

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA:
INGENIERÍA MECÁNICA

Trabajo de titulación previa a la obtención del título de: INGENIERO MECÁNICO

TEMA:
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE DESHIDRATADOR
DE FRUTAS DE CAPACIDAD DE 12 KG. CON CIRCULACIÓN DE AIRE
FORZADO UTILIZANDO RESISTENCIAS ELÉCTRICAS.

AUTORES:
PAÚL ALBERTO LLUMIQUINGA MOROMENACHO
BYRON SANTIAGO SUQUILLO PULUPA

DIRECTOR:
ING. TOMÁS IBUJÉS VILLACÍS

Quito, marzo del 2015

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo, previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico ha sido realizado en su totalidad por los señores Paúl Alberto Llumiyinga Moromenacho y Byron Santiago Suquillo Pulupa.

Los conceptos desarrollados, análisis de resultados, cálculos realizados, conclusiones y recomendaciones del presente trabajo son exclusiva responsabilidad de los autores.

Atentamente:

Ing. Tomas Ibujés Villacís
DIRECTOR DE TESIS

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD Y AUTORIZACIÓN DE USO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Paúl Alberto Llumiquinga Moromenacho y Byron Santiago Suquillo Pulupa, declaramos bajo juramento que la investigación realizada es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en el presente documento.

A través de la presente declaración, cedemos el derecho de propiedad intelectual correspondiente de este trabajo a la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad vigente.

Paúl Alberto Llumiquinga Moromenacho
C.C. 1723408355

Byron Santiago Suquillo Pulupa
C.C. 1718331018

Agradecemos.....

A la Universidad Politécnica Salesiana, que nos impartió los conocimientos científicos, también por su incesante objetivo de formarnos como buenos ciudadanos, enmarcados en valores y principios para desarrollar nuestra profesión en la ética.

Al Ingeniero Tomás Ibujés Villacís, por sus acertados consejos, quien con originalidad y disposición, colaboró durante el proceso de elaboración de este trabajo.

Al Ingeniero Fernando Toapanta, por su disponibilidad de tiempo y recomendaciones, que han sido un aporte importante en la culminación del proyecto.

A los docentes y personal administrativo, quienes durante estos años de estudio, han compartido y aportado significativamente en nuestro proceso de formación profesional.

Santiago y Paúl

Dedico.....

A mis familiares especialmente a mis padres German y Carmen, por su confianza y apoyo durante la elaboración de este trabajo de grado y a lo largo de la trayectoria de mi vida estudiantil.

A todas aquellas personas que de una u otra manera me apoyaron para poder culminar con el presente trabajo de grado.

Paúl LLumiQuinga M.

Dedico.....

A Dios, quien guía cada paso de mi vida.

A mis padres Pedro y Susana, mis migrantes favoritos, quienes con sus oraciones y apoyo incondicional a pesar de estar lejos, me enseñaron que con esfuerzo y sacrificio se puede conseguir lo que uno se propone; espero de corazón se sientan orgullosos de mí.

A mis hermanos Alexandra, Ximena y Edison, quienes con su amor infinito y ocurrencias, siempre me sacaron una sonrisa en las situaciones más difíciles.

A mi enamorada Sandy, quien me brinda su amor, cuidado y recorre conmigo cada paso que doy.

A mis amigos y familiares, quienes me manifestaron sus muestras de cariño cuando más lo necesitaba gracias de corazón.

Santiago Suquillo P.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La manzana es considerada como una de las frutas con mayor porcentaje de agua, compuesta por nutrientes, carbohidratos, azúcares, almidones y vitaminas. Debido a las características antes citadas la manzana es un alimento recomendado para aliviar enfermedades, el crecimiento de la demanda en la dieta de los ecuatorianos ha transformado a Chile como uno de los países más importantes para importar este producto.

Existen varios métodos de conservación de las frutas tales como: la refrigeración, envasado al vacío, desecación, salazón, acidificación y deshidratación.

Debido a la presencia de humedad que contiene la fruta, la cual si se encuentra expuesta al ambiente tiene una duración aproximadamente de cinco días antes de alcanzar la putrefacción, por este motivo se escoge la deshidratación como método que ayude a conservar las propiedades de la manzana.

Por lo que se propone el diseño y construcción de un prototipo de deshidratador de frutas utilizando resistencias eléctricas con circulación de aire forzado, con la finalidad de disminuir una gran parte de humedad de la manzana, para que sea consumida después de varios meses luego de ser deshidratada manteniendo su sabor y aroma similar al de una fruta fresca.

JUSTIFICACIÓN GENERAL

La producción de la manzana en el Ecuador se obtiene en las provincias de Chimborazo, Cotopaxi, Azuay, Cañar y Tungurahua, estas zonas no son capaces de abastecer la demanda de consumo, debido a que su producción de manzana se estima en un 20%, obligando a importar el 80 % de dicha fruta del país de Chile.

Esta fruta es indispensable en la dieta, desde un niño hasta en los deportistas de élite, por tanto este trabajo de investigación brinda una alternativa de conocimiento de conservación de la fruta a través de la deshidratación.

Se plantea un equipo de deshidratador que utilice como fuente de calor las resistencias eléctricas, con el propósito de aprovechar la energía eléctrica que existirá en el Ecuador partir del año 2016, generado por las hidroeléctricas existentes y las ochos en construcción, que constituyen la nueva matriz energética.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Diseñar y construir un prototipo de deshidratador de frutas con un sistema de bandejas discontinuas para una capacidad 12kg, con circulación de aire forzado utilizando resistencias eléctricas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un prototipo de deshidratador que elimine una gran parte de humedad de las frutas a deshidratarse, conservando todos sus nutrientes y sabores similares que tienen al momento de la recolección.
- Establecer las variables necesarias, para el sistema de control de temperatura mediante fórmulas experimentales de transferencia de calor y termodinámica.
- Determinar el tiempo máximo de secado de la fruta mediante la realización de curvas comparativas Humedad vs Tiempo.

HIPÓTESIS

HIPÓTESIS GENERAL

Determinar, mediante la utilización de aire caliente generado por resistencias eléctricas, la deshidratación de frutas con el fin de obtener el producto con similares nutrientes y sabores al de la recolección, permitiendo prolongar su tiempo de durabilidad antes de la putrefacción.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Con el uso del deshidratador se disminuirá la humedad de la fruta, sin alterar los nutrientes y sabores de las mismas, mediante la circulación forzada de aire caliente.
- En el diseño del deshidratador se implementará un sistema de control de temperatura y velocidad del flujo óptimo para el trabajo dentro de la cámara de secado, obteniendo frutas deshidratadas de buena calidad.
- Determinar el tiempo real y el porcentaje de humedad final de la manzana por medio de las curvas características de la deshidratación, para confirmar o no el correcto funcionamiento de la máquina.

ALCANCE

Para el diseño y construcción de un prototipo de deshidratador de frutas se iniciará con el análisis de diferentes fuentes de energía que calentarán el aire a circular por la cámara del deshidratador.

Para comprobar las hipótesis y objetivos planteados se hará un estudio de las características de la manzana, para ello se ejecutarán pruebas de secado de la fruta antes mencionada, lo cual permitirá conocer el porcentaje de agua, tiempos y temperaturas que estarán integradas con las curvas de secado, para el diseño del deshidratador de frutas.

Además, el presente trabajo requiere la selección de materiales para el ensamble de la estructura metálica, donde irá instalado el equipo deshidratador; el cálculo de transferencia de calor y la selección de los respectivos aislamientos; se seleccionará el número de resistencias eléctricas adecuadas, y el ventilador con el caudal requerido para la circulación del aire caliente dentro de la cámara del deshidratador.

La temperatura y tiempo de deshidratado se contralará mediante dispositivos de control. Además se proporcionará planos, estudio de costos del diseño y construcción del deshidratador de frutas.

El proyecto culminará con el registro de resultados obtenidos en el deshidratador a construir, con el fin de demostrar la hipótesis propuesta y alcanzar los objetivos programados.

SIMBOLOGÍA

A_{bandejas} : Área de bandejas
 A_c : Área de la sección transversal
 A_{libre} : Área entre bandejas
 A_{ms} : Área de superficie por kilogramos de materia seca
 A_s : Área superficial promedio
 A_{sec} : Área de superficie de secado
 A_{Tsec} : Área total de secado
 A_{ven} : Área equivalente del ventilador
 C_d : Masa final del producto deshidratado
 C_{evap} : Cantidad de masa a evaporarse
 C_f : Carga del producto
 $C_{p\text{producto}}$: Calor específico del producto
 C_s : Masa seca de la carga
 D_h : Diámetro hidráulico
 e_1 : Espesor del material
 f : Factor de fricción
 F_c : Factor de carga
 g : Aceleración de la gravedad
 Gr : Número de Grashof
 h_L : Pérdida por fricción
 h : Coeficiente de calor por convección
 I : Intensidad de corriente eléctrica
 $kg_{\text{agua evap}}$: Masa de agua a evaporar del producto
 k : Conductividad térmica del material
 L : Longitud
 \dot{m}_a : Relación de flujo de masa
 M_{Total} : Masa del producto
 N_{bandejas} : Número de bandejas
 Nu : Número de Nusselt
 P_{atm} : Presión atmosférica
 PM : Perímetro mojado

Pr: Número de Prandtl
Q: Caudal de aire
 Q_{cond} : Flujo de calor por conducción
 Q_p : Transferencia de calor por las paredes
 Q_{Utilm} : Calor útil del producto
r: Rugosidad relativa
R : Resistencia eléctrica
 R_A : Constante de los gases ideales
Ra: Número de Rayleigh
Re: Número de Reynolds
Rc: Velocidad de secado
Sd: Masa de agua evaporable
Seq: Masa total de equilibrio
Sw: Masa promedio de una rodaja de manzana
Swc: Masa inicial crítica
Swf: Contenido de humedad en base húmeda respecto a la humedad en base seca
 T_1 : Temperatura de la placa
 T_2 : Temperatura de la interface
 T_A : Temperatura ambiente del aire
 T_{bh} : Temperatura de bulbo húmedo
 t_c : Tiempo de secado en régimen constante
 t_D : Tiempo de secado en régimen constante
Tf: Temperatura de la película
To: Temperatura inicial de secado
Ts: Temperatura del aire ambiente
 T_T : Tiempo total de secado
 T_∞ : Temperatura del trabajo
U: Coeficiente global de transferencia de calor
v: Velocidad
V: Variación del potencial
Vm: Volumen promedio producto
Wc: Masa en base húmeda crítica
Weq: Masa de equilibrio en base húmeda

Wf: Masa total del producto en base seca
Wo: Masa total del producto en base húmeda
 x_d^* : Humedad de equilibrio en base seca
Xdc: Humedad en base seca crítica
Xdeq: Humedad en base seca de equilibrio
Xdf: Humedad en base seca final
 x_{do} : Humedad inicial del producto en base seca
Xeq: Humedad de equilibrio
Xwf: Humedad final
Xwo: Porcentaje inicial del agua
 β : Coeficiente de expansión volumétrica
 ϵ : Rugosidad de la superficie del ducto
 ρ_m : Densidad del producto
 ρ : Densidad
 μ : Viscosidad cinemática del fluido
 Δh_{fg} : Calor latente o entalpía de vaporización
 ΔP : Caída de presión
 ΔP_T : Presión total pérdida dentro del horno deshidratador
 ΔT : Diferencia de temperaturas entre superficies

GLOSARIO

Caudal: Es la cantidad de materia expresada en unidades de volumen, que pasa por un área específica en un determinado intervalo de tiempo.

Coefficiente global de transferencia de calor por convección: Se obtiene a partir de los coeficientes de transferencia de calor por convección individuales y de las resistencias de las paredes.

Coefficiente de transferencia de calor por convección: El coeficiente por convección depende de las condiciones de la capa límite, geometría del cuerpo, tipo de fluido y de las propiedades termodinámicas.

Conductividad térmica: Es una característica de los materiales y representa la resistencia que ofrecen al flujo de calor, se le conoce también como el transporte de energía de un sólido o un líquido, este transporte en un cuerpo ocurre por la presencia de electrones libres, mientras tanto que en los fluidos la energía se transporta por el movimiento de las moléculas.

Densidad: Es una magnitud escalar referida a la cantidad de masa en un determinado volumen.

Enzimas: Son agentes catalíticos químicos, que pueden ejecutar cambios químicos en los materiales.

Flujo laminar: Las partículas de los fluidos se desplazan en forma paralela formando capas o láminas.

Flujo másico: Es la cantidad de materia expresada en unidades de masa, que pasa por un área específica en un determinado intervalo de tiempo.

Flujo turbulento: Es el movimiento de las partículas del fluido en forma desordenada, el flujo turbulento principalmente se caracteriza por la variación de velocidades.

Humidificación: Este proceso consiste en aumentar la cantidad de vapor en una corriente gaseosa.

Microorganismos: Son plantas y animales microscópicas, causantes de la putrefacción de los materiales

Número de Grashof: Es un número adimensional que en la convección natural determina si el flujo es laminar o turbulento al relacionar las fuerza de flotabilidad y las fuerzas viscosas que actúan sobre el fluido.

Número de Nusselt: Es un número adimensional que representa la mejora de transferencia de calor al realizar la relación entre un mismo fluido, al analizarlo como resultado de conducción y convección.

Número de Prandtl: Es un número adimensional, se lo obtiene mediante tablas al ingresar con la temperatura de la película.

Número de Rayleigh: Es un número adimensional que se lo obtiene al realizar el producto entre el número de Grashof y Prandtl.

Número de Reynolds: Es un número adimensional que determina de forma analítica, el comportamiento de los fluidos.

Pectina: Es una sustancia que se encuentra en las frutas, su función principal de eliminar toxinas.

Putrefacción: Descomposición de cuerpos orgánicos sin vida.

Viscosidad: Es la resistencia de un fluido a fluir. A mayor viscosidad, el fluido fluye a modo lento.

Viscosidad dinámica: Se puede medir por el tiempo en que un líquido tarda en fluir a través de un tubo capilar.

