correcta extracción de partículas mediante varias inspecciones al azar realizadas cada 20 minutos de lavado. Sin embargo, se deberán realizar dichos controles constantemente con el fin de garantizar la correcta limpieza de las botellas.

Específicamente, en el sistema de recirculado de desinfectante, debido a que el desinfectante contiene sedimentos de las botellas que se están lavando, se necesita añadir un

filtro de 5 micras a la salida del tanque de almacenamiento. De tal forma que se remuevan todas las partículas provenientes de la limpieza y la suciedad no siga circulando por el sistema.

Por otra parte, en el sistema de volteo, cuando el mecanismo regresa a su posición inicial(boquillas boca arriba), la base del riel golpea fuertemente a la estructura de lavado generando ruido. Por esta razón se instaló en las secciones donde se asienta el riel, cauchos automotrices de 15mm de altura. De esta manera, se elimina cualquier interferencia sonora entre los componentes de volteo.



Figura 78: Adición de cauchos automotrices en el sistema de volteo

En definitiva, la estación de embotellado cumplió con el objetivo de procesar 90 botellas (recicladas o nuevas) en un período de 60 minutos. Sin embargo, en el gabinete eléctrico se instaló un sistema de control autónomo de cada proceso de lavado. De esta manera, si sólo se utilizarían botellas nuevas se podría solamente utilizar el área de hidrolavado. La velocidad del equipo incrementaría a una producción de 180 botellas por hora de trabajo.

Estación de embotellado y tapado

Al momento de ensamblar el sistema de embotellado se tuvo inconvenientes empernando las platinas base en la estructura, debido a que los ejes no se encontraban centrados con respecto a los bujes y dado portaboquillas. De esta manera, se observó que algunas secciones de la plancha donde se apoya el sistema de embotellado estaban deformadas. Por esta razón se tuvo que realizar una corrección de la plancha mediante una amoladora con disco de desbaste y pulido.

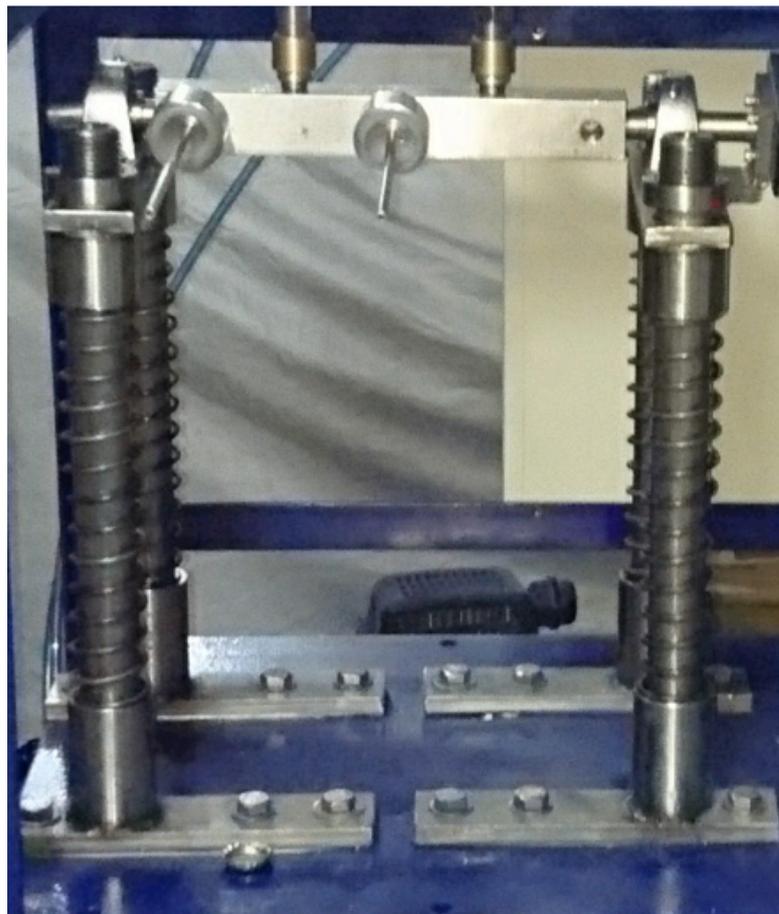


Figura 79: Detalle de la modificación de las platinas base del sistema de embotellado

Adicionalmente, para cuadrar los ejes con mayor precisión, se procedió a cortar en la mitad a las platinas base del sistema. Por lo tanto, cada eje fue instalado de tal forma que se encuentren perfectamente alineados uno con otro. Sin embargo, como se explicó

anteriormente, existía problemas de atascamiento de los bujes por ciertas fallas de manufactura de los resortes. En consecuencia, se añadió lubricantes específicamente recomendados para bujes y se alargó el tiempo de retorno del dado portaboquillas a su posición original. De esta manera, se evitó cualquier obstáculo que evite el correcto desplazamiento del sistema.

En el proceso de llenado de cerveza, se observó que la diferencia de presiones máxima para no generar merma durante el embotellado entre el barril y las botellas, es de 7 psi. Diferencias de presiones mayores generan espuma en el envase. En los resultados obtenidos de embotellado, se trabajó con una diferencia de presión igual a 4 psi con el objetivo de garantizar que no exista espuma durante el embotellado.

Igualmente, para asegurar que el volumen de cerveza que se llenará en cada envase siempre sea el mismo, se agregaron reguladores de caudal a la entrada de cada boquilla. Se observó que algunas boquillas tenían un caudal mayor que otras y el volumen de llenado era diferente entre botellas; por lo que, se deberá calibrar previamente el flujo de cerveza en cada boquilla al tipo de cerveza que se embotellará.

Costos

Al finalizar la construcción completa del equipo se procedió a sumar todos los costos de materiales utilizados y fabricación. La siguiente tabla presenta el total de los gastos que presentó la máquina embotelladora de cerveza artesanal.

Tabla 8: Costos de elaboración de máquina embotelladora de cerveza artesanal

Lavadora y embotelladora de cerveza artesanal Belmonte	
Ítem	Valor USD.
Hidrolavadora	1400
Bomba 1hp	300
Mecanizado de piezas	500
Sistema eléctrico	1000
Sistema neumático	1200
Tubería y accesorios	700
Planchas, ejes y materiales en acero inoxidable 304	500
Resistencia Eléctrica	150
Insumos varios	250
TOTAL	USD 6000

El total del costo que presentó la construcción del equipo fue de USD 6000. Sin embargo, en el mercado internacional, un dispositivo con características similares rondan entre los USD 12000 a 15000 (ofertas de maquinaria presentadas en el sitio web de Alibaba). En definitiva, el precio del equipo construido es menor al del mercado internacional y justifica por tanto su construcción.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al finalizar con la fabricación de la embotelladora de cerveza artesanal para la cervecería Belmonte, se logró cubrir todos los siguientes objetivos que se plantearon en un inicio, los cuales son:

- ✓ Se diseñó y construyó un sistema mecánico de envasado, gasificado y tapado de cerveza que permita cubrir la demanda de producción de la compañía.
- ✓ El sistema mecánico tiene la capacidad de cuadruplicar la producción de botellas semanales, si en un futuro el crecimiento de la demanda de producto aumenta.
- ✓ Se cumplió con estándares alimenticios propuestos por la norma AIB Internacional de manipulación de bebidas en el proceso de embotellado.
- ✓ El proceso del equipo comienza con un desinfectado de la botella y lavado del recipiente antes del embotellado.
- ✓ Se utilizaron sanitizantes alimenticios que garantizan un envase completamente estéril en el tiempo de aplicación especificado.
- ✓ El sistema realiza inmediatamente el tapado de las botellas después de finalizar el embotellado, reduciendo al mínimo la posibilidad de oxidación del producto.
- ✓ Se comprobó que el sistema de lavado, envasado y tapado puede ser supervisado únicamente por una persona.
- ✓ El sistema se adaptó a las características de la cerveza y el envase de la compañía.
- ✓ Se recomienda verificar que las planchas y perfilería utilizadas en la estructura de embotellado no contengan deformaciones. Así se facilitaría el centrado de los elementos de máquina sujetos a movimiento en el sistema diseñado.

- ✓ Se sugiere mantener una correcta limpieza del riel de embotellado y tapado con el fin de no crear obstáculos al momento de que circulen los vagones portabotellas. De esta manera se garantiza que los procesos se realicen correctamente.
- ✓ Se recomienda seguir el manual de operación y mantenimiento en Anexos para un correcto desempeño del sistema y que se logre una extensa vida útil de los componentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almacén Cerveceros*. (s.f.). Recuperado el 4 de Julio de 2016, de Cervecería:
http://almacencerveceros.cl/index.php?option=com_content&view=article&id=109&Itemid=102
- Artesanal, L. C. (4 de junio de 2004). *Cerveart*. Recuperado el 2 de junio de 2016, de Cerveart:
<http://www.cerveart.com/web/muestraslibro/muestras%20capitulos%20libro.pdf>
- Bergman, T., Dewitt, D., Incropera, F., & Lavine, A. (2011). *Fundamentals of Heat Mass Transfer* (Seventh edition ed.). United States of America: John Wiley and Sons.
- Briggs, D., Boulton, C., Brookes, P., & Roger, S. (2004). *Brewing science and practice*. USA: CRC Press.
- Budynas, R., Nisbett, K., & Shigley's, J. (2002). *Diseño en ingeniería mecánica* (6ta edición ed.). México: McGraw-Hill.
- CebadaaCerveza*. (2014). Obtenido de CebadaaCerveza: cebadaacerveza.com/wp-content/uploads/2012/06/2073-1_1-B.jpg
- Cerveza Artesana*. (s.f.). Recuperado el 4 de Junio de 2016, de Embotelladora de 4 Bocas:
<http://microcervecerias.cervezartesana.es/tienda/embotelladoras/embotelladora-con-bomba/embotelladora-4-bocas-con-bomba.html>
- Cerveza de Argentina. (2011). *Cerveza de Argentina*. (C. Koroluk, Productor) Recuperado el 1 de Junio de 2016, de Embotellado:
<http://www.cervezadeargentina.com.ar/procesos/embotellado.html>
- Cuellar, L. (Marzo de 2016). *Cerveza Artesanal*. Recuperado el 2 de Julio de 2016, de Riesgos de Trasladar el Mosto a un Fermentador Secundario: <http://www.cerveza-artesanal.co/riesgos-de-trasladar-el-mosto-a-un-fermentador-secundario/>
- Efipackperu*. (s.f.). Recuperado el junio de 6 de 2016, de Máquinas:
<http://www.efipackperu.com/maquinas.php>
- IC Filling Systems. (2014). *Beer Bottling Machines*. Recuperado el 5 de Junio de 2016, de Filling Systems: <http://www.icfillingsystems.com/beer-bottling-machines/beer-bottling-machines/>
- Internacional, A. (2012). *Aibonline*. Recuperado el 8 de julio de 2016, de Las Normas Consolidadas de AIB Internacional para Inspección :
https://www.aibonline.org/aibOnline_/www.aibonline.org/Standards/SP/2013Beverage_Spanish_WEB.pdf
- Keg Carbonation Chart*. (s.f.). Recuperado el 6 de junio de 2016, de Keg Outlet:
<http://www.kegoutlet.com/keg-carbonation-chart.html>

- Kunze, W. (2004). *Technology Brewing and Malting* (3ra edición ed.). Berlin, Alemania: VLB Berlin.
- Peralta, Á. (6 de Septiembre de 2012). *Sabrosia*. Recuperado el 5 de Junio de 2016, de Cuándo Una Cerveza es Artesanal: <https://www.sabrosia.com/2012/09/cuando-una-cerveza-es-artesanal/>
- Pittau, R. (Enero de 2012). *Universidad de Granada*. Recuperado el 16 de Julio de 2016, de Fenómenos de Superficie: Tensión Superficial y Capilaridad: <http://www.ugr.es/~pittau/FISBIO/t5.pdf>
- Tu Chela*. (2014). Recuperado el 3 de Julio de 2016, de La Tienda de Cerveceros: <http://www.tuchela.com/embotellado/corcholata-pray-off-dorada-detail>
- Varnam, A., & Jane, S. (1994). Bebidas. En *Tecnología, Química y Microbiología* (Vol. 2, págs. 387-450). Zaragoza, España: Acribia,S.A.
- White, F. (2004). *Mecánica de Fluidos* (5ta edición ed.). Madrid, España: Mc Graw Hill.
- Zysko. (s.f.). Recuperado el 3 de Junio de 2016, de Enjuagadoras: <http://www.zysko.com/esp/productos/detalle.php?productoID=73&categoriaID=7>

ANEXOS

Manual de operación y mantenimiento preventivo

El operador del equipo deberá asegurarse de leer y comprender completamente el contenido de este manual.

Observaciones generales

Antes de poner en marcha el equipo, revise y asegúrese de los siguientes aspectos:

- Nivelación del equipo respecto a la superficie de montaje. Ajustar mediante los cuatro niveladores, cerciorándose que el equipo se encuentra estable y fijo en una superficie lisa.
- La conexión de máquina debe ser la correcta para el voltaje de alimentación de la red (220 volt. a 60 Hz).
- Verificar nivel de aceite de unidad de mantenimiento neumática: según el nivel de llenado señalado por placa y de acuerdo a la posición de trabajo.
- Verificar conexiones eléctricas y ubicación de los elementos electrónicos y de control como pirómetro digital y termocupla (sistema de recirculación de desinfectante).
- Verificar las conexiones eléctricas del sistema de calentamiento por resistencia eléctrica.
- Verifique que las superficies de las estructuras de máquina y del tablero de control se encuentren libres de humedad o agua antes de la operación.
- Observe buenos hábitos de seguridad en todo momento; así como cautela para evitar posibles daños a su integridad o desperfecto del equipo.

- Familiarícese con el equipo y lea todas las instrucciones detenidamente antes de instalar o trabajar sobre el equipo.
- Conexión de entrada de aire al sistema de 80/100 psi.
- Cerciorarse de que no haya fuga en los elementos neumáticos, mangueras y racores.
- Mantenga siempre lubricado los ejes de la estación de embotellado.
- Cerciorarse de la entrada continua de aire al sistema.
- Revisar que el nivel de aceite depositado en la unidad de mantenimiento esté por encima de la mirilla indicada. Verificar el goteo de aceite en la burbuja superior girando el tornillo que se encuentra al lado de ésta en el sentido de la flecha, lo cual permite la lubricación del sistema durante la operación.
- No dude en consultar este manual en caso de inconvenientes presentados en la máquina.

Localización de la instalación de equipo

Cuando se seleccione el lugar para operación de la máquina, tenga en cuenta los siguientes puntos:

- El local debe ser limpio, seco, bien ventilado, con drenaje apropiado y que proporcione accesibilidad para inspección, lubricación y mantenimiento. Las instalaciones fuera de techo sobre motores a prueba de goteo requieren protección de los elementos y demás unidades rotativas.
- El lugar debe estar provisto con espacio adecuado para la remoción de los componentes del equipo para su mantenimiento.

- El tablero eléctrico de control debe estar en lugar donde no se encuentre humedad o fuente de agua.

Instalación

Antes del arranque inicial, la máquina debe estar soportada sobre una base firme. La superficie tiene que ser completamente plana y horizontal para asegurar el completo funcionamiento u operación de las partes rotativas del equipo.

La base tiene que estar firmemente asegurada para prevenir desalineamientos y fallas en el sistema de embotellado. También, la alimentación de energía eléctrica debe tener las condiciones necesarias para un buen funcionamiento del equipo de acuerdo a los consumos de corriente y voltaje. La máquina opera a 220 voltios trifásico a 60hz.

Verificar el estado de los contactores de protección contra sobre corrientes de la hidrolavadora y sistema de calentamiento por resistencias, además calibrar el control térmico del sistema de recirculación.

Descripción de máquina

La máquina cuenta con las siguientes características:

Sistema de lavado:

- Bomba de recirculación de sanitizante:

Marca: PEDROLLO

Numeración: JCR-0.85

- Hidrolavadora :

Marca: KARCHER

Modelo: HD-5/17

- Actuadores neumáticos

Pistón de recorrido: AIRTAC, 35mm de diámetro y 400mm de carrera

Pistón de volteo: AIRTAC, 20 mm de diámetro y 250mm de carrera

Sistema eléctrico de lavado:

- Pirómetro (control de temperatura de solución cáustica):

Marca: AUTONICS

Modo: electrónico digital manual

Tipo: Sensor de temperatura y resistencia de 5000W (220V)

Tablero eléctrico:

- Tablero eléctrico

Marca: BEACOUPE

Acabado pintura: electrostática

Contactores de protección del sistema de calentamiento y contactores (25A)

Contactores: Schneider LC1D09

Bornas de conexión

Botones ON-OFF Sistema de calentamiento

Perilla de encendido del sistema de lavado

Botón ON-OFF sistema del recirculado

Sistema fin de carrera desmontable por medio de roldana ubicado en pistón de recorrido

Cables de alimentación

Chapa del tablero.

Sistema de embotellado y tapado:

- Sistema neumático

Pistón de embotellado: AIRTAC, 80mm de diámetro y 180mm de carrera

- Unidad de mantenimiento: FESTO

Modelo: MACP 300

Tamaño de conexión: NPT 3/8

Presión de trabajo: 0 – 9.9 kgf/cm²

Presión de regulación: 0.5 – 8.5 kgf/cm²

Medio: Aire

Filtración: 5 µm

Capacidad de lubricación: 55 cc

Mínimo fluido para goteo de aceite: 50 lt/min

Sistema eléctrico:

- Controlador Lógico Programable (PLC)

Marca: Panasonic

Modelo: AFP0RC14RS

Tablero eléctrico:

- Marca: BEACOUPE
- Acabado pintura: electrostática
- Contactores de protección del sistema de calentamiento y contactores (5 A)
- Contactores: Schneider LC1D03
- Borneras de conexión

- Botones: Encendido-Apagado del sistema
- Pantalla LCD Panasonic
- Cables de alimentación
- Chapa del tablero

Funcionamiento de sistema de lavado

1. Verificar que la perilla de parada de emergencia no esté oprimida.
2. Instalar la termocupla y la resistencia en el colector cáustico. Se procede a dar encendido con la perilla del pirómetro y el piloto se enciende inmediatamente.
3. Se cronometra el tiempo de encendido de la bomba de recirculación e hidrolavado con su respectivo contador.
4. Encender la perilla de bomba e hidrolavadora.
5. Cargar de botellas cada vez que las botellas pasen a la estación de embotellado.

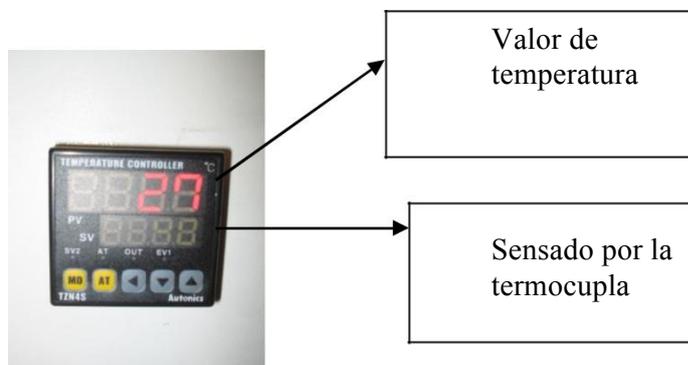


Figura 80: Control de pirómetro



Figura 81: Contadores (proceso de lavado)

Funcionamiento de sistema de embotellado

1. Verificar que el riel esté sin ningún objeto o partícula que obstruya su funcionamiento.
2. Encender la perilla del gabinete.
3. Regule las presiones del tanque de la cerveza y botella mediante el regulador de presión.
4. La estación está lista para recibir envases para llenarlos y taparlos.

Mantenimiento General

Mantenimiento diario

- Inspeccione el estado de cada uno de los elementos neumáticos del equipo
- Verifique nivelación de la máquina respecto a la superficie de trabajo

- Esté atento a cualquier ruido anormal que se produzca al operar el equipo, debido a fugas de aire.
- Un óptimo ajuste de cada una de sus partes permite un buen funcionamiento del equipo (ajuste de las mangueras a los racores)
- Revise el nivel de aceite en la unidad de mantenimiento.
- Revise la cantidad de aire en el manómetro (80-100 psi)

Mantenimiento mensual

- Inspeccione el estado de cada uno de los elementos neumáticos del equipo
- Verifique nivelación de la máquina respecto a la superficie de trabajo
- Revise el nivel de aceite en la unidad de mantenimiento.
- Revise la cantidad de aire en el manómetro (80-100 psi).
- Cerciórese que la unidad de condensación de la unidad de mantenimiento esté drenando cuando el nivel de agua sobrepase el nivel permitido. Este sistema es automático.

