



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO MECÁNICO

TEMA:

---

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE  
NARANJILLA DE 55 Kg DE CAPACIDAD PARA LA ASOCIACIÓN DE  
NARANJILLA Y FRUTALES AMAZÓNICOS MURIALDO”.

---

AUTOR: Flores Vargas Gonzalo Alfredo

TUTOR: Ing. Mg. Jorge Guamanquispe

AMBATO – ECUADOR

2018

## CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE NARANJILLA DE 55 Kg DE CAPACIDAD PARA LA ASOCIACIÓN DE NARANJILLA Y FRUTALES AMAZÓNICOS MURIALDO”. Elaborado por el Sr. Flores Vargas Gonzalo Alfredo, estudiante de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Certifico:

- ✓ Que la presente tesis es original de su autor
- ✓ Ha sido revisada en cada uno de sus CAPÍTULOS
- ✓ Esta concluida y puede continuar con el trámite correspondiente

Ambato, febrero 2018

El TUTOR

.....  
Ing. Mg. Jorge Patricio Guamanquispe Toasa

C.I.: 1802039485

## AUTORÍA DE TESIS

Yo, Flores Vargas Gonzalo Alfredo, con C.I. 1600513969 declaro que los contenidos del estudio, resultados obtenidos y expuestos en el presente trabajo de investigación con el tema: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE NARANJILLA DE 55 Kg DE CAPACIDAD PARA LA ASOCIACIÓN DE NARANJILLA Y FRUTALES AMAZÓNICOS MURIALDO”, son absolutamente originales, auténticos y personales; con la excepción de la referencia bibliográfica que contiene este texto.

Los criterios desarrollados en el trabajo de investigación, así como ideas análisis, opiniones de resultados obtenidos, conclusiones, recomendaciones y soluciones aplicadas son de responsabilidad exclusiva de mi persona, como autor del presente proyecto.

Ambato, febrero 2018

El AUTOR

.....

Flores Vargas Gonzalo Alfredo

CI: 1600513962

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que se haga de este Proyecto Técnico o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y proceso de investigación, según las normas de la institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2018

EL AUTOR

.....

Flores Vargas Gonzalo Alfredo

CI: 1600513962

## DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado primeramente a Dios, por brindarme salud y poder tener con vida a toda mi familia eso para mí significa una alegría inmensa.

A mi madre persona que fue el motor de mi vida y a la cual amo mucho en esta vida y que gracias a sus concejos y enseñanzas me guiaron por un buen camino para ser una persona de bien. A mi padre, ser que respeto gracias por todo y por la paciencia que me tuviste, porque son ellos que siempre me aconsejaban que siga adelante y no me rindiera a pesar de los obstáculos que existen en la vida.

Flores Vargas Gonzalo

## AGRADECIMIENTO

Agradezco esencialmente a Dios por la vida, la salud diaria que nos brinda para superarnos cada día.

A la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por abrirme las puertas de su institución y así lograr las metas que me propuse y a los docentes de la carrera de Ingeniería Mecánica por todos sus conocimientos para poder desarrollarlos en el proyecto y que me servirá en el campo laboral.

A todas las personas que aportaron de una u otra forma para que esta Investigación culmine con éxito.

Flores Vargas Gonzalo

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Páginas preliminares	N.º página
Portada.....	I
Certificación del tutor .....	II
Autoría de tesis.....	III
Derechos de autor.....	IV
Dedicatoria .....	V
Agradecimiento .....	VI
Índice de figuras .....	X
Índice de tablas.....	XII
Resumen ejecutivo .....	XIII
Executive summary.....	XIV
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA .....	1
1.1 Tema.....	1
1.2 Justificación.....	1
1.3 Objetivos .....	2
1.3.1 Objetivo General .....	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
CAPÍTULO II .....	3
FUNDAMENTACIÓN.....	3
2.1 Investigaciones previas .....	3

2.2	Fundamentación legal .....	7
2.2.1	Norma Técnica Ecuatoriana Frutas frescas.....	7
2.3	Fundamentación teórica .....	7
2.3.1	Características Intrínsecas de la Naranja.....	7
2.3.2	Cosecha .....	8
2.3.3	Aspectos del Lavado de la Naranja.....	9
2.3.4	Métodos de Limpieza empleada a la naranja.....	10
2.3.5	Limpieza en seco de la naranja .....	10
2.3.6	Limpieza en húmedo de la naranja .....	13
	CAPÍTULO III.....	17
	DISEÑO DEL PROYECTO .....	17
3.1	Determinación de parámetros de diseño .....	17
3.1.1	Parámetros del producto.....	18
3.1.2	Parámetros funcionales .....	19
3.2	Selección de alternativas .....	19
3.2.1	Selección del mecanismo para lavado de la naranja.....	21
3.2.2	Verificación de las dimensiones principales .....	30
3.3	Diseño metodología .....	30
3.3.1	Esquema de diseño.....	30
3.4	Diseño de la máquina lavadora de naranja .....	31
3.4.1	Estudio para determinar el tipo de cepillo.....	31



3.4.2	Partes del cepillo circular .....	34
3.4.3	Dimensionamiento de la fibra .....	35
3.4.4	Dimensionamiento del cuerpo del cepillo.....	35
3.4.5	Fuerza de fregado con el cepillo seleccionado.....	36
3.4.6	Cálculo de la potencia del motor para el sistema de cepillos.....	37
3.4.7	Cálculo del eje de acople para el cepillo .....	39
3.4.8	Cálculo del rodamiento .....	43
3.5	Selección del soporte del rodamiento .....	48
3.5.1	Selección de la cadena del motor al eje. ....	48
3.6	Selección de la cadena .....	50
3.6.1	Cálculo de la longitud de la cadena.....	50
3.6.2	Selección de la cadena del sistema de transmisión de eje a eje. ....	54
3.6.3	Cálculo de la longitud de la cadena de eje a eje.....	55
3.6.4	Selección de rueda dentada para la cadena. ....	58
3.7	Diseño de bocines .....	59
3.7.1	Selección del aspersor de la lavadora.....	61
3.7.2	Cálculo del caudal y pérdidas de energía.....	63
3.7.3	Selección de la válvula de verificación .....	65
3.7.4	Cálculo de pérdidas por accesorios .....	67
3.7.5	Diseño del tanque de almacenamiento del agua .....	68
3.7.6	Espesor de pared .....	68

3.8	Tolva de recolección del agua después del proceso de lavado. ....	69
3.9	Diseño de paredes laterales para la máquina lavadora.....	73
3.9.1	Cálculo del espesor de las paredes laterales de la máquina. ....	74
3.9.2	Selección de la placa de sujeción.....	75
3.10	Diseño de la estructura metálica de soporte.....	78
3.11	Diseño de la soldadura.....	81
3.12	Selección de la tapa de la cadena y catarinas de la máquina.....	84
3.13	diseño del perno.....	84
3.14	Manual de mantenimiento.....	87
3.14.1	Riesgos y medidas preventivas. ....	87
3.14.2	Riesgos ergonómicos. ....	87
3.14.3	Riesgos de atrapamiento. ....	87
3.14.4	Riesgos de corte. ....	89
3.14.5	Riesgos eléctricos.....	88
3.15	Presupuesto.....	89
3.16	Costo de fabricación de la máquina lavadora.....	89
3.17	Costos directos. ....	90
3.17.1	Costo de Materiales.....	90
3.18	Costo de operación de máquinas-herramientas.....	91
3.18.1	Costos de Montaje.....	91
3.18.2	Costo directo total. ....	92

3.19 Esquema del proceso de construcción de la máquina.....	92
CAPÍTULO IV.....	94
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	94
4.1 Conclusiones .....	94
4.2 Recomendaciones.....	95
BIBLIOGRAFÍA .....	96
ANEXOS .....	98
Anexo A: Selección del cepillo giratorio .....	99
Anexo B: Propiedades del eje acero inoxidable AISI 304L .....	100
Anexo C: Selección del eje de acero inoxidable.....	101
Anexo D: Selección del rodamiento FAG .....	102
Anexo D1: Selección del soporte FAG .....	103
Anexo E: Selección del factor de servicio para cadena .....	104
Anexo E1: Selección del paso de cadena de rodillos.....	105
Anexo E2: Selección de cadena de rodillos .....	106
Anexo F: Selección de las catarinas de la cadena de rodillos .....	107
Anexo G: Aspersor boquilla de pulverización.....	108
Anexo G1: Selección de la boquilla de aspersion.....	109
Anexo H: Selección bomba centrifuga .....	110
Anexo I: Plancha de acero inoxidable AISI 304.....	111
Anexo J: Espesor de pared de tanque rectangular.....	112

Anexo J1: Selección del valor alfa para tanque rectangular .....	113
Anexo k: Capacidad de volumen en tolvas .....	114
Anexo L: Coeficiente k para placas rectangulares .....	115
Anexo M: Tubo cuadrado acero inoxidable 40x40x4mm .....	116
Anexo N: Carga distribuida .....	117
Anexo O: Esfuerzo permisible del perno .....	118
Anexo P: Propiedades de electrodo de soldadura .....	119
Anexo Q: Proceso de construcción .....	120
PLANOS .....	123

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Selección de la naranjilla [14] .....	9
Figura 2: Limpieza utilizando costales ralos [14] .....	11
Figura 3: Limpieza en Zaranda [14].....	11
Figura 4: Tamiz vibratorio de lecho plano para la limpieza de frutas [15].....	12
Figura 5: Tina de lavado por inmersión para frutas y hortalizas [15].....	14
Figura 6: Tambor rotatorio para lavado por aspersion de frutas [15] .....	16
Figura 7: Lavadora por aspersion con cepillos rotatorios para frutas [15] .....	16
Figura 8: Diámetro de la naranjilla .....	17
Figura 9: Esquema lavadora tipo cilindro con aspersores de agua [15].....	21
Figura 10: Lavadora por aspersion con cepillos rotatorios. [15] .....	23
Figura 11: Esquema de lavadora de cepillos con tanque sumergido [15].....	25
Figura 12: Flujograma del diseño de la lavadora .....	31
Figura 13: Tipos de cepillos .....	32
Figura 14: Cepillo de nylon .....	34
Figura 15: Distribución de rodillos para lavar naranjilla .....	36
Figura 16: Fuerza de fricción entre la naranjilla y cepillo de fibra de nylon. ....	36
Figura 17: Esquema cepillo naranjilla.....	38
Figura 18: Caso critico cepillo naranjilla .....	39
Figura 19: Cepillo de fibra de nylon. ....	39
Figura 20: Esfuerzo cortante del eje.....	42

Figura 21: Esfuerzo de Von Mises.....	42
Figura 22: Factor de seguridad del eje .....	43
Figura 23: Diagrama de cuerpo libre del eje.....	43
Figura 24: Factor de probabilidad de fallo [17] .....	45
Figura 25: Viscosidad relativa $\nu_1$ [17].....	46
Figura 26: Viscosidad relativa $\nu_1$ [17].....	46
Figura 27: Factor básico $a_{23II}$ para la determinación del factor $a_{23}$ [17].....	47
Figura 28: Esquema piñón y cadena. [18].....	49
Figura 29: Esquema de la cadena de transmisión [19].....	49
Figura 30: Esquema de la transmisión por cadena de la máquina. ....	50
Figura 31. Velocidades máximas de cadenas [19] .....	52
Figura 32: Características técnicas para cadena simple de rodillos [19] .....	53
Figura 33: Piñones - cadena de transmisión [20].....	54
Figura 34. Velocidades máximas de cadenas [19] .....	56
Figura 35: Características técnicas para cadena simple de rodillos .....	57
Figura 36: Tipos de ruedas dentadas para cadena. [21] .....	58
Figura 37: Esquema de bocín 1 .....	59
Figura 38: Esquema bocín 2.....	60
Figura 39: Aspersores de boquilla. [22].....	62
Figura 40: Distribución de los aspersores en la máquina.....	63
Figura 41: Esquema de lavado por aspersión.....	64

Figura 42: Conexión tanque tubería.....	65
Figura 43: Coeficientes de Resistencia de Entradas [23].....	65
Figura 44: Coeficientes de Resistencia de Válvulas y Acoplamientos [23] .....	66
Figura 45: Factor de Fricción. [23] .....	66
Figura 46: Factor de Fricción. [23] .....	67
Figura 47: Geometría del tanque.....	68
Figura 48: Geometría para recoger el agua .....	70
Figura 49: Tolva rectangular .....	70
Figura 50: Carga sobre la pared de la tolva.....	72
Figura 51: Esquema paredes laterales de la máquina lavadora de naranjilla.....	73
Figura 52: Placa de sujeción. ....	75
Figura 53: Sistema de anclaje de la máquina. ....	76
Figura 54: Esfuerzo de Von Mises.....	77
Figura 55: Factor de seguridad.....	78
Figura 56: Recomendaciones de alturas de trabajo.....	78
Figura 57: Esquema de las fuerzas sobre la bancada .....	79
Figura 58: Análisis de estructura tensión axial y de flexión .....	81
Figura 59: Factor de seguridad.....	81
Figura 60: Esquema de la soldadura [7].....	82
Figura 59: Área de garganta [7] .....	83
Figura 62: Esfuerzos permisibles según el tipo de carga. [18] .....	83

Figura 63: Tapa de elementos motrices .....	84
Figura 64: Sujeción de placas de la máquina .....	84
Figura 65: Esquema de construcción. ....	93



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros del producto .....	18
Tabla 2: Criterios de comparación y códigos de equivalencia.....	20
Tabla 3: Evaluación de la mejor alternativa.....	21
Tabla 4: Comparativa de alternativas.....	27
Tabla 5: Criterio de Comparación.....	28
Tabla 6: Valoración de las alternativas. ....	29
Tabla 7: Ensayo de lavado con cepillo de fibras suaves y flexibles .....	32
Tabla 8: Ensayo de lavado del cepillo de fibras duras y agresivas .....	33
Tabla 9: Ensayo de lavado de cepillo de fibras semiduras no agresivas.....	33
Tabla 10: Resumen de resultados de ensayos de lavado.....	34
Tabla 11: Pruebas de medición de fuerza de rozamiento.....	37
Tabla 12: Peso de los componentes que soportan la bancada.....	79
Tabla 13: Esfuerzos permisibles de las soldaduras .....	83
Tabla 14: Cronograma de mantenimiento.....	88
Tabla 15: Costo de materiales .....	90
Tabla 16: Costo de maquinado y mano de obra.....	91
Tabla 17: Costo de montaje .....	92
Tabla 18: Costo total.....	92

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**

**CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE NARANJILLA DE 55 Kg DE CAPACIDAD PARA LA ASOCIACIÓN DE NARANJILLA Y FRUTALES AMAZÓNICOS MURIALDO”.

AUTOR: Flores Vargas Gonzalo Alfredo

Tutor: Ing. Mg. Jorge Patricio Guamanquispe Toasa

Fecha: febrero del 2018

**RESUMEN EJECUTIVO**

En la presente propuesta tecnológica, se realizó el diseño y construcción de una máquina lavadora de naranjilla para el sector agricultor, la cual tiene como objetivo desprender restos de tierra, insectos y otros elementos extraños, de una forma eficiente y segura, la máquina tiene la capacidad de limpiar 55 Kg/h. En el estudio bibliográfico realizado de la limpieza de la naranjilla, se encontró que lo efectúan manualmente en la empresa Murialdo de la provincia de Pastaza, debido a esto, se realizó una investigación de la morfología de la naranjilla para poder implementar un tipo de limpieza mecánica. Para un diseño mecánico óptimo se tomó la metodología de diseño que son: análisis, síntesis, simulación, evaluación y decisión. Se seleccionó la mejor alternativa para su construcción. Se diseñaron los elementos mecánicos y eléctricos de la máquina con principios básicos de ingeniería, para luego ser validados con software de simulación como Solidworks. Se realizó pruebas de la calidad superficial de la naranjilla verificando que no ocurre ningún cambio morfológico en sus propiedades físicas, el rendimiento de la máquina es de más de 55kgs/h dependiendo del tamaño de la Naranjilla, está construida en acero inoxidable cumpliendo con la norma para el procesamiento de alimentos, siendo la naranjilla de calidad y óptima para la comercialización y consumo.

**Palabras claves:** naranjilla, agrícola, inoxidable, limpieza, diseño, lavado, optima alternativa, propiedades, calidad, físicas.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO**  
**FACULTY OF CIVIL AND MECHANICAL ENGINEERING**  
**MECHANICAL ENGINEERING CAREER**

"DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN ORANGE WASHING MACHINE OF  
55 Kg CAPACITY FOR THE ASSOCIATION OF NARANJILLA AND  
FRUITALES AMAZÓNICOS MURIALDO".

AUTHOR: Flores Vargas Gonzalo Alfredo

Tutor: Ing. Mg. Jorge Patricio Guamanquispe Toasa

Date: February 2018

**EXECUTIVE SUMMARY**

In the present technological proposal, the design and construction of a naranjilla washing machine was carried out for the farmer sector, which aims to remove soil, insects and other foreign elements, in an efficient and safe way, the machine has the ability to clean 55 Kg / h. In the bibliographic study carried out on the cleaning of the naranjilla, it was found that it was done manually in the company Murialdo of the province of Pastaza, due to this, an investigation of the morphology of the naranjilla was carried out in order to implement a type of mechanical cleaning . For an optimal mechanical design, the design methodology was taken: analysis, synthesis, simulation, evaluation and decision. The best alternative for its construction was selected. The mechanical and electrical elements of the machine were designed with basic engineering principles, and then validated with simulation software such as Solidworks. Tests were carried out on the surface quality of the naranjilla, verifying that no morphological change occurs in its physical properties, the machine's performance is more than 55kgs / h depending on the size of the Naranjilla, it is built in stainless steel complying with the norm for the processing of food, being the quality naranjilla and optimal for commercialization and consumption.

**Keywords:** naranjilla, agricultural, stainless, cleaning, design, washing, optimal alternative, properties, quality, physical.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 TEMA**

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE NARANJILLA DE 55 Kg DE CAPACIDAD PARA LA ASOCIACIÓN DE NARANJILLA Y FRUTALES AMAZÓNICOS MURIALDO”.

#### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

En el Ecuador existe una gran demanda de producción de naranjilla y un creciente mercado de exportación de ahí surge la idea de plantear el diseño y construcción de una máquina lavadora de naranjilla la cual será un equipo industrial que agilizará el proceso de lavado disminuyendo los tiempos de lavado a mano y aumentando la producción, para así beneficiar al pequeño agro industrial de nuestras zonas frutícolas.

Las empresas de hoy en día están destinadas a desenvolverse en un mundo cada vez más competitivo que las obliga a adoptar nuevos modelos y estrategias industriales que resuelvan problemas relacionados con el manejo de la marca, canales de distribución de productos, certificaciones de calidad, altos costos de producción, deficiencias en los procesos y la existencia de inventarios para satisfacer las inestabilidades de la demanda, entre otros.

El desarrollo frutícola en nuestro país debe estar sustentado tanto en un aporte importante de innovación tecnológica, como en la identificación y control de los costos de producción, transformación y comercialización, siempre en beneficio de la industria. En la actualidad la innovación tecnológica permite obtener productos de elevada calidad y eficiencia, por esta razón los productos que se produzcan en el

país deben contar con los requerimientos y normativas para así garantizar la calidad del producto tanto en el mercado nacional como internacional.

Al plantear la solución del problema el ingeniero debe desarrollar un producto que pueda competir con los de otro fabricante en nivel tecnológico.

Es factible porque en el país se cuenta con la NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2 303:2009 donde se clasifica la naranjilla y se determina por el diámetro en mm de la sección ecuatorial de la fruta, la longitud en mm y la masa en gr, lo cual ayuda en el diseño y construcción de la máquina lavadora de naranjilla, que permite incrementar la producción/comercialización de naranjilla en un menor tiempo. [1].

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

- Diseñar y construir una máquina lavadora de naranjilla de 55 kg de capacidad para la asociación de naranjilla y frutales amazónicos Murialdo (AFNAFAM).

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las características intrínsecas de la naranjilla, que intervienen en el lavado de las mismas.
- Elegir un mecanismo para llevar a cabo el proceso de lavado de la naranjilla.
- Realizar pruebas de funcionamiento de la lavadora de naranjillas.
- Implementar la lavadora en la empresa AFNAFAM.

## **CAPÍTULO II**

### **FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1 INVESTIGACIONES PREVIAS**

De las investigaciones consultadas se encontró Peter D. Petracek en el año 2017 con el tema of Citrus Fruit to High-pressure Washing donde se determina el efecto del lavado a alta presión sobre la morfología superficial y la fisiología de los cítricos, como la toronja, naranjas y tangelos. Se lavaron sobre un lecho de cepillo de rodillos y bajo un sistema de pulverización de agua en la cual se varió la presión del agua y fueron las siguientes variaciones: lavado de las frutas durante 10 segundos bajo presión convencional de agua baja (345 kPa en la boquilla de cono) no tuvo ningún efecto en la integridad del fruto y poco efecto sobre la estructura fina de cera de la cáscara eliminando casi en su totalidad los desechos incrustados en el mismo. [2]

Otro trabajo de investigación fue realizado por Steven Pao and Craig L. Davis con el tema Journal of food Protection en el año 2007 donde concluye que los ensayos que se llevaron a cabo con agua caliente y productos químicos para sanear las naranjas contaminadas con microflora natural o inoculadas con *Escherichia coli*. También se evaluaron las cargas microbianas y la calidad sensorial del jugo fresco extraído de fruta calentada en la superficie, por lo cual la *Escherichia coli* en las superficies de la fruta se redujo por agua caliente o tratamientos químicos, se logró una reducción estimada de (5 mg de *E. coli*) sumergiendo el fruto inoculado en agua caliente a 80 °C durante 1 min o 70 °C durante 2 min. Inmersión de la fruta inoculada en varias soluciones químicas a aproximadamente 30 °C durante 8 minutos sólo redujo (1,8 a 3,1 mg de *E. coli*) en la superficie de la fruta. En general, tanto el agua caliente como los tratamientos químicos fueron menos efectivos al eliminar la microflora del área de la cicatriz del tallo. Las inmersiones rápidas de

agua caliente a 80 °C durante 1 min y 70 °C durante 2 min redujeron las cargas microbianas de la superficie de la fruta y del zumo inicial sin alterar la calidad sensorial original del jugo fresco. [3]

También la investigación de Lana R. Fukumoto; Peter M. Toivonen con el tema *Journal of Agricultural and Food Chemistry* en el año 2007 concluyó que a distintas localizaciones anatómicas fue introducida la lechuga, siendo lavada en agua fría (4°C) y caliente (47 °C) con o sin cloro para evaluar su propensión a la decoloración durante el almacenamiento. El método espectrofotométrico utilizando catecol como sustrato), peroxidasa (POD, sustrato de guayacol) y fenilalanina, en el tejido fotosintético y vascular de las hojas externa e interna. [4]

Según Saghir Ahmed Sheikh, Aasia Akbar Panhwar en su publicación *Methods for removal of pesticide residues in onion* en el año 2016, determina que el lavado de la cebolla mediante la aplicación de métodos como el lavado sencillo redujeron los residuos de plaguicidas hasta el nivel de 34,65%. Considerando que el lavado con una solución detergente hubo una reducción de los residuos hasta el nivel de 80,59%. Los residuos de plaguicidas se mantienen en los alimentos, posteriores a la recolección y tienen un efecto venenoso sobre la salud humana. Por lo tanto, es necesario buscar el método más barato y mejor que se puede adoptar para la limpieza de las superficies del alimento en el procesamiento para la distribución del mismo, por lo tanto, el resultado mostrado en el lavado con solución de NaCl mostró una mayor reducción de residuos en comparación con el agua del grifo, en esta investigación por lo cual nos dará también parámetros de utilización de métodos de desinfección de bacterias en la naranjilla. [5]

Por otro lado, Tapia, Gutiérrez Pacheco, Vazquez Armenta realizó una investigación con el tema *Food Science and Technology* en el año 2015 donde analizó el lavado con desinfectantes, introducidos en el agua que a su vez sirve como fuente de contaminación cruzada cuando se reutiliza el agua para el lavado puede resultar en la construcción de cargas microbianas si no se maneja adecuadamente. La importancia de la calidad del agua usada para el lavado necesita ser aplicada y los desinfectantes podrían ser usados para mantener la calidad del

agua. Esto puede prevenir la contaminación cruzada y el deterioro microbiano del producto final. En general, se podría suponer que la acción limpiadora del lavado elimina los microorganismos separándolos de los productos y el agente desinfectante los elimina matando todo tipo de bacterias. [6]

En la investigación realizada por Bozena Lozowicka, Magdalena Jankowska, Izabela con el tema Removal of pesticide residues from strawberries by washing with tap and ozone water, ultrasonic cleaning and boiling en el año 2015 determino que para la eliminación de residuos de plaguicidas que pueden tener la fruta en este caso la naranjilla analizando por lavado con grifo y agua de ozono, limpieza ultrasónica y ebullición. [7]

Concluyendo que los efectos del lavado con grifo y agua de ozono, limpieza con ultrasonidos y ebullición en 16 residuos de pesticidas (diez fungicidas y seis insecticidas). Un análisis de estos plaguicidas se llevó a cabo utilizando cromatografía de gases con nitrógeno, fósforo. Se determinó el factor de procesamiento (PF) para cada plaguicida en cada técnica de procesamiento por lo cual esta investigación demostró que el lavado con agua ozonada era más eficaz (reducción de 36,1 a 75,1%) que el lavado con agua del grifo (reducción de 19,8 a 68,1%). La ebullición disminuyó los residuos de la mayoría de los compuestos, con reducciones que oscilaban entre 42,8 y 92,9%. La limpieza por ultrasonidos redujo los residuos de todos los pesticidas analizados con la eliminación de hasta 91,2%. Los datos indicaron que la limpieza ultrasónica y la ebullición fueron los tratamientos más eficaces para la reducción de 16 residuos de plaguicidas en las fresas crudas, lo que resulta en una menor exposición al riesgo para la salud. [7]

El presente artículo realizado M.E. Parish, L.R. Beuchat, T.V. Suslow con el tema Methods to Reduce/ Eliminate Pathogens from Fresh and Fresh-Cut Produce en el año 2013 analizo las cuestiones de seguridad asociadas con los productos frescos, además investigan los desinfectantes tradicionales y no tradicionales sobre combinaciones específicas de patógenos en los productos, para determinar las concentraciones de patógenos, determinando los efectos aditivos, antagonistas o



sinérgicos de los tratamientos de saneamiento cuando se usan en combinación, evaluando la mejora de los métodos de lavado físico por varias técnicas.

El método principal para eliminar o reducir significativamente los patógenos en los productos es el cumplimiento estricto de las buenas prácticas agrícolas, buenas prácticas de fabricación, análisis de riesgos y puntos críticos de control y otras estrategias pertinentes que previenen la contaminación. Esto incluye el concepto de buenas prácticas de manejo de la Seguridad de los Alimentos para las Frutas y Hortalizas Frescas. [8]

En el artículo realizado por Grisso, Pat Hipkins, Shawn D con el tema *Nozzles Selection and Sizing* en el año 2013 aporta en la selección de las boquillas que producen el tamaño de gotas adecuadas para el lavado de la naranjilla, al mismo tiempo que proporcionan una cobertura adecuada a la velocidad y la presión de aplicación deseadas, además analiza la aspersión por atomización de alta presión mediante anillos de boquillas siendo adecuadas para mantener la humedad correcta según el proceso a la que se quiera aplicar ya sea para lavado de frutas y hortalizas debido a la unidad central de alta presión que alimenta los distintos módulos de humectación distribuidos, la tecnología de alta presión garantiza una humectación constante y uniforme, reduce los costos operativos y de mantenimiento de sus instalaciones.

La higiene es máxima, prácticamente no necesita mantenimiento y se puede instalar sin interrumpir la cadena de producción. [9]

El estudio realizado por Shuce Zhang, Xueheng Tao, Jinshi Lu, Xuejun Wang con el tema *Design, Optimization and CFD Simulation of a Nozzle for Industrial* en el año 2015, se basó en el análisis de tres tipos diferentes de boquillas de aspersores de agua, normalmente usadas en procesos industriales para la limpieza de la superficie de varios productos y materiales por medio de chorros de agua a presión la primera se basó en una boquilla de Contracción Cilíndrica, una Contracción Cónica y Boquilla Escalonada tipo helicoidal, son numéricamente simuladas con la intención expresa de optimizar la eficacia relacionada a la limpieza y eliminación de impurezas. Aunque algunos de ellos se encuentran para mostrar propiedades de

aspersión, las simulaciones indican resultados que una boquilla helicoidal muestra las mejores prestaciones de chorro. La aportación que se necesita para esta investigación permitirá la selección adecuada de la boquilla de aspersión de agua para el lavado de la naranjilla. [10]

El aporte del artículo realizado por Dawn C. P. Ambrose; S. J. K. Annamalai con el tema Development of a manually operated root crop washer en el año 2013 analizo los métodos de lavado de frutas y hortalizas tomando en cuenta el lavado sumergido con agua estática, lavado a chorro de agua a presión y el lavado sumergido con agua de recirculación.

El lavado es una de las operaciones primarias de la unidad para la adición del valor de productos hortícolas en el nivel de la granja. Los procesos pueden ser de tipo continuo o discontinuo, las lavadoras de tipo de lote se recomiendan para plantas pequeñas donde el uso es intermitente y los costos de operación no son críticos. [11]

## **2.2 Fundamentación legal**

### **2.2.1 Norma Técnica Ecuatoriana Frutas frescas**

- NTE INEN 1751: 96 [Frutas frescas, Naranjilla, Requisitos].
- NTE INEN 2303: 2009 [Frutas frescas, Definiciones y clasificación].

## **2.3 Fundamentación teórica**

### **2.3.1 Características Intrínsecas de la Naranjilla**

La naranjilla, cuyo nombre científico proviene de solanum quitoense, en el Ecuador se cultiva en los valles andinos húmedos, a elevaciones comprendidas entre los 1.200 y 2.100 metros. [2]

Según el Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP), esta fruta se siembra desde la frontera con Colombia hasta el sur, en Loja.

Las principales zonas de producción son Morona Santiago, Pastaza, Tungurahua, Pichincha e Imbabura. La limpieza de este producto para eliminar vellosidades del fruto se puede realizar por dos métodos:

Limpiar o quitar la pelusa fruta por fruta empleando un trapo seco o un guante, también se retira las vellosidades con abundante agua, esto se realiza de forma manual y utiliza mucho tiempo en el lavado de la naranjilla, por eso surge la necesidad de la elaboración de una máquina de lavado para optimizar el proceso de esta actividad. [12]

### **2.3.2 Cosecha**

La cosecha se inicia aproximadamente entre los 9 y 11 meses después del transplante, alcanzando su máxima producción después del año, puede tener una producción de 2 a 3 años, dependiendo de las condiciones de clima, altitud, manejo y de la sombra que se le proporcione al cultivo.

La producción de la naranjilla es permanente. En la planta siempre se encuentran flores y frutos en diferente estado de desarrollo o maduración. La recolección puede realizarse con una frecuencia de 8 a 15 días, dependiendo de las necesidades del mercado. El tamaño del fruto puede llegar a 8 cm. de diámetro con un peso entre 80 y 100 g. [13]

El grado de madurez de la fruta para su cosecha, repercute en su vida de pos cosecha y en su comercialización. El estado pintón (3/4 madurez) es la más recomendable para que el fruto resista el transporte y el manipuleo.

Los daños que presentan los frutos de naranjilla, al igual que sus causas, varían según el grado de tecnificación del cultivo; la tendencia general, con relación al porcentaje de daños usualmente encontrados al cosechar, son de tipo mecánico, biológico y fisiológico.



Figura 1: Selección de la naranjilla [14]

### 2.3.3 Aspectos del Lavado de la Naranjilla

Limpieza. - La limpieza de la materia prima tiene las siguientes finalidades:

- a. Eliminación de contaminantes, que constituyen un peligro para la salud o que son estéticamente desagradables.
- b. Control de la carga microbiana, que repercute en la eficacia del proceso térmico y en la calidad del producto final.

A continuación, se mencionan algunos contaminantes que pueden encontrarse en las frutas y hortalizas que entran como materia prima a una planta procesadora:

Minerales: tierra, arena, piedras, partículas metálicas, aceite.

Plantas: ramas, hojas, tallos, cáscaras.

Animales: huevos de insecto, larvas, excreciones.

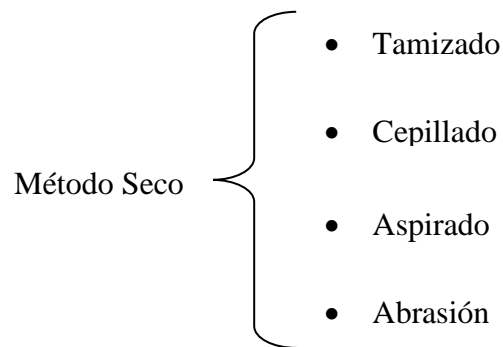
Productos químicos: residuos fitosanitarios, fertilizantes.

Microbios: microorganismos y subproductos.

Una operación eficiente de limpieza debe permitir la mayor separación de contaminantes con el mínimo desperdicio del producto y evitar la re-contaminación del producto limpio. Dejar la superficie del producto en estado aceptable, es decir,

sin lesiones, utilizar la menor cantidad posible de agua, detergentes y desinfectantes. La limpieza de frutas y hortalizas puede llevarse a cabo por dos métodos: limpieza en seco y limpieza en húmedo. [15]

#### **2.3.4 Métodos de Limpieza empleada a la naranjilla**



Las ventajas más representativas son: relativamente barato, método superficial la materia prima debe estar completamente seco.

Desventajas: no son efectivos y existe re-contaminación de la fruta.

#### **2.3.5 Limpieza en seco de la naranjilla**

Se pueden utilizar los siguientes procedimientos para el despolvo o limpieza de la naranjilla.

##### **2.3.5.1 Limpieza en costal**

Se depositan lulos (naranjilla) en un costal ralo (papero limpio) en cantidades pequeñas, de 20 a 50 unidades y se agita el costal con suaves movimientos laterales (de derecha a izquierda y viceversa) para que con el roce entre los frutos se desprenda la pelusa y caiga al suelo a través de los espacios del costal.

El movimiento debe ser suave para no causar golpes ni magulladuras a los frutos. Otra forma de limpiar en seco los frutos consiste en pasar un trapo seco sobre los frutos para retirar la pelusa, con este método se limpia la naranjilla y se puede retirar la pelusa en el momento de la recolección. [14]



Figura 2: Limpieza utilizando costales ralos [14]

### 2.3.5.2 Limpieza en zaranda

Se utilizan zarandas o cribas en las cuales se depositan unos 8 kg de fruta. Luego, con movimientos hacia adelante y hacia atrás se inclinan los lados y con este movimiento se desprende la pelusa que sale por los agujeros de la zaranda.

Se deben evitar los golpes con los orillos de la zaranda. [14]

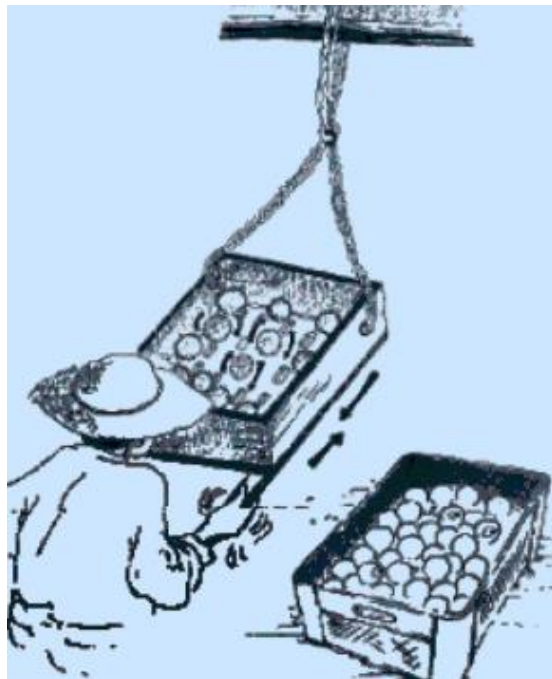


Figura 3: Limpieza en Zaranda [14]

### 2.3.5.3 Limpieza en seco utilizando Máquinas Industriales

La limpieza en seco de frutas se puede efectuarse mediante diversos métodos que incluyen tamizado, cepillado, aspirado y separación. Entre las ventajas de la

limpieza en seco sobresale que es relativamente barata y que la superficie de la fruta u hortaliza permanece seca. Sin embargo, tiene la desventaja de que no es muy efectiva como único método de limpieza.

El tamizado es una operación de separación que remueve contaminantes de diferente tamaño (mayores o menores que las materias primas) mediante el paso de las partículas más pequeñas a través de tamices o mallas con perforaciones de determinadas dimensiones.

Existen muchos diseños de tamices: de tambor rotatorio, de lecho plano, etc. Es preciso advertir que su uso como método de limpieza en seco está restringido por los siguientes factores:

- La materia prima debe soportar la operación, ya que ésta puede maltratar aquellas frutas u hortalizas de consistencia poco firme.
- El método funciona sólo cuando la parte más fina por separar (que puede ser el contaminante o la materia prima) es esférica o puede pasar a través de las perforaciones de la malla como muestra la figura 4.

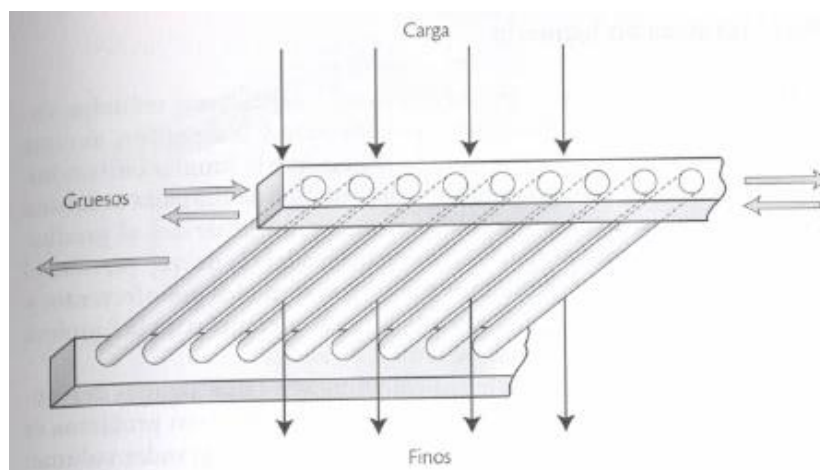
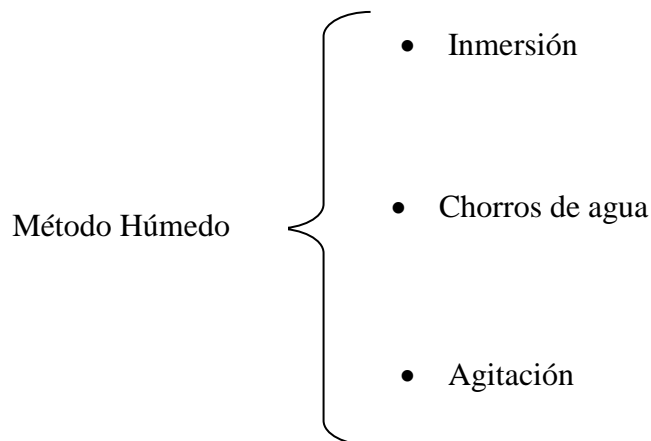


Figura 4: Tamiz vibratorio de lecho plano para la limpieza en seco de frutas [15]

El cepillado consiste en pasar la materia prima a través de cepillos rotatorios que faciliten la separación de contaminantes fuertemente adheridos a la materia prima. Al igual que el tamizado, este método puede maltratar las materias primas muy suaves.

Es común utilizar el cepillado cuando la materia prima posee una superficie firme o debe almacenarse por un tiempo antes de su procesamiento y no se desea humedecerla. [15]

### 2.3.6 Limpieza en húmedo de la naranjilla



Las ventajas las más representativas son: eliminación de partículas adheridas. Útil para empleo de detergentes y productos sanitarios.

Desventajas: emplea grandes cantidades de agua exigen de un secado final para almacenarlas o procesarlas.

#### 2.3.6.1 Limpieza en húmedo utilizando Máquinas Industriales

La limpieza en húmedo puede efectuarse por diversos métodos, entre los cuales resultan más comunes la inmersión y la aspersion, aunque existen otros menos utilizados, como la flotación y la limpieza ultrasónica, entre otros.

Las principales ventajas de este tipo de limpieza consisten en que elimina partículas y suciedad firmemente adheridas al producto, sin maltratar excesivamente su superficie, además de que permite el empleo de detergentes y productos sanitarios, como los desinfectantes y otros, lo cual vuelve dicho método mucho más eficiente para la limpieza de la materia prima que cuando se realiza en seco.

Sin embargo, la limpieza en húmedo también tiene algunas desventajas, como el empleo de grandes cantidades de agua y la producción de grandes volúmenes de efluentes que normalmente exigen un tratamiento previo a su eliminación final, así



como el hecho de que deja humedad en la superficie de la materia prima, por lo que en ocasiones es necesario secar antes las frutas y hortalizas para su almacenamiento y procesamiento.

El lavado por inmersión mostrado en la figura 5, es el método más simple de limpieza húmeda; se emplea a menudo como paso previo a otros métodos de lavado (como aspersión) o incluso como una forma adecuada de recibir la materia prima de los grandes contenedores e introducirla a la línea de procesamiento, sin ocasionarle daños físicos por golpeo. Para el lavado por inmersión, se utilizan tinajas o depósitos de metal, cemento liso u otros materiales que permitan una adecuada limpieza y desinfección, provistos de rejillas laterales a través de las cuales se elimina la suciedad, así como rejillas en el fondo para la eliminación de lodo y piedras. [15]

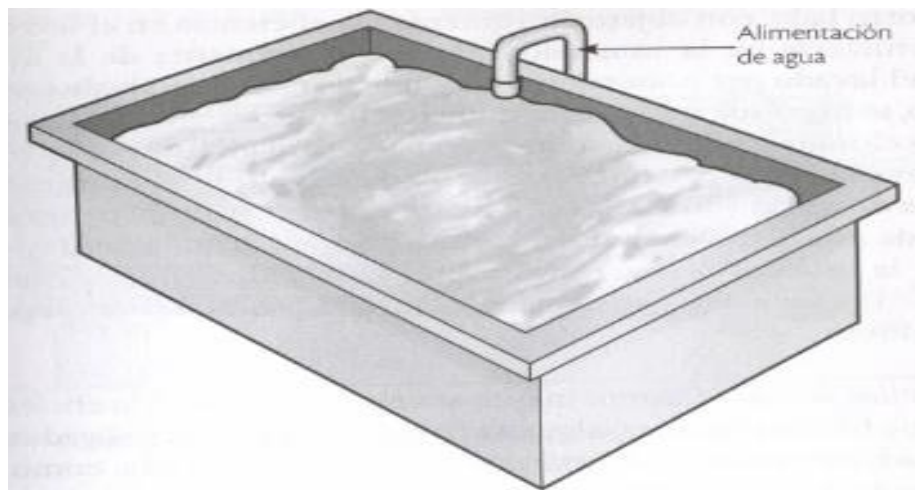


Figura 5: Tina de lavado por inmersión para frutas y hortalizas [15]

Con objeto de obtener mejores resultados durante el lavado por inmersión, es importante utilizar agua clorada (6 ppm) y efectuar un recambio frecuente del agua de inmersión. La eficiencia del lavado por inmersión puede mejorarse mediante las siguientes acciones:

- Agitación, ya sea del agua (mediante agitadores de hélice) o bien del producto dentro de la tina (utilizando paletas o tambores giratorios), aunque estos procedimientos llegan a deteriorar algunas materias primas delicadas.