ÍNDICE

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	I
JUSTIFICACIÓN GENERAL.....	II
OBJETIVOS	III
OBJETIVO GENERAL	III
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	III
HIPÓTESIS	IV
HIPÓTESIS GENERAL.....	IV
HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	IV
ALCANCE.....	V
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	2
1 MARCO TEÓRICO	2
1.1 INTRODUCCIÓN.....	2
1.2 LA MANZANA.....	3
1.2.1 Beneficios de la manzana	3
1.2.2 Producción de manzana	4
1.2.3 Consumo local de la manzana chilena.....	6
1.3 DESHIDRATACIÓN	6
1.4 FINALIDAD	7
1.4.1 Ventajas de la deshidratación	8
1.4.2 Desventaja de la deshidratación.....	8
1.5 ACTIVIDADES PREVIAS A LA DESHIDRATACIÓN	9
1.5.1 Selección de la fruta.....	9
1.5.2 Lavado de la manzana.....	9
1.5.3 Cortado de la manzana.....	9
1.5.4 Pesado y colocación de las rodajas en las bandejas.....	9
1.6 ACTIVIDADES DESPUÉS DE LA DESHIDRATACIÓN	9
1.6.1 Proceso de enfriamiento.....	9
1.6.2 Clasificación y envasado	9
1.7 MÉTODOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.....	10
1.7.1 Conducción	10
1.7.2 Convección	11

1.7.2.1	Convección forzada.....	11
1.7.2.2	Convección natural.....	12
1.7.3	Radiación.....	13
1.8	CURVAS DE SECADO.....	14
1.8.1	Curva de humedad vs tiempo.....	14
1.8.2	Curva de velocidad de secado.....	15
1.8.3	Contenido de humedad crítica.....	16
1.9	CONTENIDO HUMEDAD EN LAS SUSTANCIAS.....	16
1.9.1	Contenido de humedad en base seca.....	16
1.9.2	Contenido de humedad en base húmeda.....	16
1.9.3	Humedad de equilibrio.....	16
1.9.4	Humedad libre.....	16
1.9.5	Humedad límite.....	17
1.9.6	Humedad no límite.....	17
1.10	PARÁMETROS DE SECADO.....	17
1.10.1	Tiempo de secado.....	17
1.10.2	Temperatura de deshidratación.....	19
1.11	CARTA PSICOMÉTRICA.....	19
1.11.1	Temperatura de bulbo húmedo.....	21
1.11.2	Temperatura de bulbo seco.....	21
1.11.3	Temperatura del punto de rocío.....	21
1.11.4	Humedad relativa.....	21
1.11.5	Humedad específica.....	21
1.11.6	Entalpía.....	22
1.11.7	Volumen específico.....	22
1.12	TIPOS DE DESHIDRATADORES MECÁNICOS.....	22
1.12.1	Deshidratador directo.....	22
1.12.1.1	Deshidratador de horno o estufa.....	22
1.12.1.2	Deshidratador de bandejas.....	23
1.12.2	Deshidratador por conducción o indirectos.....	24
1.12.3	Deshidratadores eléctricos.....	25
1.13	RESISTENCIA ELÉCTRICA TUBULAR.....	25
1.13.1	Principio de funcionamiento.....	25
1.13.2	Aplicaciones.....	25

1.13.3	Características técnicas de la resistencia.....	25
1.14	VENTILADOR.....	26
1.14.1	Ventiladores centrífugos.....	26
1.14.2	Ventiladores axiales.....	27
1.15	ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	27
1.15.1	Identificación de necesidades.....	28
1.15.1.1	Tamaño.....	28
1.15.1.2	Fuente de calor.....	28
1.15.1.3	Tecnología.....	28
1.15.1.4	Sistema de control.....	28
1.15.1.5	Mantenimiento.....	28
1.15.1.6	Control de parámetros.....	29
1.15.1.7	Economía.....	29
1.15.2	Alternativas de solución.....	29
1.15.2.1	Deshidratador de bandejas con flujo ascendente.....	29
1.15.2.2	Deshidratador de túnel.....	30
1.15.2.3	Deshidratador de bandejas con flujo paralelo.....	30
1.15.3	Elección de la mejor alternativa para el diseño del deshidratador.....	31
CAPÍTULO 2.....		33
2	PARÁMETROS DE DISEÑO DEL DESHIDRATADOR DE FRUTAS.....	33
2.1	INTRODUCCIÓN.....	33
2.2	DISEÑO DEL DESHIDRATADOR.....	33
2.2.1	Descripción general del deshidratador.....	33
2.3	CONDICIONES CLIMÁTICAS.....	34
2.4	CÁMARA DE DESHIDRATACIÓN.....	37
2.4.1	Número de bandejas.....	37
2.4.2	Cámara.....	45
2.4.3	Circulación del aire entre las bandejas en la cámara de deshidratación ..	46
2.5	CÁLCULO DE PÉRDIDAS DEL DESHIDRATADOR.....	47
2.5.1	Pérdidas por fricción.....	48
2.5.2	Pérdidas menores.....	51
2.6	SELECCIÓN DEL VENTILADOR.....	53
2.7	ANÁLISIS DEL PROCESO DENTRO DE LA CÁMARA.....	54
2.7.1	Tiempo de secado.....	54

2.8	PÉRDIDA DE CALOR EN EL HORNO DESHIDRATADOR.....	57
2.8.1	Cálculo de los coeficientes de transferencia de calor internos	60
2.8.2	Cálculo de los coeficientes de transferencia de calor externos.....	62
2.9	FUENTE DE CALOR.....	65
2.10	CHIMENEA.....	68
2.11	SISTEMA DE CONTROL	69
CAPÍTULO 3.....		70
3	METODOLOGÍA DE SECADO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	70
3.1	INTRODUCCIÓN.....	70
3.2	METODOLOGÍA DE SECADO	72
3.2.1	Equipos y materiales utilizados	72
3.3	CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO	73
3.4	PROCEDIMIENTO.....	73
3.5	DATOS EXPERIMENTALES PARA LA CÁMARA UNO.....	75
3.6	DATOS EXPERIMENTALES PARA LA CÁMARA DOS	80
3.7	ANÁLISIS DE RESULTADOS EXPERIMENTALES	84
CAPÍTULO 4.....		88
4	CÁLCULO DE COSTOS.....	88
4.1	INTRODUCCIÓN.....	88
4.2	ANÁLISIS DE COSTOS DE LA CONSTRUCCIÓN DEL DESHIDRATADOR.....	89
4.2.1	Costos directos.....	89
4.2.2	Construcción de la cámara interna y externa del deshidratador	90
4.2.2.1	Materiales	90
4.2.2.2	Mano de obra.....	91
4.2.3	Construcción de bandejas y estructura para su deslizamiento.....	91
4.2.3.1	Materiales	91
4.2.3.2	Mano de obra.....	92
4.2.4	Construcción de toberas y cámara de resistencias	92
4.2.4.1	Materiales	92
4.2.4.2	Mano de obra.....	93
4.2.5	Construcción de la base metálica.....	93
4.2.5.1	Materiales	93
4.2.5.2	Mano de obra.....	94
4.2.6	Instalación del sistema eléctrico	94

4.2.6.1 Elementos y materiales.....	94
4.2.6.2 Mano de obra.....	95
4.2.7 Costos indirectos.....	96
CONCLUSIONES	98
RECOMEDACIONES	99
LISTA DE REFERENCIAS CITADAS	100
LISTA DE REFERENCIAS CONSULTADAS	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Composición química de la manzana.....	3
Tabla 1.2. Producción anual de la manzana.....	4
Tabla 1.3. Países exportadores de manzana.....	6
Tabla 1.4. Características técnicas de la resistencia.....	26
Tabla 1.5. Análisis cuantitativo de alternativas.....	32
Tabla 2.1. Presiones atmosféricas respecto a la altura sobre el nivel del mar.....	34
Tabla 2.2. Temperaturas y humedades relativas de la ciudad de Quito.....	35
Tabla 2.3. Temperatura y humedad relativa promedio de la ciudad de Quito.....	35
Tabla 2.4. Propiedades psicométricas del aire a temperatura ambiente.....	36
Tabla 2.5. Propiedades del aire a temperatura máxima de trabajo.....	36
Tabla 2.6. Propiedades de la manzana.....	37
Tabla 2.7. Valores de humedad de la manzana.....	40
Tabla 2.8. Carga del producto.....	42
Tabla 2.9. Cálculo de caída de presión del sistema de ductos de aire.....	52
Tabla 2.10. Caída de presión en impulsión.....	52
Tabla 2.11. Características del ventilador.....	54
Tabla 2.12. Propiedades del aire a temperatura de trabajo.....	55
Tabla 2.13. Dimensiones de la cámara de secado.....	58
Tabla 2.14. Dimensiones de la cámara de resistencia.....	58
Tabla 2.15. Dimensiones de la tobera de entrada de aire.....	58
Tabla 2.16. Conductividad térmica y espesores de los materiales.....	60
Tabla 2.17. Propiedades principales del aire a temperatura de la película.....	61
Tabla 2.18. Coeficientes de transferencia de calor.....	62
Tabla 2.19. Parámetros de convección natural.....	64
Tabla 2.20. Pérdidas en el calor en el sistema.....	64
Tabla 3.1. Peso de la bandeja con producto húmedo a diferentes tiempos.....	75
Tabla 3.2. Peso de la bandeja cámara 1.....	75
Tabla 3.3. Humedades del producto.....	76
Tabla 3.4. Velocidad de secado cámara 1.....	78
Tabla 3.5. Peso de bandeja con producto húmedo a diferentes tiempos cámara 2.....	80
Tabla 3.6. Peso de la bandeja cámara 2.....	80
Tabla 3.7. Humedades del producto.....	81

Tabla 3.8 Velocidad de secado cámara 2	83
Tabla 3.9. Parámetros y resultados cámara 1	85
Tabla 3.10.Parámetros y resultados cámara 2	86
Tabla 4.1.Costos de material en la construcción de la cámara interna y externa.....	90
Tabla 4.2.Costos mano de obra en la construcción de la cámara interna y externa...	91
Tabla 4.3.Costos de material en la construcción de las bandejas y su estructura	91
Tabla 4.4.Costos de mano de obra en la construcción de las bandejas y estructura ..	92
Tabla 4.5.Costos de material en la construcción de toberas y cámara de resistencia.	92
Tabla 4.6.Costos de mano de obra en la construcción de toberas y cámara de resistencia.....	93
Tabla 4.7. Costos de material en la construcción de la base metálica	93
Tabla 4.8.Costos de mano de obra en la construcción de la base metálica.....	94
Tabla 4.9.Costos de material del sistema eléctrico	94
Tabla 4.10.Costos de mano de obra de la instalación del sistema eléctrico.....	95
Tabla 4.11. Tabla de resumen de costos directos	95
Tabla 4.12. Costos indirectos	97
Tabla 4.13. Costos directos e indirectos	97

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Manzana royal gala.....	5
Figura 1.2. Manzana fuji.....	5
Figura 1.3. Manzana braeburn.....	5
Figura 1.4. Esquema de las fases alimento-fluido entre las que se produce el transporte de agua durante la deshidratación.....	7
Figura 1.5. Conducción de calor en una pared plana.....	10
Figura 1.6. Convección forzada.....	11
Figura 1.7. Convección natural.....	12
Figura 1.8. Transferencia de calor por radiación.....	13
Figura 1.9. Curva de humedad vs tiempo.....	14
Figura 1.10. Curva velocidad vs humedad en el material.....	15
Figura 1.11. Carta psicométrica.....	20
Figura 1.12. Deshidratador de estufa.....	23
Figura 1.13. Deshidratador de bandejas.....	23
Figura 1.14. Deshidratador por conducción o indirectos.....	24
Figura 1.15. Resistencia eléctrica tubular.....	26
Figura 1.16. Ventilador centrífugo.....	27
Figura 1.17. Ventilador axial.....	27
Figura 1.18. Deshidratador de bandejas con flujo ascendente.....	29
Figura 1.19. Deshidratador tipo túnel.....	30
Figura 1.20. Deshidratador de bandejas con flujo paralelo.....	31
Figura 2.1. Soporte de bandejas.....	44
Figura 2.2. Distribución interna del deshidratador.....	45
Figura 2.3. Circulación de aire entre las bandejas.....	46
Figura 2.4. Distribución de elementos del deshidratador.....	47
Figura 2.5. Ducto rectangular.....	49
Figura 2.6. Calor suministrado al producto.....	54
Figura 2.7. Circuito térmico para una pared.....	59
Figura 2.8. Cámara de calentamiento de aire.....	65
Figura 2.9. Chimenea.....	68
Figura 3.1. Deshidratador de frutas construido.....	71
Figura 3.2. Partes internas del deshidratador.....	71

Figura 3.3 Crisol	72
Figura 3.4 Control electrónico	72
Figura 3.5 Analizador de humedad	73
Figura 3.6 Curva de secado bandeja 2, cámara 1	77
Figura 3.7 Disminución de masa vs tiempo	77
Figura 3.8 Velocidad de secado vs humedad promedio.....	79
Figura 3.9 Curva de secado bandeja 1, cámara 2	82
Figura 3.10 Disminución de masa vs tiempo	82
Figura 3.11 Velocidad de secado vs humedad promedio.....	84
Figura 4.1. Porcentajes de costos directos	96
Figura 4.2. Porcentajes de costos directos e indirectos	97

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS	103
ANEXO 1.....	104
INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO	104
ANEXO 2.....	109
PROCESO DE CONSTRUCCIÓN DEL DESHIDRATADOR	109
ANEXO 3.....	116
CERTIFICADO DE PRUEBAS DESHIDRATADOR DE FRUTAS (CIVABI).....	116
ANEXO 4.....	117
RUGOSIDAD EN VARIOS MATERIALES.	117
ANEXO 5.....	118
VALORES DE COEFICIENTES DE RESISTENCIA K.....	118
ANEXO 6.....	119
COEFICIENTE DE RESISTENCIA PARA VÁLVULAS Y ACOPLES	119
ANEXO 7.....	120
CARACTERÍSTICAS DEL VENTILADOR	120
ANEXO 8.....	121
TABLA DE PROPIEDADES DEL AGUA	121
ANEXO 9.....	122
PROPIEDADES TERMOFÍSICAS DE LOS MATERIALES	122
ANEXO 10.....	123
PROPIEDADES DEL AIRE	123
ANEXO 11	124
CERTIFICADO DE PRUEBAS (ANALIZADOR DE HUMEDAD HB43-S HOLOGEN)	124
ANEXO 12.....	126
FOTOGRAFÍAS.....	126
ANEXO 13.....	131
FACTURAS	131
ANEXO 14.....	144
PLANOS	144

RESUMEN

En este trabajo se presenta un procedimiento para diseñar y construir un prototipo de deshidratador con circulación de aire caliente forzado utilizando resistencias eléctricas, aplicado a las rodajas de manzanas como materia prima.

Se realizaron los cálculos mediante fórmulas experimentales de termodinámica, transferencia de calor y mecánica de fluidos, partiendo con un rango de temperatura del (50 a 70 °C) considerado para la deshidratación de frutas. Se escogen como parámetros de análisis la temperatura de deshidratación a 65 °C, el caudal proporcionado por el ventilador y humedad relativa del aire en el interior de la cámara de secado. Mediante las variables antes citadas se obtuvo que para una capacidad de 12 kg de rodajas de manzana se necesitan 10 bandejas portables.

Como parte del prototipo se implementó un ventilador centrífugo de 559 CFM y una resistencia eléctrica de 4 kW.

Al equipo se le incluyó un sistema de control de flujo de aire caliente utilizando un termostato on/off que permite mantener la temperatura de operación en el interior de la cámara y de esta manera se garantiza un mejor secado.

Las pruebas realizadas entregaron datos satisfactorios, alcanzando un contenido de humedad inicial de 82.5 % hasta un contenido de humedad final de 20.6% de las rodajas de manzana respectivamente, a un tiempo de secado de 3 horas con 30 minutos, con una producción 4.26 kg de fruta seca en una jornada de 8 horas diarias.

Al ser un prototipo puede ser utilizado perfectamente por pequeños productores para mejorar su productividad y participación en el mercado nacional, debido a que puede deshidratar cualquier tipo de fruta.

ABSTRACT

This paper presents a procedure to build and design a prototype dehydrator with forced hot air circulation that uses electrical resistors, which was applied to the apple slices as raw material.

The calculations were performed using experimental formulas of thermodynamics, heat transfer and fluid mechanics, setting the temperature range to be between 50°C to 70 °C to consider for the dehydration of fruits. The chosen analysis parameter of dehydration was set at 65 °C which accommodated for the flow provided by the fan and relative humidity in the air inside of the drying chamber. Using the variables mentioned above we concluded that for a capacity of 12 kg of apple slices, 10 portable trays are needed.

As part of the prototype, we implemented a centrifugal fan of 559 CFM and an electrical resistance of 4 kW.

The team also included a flow control system of hot air using a thermostat with an on/off switch that maintained the temperature of the operation in the interior of the chamber which ensures better drying.

The tests delivered satisfactory data; reaching an initial moisture content of 82.5 % then down to a final moisture content of 20.6 % of the apple slices respectively. The drying time was 3 hours and 30 minutes, with a production of 4.26 kg of dried fruit in an eight hour work day.

With it being a prototype, it can be used perfectly by small producers to improve their productivity and participation in the national market, due to the fact that you can dehydrate any type of fruit.

INTRODUCCIÓN

En el proceso de deshidratación se desea la conservación óptima de la fruta, manteniendo los nutrientes, carbohidratos, azúcares, vitaminas y otros compuestos que son importantes para el buen vivir de los seres humanos.

En la actualidad existen varios tipos de secadores de frutas que realizan este proceso con diferentes fuentes de generación de calor tales como: gas, solar, biomasa. De esta manera se decidió escoger un sistema de resistencias eléctricas.

Por las razones antes mencionadas se plantea una alternativa de solución con el diseño y construcción de un prototipo de deshidratador de frutas con un sistema de bandejas discontinuas para una capacidad 12 kg, con circulación de aire forzado utilizando resistencias eléctricas.

CAPÍTULO 1

1 MARCO TEÓRICO

1.1 Introducción

En el presente capítulo se define; los beneficios, clasificación de la manzana chilena, producción de la manzana en Chile. Se analiza también el porcentaje de manzana importada al mercado nacional, para complementar el consumo en el país.

En este capítulo se precisa también el concepto de deshidratación, la finalidad, ventajas y desventajas que presenta este proceso, se menciona brevemente las fuentes de energía para calentar el aire que rodea al producto a deshidratarse.