Mantenimiento semestral

- Inspeccione el estado de cada uno de los elementos neumáticos del equipo.
- Verifique nivelación de la máquina respecto a la superficie de trabajo.
- Mantenga limpia la máquina y remueva cualquier suciedad del riel.
- Esté atento a cualquier ruido anormal que se produzca al operar el equipo, debido a fugas de aire.
- Revise el nivel de aceite en la unidad de mantenimiento.
- Cambie los accesorios del circuito neumático (mangueras y racores) cuando presenten desgaste o roturas.

- Cambie el aceite de la unidad de lubricación de mantenimiento (recomendado SAE 10) o aceite tipo hidráulico TELLUS 37 DE SHELL.

Fichas técnicas y manuales de los componentes de máquina

Autonics

TEMPERATURE CONTROLLER

TZN4S SERIES

M A N U A L

UL US
CE



□: It indicates an upgraded part.

Thank you very much for selecting Autonics products.
For your safety, please read the following before using.

Caution for your safety

※Please keep these instructions and review them before using this unit.
※Please observe the cautions that follow!

Warning Serious injury may result if instructions are not followed.
Caution Product may be damaged, or injury may result if instructions are not followed.

※The following is an explanation of the symbols used in the operation manual.
Warning Injury or danger may occur under special conditions.

Warning

1. In case of using this unit with machineries(Nuclear power control, medical equipment, vehicle, train, airplane, combustion apparatus, entertainment or safety device etc), it requires installing fail-safe device, or contact us for information on type required.
It may result in serious damage, fire or human injury.
2. This unit must be mounted on panel.
It may give an electric shock.
3. Do not connect terminals when it is power on.
It may give an electric shock.
4. Please check the number of terminal when connect power line or measuring input.
It may cause a fire.
5. Do not repair or checkup when power on.
It may give an electric shock.

Caution

1. This unit shall not be used outdoors.
It might shorten the life cycle of the product or give an electric shock.
2. When wire connection, No.23AWG(0.5mm²) should be used and screw bolt on terminal block with 0.74N·m to 0.90N·m strength.
It may result in malfunction or fire due to contact failure.
3. Please observe specification rating.
It might shorten the life cycle of the product and cause a fire.
4. Do not use the load beyond rated switching capacity of Relay contact.
It may cause insulation failure, contact melt, contact failure, relay broken, fire etc.
5. In cleaning the unit, do not use water or an oil-based detergent.
It might cause an electric shock or fire that will result in damage to the product.
6. Do not inflow dust or wire dregs into inside of this unit.
It may cause a fire or mechanical troubles.
7. Do not use this unit at place where there are flammable or explosive gas, humidity, direct ray of the sun, radiant heat, vibration, impact etc.
It may cause a fire or explosion.
8. Please check the polarity of power before connecting thermocouple sensor.
It may cause a fire or explosion.

Front panel identification



① PV : Display processing value(Red)
② SV : Display setting value(Green)
③ SV2 : Indicate SV2 operation
④ AT : Indicate Autotuning operation
⑤ AT Key : The mode key to execute Autotuning function
⑥ ←, ↓, ↑ : Setting keys
⑦ EV1 : Indicate EVENT 1 output
⑧ OUT : Indicate output
⑨ MD Key : Mode key

※The above specification are changeable without notice anytime.

Figura 82: Manual de pirómetro

SESTOS™ Digital Twin Timer M A N U A L

Model: B2E



CE

※Thank you very much for selecting **sestos** products. Please read and understand this MANUAL before using this unit.

⚠ **Safety Precautions**
 This product must be mounted on the panel, avoid electric shock.
 When the power is turned on, is not connecting the terminal, avoid electric shock.
 Ensure the product within the specification.
 Never disassemble, repair or modify the product, if needed please contact agent or us
 Do not use the product in locations subject to gases, dust, vibration, corrosive direct sunlight, water and oil, strong EMI

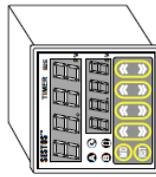
⚡ **Specification**

- Power and input: AC 100-240V ±10% 50/60Hz ≤5VA
- Voltage(Ordering): AC/DC 12-24V ±10% ≤4VA
- Timer range 0.01s-99h99m time range with twin time set value individual, UP or DOWN Mode output for A, B period
- Character: PV: 4 digital 9.9mm height, high light red LED
SV: 4 digital 8.0mm height, high light green LED
AC:250V 3A (Resistive load) A: NO/NC B: NO
- Contact output: Mechanical: 10,000,000 operations min.
- Life expectancy: Electrical: 100,000 operations min.
- Accuracy: 0.1% ±0.05%
- Control signals: ≥5ms (Reset, Gate)
- Control type: Contact/No-voltage input(NPN), Voltage (PNP)
- External power: AC:12V/50mA(Max.) for sensor use only.
- Start timing: ≥100ms
- Reset method: Power on/External/Manual
- Cutout size: 45X45 mm
- Mounting Method: Flush mounting and screw terminals
- Weight: Approx.130g
- Ambient temperature: Operating: -10~55°C (with no icing or condensation)
Storage: -25~65°C (with no icing or condensation)
- Ambient humidity: 35~85% RH

Features

- DIN(48X48mm) Digital timer
- 0.01s-99h99m time range with twin time set value individual, output for A, B period
- One shot or cycle time mode, up or down mode available.
- MCU for digital control, High accuracy and reliability
- 0.39" height LED, prevent dazzle panel, highly visible display
- NPN and PNP input switchable
- Tact switch for-up or down set value, easily operate
- Key lock function, prevent mistake operation
- Switching power supply and low consumption

Nomenclature

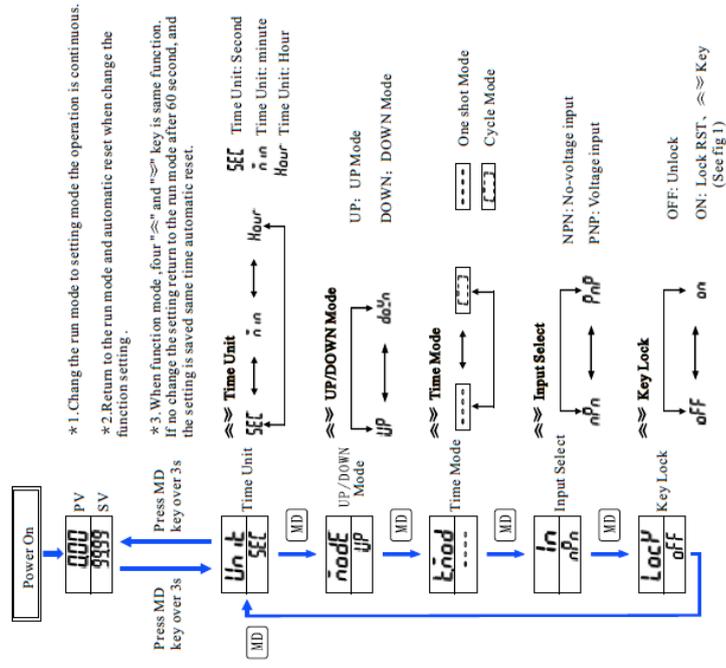


- MD :Mode
 RST :Reset
 UP :Up
 DOWN :Down
 PV :Present Value
 SV :Set Value

- Indicator:
 A: A period Output
 B: B period Output
 Light: Reset; Blink--Pause
 Key Lock



Setting



* 1. Changing the run mode to setting mode the operation is continuous.
 * 2. Return to the run mode and automatic reset when change the function setting.

* 3. When function mode, four "SECC" and "SECC" key is same function. If no change the setting return to the run mode after 60 second, and the setting is saved same time automatic reset.

Figura 83: Manual de contadores

Panasonic Programmable Controller FP0R Installation (Relay Output Type RS485) Instruction

Read these instructions carefully and carry out the installation in the prescribed manner. After installation, keep it in a safe place for reference when required.

■ Safety Precautions

⚠ WARNING

- Always take precautions to ensure the overall safety of your system, so that the whole system remains safe in the event of failure of this product or other external factor.
- Do not use this product in areas with inflammable gas. It could lead to an explosion.
- Exposing this product to excessive heat or open flames could lead to damage to the lithium battery or other electronic parts.

⚠ CAUTION

- To prevent excessive exothermic heat or smoke generation, use this product at the values less than the maximum of the characteristics and performance that are assured in these specifications.
- Do not dismantle or remodel the product. It could lead to excessive exothermic heat or smoke generation.
- Do not touch the terminal while turning on electricity. It could lead to an electric shock.
- Use the external devices to function the emergency stop and interlock circuit.
- Connect the wires or connectors securely. The loose connection could lead to excessive exothermic heat or smoke generation.
- This product has been developed / produced for industrial use only.

1 Before installation

■ Confirm accessories



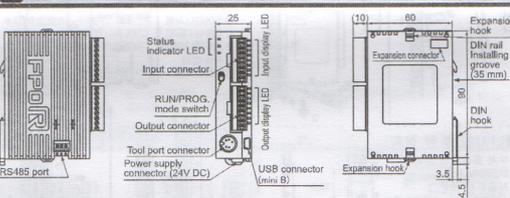
■ Proper handling

- Do not touch connector pins directly to prevent static electricity from causing damage.
- Always rid yourself of any static electricity before handling this product.

■ Operating environment

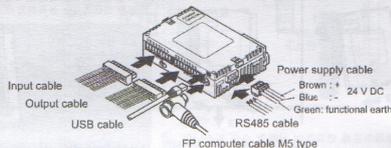
- Ambient temperature : 0 to +55°C
- Ambient humidity : 10 to 95% RH (at 25°C, no condensation)
- Places without excessive dust, oil mist, conductive dust, and any inflammable and corrosive gases.
- Pollution Degree 2
- Places unexposed to water, oil and chemicals.
- Places without excessive vibration or shock.
- Places away from high voltage cables (equipment), power transmission lines (equipment), radio transmitters, equipment that would generate high switching surge and the top of equipment with high calorific power. (Distance: At least 100 mm)

2 Part names and dimensions

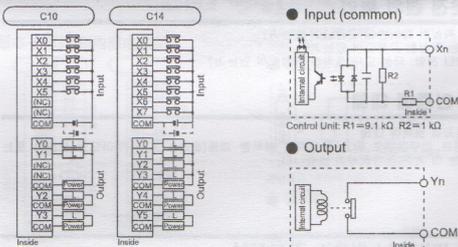


3 Connecting the wiring

Caution Be sure to confirm the power turned off while connecting the wiring.



■ Terminal arrangement diagram / Internal circuits



■ Applicable wire/special tool

● Terminal block

Please use the wire described below. We recommend that you tighten it with a special screwdriver. In addition, be sure to control the tightening torque within the range of 0.22 ~ 0.25N·m.

Size	Nominal area of section
AWG#24 - 16	0.2 - 1.25 mm ²

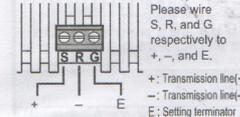
Manufacturer	Model (Product number)
PHOENIX CONTACT CO. Ltd	SZS0.4 * 2.5 (1205037)

● RS485 port

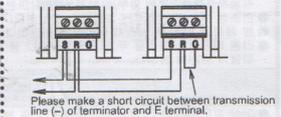
Caution

Since it is non-insulation type, make proper adjustments so that potential difference of power supply between RS485 devices is below 4V. A potential difference of power supply exceeding 4V may cause communication failure and lead to system damage.

● Terminal arrangement of COM port



● Setting of terminator



Please use the wires as shown in the below table. We recommend that you tighten it with a special screwdriver. In addition, make sure that the tightening torque is within the range of 0.22 to 0.25 N·m. Observe the following precautions to prevent wire disconnection.

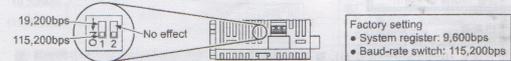
- Do not damage the core when peeling off the coating.
- Do not twist the core when wiring.
- Do not weld the core when wiring.
- Do not apply stress on the cable after wiring.

Cable	Conductor	
	Size	Resistance (at 20 °C)
Shielded twisted-pair (STP)	0.5 mm ² (AWG20)	Max. 33.4Ω/km
VCTF	0.5 mm ² (AWG20)	Max. 37.8Ω/km

1. Please use shielded twisted-pair (STP) cable.
2. Please use one type of transmission cable only rather than the combination of more than two types.
3. It is recommended to use twisted-pair cable in noise-prone environments.
4. Please use transitional wiring for RS485 transmission line, and make one-side earth connection when using shielded cables.

4 Setting of communication functions

Communications baud rate switch



Note) The factory setting of system register and baud-rate changeover switch is different. Please adjust the setting of system register to baud-rate switch when using it.

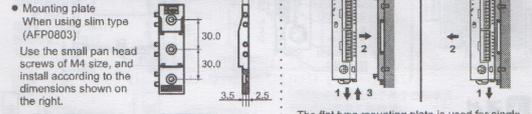
5 Installing the controller

Caution Install the main body vertically onto the control board.

■ Installation onto DIN rail



■ Installation with screws



The flat type mounting plate is used for single control unit. Do not install after the extension is completed.



6 Pre-trial checklist

1. Is the unit securely fixed to the control panel ?
2. Are the connectors firmly connected ?
3. Are the connectors properly connected with respect to their voltage and polarity ?

7 Economic operators' information in EU

<Importer>
Panasonic Electric Works Europe AG Rudolf-Diesel-Ring 2, D-83607 Holzkirchen, Germany
<Contact for CE>
Panasonic Marketing Europe GmbH Panasonic Testing Center Winsbergring 15, 22525 Hamburg, Germany

Panasonic Industrial Devices SUNX Co., Ltd.

http://panasonic.net/id/pldsv/global
Overseas Sales Division (Head Office)
2431-1 Ushiyama-cho, Kasuga-shi, Aichi, 468-0901, Japan Phone: +81-568-33-7861 FAX: +81-568-33-8591
About our sale network, please visit our website.

PRINTED IN JAPAN © Panasonic Industrial Devices SUNX Co., Ltd. 2014 8A3 C70 7000 3

Figura 84: Manual de PLC Panasonic

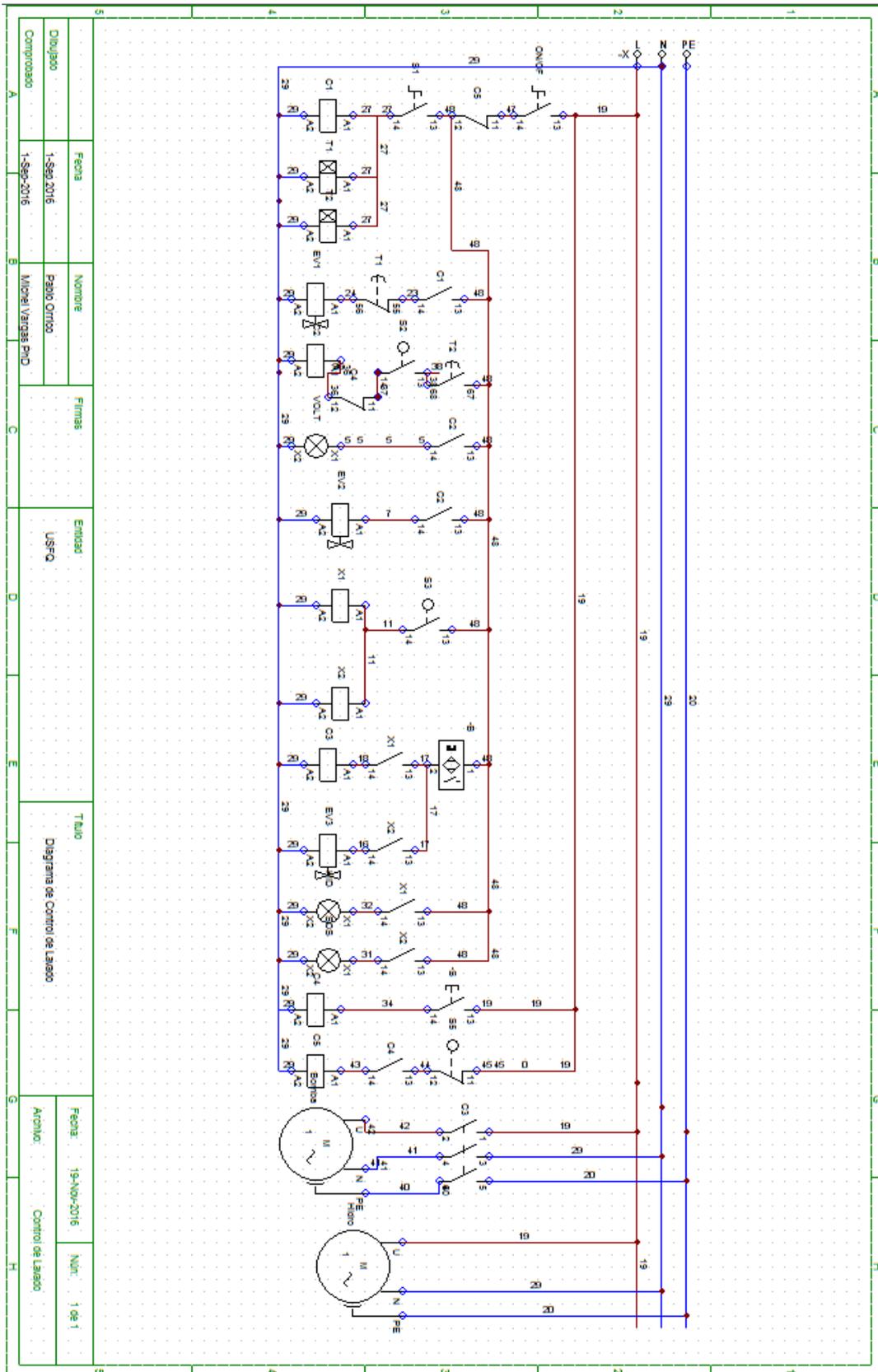


Figura 85: Diagrama de control de lavado

Código de programación (PLC Panasonic)

```

Inicializar_Timer_Espera2 := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera3 := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera4 := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera5 := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera6 := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera7 := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera8 := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera9 := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera10 := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera11 := FALSE;
Piston_Embotellado_1 := FALSE;
Solenoides_CO2 := FALSE;
Solenoides_Purga_Llenado := FALSE;
Solenoides_Purga_Destapado := FALSE;
Solenoides_Carga_Cerveza := FALSE;
Solenoides_Giro_90 := FALSE;
Piston_Tapas := FALSE;
Piston_Empuje_Botellas := FALSE;
SEC_Embotellado := 10;

10:
IF (Habilitar_Maquina = TRUE) THEN
SEC_Embotellado := 20;
END_IF;

20:
IF (Sensor_Magnetico = TRUE) then
Inicializar_Timer_Espera1 := TRUE;
SEC_Embotellado := 30;
end_if;

30:
IF (Timer_Espera1.Q) THEN
Piston_Embotellado_1 := TRUE;
Inicializar_Timer_Espera2 := TRUE;
SEC_Embotellado := 40;
END_IF;

40:
IF (Timer_Espera2.Q) THEN
Solenoides_CO2 := TRUE;
Inicializar_Timer_Espera3 := TRUE;
SEC_Embotellado := 50;
END_IF;

50:
IF (Timer_Espera3.Q) THEN
Solenoides_Purga_Llenado := TRUE;
Inicializar_Timer_Espera4 := TRUE;
SEC_Embotellado := 60;
END_IF;

60:
IF (Timer_Espera4.Q) THEN
Solenoides_Purga_Llenado := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera5 := TRUE;
SEC_Embotellado := 70;

```

```
END_IF;

70:
IF (Timer_Espera5.Q) THEN
Solenoid_CO2 := FALSE;
Solenoid_Carga_Cerveza := TRUE;
Solenoid_Purga_Llenado := TRUE;
SEC_Embotellado := 80;
END_IF;

80:
IF (Sensor_Capacitivo_Nivel = TRUE) then
Solenoid_Carga_Cerveza := FALSE;
Solenoid_Purga_Destapado := TRUE;
Solenoid_Purga_Llenado := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera6 := TRUE;
SEC_Embotellado := 90;
end_if;

90:
IF (Timer_Espera6.Q) THEN
Solenoid_Purga_Destapado := FALSE;
Piston_Embotellado_1 := FALSE;
Inicializar_Timer_Espera7 := TRUE;
SEC_Embotellado := 100;
```