Por otro lado, con objeto de aumentar la eficiencia en el uso de agua, puede utilizarse en la inmersión el agua proveniente de la aspersion cuando el lavado por inmersión va seguido de otro método de lavado.

En este caso, se logra además un recambio frecuente del agua de inmersión y, si ésta es clorada, resulta bastante adecuada para el propósito planteado.

El lavado por aspersion es el método de lavado más utilizado en la industria de frutas y hortalizas, consiste en hacer pasar la materia prima a través de aspersores o duchas de agua a presión, lo que remueve eficientemente la suciedad y la arrastra con el agua, reduciendo la posibilidad de re-contaminación. La eficiencia del lavado por aspersion depende de estos factores:

- Presión del agua. Cuanto mayor sea ésta, mayor será la eficiencia del lavado; sin embargo, algunas frutas y hortalizas delicadas o muy maduras pueden dañarse con una presión elevada, como ocurre con las fresas o los espárragos.
- Temperatura del agua. El agua caliente remueve más eficientemente la suciedad, pero puede afectar la textura de las frutas y hortalizas sometidas al lavado.
- Otros factores como el número de aspersores utilizados, la distancia entre la fruta u hortaliza y el aspersor, y el tiempo de exposición de éstas a la aspersion.

Existen diversos equipos para el lavado por aspersion de frutas, los más comunes son el tambor rotatorio y las bandas transportadoras o cangilones perforados, que pueden contar con cepillos rotatorios para aumentar la eficacia de la operación. La Figura 6: Tambor rotatorio para lavado por aspersion de frutas, esquema tiza un tambor rotatorio para lavado por aspersion.

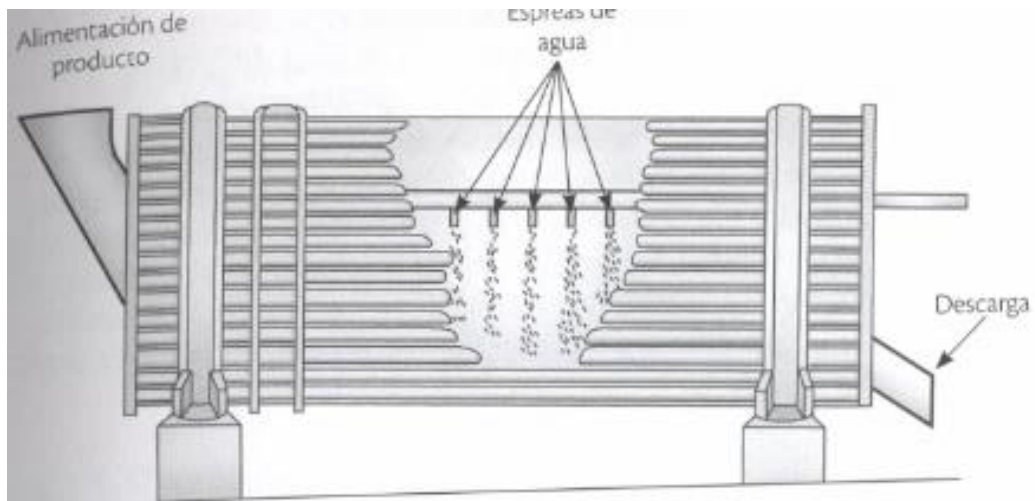


Figura 6: Tambor rotatorio para lavado por aspersión de frutas [15]

Lavadora por aspersión con cepillos rotatorios para frutas por aspersión con cepillos rotatorios.

Cuando la materia prima presenta gran cantidad de suciedad fuertemente adherida a la superficie, es común utilizar un sistema de lavado combinado que consiste en un lavado inicial por inmersión, que ablanda la suciedad, seguido de un lavado por aspersión, que la elimina ver figura 7. [15]

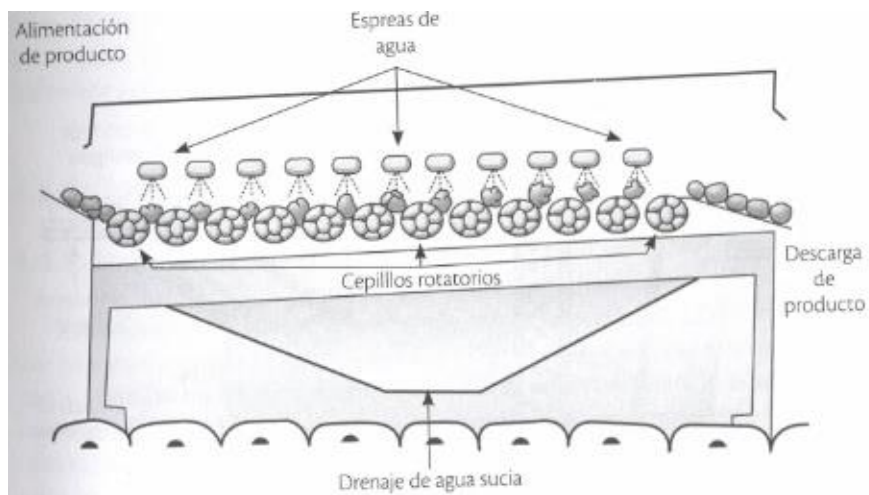


Figura 7: Lavadora por aspersión con cepillos rotatorios para frutas [15]

## CAPÍTULO III

### DISEÑO DEL PROYECTO

#### 3.1 Determinación de parámetros de diseño

Para determinar los parámetros de diseño se parte del pedido puntual de la empresa “Murialdo” productor de naranjilla, el mismo que requiere de una lavadora con una capacidad aproximada de 55kg/h. (4 cajas de 30 libras). Parámetros adicionales de diseño son la variedad y el tamaño de fruta como muestra la figura 8, los mismos que se obtienen del trabajo de campo realizado, quedando por lo tanto definidos los siguientes parámetros:

- Capacidad de la lavadora de naranjilla 55kg/h.
- El diámetro promedio de la naranjilla es 56,12 mm



Figura 8: Diámetro de la naranjilla

Esta etapa del proceso de diseño parte de la especificación del producto, origina diversas alternativas de principio de solución y, después de evaluarlas, se elige la más conveniente.

### 3.1.1 Parámetros del producto

Por medio del análisis anterior se determinó los requerimientos que cumple la máquina a construir, se analizó los requerimientos del cliente y comparo con máquinas similares a este proceso. Por medio de este análisis se definió el producto, y se estableció las especificaciones y características técnicas de la máquina. En la tabla 1 se muestra los diámetros y masa del producto siendo los valores promedios los siguientes:

Tabla 1: Parámetros del producto

Nº de medición	Diámetro [mm]	Masa [gr]
1	58	74
2	56	74
3	58	70
4	59	81
5	56	73
6	56	68
7	58	76
8	60	80
9	50	55
10	58	77
11	58	75
12	52	58
13	52	53
14	53	56
15	50	52
16	60	80
17	59	78
18	57	70
19	54	59
20	56	58
21	55	61
22	52	67
23	58	76
24	58	76
25	60	82
<b>Suma</b>	<b>1403</b>	<b>1729</b>
<b>Promedio</b>	<b>52,12</b>	<b>69,16</b>

### **3.1.2 Parámetros funcionales**

Un adecuado diseño debe satisfacer los requerimientos funcionales, es decir, la máquina lavadora de naranjilla debe cumplir la función para la cual es diseñada.

Entre los principales requerimientos funcionales se tiene:

- La máquina debe lavar naranjilla de forma continua.
- Dado que la naranjilla es un alimento, los materiales que se escojan deben cumplir con las normas establecidas para alimentos.
- La máquina lavadora de naranjilla debe ser de fácil operación, montaje, desmontaje y que el mantenimiento de las partes pueda realizarse con comodidad y rapidez.
- Las dimensiones de la máquina no deben superar los 2445 mm de largo, los 800 mm de ancho y la altura 1500mm, por pedido expreso del productor de naranjilla. (estimado por lugar de ubicación para la operación)

### **3.2 Selección de alternativas**

En la selección de la alternativa adecuada, se analizan las ventajas y desventajas de cada una y comparándolas para clasificarlas de acuerdo con su importancia.

Alternativa A: Método de limpieza en seco

Alternativa B: Método de limpieza húmedo

**a)** Método de limpieza en seco: Tenemos tamizado, aspirado, cepillado, abrasión.

Ventajas: relativamente barato, método superficial la materia prima debe estar completamente seco.

Desventajas: no son efectivos y existe re-contaminación

**b)** Método de limpieza en húmedos: Inmersión, chorros de agua, agitación.

Ventajas: eliminación de partículas adheridas. Útil para empleo de detergentes y productos sanitarios.

Desventajas: emplea grandes cantidades de agua exigen de un secado final para almacenarlas o procesarlas.

Tabla 2: Criterios de comparación y códigos de equivalencia

Criterio de Comparación	Designación	Equivalencia		
		10-8	7-4	3-1
Calidad del lavado	A	Bien lavado	Normal	Mal lavado
Rapidez del lavado	B	Rápido	Normal	Lento
Nivel de descontaminación	C	Sin partículas adheridas	Algunas partículas	Exceso de residuos adheridos
Factibilidad Económica	D	Económica	Normal	Costosa
Factibilidad Técnica	E	Apta	Aceptable	Poco viable
Importancia e Innovación	F	Alto	Medio	Bajo

El sistema de valoración en la Tabla 2, se basa en el peso de cada criterio de comparación que dependiendo de la importancia y factibilidad se le asigna un valor de ponderación del 1 a 10, dependiendo la importancia de cada criterio se analizan las contribuciones específicas, la eficiencia, la efectividad, la pertinencia y la sostenibilidad del mismo.

La factibilidad surge de las condiciones específicas de cada caso que permiten asegurar el alcance de los objetivos del proyecto, y a los costos comprometidos.

De acuerdo con la Tabla 3: Evaluación de la mejor alternativa, el método eficiente de limpieza que permite la mayor separación de contaminantes con el mínimo desperdicio del producto y evitar la re-contaminación del producto limpio es la

alternativa B que corresponde a una limpieza húmeda de la naranjilla considerando además en dejar la superficie del producto en estado aceptable, sin lesiones eliminando la mayor cantidad de contaminantes que trae el fruto al cosechar.

Tabla 3: Evaluación de la mejor alternativa

Criterio de comparación	Calificación	
	Alternativa A	Alternativa B
A	3	9
B	7	9
C	5	8
D	9	7
E	9	8
F	5	8
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>49</b>

### 3.2.1 Selección del mecanismo para lavado de la naranjilla

Las alternativas que se plantean a continuación son:

#### 3.2.1.1 Alternativa 1: lavadora tipo cilindro con aspersores de agua

La lavadora tipo cilindro dispone de un cilindro horizontal, el mismo que al girar produce el lavado por un fuerte rozamiento entre las frutas en este caso el rozamiento de la naranjilla. En la figura 9 se presenta un esquema con las partes principales que conforman la lavadora tipo cilindro, esta máquina trabaja en paradas y no de forma continua.

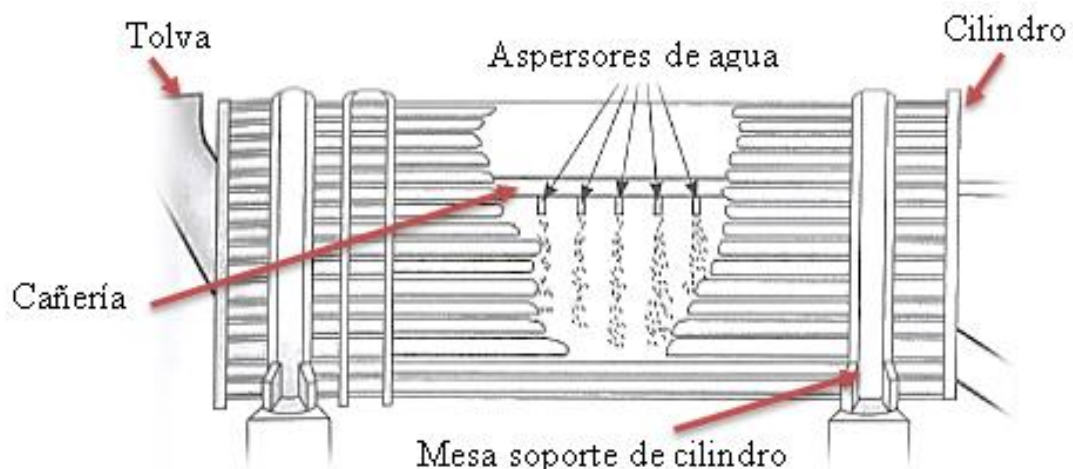


Figura 9: Esquema lavadora tipo cilindro con aspersores de agua [15]



### **3.2.1.2 Descripción de las partes de la lavadora tipo cilindro**

- a. Tolva. - La naranjilla se descarga en una tolva, la misma que realiza la recepción del producto.
- b. Duchas de aspersion de agua a presión. Consiste en aspersores de agua a presión para ablandar la tierra, pelusa de la naranjilla y otros elementos adheridos en el producto, esto facilitará el lavado del producto.
- c. Cañerías y Aspersores. Esta lavadora dispone de una cañería y picos aspersores de agua, creando un profundo lavado de la naranjilla.
- d. Mesa de Rodillos. Consta de una mesa de rodillos giratorios, que le permite lograr una mejor inspección y distribución del producto sobre todo la eliminación de la pelusa de la naranjilla.
- e. Bomba de Agua. Este tipo de lavadora incluye una bomba de agua para el sistema de aspersion, esta bomba sirve para abastecer al sistema hidráulico de lavado el fluido necesario para lavar el producto.
- f. Carcaza. Es la estructura del cilindro, en esta se acoplan los distintos elementos que se colocan en el interior del tanque.

#### **Ventajas**

- El lavado de la naranjilla es de buena calidad.
- Fácil eliminación de los residuos o desechos de la limpieza de la naranjilla.
- Capacidad variable dependiendo de la cantidad de naranjilla a lavar.
- Mínimo gasto excesivo de agua por sistema re-circulatorio.

#### **Desventajas.**

- Existen tiempos muertos en el proceso de lavado ya que no procesa de forma continua si no por paradas.

- Si el tiempo de lavado es mayor que el necesario la fricción origina daños en la corteza, reduciendo la calidad del producto. Por lo que este tipo de máquinas deben tener un buen sistema de control automático.
- La tierra que se desprende al momento del lavado y al no ser evacuada oportunamente actúa como elemento abrasivo disminuyendo la calidad de la naranjilla.
- Por tener superficies cerradas la construcción presenta complicaciones.
- Presenta dificultades al momento de realizar la limpieza al tener elementos cerrados como es el tambor giratorio.

### 3.2.1.3 Alternativa 2: Lavadora de cepillos giratorios con aspersores de agua

La lavadora tipo cepillos giratorios limpia energéticamente a las naranjillas aplicándoles chorros de agua al tiempo que avanzan sobre una cama de cepillos que van eliminando así residuos como tierra, basura, abono, insectos, pesticidas y lo principal la pelusa de la naranjilla dejándolas totalmente limpias ya que se enjuaga el fruto gracias a que la fruta va avanzando por los cepillos como muestra la figura 10.

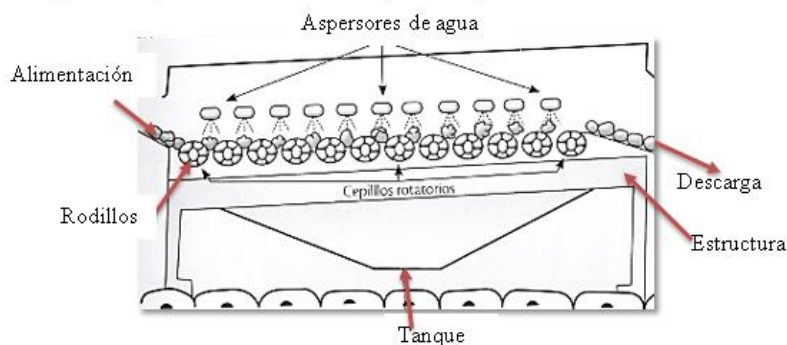


Figura 10: Lavadora por aspersión con cepillos rotatorios. [15]

### 3.2.1.4 Descripción de las partes de la lavadora de cepillos giratorios con aspersor de agua

- a. Estructura. Elemento soporte del mecanismo de lavado y transporte del producto consta de una mesa de rodillos giratorios, los aspersores, bomba, tanque de almacenamiento de agua entre otros elementos constitutivos de la máquina.

- b. Rodillos con cerdas. Elemento encargado de eliminar las partículas que traen las naranjillas después de la cosecha, así como también retiran las pelusas propias del fruto.
- c. Ramal de distribución de agua. Cañerías encargadas de distribuir el fluido a los aspersores.
- d. Bomba de agua. Es el responsable de hacer circular el líquido a la presión necesaria hacia los aspersores de lavado de naranjilla.
- e. Tanque de recirculación con filtros. Encargado de almacenar y filtrar el agua que será usado para la limpieza del producto.
- f. Transmisión con motor. Mecanismo de trasmisión de movimiento a los rodillos con cerdas.
- g. Aspersores de bronce tipo cono lleno. Encargado de dar el chorro de agua necesario para el lavado y limpieza de impurezas de la naranjilla.

### **Ventajas**

- Lavado eficiente gracias a los aspersores o duchas de agua a presión que remueve eficientemente la suciedad y la arrastra con el agua, reduciendo la posibilidad de re-contaminación.
- Transporte de la fruta al mismo tiempo que la lava.
- Optimización de tiempo ya que es un proceso continuo sin paradas.
- El fruto no es maltratado por abrasión.
- Fácil limpieza y operación.
- Optimización de agua gracias a los filtros y la recirculación de fluido hacia los aspersores.

### **Desventajas**

- Requiere de sistemas de transmisión

- Necesita de un espacio físico amplio desacuerdo a la capacidad de lavado de fruta.
- Es necesario de un cambio periódico de cepillos.

### 3.2.1.5 Alternativa 3: lavadora de cepillos con tanque sumergido

Lavadora de cepillos posee una tolva para la recepción del producto, de donde se dosifica la naranjilla a lavarse mediante unos rodillos con cerdas que se encuentran en el interior del tanque que permiten la abrasión del producto y así poder eliminar la pelusa y demás contaminantes que puede traer la naranjilla.

La lavadora de cepillos está conformada por algunas partes tal como se muestran en la figura: 11 siguiente.

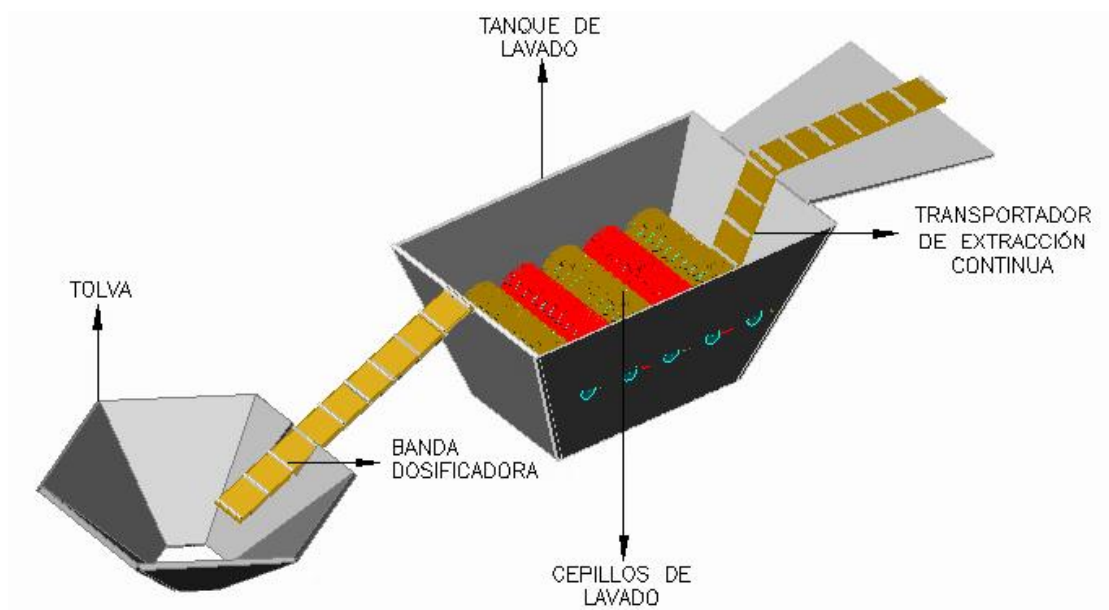


Figura 11: Esquema de lavadora de cepillos con tanque sumergido [15]

### 3.2.1.6 Descripción de las partes de la lavadora de cepillos

- Tolva. Recipiente en el que se deposita la naranjilla en la cual se acumula en proporciones iguales y en tiempos iguales para su posterior distribución al tanque de lavado.
- Estructura. Sirve para soportar el tanque, tolva y la banda dosificadora.

- c. Banda dosificadora. La banda transportadora encargada de dosificar la naranjilla y la lleva hacia el tanque de lavado, la banda transportadora empieza desde la parte inferior de la tolva esto garantiza una alimentación continua.
- d. Cepillos. Consisten en cilindros delgados provistos de cerdas en su periferia.
- e. Tanque de lavado. En este tanque se realiza la operación de lavado, este está lleno permanentemente casi en su totalidad, este tanque tiene un desagüe en su parte inferior para realizar la limpieza cuando se termine el lavado.
- f. Motores. La máquina usa un motor con sistema de transmisión para hacer girar la banda transportadora y otro para girar los cepillos.
- g. Banda transportadora de extracción continua. Esta banda sirve para sacar las naranjillas del tanque de lavado, está ubicada en una forma diferente respecto a la banda ubicada en la tolva.

### **Ventajas**

- Lavado de buena calidad ya que los cepillos al ser flexibles entran en todas las cavidades de la naranjilla limpiándola en su totalidad.
- No requieren de mucha agua.
- El fruto no es maltratado por abrasión, dado que las impurezas se decantan por gravedad.
- Fácil construcción y mantenimiento.

### **Desventajas**

- Necesita de un espacio físico mayor.
- Requiere de sistemas de transmisión lo que redundaría en pérdida de potencia.
- Es necesario de un cambio periódico de cepillos.
- Su costo de construcción es alto.
- Necesidad energética considerable.

### 3.2.1.7 Análisis de Alternativas

La prioridad del diseño se basa en el análisis de las alternativas que se lo realiza basando en parámetros de diseño, además tomando en cuenta las ventajas y desventajas que se dan en cada alternativa comparándolas para determinar la mejor opción de diseño, las cuales se evaluarán a continuación.

- Alternativa 1: Lavadora tipo cilindro con aspersores de agua
- Alternativa 2: Lavadora de cepillos giratorios con aspersores de agua
- Alternativa 3: Lavadora de cepillos con tanque sumergido.

Tabla 4: Comparativa de alternativas

Criterio de comparación	Comparativa		
	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Costo	Tendría un costo medio no elevado ya que es compacto y de una robustez de la estructura que soporta el cilindro de lavado	Tendría un costo mayor que las alternativas 1 y 3 debido a que tiene mayor cantidad de accesorios que constituye la unidad de lavado y transporte de la fruta.	Es la más económica que las alternativas 1 y 2 debido a que es un lavado estático con un tanque donde se sumerge a la fruta y los cepillos giratorios en el tanque se encargan del lavado
Factibilidad	Un diseño robusto por lo que se necesita mayor fuerza para que la máquina pueda moverse con un volumen de fruta por parada en el cilindro de lavado, debido a esto genere una selección de un motor con más hp para su operación.	La factibilidad es aceptable en cuanto construcción y operación del mismo un diseño versátil menos robusta y que cumple con su función.	Un diseño similar a la alternativa 1 robusta con la diferencia que el tanque siempre está lleno de agua en su totalidad pero que también cumple y es factible.
Volumen	Carga de lavado es mayor que la alternativa 2 similar a la alternativa 3 para el proceso de lavado por lo cual es intermitente o por paradas, lo que hace menos eficiente y hace que se demore demasiado en lavar un volumen por parada	Poca carga para el proceso de lavado, pero se recompensa por ser un proceso continuo es decir que es más eficiente que las alternativas 1 y 3, demora menos en lavar la misma cantidad de fruta que las otras alternativas	Realiza un lavado por paradas igual que la alternativa 1, con la diferencia que demora más tiempo porque hay que vaciar el tanque para lavar otra parada si se quiere tener los mismos resultados por lavada

Continuación tabla 4: comparativa de alternativas

Calidad de lavado	Buena limpieza con peligro de dañar la superficie de la fruta por fricción en el giro del cilindro	La calidad de lavado es muy buena y no se aplastan entre si las frutas	La calidad es aceptable, aunque de menor grado que la alternativa 2 y similar a la alternativa 1
Temperatura	Factible de impulsar agua caliente por debajo de los 100 °C por los aspersores que incluyen	Factible de impulsar agua caliente por debajo de los 100 °C por los aspersores que incluyen en el trayecto de limpieza de la fruta	Difícil de obtener o lavar con agua caliente porque es un depósito estático de agua

### 3.2.1.8 Evaluación de Alternativas

Las alternativas serán sometidas a una evaluación técnico y económico, para lo que se asignará un valor de criterio según la tabla 5:

Tabla 5: Criterio de Comparación

Criterio de comparación	Equivalencia [valoración]			
	4	3	2	1
Costo de materiales	Económica	Aceptable	Poco aceptable	Costosa
Costo de Fabricación	Económica	Aceptable	Poco aceptable	Costosa
Costos de Reparación y Mantenimiento	Económica	Aceptable	Poco aceptable	Costosa
Rapidez del lavado	Rápido	Normal	Lento	Muy lento
Nivel de eliminación de partículas [descontaminación]	Eficiente [Sin partículas]	Poco eficiente [Algunas partículas]	Regular [Exceso de residuos]	deficiente [eliminación de partículas]
Tamaño de la máquina [espacio ocupada]	Reducido	Poco espacio	Espacio considerable	Área grande necesaria

A los puntos de evaluación se les establecerá un factor de importancia:

- 1: Importante.

- 2: Muy Importante.
- 3: Imprescindible.

En la tabla 6: se analiza el criterio de comparación para las alternativas planteadas donde se muestran los puntos a evaluar ponderados.

Tabla 6: Valoración de las alternativas.

Puntos de Evaluación	Factor de Importancia (Fi)	Puntaje (P)			
		Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3	Puntaje Ideal
Costo de Materiales	2	3	2	2	4
Costo de Fabricación	2	3	2	1	4
Costos de Reparación y Mantenimiento	2	2	4	3	4
Rapidez del lavado	3	2	4	3	4
Nivel de eliminación de partículas [descontaminación]	3	3	4	4	4
Tamaño de la máquina [espacio ocupada]	1	4	2	3	4
$P \text{ Total} = \sum (F_i \times P)$		35	42	36	52
Coefficiente de factibilidad = $(\text{Total} / P \text{ Ideal}) \times 100$		67,31 %	80,77%	69,23 %	100%

En la tabla 6, se aprecia la valoración de alternativas con la que cuenta el proyecto a ser desarrollado. Tanto para la Factibilidad Técnica y la Factibilidad Operativa del Proyecto, es necesario Identificar características y condiciones que hacen posible un éxito o un fracaso del mismo; de esta manera se tenderá a buscar formas más eficientes que brinden resultados positivos.

### 3.2.1.9 Selección de alternativa para el mecanismo de lavado de la naranjilla.

La alternativa más adecuada se escoge bajo los parámetros que mejor factibilidad se tenga de acuerdo con los criterios como la eliminación de contaminantes, que



constituyen un peligro para la salud que son estéticamente desagradables, productos químicos, residuos fitosanitarios, fertilizantes, microbios, microorganismos y subproductos, que corresponde al nivel de lavado que cada alternativa aportaba además considerando los costos de construcción mantenimiento de la misma. Analizando las alternativas, se obtuvo como resultado, que la alternativa 2 tiene un coeficiente de factibilidad del 80,77% mientras muy por encima de las otras alternativas, por lo que se concluye que la mejor alternativa para el diseño es la alternativa 2 que corresponde al mecanismo de lavado de cepillos giratorios con aspersores de agua.

La factibilidad técnica del proyecto es posible ya que es tecnológica además tiene la existencia de los equipos para llevar a cabo los procesos, la infraestructura, existencia de instalaciones para los equipos que el proyecto pueda ser llevado a cabo satisfactoriamente con el menor riesgo posible.

### **3.2.2 Verificación de las dimensiones principales**

Realizar las mediciones necesarias de la estructura de la lavadora de naranjilla para su construcción.

## **3.3 Diseño metodológico**

El diseño está orientado fundamentalmente a realizar una o más funciones del producto tomado en cuenta la asignación del mismo, contribuyendo a la reducción de costos, a un fácil mantenimiento debido que facilitará la producción. En el diseño de la máquina lavadora de naranjilla las funciones que permiten este proceso se dan en un solo módulo, desde la adecuación hasta la limpieza obteniendo así el resultado esperado la cual es una naranjilla limpia.

### **3.3.1 Esquema de diseño**

Los requerimientos seleccionados paso a ser parte del criterio técnico por parte nuestra, resultando así un pre diseño más cercano a la realidad, en la figura 12 se detallan cuáles serían los elementos que conformaría la máquina.

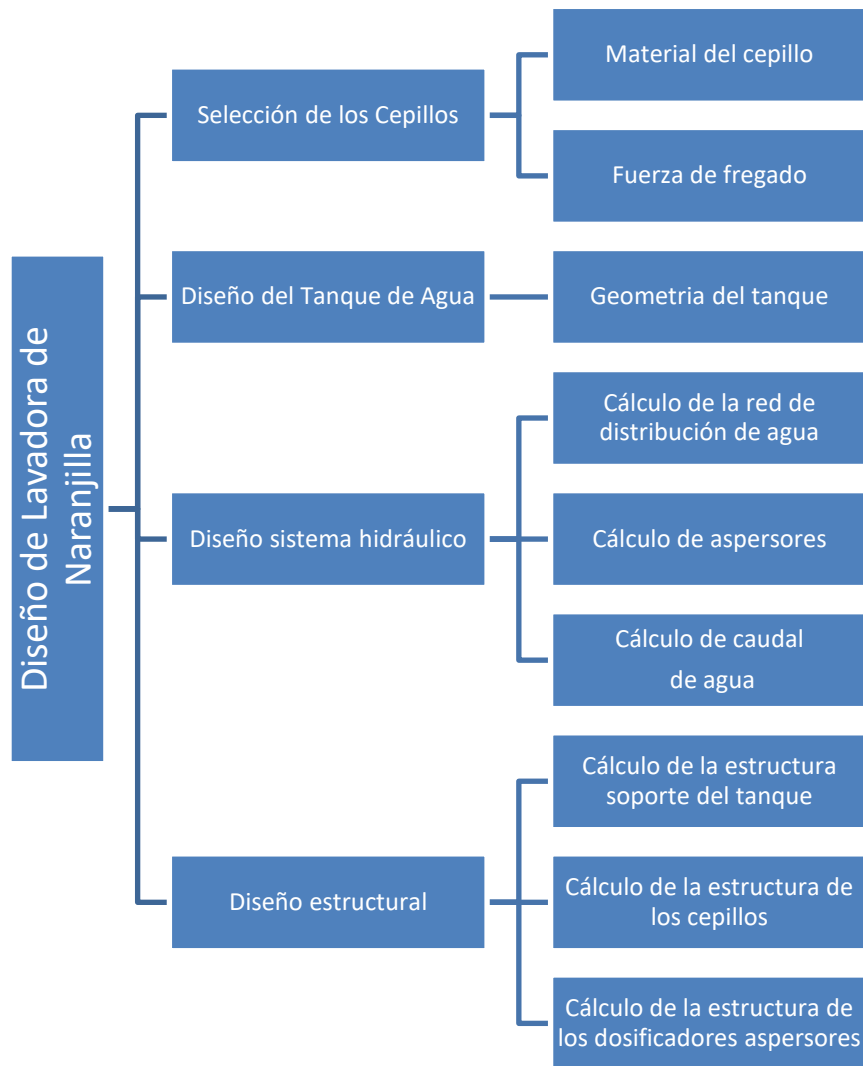


Figura 12: Flujograma del diseño de la lavadora

### 3.4 Diseño de la máquina lavadora de naranjilla

#### 3.4.1 Estudio para determinar el tipo de cepillo

Los cepillos Cilíndricos o Rodillos son útiles para la limpieza de todo tipo de superficies exteriores planas y curvas como muestra la figura 13, así como la limpieza final de productos terminados antes de su empaque final.

Existen una variedad de cepillos industriales de lavado de vegetales entre ellos tenemos los más comunes e utilizados son los cepillos cilíndricos completos, constan de un cuerpo, generalmente de materia plástica como, polipropileno, PVC, nylon, etc., donde se inserta la fibra adecuada estas fibras son las siguientes:

Cepillos cilíndricos tipos de cerdas:

- Polipropileno (PP) blando
- Polipropileno (PP) duro
- Nylon abrasivo



Figura 13: Tipos de cepillos

### 3.4.1.1 Ensayo de lavado con cepillo fibras suaves y flexibles

Tabla 7: Ensayo de lavado con cepillo de fibras suaves y flexibles

Ensayos del cepillo de fibras suaves y flexibles			
N °	Tiempo de Fregado [segundos]	N° de cepilladas o pasadas	Apariencia de la Naranja
1	20	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restos de tierra en la corona de la naranjilla.</li> <li>• Restos de pelusa en la corona de la naranjilla.</li> <li>• Calidad de la naranjilla sin raspaduras.</li> </ul>
2	20	12	
3	20	12	
4	20	12	
5	20	12	
6	20	12	
7	20	12	
8	20	12	
9	20	12	
10	20	12	

Tabla 8: Ensayo de lavado del cepillo de fibras duras y agresivas

Ensayos del cepillo de fibras duras y agresivas			
N °	Tiempo de Fregado [segundos]	N° de cepilladas o pasadas	Apariencia de la Naranja
1	20	7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin tierra en la corona de la naranja.</li> <li>• Pelusa totalmente eliminada de la corteza de la naranja.</li> <li>• Calidad de la naranja con raspaduras leves.</li> </ul>
2	20	7	
3	20	7	
4	20	7	
5	20	7	
6	20	7	
7	20	7	
8	20	7	
9	20	7	
10	20	7	

Tabla 9: Ensayo de lavado de cepillo de fibras semiduras no agresivas

Ensayos del cepillo de fibras semiduras no agresivas			
N °	Tiempo de Fregado [segundos]	N° de cepilladas o pasadas	Apariencia de la Naranja
1	20	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin tierra en la corona de la naranja.</li> <li>• Pelusa totalmente eliminada de la corteza de la naranja.</li> <li>• Calidad de la naranja sin raspaduras.</li> </ul>
2	20	9	
3	20	9	
4	20	9	
5	20	9	
6	20	9	
7	20	9	
8	20	9	
9	20	9	
10	20	9	

Tabla 10: Resumen de resultados de ensayos de lavado

RESULTADOS DE ENSAYO DE FREGADO			
Tipo de cepillo	Tiempo [s]	N° de cepilladas	Resultados
Ensayos del cepillo de fibras suaves y flexibles	20	12	Lavado defectuoso, residuos de tierra y pelusa, sin daños de corteza de la naranjilla.
Ensayos del cepillo de fibras duras y agresivas	20	7	Lavado integro, sin presencia de tierra, presenta daños de corteza en la naranjilla.
Ensayos del cepillo de fibras semiduras no agresivas	20	9	Lavado integro, sin presencia de pelusa, no presenta daños en la corteza de la naranjilla.

Según la tabla 10 el cepillo de fibras semiduras no agresivas es lo suficientemente dura para sacar todos los residuos de tierra y no daños en la corteza de la naranjilla.

### 3.4.2 Partes del cepillo circular

La figura: 14 muestra el cuerpo del cepillo que tiene forma cilíndrica que permite controlar la velocidad angular necesaria para la limpieza de la fruta. Todos los cepillos tendrán un mismo sentido de giro. Teniendo a las fibras muy flexibles por la longitud de estas. El cuerpo es de PVC extruido, teniendo la resistencia mecánica necesaria para soportar las cargas utilizadas, teniendo facilidad en la manipulación con el agua, para no tener problemas con la corrosión, y una posible contaminación de la fruta.

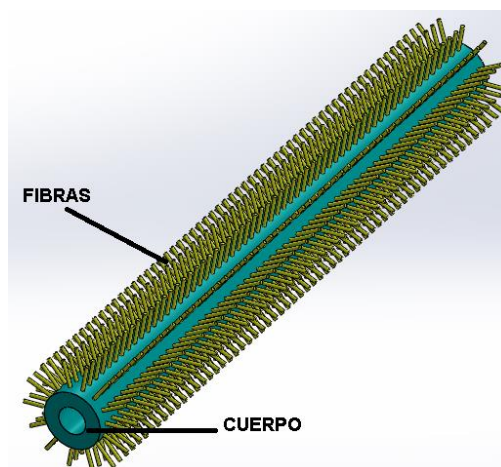


Figura 14: Cepillo de nylon

El cuerpo como las fibras es de material de polímeros, ya que el eje es de acero de transmisión, acoplado con el cuerpo del cepillo, para poder tener mayor resistencia mecánica.

### **3.4.3 Dimensionamiento de la fibra**

Para alcanzar un desprendimiento efectivo de las partículas de la fruta, el cepillo circular tiene que estar en forma perpendicular en cada fila de fibra, y mientras va girando alcanza diferentes grados en su posición para que se desprenda las partículas.

Las dimensiones de la fibra de los tipos de cepillos son de 24 mm, con desgaste en las puntas para tener flexibilidad y suavidad de las fibras, para una excelente limpieza. Para la dimensión de la fibra es necesario tomar en cuenta las dimensiones de los frutos. Las fibras no deben ser contaminantes, con recuperación elástica.

Las fibras de nylon cumplen con las características necesarias para el cepillo, ya que este material es una fibra textil elástica y resistente, su diámetro escogido para en cepillo es de 3 mm y es de marca la esperanza modelo MOD 00075 MOD. 00075 rodillo base plástico con filamentos nylon grado alimenticio. (Ver en anexo A).

### **3.4.4 Dimensionamiento del cuerpo del cepillo**

El cepillo tiene las longitudes de 700mm de largo y 60mm de diámetro y espesor de 13,5mm.

Como en los ensayos realizados en las pruebas de campo realizadas se aprecia que, a la novena pasada con el cepillo, la naranjilla adquiere las mejores condiciones de lavado, entonces se determina que sean 9 pares de cepillos distribuidos en el eje horizontal ya que por cada dos cepillo se cumple una pasada de la naranjilla por lo cual serán 18 cepillos distribuidos de forma uniforme a una distancia de 134 mm como se muestra en la figura:15.

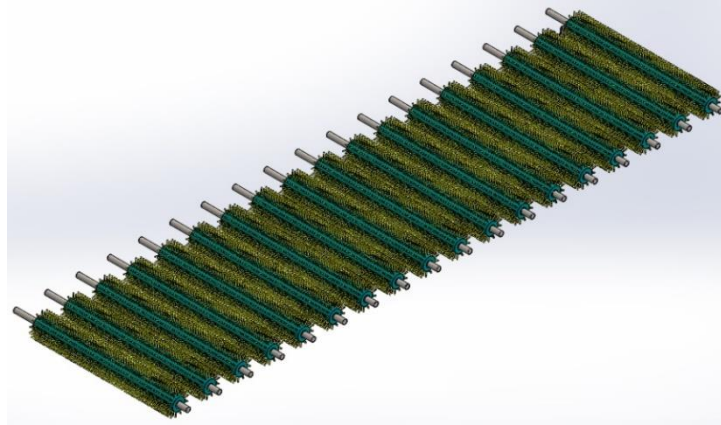


Figura 15: Distribución de rodillos para lavar naranjilla

### 3.4.5 Fuerza de fregado con el cepillo seleccionado

La fuerza de cepillado para el lavado de la naranjilla se la establece experimentalmente, para ello se realizan experimentos con un dinamómetro. La figura 16 muestra cómo se une el cepillo al dinamómetro este método se utilizó para el lavado de zanahoria por Chicaiza en el año 2007. Existe una relación muy delicada entre la dureza, grosor y el diámetro de la fibra con el tamaño, espaciado y flexibilidad del mechón. Los cepillos tienen que garantizar la dureza ideal para lavar y lustrar el producto sin dañarlo. Uno de los aspectos más importantes para evaluar la capacidad de lavado y fregado que tiene cada cepillo es la rapidez y la calidad de lavado que se obtiene de éste. [16]

Al mismo tiempo, tienen que ser suficientemente flexibles para entrar en las hendiduras y en las cavidades de la naranjilla ligeramente curvados y eliminar la suciedad alrededor de la corona. [16]



Figura 16: Fuerza de fricción entre la naranjilla y cepillo de fibra de nylon.

En la tabla 11 se muestra los experimentos y la fuerza de rozamiento promedio.

Tabla 11: Pruebas de medición de fuerza de rozamiento

Pasadas	Fuerza de rozamiento [Kg]
1	14,5
2	14,7
3	14,4
4	14,6
5	14,7
6	14,5
7	14,8
8	14,4
9	14,5
10	14,5
<b>Promedio</b>	<b>14,56</b>

### 3.4.6 Cálculo de la potencia del motor para el sistema de cepillos

Este motor debe dar movimiento a 18 cepillos y al sistema de lavado continua, entonces se calculó la potencia de este motor se tiene la ecuación:

$$P_T = \frac{T n}{63000} \quad \text{Ec. [1]}$$

$$T = F_f r \quad \text{Ec. [2]}$$

Donde:

T = Torque generado

$F_f$  = Potencia del sistema de cepillos

r = Radio del cepillo

Del estudio de campo se tiene:

El valor promedio de las fuerzas:

$F_r = 14.56 \text{ kg } 32.099 \text{ lb}$

El radio del rodillo es = 1.1811pulg.

Para determinar el torque se calcula la fuerza de rozamiento por el radio como se muestra en la figura 17.



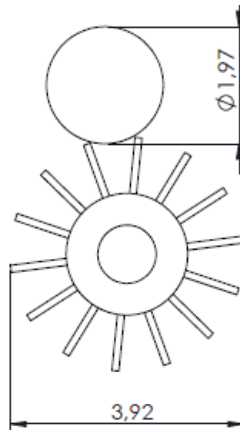


Figura 17: Esquema cepillo naranjilla

Donde se obtiene:

$$T = (32.099 \text{ lbs}) (1.1811 \text{ pulg})$$

$$T = 38,81 \text{ lbs} * \text{ pulg}$$

Cálculo de la relación de reducción:

para mover adecuadamente la naranjilla necesitamos para mover la naranjilla saber la velocidad de giro, entonces podemos calcular el motorreductor y la potencia del motor necesario. Ver anexo del motor weg

La relación de reducción es:

$$n = \frac{1500 \text{ rpm}}{50}$$

$$n = 30 \text{ rpm}$$

El sistema de cepillos se mueve mediante un motorreductor que gira a 30 rpm a la salida, entonces para determinar la potencia de este motorreductor se utilizan las siguientes ecuaciones.

$$P_T = \frac{(38,81 \text{ lb} * \text{ pulg})(30)}{63000}$$

$$P_T = 0.0184 \text{ HP}$$

La figura 18 muestra el proceso de lavado se tiene en contacto de 8 a 12 naranjillas ahora se considera la potencia para lavar las 12 naranjillas que es el caso critico de la lavadora.