Se citó los métodos de transferencia de calor (conducción, convección y radiación), se analiza el proceso de secado que transita en el producto dentro de la cámara de deshidratación durante un tiempo determinado, se considera los conceptos de las propiedades de la carta psicométrica, algunas de ellas se utiliza como parámetros de diseño del horno deshidratador.

Se indica la clasificación de los principales deshidratadores de alimentos, además se menciona procesos que se realiza antes y después de la deshidratación de la manzana y la descripción de los contenidos de humedad en los productos.

Se describe aplicaciones y características de la resistencia eléctrica, que se instaló en el deshidratador para calentar el aire en movimiento, se menciona los conceptos del ventilador centrífugo que se colocó en el horno deshidratador para mover el aire que llega a la cámara de deshidratación. Para finalizar se realiza el análisis de alternativas.

1.2 La Manzana

La manzana es un fruto que se obtiene del árbol del manzano tiene una forma similar a una esfera con un diámetro promedio aproximado de 6 cm, su pulpa es carnosa, de sabor levemente dulce con un contenido de humedad del 82.5%, cubierta por una cáscara fina y liza, esta corteza presenta una variedad de colores tales como:

- Verde
- Rojas
- Amarillo pálido

El origen de este fruto radica en Europa y existe una gran variedad de manzanas alrededor del mundo. Está constituida por elementos químicos en porcentajes descritos en la siguiente tabla 1.1:

Tabla 1.1. Composición química de la manzana

COMPONENTE	PORCENTAJE DE COMPOSICIÓN
Potasio	35.40 %
Calcio	26.10 %
Magnesio	9.10 %
Sodio	26.10 %
Ácido fosfórico	14 %
Ácido Sulfúrico	6.09 %
Silicato	4.32 %

Fuente: De Guzmán, (2007, pág.42)

1.2.1 Beneficios de la manzana

Los doctores y nutricionistas recomiendan el consumo de la manzana debido a sus grandes beneficios para el ser humano, entre los cuales se menciona:

- Su consumo es recomendable para personas diabéticas, ya que ayuda en los problemas de colesterol en la sangre debido a que ésta fruta es rica en pectina.
- La manzana funciona como preventivo para el brote de tumores cancerígenos gracias a que actúa como antioxidante en el organismo del ser humano.
- La manzana ayuda en la actividad intestinal del cuerpo humano, previene la diarrea y el estreñimiento.

1.2.2 Producción de manzana

En Sur América se encuentra uno de los mayores productores a nivel mundial de manzana “Chile” abasteciendo a los mercados de más de 100 países entre los cuales se encuentra el Ecuador, dándose su mayor producción en climas fríos en las Regiones de Maule, O’Higgins, Ayracanía y Bio Bio.

La producción de manzanas en Chile se da entre los meses de febrero y diciembre de cada año, como lo describe la tabla 1.2.

Tabla 1.2. Producción anual de la manzana

Manzanas	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dec
Royal Gala												
Granny Smith												
Cripps Pink												
Fuji												
Richared Delicious												
Red Chief												
Red Starking												
Braeburn												
Red King Oregon												
Scarlett												
Jonagold												

Fuente: Frutas Chile (2014, pág.1)

De toda la variedad de manzanas que se da en el país sudamericano, los tipos de la fruta de exportación son:

- Royal Gala
- Braeburn
- Fuji

Royal gala: Es una variedad de manzana chilena, presenta una corteza brillante de colores rojo acompañado de pigmentaciones amarillas y verdes como se observa en la figura 1.1. Su pulpa es crujiente y tiene un gran contenido de agua.

Figura 1.1. Manzana royal gala



Fuente: Frutas Chile (2014, pág. 2)

Fuji: Presenta características muy similares a la Royal Gala, tiene una pulpa de color blanco y muy jugosa. Como se indica en la figura 1.2.

Figura 1.2. Manzana fuji



Fuente: Frutas Chile (2014, pág. 2)

Braeburn: La cascara de esta variedad de manzana chilena es roja clara, como presenta la figura 1.3. Emana un buen aroma y su pulpa es muy jugosa con un sabor agridulce.

Figura 1.3. Manzana braeburn



Fuente: Frutas Chile (2014, pág. 2)

1.2.3 Consumo local de la manzana chilena

Las principales zonas productoras de manzana en el Ecuador son las provincias de: Chimborazo, Cotopaxi, Azuay, Cañar y Tungurahua, estas antiguamente eran capaces de abastecer los mercados nacionales, sin embargo en la actualidad por la crisis del año 1998, la falta de productividad y por el crecimiento de la demanda en la dieta de los ecuatorianos, ha obligado a los Gobiernos de turno importar este producto.

Los mercados nacionales tienen el 85% de manzana extranjera, convirtiéndose Chile con 94%, como el principal abastecedor de este fruto como se observa en la tabla 1.3.

Tabla 1.3. Países exportadores de manzana

Principales países de origen	Cantidad (kg)	Monto (miles USD)	% Participación en el mercado
CHILE	47,691.07	31,619.21	94.18
ESTADOS UNIDOS	703.65	866.33	2.59
PERÚ	1,667.58	691.58	2.06
FRANCIA	198.01	180.76	0.54
CHINA	277.32	152.14	0.46
ITALIA	39.14	31.43	0.10
PANAMÁ	20.54	17.29	0.06
COLOMBIA	21.28	15.91	0.05
TOTAL GENERAL:	50,618.56	33,574.62	100%

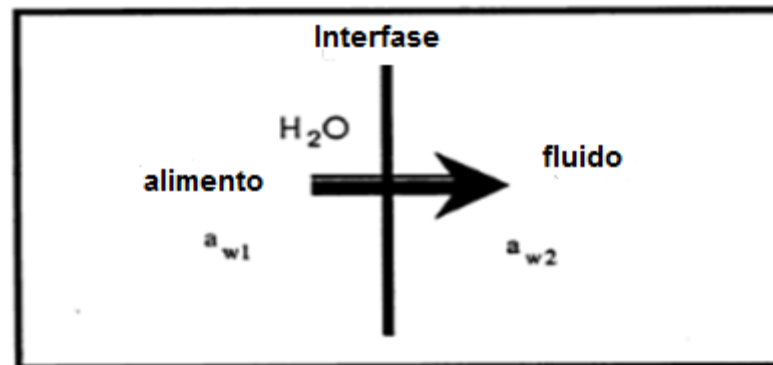
Fuente: PROCHILE (2011, pág. 4)

1.3 Deshidratación

La deshidratación es una de las técnicas más antiguas utilizadas en la conservación de alimentos que consiste en la eliminación parcial del agua de la fruta.

En la figura 1.4 se observa que por medio de la circulación de aire caliente utilizando procesos de transferencia de calor y termodinámica, el agua que contiene un sólido o una disolución se transfiere a la fase fluida que lo rodea debido a los gradientes de actividad de agua (∂_w) entre ambas fases.

Figura 1.4. Esquema de las fases alimento-fluido entre las que se produce el transporte de agua durante la deshidratación



Fuente: Maupoyet (2001, pág. 7)

El procedimiento de separación del líquido del sólido consiste en la evaporación lenta y continua por la acción de una temperatura constante y moderada “comprendida entre 50 y 70 °C” (Unesco, 2005, pág. 25), con una exposición de la fruta al aire caliente en periodos largos de tiempo. La temperatura y tiempo de deshidratación dependerán fundamentalmente del porcentaje de humedad que contenga la fruta a deshidratarse.

Un proceso efectivo de deshidratación implica que el aire caliente dentro de la cámara se distribuya uniformemente a todas las rodajas de la fruta ubicadas en las bandejas, la forma para obtener esta distribución es por medio de toberas.

1.4 Finalidad

La fruta después de su recolección queda expuesta a la acción de agentes internos y externos, los primeros son enzimas y los segundos microorganismos que se desarrollan minutos después de la cosecha, causando la putrefacción del fruto.

El motivo principal del desarrollo y supervivencia de los microorganismos es la presencia de agua en la fruta. El proceso ideal para la eliminación parcial de la humedad en el producto es el deshidratado, este método se lo realiza con la exposición del alimento al sol, o con la ayuda de hornos industriales.

“La humedad de las frutas deshidratadas puede oscilar desde el 25 al 2 %” (Handerburg, 1998, pág. 28), esto disminuirá el accionar de los microorganismos permitiendo que la fruta deshidratada tenga un periodo de duración mucho mas largo.

Una fruta sin ser sometida al proceso de deshidratación tiene un porcentaje de agua entre “80 y 85 %” (Unesco, 2005, pág. 27), con este porcentaje de humedad el fruto después de la recolección puede durar aproximadamente 5 días antes de la putrefacción.

1.4.1 Ventajas de la deshidratación

- La fruta deshidratada se conserva un largo periodo de tiempo; mientras menor sea la cantidad de agua que contenga el producto, mayor será su tiempo de duración.
- Los sabores y nutrientes de la fruta deshidratada no se alteran drásticamente, cuando el proceso de deshidratación se lo realiza a temperaturas bajas y tiempos largos.
- El volumen de la fruta deshidratada es mucho menor que el volumen de la fruta sin procesarla, permitiendo con facilidad el almacenaje en mochilas viajeras, carteras de oficina y reporteros.
- Con este proceso se contribuye a conservar el excedente de la cosecha de la fruta.

1.4.2 Desventaja de la deshidratación

- En la deshidratación se presenta cambios organolépticos, esto se debe fundamentalmente a la pérdida de componentes volátiles durante el proceso. La pérdida de nutrientes en una fruta deshidratada ocurre en el proceso de preparación antes de la deshidratación (pelado, lavado y cortado).

1.5 Actividades previas a la deshidratación

1.5.1 Selección de la fruta

Se selecciona las frutas frescas en buen estado y con características similares en tamaño con la finalidad de obtener rodajas uniformes.

1.5.2 Lavado de la manzana

La superficie de la fruta seleccionada se debe lavar con agua limpia, para retirar las impurezas que se encuentran en la corteza de la manzana.

1.5.3 Cortado de la manzana

Una vez que se ha lavado y secado la fruta se procede a retirar la cáscara y la semilla, el siguiente paso es el corte en rodajas. Estas muestras tienen que ser de un espesor igual para que la deshidratación sea uniforme.

1.5.4 Pesado y colocación de las rodajas en las bandejas

Se pesa las frutas antes y después de la deshidratación, a continuación se coloca las rodajas de manzana en las bandejas del deshidratador. Se inicia el proceso de secado en el horno deshidratador.

1.6 Actividades después de la deshidratación

1.6.1 Proceso de enfriamiento

Una vez que haya transcurrido el tiempo calculado para la deshidratación de la manzana, se retiran las bandejas y se las deja a una temperatura ambiente hasta que se las pueda manipular.

1.6.2 Clasificación y envasado

Se selecciona las mejores rodajas de manzanas deshidratadas, posteriormente se las envasa para ser enviadas a los diferentes mercados.

1.7 Métodos de transferencia de calor

La transferencia de calor es la energía en tránsito provocada por la diferencia de temperatura de uno o varios cuerpos. Se ha considerado los siguientes mecanismos de transferencia de calor.

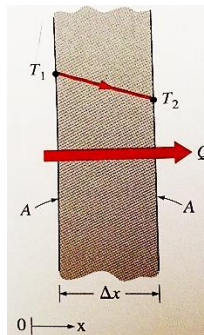
- Conducción
- Convección
- Radiación

1.7.1 Conducción

La transferencia de calor por conducción puede tener lugar en un gas, líquido o sólidos y se describe como “La transferencia de la energía de las partículas más energéticas de una sustancia hacia las adyacentes menos energéticas” (Cengel, 2011, pág.17).

La rapidez de la transferencia depende del diferencial de temperatura, la configuración geométrica, espesor y tipo de material. La figura 1.5 describe la conducción de calor a través de una pared plana.

Figura 1.5.Conducción de calor en una pared plana



Fuente: Cengel (2011, pág. 18)

La ecuación de la Ley de Fourier permite cuantificar el proceso de transferencia de calor por conducción. Para el caso de una pared plana unidireccional, la ecuación se expresa como:

$$Q_{\text{cond}} = -k \cdot A \cdot \left(\frac{T_2 - T_1}{L} \right) \quad \text{Ec 1.1}$$

El signo menos es una consecuencia del hecho de que el calor se transfiere en la dirección de la temperatura decreciente, por lo que la ecuación de la razón de conducción de calor se expresa como:

$$Q_{\text{cond}} = k \cdot A \cdot \left(\frac{T_1 - T_2}{L} \right) \quad \text{Ec 1.2}$$

Donde:

Q_{cond} : Flujo de calor por conducción (W)

k: Conductividad térmica del material (W/m°K)

A: Área (m²)

T_1 : Temperatura de la placa (°K)

T_2 : Temperatura de la interfase (°K)

L: Espesor de la placa (m)

1.7.2 Convección

La transferencia de calor por convección describe el proceso de transferencia de energía entre una superficie sólida y el líquido o gas adyacente que está en movimiento. El fluido puede ser movido por una máquina ventora o naturalmente, la transmisión puede ser por: convección forzada o natural.

1.7.2.1 Convección forzada

El movimiento del aire en la convección forzada se efectúa por la acción externa de una máquina ventora como se observa en la figura 1.6.

Figura 1.6. Convección forzada



Fuente: Cengel (2011, pág. 26)

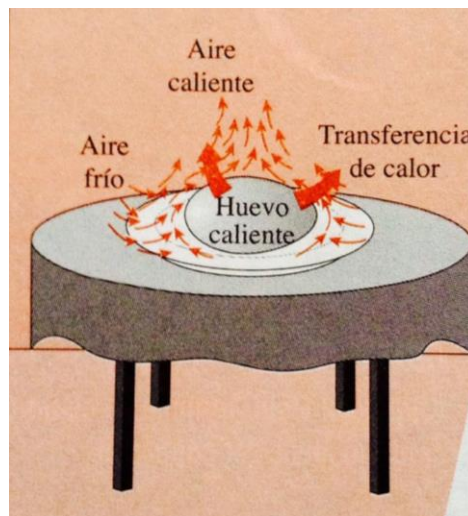
Para calcular el coeficiente de transferencia de calor por convección forzada se necesita conocer el número de Reynolds.

1.7.2.2 Convección natural

Es el movimiento de aire que se da entre un fluido y una superficie sin la ayuda de ventilaciones proporcionada por aparatos como se muestra en la figura 1.7, este movimiento se da por la diferencia de densidades, es decir el aire más ligero es remplazado por el aire más pesado.

En “sistema a presión constante, la densidad de un gas es inversamente proporcional a la temperatura” (Cengel, 2011, pág.520), por esta razón el aire caliente es el más ligero y por ende sube y es remplazado por el aire más frío.

Figura 1.7. Convección natural



Fuente: Cengel (2011, pág. 520)

Como se mencionó en párrafos anteriores la convección natural se da por el movimiento del aire debido a la diferencia de densidades a temperaturas diferentes en un sistema a presión constante. La propiedad que entrega esta información es el coeficiente de expansión volumétrica “ β ” que se expresa en la siguiente ecuación:

$$\beta = \frac{1}{T} \quad \text{Ec 1.3}$$

Donde T es la temperatura del fluido expresada en forma absoluta. Entre mayor sea la diferencia de temperaturas de la superficie y el aire caliente o frío que lo rodean, mayor será la tasa de transferencia de calor.

1.7.3 Radiación

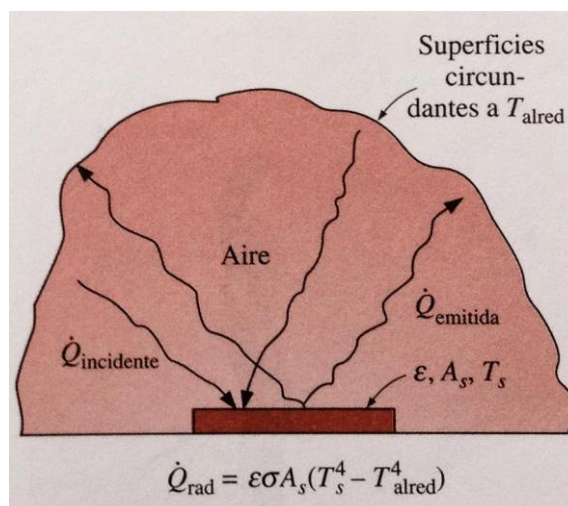
La radiación térmica es un tipo de energía emitida por la materia que se encuentra a una determinada temperatura.