	Clase	Identificador	Tipo	Inicial
0	VAR_EXTERNAL	Sensor_Magnetico	BOOL	FALSE
1	VAR_EXTERNAL	SEC_Embotellado	INT	0
2	VAR_EXTERNAL	Piston_Embotellado_1	BOOL	FALSE
3	VAR_EXTERNAL	Solenoides_CO2	BOOL	FALSE
4	VAR_EXTERNAL	Solenoides_Purga_Llenado	BOOL	FALSE
5	VAR_EXTERNAL	Sensor_Capacitivo_Nivel	BOOL	FALSE
6	VAR_EXTERNAL	Solenoides_Carga_Cerveza	BOOL	FALSE
7	VAR_EXTERNAL	Solenoides_Giro_90	BOOL	FALSE
8	VAR_EXTERNAL	Piston_Tapas	BOOL	FALSE
9	VAR_EXTERNAL	Piston_Empuje_Botellas	BOOL	FALSE
10	VAR	Inicializar_Timer_Espera1	BOOL	FALSE
11	VAR	Inicializar_Timer_Espera2	BOOL	FALSE
12	VAR	Inicializar_Timer_Espera3	BOOL	FALSE
13	VAR	Inicializar_Timer_Espera4	BOOL	FALSE
14	VAR	Inicializar_Timer_Espera5	BOOL	FALSE
15	VAR	Inicializar_Timer_Espera6	BOOL	FALSE
16	VAR	Inicializar_Timer_Espera7	BOOL	FALSE
17	VAR	Inicializar_Timer_Espera8	BOOL	FALSE
18	VAR	Inicializar_Timer_Espera9	BOOL	FALSE
19	VAR	Inicializar_Timer_Espera10	BOOL	FALSE
20	VAR	Inicializar_Timer_Espera11	BOOL	FALSE
21	VAR	Timer_Espera1	TON	
22	VAR	Timer_Espera2	TON	
23	VAR	Timer_Espera3	TON	
24	VAR	Timer_Espera4	TON	
25	VAR	Timer_Espera5	TON	
26	VAR	Timer_Espera6	TON	
27	VAR	Timer_Espera7	TON	
28	VAR	Timer_Espera8	TON	
29	VAR	Timer_Espera9	TON	
30	VAR	Timer_Espera10	TON	
31	VAR	Timer_Espera11	TON	
32	VAR_EXTERNAL	Habilitar_Maquina	BOOL	FALSE
33	VAR_EXTERNAL	Solenoides_Purga_Destapado	BOOL	FALSE
34	VAR_EXTERNAL	TIEMPO_HMI_4	INT	0

Figura 86: Variables utilizadas para la programación de PLC Panasonic

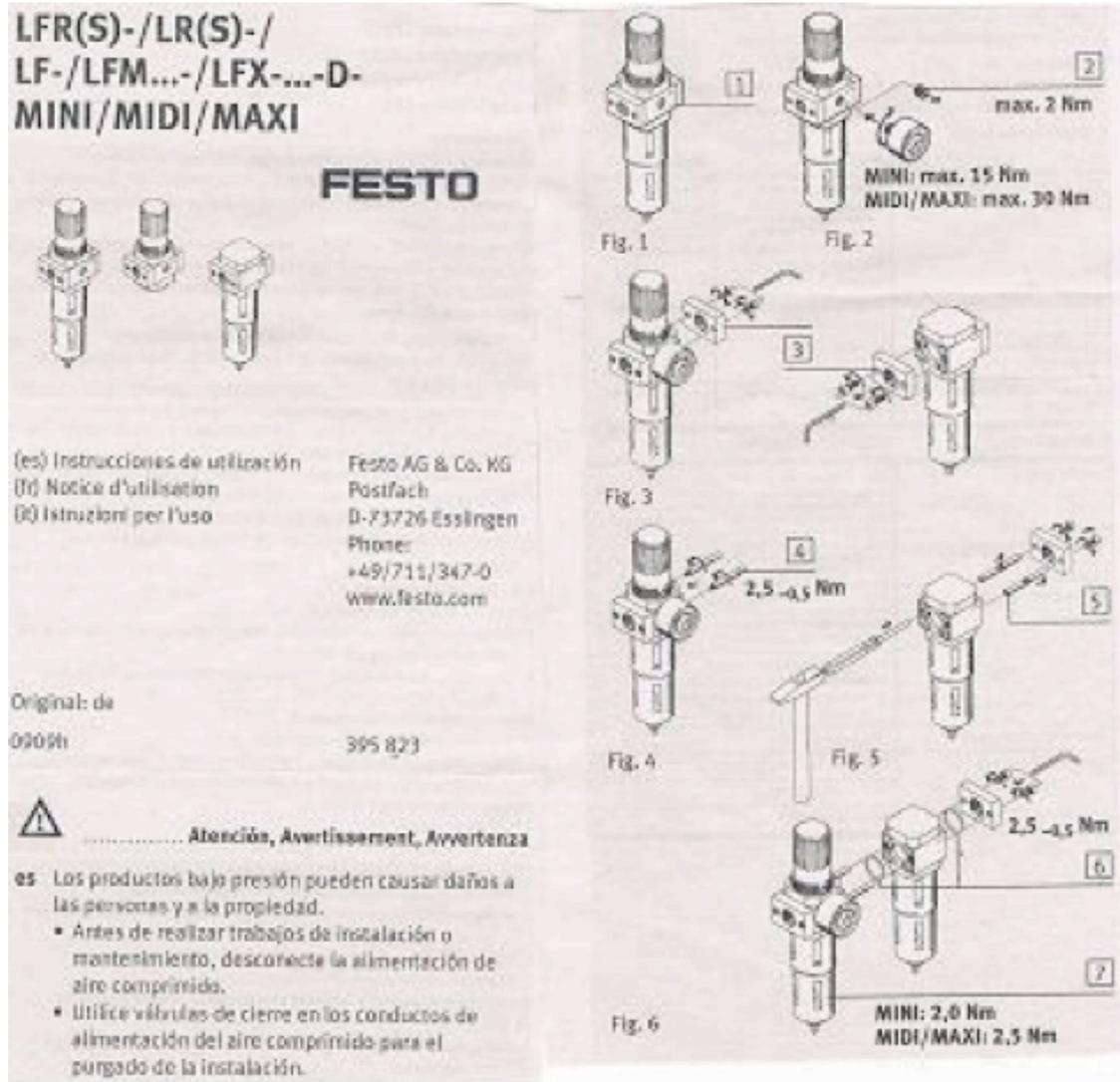


Figura 87: Manual de unidad de mantenimiento

Modelo		HD 5/15 C	HD 5/17 C	HD 5/17 C	HD 6/13 C
		HD 5/15 CX	HD 5/17 CX	HD 5/17 CX	HD 6/13 CX
		EU	EU	KAP	EU
Conexión de red					
Tensión	V	230		220	230
Tipo de corriente	Hz	1~ 50		1~60	1~ 50
Potencia conectada	kW	2,8	3,0	3,0	2,9
Fusible de red (inerte, caro. C)	A	16		15	16
Categoría de protección	--	IPX5			
Alargador 30 m	mm ²	2,5			
Conexión de agua					
Temperatura de entrada (máx.)	°C	60			
Velocidad de alimentación (mín.)	l/min	12			13
Altura de aspiración desde el depósito abierto (20 °C)	m	0,5			
Presión de entrada (máx.)	MPa	1			
Potencia y rendimiento					
Presión de trabajo (CX)	MPa	15 (15)	17 (17)	16,5 (16,5)	13 (13)
Tamaño de la boquilla	--	032	027	030	038
Sobrepresión de servicio máxima	MPa	20			19
Caudal, agua	l/min	8,3	8,1	8,0	9,8
Aspiración de detergente	l/h	0...25			
Fuerza de retroceso de la pistola pulverizadora manual (máx.)	N	23,8	25,4		26,6
Valores calculados conforme a la norma EN 60355-2-79					
Valor de vibración mano-brazo	m/s ²	2,4			4,1
Inseguridad K	m/s ²	0,7			0,9
Nivel de presión acústica L _{pA} (CX)	dB(A)	72 (74)	72 (75)	75	72 (75)
Inseguridad K _{pA}	dB(A)	3			
Nivel de potencia acústica L _{WA} + Inseguridad K _{WA} (CX)	dB(A)	88 (90)	88 (92)	91 (91)	88 (92)
Medidas y pesos					
Longitud	mm	380			
Ancho (CX)	mm	360 (370)			
Altura	mm	930			
Peso de funcionamiento típico (CX)	kg	25,2 (27,5)			

Figura 88: Ficha técnica de hidrolavadora

POS.	COMPONENT	CONSTRUCTION CHARACTERISTICS					
1	PUMP BODY	Stainless steel AISI 304, complete with threaded ports in compliance with ISO 228/1					
2	BODY BACKPLATE	Stainless steel AISI 304					
3	NOZZLE ASSEMBLY	Noryl GFN2V					
4	IMPELLER	Noryl GFN2V					
5	MOTOR SHAFT	Stainless steel EN 10088-3 - 1.4104					
6	MECHANICAL SEAL	<i>Pump</i>	<i>Seal</i>	<i>Shaft</i>	<i>Materials</i>		
		<i>Model</i>	<i>Model</i>	<i>Diameter</i>	<i>Stationary ring</i>	<i>Rotational ring</i>	<i>Elastomer</i>
		JCR 1C-B-A	AR-12	Ø 12 mm	Ceramic	Graphite	NBR
		JCR 10-15	AR-14	Ø 14 mm	Ceramic	Graphite	NBR
7	BEARINGS	<i>Pump</i>	<i>Model</i>				
		JCR 1C-B-A	6201 ZZ / 6201 ZZ				
		JCR 10H-M / 15H-M	6203 ZZ / 6203 ZZ				
8	CAPACITOR	<i>Pump</i>	<i>Capacitance</i>				
		<i>Single-phase</i>	<i>(230 V or 240 V)</i>	<i>(110 V)</i>			
		JCRm 1C	10 µF 450 VL	25 µF 250 VL			
		JCRm 1B	10 µF 450 VL	25 µF 250 VL			
		JCRm 1A	14 µF 450 VL	25 µF 250 VL			
		JCRm 10H-M	20 µF 450 VL	60 µF 300 VL			
		JCRm 15H-M	25 µF 450 VL	60 µF 300 VL			
9	ELECTRIC MOTOR	JCRm: single-phase 230 V - 50 Hz with thermal overload protector built-in to the winding.					
		JCR: three-phase 230/400 V - 50 Hz.					
		⇒ Pumps fitted with the three-phase motor option offer IE2 (IEC 60034-30) class high performance					
		– Insulation: F class.					
		– Protection: IP X4.					

Figura 89: Ficha técnica de bomba Pedrollo JCRm



Diken
INTERNATIONAL

FICHA TECNICA



LACTY-CIP I CLEAR



ALCALINOS CIP

APLICACIONES

- CIP en plantas de alimentos en general (primer paso):
 - lácteos y derivados.
 - pasteurizadores e intercambiadores de placas.
 - silos de almacenamiento.
 - cremas.
 - queso amarillo.
- CIP cerrados de recuperación.
- Limpieza de inyectoras.

BENEFICIOS

- No tiene aroma ni color.
- Excelente remoción de sólidos.
- Óptima combinación entre ingredientes activos y aditivos en la fórmula.
- Alta efectividad removedora.
- Estupenda enjuagabilidad.
- Biodegradabilidad.
- Corrosividad atenuada.
- Seguro a operarios a la dilución recomendada.
- Alta pureza y calidad en sus componentes, lo que lo hacen una formulación PREMIUM.
- El mejor rendimiento en concentración para CIP'S de recuperación

DILUCIÓN DE USO: Úsese en concentraciones desde el 0.5 % en sistemas de suciedad ligera, ajuste la dilución según el grado de suciedad.

MODO DE USO: se usa en equipos de recirculación automática, haga la dilución, recircule durante al menos 20 min y enjuague

INGREDIENTES: Agua, Hidróxido de sodio, tensoactivos cero espuma.

REGISTRO:



Q-0022-017



AV. 23-01-04



271

PROPIEDADES

Presentación	Líquido
Color	Amarillo claro
Olor	Ninguno
pH @ 1% sol'n	12.00-13.00
Espumabilidad	Nula
Biodegradabilidad	Si
Fosfatos	No



PRECAUCIONES PRIMEROS AUXILIOS:
MANTENGASE ALEJADO DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS
Ingestión: no induzca al vómito. Si el paciente esta conciente déle a beber jugo de fruta o agua. Nunca de nada en la boca de una persona inconsciente. Consiga ayuda médica de inmediato. Inhalación: aleje fuente de vapores, administre oxígeno si la respiración es trabajosa y en caso de ser necesario aplique prácticas de resucitación, consiga inmediata ayuda médica. Contacto con la piel: lave rápidamente las áreas afectadas durante por lo menos 15 minutos. Quitese la ropa contaminada lo más pronto posible y lávalas antes de utilizarla nuevamente. Destruya zapatos contaminados. Contacto con los ojos enjuague inmediatamente con abundante agua fría que esté fluyendo durante por lo menos 15 minutos y acuda a un oftalmólogo. Mantenga el recipiente cerrado cuando no esté en uso. No contaminar los alimentos o el agua. No reutilice el recipiente. Por favor, lea la hoja de seguridad antes de usar. No mezclar con ácidos.

S E R V I C I O A C L I E N T E

MATRIZ / SALTILLO TORREON Tijuana AGUASCALIENTES HERMOSILLO CULIACÁN CELAYA MÉRIDA PUEBLA CENTRO CHIHUAHUA

01 (844) 4 88 26 96 01 (871) 732 28 03 01 (654) 104 41 40 01 (449) 162 71 96 01 (652) 2 50 96 96 01 (667) 7 53 25 61 01 (461) 6 09 63 27 01 (999) 9 40 87 92 01 (222) 4 09 36 15 01 (56) 53 84 21 07 01 (614) 4 16 50 61

e mail : ventas1@dikeninternational.com comentarios@dikeninternational.com

Figura 90: Ficha técnica de LACTY-CIP(desinfectante)

Planos de conjunto y de taller de Embotelladora de Cerveza Artesanal

The drawing shows a front view of the bottling machine with a total length of 3100 and a height of 1900. A side view shows a width of 750. The machine is mounted on a blue frame with a control panel on the left. A 3D perspective view is also provided, showing the machine's structure and components labeled 1 and 2.

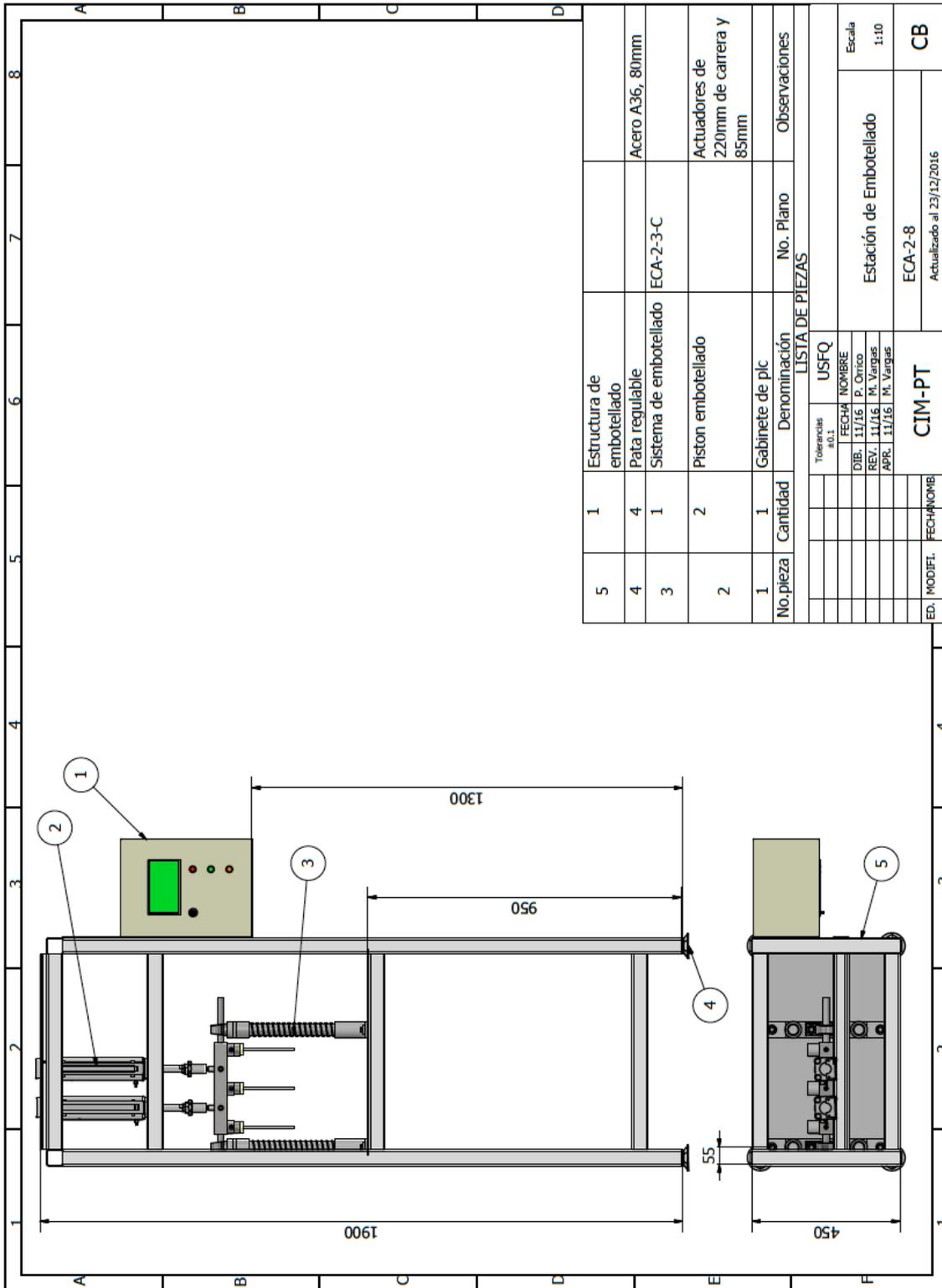
2	1	Estación de Embotellado y Tapado	ECA-2-8	Subensamble
1	1	Estación de Lavado	ECA-1-4-C	Subensamble
No. pieza		Denominación	No. Plano	Observaciones
LISTA DE MATERIALES				
Tolerancias		USFQ		
#0,1	FECHA	NOMBRE		
	DIB.	P. ÓRICO	Escala	
	REV.	M. VARGAS	1:20	
	APR.	M. VARGAS	Ensemble de Máquina Completo	
ED. MODIFI.		FECHA/NOMB	ECA-1-E	
			Actualizado al 23/12/2016	
			CB	

iTunes

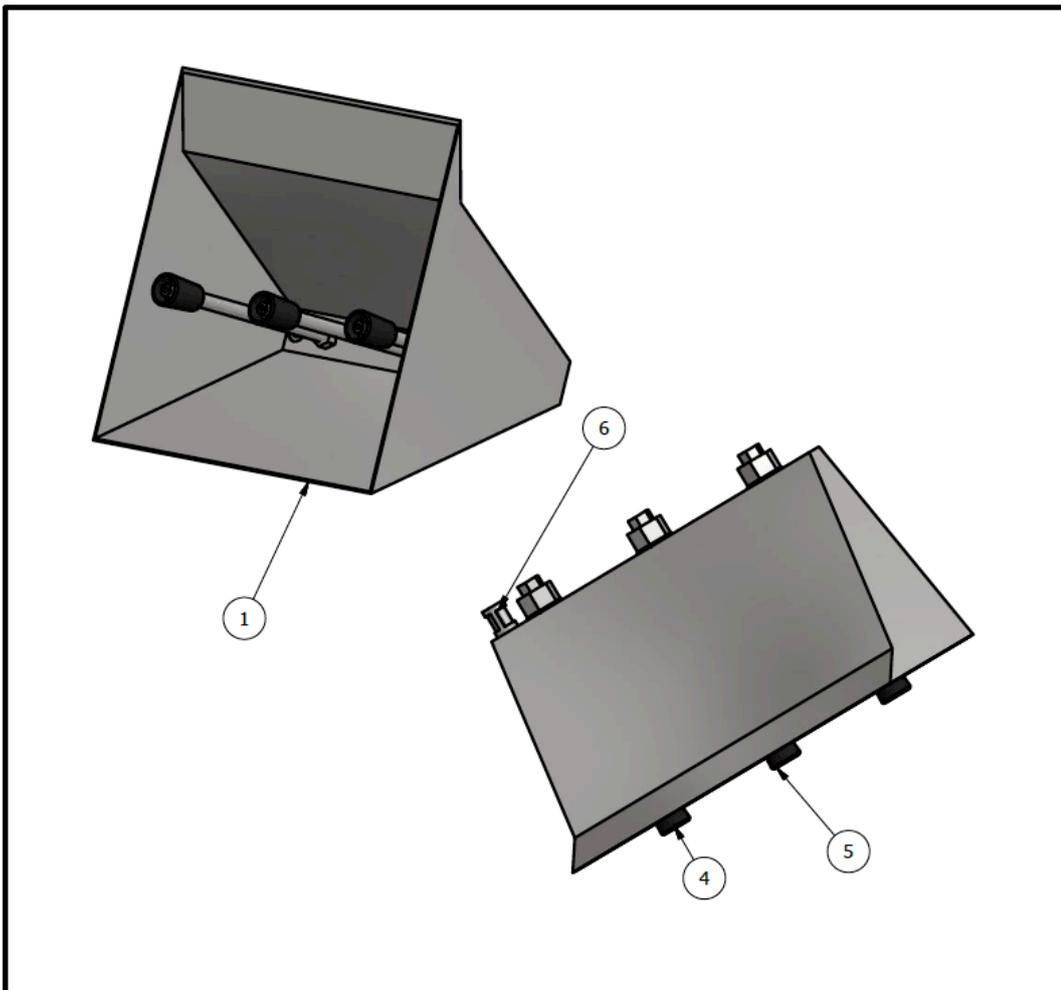
1	2	3	4	5	6	7	8
A							A
B							B
C							C
D							D
E							E
F							F