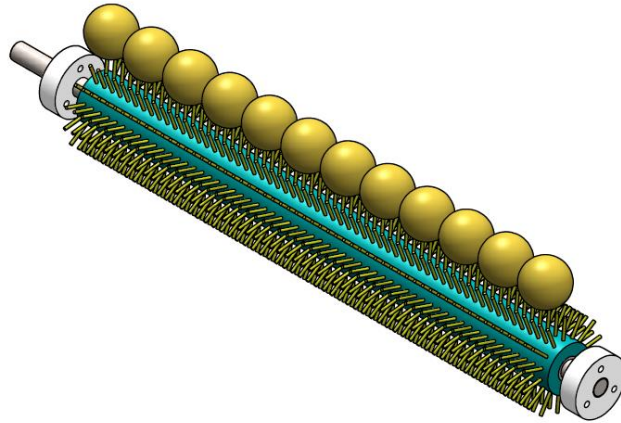


Figura 18: Caso critico cepillo naranjilla

Lo que hace incrementar la potencia en un mínimo de 12 veces, entonces se tiene:

$$P_T = (0.0184 \text{ HP})(12 \text{ naranjillas})$$

$$P_T = 0,22\text{HP}$$

Se escoge un motor trifásico de 0,25 Hp con 1500 rpm, de 2 polos marca Weg, por facilidad de adquisición.

### 3.4.7 Cálculo del eje de acople para el cepillo

El eje va acoplado al cepillo como se muestra en la figura 19.

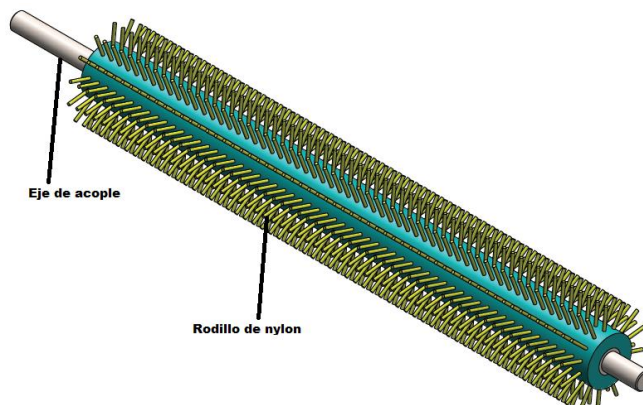


Figura 19: Cepillo de fibra de nylon.

$$P_T = \frac{T n}{63000}$$

$$T = \frac{63000 P_T}{30}$$

Las revoluciones para la Catarina conducida se establece la relación de transmisión de la ecuación:

$$i = \frac{D_1}{D_2} \quad \text{Ec. [3]}$$

Donde:

$i$  : Relación de transmisión

$D_1$  = Número de dientes del piñón motriz

$D_2$  = Número de dientes del piñón conducido

$$i = \frac{27}{13}$$

$$i = 2,07$$

Entonces las revoluciones por minuto de la rueda conducida serán:

$$N_2 = \frac{D_1 N_1}{D_2} \quad \text{Ec. [4]}$$

$N_1$  = Velocidad de giro motriz

$N_2$  = Velocidad de giro del piñón conducido

$$N_2 = \frac{(27)(30)}{13}$$

$$N_2 = 60 \text{ rpm}$$

$$T = \frac{(0,25\text{HP})(63000)}{60}$$

$$T = 262,5 \text{ Lb} - \text{pulg}$$

Para determinar el esfuerzo cortante que produce el torque aplicado al eje se utiliza la siguiente ecuación 3:

$$\tau_{xy} = \frac{T*r}{J} \quad \text{Ec. [5]}$$

Donde:

$\tau_{xy}$  = Esfuerzo cortante

$T$  = Torque aplicado

$r = \text{Radio del eje } \left(\frac{d}{2}\right)$

$J = \text{Momento polar de inercia } \left(\frac{\pi}{32} d^4\right)$

Reemplazando en la ecuación se tiene:

$$\begin{aligned}\tau_{xy} &= \frac{T \left(\frac{d}{2}\right)}{\left(\frac{\pi}{32} d^4\right)} \\ \tau_{xy} &= \frac{16 T}{d^3 \pi} \\ \tau_{xy} &= \frac{16 (262,5 \text{ Lb} * \text{pulg})}{d^3 * 3.1416} \\ \tau_{xy} &= \frac{1336,90}{d^3}\end{aligned}$$

Donde el esfuerzo de Von – Mises se tiene la siguiente ecuación 4:

$$\sigma = \tau_{xy} \sqrt{3} \quad \text{Ec. [6]}$$

Reemplazando la ecuación en la ecuación se tiene:

$$\begin{aligned}\sigma &= \frac{1336,90}{d^3} \sqrt{3} \\ \sigma &= \frac{2315,58}{d^3}\end{aligned}$$

Se determina el diámetro del eje se utiliza la siguiente ecuación 5:

$$\eta = \frac{S_y}{\sigma} \quad \text{Ec. [7]}$$

$S_y = \text{Resistencia a la fluencia del material.}$

$\eta = \text{Factor de seguridad.}$

Para continuar los cálculos se considera un factor de seguridad de 2.5 y un material acero inoxidable AISI 304 ( $S_y=26$  Kpsi ver anexo B) entonces se tiene:

$$\begin{aligned}d^3 &= \frac{2,5(2315,58)}{26000} \\ d &= 0,6060 \text{ pulg}\end{aligned}$$

Se determina el esfuerzo cortante reemplazando en la ecuación donde se obtiene los siguientes valores:

$$\tau_{xy} = \frac{1336,90}{(0,6060)^3}$$

$$\tau_{xy} = 6,007\text{Kpsi}$$

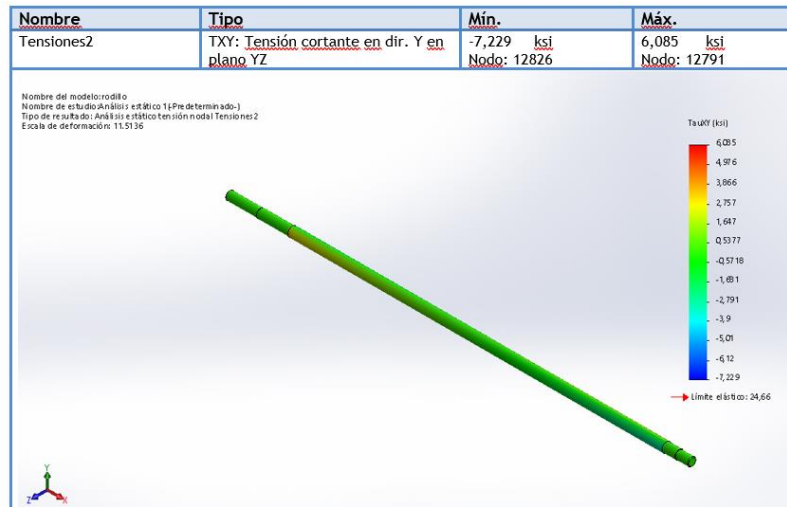


Figura 20: Esfuerzo cortante del eje

Se validan los datos mediante el programa de elementos finitos SolidWorks donde se obtiene los valores del esfuerzo cortante ver figura 20 con un valor de 6,085Kpsi que está dentro de los parámetros de diseño. Se procede a determinar el esfuerzo de Von Mises del eje con un valor de 10,404 kpsi.

$$\sigma = \frac{2315,58}{(0,6060)^3}$$

$$\sigma = 10,404 \text{ Kpsi}$$

Se validan los datos mediante el programa de elementos finitos SolidWorks donde se obtiene los valores del esfuerzo de Von Mises es de 10,773 Psi ver figura 21 comparado con el valor obtenido en el cálculo se determina como válido el diámetro del eje calculado.

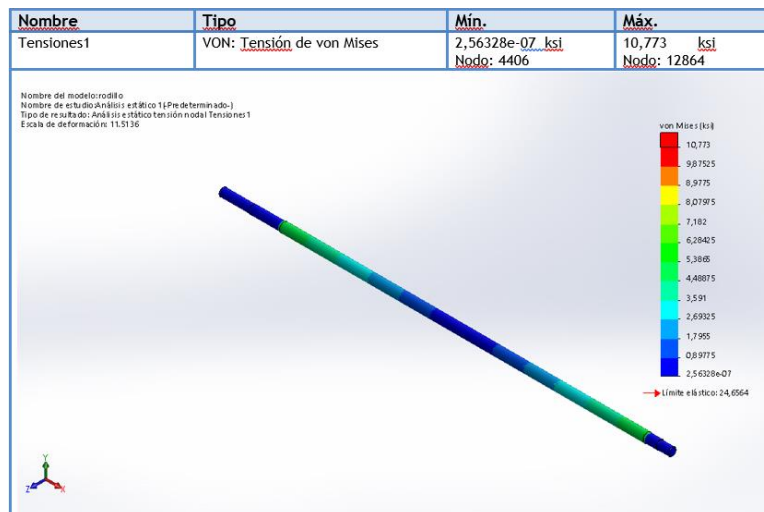


Figura 21: Esfuerzo de Von Mises

Con un factor de seguridad mínimo de 2,7 mostrado en la figura 22 siendo aceptado para el diseño y como soporte de los cepillos giratorios de nylon de la máquina ya que cumple los parámetros de análisis para soportar la carga de los elementos que conforman la máquina por lo que se acepta las dimensiones del eje seleccionado y son: longitud = 27.5591 pulgadas y diámetro = 5/8 pulgada de acero AISI 304 ver (anexo C)

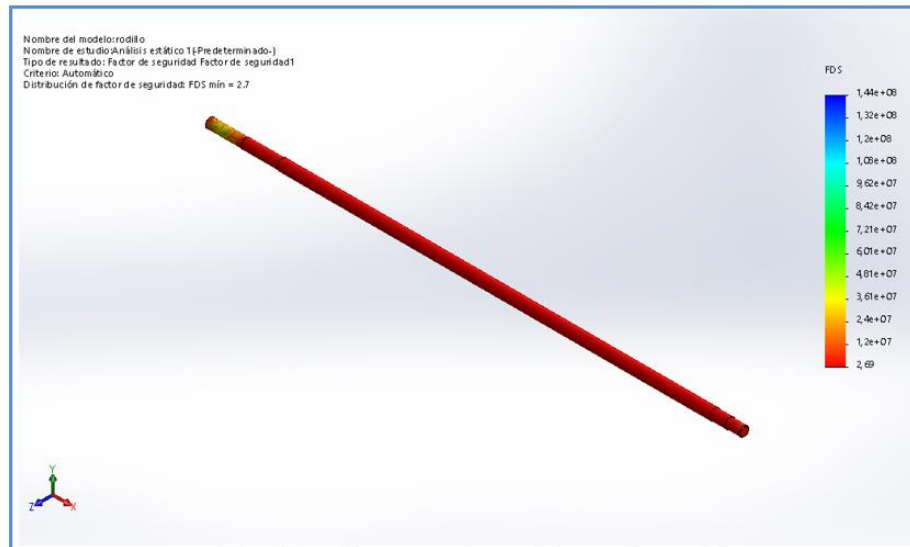


Figura 22: Factor de seguridad del eje

### 3.4.8 Cálculo del rodamiento



Figura 23: Diagrama de cuerpo libre del eje

$P_1 = 385,188 \text{ lb}$  (fuerza de rozamiento de una naranjilla por el total de naranjillas)

$$\sum M_A = 0$$

$$385,188 (2,76) - R_b(25,98) = 0$$

$$R_b = 40,92 \text{ lb}$$

$$-385,1885 + R_a - 40,92 = 0$$

$$R_a = 426,108$$

DATOS:

$$n = 60 \text{ rpm}$$

$$T = 40^\circ\text{C}$$

$$R_a = 426,108 \text{ lb}$$

$S=1$   $\longrightarrow$  PARA LIMPIEZA NORMAL

$R=98\%$   $\longrightarrow$  impuesto (CONFIABILIDAD)

$$\emptyset \text{ (EJE)} = \frac{5}{8} \text{ pulg}$$

$$f_s = 1.5 \quad (\text{asumimos para exigencias normales [pág. FAG 30]})$$

$$P_o = X_o F_r + Y_o F_a \quad (\text{no existe carga axial})$$

$$P_o = F_r \quad \text{por ser carga radial pura}$$

$$P_o = 426,108 \text{ lb}$$

$$C_o = f_s (P_o)$$

$$C_o = 1.5 (426,108 \text{ lb})$$

$$C_o = 639,162 \text{ lb}$$

$$C_o = 2850 \text{ N} \quad \text{Requerida}$$

Capacidad de carga dinámica

$$p = 3 \quad (\text{para rodamiento de bolas})$$

$$P_o = X_o F_r + Y_o F_a \quad (\text{no existe carga axial})$$

$$P_o = F_r \quad \text{por ser carga radial pura}$$

$$f_L = 2,5 \quad (\text{pág. 36 catálogo FAG})$$

$$fL = \sqrt[3]{(Lh/500)}$$

$$Lh = (2,5)^3 \cdot 500$$

$$Lh = 7812,5 \text{ hr.}$$

$$a_1 = 0,62$$

(confiabilidad del 95% [pág. FAG 40])

▼ Factor $a_1$						
Probabilidad de fallo %	10	5	4	3	2	1
Vida a fatiga	$L_{10}$	$L_5$	$L_4$	$L_3$	$L_2$	$L_1$
Factor $a_1$	1	0,62	0,53	0,44	0,33	0,21

Figura 24: Factor de probabilidad de fallo [17]

$$a_{23} = 1,8$$

$$s = 1$$

$$a_{23} = s (a_{23} II)$$

$$a_{23} = 1,8$$

$$C = P \sqrt[3]{\frac{(Lh)(n)(60)}{(1000000)(a_1)(a_{23})}}$$

$$C = 426,108 \sqrt[3]{\frac{(7812,5)(60)(60)}{(1000000)(0,62)(1,8)}}$$

$$C = 1249,287 \text{ lb}$$

$$C = 5570,68 \text{ N}$$

$$C = 5,570 \text{ KN}$$

$$C_0 = 2,85 \text{ KN}$$

$$d = 15 \text{ mm}$$



$$D = 32 \text{ mm}$$

El rodamiento que se Selecciona es el un 6002 del catálogo de la FAG página 155 (ver anexo D)

ITERACIÓN:

$$f_s = \frac{C_o}{P_o} = \frac{2,85 \text{ KN}}{1,9 \text{ KN}} = 1,184$$

Se procede a seleccionar el un lubricante ISO VG 150 EP

$$d_m = \frac{d+D}{2} = 23,5 \text{ mm}$$

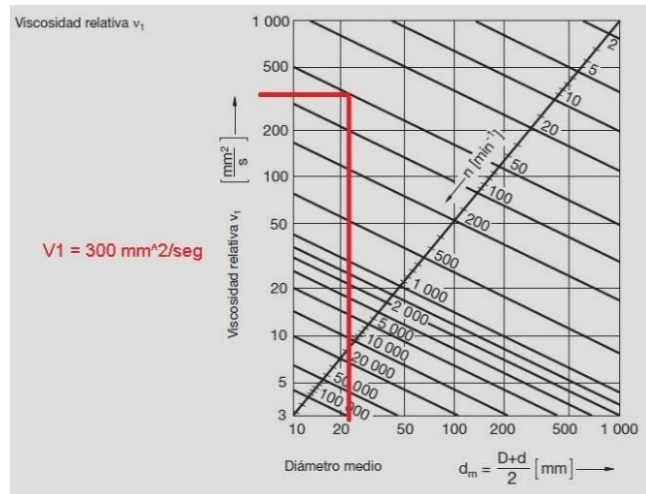


Figura 25: Viscosidad relativa v1 [17]

$$V1 = 300 \text{ cst.}$$

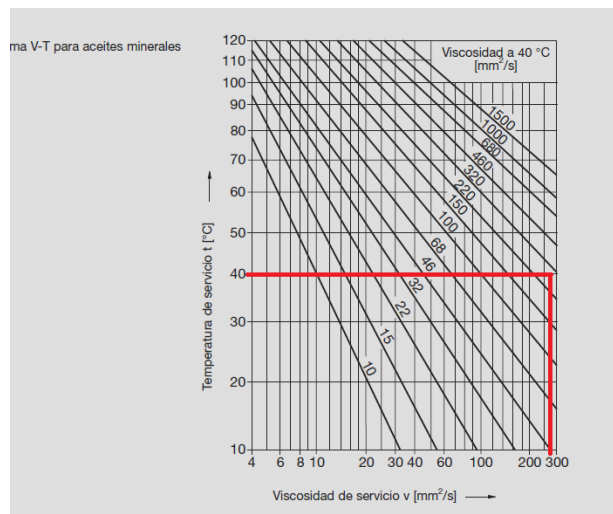


Figura 26: Viscosidad relativa v1 [17]

$$V = 270 \text{ cst}$$

$$k = v/v_1 = 300/270 = 1,11$$

$$k = 1,11$$

$$K = K_1 + K_2$$

$$K_1 = 0 \quad \text{por ser un rodamiento de bolas}$$

$$K_2 = 0 \quad \text{para lubricantes con aditivos de probabilidad efectiva (pag 44 FAG)}$$

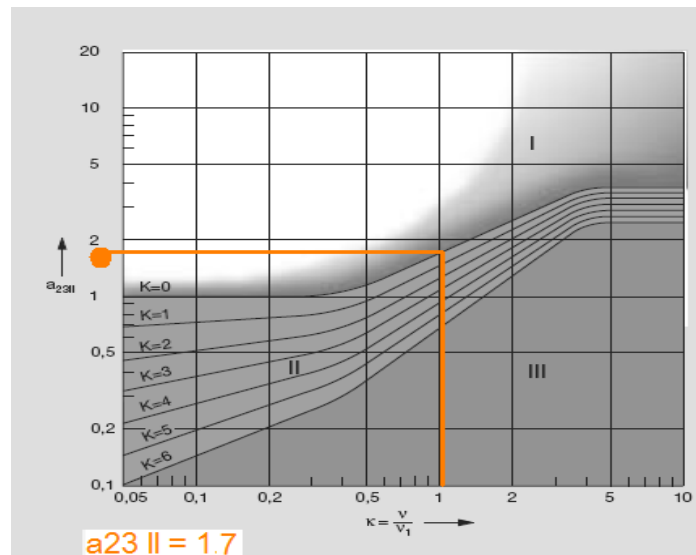


Figura 27: Factor básico  $a_{23II}$  para la determinación del factor  $a_{23}$  [17]

$$a_{23II} = 1,7$$

$$S = 1 \quad \text{Condiciones normales de funcionamiento}$$

$$a_{23} = a_{23II} (s)$$

$$a_{23} = 1,7 (1)$$

$$a_{23} = 1,7$$

$$C = P \sqrt[3]{\frac{(Lh)(n)(60)}{(1000000)(a_1)(a_{23})}}$$

$$C = 426,108 \sqrt[3]{\frac{(7812,5)(60)(60)}{(1000000)(0.62)(1.7)}}$$

$$C = 1273,31 \text{ Lb}$$

$$C = 5667,84 \text{ N}$$

Con los datos de C y Co se escoge el rodamiento 6002 del catálogo de la FAG página 155 (ver anexo D) con las siguientes características:

$$C = 5,6 \text{ KN}$$

$$C_o = 2,85 \text{ KN}$$

$$D = 32 \text{ mm}$$

$$d = 15 \text{ mm}$$

$$\text{rodamiento} = 6002$$

### 3.5 Selección del soporte del rodamiento

Para la selección del soporte de rodamiento se considera el rodamiento y el montaje que va tener el Soporte del rodamiento en la máquina este soporte-brida cuyos componentes están fabricados en acero inoxidable, de manera que posee el nivel más alto de resistencia a la corrosión. Además, está previamente relleno con grasa apta para el uso en aplicaciones de la industria alimentaria.

Se ha seleccionado el Soporte tipo brida UCFC202 (Ver Anexo D1) catálogo FAG Rodamientos insertables y soportes.

#### 3.5.1 Selección de la cadena del motor al eje.

Las características básicas de las transmisiones de cadena incluyen una relación constante puesto que no se involucra al deslizamiento ni el arrastre, vida larga y capacidad para impulsar varios ejes a partir de una sola fuente de potencia. La rotación del eslabón a través del ángulo  $\pi/2$  provoca impacto entre los rodillos y los

dientes de la catalina como se muestra en la figura 28, así como desgaste en la junta de la cadena.

Como la vida de la transmisión seleccionada en forma apropiada es una función del desgaste y de la resistencia a fatiga superficial de los rodillos, resulta importante reducir el ángulo de la articulación tanto como sea posible. [18]

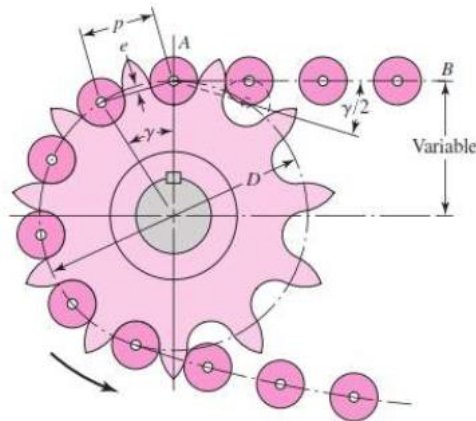


Figura 28: Esquema piñón y cadena. [18]

Para el cálculo de la transmisión por cadenas se utilizó la teoría presentada en el libro de Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley, catálogos de cadenas de NPC.

La transmisión del eje del reductor al eje del cepillo tenemos velocidad angular de 60 rpm que es necesario para la limpieza de la naranjilla, para ello optamos en poner un piñón de 29 dientes en el eje del reductor y de 13 dientes en el eje del cepillo para tener una relación de velocidades de 1:2,03 para alcanzar la velocidad deseada, en la figura 29 se detalla esquemáticamente el sistema de transmisión.



Figura 29: Esquema de la cadena de transmisión [19]

### 3.6 Selección de la cadena

Para seleccionar la cadena se toman en cuenta los siguientes aspectos mostrados en la figura 30.

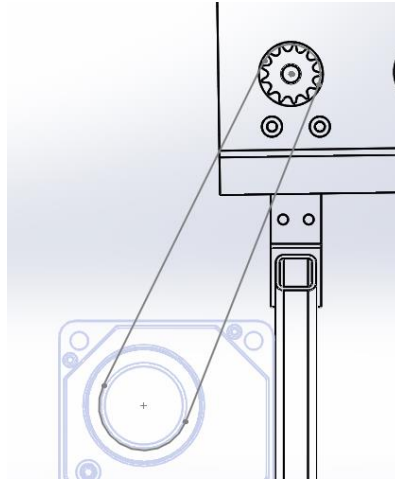


Figura 30:Esquema de la transmisión por cadena de la máquina.

La potencia de diseño se la calcula utilizando el catálogo “Renold, Transmisión de Chains”, ésta se la calcula con la siguiente ecuación 8:

$$P_D = P(C_1) \quad \text{Ec. [8]}$$

$P_D$  = Potencia de diseño

$P$  = Potencia del motorreductor

$C_1$  = Factor de servicio para cadenas

$C_1 = 1,25$  (ver anexo E)

Reemplazando para el siguiente caso la potencia de diseño es igual a la potencia del motorreductor.

$$P_D = (0,22 \text{ HP})(1,25)$$

$$P_D = 0,27 \text{ HP}$$

Escogemos la cadena número 41 para poder realizar el análisis (ver anexo E)

#### 3.6.1 Cálculo de la longitud de la cadena

El largo de una cadena se expresa en cantidad de pasos (N.º de eslabones) y la ecuación para el cálculo es:

$$L = \frac{2C}{P} + \frac{N_2 - N_1}{2} + \frac{P(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C} \quad \text{Ec. [9]}$$

Donde:

L = Número de pasos o número de eslabones

$N_1$  = Cantidad de dientes de la catarina impulsora

$N_2$  = Cantidad de dientes de la catarina impulsada

C = Distancia entre los centros de las catarinas

P = Paso de la cadena (ver anexo E1)

El valor de C es de 360 mm

Cantidad de dientes de la catarina impulsora = 27

Cantidad de dientes de la catarina impulsada = 13

Paso= 12,70 (ver anexo E1)

$$L = \frac{2(360)}{12,7} + \frac{27 + 13}{2} + \frac{12,7(27 - 13)^2}{(4)(\pi^2)(360)}$$

Número de pasos = 76,865

Longitud de la cadena = (#pasos) (paso)

Longitud de la cadena = 98cm

Diámetro de la corona:

$$D = \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z_C}\right)} \quad \text{Ec. [10]}$$

$$D = \frac{12,70}{\text{Sen}\left(\frac{180}{13}\right)}$$

$$D = 58,85 \text{ mm}$$

Diámetro del piñón:

$$= \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{z_p}\right)}$$

$$D = \frac{12,70}{\text{Sen}\left(\frac{180}{27}\right)}$$

$$D = 109,01 \text{ mm}$$

Ángulo de garganta.

$$\alpha_1 = \frac{(1)}{\sin\left(\frac{180}{z_c}\right)} \geq 120$$

$$\alpha_1 = \frac{(1)}{\sin\left(\frac{180}{13}\right)}$$

$$\alpha_1 = 180 - 27 \frac{D - d}{E} \geq 120$$

Los fabricantes recomiendan mantener el ángulo de contacto por arriba de 120° cuando sea posible.

$$\alpha_1 = 180 - 27 \frac{110 - 53}{422}$$

$$\alpha_1 = 176,35$$

$$V = \frac{(Z_1)(P)(n_1)}{1000}$$

$$V = \frac{(27)(12,70)(30)}{1000}$$

$$V = 10,28 \text{ m/seg}$$

Velocidades máximas de la cadena		
Paso mm	Velocidad de rotación r.p.m	Velocidad lineal m/s
9,525	10 000	30
12,7	7 000	28
15,875	5 000	24
19,05	4 000	24
25,4	2 500	18
31,75	1 600	16
38,1	1 300	16
44,45	1 000	14
50,8	700	11
63,5	500	10
76,2	400	9,5

Figura 31. Velocidades máximas de cadenas [19]

Este valor es inferior a los 28 m/seg que marca como límite máximo la figura 31 mostrada a continuación que muestra las velocidades máximas en cadenas para un paso de 12,7 mm. Comprobación del esfuerzo total soportado por la cadena Se puede obtener el valor del esfuerzo útil (Fu) que desarrolla la cadena a partir de la siguiente expresión:

$$F_u = \frac{\text{potencia}}{\text{velocidad}} \quad \text{Ec. [11]}$$

Donde:

$F_u$  = Esfuerzo útil que desarrolla la cadena

P = Potencia a transmitir (W)

V = Velocidad lineal de la cadena (m/s)

$$F_u = \frac{186,425 \text{ WATT}}{10,28 \text{ m/seg}}$$

$$F_u = 18,12 \text{ N}$$

El otro componente del esfuerzo, el debido a la fuerza centrífuga de la cadena (Fc), viene determinado por la siguiente expresión:

$$F_c = MV^2$$

Siendo M la masa unitaria (kg/m) de la cadena.

De la figura 32 de características técnicas para cadena simple de rodillos que se incluye a continuación se puede obtener que para una cadena tipo 41 ANSI y paso 12,7 mm resultan las siguientes características:

- Peso unitario (M): 0.41 kg/m
- Fuerza de tensión total (R): 6.67 kN

REFERENCIA	REFERENCIA	PASO	DIAMETRO DE RODILLO	ANCHO INTERIOR	DIAMETRO EJE	LONGITUD DEL EJE		ANCHO MALLAS	GROSOR DE MALLAS	FUERZA DE TENSION TOTAL	FUERZA DE TENSION MEDIA	PESO POR METRO
DIN/ISO	ANSI	P	d1 máx	b1 min	d2 máx	L máx	Lc min	h2 máx	T máx	Q min.	Q0	q
		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kN	kN	kg/m.
*03C	*15	4,7625	2,48	2,38	1,62	6,10	6,90	4,30	0,60	1,80	2,0	0,08
*04C-1	*25	6,350	3,30	3,18	2,31	7,90	8,40	6,00	0,80	3,50	4,6	0,15
*06C-1	*35	9,525	5,08	4,77	3,58	12,40	13,17	9,00	1,30	7,90	10,8	0,33
<b>085-1</b>	<b>41</b>	<b>12,700</b>	<b>7,77</b>	<b>6,25</b>	<b>3,58</b>	<b>13,75</b>	<b>15,00</b>	<b>9,91</b>	<b>1,30</b>	<b>6,67</b>	<b>12,6</b>	<b>0,41</b>
08A-1	40	12,700	7,95	7,85	3,96	16,60	17,80	12,00	1,50	14,10	17,5	0,62
10A-1	50	15,875	10,16	9,40	5,08	20,70	22,20	15,09	2,03	22,20	29,4	1,02

Figura 32: Características técnicas para cadena simple de rodillos [19]



Sustituyendo valores para el caso que nos ocupa resulta un esfuerzo debido a la fuerza centrífuga de la cadena de:

$$F_C = \left(0,41 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) \left(10,28 \frac{\text{m}}{\text{seg}}\right)^2$$

$$F_C = 43,33 \text{ N}$$

Por lo tanto, el esfuerzo total que soporta la cadena es:

$$F_O = F_u + F_C$$

$$F_O = 61,45 \text{ N}$$

Por lo que resulta un coeficiente de seguridad de:

$$C_s = \frac{R}{F_O}$$

$$C_s = \frac{6670 \text{ N}}{61,45 \text{ N}}$$

$$C_s = 108,5$$

Se considera de buena práctica disponer de un coeficiente de seguridad de al menos  $C_s > 12$ , por lo que se cumple con la cadena seleccionada.

Seleccionamos la cadena de rodillos transmisión ANSI 41 (ver anexo E2)

### 3.6.2 Selección de la cadena del sistema de transmisión de eje a eje.

Para seleccionar la cadena en la transmisión de potencia de un eje al otro de los cepillos tomamos en cuenta que estos van a trabajar con una misma velocidad angular, por ello la relación de transmisión es de 1:1 como muestra la figura 33.



Figura 33:Piñones - cadena de transmisión [20]

Se escoge la cadena número 41 para poder realizar el análisis (ver en anexo E)

### 3.6.3 Cálculo de la longitud de la cadena de eje a eje

El largo de una cadena se expresa en cantidad de pasos (N.º de eslabones) y la ecuación para el cálculo es:

$$L = \frac{2C}{P} + \frac{N_2 - N_1}{2} + \frac{P(N_2 - N_1)^2}{4\pi^2 C} \quad \text{Ec. [12]}$$

Donde:

L = Número de pasos o número de eslabones

$N_1$  = Cantidad de dientes de la Catarina impulsora

$N_2$  = Cantidad de dientes de la Catarina impulsada

C = Distancia entre los centros de las catarinas

P = Paso de la cadena

El valor de C es de 134 mm

Cantidad de dientes de la Catarina impulsora = 13

Cantidad de dientes de la Catarina impulsada = 13

$$L = \frac{2(134)}{12,7} + \frac{13 + 13}{2} + \frac{12,7(13 - 13)^2}{(4)(\pi^2)(134)}$$

Número de pasos = 34,10

Longitud de la cadena = (#pasos) (paso)

Longitud de la cadena = 43cm

Diámetro de la corona:

$$D = \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{Z_C}\right)} \quad \text{Ec. [13]}$$

$$D = \frac{12,70}{\text{Sen}\left(\frac{180}{13}\right)}$$

$$D = 58,85 \text{ mm}$$

Diámetro del piñón:

$$D = \frac{p}{\text{Sen}\left(\frac{180}{z_p}\right)}$$

$$D = \frac{12,70}{\text{Sen}\left(\frac{180}{13}\right)}$$

$$D = 58,85 \text{ mm}$$

Ángulo de garganta.

$$\alpha_1 = 180 - 15 \frac{D - d}{E} \geq 120$$

$$\alpha_1 = 180$$

Los fabricantes recomiendan mantener el ángulo de contacto por arriba de 120° cuando sea posible.

Velocidad lineal de la cadena.

$$V = \frac{(Z_2)(P)(n_2)}{1000}$$

$$V = \frac{(13)(12,70)(60)}{1000}$$

$$V = 9,90 \text{ m/seg}$$

Este valor es inferior a los 28 m/seg que marca como límite máximo la figura 34 mostrada a continuación que muestra las velocidades máximas en cadenas para un paso de 12.7 mm.

Velocidades máximas de la cadena		
Paso mm	Velocidad de rotación r.p.m	Velocidad lineal m/s
9,525	10 000	30
<b>12,7</b>	7 000	<b>28</b>
15,875	5 000	24
19,05	4 000	24
25,4	2 500	18
31,75	1 600	16
38,1	1 300	16
44,45	1 000	14
50,8	700	11
63,5	500	10
76,2	400	9,5

Figura 34. Velocidades máximas de cadenas [19]

Comprobación del esfuerzo total soportado por la cadena Se puede obtener el valor del esfuerzo útil ( $F_u$ ) que desarrolla la cadena a partir de la siguiente expresión:

$$F_u = \frac{\text{potencia}}{\text{velocidad}}$$

Donde:

$F_u$  = Esfuerzo útil que desarrolla la cadena

P = Potencia a transmitir (W)

V = Velocidad lineal de la cadena (m/s)

$$F_u = \frac{186.425 \text{ WATT}}{9,90 \text{ m/seg}}$$

$$F_u = 18.32 \text{ N}$$

El otro componente del esfuerzo, el debido a la fuerza centrífuga de la cadena ( $F_c$ ), viene determinado por la siguiente expresión:

$$F_c = M V^2$$

Siendo M la masa unitaria (kg/m) de la cadena.

De la figura de características técnicas para cadena simple de rodillos que se incluye en la figura 35. A continuación se puede obtener que para una cadena Tipo 41 ANSI y paso 12,7 mm resultan las siguientes características:

- Peso unitario (M): 0.41 kg/m
- Fuerza de tensión total (R): 6.67 kN

REFERENCIA	REFERENCIA	PASO	DIAMETRO DE RODILLO	ANCHO INTERIOR	DIAMETRO EJE	LONGITUD DEL EJE		ANCHO MALLAS	GROSOR DE MALLAS	FUERZA DE TENSION TOTAL	FUERZA DE TENSION MEDIA	PESO POR METRO
DIN/ISO	ANSI	P	d1 máx	b1 mín	d2 máx	L máx	Lc mín	b2 máx	T máx	Q mín.	Q0	q
		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kN	kN	kg/m.
*03C	*15	4.7625	2.48	2.38	1.62	6.10	6.90	4.30	0.60	1.80	2.0	0.08
*04C-1	*25	6.350	3.30	3.18	2.31	7.90	8.40	6.00	0.80	3.50	4.6	0.15
*06C-1	*35	9.525	5.08	4.77	3.58	12.40	13.17	9.00	1.30	7.90	10.8	0.33
<b>085-1</b>	<b>41</b>	<b>12.700</b>	<b>7.77</b>	<b>6.25</b>	<b>3.58</b>	<b>13.75</b>	<b>15.00</b>	<b>9.91</b>	<b>1.30</b>	<b>6.67</b>	<b>12.6</b>	<b>0.41</b>
08A-1	40	12,700	7,95	7,85	3,96	16,60	17,80	12,00	1,50	14,10	17,5	0,62
10A-1	50	15,875	10,16	9,40	5,08	20,70	22,20	15,09	2,03	22,20	29,4	1,02

Figura 35: Características técnicas para cadena simple de rodillos

Sustituyendo valores para el caso que nos ocupa resulta un esfuerzo debido a la fuerza centrífuga de la cadena de:

$$F_C = \left(0,41 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) \left(10,28 \frac{\text{m}}{\text{seg}}\right)^2$$

$$F_C = 43,33 \text{ N}$$

Por lo tanto, el esfuerzo total que soporta la cadena es:

$$F_O = F_u + F_C$$

$$F_O = 61,45 \text{ N}$$

Por lo que resulta un coeficiente de seguridad de:

$$C_s = \frac{R}{F_O}$$

$$C_s = \frac{6670 \text{ N}}{62,161 \text{ N}}$$

$$C_s = 107,5$$

La lubricación para esta transmisión con cadena es de tipo A. Este tipo de lubricación se lo realiza por medio de un cepillo o aceitera, el volumen y la frecuencia debe ser suficiente para mantener la cadena húmeda de aceite y permitir la penetración de lubricante limpio entre los elementos de la cadena.

#### 3.6.4 Selección de rueda dentada para la cadena.

Una rueda con dientes que engranan con una cadena, existe tipos de ruedas dentadas plana (tipo A), cubo sencillo (tipo B), doble cubo (tipo C) como se observa en la figura 36.

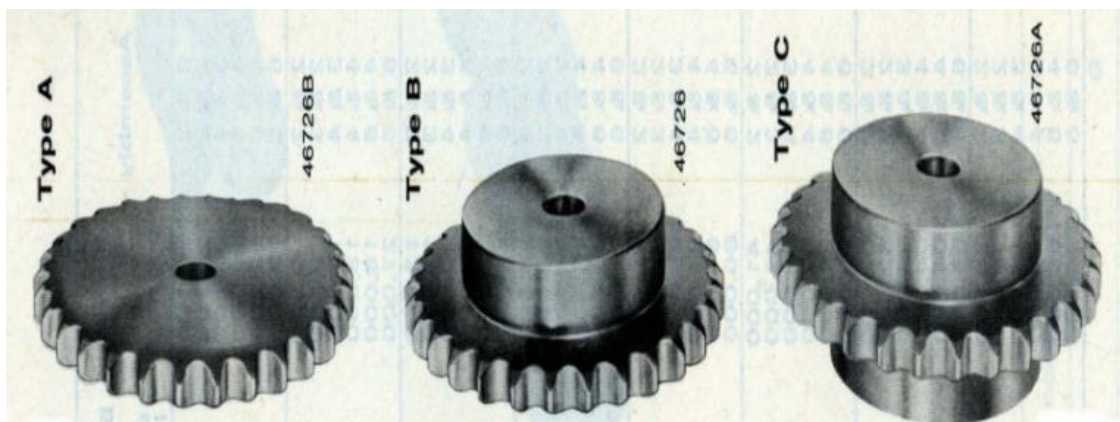


Figura 36: Tipos de ruedas dentadas para cadena. [21]

En el sistema de transmisión por cadenas se suele emplear algunos mecanismos de tensión para evitar que la cadena se descarrile en los puntos donde se presenta alguna vibración u oscilación de la cadena.

Los mecanismos más comunes empleados para tensar las cadenas son:

- Ruedas tensoras.
- Patines guías.
- Tensores hidráulicos.

Las ruedas tensoras se ubican en el lado flojo de la cadena y se las utiliza de tal forma que tense la cadena en casos especiales se incluye muelles para absorber las oscilaciones que presente la cadena en su funcionamiento

Con los valores del diámetro obtenidos en los cálculos y los números de dientes de la Catarina conductora y conducida se procede a seleccionar las catarinas para la cadena ver (anexo F)

### 3.7 Diseño de bocines

Se colocarán bocines la figura 37 muestra un esquema del bocín que se colocará en las placas de acero inoxidable que se soportara el peso de todos los elementos que conforman la máquina lavadora de naranjilla.

Bocín 1

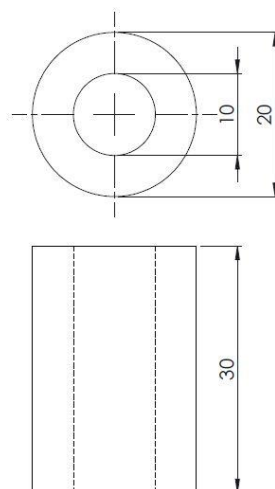


Figura 37: Esquema de bocín 1

Se comprueba el esfuerzo por aplastamiento del material, que es acero inoxidable 304:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. [14]}$$

El área de será

$$A = 2\pi r l \quad \text{Ec. [15]}$$

$$A = (2\pi)(0,1968)(1,1811)$$

$$A = 1,46084 \text{ pulg}^2$$

$$\sigma = \frac{330\text{Lb}}{1,46084 \text{ pulg}^2}$$

$$\sigma = 225,89 \text{ lb/pulg}^2$$

Acero inoxidable AISI 304 ( $S_y=26$  Kpsi ver anexo B

$$\sigma_p < 0,9 S_y$$

$$\sigma_p < (0,9)\left(\frac{26000\text{lb}}{\text{pulg}^2}\right)$$

$$0,22589 \text{ Kpsi} < 23,400 \text{ Kpsi}$$

**Bocín dos:** esquema de la figura 38

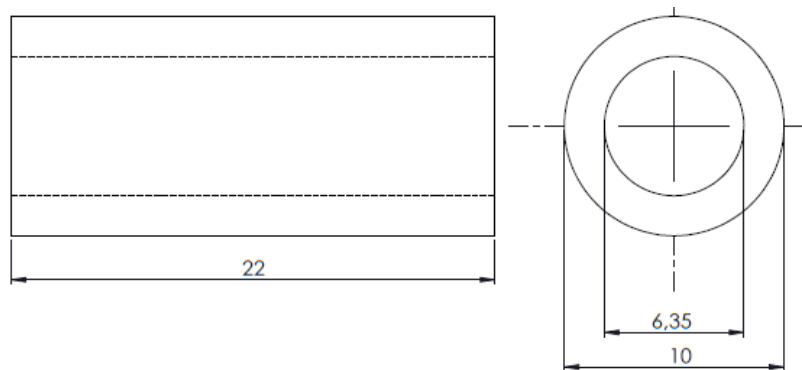


Figura 38: Esquema bocín 2

Se comprueba el esfuerzo por aplastamiento del material, que es acero inoxidable 304.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

El área de será:

$$A = 2\pi r l$$

$$A = (2\pi)(0,125)(0,866142)$$

$$A = 0,68026 \text{ pulg}^2$$

$$\sigma = \frac{330\text{Lb}}{0,68026 \text{ pulg}^2}$$

$$\sigma = 485,104 \text{ lb/pulg}^2$$

Acero inoxidable AISI 304 ( $S_y=26$  Kpsi ver anexo B)

$$\sigma_p < 0,9 S_y$$

$$\sigma_p < (0,9)(26000\text{lb/pulg}^2)$$

$$0,485\text{Kpsi} < 23,400 \text{ Kpsi}$$

### 3.7.1 Selección del aspersor de la lavadora

La figura 39 muestra el método de lavado por aspersión, el agua se aplica sobre la superficie de los rodillos, de forma parecida a la lluvia.

La aspersión se obtiene al impulsar el agua a presión a través de pequeños orificios o boquillas. Generalmente la presión se obtiene por bombeo del agua.

#### Patrones de aspersión

Existen muchos tipos de boquillas y de patrones de aspersión, y la elección que hagamos dependerá de la operación específica que vayamos a realizar. Los tres tipos fundamentales son:

- De abanico plano
- De cono hueco
- De cono lleno

#### Abanico plano

La boquilla de pulverización de abanico plano forma un patrón estrecho, elíptico, en forma de “V” invertida (figura 37). La deposición es mayor en el centro del patrón y se disipa a medida que se avanza hacia el borde exterior.



Se obtiene un patrón uniforme de distribución a lo largo de la barra cuando se optimizan tanto la altura de ésta última como la distancia entre las boquillas con vistas a lograr un traslape apropiado de los patrones de aspersión de las boquillas adyacentes. Entre las variaciones del abanico plano se encuentran las siguientes:

**Abanico plano de amplio espectro para pulverización al voleo.**

Diseñado para operar con una gama más amplia de presiones de pulverización Inundación para pulverización al voleo. Patrón plano gran angular que utiliza gotas más gruesas. Pulverización uniforme para pulverización en bandas. Los patrones de pulverización no decreciente proporcionan una cobertura uniforme sin traslape. El aspersor lo vamos a elegir en función, precisamente, del marco de riego y de la pluviometría que arroja.