El fenómeno de la radiación también ocurre en líquidos y gases, es decir que, sin importar la forma de la materia, los cambios de energía son transportados por ondas electromagnéticas o en forma de fotones.

La radiación utiliza una fuente especial como el sol o de otras fuentes que provoquen el mismo efecto.

La figura 1.8 describe el proceso de transferencia de calor por radiación en una superficie.

Figura 1.8. Transferencia de calor por radiación



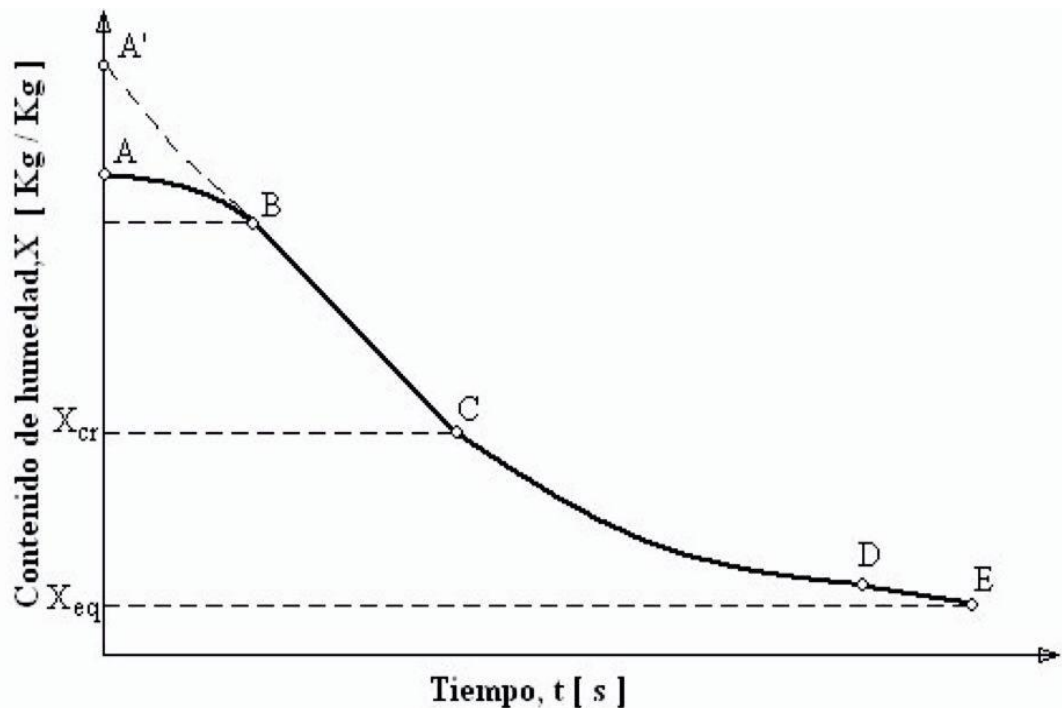
Fuente: Cengel (2011, pág. 29)

1.8 Curvas de secado

1.8.1 Curva de humedad vs tiempo

Por medio de la siguiente curva se determina las condiciones para el proceso de secado, en donde se identifica el contenido de humedad a través del tiempo. A continuación se detalla en la figura 1.9 las etapas que intervienen en la curva de secado.

Figura 1.9. Curva de humedad vs tiempo



Fuente: Udlap (2013, pág. 68)

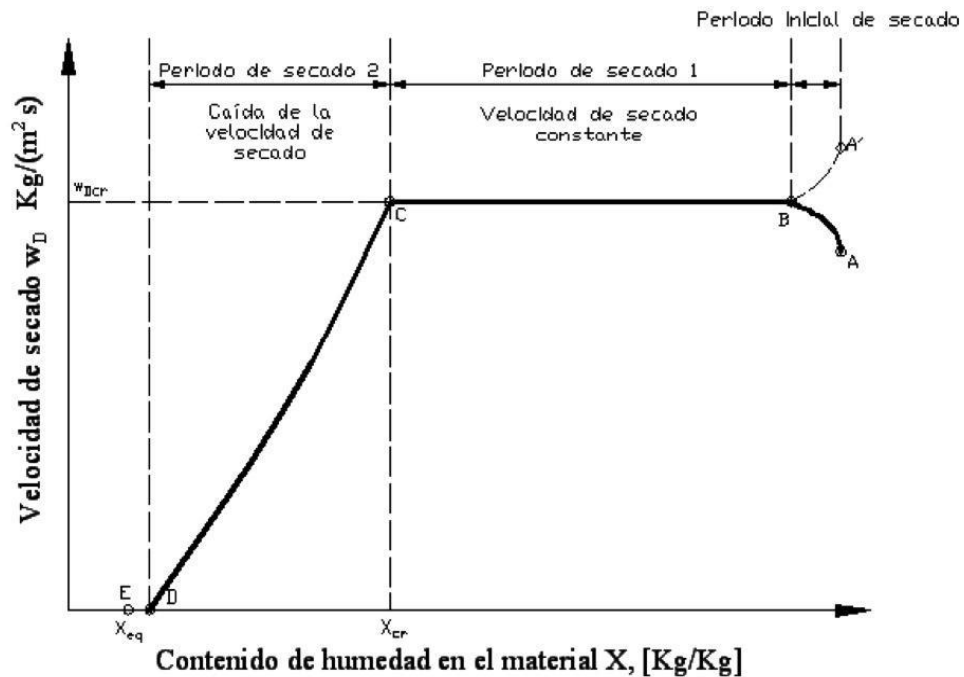
Primer periodo (A-B): La pendiente de la curva aumenta considerablemente con el tiempo, a esta etapa se la conoce como zona de inducción.

Segundo periodo (B-C): Se identifica como pendiente constante.

Tercer periodo (C-D): Se denomina a este como decrecimiento de la velocidad de secado.

1.8.2 Curva de velocidad de secado

Figura 1.10. Curva velocidad vs humedad en el material



Fuente: Udlap (2013, pág. 68)

En el primer periodo de inducción (A-B): Es cuando el producto ingresa a la cámara de secado produciendo un cambio de humedad en el material, el producto empieza a absorber calor y crece su temperatura hasta la establecida para el secado; a medida que la temperatura aumenta, la humedad se evapora y se comienza a enfriar el sólido progresivamente.

En el segundo periodo velocidad constante (B-C): En el punto B, la temperatura permanecerá constante siempre y cuando haya una capa de humedad permanente en la superficie del sólido. Por esta razón se puede observar una forma lineal donde la velocidad no cambia.

En el tercer periodo velocidad decreciente (C-D): El punto C es considerado como humedad crítica, pequeñas cantidades de manchas empiezan a formarse en la superficie del material y la velocidad del secado comienza a disminuir. El periodo de tiempo CD se conoce como primer periodo de caída de velocidad o periodo de secado de superficie insaturado.

1.8.3 Contenido de humedad crítica

Como se puede observar en el punto D de la figura 1.9, es donde se termina la etapa de la velocidad de secado constante. Aquí el agua del material se evapora totalmente y la velocidad depende de la difusión de humedad a la superficie del sólido.

Cabe mencionar que el punto E de la figura 1.9, la velocidad del secado es nula y se genera la humedad de equilibrio (el sólido se encuentra en equilibrio con su ambiente externo), el porcentaje de humedad y la temperatura son constantes.

1.9 Contenido humedad en las sustancias

Es la cantidad de agua que contiene las sustancias, se expresa en porcentajes. Los productos contienen humedades en base seca y en base húmeda.

1.9.1 Contenido de humedad en base seca

Es la humedad del sólido seco expresada en porcentaje, se calcula dividiendo la masa húmeda del producto sobre la masa seca.

1.9.2 Contenido de humedad en base húmeda

Es la cantidad de agua en un sólido mojado expresada en porcentaje.

1.9.3 Humedad de equilibrio

Este fenómeno se da cuando el sólido no puede perder ni ganar humedad del fluido que lo rodea. Se considera como una humedad final del producto.

1.9.4 Humedad libre

Es la cantidad de agua en exceso con respecto a la humedad en equilibrio, es decir la humedad total del producto menos la humedad en equilibrio, esta humedad se puede evaporar a una temperatura dada.

1.9.5 Humedad límite

Esta humedad ejerce una presión de la sustancia menor que la misma ejercida por el líquido a una misma temperatura.

1.9.6 Humedad no límite

Esta humedad ejerce una presión de la sustancia igual que la misma ejercida por el líquido a una misma temperatura.

1.10 Parámetros de secado

1.10.1 Tiempo de secado

Los factores que intervienen en el proceso de deshidratación y humedad del producto final, dependerán de la velocidad, temperatura de secado, condiciones climáticas del lugar y características del producto.

El método utilizado para establecer el tiempo de secado se basa en una ecuación cinética, que permite detallar todo el proceso de secado hasta alcanzar el nivel deseado de humedad. Parte de la definición de velocidad de secado y en donde se debe aplicar el valor previamente obtenido de la tasa de transferencia de calor, está en la siguiente ecuación:

$$R_C = \frac{h \cdot A_{T.sec} \cdot (T - T_{bh})}{\Delta h_{fg}} \quad \text{Ec 1.4}$$

Donde:

Rc: Velocidad de secado (kg_{H₂O}/s)

h: Tasa de transferencia de calor (W/ m² °K)

A_{Tsec}: Área total de secado (m²)

T: Temperatura del flujo de aire (°K)

T_{bh}: Temperatura de bulbo húmedo (°K)

Δh_{fg}: Calor latente o entalpía de vaporización (kJ / kg)

El tiempo total de secado está dado por la sumatoria del tiempo de secado en el régimen constante y el tiempo en el régimen decreciente, expresado en la siguiente ecuación.

$$T_T = t_C + t_D \quad \text{Ec 1.5}$$

Donde:

T_T : Tiempo total de secado (h)

t_C : Tiempo de secado en régimen constante (h)

t_D : Tiempo de secado en régimen decreciente (h)

El tiempo de secado en el régimen constante se determina a través de la ecuación 1.6.

$$t_C = \frac{x_{do} - x_{dc}}{3600 \cdot R_c} \cdot C_s \quad \text{Ec 1.6}$$

Donde:

t_C : Tiempo de secado en el régimen constante (h)

x_{do} : Humedad inicial del producto en base seca ($\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}} / \text{kg}_{\text{masa seca}}$)

x_{dc} : Humedad crítica del producto en base seca ($\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}} / \text{kg}_{\text{masa seca}}$)

R_c : Velocidad de secado ($\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{s}$)

C_s : Masa seca de la carga de secado ($\text{kg}_{\text{masa seca}}$)

Una vez que ha transcurrido el tiempo necesario en el cual el producto se ha deshidratado constantemente, empieza el tiempo de régimen decreciente que se determina a través de la siguiente ecuación:

$$t_D = \frac{(x_{dc} - x_d^*) \cdot C_s}{3600 \cdot R_c} \cdot \ln \left(\frac{x_{dc} - x_d^*}{x_{df} - x_d^*} \right) \quad \text{Ec 1.7}$$

Donde:

t_D : Tiempo de régimen de decreciente (h)

x_{dc} : Humedad crítica del producto en base seca ($\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}} / \text{kg}_{\text{masa seca}}$)

x_d^* : Humedad de equilibrio en base seca ($\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}} / \text{kg}_{\text{masa seca}}$)

R_c : Velocidad de secado ($\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}/\text{s}$)

C_s : Masa seca de la carga de secado ($\text{kg}_{\text{masa seca}}$)

1.10.2 Temperatura de deshidratación

Si la temperatura es muy baja al comienzo, pueden desarrollarse microorganismos antes que el producto sea adecuadamente deshidratado. Si la temperatura es muy elevada y la humedad muy baja, la superficie del producto puede endurecerse manteniendo la humedad interna.

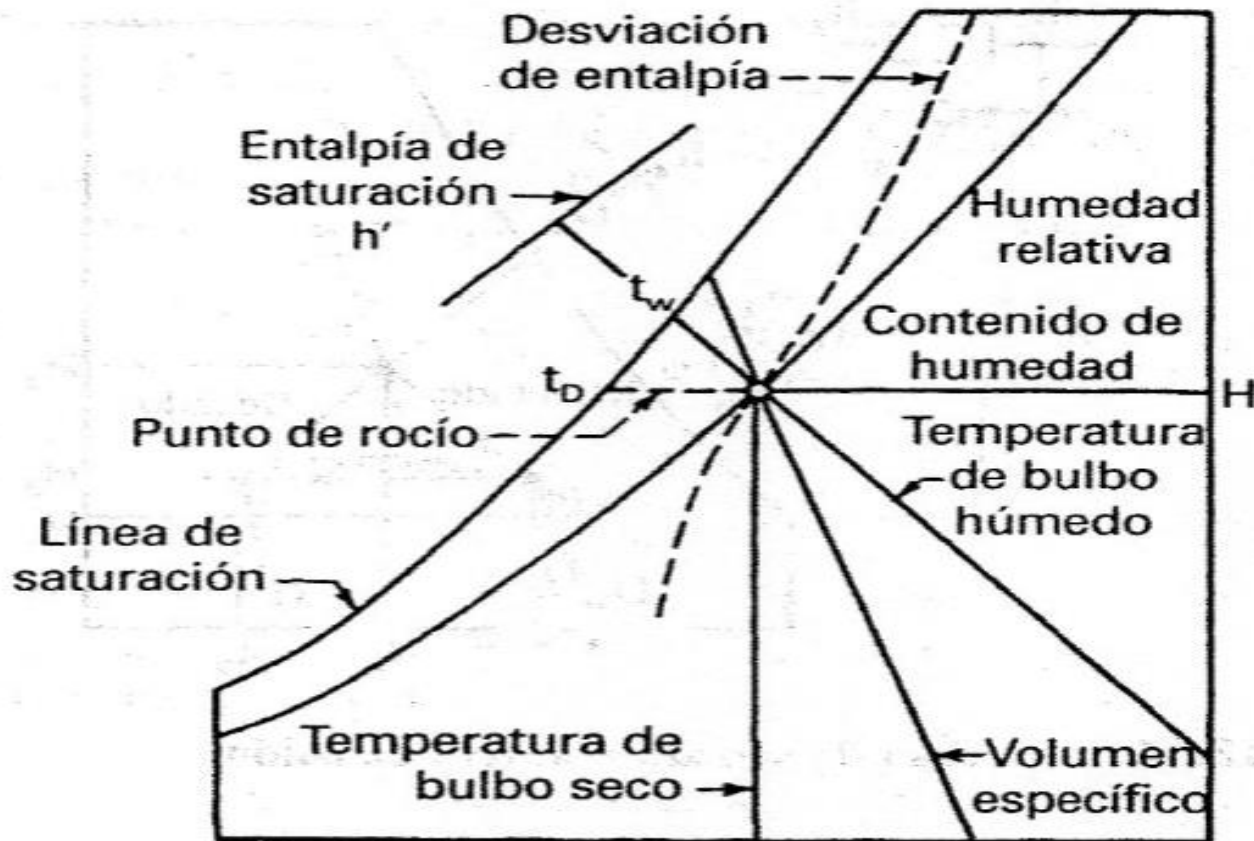
La “temperatura para deshidratar alimentos es de 50° a 70°C, a mayor calor cocina el alimento, y si es aún mayor, cocina su exterior impidiendo que la humedad interna escape” (Valdéz, 2008, pág. 22)

1.11 Carta Psicométrica

Es la representación gráfica de las propiedades psicométricas del aire a diferentes alturas, para el estudio se analiza con la altura de la ciudad de Quito a 2850 m.s.n.m (metros sobre el nivel del mar). Estas curvas evitan la utilización de procesos matemáticos complejos para la obtención de las diversas propiedades. Las líneas de la carta psicométrica están representadas por las siguientes propiedades, como se observa en la figura 1.11.

- Temperatura de bulbo húmedo
- Temperatura de bulbo seco
- Temperatura de rocío
- Humedad relativa
- Humedad específica
- Entalpía
- Volumen específico

Figura 1.11. Carta psicométrica



Fuente: Perry (2001, págs. 12-13)

1.11.1 Temperatura de bulbo húmedo

Un termómetro de bulbo húmedo, tiene colocado una tela humedecida con agua limpia, al evaporarse produce una disminución en la lectura del termómetro, conocida como temperatura de bulbo húmedo. En la carta psicométrica esta propiedad del aire es representada por las líneas diagonales juntas.