26	5	Vagón portabotellas	ECA-1-5-C
25	15	Botella 296ml	
24	1	Pistón de volteo	Pistón neumático de 25día x 250mm carrera
23	1	Colector de sosa cáustica	Colector de desinfectante
22	1	ASME B16.3 Acoplamiento de reducción de fundición - Clase 150 1 x 3/8	Acoplamiento
21	3	DIN EN 10242 Unión macho y hembra de asiento cónico U12 1/4	Unión
20	1	ASME B16.11 Codo de 90 grad - Clase 3000	Accesorios forjados, soldadura con boquilla, codo de 90º - Clase 3000
19	1	Conducto	Mangueras de vinyl
18	1	Conducto	Mangueras de vinyl
17	1	ASME B16.3 Acoplamiento de fundición - Clase 150 1/4	Acoplamiento
16	1	Conducto	Mangueras de vinyl
15	1	Conducto	Mangueras de vinyl
14	1	Conducto	Mangueras de vinyl
13	1	Conducto	Mangueras de vinyl
12	1	Conducto	Mangueras de vinyl
11	1	Conducto	Mangueras de vinyl
10	1	Distribuidor de flujo hidrolavado	ECA-1-6
9	1	Distribuidor de flujo sosa cáustica	Distribuidor de 6 salidas 1/2"
8	1	Pistón de recorrido	Actuador Neumático de 400mm
7	1	Correa de carga	
6	8	Perno GB 29.2 M8 x 12	Perno de rosca completa
5	1	Tanque CO2	Tanque de 9lbs
4	1	Gabinete de control lavado	ECA-1-7
3	1	Bandeja de hidrolavado	ECA-1-2
2	1	Bandeja de sosa cáustica	ECA-1-3
1	1	Estructura lavado	ECA-1-10
No. pieza	Cantidad	Denominación	No. Plano

LISTA DE PIEZAS			
Tolerancias #0.1	USFQ	FECHA	NOMBRE
		DIB. 11/16	P. Orrico
		REV. 11/16	M. Vargas
		APP. 11/16	M. Vargas
CJM-PT		Estación de Lavado(Subensamblable)	
ECA-1-4-C		Escala 1:20	
Actualizado al 23/12/2016		CB	



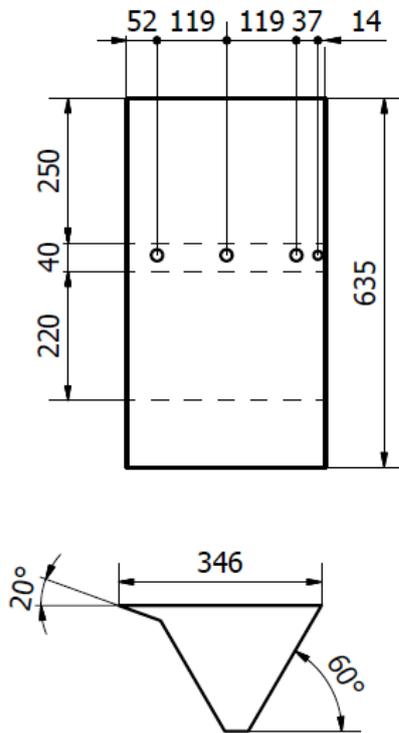
5	1	Estructura de embotellado			
4	4	Pata regulable	Acero A36, 80mm		
3	1	Sistema de embotellado	ECA-2-3-C		
2	2	Piston embotellado	Actuadores de 220mm de carrera y 85mm		
1	1	Gabinete de plc			
No. pieza	Cantidad	Denominación	No. Plano	Observaciones	
LISTA DE PIEZAS					
		Tolerancias #0.1	USFQ		
		FECHA	NOMBRE		
		DIB. 11/16	P. Ovrico		Escala 1:10
		REV. 11/16	M. Vargas		Estación de Embotellado
		APR. 11/16	M. Vargas		
CIM-PT				ECA-2-8	CB
ED. MODIFI.	FECHACION	Actualizado al 23/12/2016			



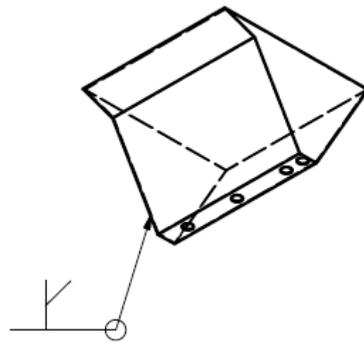
6	1		ASME B16.3 Acoplamiento de fundición - Clase 150 1/4		Acoplamiento
5	3		Tapa tobera		
4	3		Tobera 25 de grados		Marca Karcher
3	3	660mm	DIN 2458 Tubería con finales roscados 13.5 x 1.6 - 220		Tubería
2	3		DIN EN 10242 Unión de asiento plano U1 1/4		Unión
1	1		Bandeja de hidrolavado	ECA-1-2	
No. orden	Cantidad	Longitud	Denominación	Plano	Observaciones

LISTA DE PIEZAS

				Tolerancias ±0.1	USFQ	
				FECHA	NOMBRE	
				DIB. 11/16	P. Orrico	Bandeja de Hidrolavado(Conjunto)
				REV. 11/16	M. Vargas	
				APR. 11/16	M. Vargas	
						Escala 2:5
ED.	MODIFI.	FECHA	NOMB	CIM-PT		ECA-1-1-C
						Actualizado al 23/12/2016
						CB

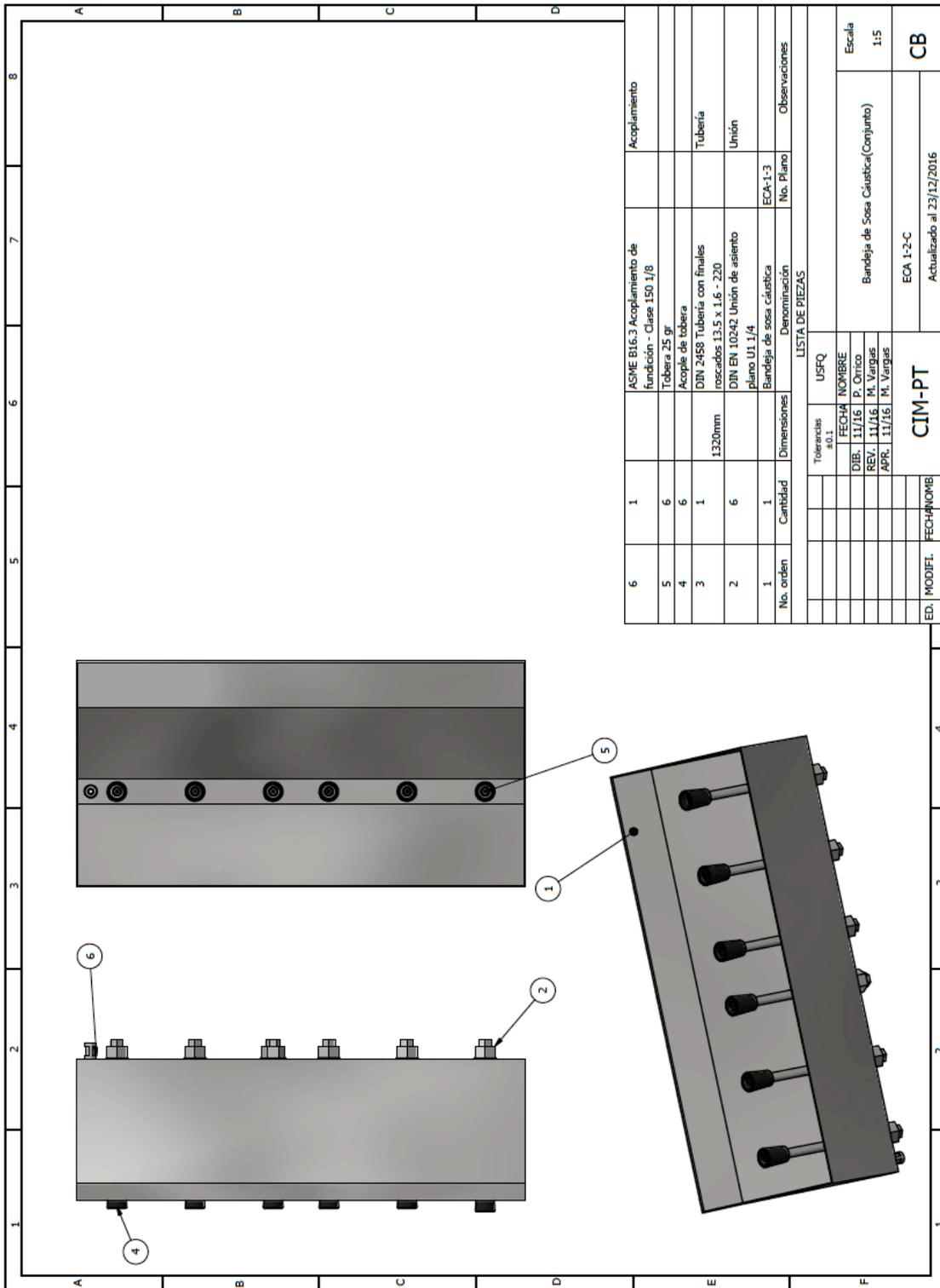


N4



- NOTA:
- Doblado y soldadura TIG (A5.9,Ø2)
 - Orificios de 1/2 pulg

TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO			DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL:	TOL. GRAL.	ESCALA	DIS.	Pablo Orrico
Plancha acero inoxidable AISI 304 1.5mm	±0.5	1:10	REV.	Michel Vargas PhD.
Bandeja de Hidrolavado(Carcasa)		ECA-1-2	FECHA: 28/11/2016	

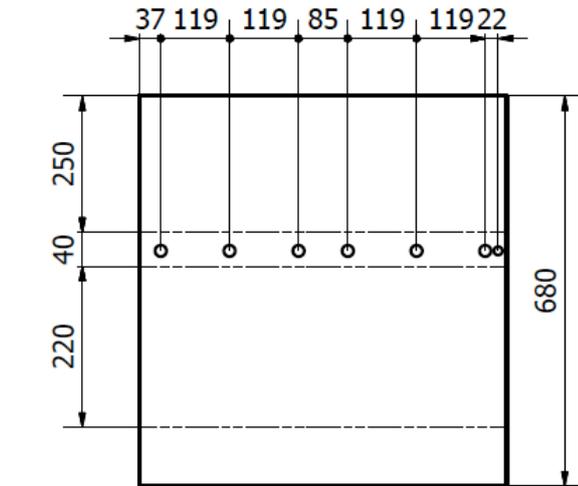


No. orden	Cantidad	Dimensiones	Denominación	No. Plano	Observaciones
1	1		Bandeja de sosa cáustica	ECA-1-3	
2	6		rosca EN 10242 Unión de asiento plano U1 1/4		Unión
3	1	1320mm	DIN 2458 Tubería con finales roscados 1.5 x 1.6 - 220		Tubería
4	6		Acople de tobera		
5	6		Tobera 25 gr		
6	1		ASME B16.3 Acoplamiento de fundición - Clase 150 1/8		Acoplamiento

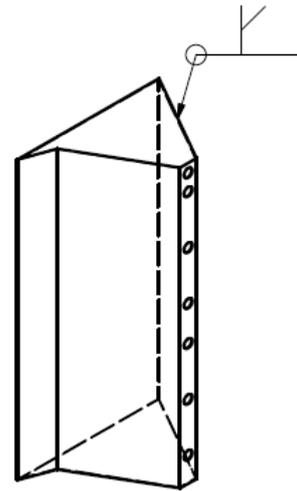
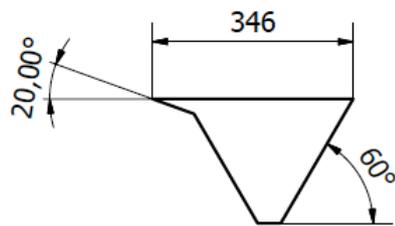
Tolerancias #0.1		USFQ	
DIB.	FECHA	NOMBRE	USFQ
	11/16	P. Orrico	
REV.	11/16	M. Vargas	
APR.	11/16	M. Vargas	

CIM-PT	
ED. MODIFL.	FECHA/NOB

LISTA DE PIEZAS	
Bandeja de Sosa Cáustica (Conjunto)	
Escala 1:1.5	
ECA 1-2-C	
Actualizado al 23/12/2016	
CB	

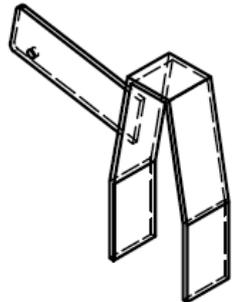
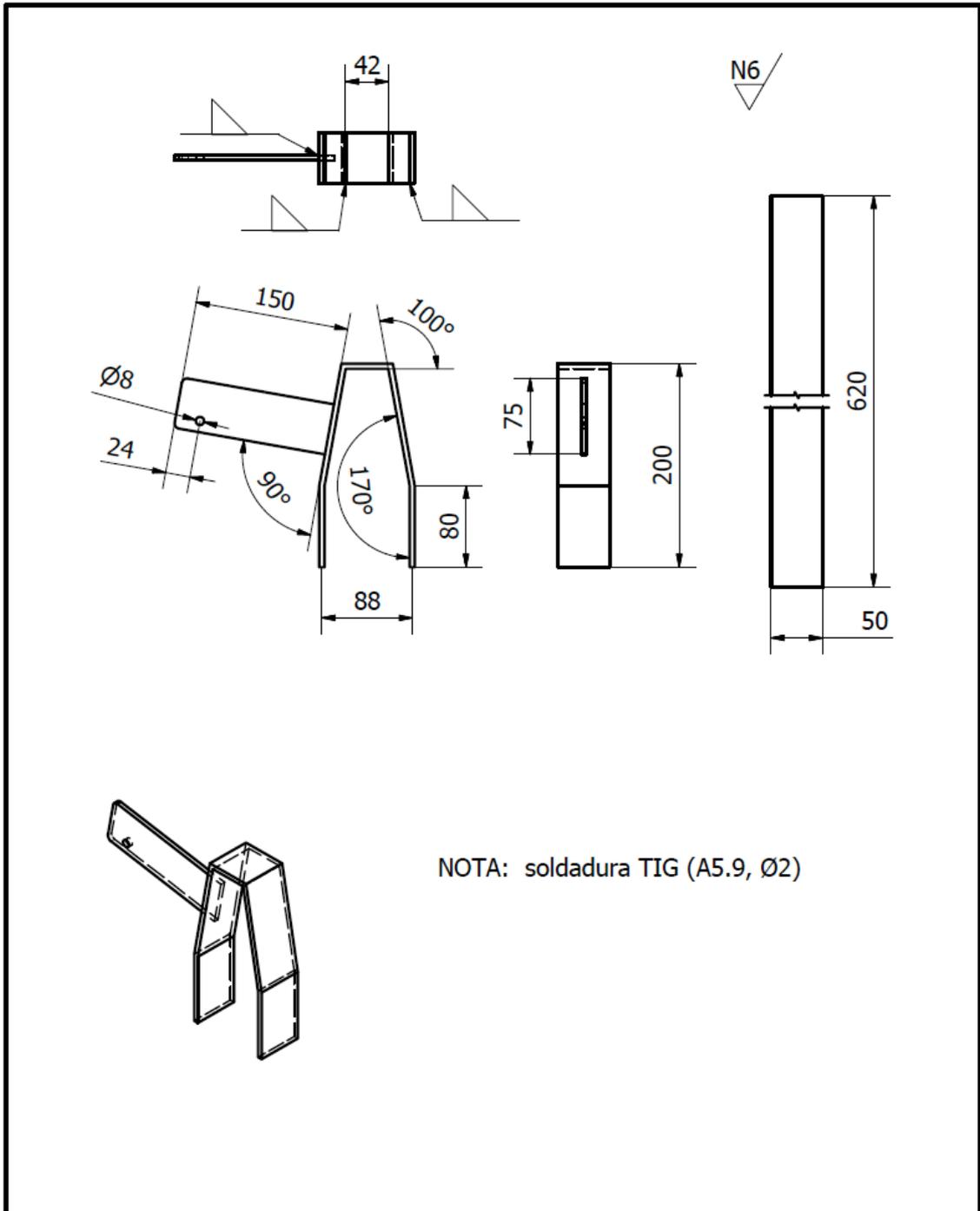


N4

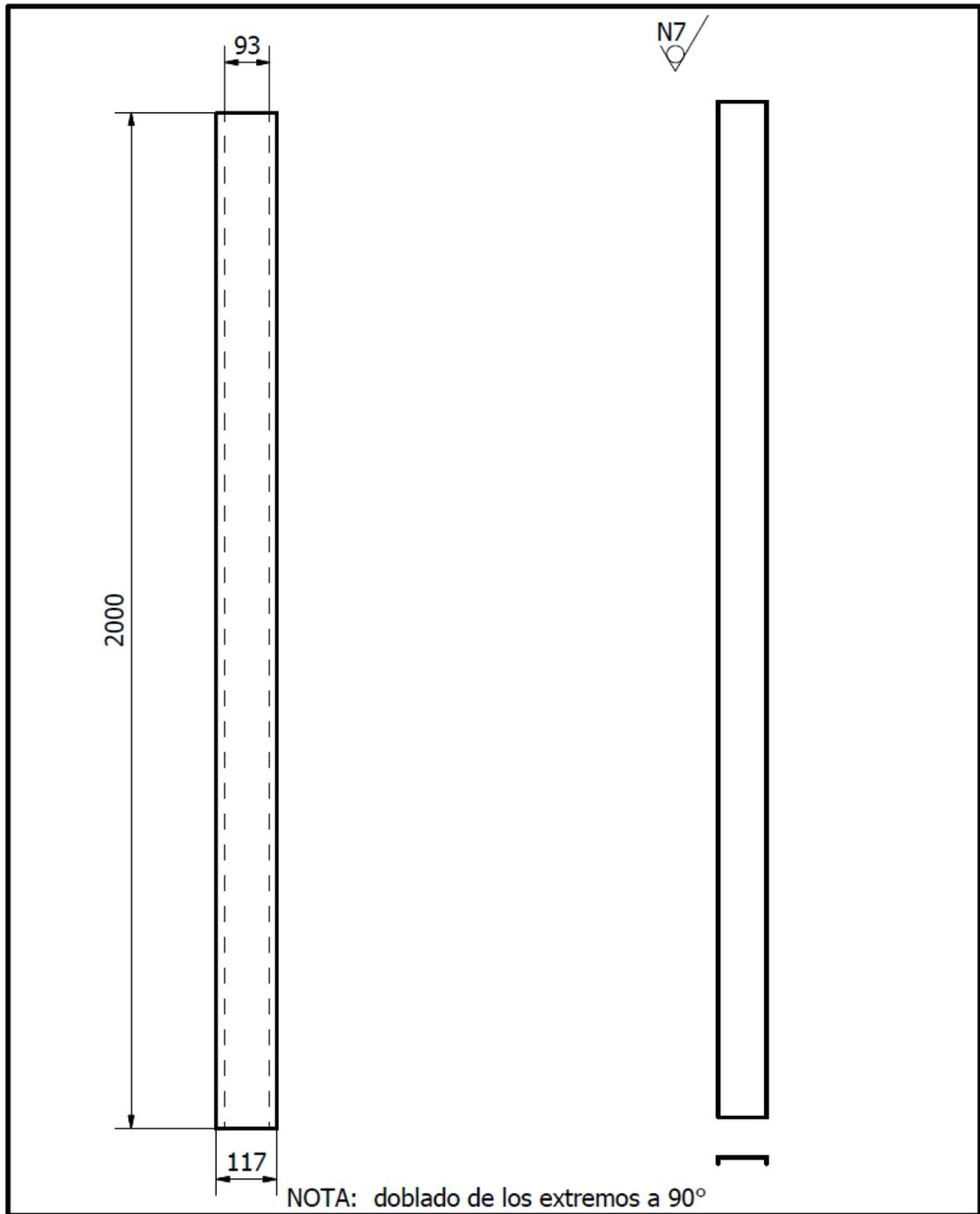


NOTA: -
 - Doblado y soldadura TIG (A5.9,Ø2)
 - Orificios de 1/2 pulg

TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO				
MATERIAL: Plancha acero inoxidable AISI 304 1.5mm		TOL. GRAL. ±0.5	ESCALA 1:10	DIB. Pablo Orrico
				DIS. Pablo Orrico
				REV. Michel Vargas PhD.
Bandeja de Sosa Cáustica(Carcasa)			ECA-1-3	FECHA: 28/11/2016



TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO		ESCALA	DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL:	TOL. GRAL.	1:5	DIS.	Pablo Orrico
Platina acero inoxidable AISI 304 50x 4	± 0.5		REV.	Michel Vargas PhD.
Base de Volteo		ECA-1-4	FECHA: 28/11/2016	

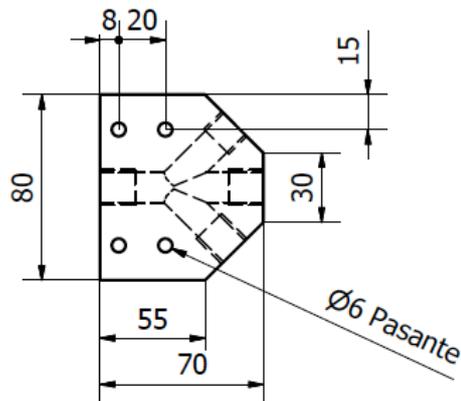
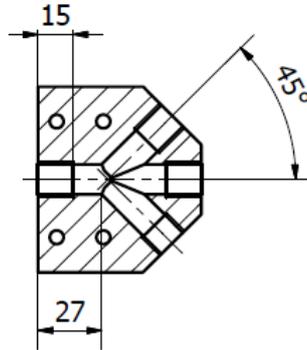


TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO			DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL:	TOL. GRAL.	ESCALA	DIS.	Pablo Orrico
Plancha AISI 304 (espesor: 1.5mm)	±0.1	1:10	REV.	Michel Vargas PhD.
Correa de Riel(Lavado)		ECA-1-5	FECHA:	28/11/2016

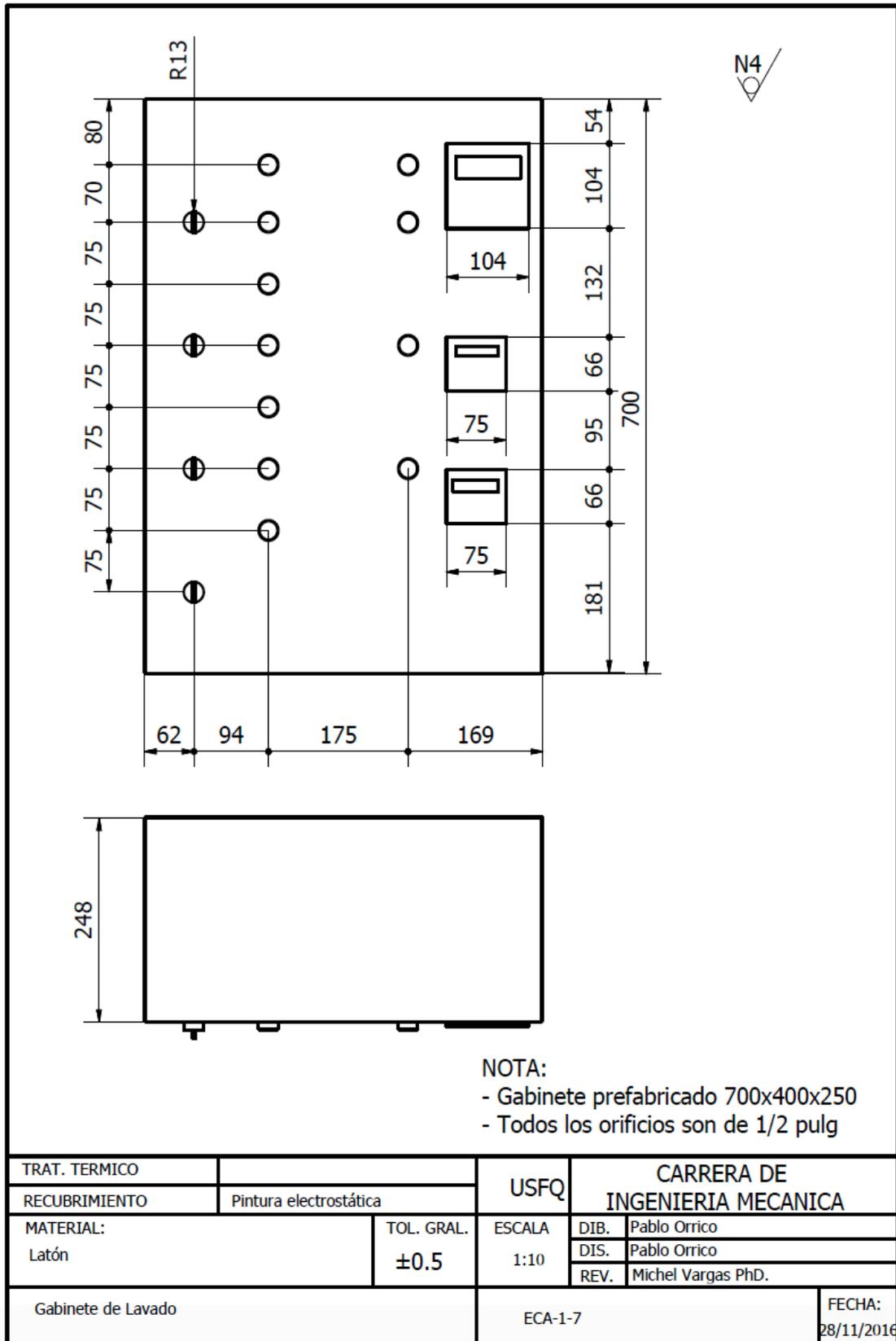
**CORTE
A-A (1 : 2.5)**

N7

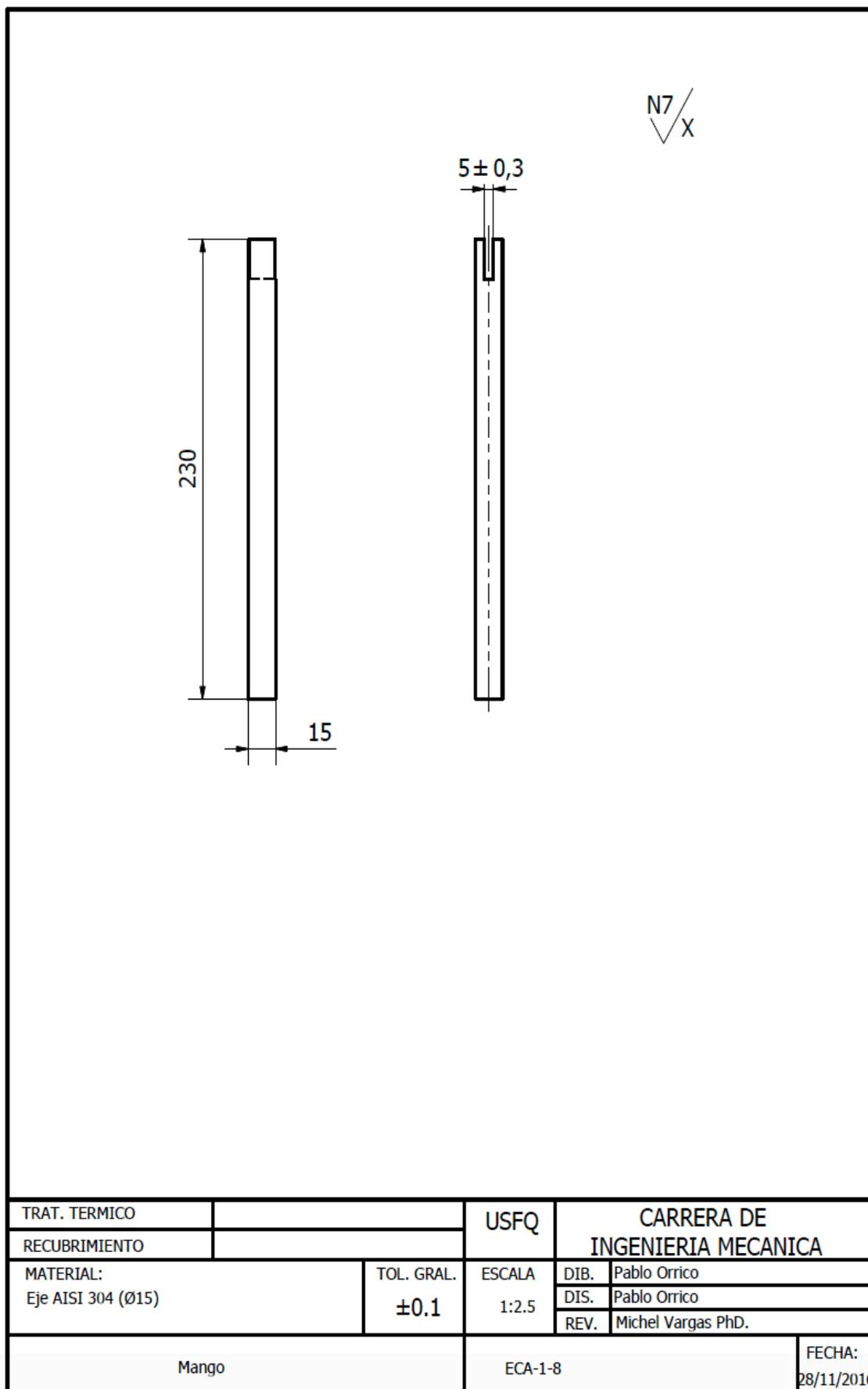
NOTA: los orificios roscados
1/4pulg-18NPT
min 15mm de rosca

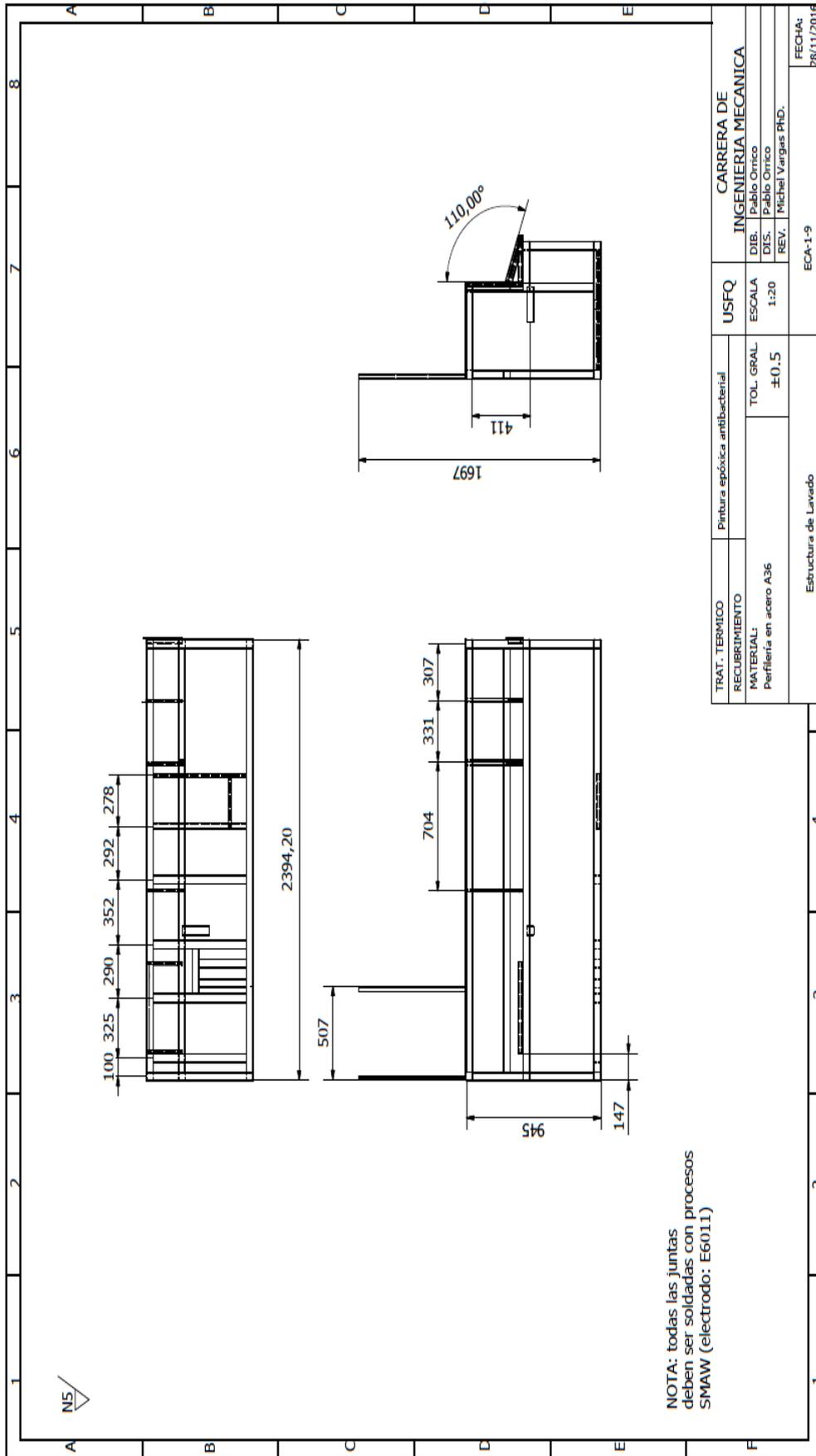


TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO		ESCALA	DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL: Eje AISI 304 (Ø80)	TOL. GRAL. ±0.1	1:2.5	DIS.	Pablo Orrico
			REV.	Michel Vargas PhD.
Distribuidor de Flujo (Hidrolavado)		ECA-1-6	FECHA: 28/11/2016	



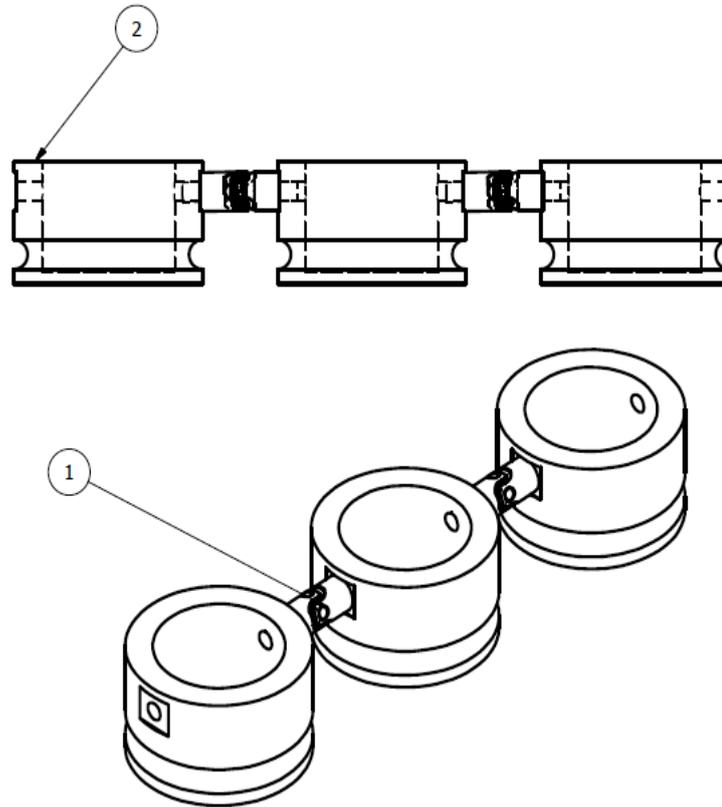
NOTA:
 - Gabinete prefabricado 700x400x250
 - Todos los orificios son de 1/2 pulg





NOTA: todas las juntas deben ser soldadas con procesos SMAW (electrodo: E6011)

TRAT. TERMICO	Pintura epoxica antibacterial	USFQ	CARRERA DE
RECUBRIMIENTO		ESCALA	INGENIERIA MECANICA
MATERIAL:	TOL. GRAL	1:20	DIB. Pablo Orrico
Perfiles en acero A36	±0,5		DIS. Pablo Orrico
			REV. Michel Vargas PHD.
Estructura de Lavado		ECA-1-9	FECHA:
			28/11/2018

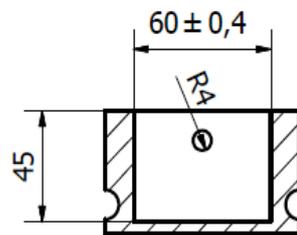
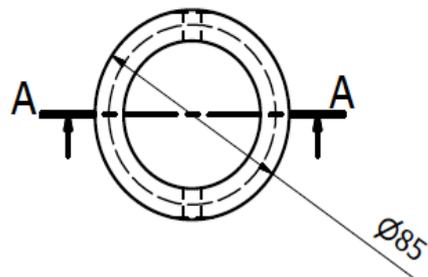
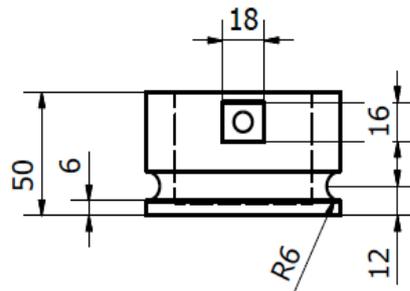


2	3	Portabotellas	ECA-1-11	
1	2	Cruceta de 16mm		Acero AISI304
No. Pieza	Cantidad	Denominación	No. Plano	Observaciones

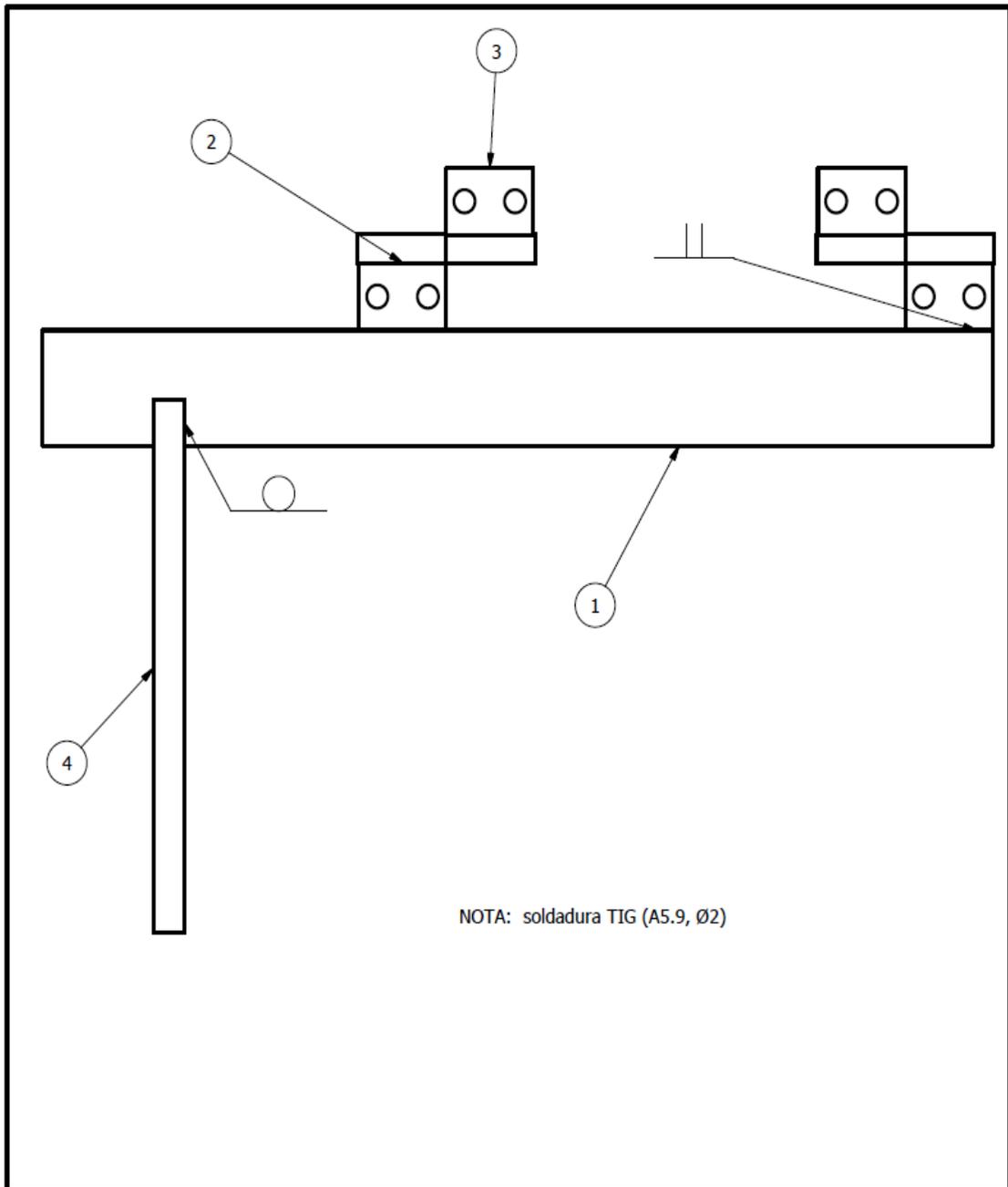
LISTA DE PIEZAS

			Tolerancias ±0.1	USFQ		
			FECHA	NOMBRE	Escala	
			DIB. 11/16	P. Orrico	Vagones Portabotellas 2:5	
			REV. 11/16	M. Vargas		
			APR. 11/16	M. Vargas		
			CIM-PT		ECA-1-5-C	CB
ED.	MODIFI.	FECHA			NOMB	