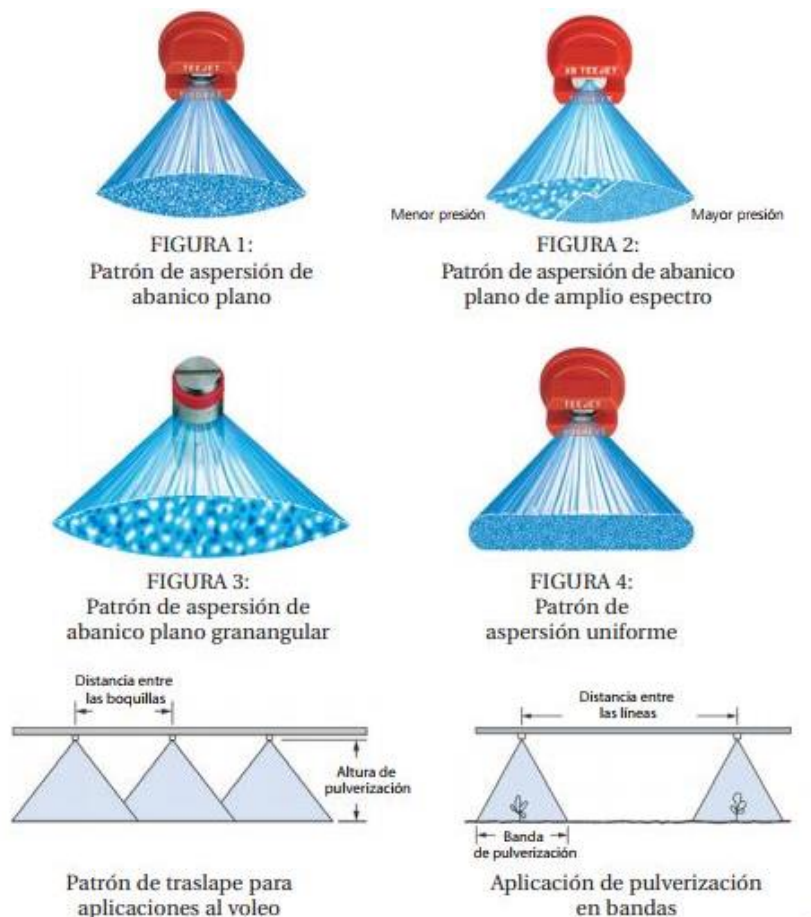


Figura 39: Aspersores de boquilla. [22]

Para calcular el número de aspersores se utiliza la ecuación:

$$n = \frac{L}{S_e} + 1 \quad \text{Ec. [16]}$$

Donde:

n = Número de aspersores

L = Longitud a lavar

Se = Distancia entre aspersores

$$n = \frac{2100\text{mm}}{150\text{mm}} + 1$$

$$n = 15$$

Se necesitan 15 aspersores para lavar la naranjilla distribuidos en 5 ramales que están separados a 340 mm por cada ramal se colocan tres aspersores separados a una distancia de 150 mm entre cada aspersor como muestra la figura 40.

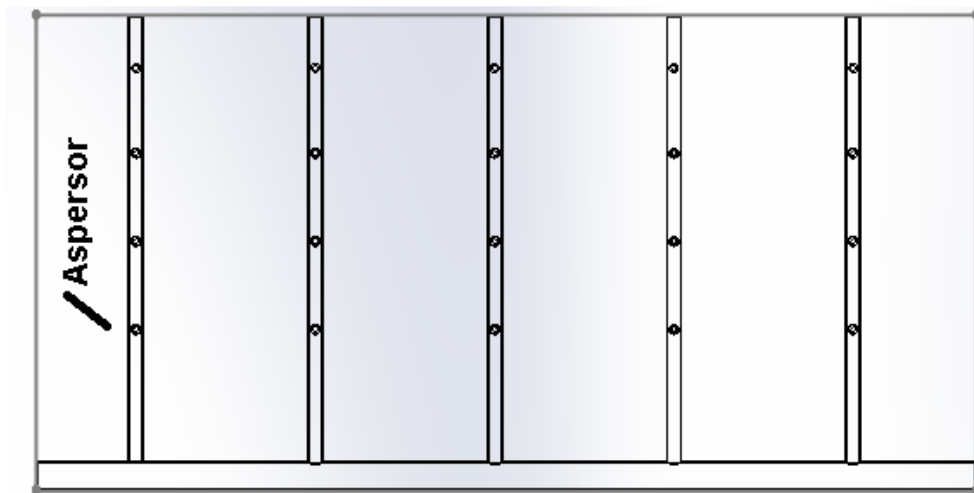


Figura 40: Distribución de los aspersores en la máquina

La altura donde va el aspersor es 300 mm con este valor seleccionamos el aspersor de boquilla según el catálogo boquillas de chorro de aire (ver anexo G) y obtenemos el aspersor para el lavado óptimo de la naranjilla.

### 3.7.2 Cálculo del caudal y pérdidas de energía

Según datos del catálogo ver (anexo G1) el caudal de cada aspersor es  $0.0115361 \frac{\text{pie}^3}{\text{seg}}$  y presión de 20 bares por lo que el caudal total de aspersores es:

$$Q_T = Q_{ASP} N_{ASP} \quad \text{Ec. [17]}$$

Donde:

$Q_T$  = Caudal total de aspersores

$Q_{ASP}$  = Caudal de aspersor

$N_{ASP}$  = Número de aspersores

$$Q_T = 0.0115361 \frac{\text{pie}^3}{\text{seg}} \quad (15)$$

$$Q_T = 0,17304 \frac{\text{pie}^3}{\text{seg}}$$

Para determinar la velocidad se asumió tuberías de 1, 1.5 y 2 pulgadas. Dando los siguientes resultados.

$$Q = v_1 A_1 \quad \text{Ec. [18]}$$

$$v_1 = \frac{Q}{A_1}$$

$$v_1 = \frac{0,17304 \text{ pie}^3/\text{seg}}{\frac{\pi (0.08333\text{pie})^2}{4}}$$

$$v_1 = 31,72\text{pie}/\text{seg}$$

Ahora se procede a calcular las perdidas en el sistema de lavado por aspersión para poder encontrar la potencia necesaria de la bomba en la figura 41 se muestra un esquema de la distribución de la tubería para el sistema de aspersión.

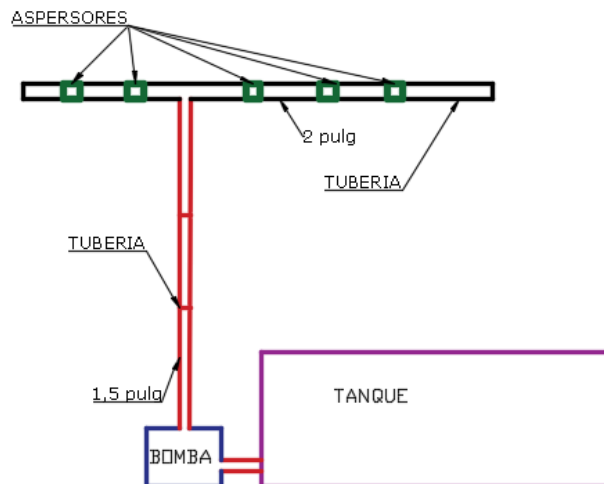


Figura 41: Esquema de lavado por aspersión

Se calcula la pérdida generada en la conexión tanque tubería como muestra la figura:42.



Figura 42: Conexión tanque tubería.

Con este tipo de conexión se asume que la tubería se proyecta hacia dentro con un valor de  $k=1$  como muestra la figura 43.

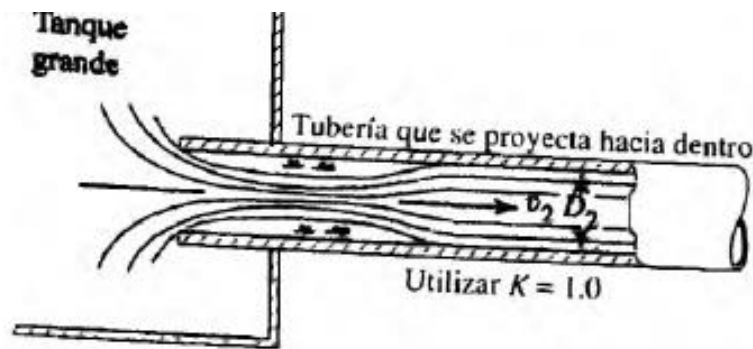


Figura 43: Coeficientes de Resistencia de Entradas [23]

Por lo tanto, la pérdida de energía en ese punto se calcula con la ecuación:

$$hL = k \frac{v_1^2}{2g} \quad \text{Ec. [19]}$$

$$hL = 1 \frac{(31,72 \text{ pie/seg})^2}{2(32,16) \text{ pie/seg}^2}$$

$$hL = 15,645 \text{ pie}$$

### 3.7.3 Selección de la válvula de verificación

La función de una válvula de verificación es permitir el flujo en una dirección y detenerlo en la contraria. Cuando el nivel del agua en es bajo a un nivel aceptable, la bomba se detiene. El empleo de una válvula de verificación justo afuera de la abertura de descarga de la bomba impide que esto ocurra. La válvula de verificación se cierra de inmediato cuando la presión en el lado de salida excede la del interior.

Para el cálculo seleccionamos la válvula de tipo giratorio como muestra la figura 44 y analizamos las perdidas por energía de válvula de verificación tipo giratorio.

Tipo	Longitud equivalente en diámetro de tubería $L_e/D$
Válvula de globo—abierta por completo	340
Válvula de ángulo—abierta por completo	150
Válvula de compuerta—abierta por completo	8
— $3/4$ abierta	35
— $1/2$ abierta	160
— $1/4$ abierta	900
Válvula de verificación—tipo giratorio	100
Válvula de verificación—tipo bola	150
Válvula de mariposa—abierta por completo, 2 a 8 pulg	45

Figura 44: Coeficientes de Resistencia de Válvulas y Acoplamientos [23]

Se obtiene un valor  $\frac{L_e}{D} = 100$

Tamaño nominal de la tubería (pulg)	Factor de fricción $f_f$	Tamaño nominal de la tubería (pulg)	Factor de fricción $f_f$
$1/2$	0.027	$3\frac{1}{2}, 4$	0.017
$3/4$	0.025	5	0.016
1	0.023	6	0.015
$1\frac{1}{4}$	0.022	8-10	0.014
$1\frac{1}{2}$	0.021	12-16	0.013
2	0.019	18-24	0.012
$2\frac{1}{2}, 3$	0.018		

Figura 45: Factor de Fricción. [23]

De la figura 45 se tiene los factores de fricción la tubería:

$f_r = 0,021$  Para tubería de 1,5 pulgadas

Se calcula el valor de k:

$$k_{1,5\text{pulg}} = 150 f_r$$

$$k_{1,5\text{pulg}} = 150(0,021)$$

$$k_{1,5\text{pulg}} = 3,15$$

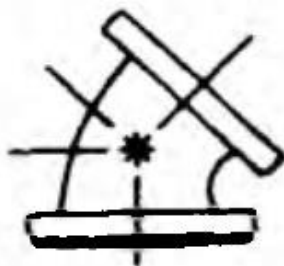
$$h_L = k \frac{v_2^2}{2g}$$

$$h_L = 3,15 \frac{(31,72 \text{ pie/seg})^2}{2 (32,16) \text{ pie/s}^2}$$

$$h_L = 49,28 \text{ pie}$$

### 3.7.4 Cálculo de pérdidas por accesorios

La figura 46 muestra el tipo de codo que se va utilizar en el sistema entonces la pérdida será igual a:



$$K = 16f_r$$

(c) Codo a 45°

Figura 46: Factor de Fricción. [23]

$$k_{\text{codo}} = 16 f_r$$

Se utilizan 2 codos entonces:

$$k_{\text{codo}} = 2(16(0,021))$$

$$k_{\text{codo}} = 0,672$$

$$h_L = k \frac{v_2^2}{2g}$$

$$h_L = 0,672 \frac{(31,72 \text{ pie/seg})^2}{2 (32,16) \text{ pie/s}^2}$$

$$h_L = 10,51 \text{ pie}$$

Aplicando la ecuación de Bernoulli se tiene

$$\frac{P_0}{\gamma} + Z_0 + \frac{v_0^2}{2g} - h_A - h_{L0} - h_{L2} = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} \quad \text{Ec. [21]}$$

$$h_A = Z_0 - z_A + h_{L0} + h_{L2}$$

$$h_A = 1.02362 + 49,28 \text{ pie} + 15,645 \text{ pie} + 10,51$$

$$h_A = 76,46 \text{ pie}$$

$$P_A = h_A \gamma Q$$

$$P_A = (76,46\text{pie}) \left( 62,4 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3} \right) \left( 0,1729 \frac{\text{pie}^3}{\text{seg}} \right)$$

$$P_A = 825,170 \text{ pie} \frac{\text{lb}}{\text{seg}}$$

$$P_A = 825,170 \left( \frac{\text{pie} * \text{lb}}{\text{seg}} \right) \left( \frac{1\text{hp}}{550 \frac{\text{pie} * \text{lb}}{\text{seg}}} \right)$$

$$P_A = 1,50\text{HP}$$

Por lo tanto, seleccionamos la bomba centrífuga de 1.5 HP ver anexo (H)

### 3.7.5 Diseño del tanque de almacenamiento del agua

El tanque que se muestra en la figura 47 se lo diseña considerando varios factores, la recirculación del agua, después del proceso de lavado de la naranjilla y con el caudal total de los aspersores se determina el volumen necesario del tanque, con las siguientes medidas largo 3.674 pies ancho 1.47638 pies y alto de 1.41 pies, el volumen aproximado es de 8 pies cúbicos.

### 3.7.6 Espesor de pared

Para el diseño y construcción de cada elemento del tanque, se utilizará un acero inoxidable AISI tipo 304 ver (anexo I) con mínimo gasto de agua debido a su sistema de recirculación, en el tanque se construirá con un tapón lateral inferior de fácil apertura para el drenaje, así como también se colocará un filtro en el tanque para retención de partículas previo a succión de bomba de agua.

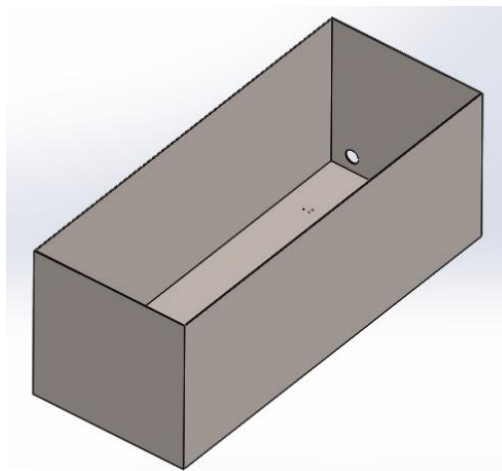


Figura 47: Geometría del tanque

Para el cálculo del espesor de placa con el que se fabricar el tanque se utilizará la Ecuación (ver anexo J):

$$t = 2,451 \sqrt{\frac{\alpha(H)(0,036)(G)}{S}} \quad \text{Ec. [22]}$$

Donde:

$\alpha$  = Factor que depende de la relación de la longitud a la altura del tanque, H/L (ver Gráfica de la página 183 anexo I)

G = Gravedad específica del líquido

L = Longitud del tanque, pulgadas

S = Valor de esfuerzo de la placa, lb/pulg<sup>2</sup>

Entonces:

Capacidad del tanque: 8 pie<sup>3</sup> aproximadamente

Contenido: agua; G = 1

Lado de un tanque de forma de cubo para la capacidad de diseño:  $\sqrt[3]{8} = 2$  pies

Dimensiones de los lados:

L = 2 pies x 3,674 = 7,34 pies = 88,08 pulgadas

H = 2 pies x 1,41 = 2,82 pies = 33,84 pulgadas

S = 25500, usando material AISI 304 (ver anexo I)

H/L = 33,84/88,08 = 0,384;  $\alpha = 0,00384$  (ver anexo J)

$$t = 2,45(88,08) \sqrt{\frac{(0,00384)(33,84)(0,036)(1)}{25500}}$$

$$t = 0,0924 \text{ pulgadas}$$

Entonces el espesor de pared del tanque es de 2,5 mm (ver anexo I) y sobre el tanque se colocará una rejilla para retener las partículas o desperdicios que se generen durante el lavado de la naranjilla.

### 3.8 Tolva de recolección del agua después del proceso de lavado.

La figura 48 muestra la geometría que se realizó para recoger el agua después del lavado de la naranjilla se utilizó material inoxidable AISI 304 ver (anexo I).



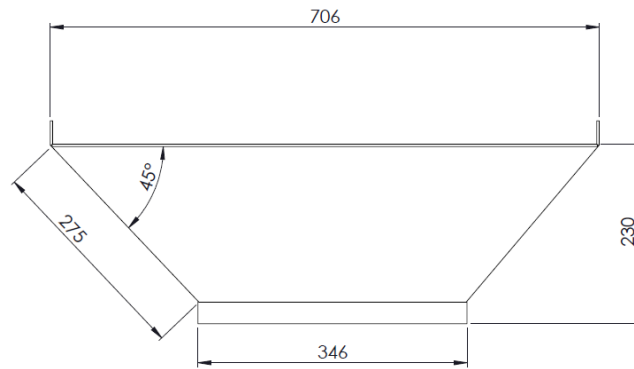


Figura 48: Geometría para recoger el agua

El espesor de la tolva se calcula tomando como referencia que es una tolva rectangular (ver anexo K) como muestra la figura 49:

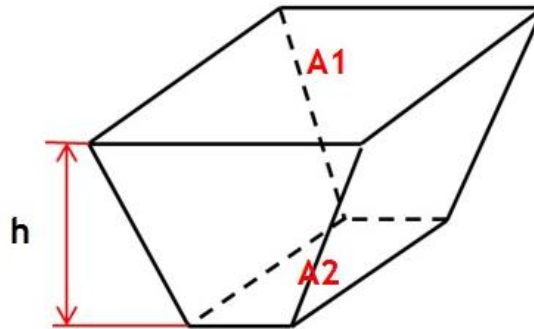


Figura 49: Tolva rectangular

$$V_T = \frac{h}{3}(A_1 + A_2) + \sqrt{A_1 A_2} + (A_1 h) \quad \text{Ec. [23]}$$

Donde:

$V_T$  = Volumen de la tolva.

$h$  = Altura de la tolva = 0,7545 pies

$A_1$  = Área superior de la tolva = 8,21 pies \* 2,32 pies = 19,05 pie<sup>2</sup>

$A_2$  = Área inferior de la tolva = 0,347 pies \* 1,14 pies = 0,3955 pie<sup>2</sup>

$$V_T = \frac{0,7545}{3}(19,05 + 0,3955) + \sqrt{19,05 + 0,3955} + (19,4455 * 0,7545)$$

$$V_T = 20,75 \text{ pie}^3$$

Si el agua cae en su totalidad en la tolva, el peso es:

$$W_M = \gamma V \quad \text{Ec. [24]}$$

$$W_M = \left( 62,43 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3} \right) (20,75 \text{ pie}^3)$$

$$W_M = 1295,42 \text{ lb}$$

Este peso es soportado por las cuatro paredes de la tolva, para el cálculo del espesor se considera una sola pared de la tolva.

Como se enunció anteriormente la tolva es en forma piramidal por lo tanto se comienza con el cálculo del área de la pared.

$$A_{\text{Pared}} = \frac{B+b}{2} h \quad \text{Ec. [25]}$$

Donde:

$A_{\text{Pared}}$  = Área de la pared de la tolva.

B = Lado mayor de la pared de la tolva = 8,21 pies

b = Lado menor de la pared de la tolva = 0,347 pies

$$A_{\text{Pared}} = \frac{8,21 + 0,347}{2} * 0,7545$$

$$A_{\text{Pared}} = 3,22 \text{ pie}^2$$

Se calcula la carga distribuida perpendicular sobre la plancha se muestra la figura 50:

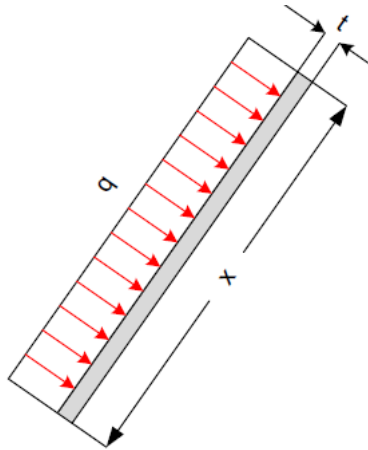


Figura 50: Carga sobre la pared de la tolva

$$q = \frac{W_M \operatorname{sen} 45^\circ}{A_{\text{pared}}}$$

Donde:

$q$  = Carga distribuida perpendicular sobre la pared de la tolva.

$$q = \frac{1295,42 \text{ lb} \operatorname{sen} 45}{3,22 \text{ pie}^2}$$

$$q = 261,28 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^2}$$

### Espesor de la pared de la tolva.

Si todas las placas de la tolva están sujetas a la misma carga distribuida por la cual se genera un esfuerzo máximo entonces para el espesor de la misma se tiene:

$$\sigma_m = k \frac{q r^2}{t^2} \quad \text{Ec. [26]}$$

$$\sigma_m = \frac{S_y}{n}$$

Donde:

$S_y$  = Límite de fluencia.

$H$  = Factor de seguridad. (Impuesto = 2)

$K$  = Coeficiente para placas rectangulares. (Anexo L)

El coeficiente  $k$  se selecciona según el caso en este diseño es el N° 16 y con una relación  $\frac{x}{b} = 3,3$  por ende se tiene  $k = 0.7214$

La variable x se obtiene de:

$$x = \frac{h}{\text{sen}45} \quad \text{Ec. [27]}$$

$$x = 1,161 \text{ pies}$$

$$\text{la relacion } \frac{x}{b} = \frac{1,161}{0,347} = 3,34$$

Reemplazando la ecuación se tiene:

$$t = \sqrt{k \frac{q r^2 n}{\sigma_m}}$$

$$t = \sqrt{0,7214 \frac{\left(1,85 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}\right) (4,17)^2 (2,5)}{25500 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}^2}}}$$

$$t = 0,0476 \text{ pulg}$$

Por ende, se toma planchas de acero inoxidable AISI 304 de 1,5 mm de espesor para construir la tolva (ver anexo I).

### 3.9 Diseño de paredes laterales para la máquina lavadora

Se procede con la selección de las placas de acero inoxidable AISI 304 ver (anexo I) su función es mantener en su lugar los rodillos giratorios y soportar la estructura de la tubería junto con los aspersores la figura 51 muestra la geométrica de las placas de soporte de la máquina.

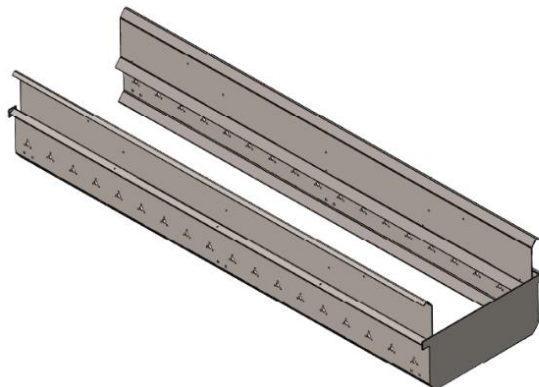


Figura 51: Esquema paredes laterales de la máquina lavadora de naranjilla

### 3.9.1 Cálculo del espesor de las paredes laterales de la máquina.

El peso de la naranjilla es de 121,55 libras por los que la presión que ejerce la naranjilla sobre la pared de la máquina es igual a:

$$P = \frac{F}{A_n}$$

Donde:

P = Presión ejercida por la naranjilla.

F = Fuerza de la naranjilla

$A_n$  = Área de la naranjilla.

Se Calcula el área de contacto de la naranjilla con las paredes de la máquina:

$$A_n = \pi r^2$$

Donde:

$A_n$  = Área de la naranjilla

r = Radio de la naranjilla

$$A_n = \pi (1,10)^2$$

$$A_n = 3,80 \text{ pulg}^2$$

$$P = \frac{121,55 \text{ lb}}{3,80 \text{ pulg}^2}$$

$$P = 31,986 \text{ Psi}$$

El espesor viene dado por la siguiente ecuación:

$$e = \frac{p a}{2} \frac{1}{(\sigma_{adm})m} + c$$

$$e = \left( \frac{31,986 (25)}{2} \right) \frac{1}{(25500) (0,85)} + 0,1$$

$$e = 0.118 \text{ pulg}$$

Por lo que se selección un espesor de 3 mm de plancha de acero inoxidable AISI 304 ver anexo(I)

### 3.9.2 Selección de la placa de sujeción

En el diseño de las placas se toma a consideración el peso que va soportar de todos los elementos. Para la construcción de la máquina se utilizarán 6 placas ver figura 52 se considera las placas fijas, como lo más crítica siendo estas la que soportan el peso de los elementos que conforman la máquina.

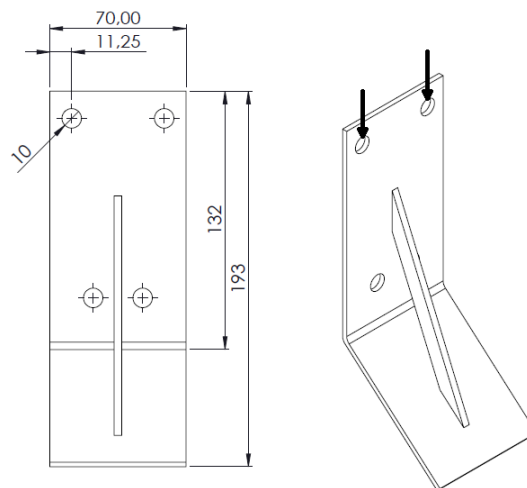


Figura 52: Placa de sujeción.

#### Cálculo del espesor de la placa.

La figura 53 muestra como está anclado las paredes laterales de la máquina a las placas se procede a calcular la fuerza que actúan en la placa, así como el espesor de la placa.

Se procede a Calcular la reacción que se genera en la placa con la fuerza total que soportara la placa que es de 330,91libras se tiene que:

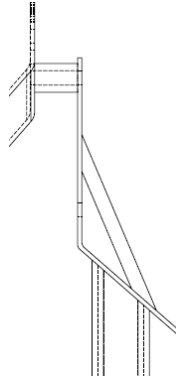


Figura 53: Sistema de anclaje de la máquina.

$$\sigma = \frac{F}{A_1}$$

Donde:

$\sigma$  = Esfuerzo que soporta la placa

F = Fuerza que soporta la placa

$A_1$  = Área de la placa

$$R_1 = \frac{F}{6} fs$$

$R_1$  = Fuerza de reaccion

fs = Factor de seguridad

$$R_1 = \frac{330,91}{6} 6$$

$$R_1 = 330,91$$

$$\sigma_{R1} = \frac{R_1}{\phi e}$$

$$\sigma_{R1} = \frac{330,91}{0,393 e}$$

$$\sigma_{R1} < \sigma_p$$

$$\sigma_p = \frac{sy}{n}$$

Se considera un factor de seguridad de 2,5

$$e = \frac{330,91(2,5)}{0,393(25500)}$$

$$e = 0,0825 \text{ pulg}$$

Se escoge una placa de 2,1 mm de espesor y se válida los resultados de la placa en elementos finitos mediante el software SolidWorks donde se utilizó un espesor de placa de 2,1 milímetros y el material es un acero inoxidable AISI 304 L comparando el esfuerzo de Von Mises se obtiene un valor de 10500 Psi y el factor de seguridad se obtiene los siguientes datos que muestra la figura 54:

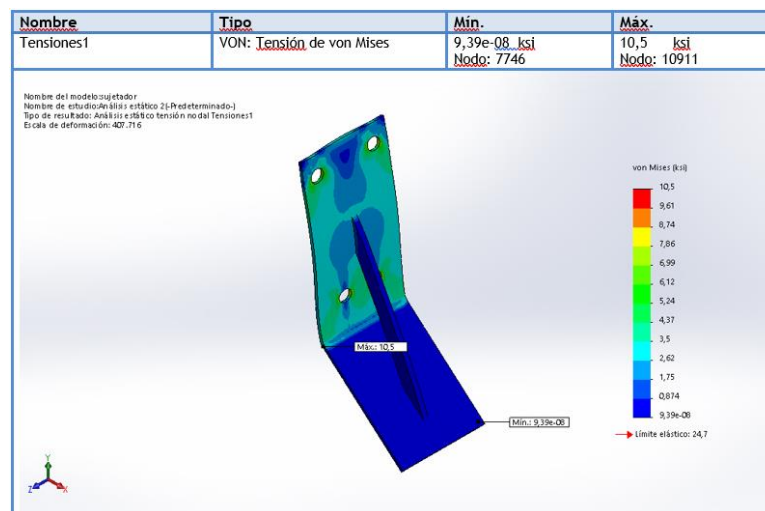


Figura 54: Esfuerzo de Von Mises

Con un factor de seguridad mínimo de 2,35 mostrado en la figura 55 siendo esta placa aceptada para el diseño y como soporte de los elementos de la máquina ya que cumple los parámetros de análisis para soportar la carga de los elementos que conforman la máquina.



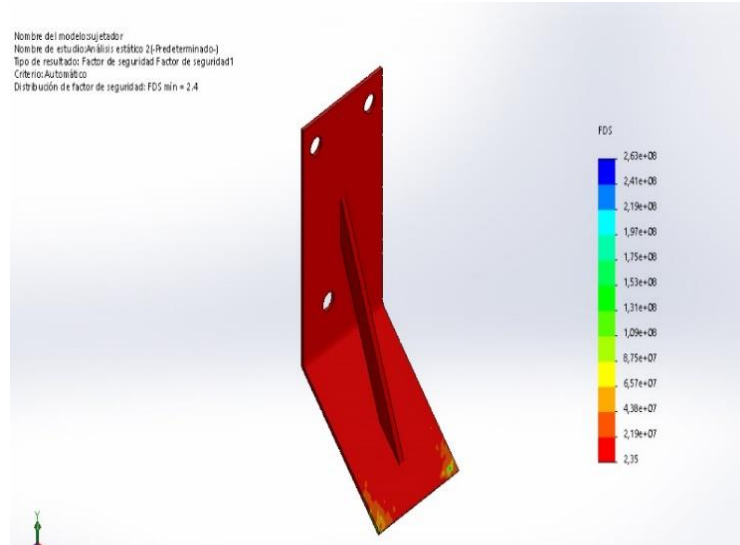


Figura 55: Factor de seguridad

### 3.10 Diseño de la estructura metálica de soporte.

Para el dimensionamiento de la bancada se consideró solamente la altura de trabajo, para ello se tomó en cuenta la recomendación dada por José Luis Melo en su obra titulada Guía Práctica de Ergonomía, en la que sugiere para el 95 percentil para hombres y el 5 percentil para mujeres, las dimensiones dadas en la figura 56, por lo que nosotros tomaremos una altura de 102 cm, para lo cual se requiere una bancada de 80,5 cm. de alto.

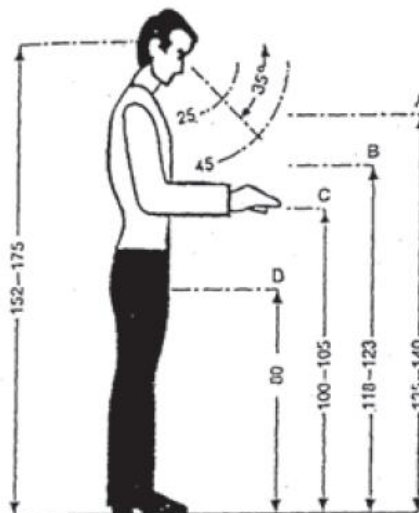


Figura 56: Recomendaciones de alturas de trabajo.

La figura 57 muestra un esquema de la estructura diseñada para soportar todos los elementos mecánicos y sus cargas.

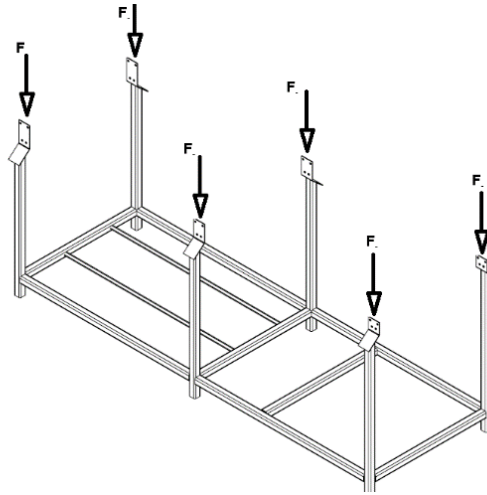


Figura 57: Esquema de las fuerzas sobre la bancada

Para el diseño de la viga se toma el peso de todos los componentes que esta soporta los mismos que se muestran en la tabla 12:

Tabla 12: Peso de los componentes que soportan la bancada

Nº	Componente	Peso(Kg)	Total(Kg)
18	Cepillos circulares	1,44	25,92
2	Planchas laterales	18,79	37,58
18	Ejes	2,68	48,24
1	Soporte de rodillo	27	27
1	Tubería y aspersores	9,10	9,10
34	Catarinas	0,0211	0,714
36	Soportes de nylon	0,06	2,16
1	Cadena de rodillo	0,42	0,42
	<b>TOTAL</b>		<b>150.1</b>

Mediante la ecuación del (anexo N) se calcula el esfuerzo y momento máximo:

$$M = \frac{F}{12} (6lx - 6x^2 - l^2) \quad \text{Ec. [28]}$$

Donde:

M = Momento

F = Fuerza que actúa sobre los apoyos

L = Longitud de la viga

X = Distancia de punto máximo

$$M = \frac{55,15}{12} (6(23,6)(11,8) - 6(11,8)^2 - (23,6)^2)$$

$$M = 1278,22 \text{ lb/pulg}$$

Con la siguiente ecuación se tiene:

$$\sigma = \tau \text{ flexion}$$

$$\sigma = \frac{32 * M}{s} \quad \text{Ec. [29]}$$

$$\sigma = \frac{S_Y}{n}$$

Dónde:

$\sigma$  = Esfuerzo combinado

M = Momento flector crítico

S = Módulo de sección

n = Factor de seguridad

$S_y$  = Resistencia a la fluencia acero inoxidable AISI 304 = 26Kpsi.

$$\frac{32 M}{s} = \frac{S_Y}{n}$$

$$\frac{32(1278,22)}{s} = \frac{26000}{1,5}$$

$$s = 1,57 \text{ pulg}^3$$

Por lo que selecciono un tubo de 40x40 x4mm de espesor (ver anexo M) con los resultados calculados se encuentra el esfuerzo que soporta la estructura con esto se puede comparar con el resultado, mediante un programa de elementos finitos, para validar el resultado.

$$\sigma = \frac{32(1278,22)}{1,57 \text{ pulg}^3}$$

$$\sigma = 10569,55 \text{ Psi}$$

La tubería que se seleccionó para el estudio es tubo cuadrado de 40x40x4mm, siendo la estructura validada por el software de elementos finitos y obteniendo los siguientes resultados que se muestran en la figura 58.

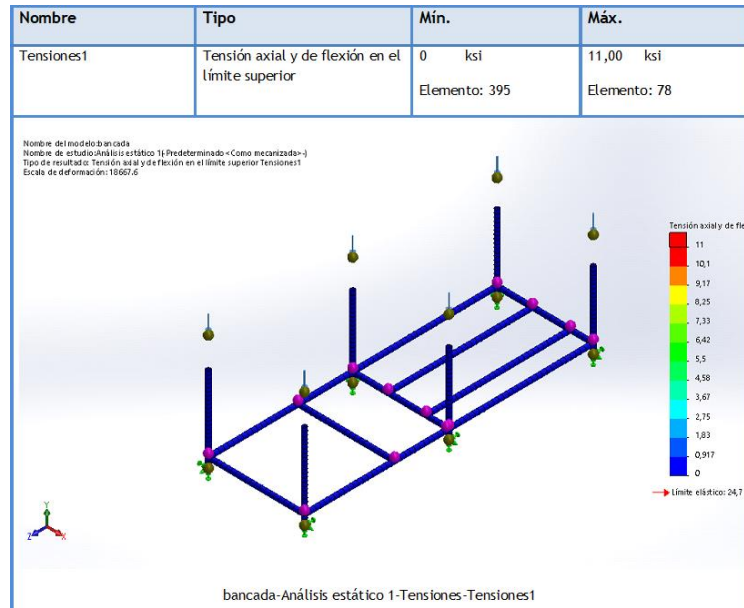


Figura 58: Análisis de estructura tensión axial y de flexión

Obteniendo resultados de tensión axial y flexión con un valor de 11 Kpsi muy por debajo del límite de fluencia del material además con un factor de seguridad de 3 como muestra la figura 59 por lo que se toma como aceptable la estructura para soportar los elementos que conformaran la máquina.

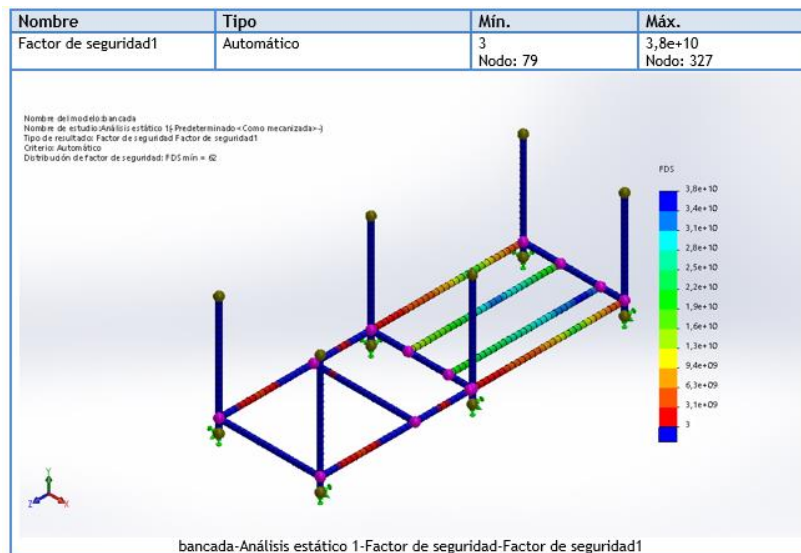


Figura 59: Factor de seguridad

### 3.11 Diseño de la soldadura

Las soldaduras en la bancada de la máquina lavadora se muestran en la figura 60, están sometidas solo a esfuerzo de compresión y son juntas a tope y a filete.

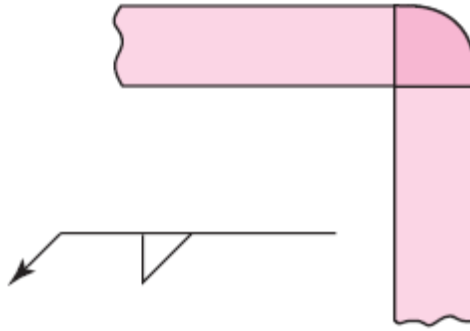


Figura 60: Esquema de la soldadura [7]

Para cargas a tensión o compresión. El esfuerzo es:

$$\sigma = \frac{F}{hl}$$

Dónde:

$\sigma$  = Esfuerzo

F = Fuerza

l = Longitud de la soldadura

h = Altura de garganta

La soldadura se realiza por todo el perímetro del tubo cuadrado:

Longitud de soldadura = 6,30 pulg

Altura de garganta = 0,40 pulg

Fuerza = Peso que soporta la bancada

$$\sigma = \frac{330 \text{ lb}}{0,40 \text{ pulg}(6,30 \text{ pulg})}$$

$$\sigma = 130,95 \text{ Psi}$$

Soldadura de vigas con las columnas:

Esfuerzo de flexión:

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

A = Área de la garganta, según la figura 61 se tiene:


Weld	Throat Area	Location of G	Unit Second Polar Moment of Area
	$A = 0.70 hd$	$\bar{x} = 0$ $\bar{y} = d/2$	$J_u = d^3/12$

Figura 61: Área de garganta [7]

Entonces:

$$\sigma = \frac{330 \text{ lb}}{0,70(0,40\text{pulg})(6,30\text{pulg})}$$

$$\sigma = 187\text{Psi}$$

Se usa un electrodo E 347 - 16, ver anexo O

$$S_y = 94274,5 \text{ Psi} = 650 \text{ Mpa}$$

Esfuerzos permisibles según el tipo de carga para cada caso según la figura 62 muestra valores para dichos esfuerzos:

Tipo de carga	Tipo de soldadura	Esfuerzo permisible	n*
Tensión	A tope	$0.60S_y$	1.67
Aplastamiento	A tope	$0.90S_y$	1.11
Flexión	A tope	$0.60-0.66S_y$	1.52-1.67
Compresión simple	A tope	$0.60S_y$	1.67
Cortante	A tope o de filete	$0.30S_{ut}^{\dagger}$	

\*El factor de seguridad n se ha calculado mediante la teoría de la energía de distorsión.

†El esfuerzo cortante en el metal base no debe exceder de  $0.40S_y$  del metal base.

Figura 62: Esfuerzos permisibles según el tipo de carga. [18]

Tabla 13: Esfuerzos permisibles de las soldaduras

Tipo de carga	Esfuerzo permisible (Kpsi)
Tensión (bancada)	56,564
Aplastamiento (base)	84,847
Flexión (vigas soporte)	59,392
Compresión (bancada)	56,564
Cortante (motor soporte)	28,282

Se determina los esfuerzos permisibles como indica la tabla 13 y que los esfuerzos calculados son aptos para el tipo de electrodo para acero inoxidable seleccionado es (Electrodo 347 - 16). Con este electrodo se realizan todas las juntas y se procede con la construcción de la bancada de la máquina lavadora de naranjilla.

### 3.12 Selección de la tapa de la cadena y catarinas de la máquina

La figura 63 muestra la tapa que se diseñó para proteger la cadena y Catarina del polvo y suciedades. El espesor de la tapa es de 1mm (ver anexo I) ya que no va realizar ningún esfuerzo más que el de proteger los elementos motrices de la máquina.

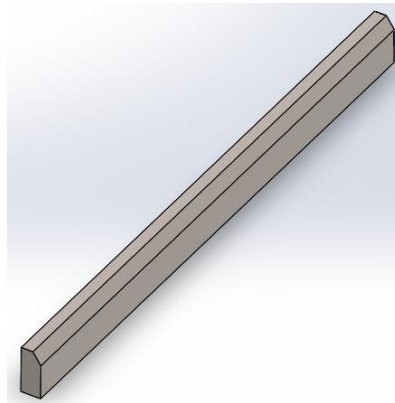


Figura 63: Tapa de elementos motrices

### 3.13 Diseño del perno

De acuerdo al diseño de la placa lateral la zona donde se generará la mayor cantidad de esfuerzos se encuentra en los apoyos, los mismo que se indica en la figura 64. Entonces se ha procedido a seleccionar los pernos que permita anclar de manera segura las placas con la bancada de la máquina.

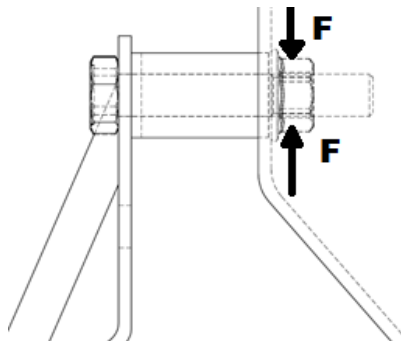


Figura 64: Sujeción de placas de la máquina

Nomenclatura:

$A_p$  = Área proyectada de un perno individual

$t$  = Espesor de la placa más delgada

$d$  = Diámetro del remache o perno.

$F$  = Fuerza transmitida

$S_p$  = Resistencia de prueba

$n_d$  = Factor de diseño

$S_y$  = Resistencia a la fluencia de material de las placas

$\tau$  = Resistencia al corte

$A_r$  = Área del diámetro menor.

Datos:

$F = 330 \text{ Lb}$

$n_d = 2$

$d = 1/2 \text{ pulg.}$

$t = 0.11811 \text{ pulg.}$

Cálculos

Aplastamiento de los pernos, con todos los pernos cargados:

$$\sigma = \frac{F}{t d} = \frac{S_p}{n_d}$$

$$S_p = \frac{n_d F}{t d}$$



$$S_p = 11176,02 \text{ Psi}$$

En base al cálculo del esfuerzo de prueba se ha seleccionado del Anexo P, los pernos de las siguientes características:

SAE grado 2

$d = \frac{1}{2}$  pulg.