1.11.2 Temperatura de bulbo seco

Se conoce como temperatura de bulbo seco a la temperatura del aire y se la mide con termómetros comunes de mercurio. En la carta psicométrica esta propiedad del aire es representada por las líneas verticales.

1.11.3 Temperatura del punto de rocío

Es la temperatura a la cual el vapor de agua contenido en el aire comienza a condensarse. Esta propiedad en la carta psicométrica se lee en las líneas horizontales.

1.11.4 Humedad relativa

Es la relación que existe entre la presión real y la presión parcial de saturación. En la carta psicométrica se representa con líneas curvas que se extienden desde la parte inferior izquierda hasta la parte superior derecha, cuando la humedad relativa del aire es constante; si la humedad relativa del aire es de 100% esta humedad es representada en la carta con la línea curva que limita a la gráfica y se le conoce como curva de saturación.

1.11.5 Humedad específica

Llamado también radio de humedad “es el peso actual de vapor de agua en una libra de aire seco” (Berg, 2009, pág.1) su unidad de medida está en libras de vapor de agua sobre libras de aire seco, en la carta psicométrica representa las líneas horizontales del lado derecho.

1.11.6 Entalpía

En la carta psicrométrica, la entalpía está representada como una extensión de las líneas de bulbo húmedo e indican el calor total de la mezcla aire-vapor y están en unidades de BTU/lb.

1.11.7 Volumen específico

Esta propiedad es representada en la carta psicrométrica con una línea inclinada que forma un ángulo aproximado de 60° con respecto a la horizontal. El volumen específico es el inverso de la densidad.

1.12 Tipos de deshidratadores mecánicos

Dentro de la industria alimenticia existen varias clases de deshidratadores, siendo los principales y más comunes:

- Deshidratador directo
 - Deshidratador de horno o estufa
 - Deshidratador de bandejas
- Deshidratador indirecto
- Deshidratador dieléctricos

1.12.1 Deshidratador directo

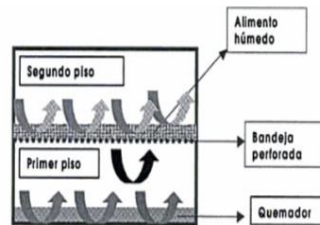
En este tipo de deshidratadores el fluido caliente encargado de deshidratar está en contacto directo con el fruto. En la cámara de secado, de acuerdo a la necesidad, circulan fluidos que pueden ser líquidos o gases.

1.12.1.1 Deshidratador de horno o estufa

Este deshidratador es uno de los más sencillos, está conformado de dos pisos, como se observa en la figura 1.12.

En el primero se asienta una estufa que es la encargada de calentar el aire que va a deshidratar la fruta, este fluido atraviesa al segundo piso del deshidratador por convección.

Figura 1.12. Deshidratador de estufa



Fuente: Maupoyet (2001, pág. 21)

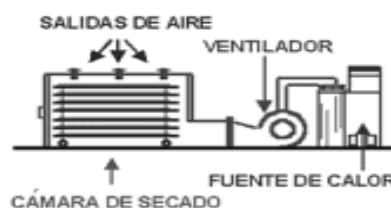
1.12.1.2 Deshidratador de bandejas

Este tipo de deshidratador está conformado de una cámara de secado como se detalla en la figura 1.13, en la cual van alojadas las bandejas donde se asienta la fruta. El aire caliente que circula en el interior es calentado a través de gas licuado o resistencias eléctricas, este fluido es transportado mediante la ayuda de ventiladores. Existen dos formas de contacto de la fruta con el fluido que son:

- **Flujo horizontal:** En este caso el aire caliente circula en forma paralela a la posición de la fruta.
- **Flujo Transversal:** En este caso el aire caliente y la fruta forman un ángulo de 90° , con una velocidad de aire (2 a 5 m/s)

Por lo general, este deshidratador tiene una capacidad “25 a 50 kg/h, con un rendimiento que oscila entre 20 y 50 %” (Maupoyet, 2001, pág. 23)

Figura 1.13. Deshidratador de bandejas



Fuente: Bagué (2012, pág.65)

1.12.2 Deshidratador por conducción o indirectos

El proceso de transferencia de calor es por conducción a través de una pared metálica, el fluido encargado de la deshidratación puede ser:

- Aire caliente
- Agua caliente

Estos fluidos pueden ser calentados mediante:

- Gas licuado de petróleo
- Resistencias eléctricas

En estos deshidratadores el fluido caliente que circula dentro de la cámara de deshidratación es movido por ventiladores para que este llegue a toda la fruta a deshidratarse.

Figura 1.14. Deshidratador por conducción o indirectos



Fuente: Direc Industry (2014, pág.2)

1.12.3 Deshidratadores eléctricos

El proceso de deshidratación se da por el movimiento de partículas dentro de la fruta a deshidratarse, este movimiento hace posible la evaporación de la humedad contenida en el producto.

El aire circulante es calentado en la cámara de resistencias eléctricas; el fluido es transportado por un ventilador, este ventilador es seleccionado mediante previo cálculo de tal manera que tenga una capacidad suficiente para adaptarse al diseño de la red del sistema, permitiendo que llegue la corriente de aire caliente por todo el equipo, efectuándose la deshidratación uniforme de toda la carga de fruta colocada en el secador.

1.13 Resistencia eléctrica tubular

1.13.1 Principio de funcionamiento

Al hacer circular la corriente de la fuente, energiza los electrones que al pasar por la resistencia, estos chocan con los elementos del material experimentando un efecto resistivo en el núcleo, el mismo que se manifiesta con un incremento de la temperatura.

1.13.2 Aplicaciones

- Calentamientos por convección natural o forzada
- Instalación en hornos industriales
- Instalación en saunas

1.13.3 Características técnicas de la resistencia

La tabla 1.4, indica las características técnicas de la resistencia tubular, que se instaló en el horno deshidratador, para calentar el aire que circula dentro de la cámara de secado.

Tabla 1.4. Características técnicas de la resistencia

Material	Voltaje (V)	Potencia (kW)	Diámetro de alambre (mm)	Longitud alambre (m)
Resistencia eléctrica	220	4	6.35	1.8

Elaborado por: Autores

La figura 1.15 se observa la resistencia tubular lisa instalada en el horno deshidratador

Figura 1.15. Resistencia eléctrica tubular



Elaborado por: Autores

1.14 Ventilador

El ventilador es una turbo máquina hidráulica impulsadora cuyo fluido de trabajo es un gas, esta máquina convierte la energía mecánica en energía cinética entregando al fluido un aumento de presión y generación de flujo, esta conversión de energía sucede en el rotor que está girando a alta velocidad.

1.14.1 Ventiladores centrífugos

Este tipo de ventiladores consta de un rotor provisto de alabes que giran a gran velocidad. El aire ingresa por una pieza acoplada en el mismo eje del rotor, el aire generado por el movimiento de los alabes se recoge en la carcasa del ventilador y sale a una velocidad mayor a la que entró por un conducto rectangular. El fluido de entrada forma 90° con el aire de salida debido a la configuración geométrica del ventilador. La “eficiencia de este tipo de ventilador es de 45 y 85%” (Echeverri, 2011, pág. 133), debido al cambio de dirección del fluido.

Los ventiladores centrífugos producen bajos niveles de ruido.

Figura 1.16. Ventilador centrífugo



Elaborado por: Autores

1.14.2 Ventiladores axiales

Este tipo de ventiladores consta de un rotor, se caracteriza porque el fluido no cambia de dirección, “tiene una eficiencia mecánica del 95%” (Echeverri, 2011, pág. 128), sin embargo no puede vencer caídas de presión elevadas. Se caracteriza por mover grandes volúmenes de fluido en espacios abiertos.

Figura 1.17. Ventilador axial



Fuente: Direc Industry (2014, pág.2)

1.15 Análisis de alternativas

A continuación se realizará el estudio de las posibles alternativas que existen para el desarrollo del prototipo de deshidratador de frutas identificándose las necesidades a satisfacer. Además se logrará obtener la mejor alternativa, para lo cual se tomarán en cuenta parámetros fundamentales, tales como: tamaño, fuente de calor, tecnología, sistema de control, mantenimiento, valores económicos, entre otros.

1.15.1 Identificación de necesidades

Las necesidades a satisfacer que se han observado y se deben tomar en cuenta para la selección de mejor alternativa son las siguientes:

1.15.1.1 Tamaño

La máquina debe tener las medidas adecuadas para facilitar la carga y descarga de las bandejas, por lo que estas deben estar a una altura de una persona promedio de Quito.

1.15.1.2 Fuente de calor

Se requiere un sistema de calefacción que permitirá obtener el calor necesario para calentar el flujo de aire que necesita circular dentro del equipo, para que se facilite y acelere la deshidratación del producto, manteniendo la temperatura deseada.

1.15.1.3 Tecnología

Con el fin de aprovechar el aire existente en el alrededor y al no utilizar fuentes de calor renovables, el sistema de aire debe garantizar que el fluido circule de manera constante y forzado en el equipo.

1.15.1.4 Sistema de control

Se debe buscar un sistema de control que se integre al correcto uso de la máquina facilitando el proceso de deshidratación, el cual se ajuste al presupuesto sin dejar a un lado los parámetros de control que se desea conseguir.

1.15.1.5 Mantenimiento

Un buen mantenimiento preventivo en la máquina permitirá obtener una larga vida útil y un producto de calidad estable. El mantenimiento del deshidratador tiene que ser sencillo con un procedimiento de limpieza de las bandejas y peso tolerable de cada una de las mismas, además al momento de reemplazar alguna parte, deben ser asequibles de conseguir en cualquier mercado local o de fabricar.

1.15.1.6 Control de parámetros

Las medidas a controlar en el proceso de deshidratación son: la temperatura y tiempo de secado.

1.15.1.7 Economía

Se desea conseguir un prototipo con fines experimentales que se acople a un presupuesto básico, debido que se encuentran en el mercado deshidratadores muy costosos, utilizando fuentes de calor similares a que se propone en este proyecto.

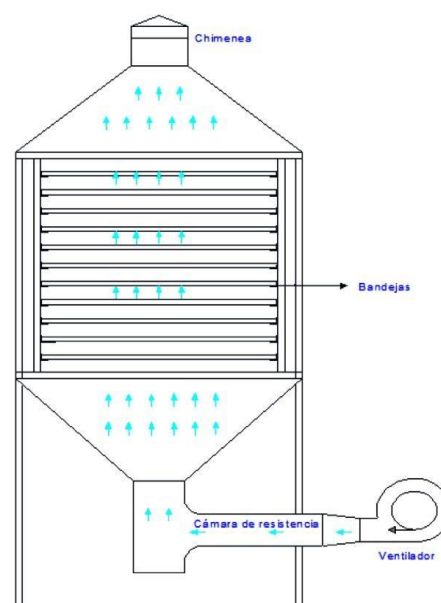
1.15.2 Alternativas de solución

Para el diseño del deshidratador se ha determinado condiciones que ayudarán a tomar la decisión por la mejor alternativa, establecidas en las necesidades anteriormente mencionadas. Estas alternativas son:

1.15.2.1 Deshidratador de bandejas con flujo ascendente

En el modelo presentado en la figura 1.18, la corriente de aire caliente fluye desde la parte de abajo del deshidratador por medio de un ventilador; no son los más convenientes debido a su largo recorrido.

Figura 1.18 Deshidratador de bandejas con flujo ascendente

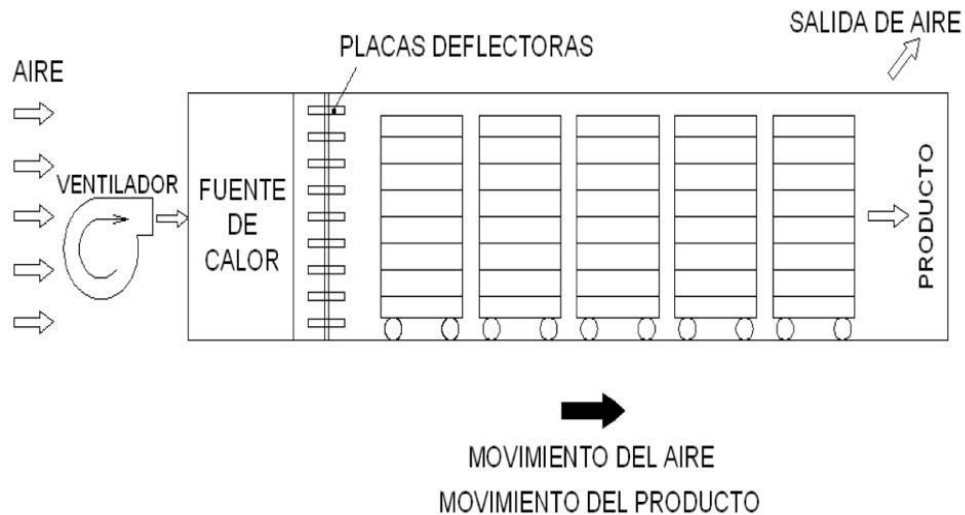


Elaborado por: Autores

1.15.2.2 Deshidratador de túnel

En el modelo presentado en la figura 1.19, es un deshidratador de túnel que permite desecar en forma semicontínua con una gran capacidad de producción.

Figura 1.19 Deshidratador tipo túnel



Elaborado por: Autores

Las bandejas se apilan sobre carros o vagonetas dejando espacios entre las bandejas para que pase el aire de desecación, las vagonetas cargadas se introducen una a la vez a intervalos adecuados. El aire se mueve mediante ventiladores que lo hacen pasar a través de calentadores y luego fluye horizontalmente entre las bandejas. Normalmente se emplean velocidades del aire muy elevadas.

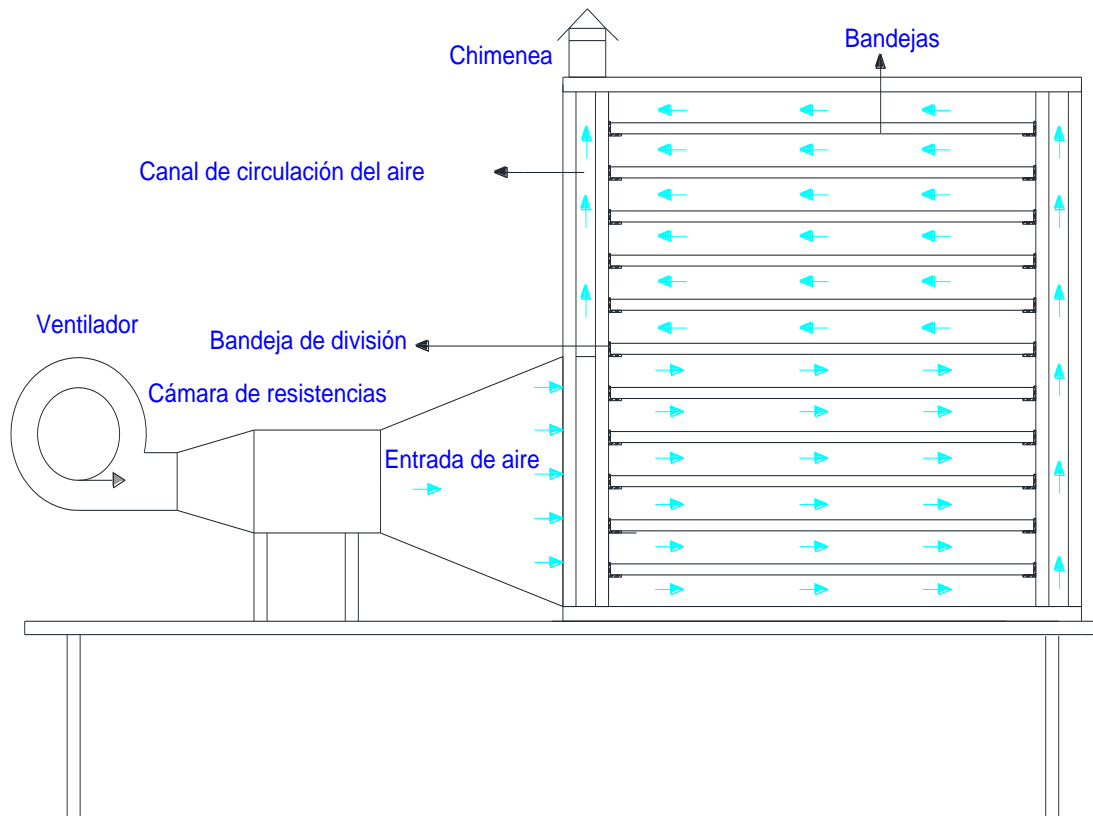
1.15.2.3 Deshidratador de bandejas con flujo paralelo

En el modelo presentado en la figura 1.20, esencialmente consisten en una cabina aislada provista exterior e interiormente de un ventilador para circular aire a través de un calentador; el aire caliente circula de manera horizontal entre bandejas perforadas y el producto.