▽ N7



TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO		ESCALA	DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL:	TOL. GRAL.	1:2.5	DIS.	Pablo Orrico
Eje de grilón Ø85	±0.1		REV.	Michel Vargas PhD.
Potabotellas		ECA-1-11	FECHA:	28/11/2016

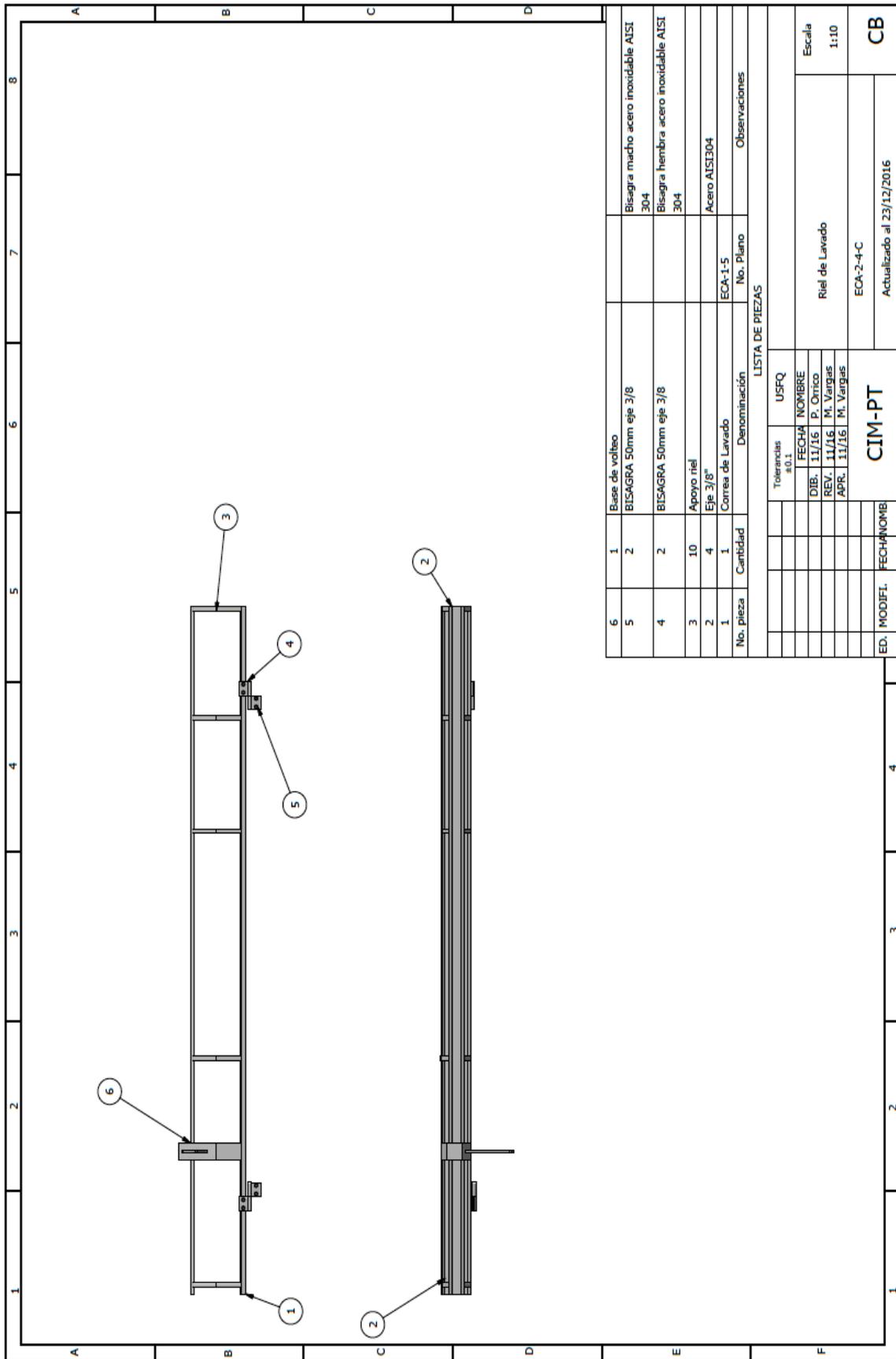


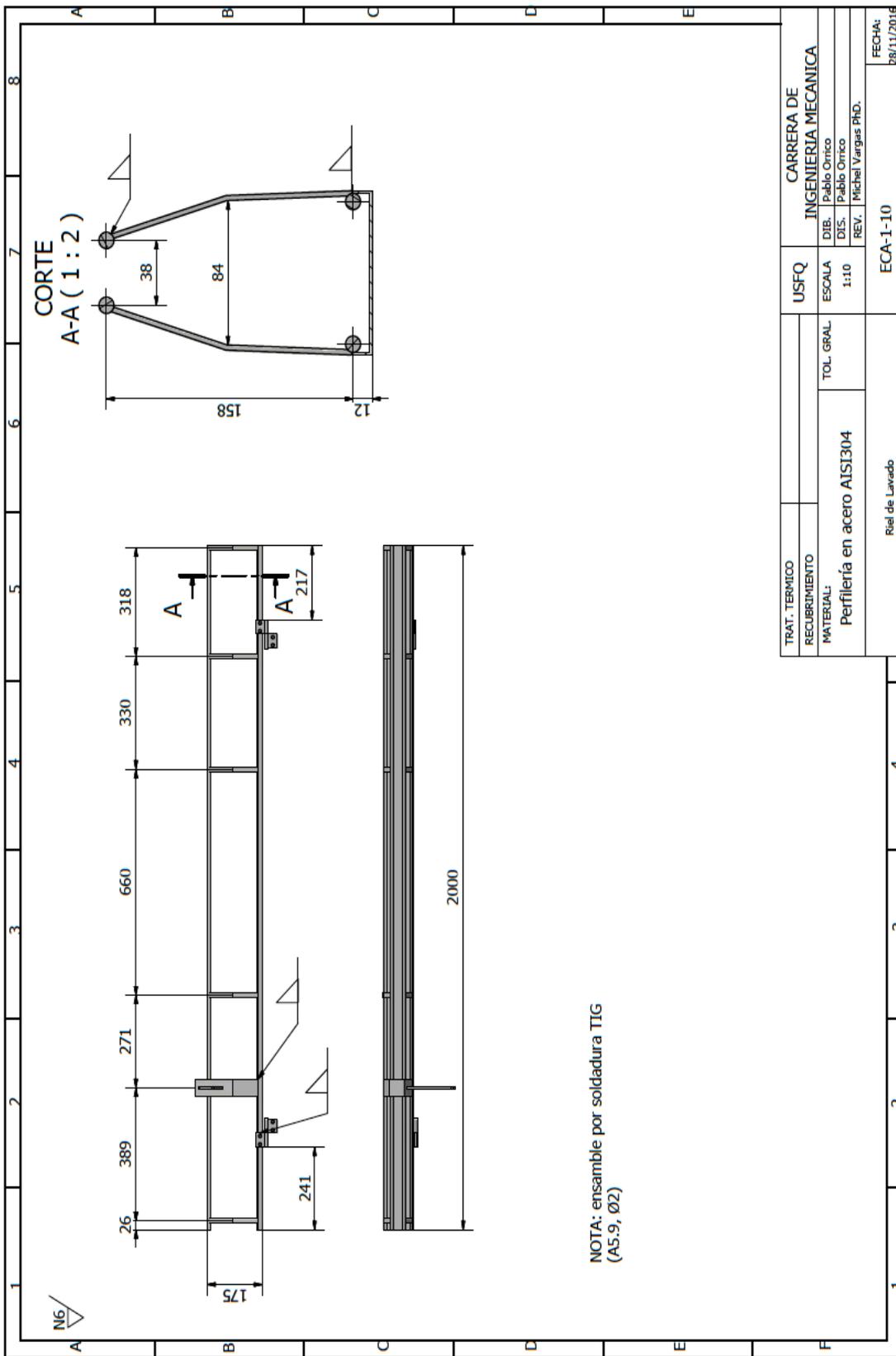
NOTA: soldadura TIG (A5.9, Ø2)

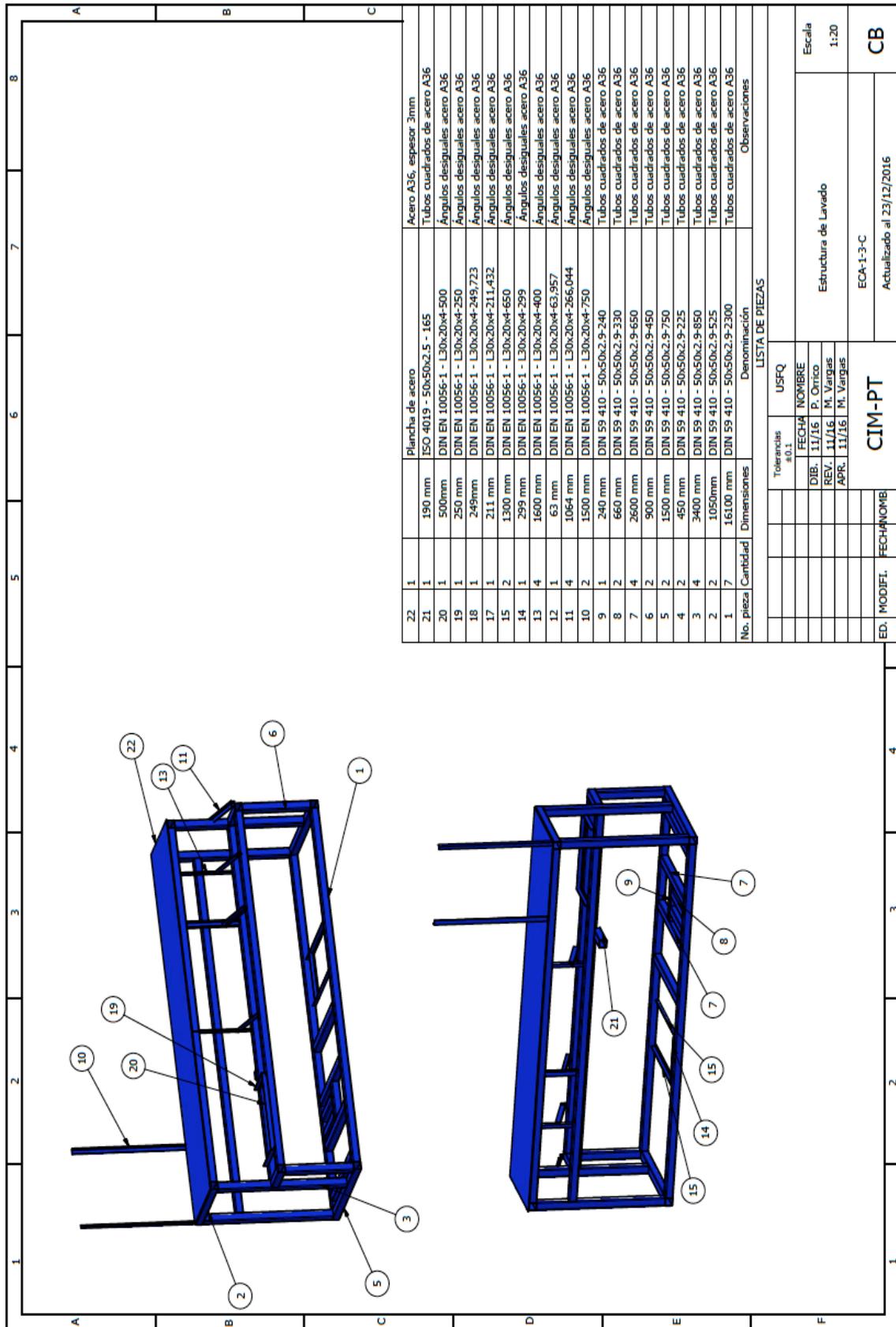
1	1	ISO 50x450x4	Platina de acero inoxidable AISI304
2	2	BISAGRA 2pul-eje 3/8"	Bisagra hembra
3	2	BISAGRA 2pul-eje 3/8"	Bisagra macho
4	1	Mango	Eje 15mm AISI304, ECA-1-8
No. pieza	Cantidad	Denominación	Observaciones

LISTA DE PIEZAS

			Tolerancias ±0.1	USFQ		
			FECHA	NOMBRE		
			DIB. 11/16	P. Orrico	Base Pistón Recorrido	Escala 2:5
			REV. 11/16	M. Vargas		
			APR. 11/16	M. Vargas		
			CIM-PT		ECA-1-6-C	CB
ED.	MODIFI.	FECHA			NOMB	







Lista de Piezas

Tolerancias	USFQ
A 10.3	
FECHA	NOMBRE
DIB. 11/16	P. Onrico
REV. 11/16	Pl. Vargas
APP. 11/16	Pl. Vargas

Estructura de Lavado

ECA-1-3-C

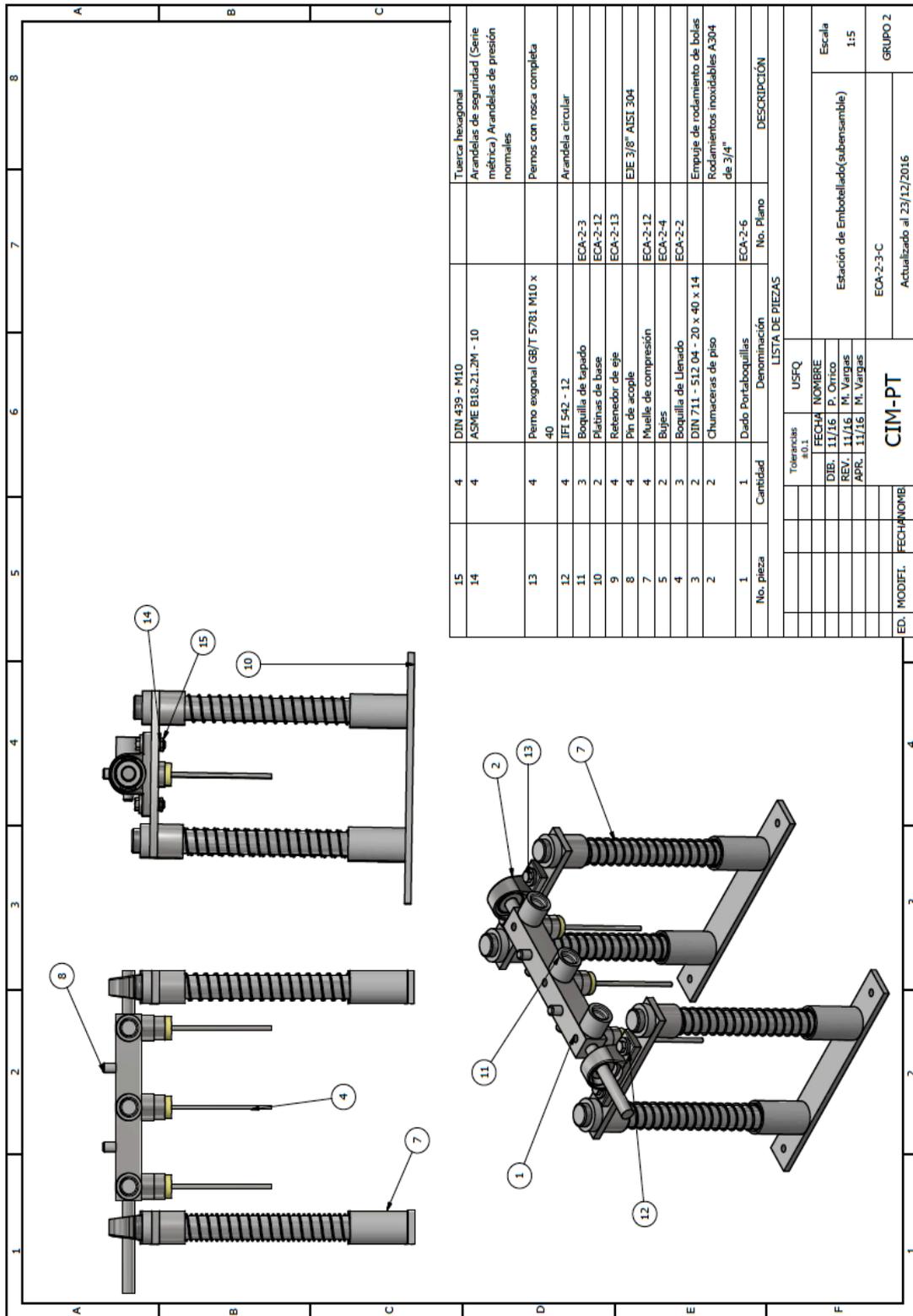
Actualizado al 23/12/2016

CIM-PT

ED. MODIFI. FECHA/NOMB

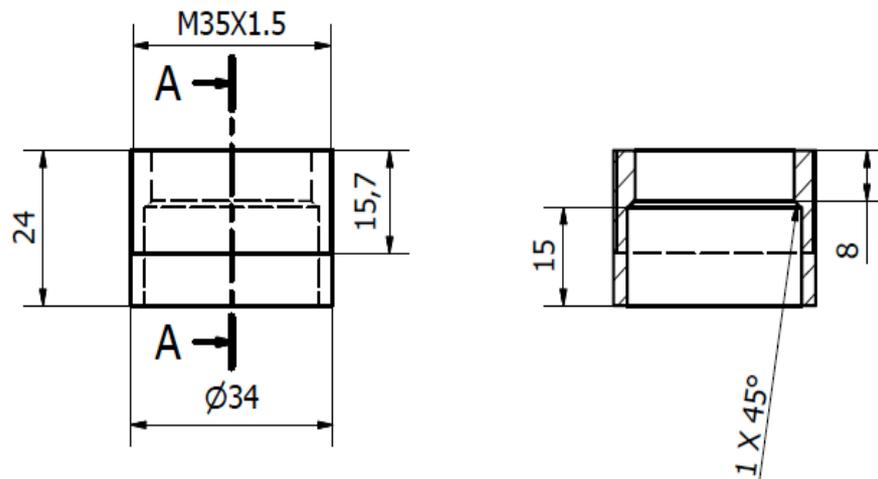
Escala 1:20

CB

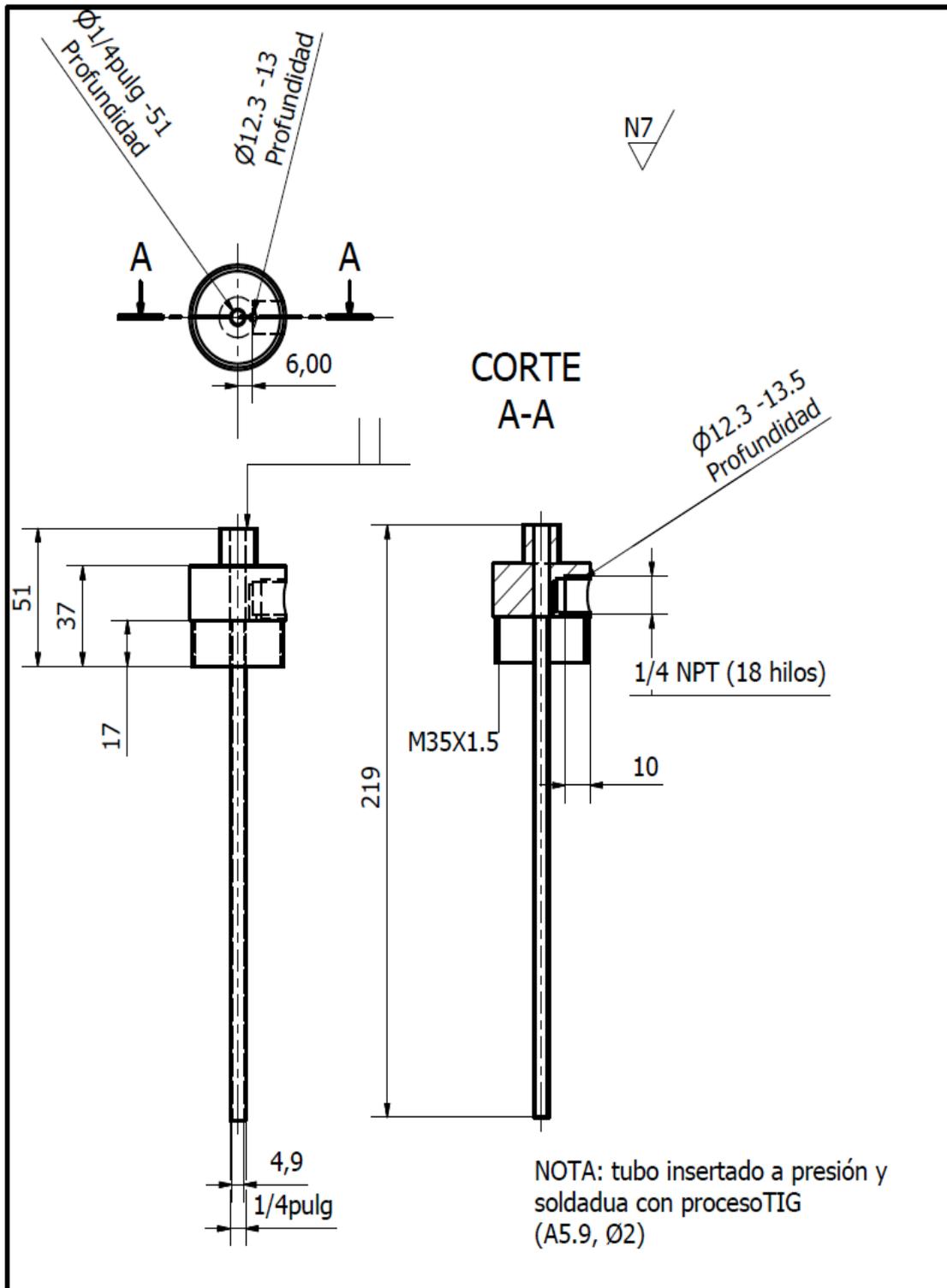


∇ (N7)