$S_p = 33$  Kpsi

Comprobación

Aplastamiento de los pernos, con todos los pernos cargados:

$$S_p = \frac{n_d F}{t d}$$

$$n_d = \frac{t d S_p}{F}$$

$$n_d = 5,90$$

Aplastamiento de los elementos, todos los pernos activos:

$$S_y = 25500 \text{ Psi.}$$

$$S_y = \frac{n_d F}{t d}$$

$$n_d = \frac{t d S_y}{F}$$

$$n_d = 4,56$$

Cortante del perno, todos los pernos activos: si las roscas de los pernos no se extienden en los planos de cortante para dos cuerpos:

$$\tau = \frac{F}{A}$$

$$n_d = 0,577 \frac{2\pi \left(\frac{d^2}{4}\right) S_p}{F}$$

$$n_d = 0,577 \frac{2\pi \left(\frac{0,5^2}{4}\right) (33000)}{330}$$

$$n_d = 12$$

En base al cortante del perno, el valor mínimo del factor de seguridad es de 12 entonces se puede afirmar que el perno seleccionado cumple con las exigencias de carga generados por la máquina.

### **3.14 Proceso de mantenimiento de la lavadora**

Un describe las normas, la organización y los procedimientos que se utilizan en una empresa para efectuar la función de mantenimiento. Dicho manual eleva el papel del mantenimiento a un lugar muy importante de la organización, cuando los procesos se encuentran ordenados y son llevados a cabo de una manera satisfactoria.

La máquina lavadora de naranjilla para su correcto funcionamiento, es necesario tener un plan de mantenimiento, ya que sus elementos sufren desgaste y degradación por su uso. Al no ser realizado correctamente el mantenimiento, reducirá la eficiencia de la máquina hasta llegar al paro total del equipo.

#### **3.14.1 Riesgos y medidas preventivas.**

La máquina lavadora de naranjilla tiene sistemas que podrían causar daño al operador, por tener una mala práctica en el momento que la máquina este en su funcionamiento.

#### **3.14.2 Riesgos ergonómicos.**

Son los factores de riesgo que involucran objetos, puestos de trabajo, máquinas y equipos. Estos son: Sobre esfuerzo físico, manejo de cargas, posturas, entorno del trabajo, diseño de sillas, comandos, superficies y relaciones de trabajo. Para el transporte de las cajas de naranjilla hacia la máquina se debe tener cuidado en las posturas de manejo de cargas.

#### **3.14.3 Riesgos de atrapamiento.**

La persona en su entorno de trabajo, prestando especial atención a las dimensiones y características del puesto, así como a las posturas y esfuerzos realizados por el trabajado. El atrapamiento se produce cuando una parte de nuestro cuerpo queda enganchada o atrapada por algún componente del equipo. Debemos tener cuidado

con un posible atrapamiento entre los piñones y cadena, ya que estará girando constantemente.

La tabla 14 indica los procedimientos básicos para tener un buen mantenimiento de la máquina, teniendo el siguiente cronograma

Tabla 14: Cronograma de mantenimiento

Cronograma de mantenimiento de la máquina						
Actividad	Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual
Limpiar las fibras de los cepillos	x					
Verificar el desgaste de la fibra				x		
Lubricar las cadenas y rodamientos		x				
Inspeccionar pernos flojos y desgastados			x			
Tensado de cadenas					x	
Revisar los rodamientos			x			
Cambio de aceite en el reductor					x	
Verificar calentamiento en el motor	x					
Limpiar el tanque de recirculación de agua	x					

#### 3.14.4 Riesgos eléctricos.

Es aquel susceptible de ser producido por instalaciones eléctricas, partes de las mismas, y cualquier dispositivo eléctrico bajo tensión, con potencial de daño suficiente para producir fenómenos de electrocución y quemaduras.

### **3.14.5 Riesgos de corte.**

Existe un riesgo de corte ya que la máquina tiene segmentos de acero inoxidable con filos, que vienen a ser un eminente riesgo para las personas, que podrían sufrir daños en su piel.

### **PRESUPUESTO**

La realización del análisis económico tiene por objetivo determinar todos los costos tanto directos como indirectos para la construcción de la maquinaria.

Para determinar el costo directo total se considera:

- Costo de utilización de máquinas herramientas.
- Costo de Materiales directos
- Costos de Montaje

De igual manera para determinar el costo total indirecto se considera:

- Costo de Diseño o Ingeniería.
- Gastos imprevistos.
- Gastos de estudios técnicos.

El costo total de la máquina se obtiene mediante la suma de costos directos e indirectos.

### **3.15 Costo de fabricación de la máquina lavadora**

El costo de la máquina lavadora de naranjilla debe realizarse utilizando todos los elementos que han sido necesarios para su construcción, montaje y puesta en marcha en la empresa Murialdo de la provincia de Pastaza tanto en costos directos como costos indirectos por cada módulo de la máquina y para los elementos que son para la máquina en general, así como el costo del estudio y realización del proyecto.

### 3.16 Costos directos.

#### 3.16.1 Costo de Materiales.

Se conoce como materiales directos a la materia prima que se utiliza para construir los elementos que conforman la máquina, los costos de los mismos se indican en la Tabla 15.

Tabla 15: Costo de materiales

Costo de materiales			
Material	cantidad	Precio unitario	Precio total
Plancha acero inoxidable 1120*2440*3mm	6	296.61	1779,66
Eje de acero diámetro 5/8 y 700mm	168,96kg	4,75	807.31
Tubo cuadrado de 40*40*4mm de acero inoxidable 304	5	76.24	381,20
Platina de acero inoxidable 304 700mm* 4mm	1	15,68	15,68
Tubería de acero inoxidable de diámetro de 1 pulgada	1	56,78	56,78
Tubería de acero inoxidable de diámetro de 1-1/2 pulgada	1	71,78	71,78
Tubería de acero inoxidable de diámetro de 2 pulgadas	1	96,91	96,91
Cepillos giratorios de nylon de 700mm de longitud y diámetro 60 mm	18	25,20	453,60
Soporte de rodamiento en acero inoxidable redondo FAG	36	13,5	486,00
Rodamiento FAG 6002	36	4,18	150,48
Cadena de rodillos # 41	m	68,90	68,90
Codo de 45°	2	8,50	8,50
MOTOR Transtecnon CMG 002 63 B14 H, 0.25 hp, monofásico, 110/220 voltios	1	1	200,00

Continuación tabla 15

Pernos, Arandelas y tuercas	1	50	50,00
Pulsador On/Off	1	2	2,00
Catarina paso =1/2", diámetro 110 mm, Z = 27 dientes	1	35	35,00
Catalina paso=1/2", diámetro 60 mm, Z=13 dientes	34	20	68,00
Bomba hidráulica de 1.5 hp	1	460	460
Internet	1	60	60
Copias		20	20
Impresiones	1	100	100
Transporte	1	80	80
<b>Subtotal</b>			<b>5451,8</b>

### 3.17 Costo de operación de máquinas - herramientas

El costo de operación de máquinas herramientas consiste en los montos de mano de obra por la preparación de los diferentes elementos, en la tabla 4.3 se puede observar los costos en base al número de horas necesario para su elaboración.

Tabla 16: Costo de maquinado y mano de obra

<b>Costo de maquinado y mano de obra</b>			
Proceso	Tiempo	Costo hora	Costo total/hora
Cortado	24	2,50	60
Doblado	5	2,50	12,50
Soldado	1	2,50	2,50
Taladrado	1	2,50	2,50
Torneado	1	2,50	2,50
Mano de obra			250
<b>Subtotal</b>			<b>330</b>

#### 3.17.1 Costos de Montaje

Los costos de montaje son aquellos que incluyen la mano de obra de ensamble y armadura, los costos se pueden observar en la tabla de forma más detallada.

Tabla 17: Costo de montaje

Costos de montaje			
ITEM	Tiempo	Costo hora	Costo total/hora
Ensamble	16	2,50	40
Armado	8	2,50	20
Subtotal			60

### 3.17.2 Costo directo total.

El costo directo total es el resultado de la suma de todos los costos directos como se observa en la tabla

Tabla 18: Costo total

Costo total lavadora de naranjilla	
ITEM	Costo total
Costo de materiales	5451,8
Costo de maquinado y mano de obra	330
Costo de montaje	60
<b>Total</b>	<b>5841,8</b>

### 3.18 Esquema del proceso de construcción de la máquina.

Terminado el dimensionamiento de cada elemento mecánico y estructural se procederá a la construcción y montaje de la máquina, la misma que se realizará en un taller mecánico en donde se dispone de máquinas y herramientas necesarias para fabricar las diferentes piezas.

Las piezas que conforman la máquina se construyen de acuerdo a los planos de taller; y los materiales y elementos mecánicos se han seleccionado considerando la disponibilidad en el mercado nacional. La bancada en la cual se ensamblarán los demás componentes estará construida por tubería cuadrada estándar, en acero inoxidable de 40x40x4mm las paredes laterales de planchas acero inoxidable base sobre la cual se montará los ejes cepillos sistema de agua como se indican en los planos de taller.

En la figura 63 se muestra un diagrama esquemático del proceso que se llevar a cabo, para construcción y montaje de la máquina.

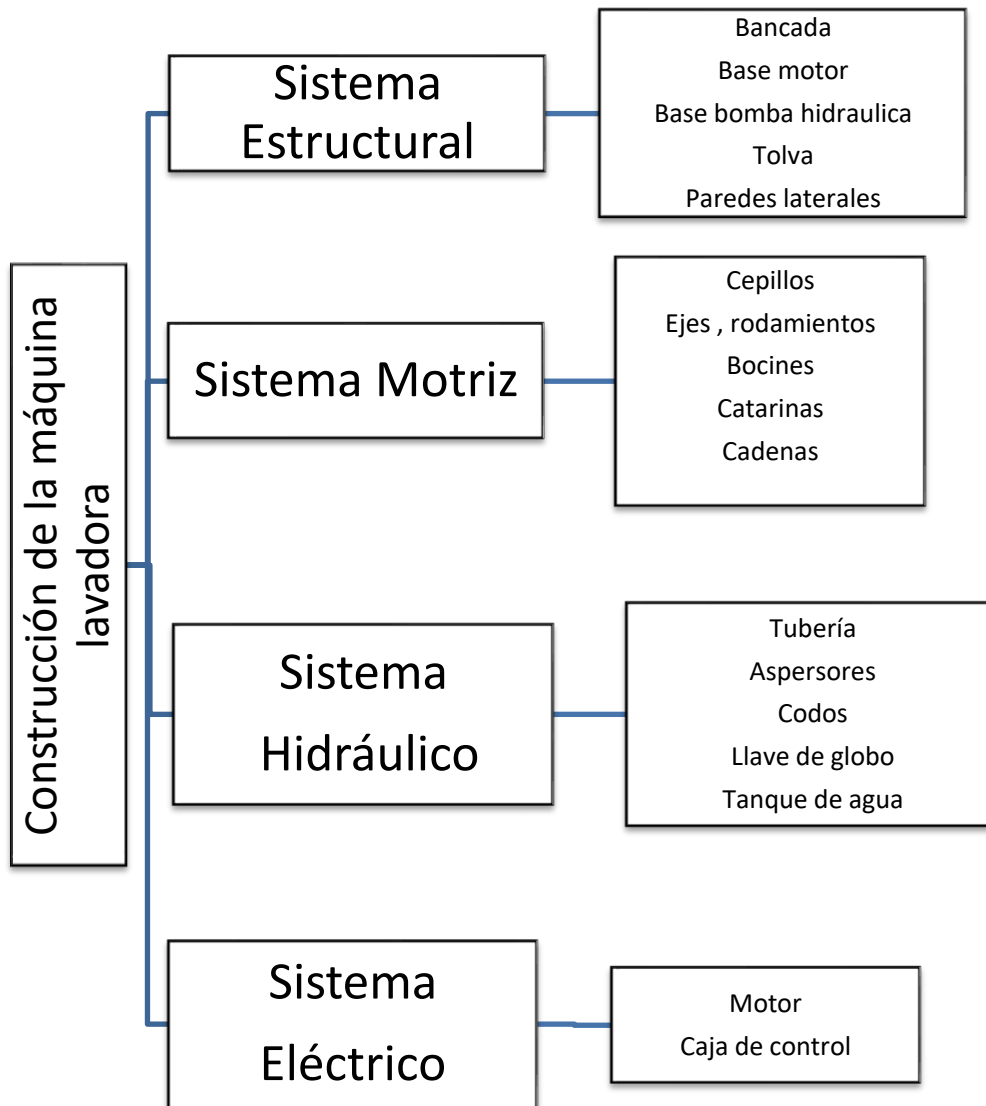


Figura 65: Esquema de construcción.



## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- ✓ Se constituyó la máquina lavadora de naranjilla de 55 kg/h de capacidad en acero inoxidable obteniendo un lavado óptimo y de calidad de la fruta para la asociación de naranjilla y frutales amazónicos Murialdo
- ✓ El grado de madurez de la fruta para el lavado de naranjilla debe ser en el pintón (3/4 madurez) y el tamaño óptimo debe ser de un diámetro promedio de 52 mm según recomienda la norma técnica NTE INEN 2303: 2009.
- ✓ Se determinó que el mecanismo de cadena y piñón es óptimo para un correcto funcionamiento de la máquina y lavado de la naranjilla sin destruir sus propiedades físicas.
- ✓ Las pruebas de funcionamiento de la máquina lavadora de naranjilla demostraron que no existe daños en la corteza superficial de la fruta, tampoco atrapamiento de naranjillas en los rodillos el lavado por aspersión es óptimo para este tipo de frutas.
- ✓ Se implementó la máquina lavadora de naranjilla en la empresa verificando su correcto funcionamiento, también se recomendó el mantenimiento de la máquina para garantizar su vida útil.

## RECOMENDACIONES

- ✓ Revisar que la naranjilla este en su grado de madurez normal, para poder ser ingresada a la máquina, mediante la norma.
- ✓ Las partes que tengan contacto con la naranjilla deben ser materiales aprobados para ser utilizados con alimentos, la industria alimenticia es muy rigurosa en higiene y materiales utilizados.
- ✓ El operador debe cumplir las normas mínimas de seguridad industrial como usar guantes, gafas, mascarillas y un traje adecuado.
- ✓ Para alargar la vida útil de la máquina se debe realizar un mantenimiento continuo de la misma, utilizar lubricación para el motor y no sobre-esforzar a la máquina.
- ✓ Relacionar más los conocimientos con el área agrícola para fomentar el desarrollo del área agroindustrial en la facultad de ingeniería civil y mecánica.
- ✓ Realizar una inspección cada 3 meses de la máquina para detectar cuando se deben hacer cambios de los elementos de la misma para evitar desgaste de las piezas.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] «Instituto Ecuatoriano De Normalización INEC,» Marzo 2009. [En línea]. Available: [www.inec.gob.ec](http://www.inec.gob.ec).
- [2] J. Y. V. P. REVELO, Manual técnico del cultivo de Naranja, Quito, 2008.
- [3] REVELO, E. PÉREZ y V. MAILA, Manual guía de capacitación del cultivo de naranja., Quito, 2005.
- [4] L. Sánchez Boado, Operaciones Preliminares de frutas y hortalizas, UM, 2015.
- [5] Reiva, Manual Técnico Cultivo de Lulo, Primera Ed ed., Huila: Litocentral, 2006.
- [6] C. d. r. FAG, Rodamientos fag, 2006.
- [7] J. Shigley, Diseño en Ingeniería Mecánica, Octava Edición ed. Nueva York, USA: Mc. Graw Hill, 2006.
- [8] C. d. FAG, Catálogo de rodamientos de bolas, cilindricos, rodillos, soportes y accesorios. Barcelona, España: FAG Sale Europe GmbH, 2000.
- [9] Joresa, Catalogo de Cadenas de Rodillos. Barcelona, España: Groupe, S.A., 2008.
- [10] d. r. dentadas,   
«<http://www.challengept.com/lit/brochures/Catalogue.pdf>,» [En línea].
- [11] G. d. U. d. B. d. Pulverización, «<http://teejet.it/media/350064/lims112%20users%20guide%20spanish.pdf>,» North Avenue at Schmale Road. [En línea].
- [12] Mott., «Mecánica de Fluidos.,» de Mecánica de Fluidos, México:, sexta edición,, pp. 293,297,299.
- [13] P. Estrada, Exportación de Naranja Liofilizada para el mercado brasilero, Quito, 2009.
- [14] Chicaiza, Diseño de una Máquina Lavadora de Zanahoria, Quito, 2007.

- [15] J. P .V, Estudio de Procesos de Industrialización en el Lavado de Fruta Pitahaya para la Optimización de la Producción en el Centro Agrícola del Cantón Palora, Ambato, 2013.
- [16] Revelo, Manual Técnico del Cultivo de Naranja. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias, Quito, 2008.

# **ANEXOS**

## Anexo A: Selección del cepillo giratorio

---



**LA ESPERANZA**

Fábrica de Cepillos y Escobillones Industriales



---

CEPILLOS CILÍNDRICOS, Destacados

Rodillo base plástico, Rodillo filamentos de nylon grado alimenticio

**MOD. 00075**

**RODILLO BASE PLÁSTICO CON FILAMENTOS NYLON  
GRADO ALIMENTICIO**

## Anexo B: Propiedades del eje acero inoxidable AISI 304L

Designaciones Internacionales	Designación TBH
ASTM, AISI, SAE, NMX	304/304L
Código de Color TBH	Amarillo-Blanco

### Composición Química Nominal:

Acero	C (%)	Mn (%)	Si (%)	P (%)	S (%)	Fe (%)	Cr (%)	Ni (%)	Ni (%)
304/304L	.08 máx	2 máx	1 máx	.045 máx	.03 min	BALANCE	18 a 20	8 a 10.5	

### Propiedades Mecánicas:

Grado	Resistencia a la Tracción Mpa. (RT)	RT (kgf/mm <sup>2</sup> )	RT (ksi)	Límite de Fluencia Mpa. (LF)	LF (kgf/mm <sup>2</sup> )	LF (ksi)	Alargamiento en 2"	Reducción de Área %	Relación de Maquinabilidad 1212 Ef = 100%
304	510	52	74	206	21	30	40	50	45
<b>304L</b>	481	49	70	176	18	<b>26</b>	40	50	45

### Tratamientos Térmicos:

Forjado	Solubilizado para Bajar Dureza	Solubilizado para Regenerar	Dureza Brinell Barras Recocidas	Temple
1150 a 1200 °C forjar abajo de 900 °C	1010 a 1120 °C enfriar al aire	Enfriar rápidamente hasta temperatura ambiente	160	Endurecible sólo por trabajo mecánico

### Usos Industriales:

Se utiliza en la industria química, alimenticia, textil y petrolera para piezas varias y partes que requieran ser soldadas para fabricar flechas, tuercas, birlos, tornillos, partes para válvulas, cuchillería, artículos domésticos entre otros.

## Anexo C: Selección del eje de acero inoxidable



### EJES Acero Inoxidable



#### Especificaciones Generales

**Calidad** AISI 304  
**Descripción** Acero inoxidable austenítico al cromo-níquel con bajo contenido de carbono. Resiste a la corrosión intersticial hasta 300°C. Resiste al efecto corrosivo del medio ambiente, vapor, agua y ácidos, así como de soluciones alcalinas si se emplea con la superficie pulida espejo.

**Aplicaciones** Industrias alimenticias, cerveceras, azucarera, utensilios domésticos, industria del cuero, farmacéutica, dental etc...

**Longitud** 6 m

Composición Química						
%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Ni	%Cr
0 - 0,08	0 - 1	0 - 2	0 - 0,045	0 - 0,03	8 - 10,5	18 - 20

Propiedades Mecánicas			
Resistencia Mecánica (N/mm <sup>2</sup> )	Punto de fluencia (N/mm <sup>2</sup> )	Elongación %Min.	Dureza ROKWELL B
520	220	20	249 - 278

Dimensiones
Diámetro
3/16"
1/4"
5/16"
3/8"
1/2"
5/8"
3/4"
1"
1 1/4"
1 1/2"
2"
2 1/2"
3"
3 1/2"
4"
5"
6"



[www.dipacmanta.com](http://www.dipacmanta.com)



## Anexo D: Selección del rodamiento FAG

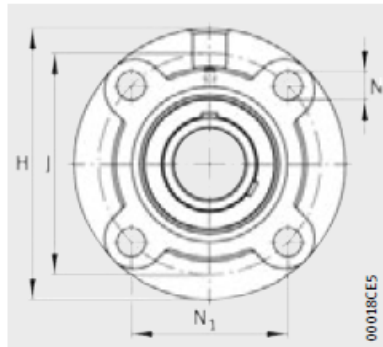
Eje	Dimensiones				E	B	f <sub>s</sub> mm/h	H mm	H <sub>1</sub> mm	J mm	Peso m	Capacidad de carga		Velocidad límite mm·s <sup>-1</sup>	Velocidad de referencia	Denominación abreviada	Medidas auxiliares		
	d mm	D mm	d <sub>1</sub> mm	D <sub>1</sub> mm								d <sub>yn</sub> kN	stat. C <sub>0</sub>				D <sub>1</sub> mm	D <sub>2</sub> mm	D <sub>3</sub> mm
10	10	26	21,4	22,5	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,96	34000	32000	6200	16100	12	24	0,3
	10	26	21,4	22,5	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,96	34000	32000	6200	16100	12	24	0,3
	10	26	21,4	22,5	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,96	34000	32000	6200	16100	12	24	0,3
	10	26	21,4	22,5	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,96	34000	32000	6200	16100	12	24	0,3
	10	26	21,4	22,5	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,96	34000	32000	6200	16100	12	24	0,3
	10	26	21,4	22,5	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,96	34000	32000	6200	16100	12	24	0,3
	10	26	21,4	22,5	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,96	34000	32000	6200	16100	12	24	0,3
	10	26	21,4	22,5	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,96	34000	32000	6200	16100	12	24	0,3
	10	26	21,4	22,5	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,96	34000	32000	6200	16100	12	24	0,3
	10	26	21,4	22,5	8	0,3	21,4	22,5	14,7	0,019	4,55	1,96	34000	32000	6200	16100	12	24	0,3
12	12	28	23,5	24,4	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,36	18000	16000	6201,2RSR	14	26	0,3	
	12	28	23,5	24,4	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,36	18000	16000	6201,2RSR	14	26	0,3	
	12	28	23,5	24,4	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,36	18000	16000	6201,2RSR	14	26	0,3	
	12	28	23,5	24,4	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,36	18000	16000	6201,2RSR	14	26	0,3	
	12	28	23,5	24,4	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,36	18000	16000	6201,2RSR	14	26	0,3	
	12	28	23,5	24,4	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,36	18000	16000	6201,2RSR	14	26	0,3	
	12	28	23,5	24,4	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,36	18000	16000	6201,2RSR	14	26	0,3	
	12	28	23,5	24,4	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,36	18000	16000	6201,2RSR	14	26	0,3	
	12	28	23,5	24,4	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,36	18000	16000	6201,2RSR	14	26	0,3	
	12	28	23,5	24,4	8	0,3	23,5	24,4	16,6	0,023	5,1	2,36	18000	16000	6201,2RSR	14	26	0,3	
15	15	32	25,8	27,4	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,052	6,95	3,1	16000	15000	6201,2RSR	16,2	27,8	0,6	
	15	32	25,8	27,4	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,052	6,95	3,1	16000	15000	6201,2RSR	16,2	27,8	0,6	
	15	32	25,8	27,4	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,052	6,95	3,1	16000	15000	6201,2RSR	16,2	27,8	0,6	
	15	32	25,8	27,4	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,052	6,95	3,1	16000	15000	6201,2RSR	16,2	27,8	0,6	
	15	32	25,8	27,4	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,052	6,95	3,1	16000	15000	6201,2RSR	16,2	27,8	0,6	
	15	32	25,8	27,4	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,052	6,95	3,1	16000	15000	6201,2RSR	16,2	27,8	0,6	
	15	32	25,8	27,4	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,052	6,95	3,1	16000	15000	6201,2RSR	16,2	27,8	0,6	
	15	32	25,8	27,4	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,052	6,95	3,1	16000	15000	6201,2RSR	16,2	27,8	0,6	
	15	32	25,8	27,4	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,052	6,95	3,1	16000	15000	6201,2RSR	16,2	27,8	0,6	
	15	32	25,8	27,4	10	0,6	25,8	27,4	18,3	0,052	6,95	3,1	16000	15000	6201,2RSR	16,2	27,8	0,6	

Bajo demanda también son suministrables otras especificaciones; no duden en contactarnos.

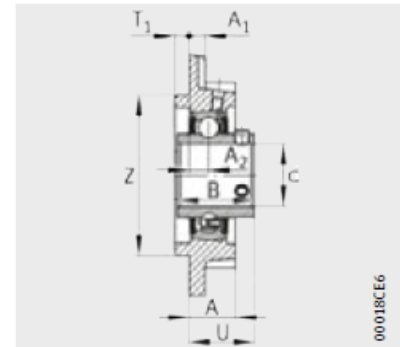
## Anexo D1: Selección del soporte FAG

### Soportes-brida de cuatro agujeros

forma redonda  
con tornillos prisioneros  
en el anillo interior



UCFC



UCFC

Tabla de medidas · Medidas en mm y en pulgadas

Referencias	Peso m ≈kg	Dimensiones				
		d		H	J	N <sub>1</sub>
		mm	Inch			
UCFC201	0,77	12	–	100	78	55,1
UCFC201-08	0,77	12,7	1/2			
UCFC202-09	0,76	14,288	9/16			
<b>UCFC202</b>	0,76	15	–			
UCFC202-10	0,75	15,875	5/8			
UCFC203	0,74	17	–			
UCFC203-11	0,74	17,463	11/16			
UCFC204-12	0,73	19,05	3/4			

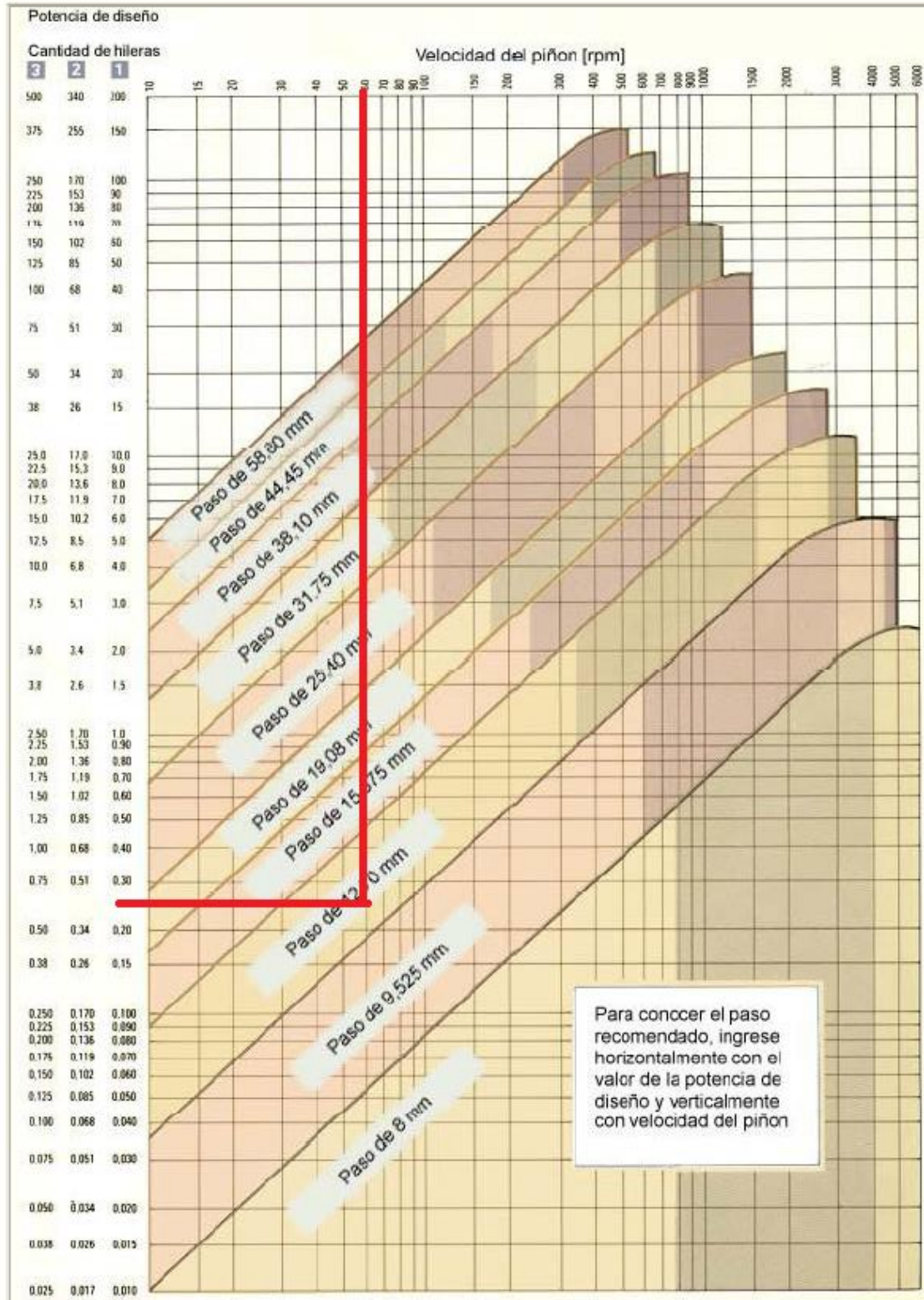
**Anexo E:** Selección del factor de servicio para cadena

**1. FACTOR DE SERVICIO**

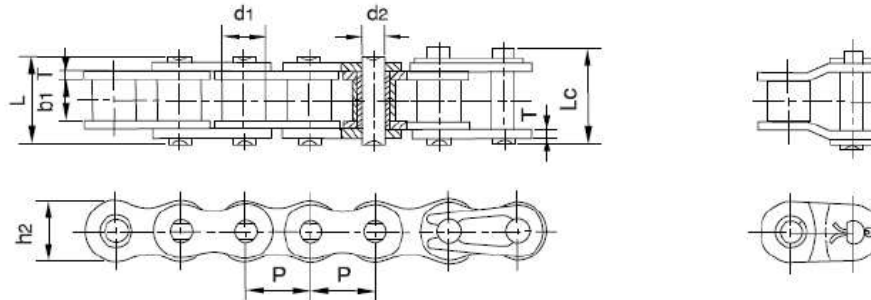
<b>Factor de servicio <math>C_1</math> para cadenas</b>	Motores de funcionamiento suave	Motores de funcionamiento medio impulsivo	Motores de funcionamiento impulsivo
	Motores eléctricos	Motores de combustión multicilíndricos	Motores de combustión monocilíndricos
<b>Máquinas de carga constante</b>			
Agitadores y mezcladores de líquidos y semilíquidos. Alternadores y generadores. Sopladores, extractores y ventiladores (centrífugos y de tamaño mediano). Compresores centrífugos. Elevadores y transportadores con carga uniforme. Maquinaria de industria de alimentos. Bombas centrífugas. Máquinas de imprentas.	1,00	1,25	1,50
<b>Máquinas de carga no constante</b>			
Agitadores y mezcladores de soluciones sólido-líquido. Sopladores, extractores y ventiladores de gran tamaño. Mezcladoras de cemento. Compresores de más de 3 cilindros. Grúas. Transportadores y elevadores con carga no uniforme. Bombas de dragado. Maquinaria de lavandería. Máquinas, Herramientas, Molinos.	1,25	1,50	1,75
<b>Máquinas de funcionamiento disperejo</b>			
Alternadores y generadores de soldadoras. Compresores de uno o dos cilindros. Excavadoras, Trituradoras, Alimentadoras vibratorias, Sierras circulares y lineales, Molinos de martillos y de mandíbula, Maquinaria minera.	1,75	2,00	2,25

Fuente: Catálogo Renold, Transmission Chains

## Anexo E1: Selección del paso de cadena de rodillos



## Anexo E2: Selección de cadena de rodillos



REFERENCIA	REFERENCIA	PASO	DIAMETRO DE RODILLO	ANCHO INTERIOR	DIAMETRO EJE	LONGITUD DEL EJE		ANCHO MALLAS	GROSOR DE MALLAS	FUERZA DE TENSION TOTAL	FUERZA DE TENSION MEDIA	PESO POR METRO
DINISO	ANSI	P	d1 máx	b1 mín	d2 máx	L máx	Lc mín	h2 máx	T máx	Q mín.	Qp	q
		mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kN	kN	kg/m.
*03C	*15	4.7625	2.48	2.38	1.62	6.10	6.90	4.30	0.60	1.80	2.0	0.08
*04C-1	*25	6.350	3.30	3.18	2.31	7.90	8.40	6.00	0.80	3.50	4.6	0.15
*06C-1	*35	9.525	5.08	4.77	3.58	12.40	13.17	9.00	1.30	7.90	10.6	0.33
085-1	41	12.700	7.77	6.25	3.58	13.75	15.00	9.91	1.30	6.67	12.6	0.41
08A-1	40	12.700	7.62	6.35	3.58	13.50	14.50	9.50	1.30	6.67	12.6	0.41
10A-1	50	15.875	10.16	9.40	5.08	20.70	22.20	15.09	2.03	22.20	29.4	1.02
12A-1	60	19.050	11.91	12.57	5.94	25.90	27.70	18.00	2.42	31.80	41.5	1.50
16A-1	80	25.400	15.88	15.75	7.92	32.70	35.00	24.00	3.25	56.70	69.4	2.60
20A-1	100	31.750	19.05	18.90	9.53	40.40	44.70	30.00	4.00	88.50	109.2	3.91
24A-1	120	38.100	22.23	25.22	11.10	50.30	54.30	35.70	4.80	127.00	156.3	5.62
28A-1	140	44.450	25.40	25.22	12.70	54.40	59.00	41.00	5.60	172.40	212.0	7.50
32A-1	160	50.800	28.58	31.55	14.27	64.80	69.60	47.80	6.40	226.80	278.9	10.10
36A-1	180	57.150	35.71	35.48	17.46	72.80	78.60	53.60	7.20	280.20	341.8	13.45
40A-1	200	63.500	39.68	37.85	19.85	80.30	87.20	60.00	8.00	353.80	431.6	16.15
48A-1	240	76.200	47.63	47.35	23.81	95.50	103.00	72.39	9.50	510.30	622.5	23.20

\* Cadena casquillo fijo: d1 en la tabla indica el diámetro exterior del casquillo



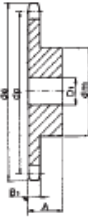
Anexo F: Selección de las catarinas de la cadena de rodillos

PIÑONES PARA CADENAS DE RODILLOS SEGUN DIN-8187

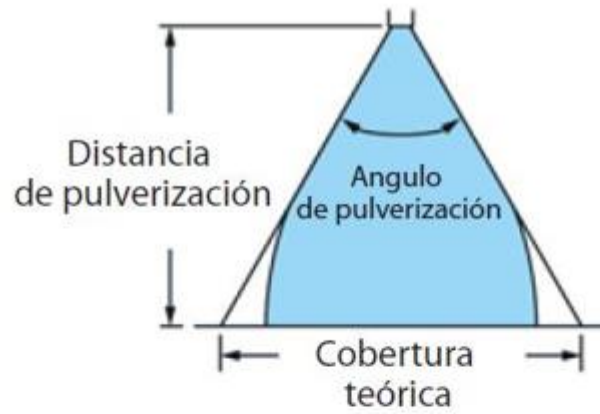
Z	d <sub>e</sub>	d <sub>p</sub>	S			D			T		
			d <sub>m</sub>	D <sub>1</sub>	A	d <sub>m</sub>	D <sub>2</sub>	A	d <sub>m</sub>	D <sub>3</sub>	A
8	39,5	33,18	21	8	14						
9	43,4	37,13	25	8	14						
10	47,4	41,10	28	8	14						
11	51,4	45,07	31	8	16						
12	55,4	49,07	35	8	16						
13	59,4	53,06	39	8	16						
14	63,4	57,07	42	8	16						
15	67,4	61,09	47	8	16						
16	71,4	65,10	50	10	18						
17	75,4	69,11	50	10	18						
18	79,4	73,14	50	10	18						
19	83,5	77,16	50	10	18						
20	87,5	81,19	50	10	18						
21	91,5	85,22	60	12	20						
22	95,5	89,24	60	12	20						
23	99,6	93,27	60	12	20						
24	103,6	97,29	60	12	20						
25	107,6	101,33	60	12	20						
26	111,7	105,36	70	16	20						
27	115,7	109,40	70	16	20						
28	119,7	113,42	70	16	20						
29	123,8	117,46	70	16	20						
30	127,8	121,50	70	16	20						
31	131,8	125,54	70	16	20						
32	135,9	129,56	70	16	20						
33	139,9	133,60	70	16	20						
34	143,9	137,64	70	16	20						
35	148,0	141,68	70	16	20						
36	152,0	145,72	70	16	25						
37	156,1	149,76	70	16	25						

PIÑONES	
1/2" x 1/8"	
12,7 x 3,3 mm	
081 - 1	
Para cadenas de rodillos DIN 8187 ISO/R - 606	
Desde Z 31 h = 4 mm	
PIÑÓN	mm
Radio diente r <sub>3</sub>	13
Longitud radio C	1,3
Ancho diente B <sub>1</sub>	3
CADENA	mm
Paso	12,7
Ancho interior	3,3

Anexo G: Aspersor boquilla de pulverización







Ángulo de pulverización incluido	Cobertura teórica a diversas alturas de pulverización (en centímetros)							
	20 cm	30 cm	40 cm	50 cm	60 cm	70 cm	80 cm	90 cm
15°	5.3	7.9	10.5	13.2	15.8	18.4	21.1	23.7
20°	7.1	10.6	14.1	17.6	21.2	24.7	28.2	31.7
25°	8.9	13.3	17.7	22.2	26.6	31.0	35.5	39.9
30°	10.7	16.1	21.4	26.8	32.2	37.5	42.9	48.2
35°	12.6	18.9	25.2	31.5	37.8	44.1	50.5	56.8
40°	14.6	21.8	29.1	36.4	43.7	51.0	58.2	65.5
45°	16.6	24.9	33.1	41.4	49.7	58.0	66.3	74.6
50°	18.7	28.0	37.3	46.6	56.0	65.3	74.6	83.9
55°	20.8	31.2	41.7	52.1	62.5	72.9	83.3	93.7
60°	23.1	34.6	46.2	57.7	69.3	80.8	92.4	104
65°	25.5	38.2	51.0	63.7	76.5	89.2	102	115
73°	29.6	44.4	59.2	74.0	88.8	104	118	133
80°	33.6	50.4	67.1	83.9	101	118	134	151
85°	36.7	55.0	73.3	91.6	110	128	147	165
90°	40.0	60.0	80.0	100	120	140	160	180
95°	43.7	65.5	87.3	109	131	153	175	196
100°	47.7	71.5	95.3	119	143	167	191	215
110°	57.1	85.7	114	143	171	200	229	257
120°	69.3	104.0	139	173	208	243		
130°	85.8	129	172	215	257			
140°	110	165	220	275				
150°	149	224	299					

FIGURA 7: Cobertura teórica (pulgadas)

## Anexo G1: Selección de la boquilla de aspersión

### Boquillas de pulverización de cono lleno

			l/min												
			0,7 bar	1 bar	2 bar	3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	10 bar	15 bar	20 bar	1 bar	10 bar	20 bar
D1	DC31	0,79	0,31	0,36	0,49	0,59	0,67	0,74	0,80	1,0	1,2	1,4	42°	40°	38°
D1.5	DC31	0,91	0,39	0,45	0,63	0,76	0,86	0,95	1,0	1,3	1,6	1,8	54°	46°	40°
D2	DC31	1,0	0,45	0,53	0,72	0,86	0,98	1,1	1,2	1,5	1,8	2,0	56°	54°	49°
D3	DC31	1,2	0,49	0,58	0,80	0,95	1,1	1,2	1,3	1,6	1,9	2,2	58°	67°	58°
D1	DC33	0,79	0,32	0,36	0,46	0,56	0,64	0,71	0,78	0,98	1,2	1,4	24°	37°	37°
D1.5	DC33	0,91	0,42	0,47	0,63	0,75	0,85	0,95	1,0	1,3	1,6	1,9	34°	46°	45°
D2	DC33	1,0	0,47	0,56	0,78	0,95	1,1	1,2	1,3	1,7	2,0	2,3	42°	55°	52°
D3	DC33	1,2	0,57	0,68	0,95	1,1	1,3	1,5	1,6	2,0	2,5	2,8	46°	57°	56°
D4	DC33	1,6	0,78	0,91	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,7	3,3	3,7	49°	63°	63°
D1	DC35	0,79	0,30	0,36	0,48	0,58	0,65	0,71	0,78	0,97	1,2	1,3	16°	27°	27°
D1.5	DC35	0,91	0,41	0,47	0,63	0,76	0,85	0,94	1,0	1,3	1,5	1,7	19°	30°	30°
D2	DC35	1,0	0,53	0,62	0,83	0,99	1,1	1,2	1,3	1,7	2,0	2,2	38°	45°	40°
D3	DC35	1,2	0,58	0,72	0,98	1,2	1,3	1,5	1,6	2,0	2,4	2,8	42°	48°	42°
D4	DC35	1,6	1,0	1,2	1,6	2,0	2,3	2,5	2,8	3,5	4,2	4,8	65°	68°	60°
D5	DC35	2,0	1,3	1,6	2,2	2,6	3,0	3,3	3,6	4,5	5,5	6,3	65°	69°	62°
D2	DC56	1,0	—	—	0,80	0,98	1,1	1,2	1,4	1,8	2,2	2,5	—	18°	16°
D3	DC56	1,2	—	—	1,1	1,3	1,6	1,7	1,9	2,4	3,0	3,4	—	24°	22°
D4	DC56	1,6	—	1,3	1,8	2,2	2,5	2,8	3,1	4,0	4,8	5,6	18°	30°	28°
D5	DC56	2,0	1,4	1,8	2,5	3,0	3,5	3,9	4,3	5,5	6,7	7,8	24°	35°	33°
D6	DC56	2,4	2,2	2,7	3,7	4,5	5,3	5,9	6,5	8,5	10,2	11,9	31°	40°	38°
D7	DC56	2,8	2,9	3,4	4,9	6,0	6,9	7,7	8,5	11,0	13,5	15,6	42°	53°	51°
D8	DC56	3,2	3,7	4,4	6,2	7,6	8,8	9,8	10,8	13,9	17,0	19,6	48°	58°	56°
D10	DC56	4,0	5,1	6,1	8,6	10,6	12,2	13,6	15,0	19,3	24	27	57°	66°	64°

**Nota:** Siempre verifique dos veces los caudales de aplicación. Los valores indicados se basan en la pulverización de agua a 21°C (70°F). Consulte las páginas 136–157 para ver fórmulas útiles y demás información.



## Anexo H: Selección bomba centrífuga



### Bomba Centrífuga Leo AC 110 1,5 HP 220v

Marca: Leo

Modelo: Leo ACM 110 Monofasica - 1,5 Hp

Descripción: - CARACTERÍSTICAS - BOMBA

- Cuerpo de bomba en hierro fundido, con tratamiento especial anti-corrosión y bocas roscadas.

- Impulsor de acero inoxidable.