Los calentadores del aire pueden ser quemadores directos de gas, serpentines de vapor, resistencia eléctrica.

Generalmente, en los sistemas de cabina se utilizan velocidades de aire de 1 a 5 m/s, para los de flujo transversal y de 0.5 a 1.25 m/s, en los de flujo ascendente por cada metro cuadrado de bandeja.

Figura 1.20. Deshidratador de bandejas con flujo paralelo



Elaborado por: Autores

1.15.3 Elección de la mejor alternativa para el diseño del deshidratador

Para la elección del mejor diseño del prototipo de deshidratador de frutas se analizará cada una de las alternativas propuestas, conjuntamente con las diferentes necesidades; por lo tanto se necesita llevar un control integral de los conjuntos de criterios para conseguir un juicio comparativo de las alternativas. Para ello se ha seleccionado las herramientas cuantitativas.

El método cuantitativo se basa en el uso de niveles numéricos para valorar las alternativas existentes. Su principal ventaja es combinar varios criterios, utilizando el mismo nivel, asignando diferentes pesos a los criterios.

Para determinar el mejor diseño se realizará una matriz de análisis de alternativas.

En la tabla 1.5 se ha clasificado una puntuación numérica con un nivel del 1 a 10, siendo 1 la peor opción y 10 la mejor opción. Se sumarán los valores obtenidos en cada necesidad, al final se seleccionará la alternativa que obtenga la mayor puntuación.

Tabla 1.5 Análisis cuantitativo de alternativas

Alternativas	Necesidades							Valor Total
	Tamaño	Fuente de calor	Tecnología	Sistema de control	Mantenimiento	Control de parámetros	Economía	
Deshidratador de bandejas con flujo ascendente	7	8	5	7	5	5	9	46
Deshidratador tipo túnel	3	5	8	9	5	6	3	39
Deshidratador de bandejas con flujo paralelo	9	8	8	8	9	7	9	58

Elaborado por: Autores

Después de haber realizado el análisis cuantitativo se llega a la conclusión de que la mejor alternativa para el diseño y construcción es el “Deshidratador de bandejas con flujo paralelo”, con circulación del aire por medio de un ventilador utilizando resistencias eléctricas para calentar el flujo de aire.

CAPÍTULO 2

2 PARÁMETROS DE DISEÑO DEL DESHIDRATADOR DE FRUTAS

2.1 Introducción

En este capítulo se diseñará el deshidratador, estableciendo el tipo de éste, el tamaño, el patrón de flujo y su funcionamiento con energía eléctrica. Se definirán los equipos necesarios y dimensionarlos basándose en las condiciones de sitio, operación, y requerimientos del producto.

2.2 Diseño del deshidratador

2.2.1 Descripción general del deshidratador

Se presenta a continuación un deshidratador de bandejas, de flujo paralelo a la fruta. El aire es impulsado por un ventilador centrífugo hacia la cámara de resistencias en donde se ubica, una resistencia la cual añade energía calórica al flujo, el aire caliente ingresa por la parte inferior y entra en contacto con la superficie del alimento arrastrando el agua contenida en ella, además es forzado salir por los extremos de la primera cámara. Finalmente el aire húmedo es expulsado por una chimenea al exterior, debido a que no existe recirculación del flujo.

El diseño del deshidratador se basa en los siguientes conceptos:

- El área de transferencia de calor debe ser lo suficientemente grande, por lo cual se utilizan bandejas perforadas.
- La velocidad de aire es moderadamente elevada para favorecer la transferencia de calor en el aire.
- Se limita el consumo eléctrico del ventilador por medio el escape natural del aire utilizando una chimenea.
- Mantener un espacio óptimo de separación entre las bandejas.

- La uniformidad en la materia prima y su espesor, además de la higiene del equipo y control de los parámetros que permita tener un producto de calidad.
- Facilidad de construcción, instalación y mantenimiento del equipo.

2.3 Condiciones climáticas

La deshidratación es un proceso psicrométrico, de manera que es indispensable conocer las propiedades ambientales del sector en la cual funcionará el equipo. El deshidratador operará dentro de la ciudad de Quito, provincia de Pichincha a 2850 m.s.n.m.

Tabla 2.1. Presiones atmosféricas respecto a la altura sobre el nivel del mar

Presión kPa	Altura (m.s.n.m)
101.325	0
89.88	1000
79.5	2000
54.05	5000
26.5	10000
5.53	20000

Fuente: Cengel (2004, pág. 36)

Utilizando los datos de la tabla 2.1, se interpoló para obtener la presión atmosférica mediante la altura de la ciudad de Quito 2850 m.s.n.m. Entonces la presión atmosférica es de 72.29 kPa.

La densidad del aire se calculó mediante la fórmula de los gases ideales:

$$\rho = \frac{P_{\text{atm}}}{R_A \cdot T_A} \quad \text{Ec 2.1}$$

Donde:

ρ : Densidad del aire (kg /m³)

P_{atm} : Presión Atmosférica (kPa)

R_A : Constante de los gases ideales (0.2870 kPa m³ / kg°K)

T_A : Temperatura ambiente del aire (°K)

En la tabla 2.2, se puede observar las temperaturas y humedades relativas promedio proporcionadas por el INAMHI (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología), para la ciudad de Quito, estación Iñaquito:

Tabla 2.2. Temperaturas y humedades relativas de la ciudad de Quito

Año	Mes	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)
2013	Enero	16.4	73
	Febrero	14.8	78
	Marzo	15.8	74
	Abril	15.7	72
	Mayo	14.9	78
	Junio	16.1	65
	Julio	15.8	62
	Agosto	15.8	66
	Septiembre	16.3	65
	Octubre	15.2	75
	Noviembre	14.8	77
	Diciembre	15.3	76

Elaborado por: Autores

Tabla 2.3. Temperatura y humedad relativa promedio de la ciudad de Quito

Temperatura °C	Humedad relativa %	Presión atmosférica kPa
15.6	71.80	72.29

Elaborado por: Autores

A partir de la altura, la presión atmosférica, el valor promedio para la temperatura y humedad relativa de la tabla 2.3, se ingresó a su respectiva carta psicrométrica dentro del programa (CYTSoft Psychrometric Chart 2.2 Demo) y se obtuvo las siguientes propiedades del aire en la tabla 2.4.

Tabla 2.4. Propiedades psicrométricas del aire a temperatura ambiente

PROPIEDADES	CANTIDAD	UNIDAD
Temperatura del aire:	15.6	⁰ C
Humedad relativa:	71.80	%
Presión atmosférica:	72.29	kPa
Densidad:	0.87	kg/m ³
Humedad específica:	0.01287	kg _{agua} /kg _{aire seco}
Volumen específico:	116	m ³ /kg
Entalpía:	44.37	kJ/kg
Temperatura bulbo húmedo:	12.26	⁰ C
Temperatura de rocío:	10.53	⁰ C

Fuente: CYTSoft Psychrometric Chart 2.2

El aire ingresa al interior de la cámara a temperatura ambiente para ser calentado hasta alcanzar la temperatura adecuada de trabajo. La temperatura máxima de deshidratación es de 65°C, cuidando que la humedad relativa máxima permisible al interior de la cámara sea del 32.2%, datos sugeridos por Civabi (Centro de investigación y valorización de la biodiversidad) de la Universidad Politécnica Salesiana sede Quito. (Ver Anexo 3).

En la tabla 2.5 se observa las características del aire a la máxima condición de trabajo en el interior del horno.

Tabla 2.5. Propiedades del aire a temperatura máxima de trabajo

PROPIEDADES	CANTIDAD	UNIDAD
Temperatura del aire:	65	⁰ C
Humedad relativa:	32.2	%
Humedad específica:	0.07847	kg _{agua} /kg _{aire seco}
Volumen específico:	1.51	m ³ /kg
Entalpía	271.14	kJ/kg
Temperatura bulbo húmedo:	43.74	⁰ C
Temperatura de rocío:	10.53	⁰ C

Fuente: CYTSoft Psychrometric Chart 2.2

2.4 Cámara de deshidratación

2.4.1 Número de bandejas

Otro de los parámetros que se determinó fue el número de bandejas del deshidratador, para el diseño, primero se obtuvo las características principales de la manzana como se observa en la tabla 2.6.

Tabla 2.6. Propiedades de la manzana

Peso	0.005	kg
Diámetro	0.06	m
Humedad inicial de la manzana	82.5	%
Humedad final de la manzana	24	%

Elaborado por: Autores

Se calcula la masa en base húmeda para una rodaja de manzana, mediante la siguiente fórmula:

$$W_o = S_w \cdot X_{wo} \quad \text{Ec 2.2}$$

Donde:

W_o: Masa total del producto en base húmeda (kg)

S_w: Masa promedio de una rodaja de manzana (0.005 kg)

X_{wo}: Porcentaje inicial del agua (0.825)

$$W_o = 4.13 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Se procede a calcular masa de agua evaporable

$$S_d = S_w - W_o \quad \text{Ec 2.3}$$

Donde:

S_d: Masa de agua evaporable (kg)

S_w: Masa promedio de una rodaja de manzana (0.005 kg)

W_o: Masa Total del producto en base húmeda ($4.13 \cdot 10^{-3}$ kg)

$$S_d = 8.75 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

Se calculó la humedad en base seca inicial

$$X_{do} = \frac{W_o}{S_d} \quad \text{Ec 2.4}$$

$$X_{do} = 4.72 \frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{kg}_{\text{seca}}}$$

S_{wf} : Contenido de humedad en base húmeda respecto a la humedad en base seca (kg)

$$S_{wf} = \frac{S_d \cdot 100}{100 - 24} \quad \text{Ec 2.5}$$

$$S_{wf} = 1.16 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Se calculó la masa total del producto en base seca

$$W_f = S_{wf} \cdot X_{wf} \quad \text{Ec 2.6}$$

Donde:

W_f : Masa total del producto en base seca

X_{wf} : Humedad final (0.24)

$$W_f = 2.81 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

Se calculó la humedad en base seca final

X_{df} : Humedad en base seca final

$$X_{df} = \frac{W_f}{S_d} \quad \text{Ec 2.7}$$

$$X_{df} = 0.321 \frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{kg}_{\text{seca}}}$$

Si la humedad de equilibrio para la manzana es igual a 0.045 (kg agua/kg seco) entonces:

Seq: Masa total de equilibrio

$$S_{eq} = \frac{S_d \cdot 100}{100 - 4.5} \quad \text{Ec 2.8}$$

$$S_{eq} = 9.11 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

$$W_{eq} = S_{eq} \cdot X_{eq} \quad \text{Ec 2.9}$$

Donde:

Weq: Masa de equilibrio en base húmeda

Xeq: Humedad de equilibrio (0.045)

$$W_{eq} = 4.099 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$$

Se calculó la humedad en base seca de equilibrio

Xdeq: Humedad en base seca de equilibrio

$$X_{deq} = \frac{W_{eq}}{S_d} \quad \text{Ec 2.10}$$

$$X_{deq} = 0.047 \frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{kg}_{\text{seca}}}$$

Si la humedad crítica de la manzana es $X_c = 0.32$ entonces:

Swc: Masa inicial crítica

$$S_{wc} = \frac{S_d \cdot 100}{(100 - 32.2)} \quad \text{Ec 2.11}$$

$$S_{wc} = 1.283 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Wc: Masa en base húmeda crítica

$$W_c = S_{wc} \cdot X_c \quad \text{Ec 2.12}$$

$$W_c = 4.1538 \cdot 10^{-4} \text{ kg}$$

Se calculó la humedad en base seca crítica

X_{dc}: Humedad en base seca crítica

$$X_{dc} = \frac{W_c}{S_d} \quad \text{Ec 2.13}$$

$$X_{dc} = 0.475 \frac{\text{kg}_{\text{agua}}}{\text{kg}_{\text{seca}}}$$

En la tabla 2.7 se muestran las características del producto para realizar el diseño del deshidratador.

Tabla 2.7. Valores de humedad de la manzana

Datos	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso unitario	P _m	0.005	kg
Diámetro promedio manzana	D _m	0.006	m
Área superficial promedio	A _s	2.83·10 ⁻³	m ²
Volumen manzana promedio	V _m	8.48·10 ⁻⁶	m ³
Densidad manzana	ρ _m	589.46	kg/m ³
Humedad inicial	X _{wo}	82.5	%
Humedad en base seca inicial	X _{do}	4.72	kg _{agua} /kg _{aire seco}
Humedad final	X _{wf}	24	%
Humedad en base seca final	X _{df}	0.321	kg _{agua} /kg _{aire seco}
Humedad de equilibrio	X _{eq}	4.5	%
Humedad en base seca equilibrio	X _{deq}	0.047	kg _{agua} /kg _{aire seco}
Humedad crítica	X _c	32.2	%
Humedad en base seca crítica	X _{dc}	0.475	kg _{agua} /kg _{aire seco}

Elaborado por: Autores

La cantidad de agua a evaporar de una rodaja de manzana se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$\text{kg}_{\text{agua evap}} = W_o - W_f \quad \text{Ec 2.14}$$

Donde:

kg agua evap: Masa de agua a evaporar del producto

Wo: Masa total del producto en base húmeda

Wf: Masa total del producto en base seca

$$\text{kg}_{\text{agua evap}} = 3.85 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

La masa a deshidratar es 12 kg, se calculó la cantidad total de agua a evaporar (Cevap) con la siguiente ecuación:

$$C_{\text{evap}} = \text{kg}_{\text{agua evap}} \cdot \frac{C_f}{S_w} \quad \text{Ec 2.15}$$

Donde:

Cf: Carga del producto (12 kg)

Sw: Masa total del producto (0.005 kg)

Reemplazando los valores respectivos el C_{evp} fue:

$$C_{\text{evp}} = 9.24 \text{ kg}$$

Posteriormente fue necesario calcular la masa del producto final deshidratado, para lo cual se utilizó la siguiente ecuación:

$$C_d = C_f - C_{\text{evap}} \quad \text{Ec 2.16}$$

Donde:

Cd: Masa final del producto deshidratado

Reemplazando los valores respectivos el C_d fue:

$$C_d = 2.76 \text{ kg}$$

También se determinó la masa seca de la carga con la siguiente ecuación:

$$C_s = S_d \cdot \frac{C_f}{S_w} \quad \text{Ec 2.17}$$

Donde:

Cs: Masa seca de la carga

Sd: Masa de agua evaporable ($8.75 \cdot 10^{-4}$ kg)

Cf: Carga de secado (12 kg)

Sw: Masa total del producto (0.005 kg)

$$C_s = 2.1 \text{ kg}$$

Tabla 2.8. Carga del producto

Datos	Símbolo	Cantidad	Unidad
Carga del producto	Cf	12	kg
Cantidad total de agua a evaporar	Cevap	9.24	kg
Masa final del producto deshidratado.	Cd	2.76	kg
Masa seca de la carga	Cs	2.1	kg

Elaborado por: Autores

A partir de los valores antes calculados, primero se determina el área que ocupa la rodaja de manzana, por cada kilogramo de materia seca, entonces:

$$A_{ms} = A_s \cdot \frac{(1+X_{do})}{V_m \cdot \rho_m} \quad \text{Ec 2.18}$$

Donde:

A_{ms}: Área de superficie por kilogramos de materia seca (m²/kg materia seca)

A_s: Área superficial promedio ($2.83 \cdot 10^{-3}$ m²)

X_{do}: Humedad del producto en base seca (4.72 kg agua/kg seco)

V_m: Volumen promedio producto ($8.48 \cdot 10^{-6}$ m³)