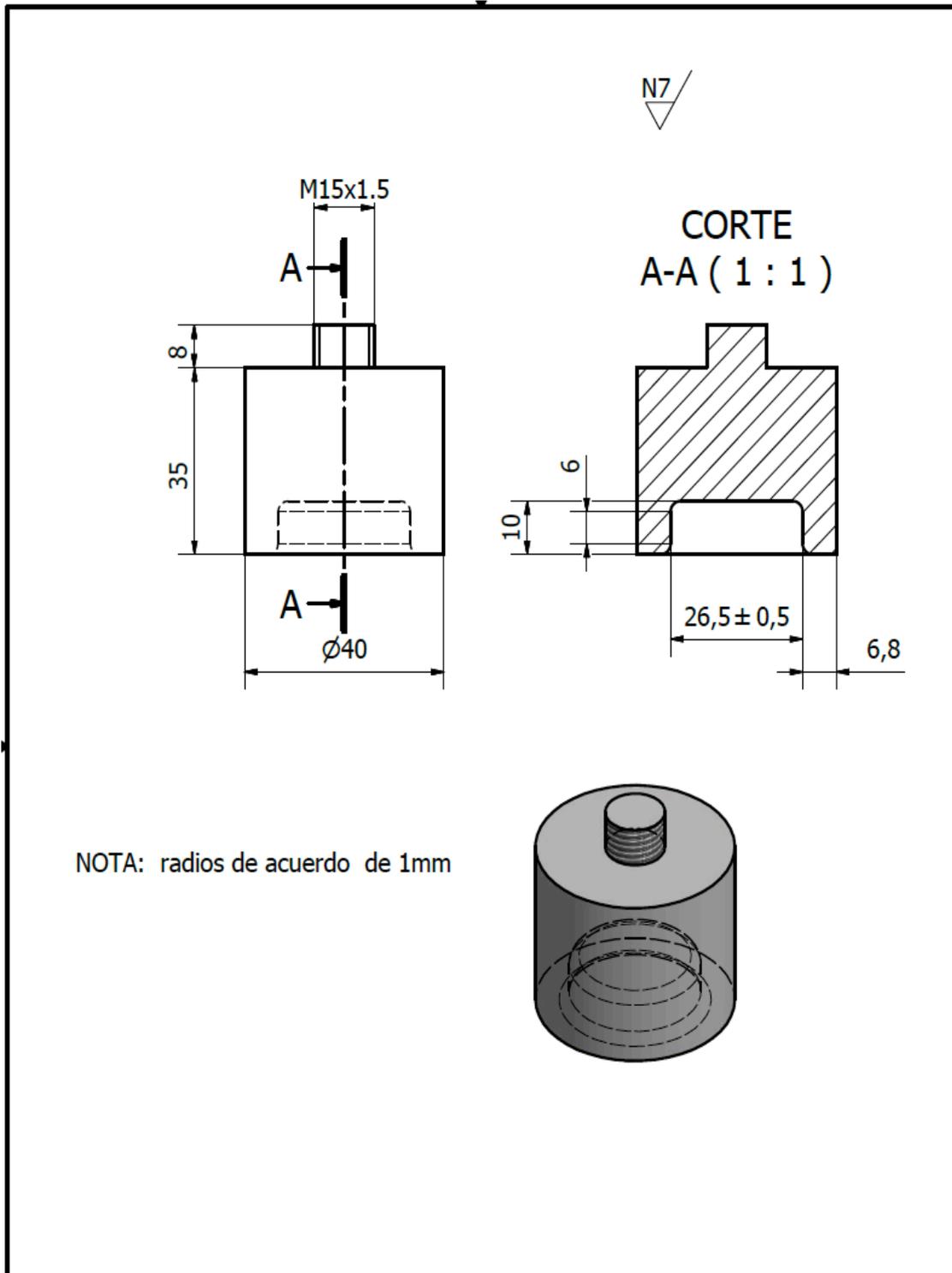
**CORTE
A-A (1 : 1)**



TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO			DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL: Eje de grilón 35mm dia.	TOL. GRAL.	ESCALA 1:1	DIS.	Pablo Orrico
			REV.	Michel Vargas PhD.
Acople de boquillas (llenado)		ECA-2-1	FECHA: 28/11/2016	

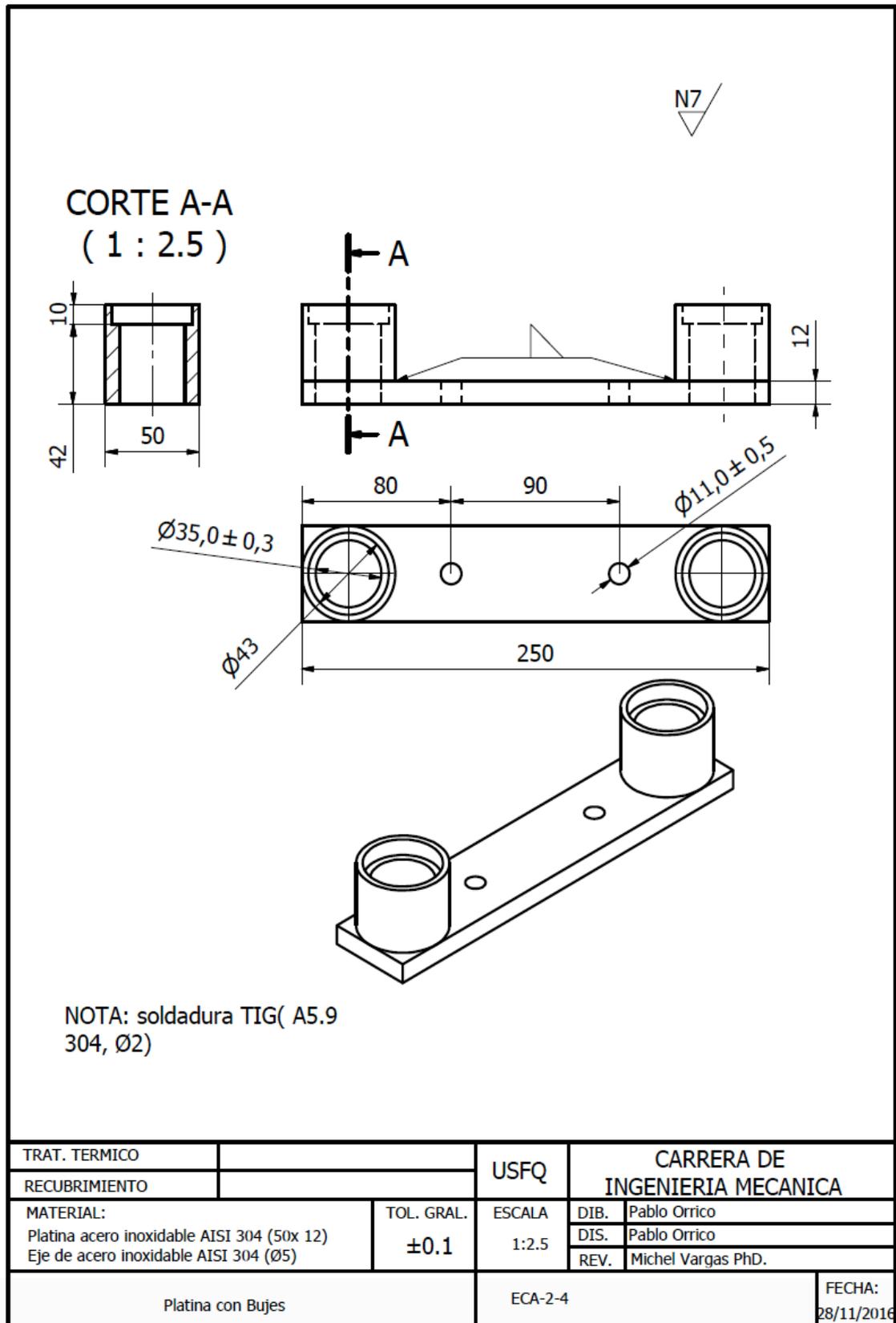


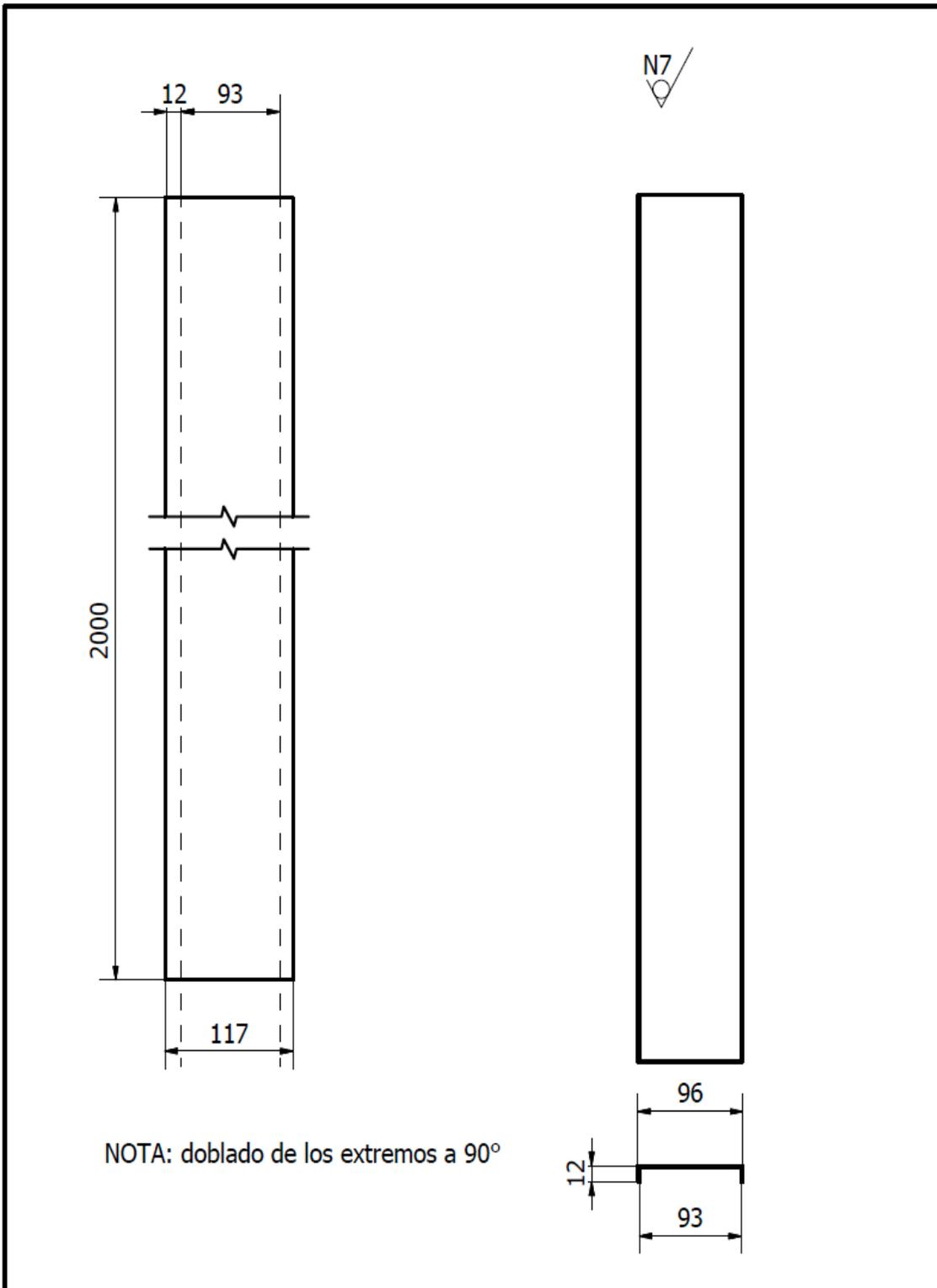
TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO		ESCALA	DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL:	TOL. GRAL.	1:2.5	DIS.	Pablo Orrico
Eje AISI 304 40mm y Tubo AISI 304 1/4pulg	±0.1		REV.	Michel Vargas PhD.
Boquilla de Llenado		ECA-2-2		FECHA: 28/11/2016



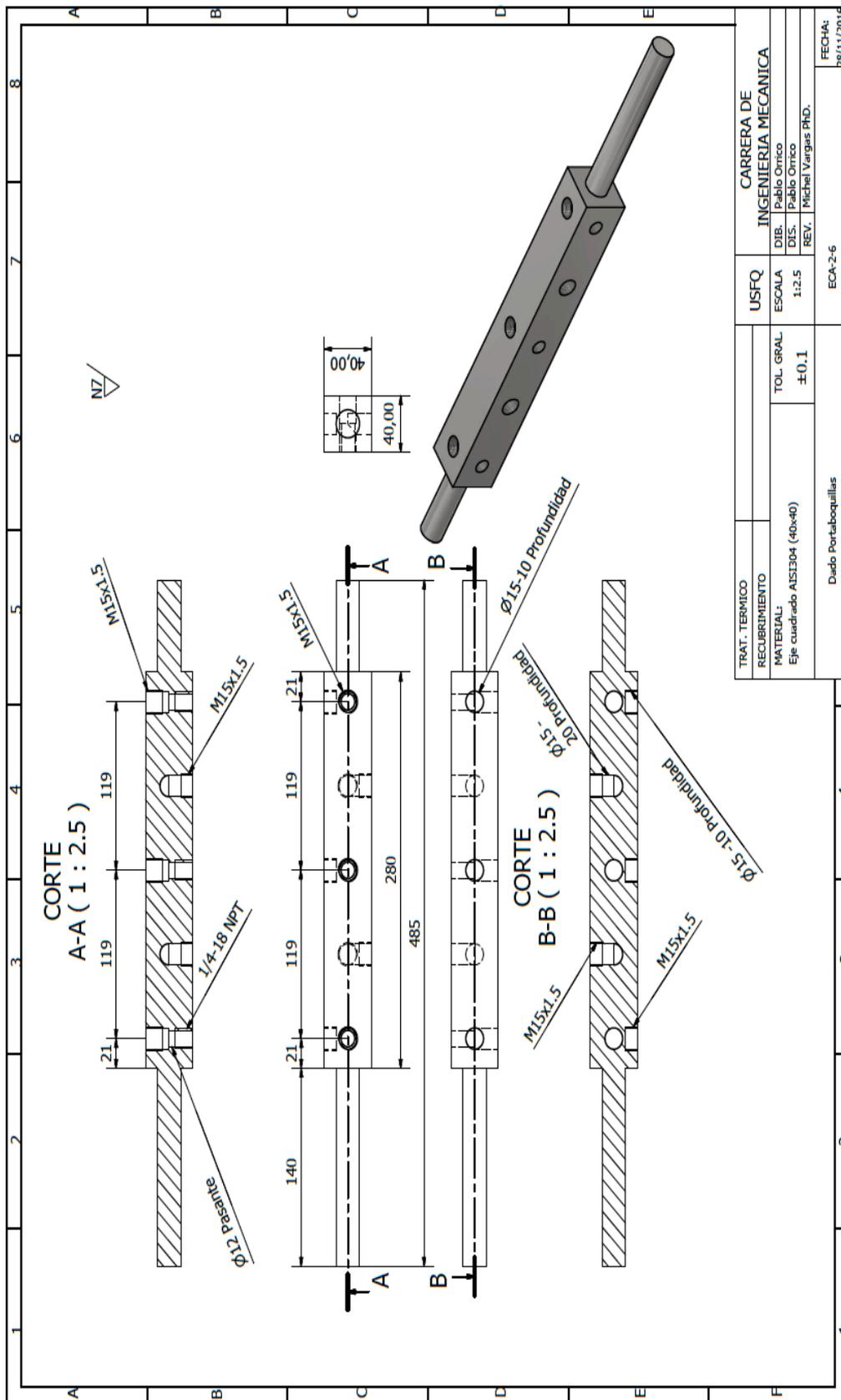
NOTA: radios de acuerdo de 1mm

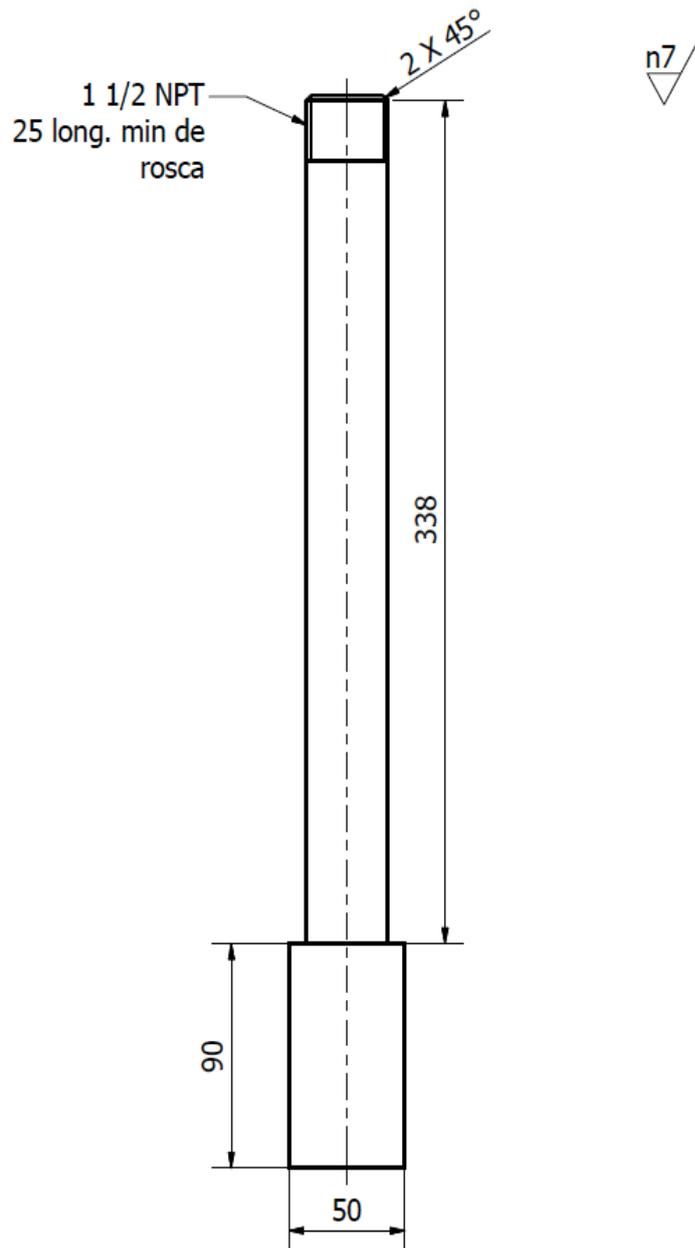
TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA		
RECUBRIMIENTO			DIB.	Pablo Orrico	
MATERIAL: Eje AISI 304 (Ø40)	TOL. GRAL. ±0.1	ESCALA 1:1	DIS.	Pablo Orrico	
			REV.	Michel Vargas PhD.	
			Boquilla de Tapado		ECA-2-3