- Eje en acero inoxidable AISI 304

- Temperatura max. del líquido: +60°C

- Max. aspiración: +2 m

- CARACTERÍSTICAS - MOTOR

- Bobinado del motor en cobre

- Protección térmica en motor monofásico

- Aislación Clase: F

- Protección Clase: IPX4

- Temperatura ambiente max.: +40°C

- APLICACIONES

- Recomendadas en el uso doméstico e industrial, abastecimiento urbano de agua, aumento de presión en edificios y equipos contra incendios, riego de jardines, trasvase de agua, calefacción, ventilación, aire acondicionado, circulación y aumento de presión para agua fría y caliente, etc

## Anexo I: Plancha de acero inoxidable AISI 304

# PLANCHAS ACERO INOXIDABLE

## Norma: AISI 304

### Especificaciones Generales

DESCRIPCIÓN DE ACUERDO A NORMA	JIS	SUS 304
	ASTM	304
	DIN	4301

**ESPEORES** desde 0.40-1.5mm

**DIMENSIONES** 1220 x 2440mm (estándar)

1220 x otros largos (especial)



**Descripción:** Acero inoxidable aleado al cromo y níquel, muy resistente a la corrosión intergranular y a los ataques químicos del medio ambiente. Posee una buena resistencia a la corrosión del agua, ácidos y soluciones alcalinas si se emplea con superficie pulida a espejo. Se la puede encontrar con acabado ASTM 2B y 1.

### COMPOSICIÓN QUÍMICA (%)

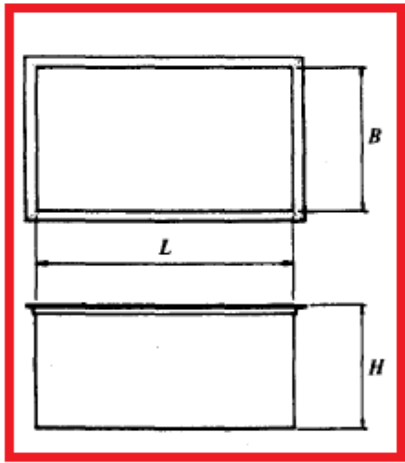
C Max	Si Max	Mn	P Max	S Max	Ni	Cr	Mo	Otros
0,08	1	2	0,04	0,03	8 - 10,5	18 - 20	XX	XX

### PROPIEDADES MECÁNICAS

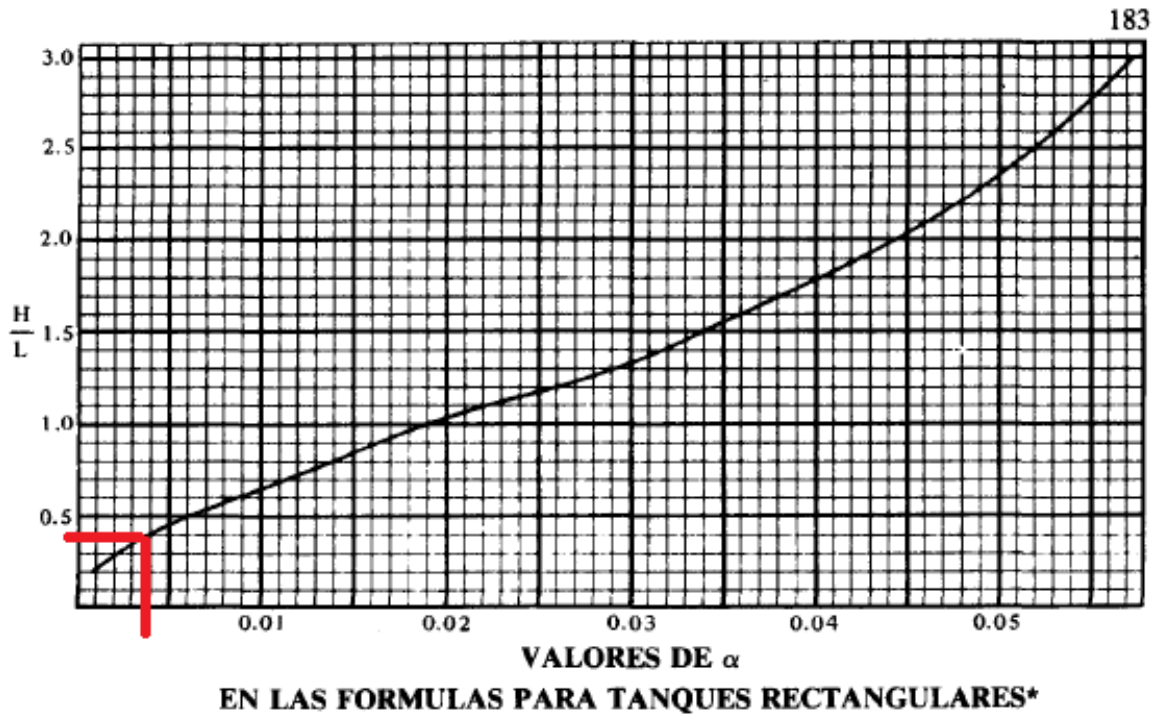
RESISTENCIA MECÁNICA		PUNTO DE FLUENCIA		Elongación % Min.	PRUEBAS DE DUREZA (MAX)	
Kg/mm <sup>2</sup>	Psi	Kg/mm <sup>2</sup>	Psi		ROCKWELL B	VICKERS
49	69500	18	25500	40	81,7	160

Anexo J: Espesor de pared de tanque rectangular

184

<b>TANQUES RECTANGULARES SOMETIDOS A PRESION HIDROSTATICA</b>	
<p><b>NOTACION</b></p> <p><math>\alpha</math> = factor que depende de la relación de la longitud a la altura del tanque, H/L (ver gráfica de la página 183)</p> <p><math>E</math> = módulo de elasticidad, lb/pulg<sup>2</sup>; 30 000 000 para acero al carbono</p> <p><math>G</math> = gravedad específica del líquido</p> <p><math>I</math> = momento de inercia, pulg<sup>4</sup></p> <p><math>l</math> = distancia máxima entre soportes, pulgadas</p> <p><math>L</math> = longitud del tanque, pulgadas</p> <p><math>R</math> = reacción, con subíndices que indiquen la ubicación, lb/pulg</p> <p><math>S</math> = valor de esfuerzo de la placa, lb/pulg<sup>2</sup>, como aparece tabulado en la norma, tablas UCS-23</p> <p><math>t</math> = espesor de placa requerido, pulgadas</p> <p><math>w</math> = carga por unidad de longitud, lb/pulg</p>	
	<p><b>ESPESOR DE PLACA REQUERIDO</b></p> $t = 2.45 L \sqrt{\frac{\alpha H 0.036 G}{S}}$ <p>También puede usarse el espesor <math>t</math> para la placa del fondo si está apoyada toda su superficie.</p> <p>Para servicio bajo condiciones de corrosión puede incrementarse el espesor <math>t</math>.</p>
<p><b>BASTIDOR DE ATIESAMIENTO</b></p> $w = \frac{0.036 G H^2}{2} \qquad \begin{matrix} R_1 = 0.3 w \\ R_2 = 0.7 w \end{matrix}$	

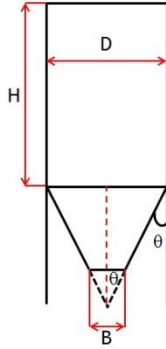
Anexo J1: Selección del valor alfa para tanque rectangular



**Anexo k:** Capacidad de volumen en tolvas

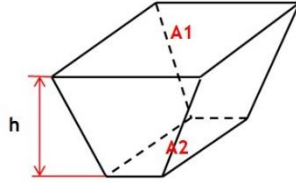
**Capacidad de tolva (V) en función de sus dimensiones**

*V = volumen de sección variable + volumen de sección recta*



$$V = \frac{\pi}{24 \tan \theta} (D^3 - B^3) + \frac{\pi}{4} D^2 H$$

**TOLVA CÓNICA**



$$V = \frac{h}{3} (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 A_2}) + A_1 H$$

**TOLVA RECTANGULAR**

**Blog MECANOTECNIA**

# Anexo L: Coeficiente k para placas rectangulares

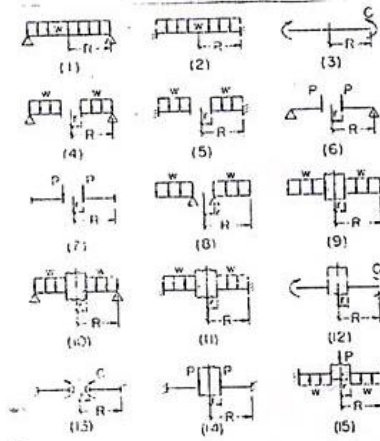
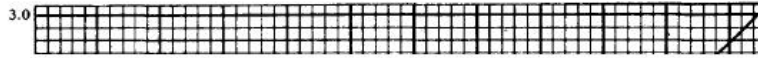


Fig. 69

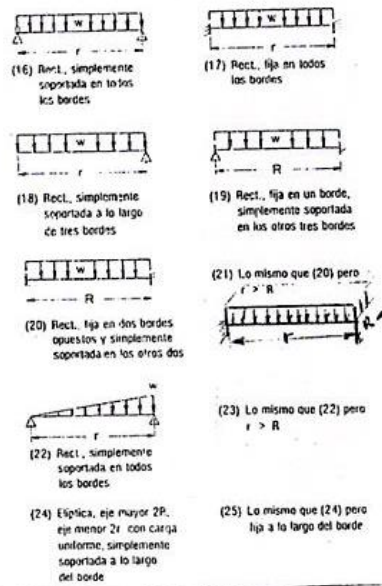


Tabla 20. Coeficientes  $k$  y  $k_1$  para placas rectangulares y elípticas ( $\mu = 0.3$ )

R/r	1.0		1.5		2.0		3.0		4.0	
	k	k <sub>1</sub>	k	k <sub>1</sub>	k	k <sub>1</sub>	k	k <sub>1</sub>	k	k <sub>1</sub>
16	0.287	0.0413	0.487	0.0843	0.511	0.1106	0.713	0.1336	0.741	0.1406
17	0.308	0.0138	0.454	0.0240	0.497	0.0277	0.500	0.028	0.500	0.028
18	0.672	0.140	0.768	0.160	0.792	0.165	0.798	0.166	0.800	0.166
19		0.030		0.070		0.101				
20		0.0209		0.0582		0.0987		0.1276		
21*		0.0216		0.0270		0.0284		0.0284		0.0284
22		0.0221		0.0421		0.0553		0.0665		0.0700
23*		0.0220		0.0426		0.0592		0.0772		0.0908
24	1.24	0.70	1.92	1.26	2.26	1.58	2.60	1.88	2.78	2.02
>c	0.75	0.171	1.34	0.304	1.63	0.379	1.84	0.419	1.90	0.431

Anexo M: Tubo cuadrado acero inoxidable 40x40x4mm

**PRODUCTOS DE ACERO**

## TUBO CUADRADO ACERO INOXIDABLE

### Especificaciones Generales

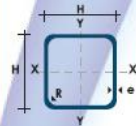
**Calidad** AISI 304  
**Largo Normal** 6.00 m  
**Otros Largos** Previa Consulta  
**Dimensiones** Desde 3/4" a 2"  
**Espesor** Desde 1.2 mm, 1.5 mm y 2 mm



Dimensiones		Propiedades		
		Espesor (e)	Peso	Área Sección
Pulg	mm	mm	Kg/m	Pulg2
3/4"	19,05	1,2	0,5505	0,057
1"	25,40	1,2	0,8756	0,077
1 1/4"	31,75	1,2	1,1354	0,096
1 1/4"	31,75	1,5	1,3957	0,139
1 1/2"	38,10	1,2	1,3752	0,1165
1 1/2"	38,10	1,5	1,6955	0,174
2"	50,80	2	3,0142	0,1559

**NOMENCLATURA**

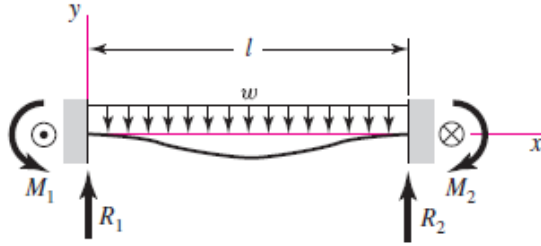
A= Área de selección transversal del tubo  
 H= Longitud lado



**DABLE**

Anexo N: Carga distribuida

16 Apoyos fijos: carga uniforme



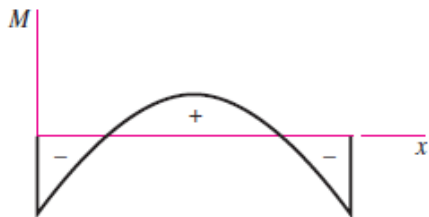
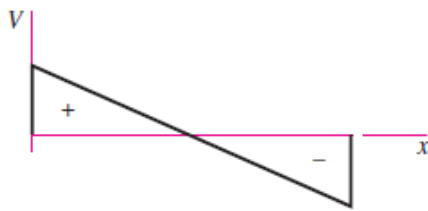
$$R_1 = R_2 = \frac{wl}{2} \quad M_1 = M_2 = \frac{wl^2}{12}$$

$$V = \frac{w}{2}(l - 2x)$$

$$M = \frac{w}{12}(6lx - 6x^2 - l^2)$$

$$y = -\frac{wx^2}{24EI}(l - x)^2$$

$$y_{\text{máx}} = -\frac{wl^4}{384EI}$$






## Anexo O: Esfuerzo permisible del perno

Av. General Enriquez 1750, C.C. Sangolquí Planta Baja, Sangolquí - Ecuador (593-2) 233-4098 (593-2) 233-1381

**LA CASA DEL PERNO**  
Los Profesionales en Pernos


20 AÑOS  
INNOVANDO PARA SERVIRLE MEJOR

Google Búsqueda personaliz **Buscar** x

Redes Sociales 

[Clientes](#) [Productos](#) [Ayuda Técnica](#) [Novedades](#) [Contacto](#)

### Resistencia de Pernos y Tuercas



Tuerca DIN Clase 6  
< 13/17 >

SAE: Society of Automotive Engineers

NUMERO DE GRADO	MATERIAL	CARGA DE PRUEBA (KPSI)	ESFUERZO DE RUPTURA (KPSI)
1, 2	Acero de bajo carbono ó acero al carbono	55 - 33	74 - 60
5	Acero al carbono, templado y revenido	85 - 74	120 - 105
5.2	Acero de bajo carbono martensítico, templado y revenido	85	120
7	Acero al carbono aleado, templado y revenido	105	133
8	Acero al carbono aleado, templado y revenido	120	150
8.2	Acero de bajo carbono martensítico, templado y revenido	120	150

ASTM: American Society for Testing and Materials

NUMERO DE GRADO	MATERIAL	CARGA DE PRUEBA (KPSI)	ESFUERZO DE RUPTURA (KPSI)
-----------------	----------	------------------------	----------------------------

**Temas Relacionados**

- Productos - Pernos de Acero
- Productos - Allen y Prisioneros
- Productos - Tuercas
- Ayuda Técnica - Recomendaciones

## INDURA 347

AWS: E 347-16

**Descripción:** Tiene revestimiento rutilico, lo que permite soldar con CA o CC, electrodo positivo. Arco con una transferencia de tipo spray muy estable. Depósito que fluye para producir soldaduras de forma y apariencia excelentes, se ajusta para permitir un buen control en soldadura fuera de posición. La escoria se desprende fácilmente.

**Usos:** El 347 ha sido diseñado para aceros tipo 347 y 321. Sin embargo, puede ser usado para soldar cualquier tipo de inoxidable en que se requiera una máxima resistencia a la corrosión. El niobio inhibe la precipitación de carburos, disminuyendo notablemente la corrosión.

**Aplicaciones típicas:** Aceros 347, 321, 304 y 308L. Componentes para ácidos, gases y agua.

**Posiciones de soldadura:** P, H, V, SC.

**Tipo de corriente:** CCEP, CA.

### Composición química:

C: 0.03%	Mn: 0.76%
Si: 0.90%	P: 0.032%
S: 0.005%	Cr: 18.5%
Ni: 10.0%	Mo: 0.25%
Nb: 0.40%	

### Propiedades mecánicas:

Resistencia a la tracción 650 Mpa  
Elongación (L=4d) 39%

**Anexo Q: Proceso de construcción**

**Materiales y Componentes**



**Planchas y tubos**



**Bancada**



**Tolva y paredes laterales**



**Cadena y catarina**



**Reductor de velocidades**



Maquinado de los ejes



Bocines y rodamientos



Tanque de agua



Paredes laterales y tolva





Rodillos de la máquina lavadora



Montaje de la máquina lavadora de naranjilla en la empresa

# PLANOS



# AFNAFAM

ASOCIACIÓN DE NARANJILLA Y FRUTALES AMAZÓNICOS MURIALDO

RUC: 1691710862001

## CERTIFICACIÓN

Puyo, 01 de febrero de 2018

A quien corresponda;

En mi calidad de Presidente de la Asociación de Naranja y Frutas Amazónicas Murialdo (AFNAFAM), con RUC: 1691710862001, por medio de la presente me permito **CERTIFICAR** que el Señor; **FLORES VARGAS GONZALO ALFREDO**, con C.C. **160051396-2**, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, realizó su Proyecto Técnico bajo el Tema: “ **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA LAVADORA DE NARANJILLA DE 55 Kg DE CAPACIDAD PARA LA ASOCIACIÓN DE NARANJILLA Y FRUTAS AMAZÓNICAS MURIALDO.** ”, previo a la obtención de su Título Profesional.

El interesado puede hacer uso de la presente en lo que estimare conveniente, excepto para asuntos judiciales.

Atentamente;

Sr. Albán Tamayo Segundo Sergio Eliecer

C.C. 1600099624

**PRESIDENTE AFNAFAM**

Dir: Fátima, sector Murialdo, vía Amazonas

E-mail: asonafrutamurialdo@gmail.com

Telf: 0995636651






UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANALISIS DE ALIMENTOS**



Dir: Av. Los Chasquis y Río Payamino, Huachi, Telf.: 2 400987 ext. 5517, e-mail: laconal@uta.edu.ec; laconal@hotmail.com  
Ambato-Ecuador

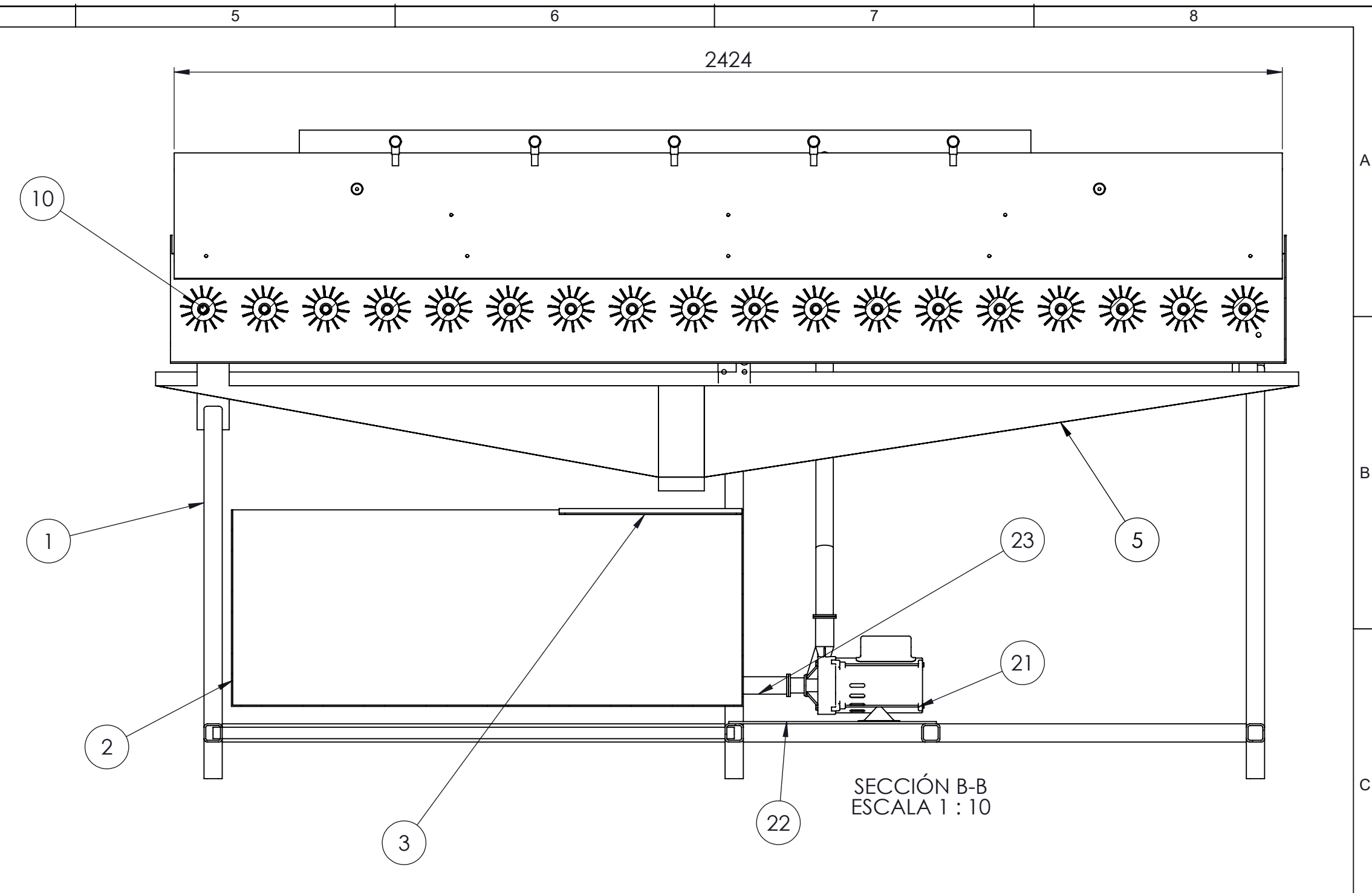
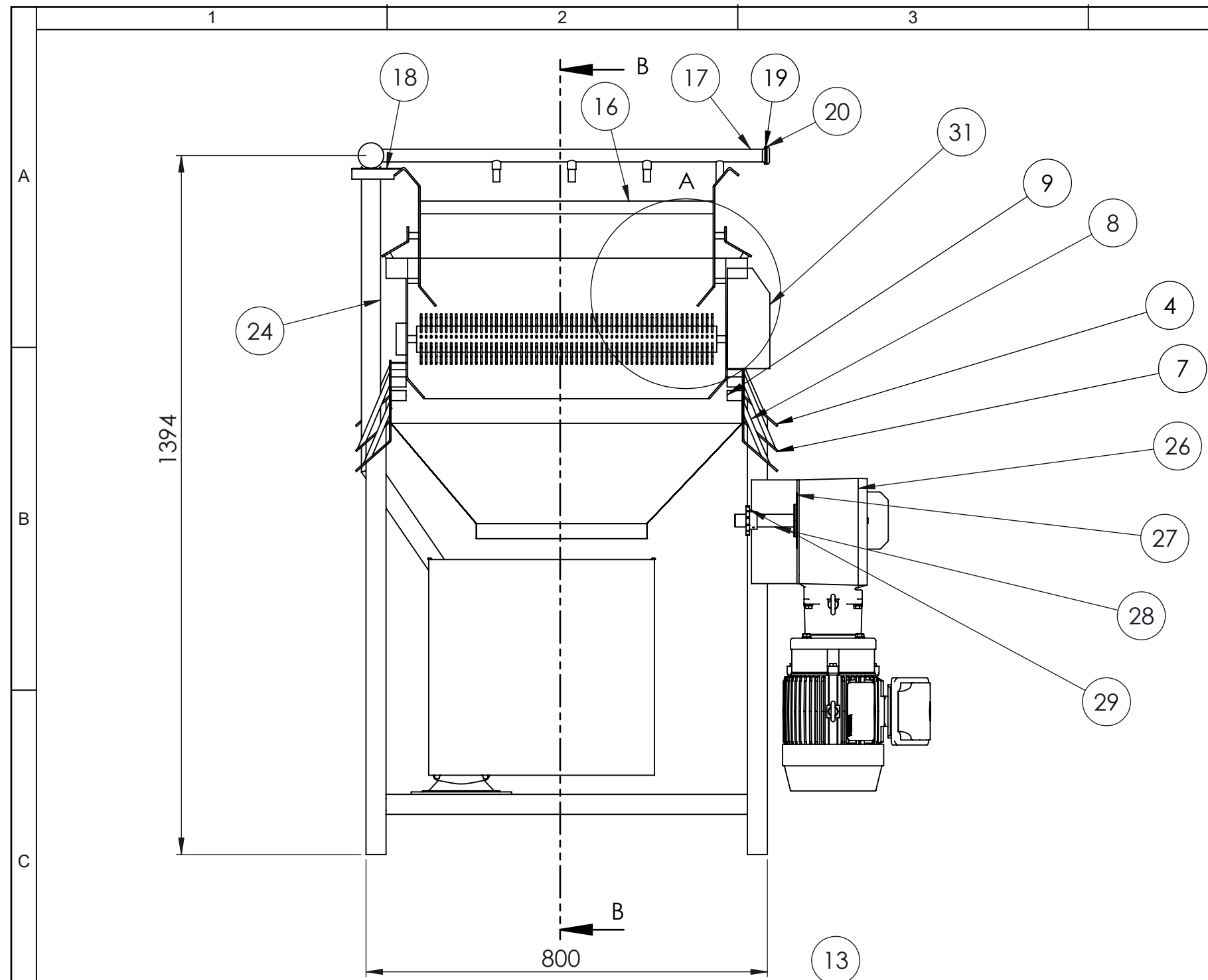
**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO**

<b>Certificado No: 18-006</b>						R01-5.10 07
Solicitud N°: 18-006						Pág.: 1 de 1
Fecha recepción: 31 de enero de 2018			Fecha de ejecución de ensayos: 31 de enero de 2018			
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:			C.I./RUC: 1600513962			
Representante: Gonzalo Alfredo Flores Vargas			Tif: 032795870			
Dirección: Puyo			Celular: 0984888962			
Ciudad: Puyo			E mail: gonzaloflores400@gmail.com			
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto: Naranja			Peso: 750g, 650g			
Marca comercial: n/a			Tipo de envase: funda resellable			
Lote: n/a			No de muestras: dos			
F. Elb.: n/a			F. Exp.: n/a			
Conservación: Ambiente: Refrigeración: X Congelación:			Almac. en Lab: 7 días			
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:			Muestreo por el cliente: 31 de enero de 2018			
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Naranja	00618007	Naranja sin lavar	Sólidos Totales	AOAC 920.151. Ed 20, 2016	%	<b>89,4</b>
			pH	AOAC 942.15 Ed 20, 2016 / INEN 389	Unidades de pH	<b>3,23</b>
			Sólidos solubles	AOAC 932.12 Ed 20, 2016 / INEN 380	°Bx	<b>8,0</b>
			Acidez	AOAC 942.15. Ed 20, 2016	mg/100 g Ácido cítrico	<b>2,29</b>
Naranja	00618008	Naranja lavada	Sólidos Totales	AOAC 920.151. Ed 20, 2016	%	<b>89,2</b>
			pH	AOAC 942.15 Ed 20, 2016 / INEN 389	Unidades de pH	<b>3,25</b>
			Sólidos solubles	AOAC 932.12 Ed 20, 2016 / INEN 380	°Bx	<b>8,0</b>
			Acidez	AOAC 942.15. Ed 20, 2016	mg/100 g Ácido cítrico	<b>2,55</b>
Conds. Ambientales: 18,5 °C; 46%HR						
 <b>Ing. Gladys Risueño</b> Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 31 de enero de 2018						CG

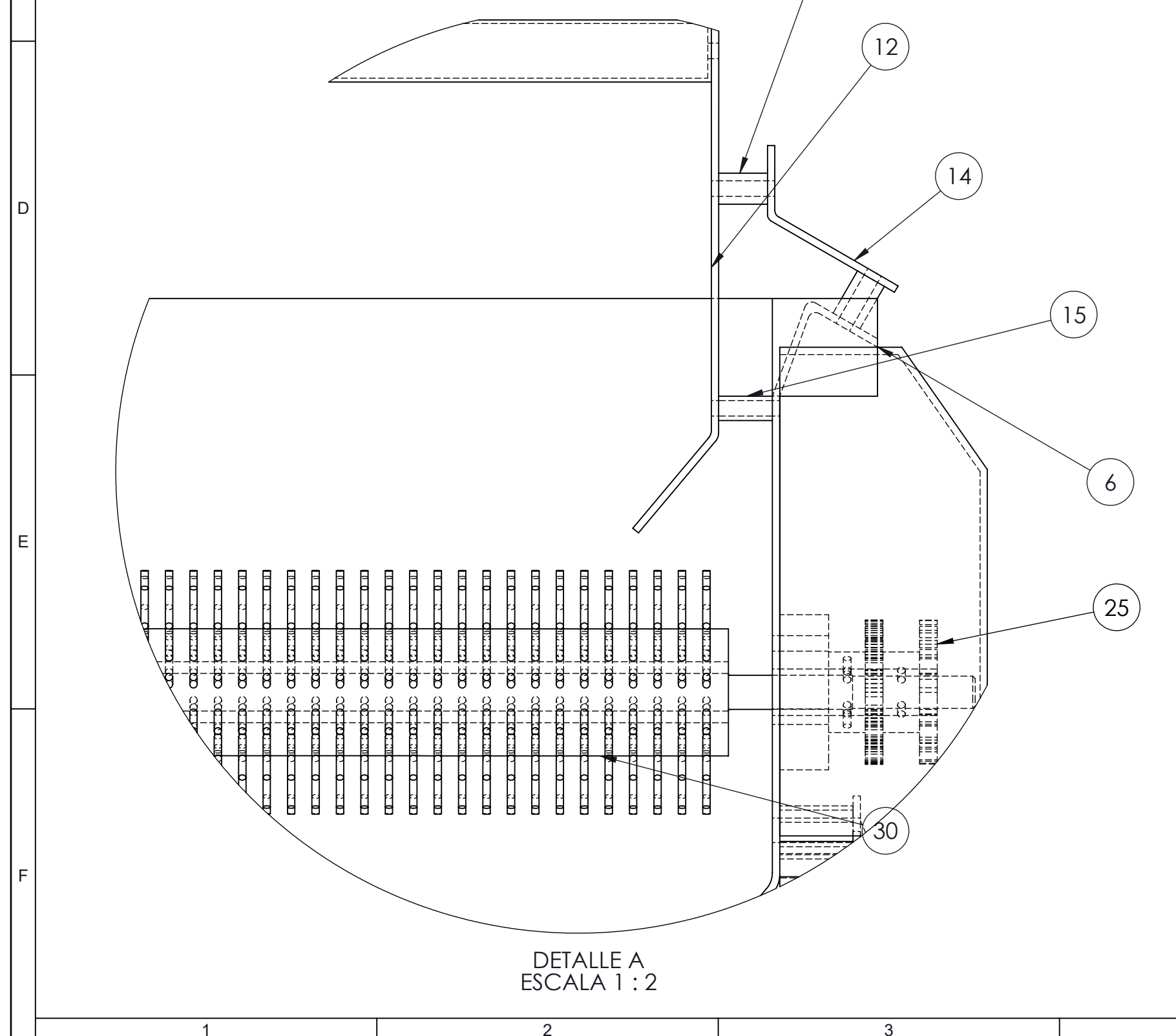
Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado.  
No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

*"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".*





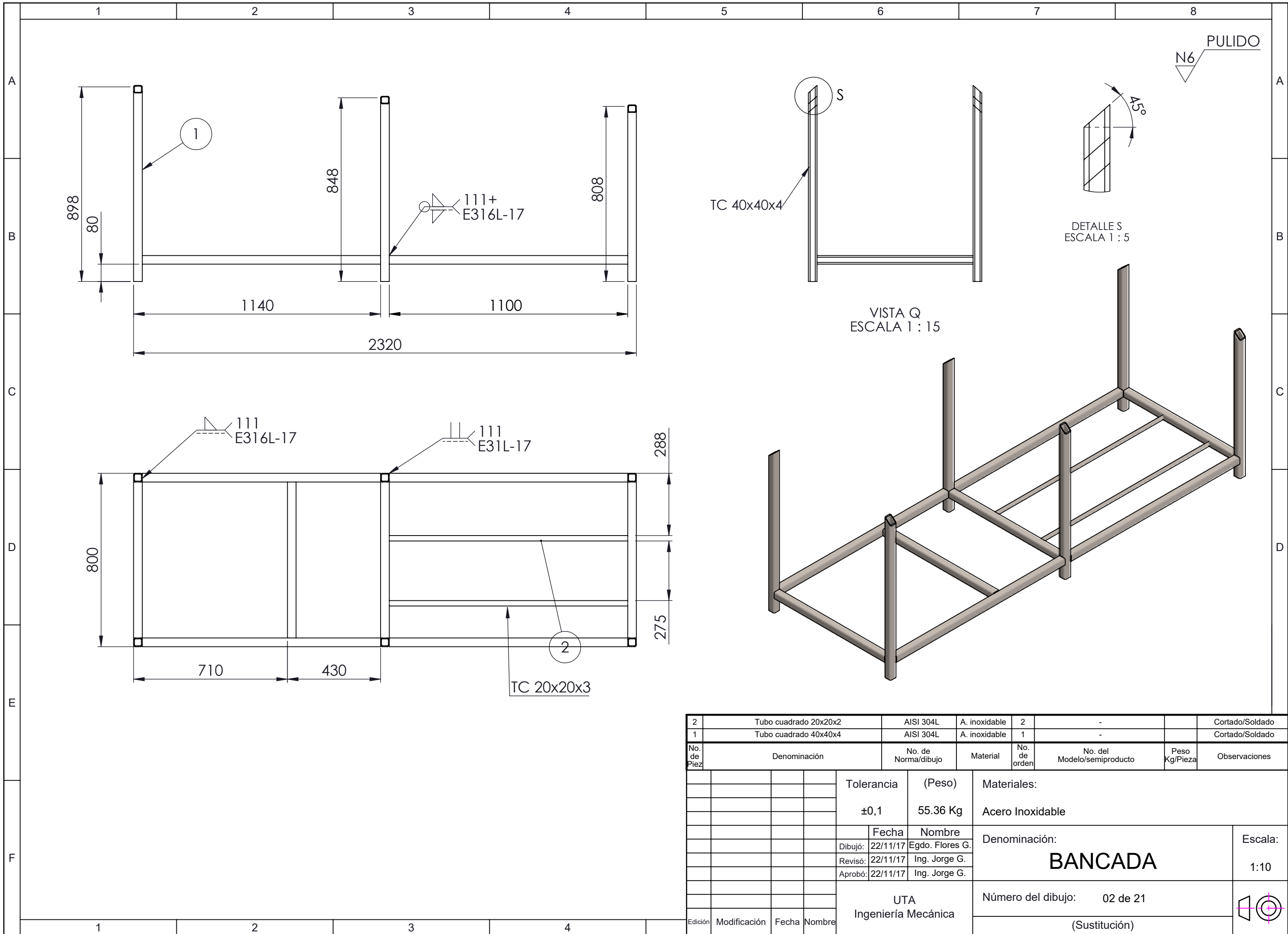
SECCIÓN B-B  
ESCALA 1 : 10



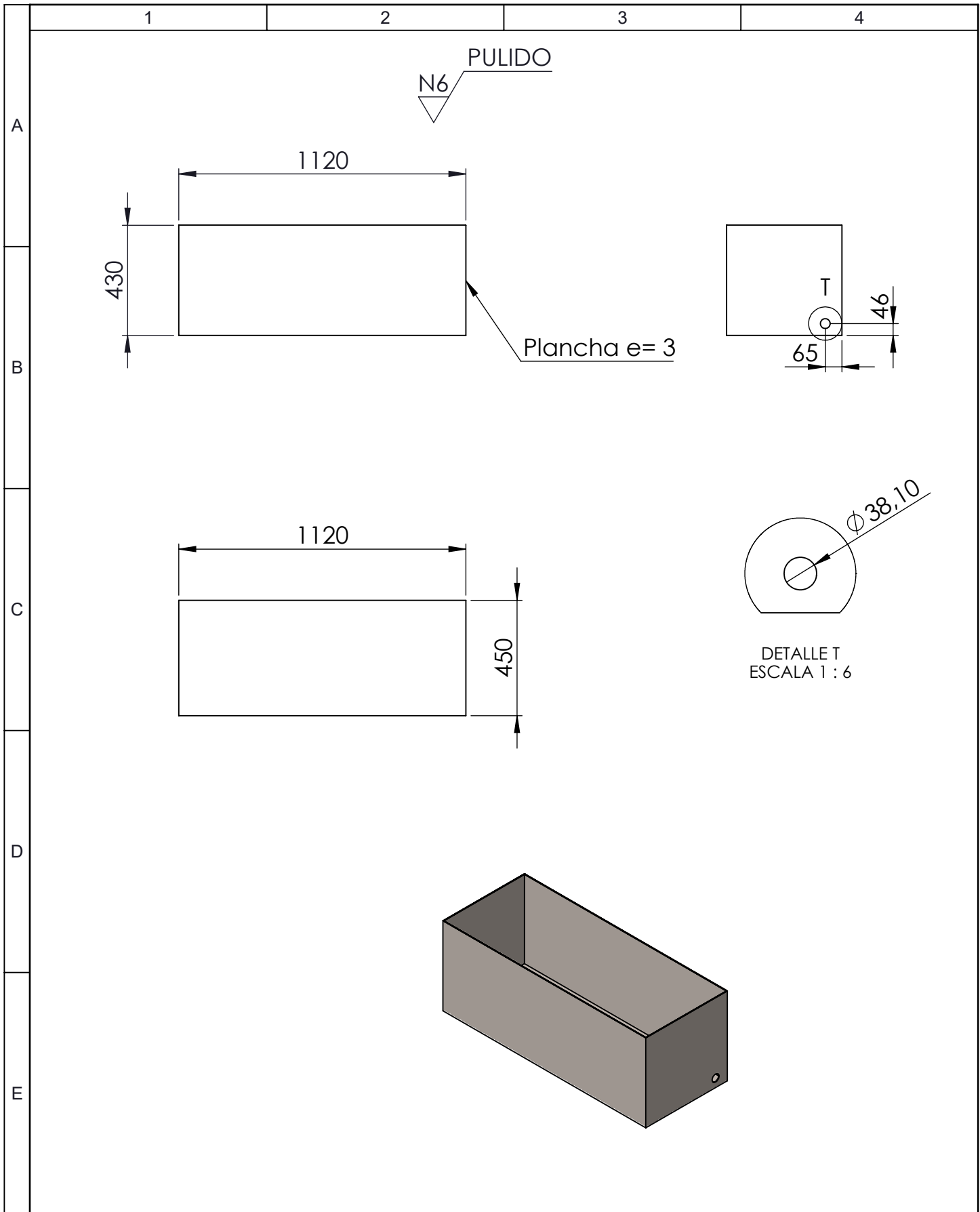
DETALLE A  
ESCALA 1 : 2

No. de Piez	Denominación	No. de Norma/dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/Pieza	Observaciones
1	Tapa de catarinas y cadena	AISI 304L	A. inoxidable	31	-	15,9	Comprado
18	Cepillo giratorio	Nylon 00075	Nylon	30	-	1,29	Comprado
1	Catarina de eje motor	AISI 304L	A. inoxidable	29	-	0,046	Comprado
1	Eje para motor	AISI 304L	A. inoxidable	28	-	0,880	Comprado
1	Placa base motor	AISI 304L	A. inoxidable	27	-	4,6	Comprado
1	Motoreductor	RES37	Acero	26	-	0,135	Comprado
34	Catarinas	AISI 304L	A. inoxidable	25	-	0,0265	Comprado
1	Tubería para subir agua	AISI 304L	A. inoxidable	24	-	2,85	Cortado
1	Tubo brida	AISI 304L	A. inoxidable	23	-	0,20	Cortado/Doblado
1	Placa base de la bomba	AISI 304L	A. inoxidable	22	-	3,6	Cortado
1	Bomba de agua	APm37L	A. inoxidable	21	-	3	Comprado
5	Tapa de tubería de agua	AISI 304L	A. inoxidable	20	-	0,0036	Comprado
5	Empaque de caucho	2078	Caucho	19	-	0,0026	Comprado
2	Soporte angulo	AISI 304L	A. inoxidable	18	-	0,46	Cortado
6	Tubería para aspersion	AISI 304L	A. inoxidable	17	-	11,14	Cortado
2	Tubo soporte	AISI 304L	A. inoxidable	16	-	0,54	Torneado
22	Bocin 3	AISI 304L	A. inoxidable	15	-	0,06	Torneado
6	Placa de anclaje 3	AISI 304L	A. inoxidable	14	-	0,80	Cortado/Doblado
12	Bocin 2	AISI 304L	A. inoxidable	13	-	0,06	Torneado
2	Soporte tubería de agua	AISI 304L	A. inoxidable	12	-	18,78	Cortado/Soldado
36	Soporte rodamiento	UCF202	A. inoxidable	11	-	0,6	Comprado
18	Eje Rodillo	AISI 304L	A. inoxidable	10	-	1,082	Cortado/Doblado
12	Bocin 1	AISI 304L	A. inoxidable	9	-	0,06	Torneado
2	Placa de anclaje 2	AISI 304L	A. inoxidable	8	-	0,80	Cortado/Doblado
2	Placa de anclaje	AISI 304L	A. inoxidable	7	-	0,80	Cortado/Doblado
1	Base de rodillos	AISI 304L	A. inoxidable	6	-	41,8	Cilindrado
1	Tolva recolección	AISI 304L	A. inoxidable	5	-	25,71	Cortado/Doblado
6	Sujetador	AISI 304L	A. inoxidable	4	-	0,2	Cortado/Taladrado
1	Rejilla	AISI 304L	A. inoxidable	3	-	2,7	Cortado/Soldado
1	Tanque de agua	AISI 304L	A. inoxidable	2	-	44,3	Cortado/Soldado
1	Bancada	AISI 304L	A. inoxidable	1	-	55,5	Cortado/Soldado

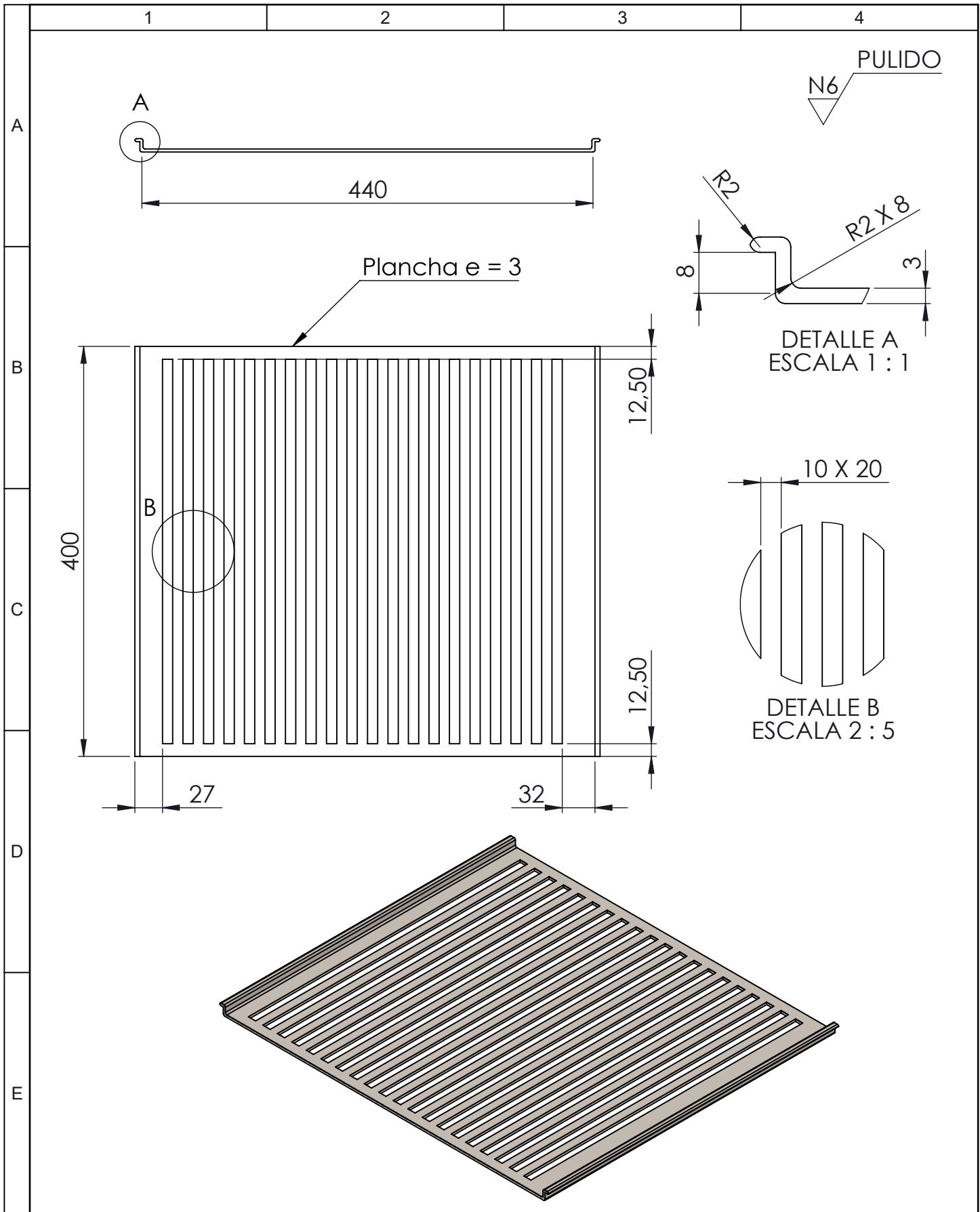
Tolerancia		(Peso)		Materiales:		
±0,1		298.6 Kg		Varios		
Fecha		Nombre		Denominación:		
22/11/17		Egdo Flores G.		LAVADORA DE NARANJILLA		
Revisó:		Ing. Jorge G.		Escala:		
22/11/17		Ing. Jorge G.		1:10		
Aprobó:		Ing. Jorge G.		Número del dibujo: 01 de 21		
Edición		Nombre		(Sustitución)		
-		UTA Ingeniería Mecánica				