ρ_m: Densidad del producto (589.46 kg/m³)

$$A_{ms} = 3.23 \frac{\text{m}^2}{\text{kg}_{\text{materia seca}}}$$

Se determinó el área de superficie de secado, que viene expresado en la siguiente ecuación:

$$A_{\text{sec}} = A_{\text{ms}} \cdot \frac{C_d}{F_c} \quad \text{Ec 2.19}$$

Donde:

Asec: Área de superficie de secado (m²)

Cd: Masa final del producto deshidratado (2.76 kg)

Fc: Factor de carga

Existe un factor de carga para cada fruta, el mismo que no debe ser demasiado alto para obtener uniformidad en el secado y no exceder en los tiempos estimados para la deshidratación, de manera que:

Factor de carga $F_C = 2$

$$A_{\text{sec}} = 4.46 \text{ m}^2$$

Las medidas de las bandejas fueron determinadas por el acomodo que se le da a las rodajas de la manzana, se obtuvo las siguientes dimensiones:

$$A_{\text{bandejas}} = 0.65 \text{ m} \cdot 0.75 \text{ m}$$

$$A_{\text{bandejas}} = 0.48 \text{ m}^2$$

Finalmente, se calculó el número de bandejas necesarias para deshidratar 12 kg de manzana, mediante la siguiente ecuación:

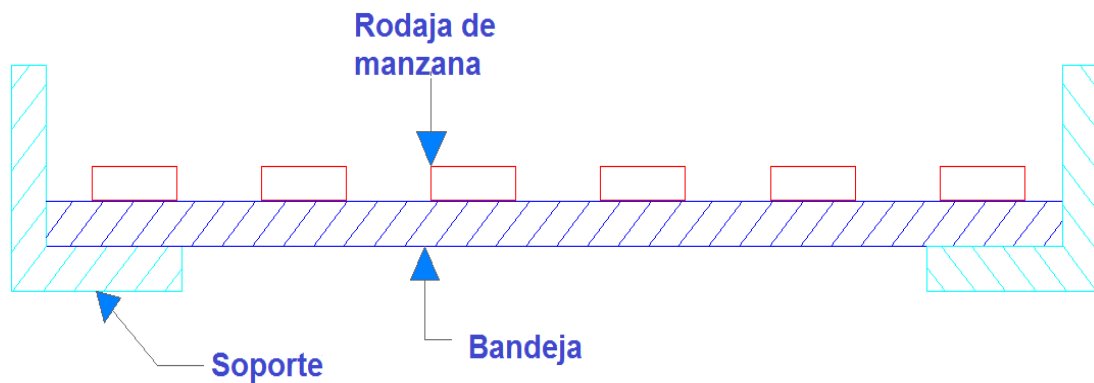
$$N_{\text{bandejas}} = \frac{A_{\text{sec}}}{A_{\text{bandeja}}} \quad \text{Ec 2.20}$$

$$N_{\text{bandejas}} = 10$$

Las bandejas son perforadas en la parte inferior, con lo cual se aumenta el área de secado, se recomienda que la “separación sea de 40 mm” (Perry, 2001, pág. 156) entre cada bandeja.

También las bandejas están apoyadas sobre ángulos de acero inoxidable AISI 430 de 20 x 30 x 1.2 mm, este perfil permite que la superficie de las bandejas se deslicen libremente al momento de colocarlas y retirarlas en el equipo. El perfil soportará una carga de 4.55 kg comprendidas entre 1.2 kg de la fruta y 3.35 kg de la bandeja, como se observa en la figura 2.1.

Figura 2.1. Soporte de bandejas



Elaborado por: Autores

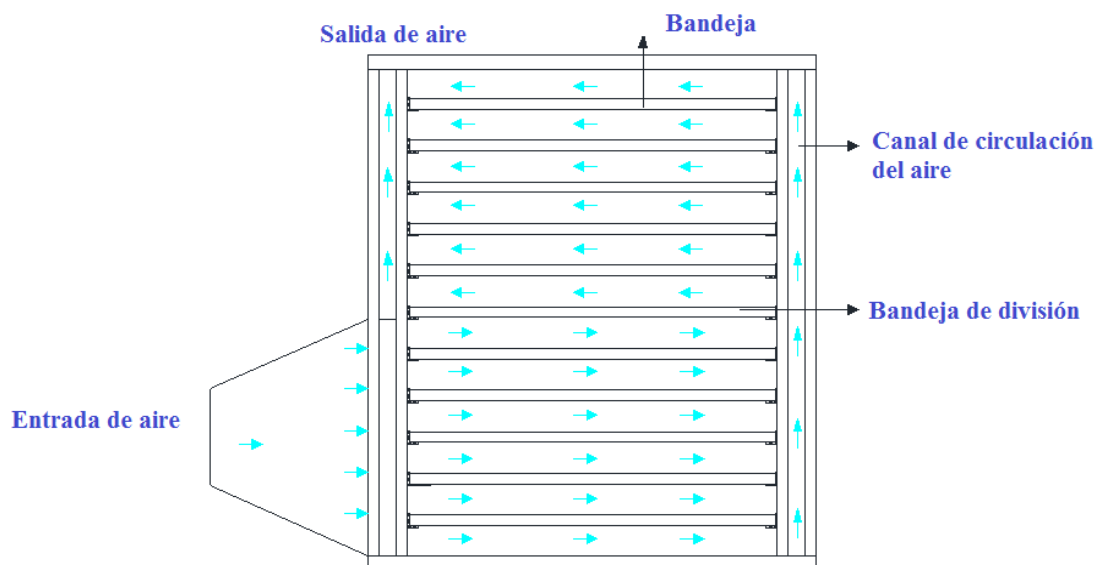
No se empleó perfiles de acero inoxidable elaborados comercialmente, debido a su elevado costo. Entonces la construcción de los perfiles del soporte de las bandeja se realizó partir de planchas estándar de acero inoxidable grado alimenticio AISI 430, para garantizar que todo el interior de la cámara no represente ningún riesgo de contaminación hacia el producto.

Mientras que para las cuatro columnas donde se sueldan los perfiles son tubos cuadrados de acero inoxidable grado alimenticio AISI 430 de 25.4 x 1.2 mm de espesor.

2.4.2 Cámara

Las dimensiones generales del deshidratador vienen dadas por la colocación de las bandejas, el paso y los canales para la circulación del aire; para el horno deshidratador de manzanas con capacidad de 12 kg de carga, la distribución interna se puede observar en la figura 2.2.

Figura 2.2. Distribución interna del deshidratador



Elaborado por: Autores

Con la distribución mostrada en el gráfico anterior las medidas externas del horno deshidratador fueron:

- Largo: 0.85 m
- Alto: 0.85 m
- Profundidad: 0.85 m

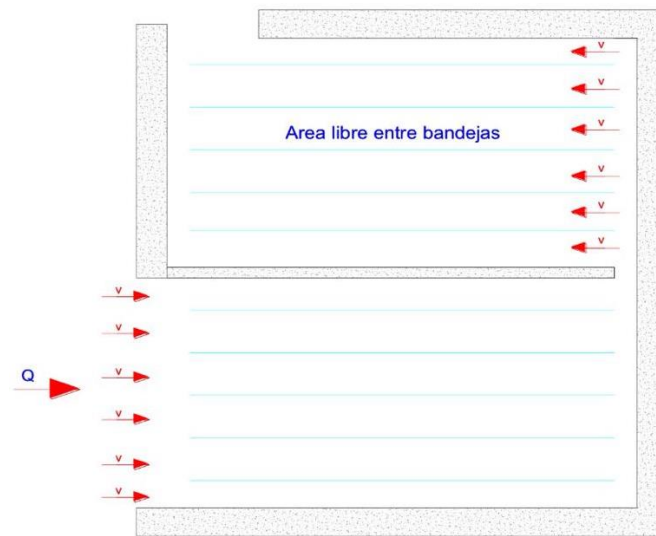
El espacio de la cámara interna se determinó por: el número las bandejas, separación y distribución en estas. Las dimensiones para la cámara interna fueron:

- Largo: 0.77 m
- Alto: 0.785 m
- Profundidad: 0.81 m

2.4.3 Circulación del aire entre las bandejas en la cámara de deshidratación

En este caso, el aire caliente circula en forma paralela a la posición de la fruta como se observa en la figura 2.3, con un rango velocidad de aire “1 a 2 m/s” (Cerde, 2005, pág. 76). El parámetro seleccionado es una velocidad de flujo 1 m/s, para el análisis de otros factores.

Figura 2.3. Circulación de aire entre las bandejas



Elaborado por: Autores

El flujo de aire se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$Q = v \cdot A_{\text{libre}} \quad \text{Ec 2.21}$$

Donde:

Q: Caudal de aire necesario por nivel (m^3/s)

V: Velocidad del aire sobre producto (m/s)

A_{libre} : Área entre bandejas (m^2)

$$Q = 0.03 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Para el diseño, se estableció que la velocidad requerida sobre las bandejas es de 1 m/s, con lo cual el flujo de aire para el primer nivel de la primera cámara es de $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$, luego se multiplicó por los 6 espacios, por lo tanto el caudal necesario para las condiciones de deshidratación es de $0.18 \text{ m}^3/\text{s}$ (382 CFM).

El ventilador seleccionado es 559 CFM debido a su fácil adquisición en el mercado local y brinda un caudal nominal de $(0.26 \text{ m}^3/\text{s})$, con una velocidad de 1.44 m/s , para cada nivel, por lo que cumple con los parámetros antes mencionados para el desarrollo del proyecto. A continuación se determinará el caudal y la velocidad real del sistema mediante el cálculo de la caída de presión para el deshidratador.

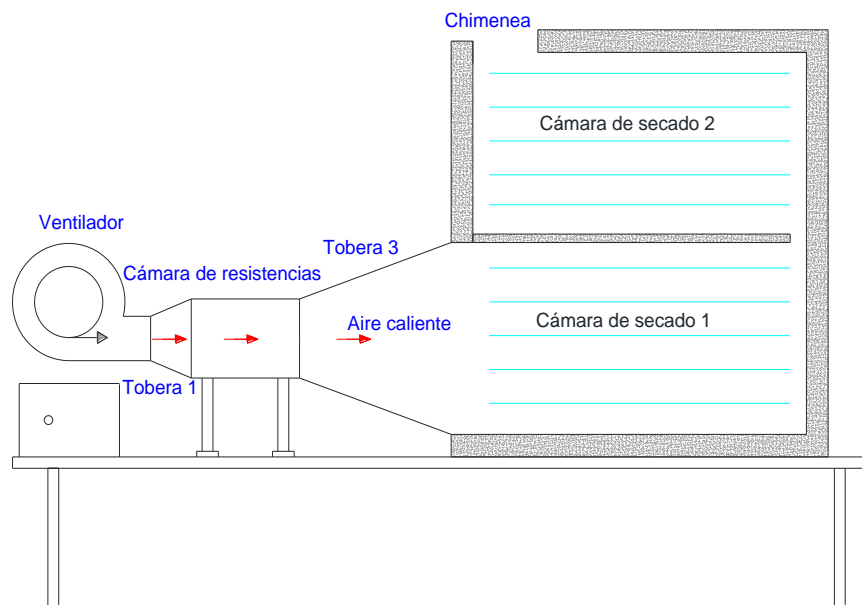
2.5 Cálculo de pérdidas del deshidratador.

A medida que un fluido circula por el interior de un ducto o algún otro dispositivo ocurren pérdidas de energía debido a la fricción interna, restricciones producidas por dispositivos y cambio de sección.

Con el caudal obtenido por el ventilador, propiedades del fluido, la velocidad de flujo, el tamaño de la tobera, la rugosidad de la pared de las toberas y su longitud se calculó las pérdidas de presión en el equipo. El sistema está compuesto de un ventilador, tobera 1, cámara de resistencias, tobera 3, cámara de secado, chimenea.

La cámara de secado está dividida en 2 partes en donde se encuentran ubicados 5 bandejas por cada compartimento como se indica en la figura 2.4.

Figura 2.4. Distribución de elementos del deshidratador



Elaborado por: Autores

El aire que fluye por un sistema encuentra una resistencia debido a dos factores:

- Pérdidas por fricción
- Pérdidas menores

2.5.1 Pérdidas por fricción

El término h_L es la pérdida de energía por la fricción o pérdida mayor del fluido que circula por un dispositivo determinado. Para el caso del flujo en tuberías y ductos, la fricción es proporcional a la carga de la velocidad del flujo y a la relación de la longitud al diámetro de la corriente.

Las pérdidas por fricción pueden estimarse utilizando la ecuación de Darcy:

$$h_L = f \cdot \left(\frac{L}{D_h} \right) \cdot \frac{v^2}{2g} \quad \text{Ec 2.22}$$

Donde:

h_L : Pérdida de energía por fricción (m)

f : Factor de fricción

L: Longitud del ducto (m)

v: Velocidad media del flujo (m/s)

D_h : Diámetro hidráulico (m)

g: Aceleración de la gravedad. (m/s²)

El diámetro hidráulico en un tubo es el diámetro interno del mismo, mientras que para establecer en los ductos rectangulares, se determina a través de la siguiente ecuación:

$$D_h = \frac{4A_c}{PM} \quad \text{Ec 2.23}$$

Donde:

D_h : Diámetro hidráulico (m)

A_c : Área de la sección transversal (m²)

PM: Perímetro mojado (m)

El área de la sección transversal se establece con la geometría de la sección rectangular, además se define como perímetro mojado a la suma de las longitudes de los límites de la sección que efectivamente están en contacto con el fluido. Para un ducto rectangular de lados a y b, el perímetro mojado será igual a:

$$PM = 2(a + b) \quad \text{Ec 2.24}$$

Figura 2.5.Ducto rectangular



Elaborado por: Autores

Donde:

a: Largo del ducto (m)

b: Altura del ducto (m)

Para determinar el factor de fricción, primero se necesita identificar el tipo de flujo, para lo cual se calculó el número de Reynolds que para flujo interno en secciones transversales no circulares, es:

$$Re = \frac{v \cdot D_h \cdot \rho}{\mu} \quad \text{Ec 2.25}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds

V: Velocidad media del fluido (m / s)

Dh: Diámetro hidráulico (m)

μ : Viscosidad cinemática del fluido (m²/ s)

ρ : Densidad del fluido (kg / m³)

Cuando existe un flujo laminar, el fluido parece desplazarse de manera sistemática dentro del ducto, en donde la pérdida de energía no depende de la superficie del conducto. Las pérdidas por fricción dentro del fluido se determinan a través de la ecuación de Hagen-Poiseuille que es admitida para flujos laminares (Re < 2000) que se reemplaza en la siguiente ecuación de Darcy:

$$f = \frac{64}{Re} \quad \text{Ec 2.26}$$

Para el flujo turbulento, es necesario analizar los datos experimentales. Se ha verificado que este factor depende de dos números adimensionales, los cuales hacen referencia al número de Reynolds y la rugosidad relativa del ducto.