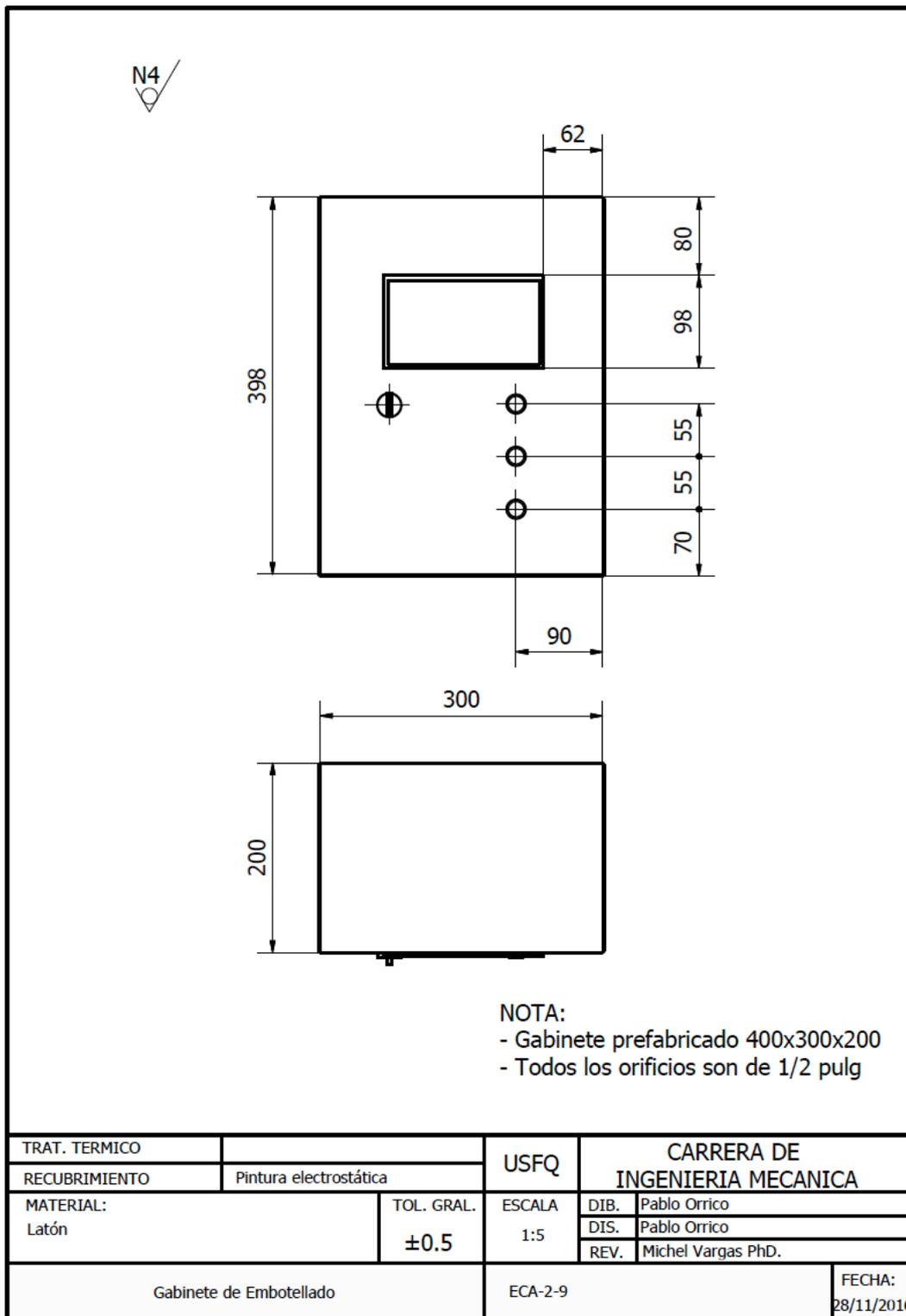


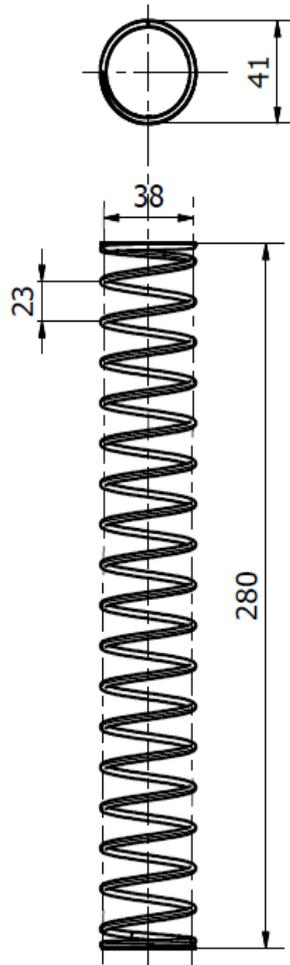
TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO			DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL:	TOL. GRAL.	ESCALA	DIS.	Pablo Orrico
Plancha acero inoxidable AISI 304 (espesor 1.5)	±0.1	1:5	REV.	Michel Vargas PhD.
Correa de Embotellado	ECA-2-5			FECHA: 28/11/2016





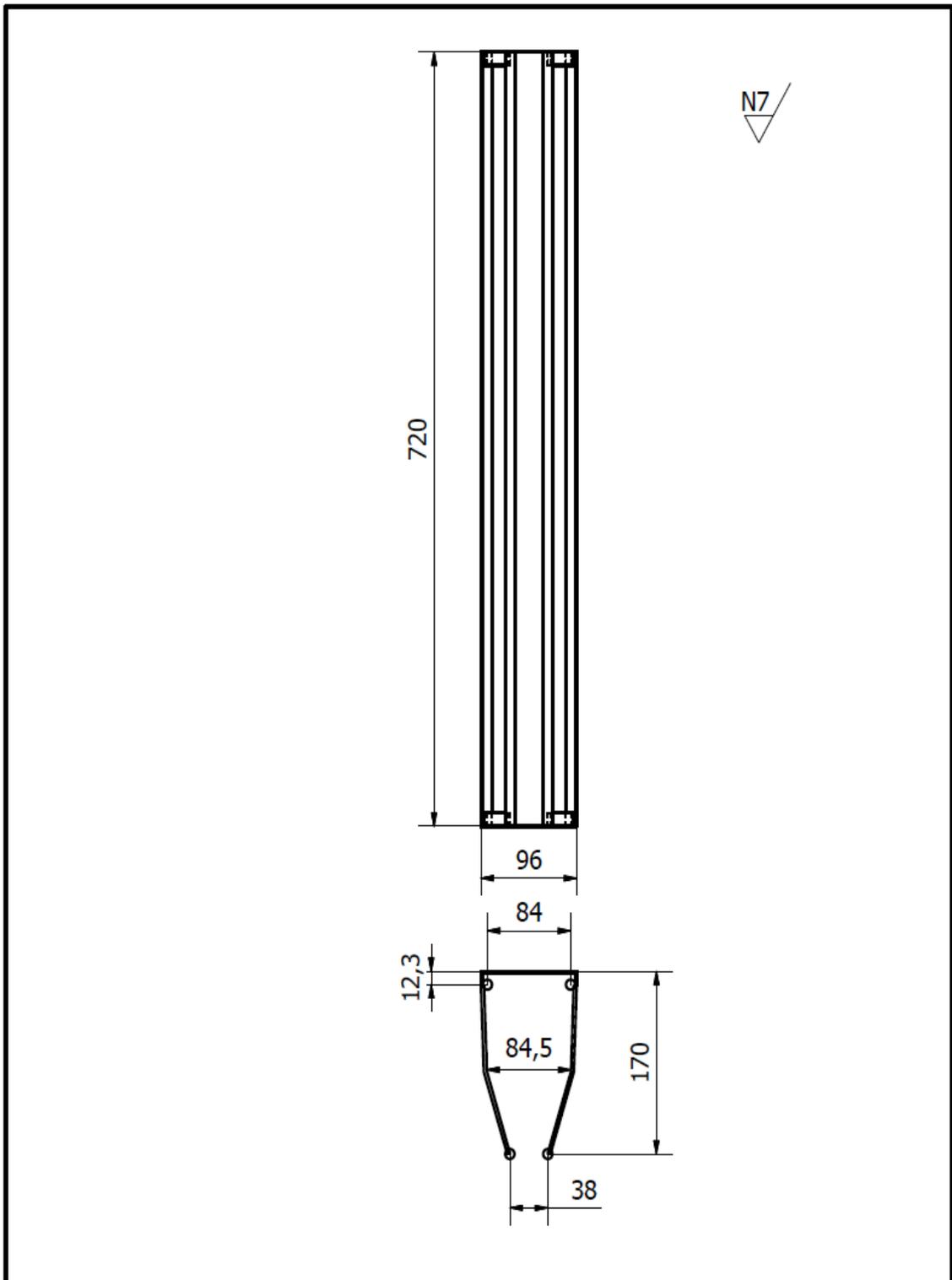
TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO			DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL: Eje AISI 304 (Ø50)	TOL. GRAL. ±0.1	ESCALA 1:2.5	DIS.	Pablo Orrico
			REV.	Michel Vargas PhD.
Eje Interno de Resortes		ECA-2-7	FECHA: 28/11/2016	



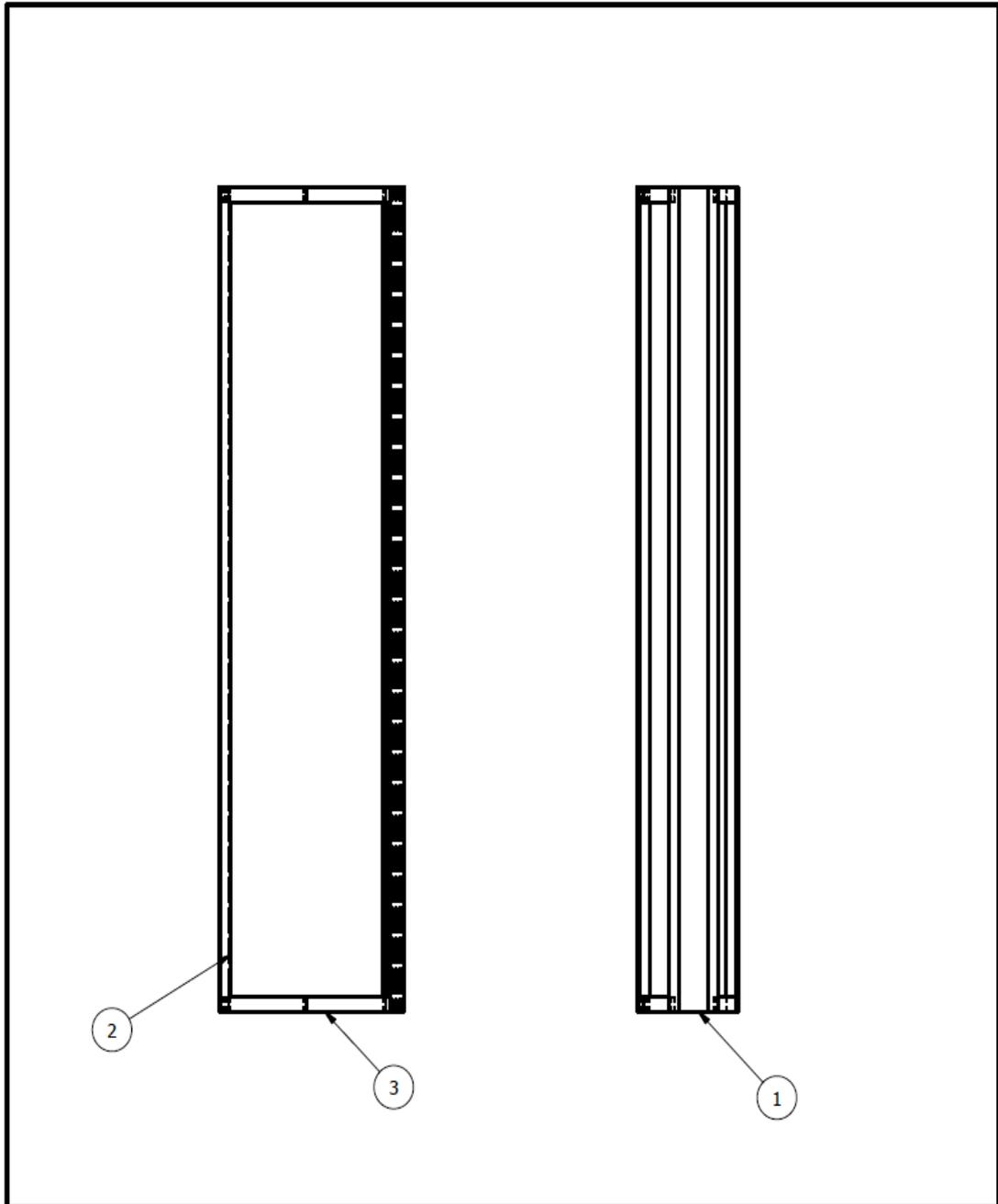


N5

TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO	Revenido			
MATERIAL: Eje AISI 304 (Ø3)	TOL. GRAL. ±0.5	ESCALA 1:2.5	DIB.	Pablo Orrico
			DIS.	Pablo Orrico
			REV.	Michel Vargas PhD.
Muelles de Compresión		ECA-2-10	FECHA: 28/11/2016	

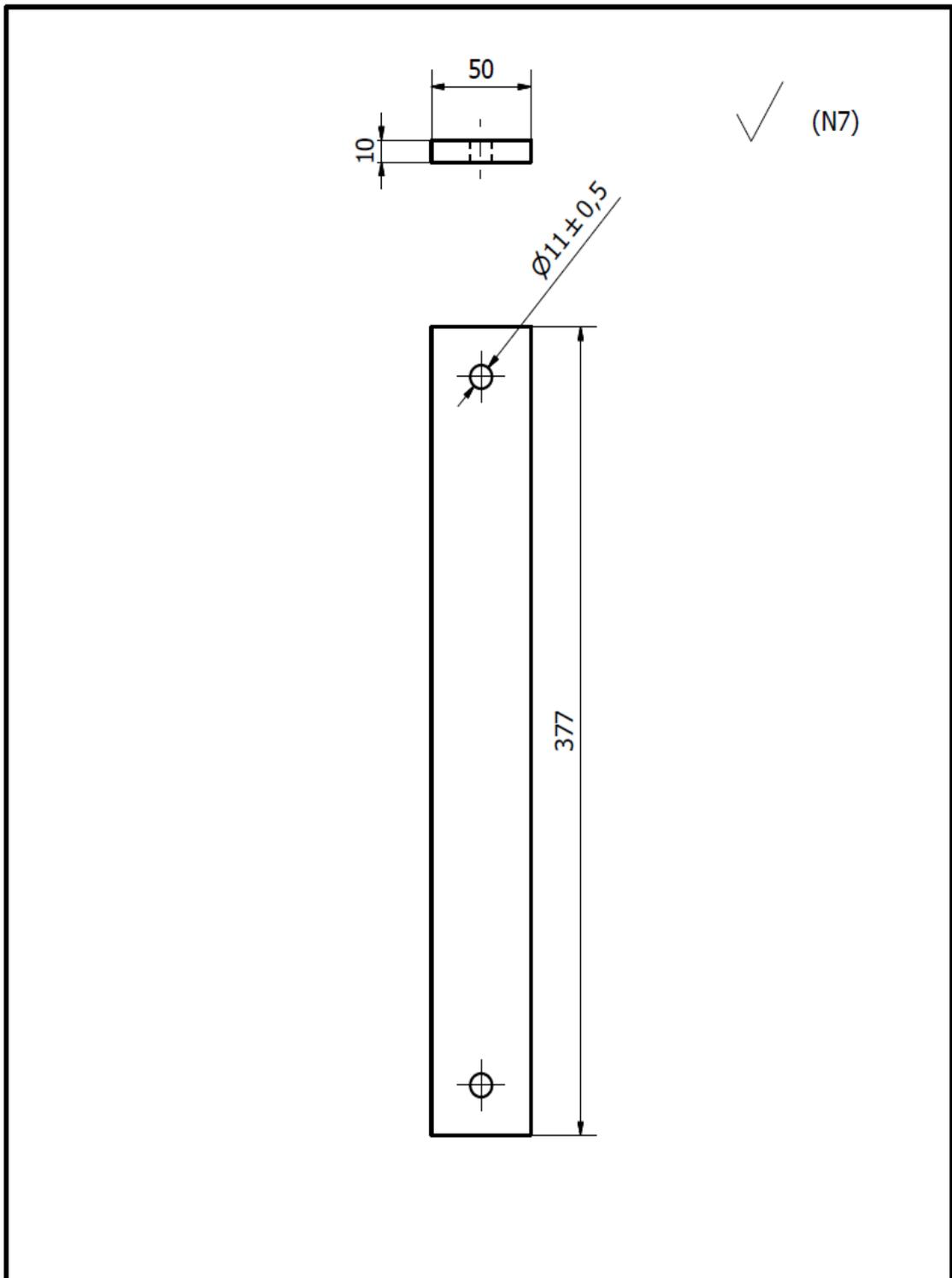


TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO			DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL: Eje AISI 304 3/8" Plancha AISI 304 (espesor: 1,5)	TOL. GRAL. ±0.5	ESCALA 1:5	DIS.	Pablo Orrico
			REV.	Michel Vargas PhD.
Riel de Embotellado		ECA-2-11	FECHA: 28/11/2016	



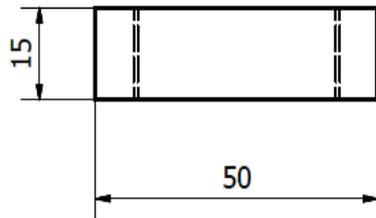
3	4	Apoyo riel		Acero inoxidable AISI 304
2	4	Eje 3/8		Acero inoxidable AISI 304
1	1	Correa de Embotellado	ECA-2-5	
No. pieza	Cantidad	Denominación	No. Plano	Observaciones

LISTA DE PIEZAS				
			Tolerancias ±0.1	USFQ
			FECHA	NOMBRE
			DIB. 11/16	P. Orrico
			REV. 11/16	M. Vargas
			APR. 11/16	M. Vargas
			CIM-PT	ECA-2-5-C
				Actualizado al 23/12/2016
ED.	MODIFI.	FECHA	NOMB	
				Escala 1:5
				CB

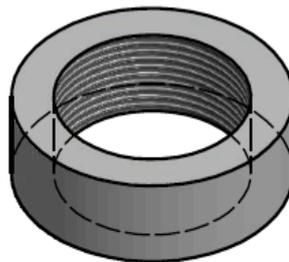


TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO			DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL:	TOL. GRAL.	ESCALA	DIS.	Pablo Orrico
Platina AISI 304 (50x10)	± 0.1	1:2.5	REV.	Michel Vargas PhD.
Base de Estación Embotellado		ECA-2-12	FECHA: 28/11/2016	

✓ (N7)



NOTA: rosca interna completa
M35X1.5



TRAT. TERMICO		USFQ	CARRERA DE INGENIERIA MECANICA	
RECUBRIMIENTO			DIB.	Pablo Orrico
MATERIAL: Eje AISI 304 Ø50	TOL. GRAL. ±0.1	ESCALA 1:1	DIS.	Pablo Orrico
			REV.	Michel Vargas PhD.
Retenedores de Eje		ECA-2-13		FECHA: 28/11/2016