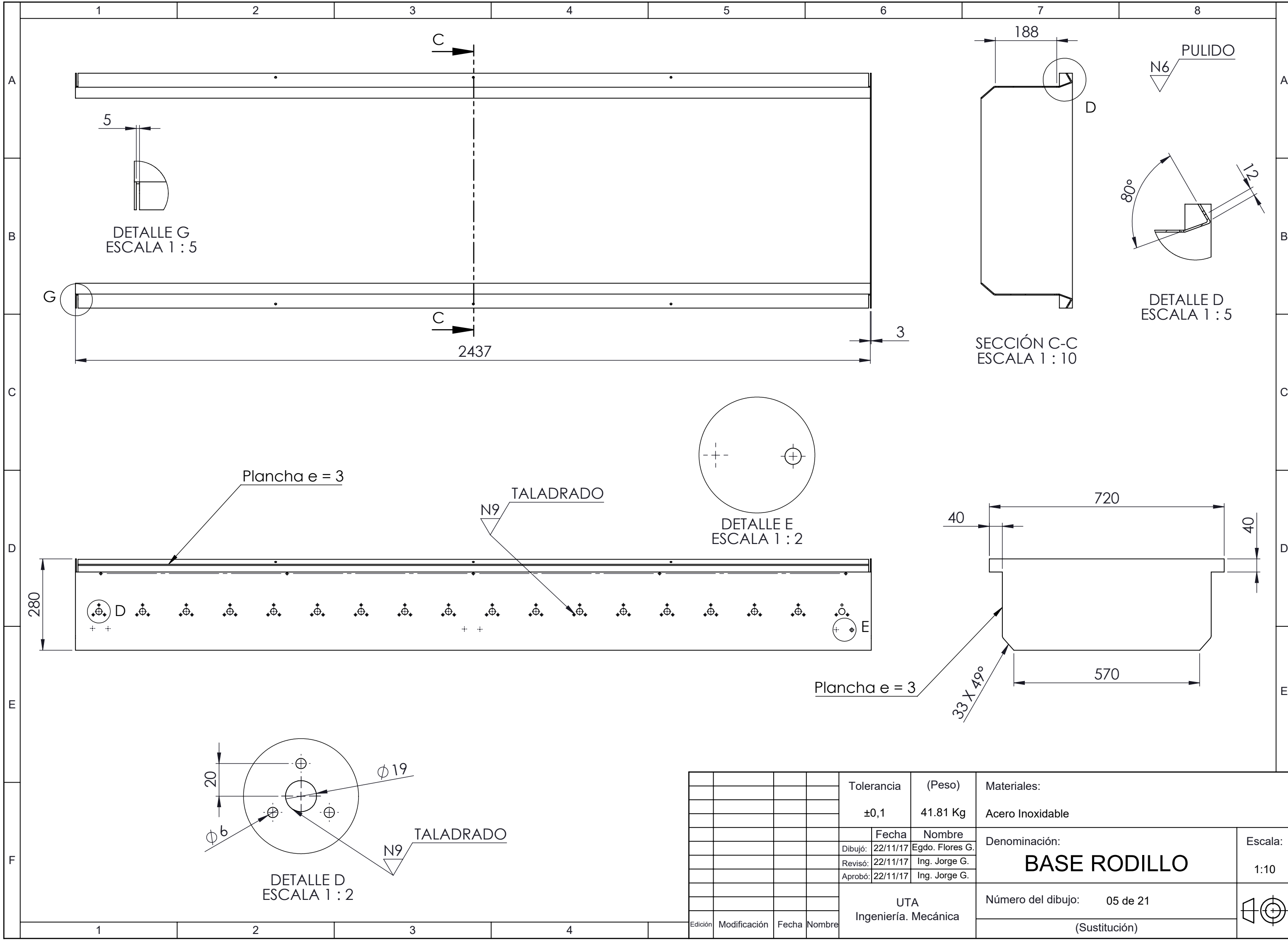
No. de Piez	Denominación	No. de Norma/dibujo	Material	No. de orden	No. del Modelo/semiproducto	Peso Kg/Pieza	Observaciones
2	Tubo cuadrado 20x20x2	AISI 304L	A. inoxidable	2	-	-	Cortado/Soldado
1	Tubo cuadrado 40x40x4	AISI 304L	A. inoxidable	1	-	-	Cortado/Soldado
		<b>Tolerancia</b>		<b>(Peso)</b>		<b>Materiales:</b>	
		±0,1		55.36 Kg		Acero Inoxidable	
		<b>Fecha</b>		<b>Nombre</b>		<b>Denominación:</b>	
		Dibujó: 22/11/17		Egdo. Flores G.		<b>BANCADA</b>	
		Revisó: 22/11/17		Ing. Jorge G.			
		Aprobó: 22/11/17		Ing. Jorge G.			
		<b>UTA</b>		<b>Número del dibujo:</b>		<b>Escala:</b>	
		Ingeniería Mecánica		02 de 21		1:10	
				(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



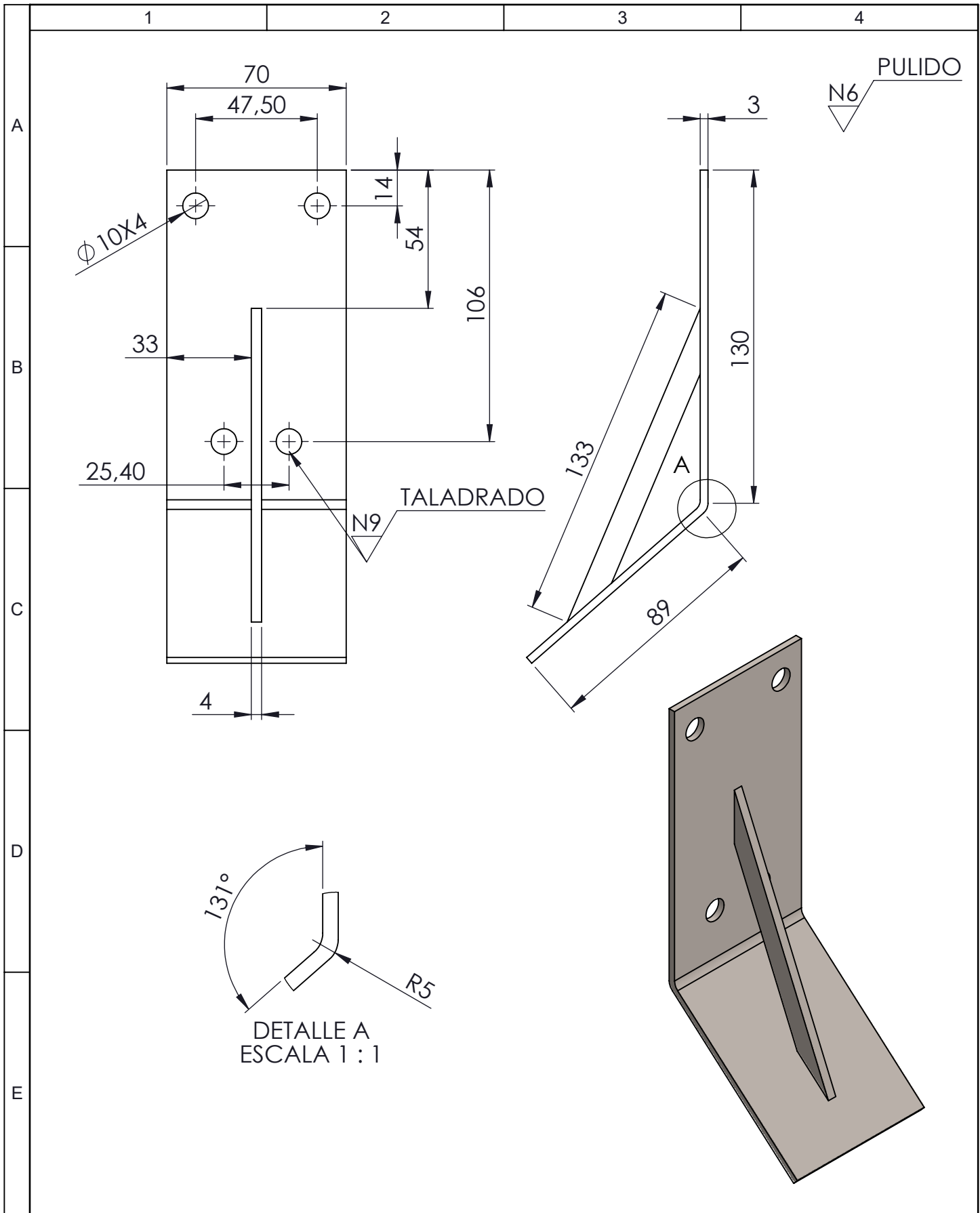
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	44.33 Kg	Acero Inoxidable	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 22/11/17	Egdo. Flores G.	<b>TANQUE DE AGUA</b>	1:10
				Revisó: 22/11/17	Ing. Jorge G.		
				Aprobó: 22/11/17	Ing. Jorge G.		
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 03 de 21	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



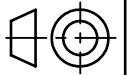
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	2.7 Kg	Acero Inoxidable	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 22/11/17	Egdo. Flores G.	<b>TAPA TANQUE DE AGUA</b>	1:5
				Revisó: 22/11/17	Ing. Jorge G.		
				Aprobó: 22/11/17	Ing. Jorge G.		
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 04 de 21	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

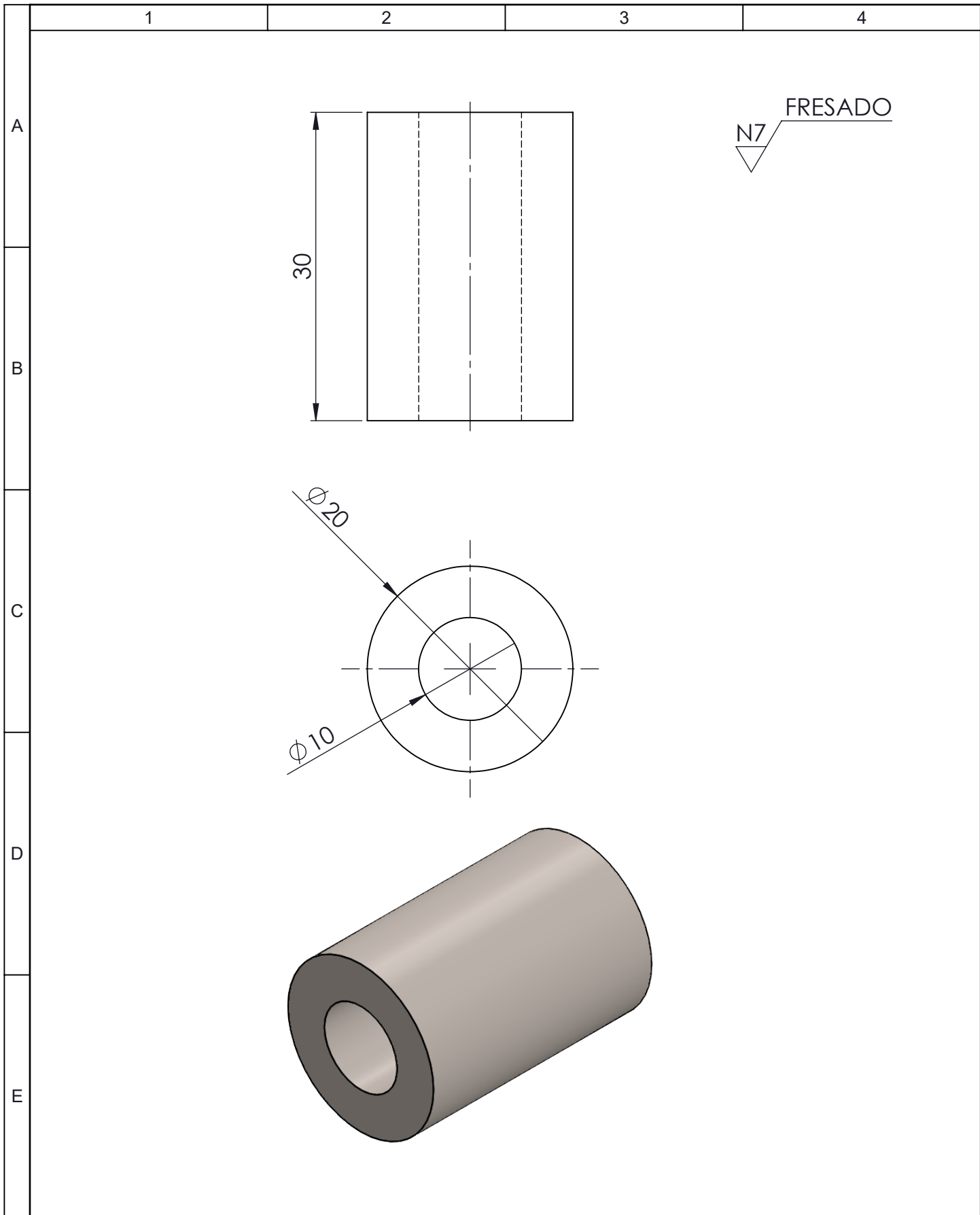


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	41.81 Kg	Acero Inoxidable	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.	
				Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	Escala:
				UTA Ingeniería. Mecánica			
				Número del dibujo:			05 de 21
				(Sustitución)			

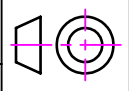


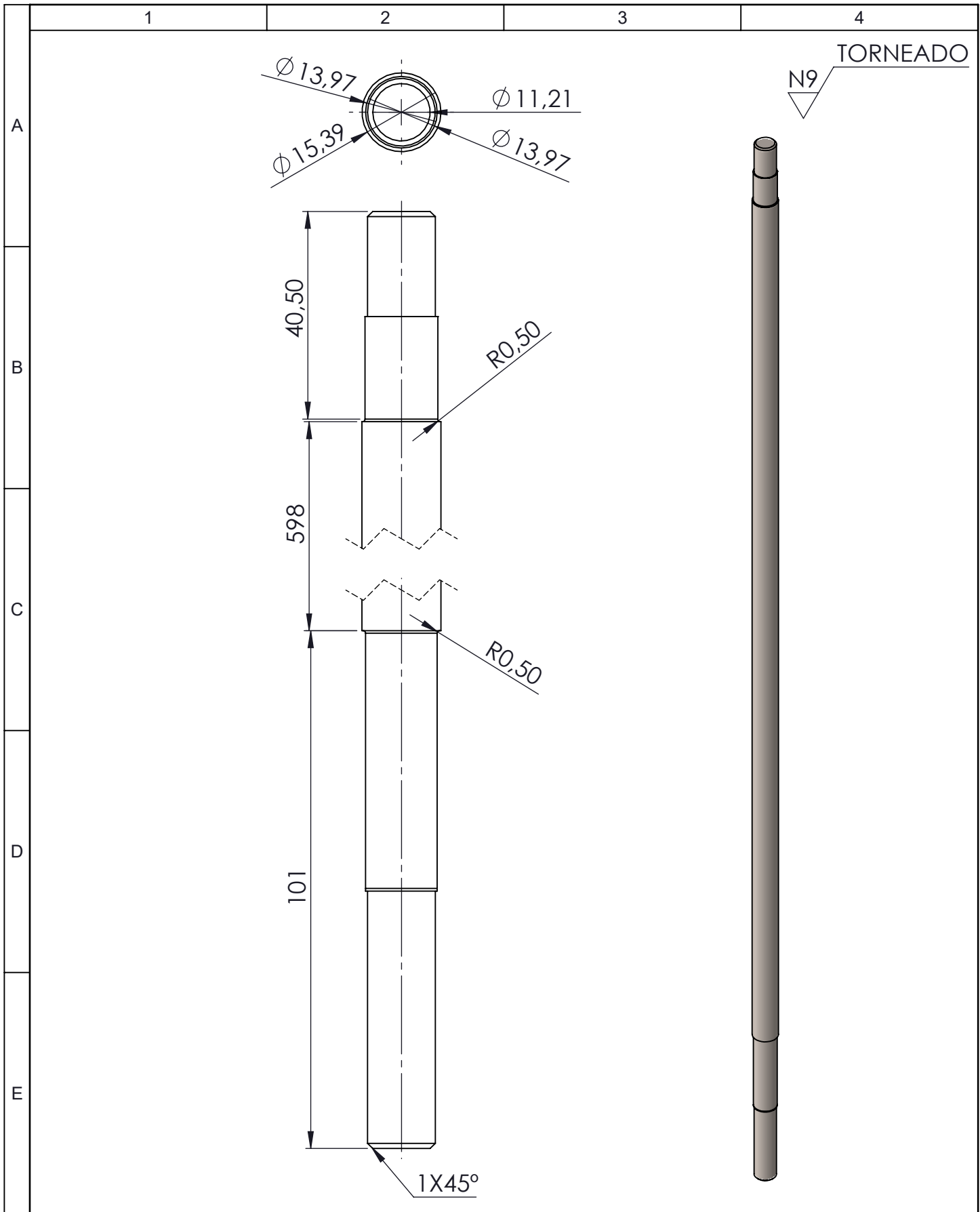
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	0.2 Kg	Acero Inoxidable	
					Fecha	Nombre	Denominación: <b>SUJETADOR</b>
				Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.	
				Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	Escala: 1:2
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	06 de 21
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	





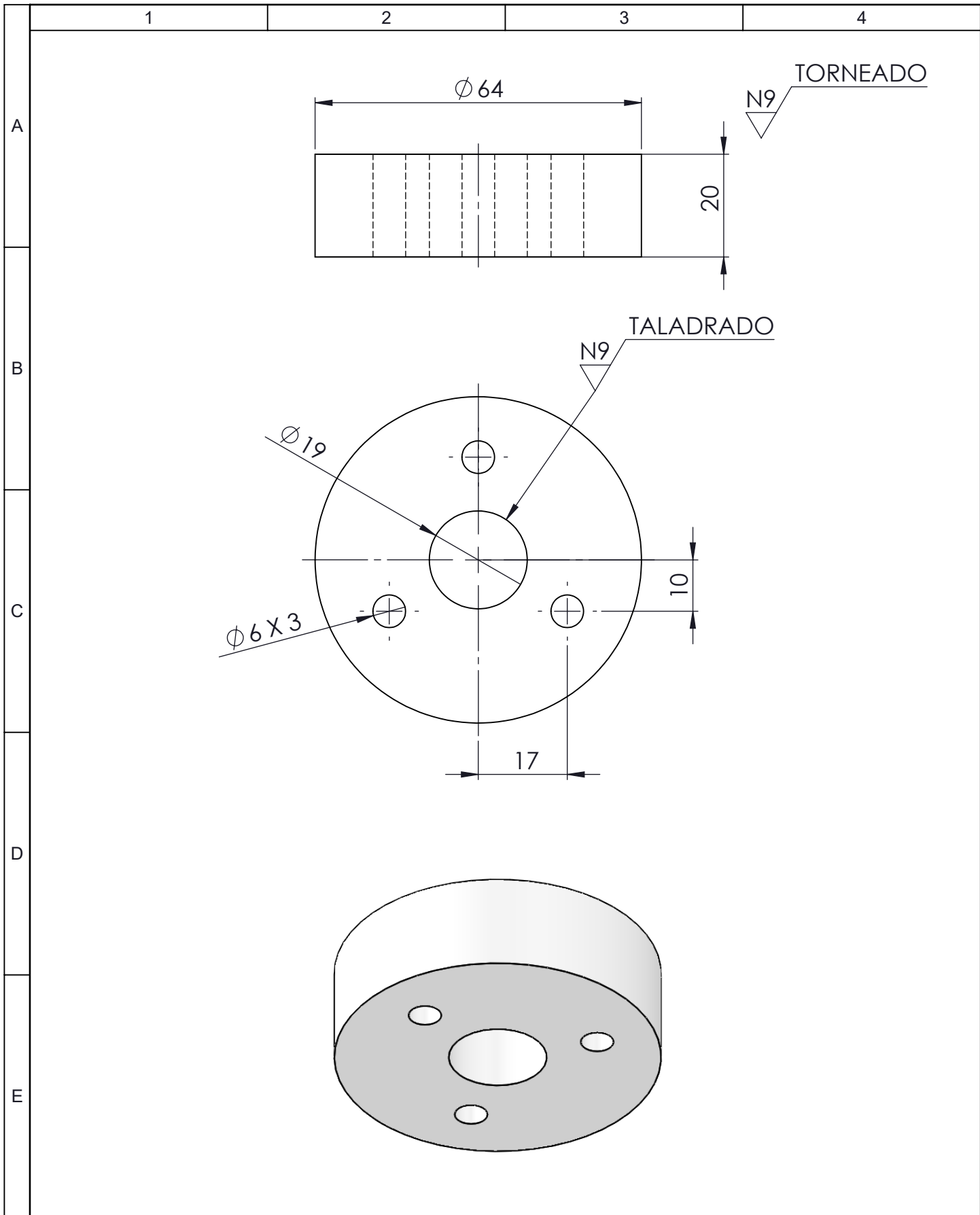
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				$\pm 0,2$	0.056 Kg	Acero Inoxidable			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.			<b>BOCIN PERNOS</b>	2:1
			Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.				
			Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.				
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	07 de 21		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)			



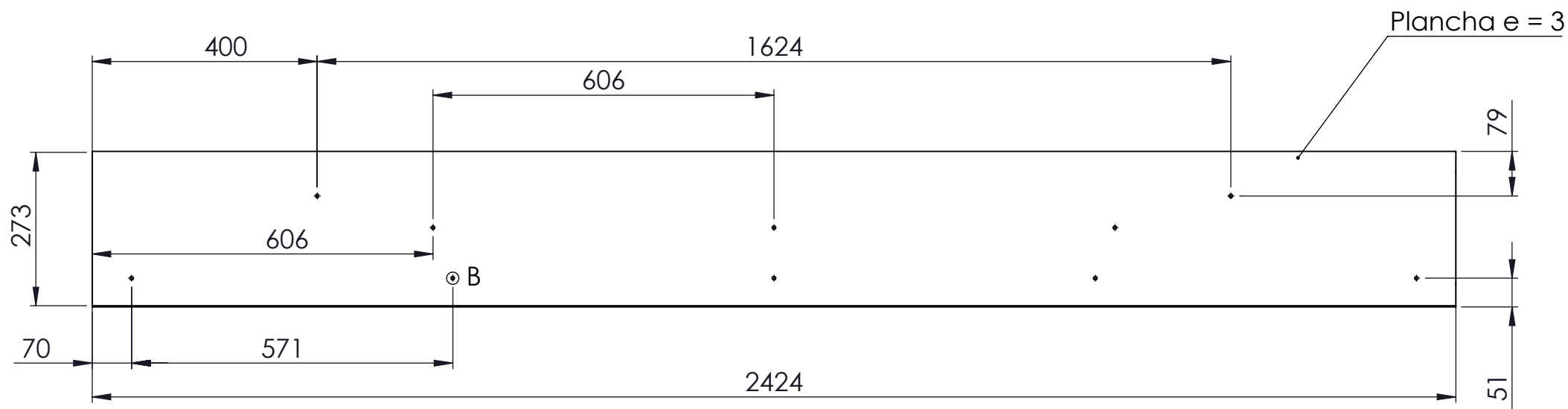


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	2.7 Kg	Acero Inoxidable	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 22/11/17	Egdo. Flores G.		
				Revisó: 22/11/17	Ing. Jorge G.		
				Aprobó: 22/11/17	Ing. Jorge G.	<b>RODILLO</b> Número del dibujo: 08 de 21 (Sustitución)	1:1 
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	UTA Ingeniería Mecánica			

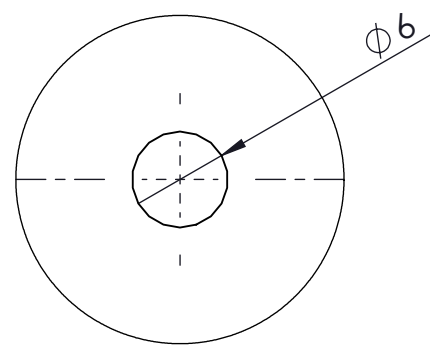
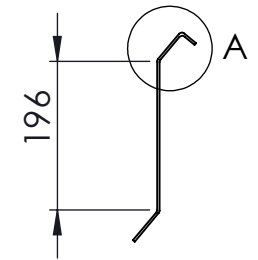




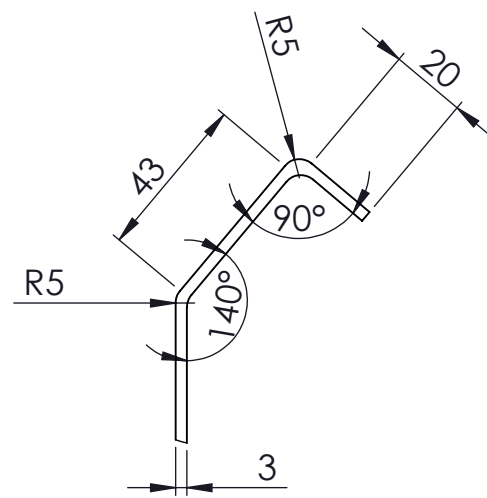
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				$\pm 0,2$	0.056 Kg	Acero inoxidable		
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:	
			Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.			
			Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.			
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	1:1	
				UTA		Número del dibujo:		09 de 21
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre					



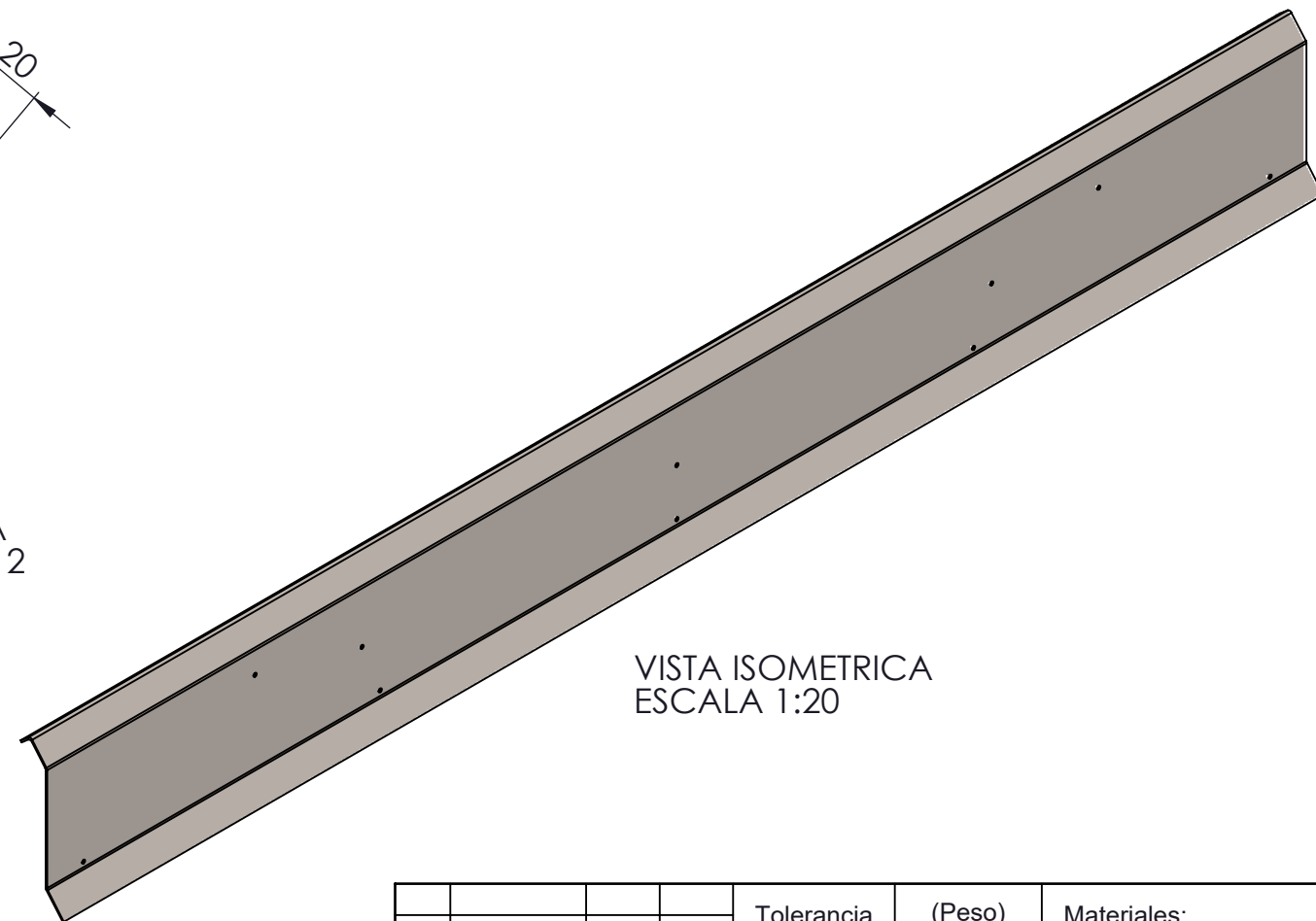
N6 PULIDO



DETALLE B  
ESCALA 2 : 1



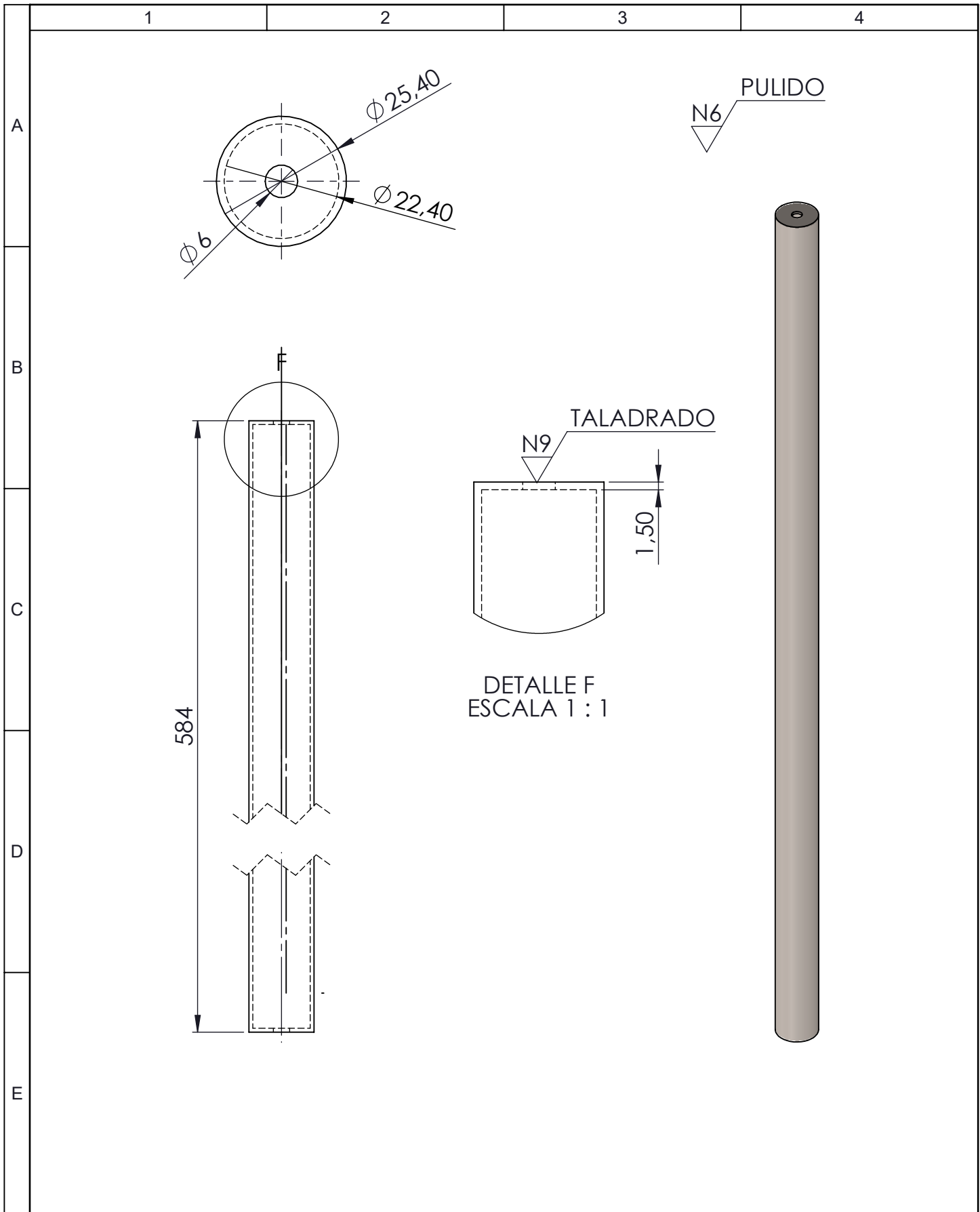
DETALLE A  
ESCALA 1 : 2



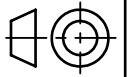
VISTA ISOMETRICA  
ESCALA 1:20

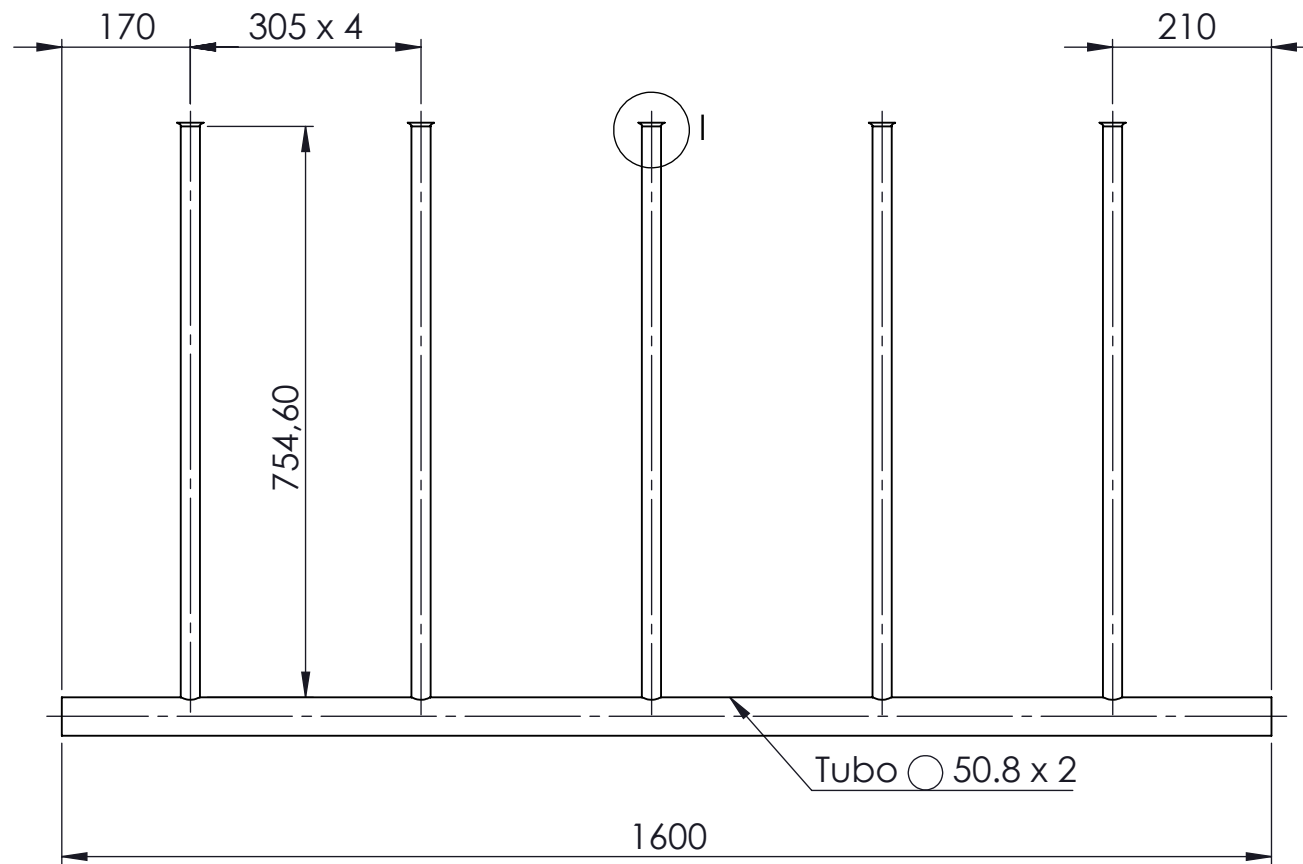
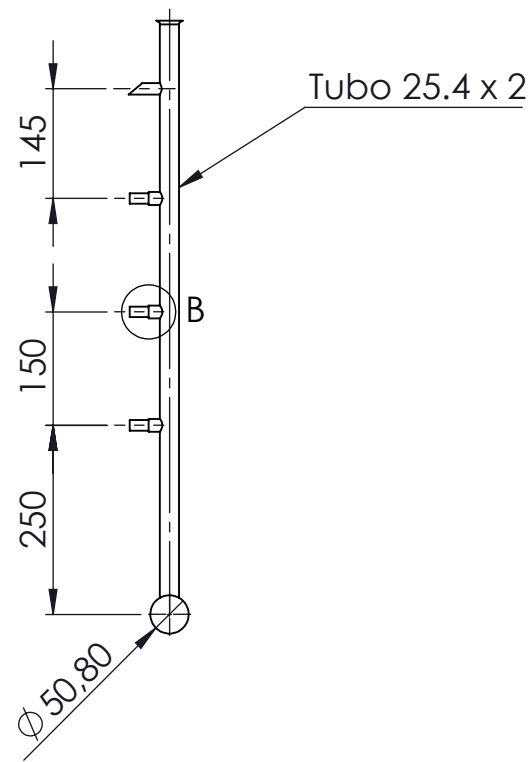
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	18.78 Kg	Acero Inoxidable	
					Fecha	Nombre	Denominación: <b>BASE DISPENSADOR</b>
				Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.	
				Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	Número del dibujo: 10 de 21
				UTA Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:10	



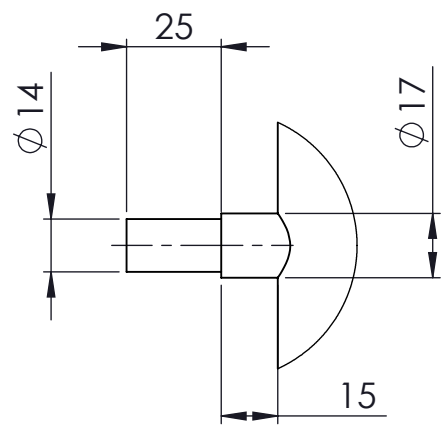


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,1$	0.5 Kg	Acero Inoxidable	
					Fecha	Nombre	Denominación: <b>TUBO SUPORTE</b>
				Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.	
				Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	Escala: 1:2
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	11 de 21
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

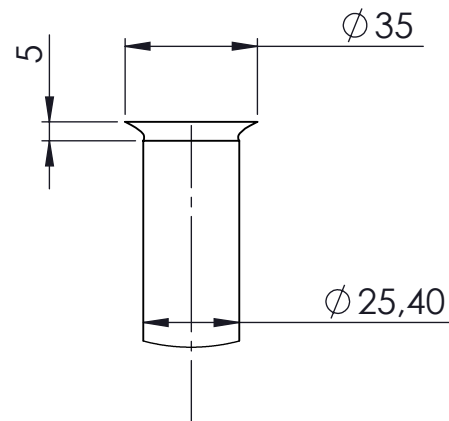




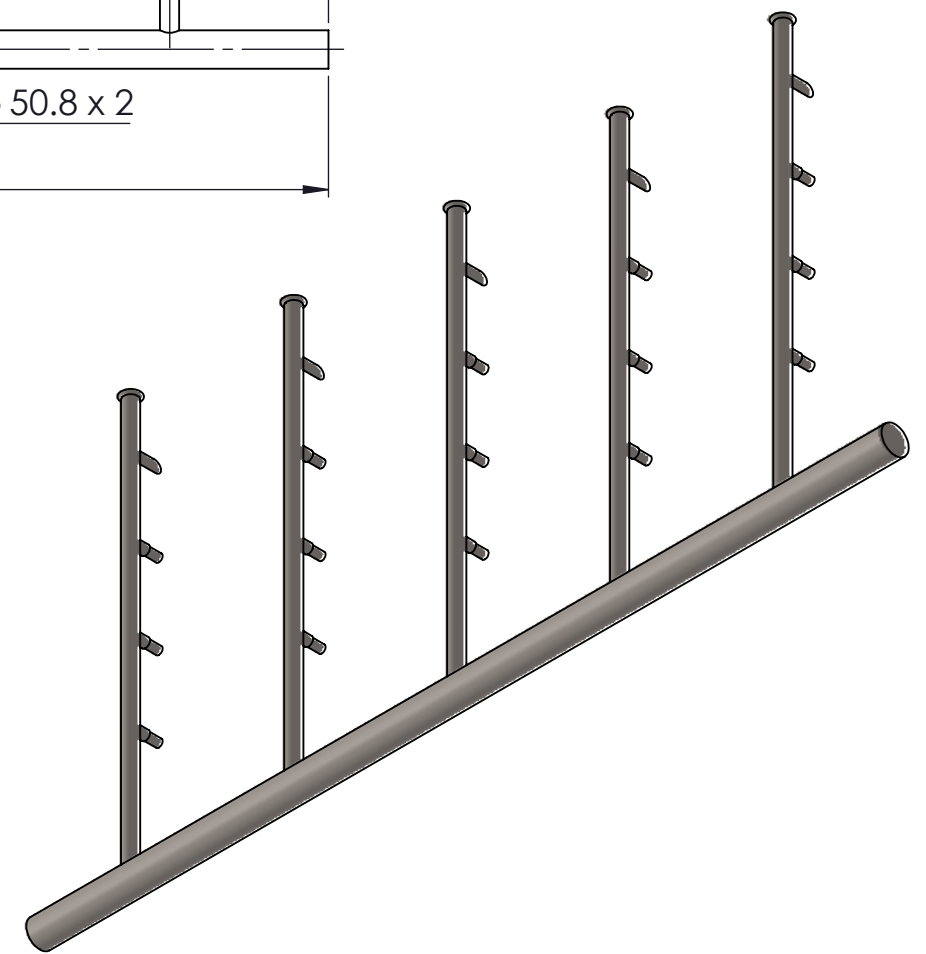
N6 PULIDO



DETALLE B  
ESCALA 1 : 2

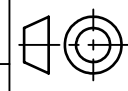


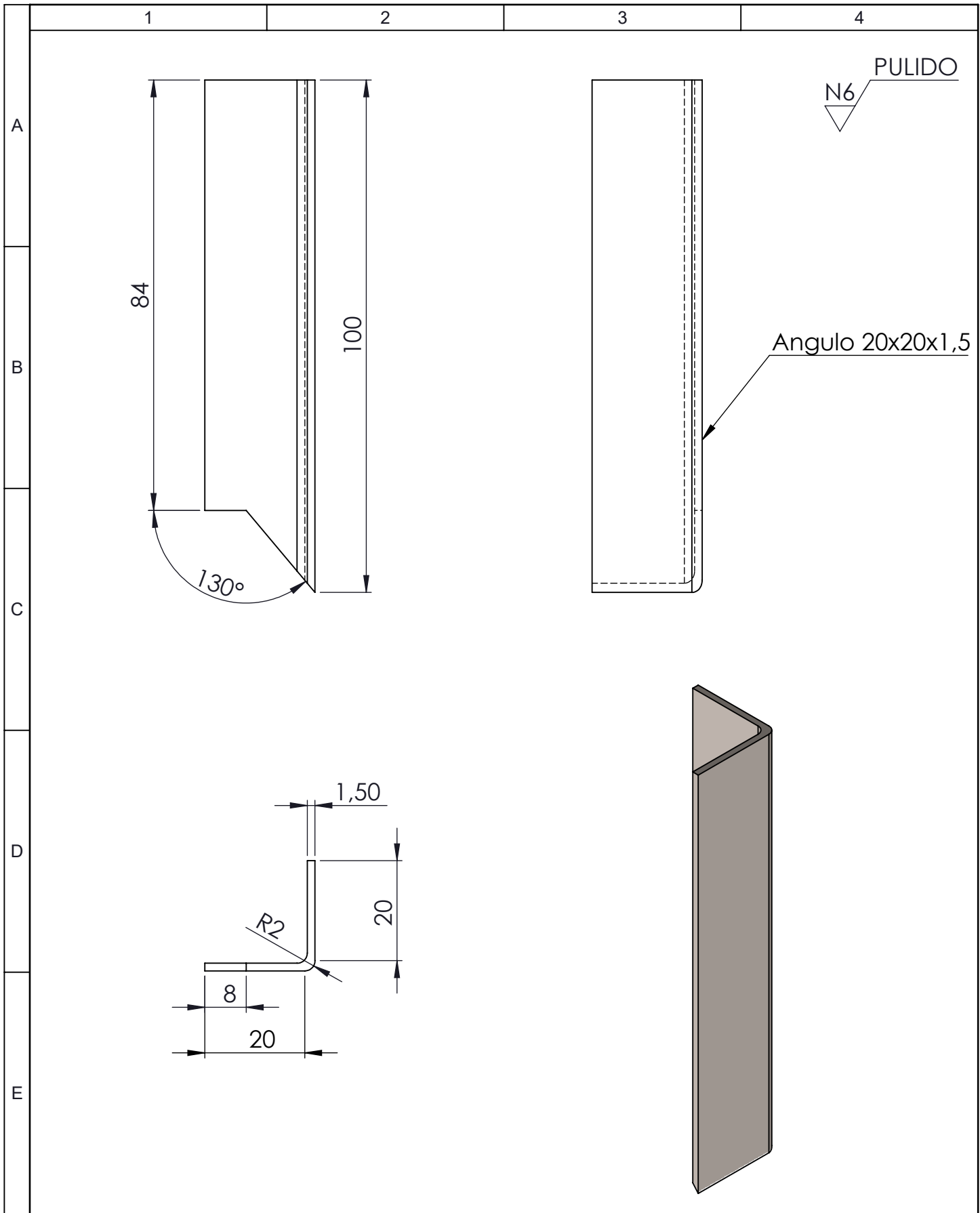
DETALLE I  
ESCALA 1 : 2



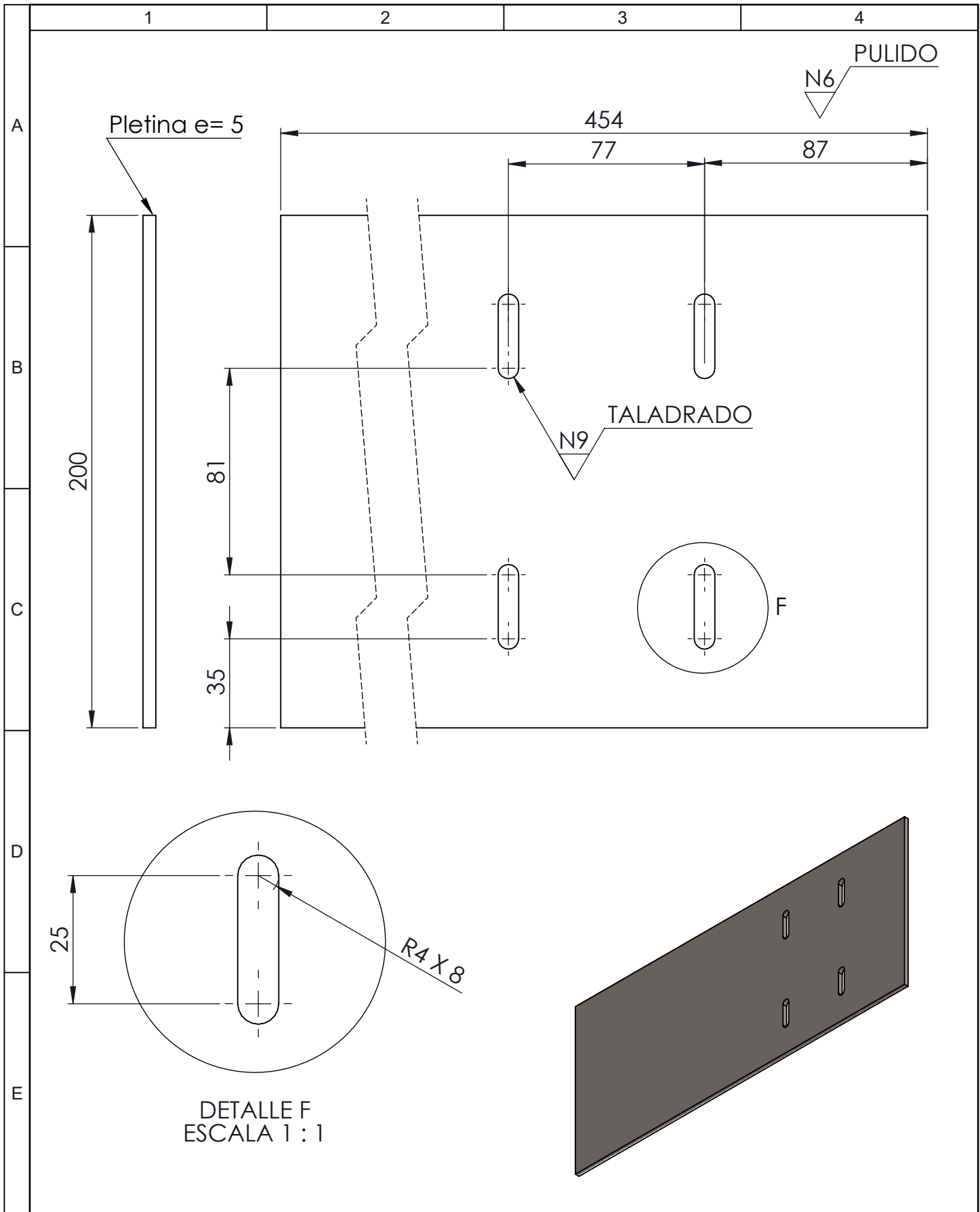
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
				±0,1	11.14 Kg	Acero Inoxidable		
					Fecha	Nombre	Denominación:	
				Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.		
				Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.		
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	Escala: 1:10	
				UTA Ingeniería. Mecánica		Número del dibujo: 12 de 21		
				Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)

**DISPENSADOR DE AGUA**

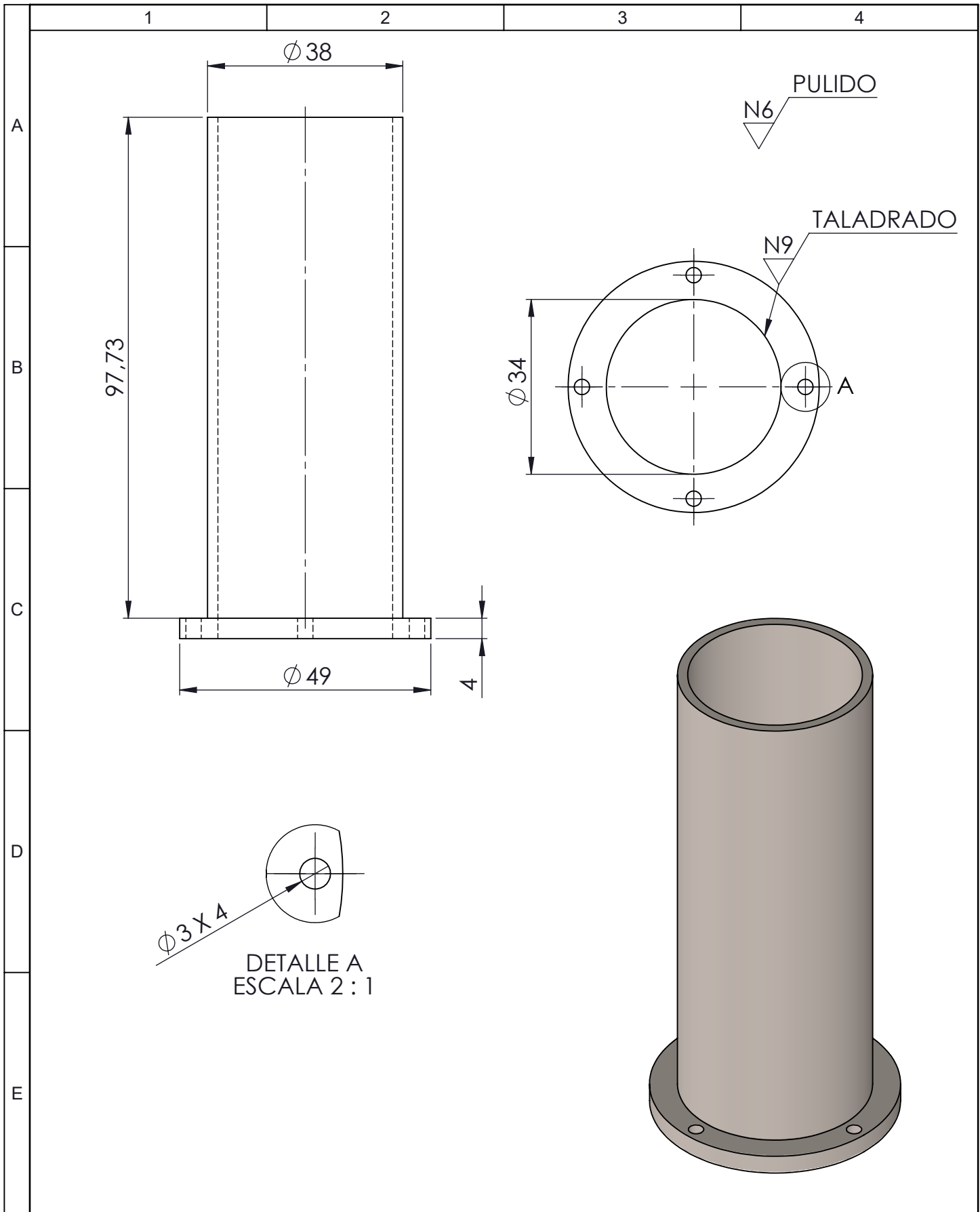




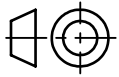
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:			
				±0,1	0.047 Kg	Acero Inoxidable			
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:		
			Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.			<b>SOPORTE DISPENSADOR</b>	1:1
			Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.				
			Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.				
				UTA		Número del dibujo:	13 de 21		
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre						

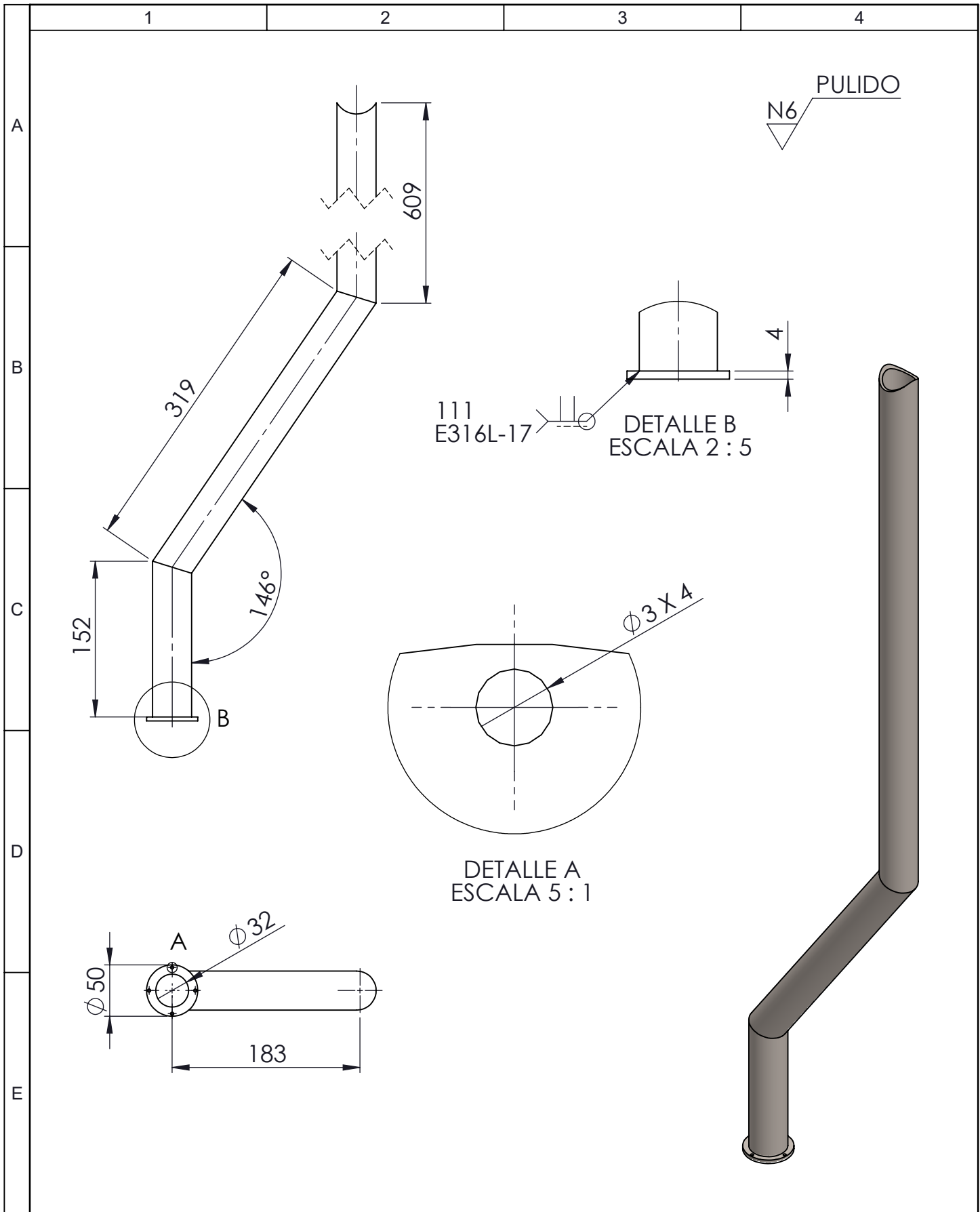


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	3.6 Kg	Acero Inoxidable	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 22/11/17	Egdo. Flores G.	<b>BASE BOMBA DE AGUA</b>	1:2
				Revisó: 22/11/17	Ing. Jorge G.		
				Aprobó: 22/11/17	Ing. Jorge G.		
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 14 de 21	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



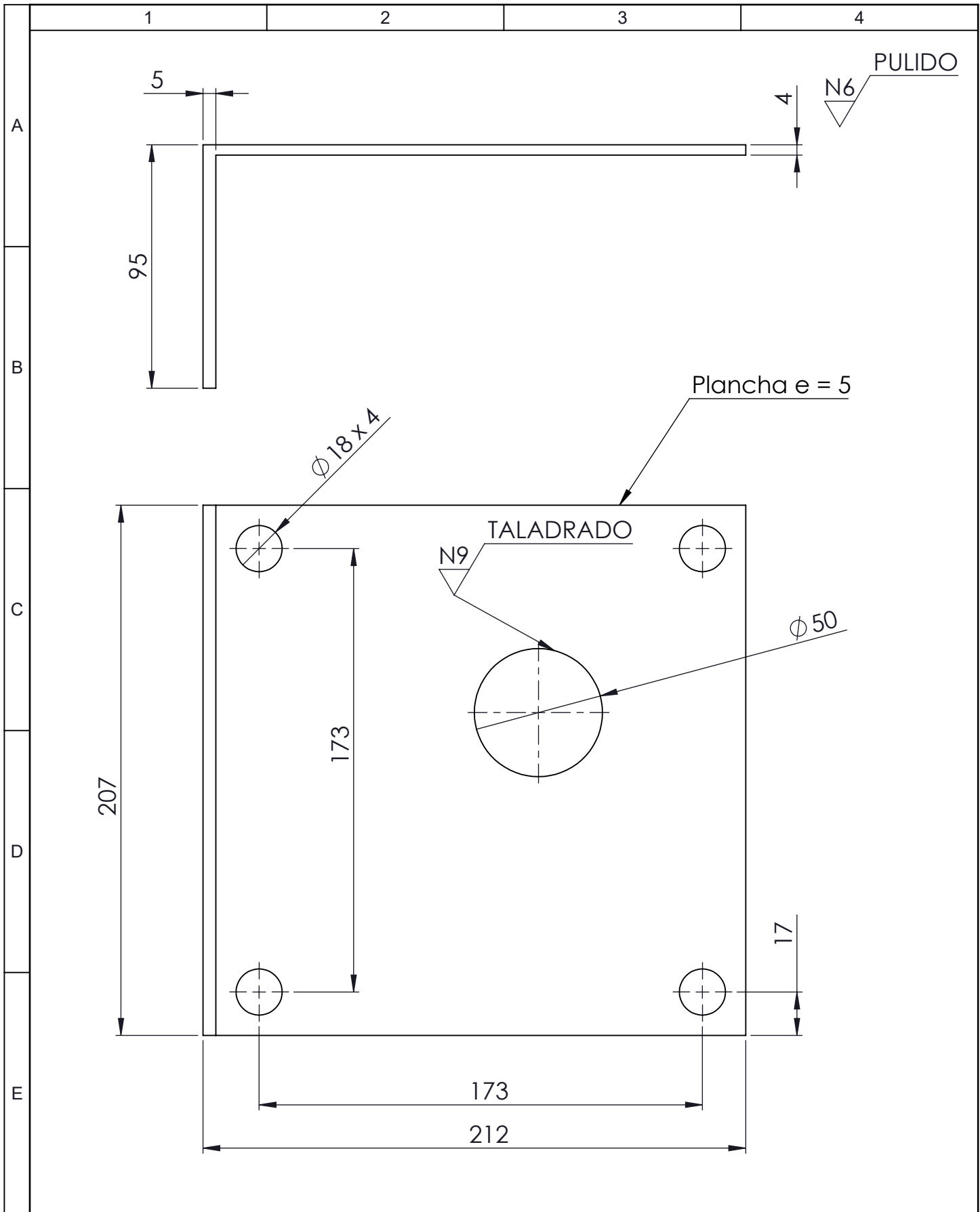
				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,2$	0.21 Kg	Acero Inoxidable	
					Fecha	Nombre	Denominación: <b>BRIDA</b>
				Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.	
				Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	Escala: 1:1
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	15 de 21
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	



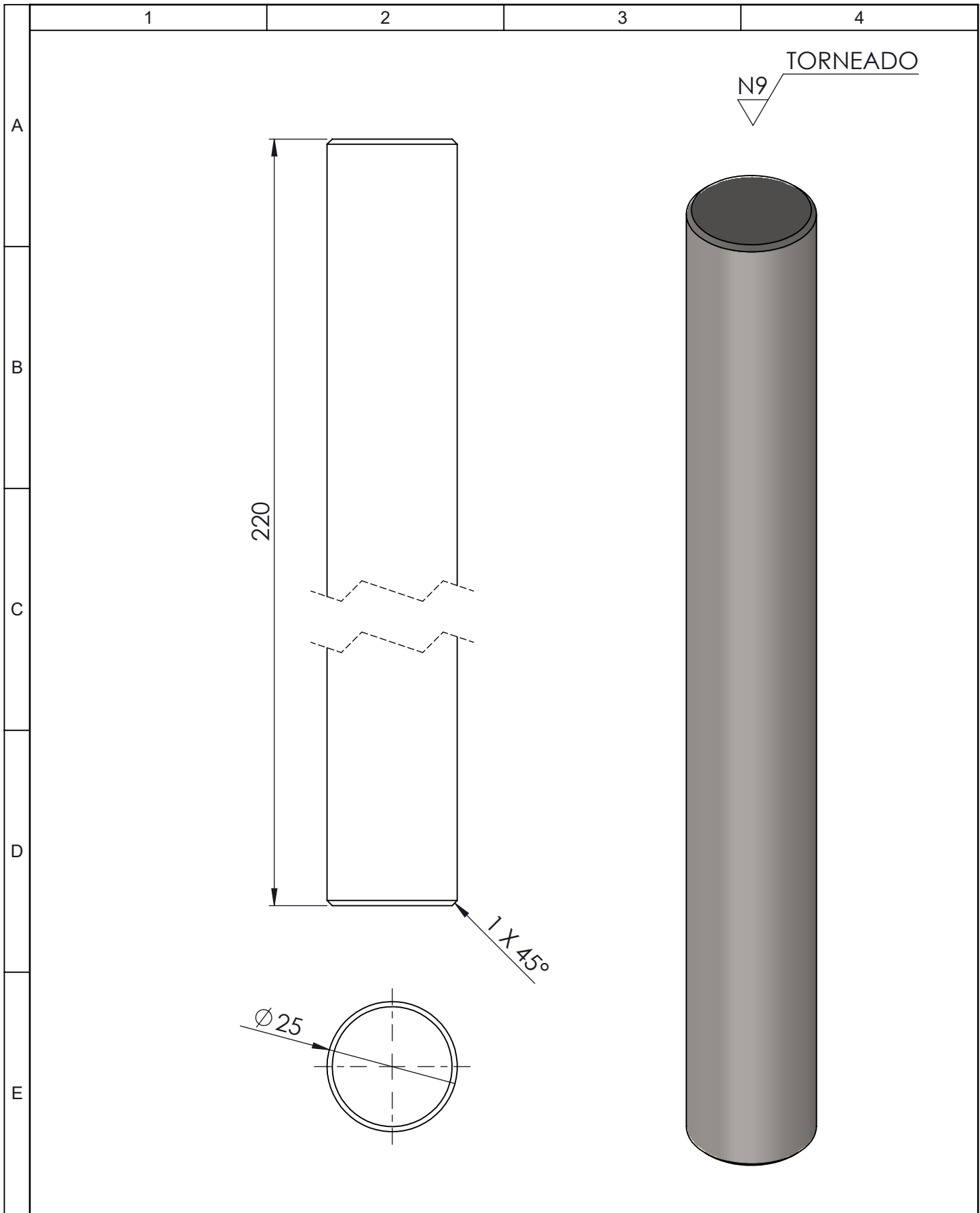


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	2.8 Kg	Acero Inoxidable	
				Fecha	Nombre	Denominación: <b>TUBO SUBIDA DE AGUA</b>	Escala: 1:1
			Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.		
			Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.		
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo:	16 de 21
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	





				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	2.07 Kg	Acero Inoxidable	
						Denominación:	Escala:
				Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.	1:2
				Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				UTA		Número del dibujo:	17 de 21
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,2	0.89 Kg	AISI 304L	
				Fecha	Nombre	Denominación:	Escala:
				Dibujó: 22/11/17	Egdo. Flores G.		
				Revisó: 22/11/17	Ing. Jorge G.		
				Aprobó: 22/11/17	Ing. Jorge G.	EJE MOTRIZ	1:1
				UTA Ingeniería Mecánica			
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			(Sustitución)	

1

2

3

4

A

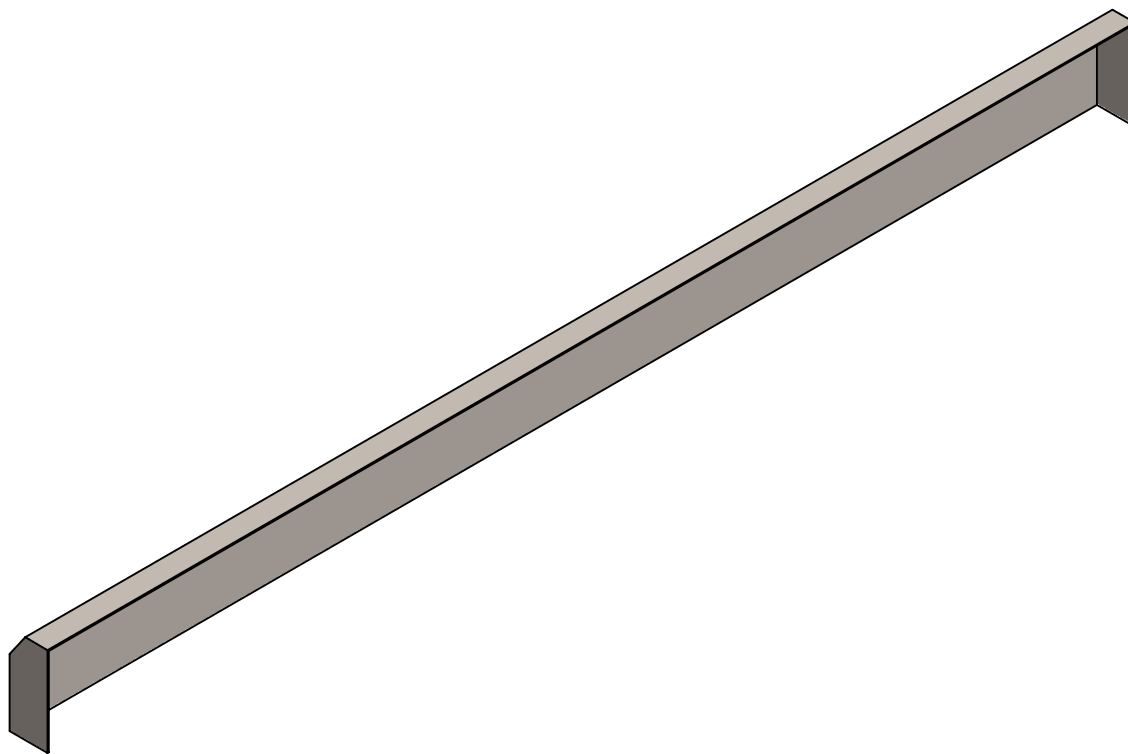
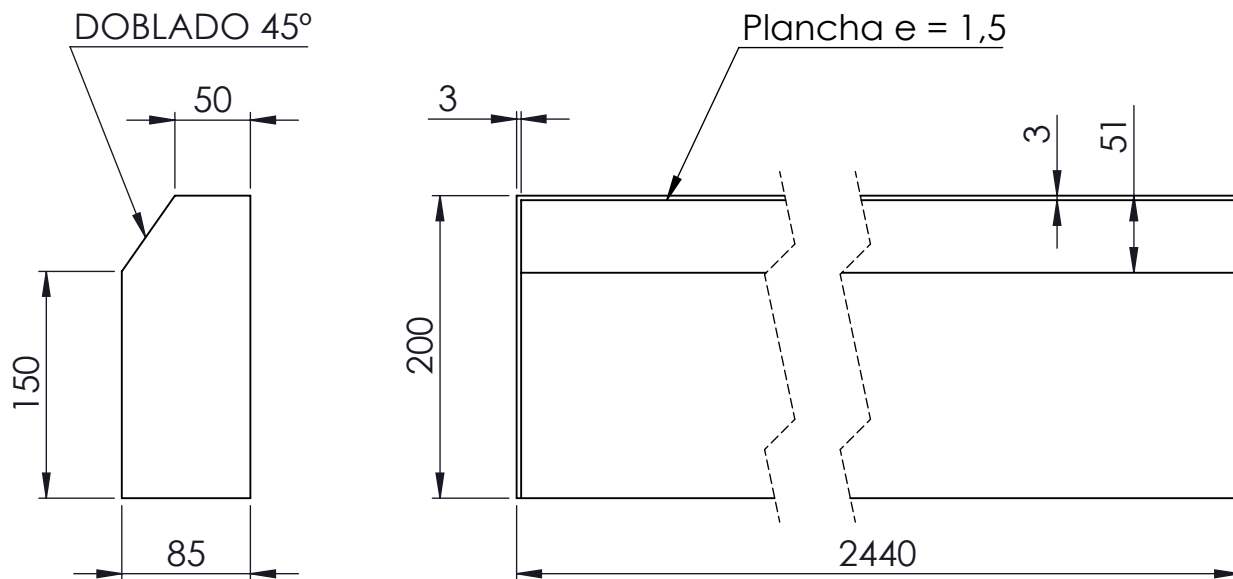
B

C

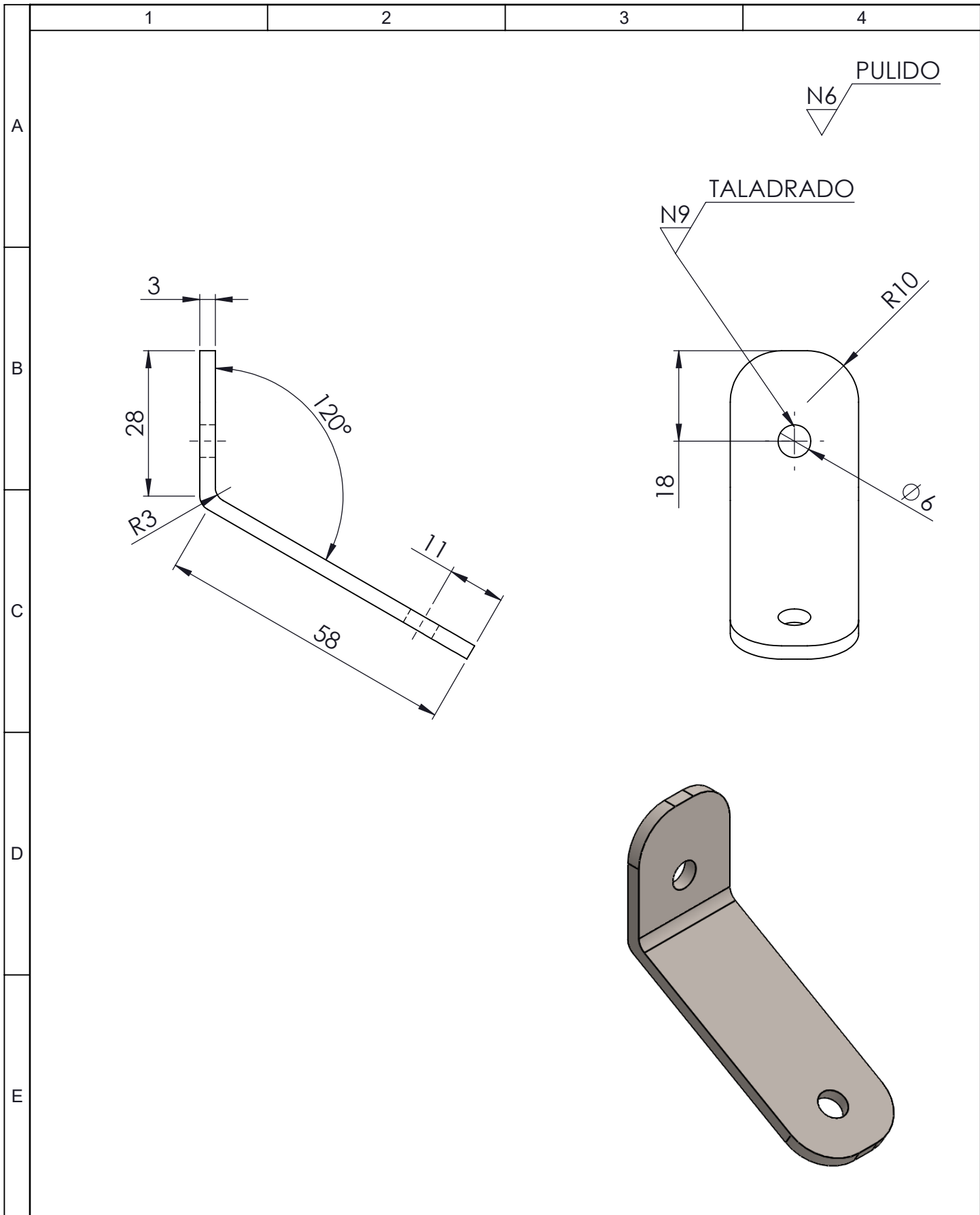
D

E

N6 PULIDO



				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				±0,1	20.7 Kg	Acero Inoxidable	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.	<b>TAPA SISTEMA DE TRANSMISIÓN</b>
				Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				UTA		Número del dibujo: 19 de 21	
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:5	

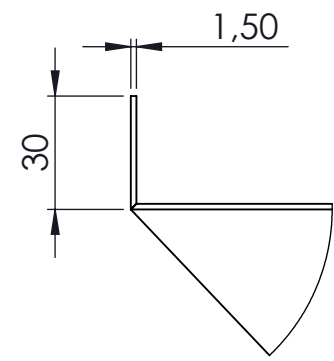
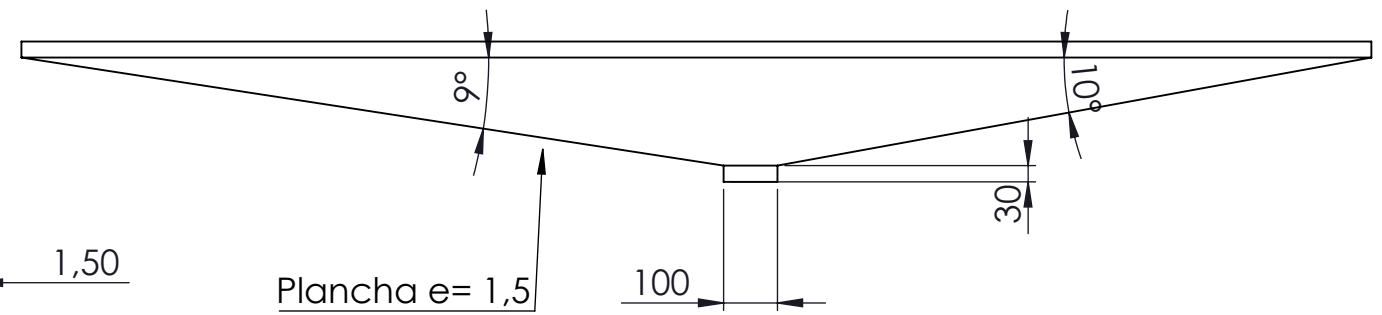
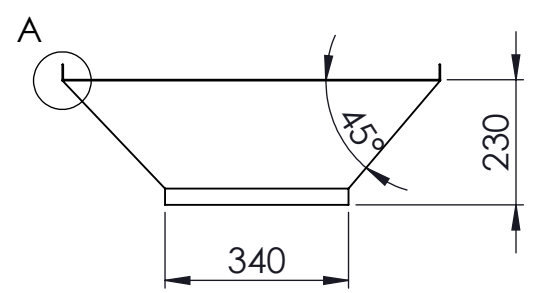


				Tolerancia	(Peso)	Materiales:	
				$\pm 0,2$	0.050 Kg	Acero Inoxidable	
					Fecha	Nombre	Denominación:
				Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.	<b>SUJETADOR DISPENSADOR</b>
				Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	
				UTA		Número del dibujo: 20 de 21	
				Ingeniería Mecánica		(Sustitución)	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Escala: 1:1	

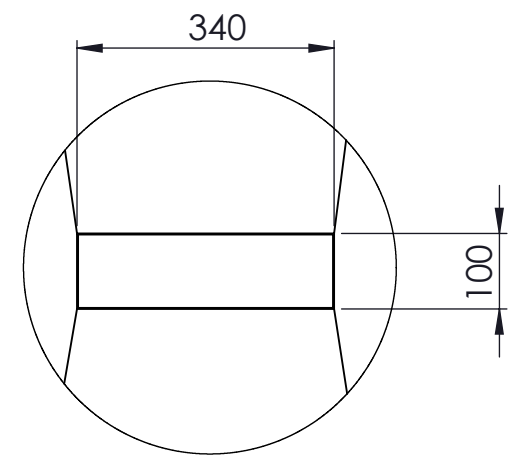
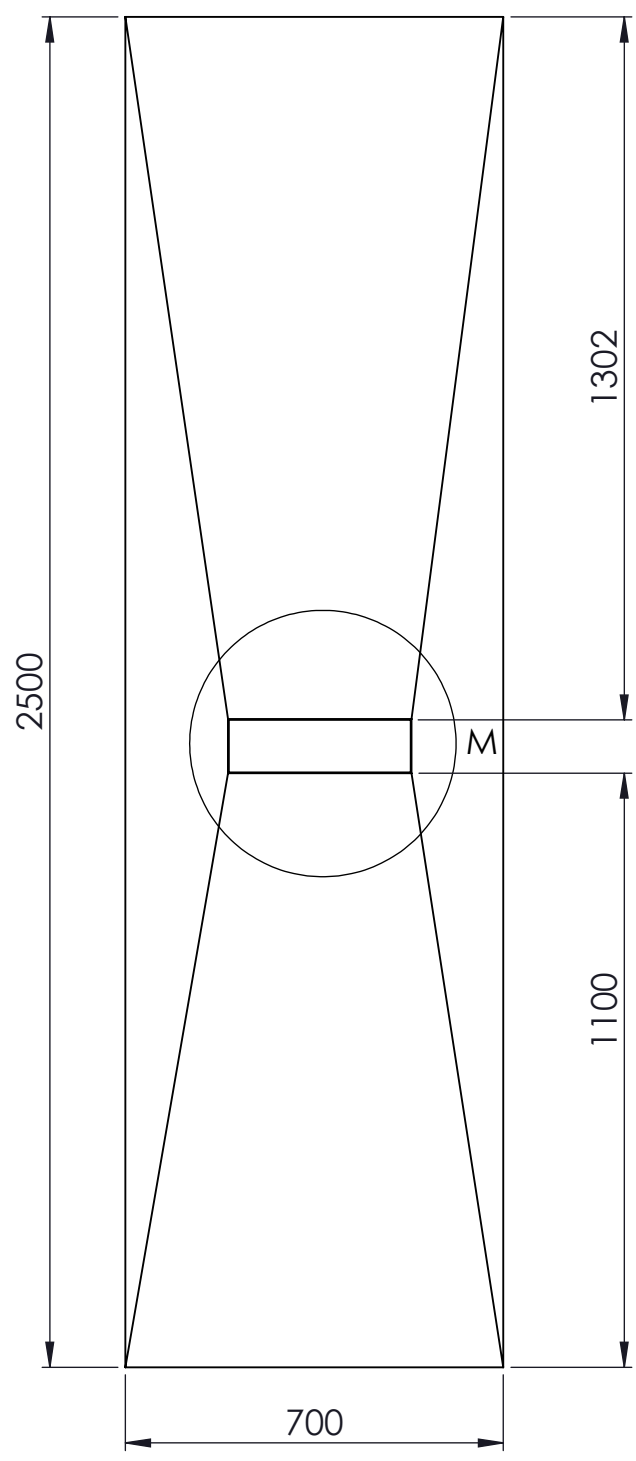
1 2 3 4 5 6 7 8

A  
B  
C  
D  
E  
F

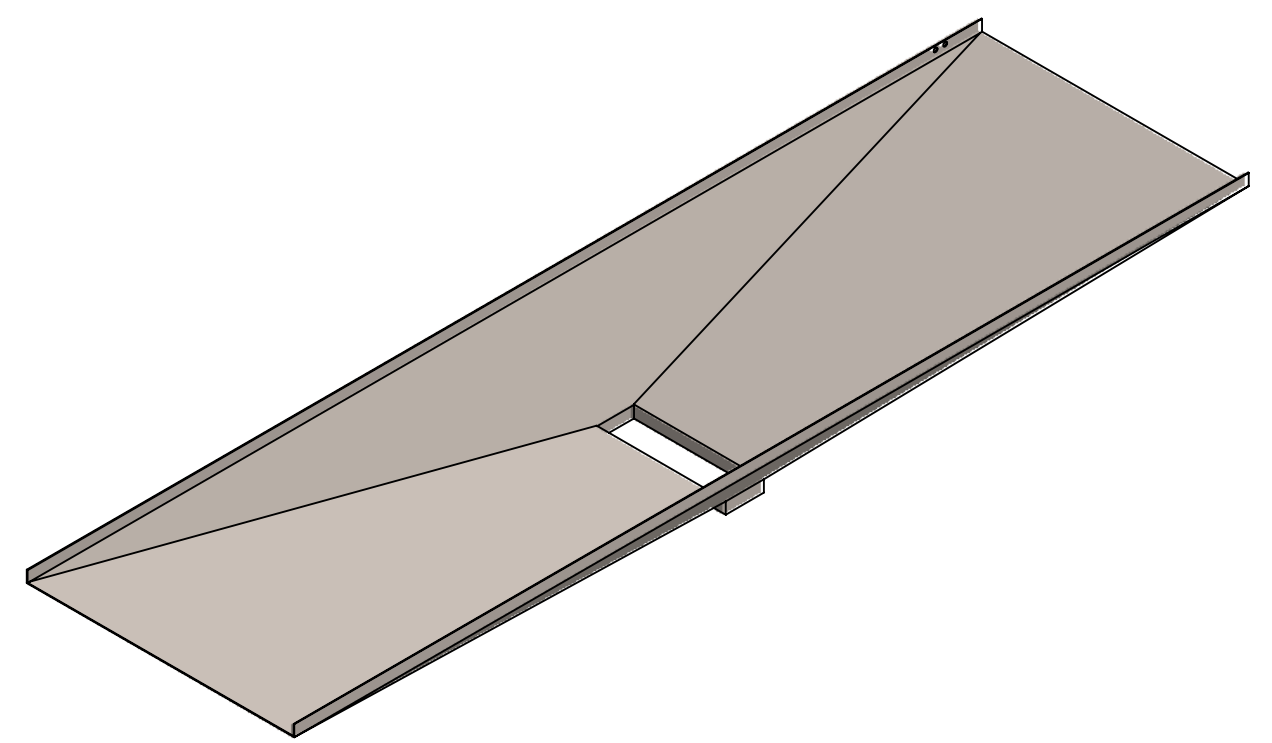
A  
B  
C  
D  
E



DETALLE A  
ESCALA 1 : 2



DETALLE M  
ESCALA 1 : 10



					Tolerancia	(Peso)	Materiales:		
					±0,1	18.78 Kg	Acero Inoxidable		
						Fecha	Nombre	Denominación:	
					Dibujó:	22/11/17	Egdo. Flores G.		
					Revisó:	22/11/17	Ing. Jorge G.		
					Aprobó:	22/11/17	Ing. Jorge G.	TOLVA RECOLECCION	
					UTA Ingeniería Mecánica		Número del dibujo: 21 de 21		Escala: 1:10
					Edición	Modificación	Fecha	Nombre	(Sustitución)