La rugosidad relativa se define como la relación entre el diámetro hidráulico y la rugosidad de la pared del ducto seleccionado:

$$r = \frac{D_h}{\epsilon} \quad \text{Ec 2.27}$$

Donde:

r: Rugosidad relativa del ducto

D_h: Diámetro hidráulico (m)

ε : Rugosidad de la superficie del ducto (m)

El estado de la rugosidad de la superficie de un ducto depende fundamentalmente del material que esté construido y del método de fabricación, existiendo un cambio cuando la superficie este con presencia de polvo, moho, pintura y corrosión. En el Anexo 4, se encuentran los valores de diseño de la rugosidad de materiales.

$$f = \frac{0.25}{\left(\log \left(\frac{1}{3.7 \left(\frac{D_h}{\epsilon} \right)} + \frac{5.74}{Re^{0.9}} \right) \right)^2} \quad \text{Ec 2.28}$$

Donde:

f : Factor de fricción

D_h: Diámetro hidráulico (m)

ε : Rugosidad de la superficie del ducto (m)

Re: Número de Reynolds

Después de obtener la pérdida de energía por fricción, la caída de presión se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot h_L \quad \text{Ec 2.29}$$

Donde:

ΔP : Caída de presión (Pa)

ρ : Densidad del fluido (kg / m^3)

g : Aceleración de la gravedad (m / s^2)

h_L : Pérdida por fricción (m)

2.5.2 Pérdidas menores

Las pérdidas por el uso de restricciones producidas por accesorios o dispositivos mecánicos, tales como cambios en la dirección de flujo, cambio de sección, cambio de tamaño u otros , se conocen como pérdidas dinámicas o menores. Los valores experimentales de pérdida de energía generalmente se consiguen en términos de un coeficiente de resistencia k , utilizando la siguiente expresión:

$$H_L = \frac{k \cdot v^2}{2g} \quad \text{Ec 2.30}$$

Donde:

H_L : Pérdida menor (m)

k : Coeficiente de resistencia

v : Velocidad media del fluido (m / s)

Dependiendo del caso presentado, una pérdida de salida, una dilatación gradual, pérdidas de entrada o por el uso de dispositivos mecánicos, existen gráficas o tablas proporcionadas para determinar el coeficiente de resistencia k . (Ver Anexo. 6 y 7)

La caída de presión ocasionada por las pérdidas menores o dinámicas es:

$$\Delta P = \rho \cdot g \cdot H_L \quad \text{Ec 2.31}$$

Donde:

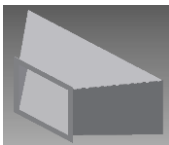
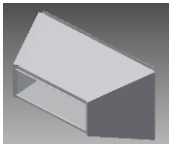
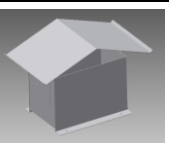
ΔP : Caída de presión. (Pa)

H_L : Pérdida menor (m)

ρ : Densidad del fluido (kg / m^3)

La caída total de presión es igual a la sumatoria de las caídas de presión tanto por fricción como pérdidas menores, como se observa en la tabla 2.9 y 2.10.

Tabla 2.9. Cálculo de caída de presión del sistema de ductos de aire

ÍTEM	ELEMENTO	Caudal. (m ³ /s)	W (m)	H (m)	L (m)	K	Área. (m ²)	Vel. (m/s)	SP (Pa)
	Tobera 1	0.26	0.40	0.14	0.15	0.5	0.476	11.41	29
	Tobera 3	0.26	0.72	0.30	0.37	0.5	0.216	12.3	1.31
	Chimenea	0.26	0.05	0.75		0.5	0.037	10.66	18
SP Total (Pa)									48.31

Elaborado por: Autores

Tabla 2.10. Caída de presión en impulsión

Cámara de resistencias	=	0.3	Pa
Cámara de secado	=	4	Pa
Canal entrada y salida de aire	=	1.48	Pa
Total	=	5.78	Pa

Elaborado por: Autores

Para obtener la pérdida total de presión en el horno deshidratador es necesario realizar la sumatoria de todas las pérdidas parciales, por lo que:

$$\sum \Delta P_T = \Delta P \quad \text{Ec 2.32}$$

Donde:

ΔP_T : Presión total pérdida dentro del horno deshidratador (Pa)

ΔP : Pérdida de presión parcial del sistema (Pa)

Con la sumatoria se estableció que la caída de presión del equipo es de 54 Pa.

2.6 Selección del ventilador

Para seleccionar el sistema de ventilación, es necesario conocer la presión en el sistema y las cantidades de flujo de aire, de manera que se pueda adaptar en forma apropiada un ventilador que permita asegurar la entrega de una cantidad adecuada de aire al equipo.

Debido a que los fabricantes presentan las curvas características del funcionamiento a condiciones normales, el procedimiento de selección de un ventilador debe incluir una corrección cuando éste no trabaja en condiciones atmosféricas normales es decir a (20 °C y 760 mmHg), por lo que se divide la presión estática real para la relación de densidades.

De acuerdo a los datos antes calculados, el caudal de aire que se aplica al horno es de 559 CFM, la pérdida de presión ideal es de 54 Pa.

La densidad del aire para la temperatura de 15.6° C obtenida según la ecuación 2.1, es de 0.872 kg/m³; mientras que para la temperatura de 65°C, es de 0.745 kg/m³, con lo cual se determinó una relación de densidades de 0.85.

Por tanto, se obtiene que la presión estática a vencer por el ventilador fue de 63.52 Pa. (0.25 PlgH₂O).

Con el valor determinado de pérdida total del sistema, se estableció el caudal que requiere el deshidratador en su respectiva hoja técnica (Ver Anexo 8), por lo tanto el caudal real fue 510 CFM a 0.3 PlgH₂O, con estos datos se procedió a calcular los parámetros de diseño que se encuentran desarrollados más adelante.

Entonces se optó por este ventilador centrífugo, el cual se ubicó en la parte exterior del equipo. A continuación se presenta las siguientes características en la tabla 2.11.

Tabla 2.11 Características del ventilador

Especificaciones	
Marca	DAYTON-USA
Modelo	1TDT3
Capacidad nominal	559 CFM a 0.3" SP
Motor	1/10 HP, 220 Volt

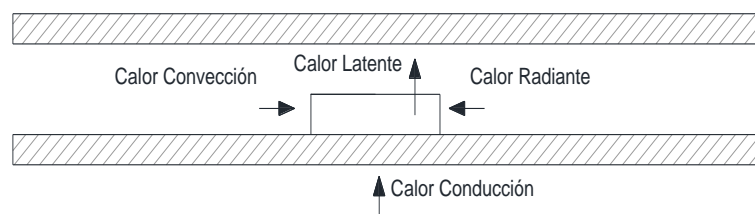
Elaborado por: Autores

2.7 Análisis del proceso dentro de la cámara

2.7.1 Tiempo de secado

Se realizó el análisis en el interior de la cámara de deshidratación con el fin de establecer las condiciones que influyen en el proceso, principalmente en el tiempo de ciclo de secado.

Figura 2.6. Calor suministrado al producto



Elaborado por: Autores

Se observa en la figura 2.6, que el producto recibe calor a través de conducción, radiación y convección. Para determinar “la tasa de transferencia de calor se evaluó el calor por convección debido a que este cubre cerca del 90 % del total de calor recibido por el producto” (Cerde, 2005, pág. 102).

Para el análisis por convección se necesita las propiedades del aire a la temperatura de trabajo como se muestra en la tabla 2.12.

Tabla 2.12. Propiedades del aire a temperatura de trabajo

Propiedad	Símbolo	Unidad	Valor
Temperatura	T	°C	65
Velocidad Flujo	v	m/s	1.3
Número de Prandtl	Pr		0.70
Viscosidad dinámica	μ	kg/m s	$2.03 \cdot 10^{-5}$
Conductividad térmica	k	W/m°K	0.02912

Elaborado por: Autores

Para determinar el coeficiente de transferencia de calor por convección se estableció el número de Reynolds:

$$Re = \frac{l \cdot v \cdot \rho}{\mu} \quad \text{Ec 2.33}$$

Donde:

Re: Número de Reynolds

v: Velocidad de flujo (m/s)

l: Longitud unitaria (m)

μ : Viscosidad dinámica (kg/m s)

ρ : Densidad del aire (kg/m³)

$$Re = 2862$$

La forma de la rodaja de la manzana se considera como una placa plana, una vez obtenido el valor de Reynolds y de Prandtl, se determinó el número de Nusselt con la siguiente formula:

$$Nu = 0.664 (Re)^{0.5} (Pr)^{0.33} \quad \text{Ec 2.34}$$

$$Nu = 31.58$$

Con el valor de Nusselt se calculó el coeficiente de transferencia de calor por convección requerida aplicando la siguiente ecuación:

$$h = \frac{Nu \cdot k}{L} \quad \text{Ec 2.35}$$

Donde:

h: Tasa de transferencia de calor (W/ m² °K)

k: Conductividad térmica del aire (W/m°K)

L: Longitud unitaria (m)

$$h = 15.3 \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ K}$$

Para determinar el tiempo de secado, se estableció la velocidad del proceso, en donde se utilizó el valor de la tasa de transferencia de calor por convección, de acuerdo a la ecuación 1.4.

$$Rc = \frac{h \cdot A_{Tsec} \cdot (T - T_{bh})}{\Delta hfg}$$

El valor del calor latente fue de 2397.06 kJ/kg, el cual se obtuvo de las tablas de propiedades del agua. (Ver Anexo 9), entrando con la temperatura superficial del producto que es equivalente a la temperatura de bulbo húmedo. Reemplazando los valores en la ecuación anterior:

$$Rc = 6.63 \cdot 10^{-4} \frac{kg_{H_2O}}{s}$$

El tiempo total de secado es la suma del tiempo de secado en el régimen constante y el tiempo en el régimen decreciente.

Aplicando la ecuación 1.5:

$$T_T = t_C + t_D$$

El tiempo de secado en régimen constante se puede determinar a través de la ecuación 1.7, su valor fue:

$$t_C = 3.74 \text{ h}$$

Para el tiempo de secado en régimen decreciente se usó la ecuación 1.8.

$$t_D = 0.17 \text{ h}$$

Entonces el tiempo total de secado fue:

$$T_T = 3.74 \text{ h} + 0.17 \text{ h}$$

$$T_T = 3.90 \text{ h}$$

Con el tiempo total de secado se procedió a determinar el calor útil que es requerido por la manzana, que se calculó con la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{Utilm}} = \frac{M_{\text{Total}}}{T_T} \cdot C_{p_{\text{producto}}} \cdot (T_f - T_o) \quad \text{Ec 2.36}$$

Donde:

Q_{Utilm} : Calor útil del producto (kW)

M_{Total} : Masa del producto (kg)

T_T : Tiempo total de secado (s)

$C_{p_{\text{producto}}}$: Calor específico del producto (kJ/kg°K)

T_f : Temperatura final de secado (°K)

T_o : Temperatura inicial de secado (°K)

El valor C_p se obtuvo del (Anexo 8). El calor útil fue de:

$$Q_{\text{Utilm}} = 0.15 \text{ kW}$$

2.8 Pérdida de calor en el horno deshidratador

Las pérdidas de calor en el equipo se producen por las siguientes transferencias:

- Por convección forzada: que se produce desde la parte interna de la cámara de deshidratación hacia el ambiente.
- Por conducción: se produce a través de las paredes.
- Por convección natural: se produce entre la superficie exterior del horno y el aire ambiente.

Se realizó el análisis de la pérdida de calor con la siguiente ecuación:

$$Q_p = U \cdot A \cdot \Delta T \quad \text{Ec 2.37}$$

Donde:

Q_p : Transferencia de calor por las paredes. (W)

U: Coeficiente global de transferencia de calor. (W/m²°K)

ΔT : Diferencia de temperaturas entre superficies. (°K)

Es necesario conocer el coeficiente global de transferencia de calor que se determinó por la suma de las resistencias por convección y conducción; es decir por el flujo de aire tanto interno como externo, los materiales compuestos en las paredes y las dimensiones de las partes del equipo, que se muestran en las tablas 2.13, 2.14 y 2.15.

Tabla 2.13. Dimensiones de la cámara de secado

Dimensión	Unidad	Cavidad interna	Cavidad externa
Largo	m	0.77	0.85
Alto	m	0.78	0.85
Profundidad	m	0.81	0.85

Elaborado por: Autores

Tabla 2.14. Dimensiones de la cámara de resistencia

Dimensión	Unidad	Cavidad interna	Cavidad externa
Largo	m	0.365	0.445
Alto	m	0.14	0.18
Profundidad	m	0.36	0.36

Elaborado por: Autores

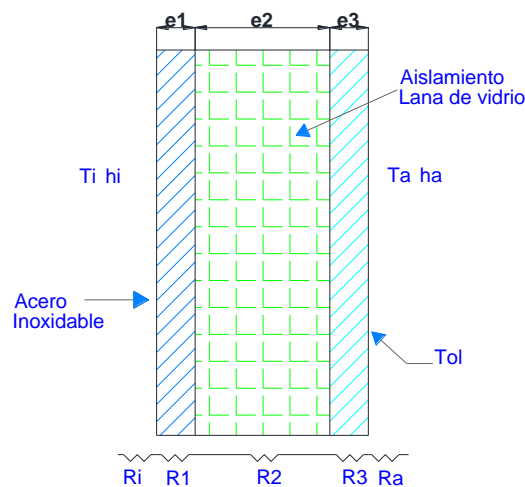
Tabla 2.15. Dimensiones de la tobera de entrada de aire

Dimensión	Unidad	Cavidad interna	Cavidad externa
Largo	m	0.37-0.68	0.45-0.76
Alto	m	0.32-0.13	0.40-0.21
Profundidad	m	0.355	0.355

Elaborado por: Autores

La cámara del deshidratador consta de tres materiales diferentes, las paredes internas que están en contacto directo con la fruta, las cuales son de acero inoxidable cubierto con material aislante de lana de vidrio, para evitar pérdidas mayores de calor y conservar la temperatura de deshidratación; el recubrimiento exterior está compuesto por planchas de tol. En la figura 2.7 se representa el circuito térmico para la pared del equipo. Por seguridad la tobera 3 y la cámara de resistencia están conformados de tol galvanizado en la parte interna y cubierto de lana de vidrio como material aislante.

Figura 2.7. Circuito térmico para una pared



Elaborado por: Autores

La resistencia térmica total se representa con la siguiente ecuación:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{e_1}{k_1} + \frac{e_2}{k_2} + \frac{e_3}{k_3} + \frac{1}{h_o}} \quad \text{Ec 2.38}$$

Donde:

U: Coeficiente global de transferencia de calor ($\text{W}/\text{m}^2\text{°K}$)

h_i : Coeficiente de transferencia de calor por convección forzada ($\text{W}/\text{m}^2\text{°K}$)

k_1 : Conductividad térmica del acero inoxidable ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{K}$)

e_1 : Espesor del acero inoxidable (m)

k_2 : Conductividad térmica de la lana de vidrio ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{K}$)

e_2 : Espesor de la lana de vidrio (m)

k_3 : Conductividad térmica del tol ($\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{K}$)

e_3 : Espesor del tol (m)

h_o : Coeficiente de transferencia de calor por convección natural ($\text{W}/\text{m}^2\text{°K}$)

El coeficiente de transferencia por conducción se analiza por el espesor seleccionado y por la conductividad térmica de los materiales descritos en la tabla 2.16; en cambio el de transferencia de calor por convección se lo determina con la fórmula 2.35.

Tabla 2.16. Conductividad térmica y espesores de los materiales

Material	Conductividad térmica (W/m °K)	Espesores (m)
Acero inoxidable	26	$7 \cdot 10^{-4}$
Lana de vidrio	0.046	0.04
Tol galvanizado para recubrimiento de la cámara de secado	90	$9 \cdot 10^{-4}$
Tol galvanizado para recubrimiento de la cámara de resistencias y tobera	90	$7 \cdot 10^{-4}$

Elaborado por: Autores

2.8.1 Cálculo de los coeficientes de transferencia de calor internos

Para determinar las variables que interviene en la ecuación del coeficiente global de transferencia de calor, se trabaja con las propiedades de la temperatura de la película, que se calculó con la siguiente fórmula:

$$T_f = \frac{(T_s + T_\infty)}{2} \quad \text{Ec 2.39}$$

Donde:

T_f: Temperatura de la película (°C)

T_s: Temperatura del aire ambiente (°C)

T_∞: Temperatura del trabajo (°C)

Con el valor obtenido de la temperatura de la película y el análisis de fluido se establece las propiedades principales del aire en la tabla 2.17:

Tabla 2.17. Propiedades principales del aire a temperatura de la película

Propiedad	Símbolo	Unidad	Flujo película
Temperatura	T	°C	40
Número de Prandtl	Pr		0.7255
Viscosidad dinámica	M	kg/m s	$1.918 \cdot 10^{-5}$

Elaborado por: Autores

El ventilador seleccionado proporciona un caudal constante para todo el sistema de 510 CFM, la velocidad del aire en cada ducto variará dependiendo del área de ingreso del fluido de cada uno. Para la obtención del coeficiente de transferencia de calor descrito en la ecuación 2.31, se inicia calculando el número de Reynolds con la fórmula 2.25.

El diámetro hidráulico está en función de las dimensiones del ducto como se describe en la ecuación 2.23.

El valor obtenido del número de Reynolds determina el comportamiento del fluido en el ducto en el que se encuentra circulando, y dependiendo del valor de este se aplica las siguientes igualdades para la obtención del número de Nusselt.

Si: $3 \cdot 10^3 < Re < 5 \times 10^6$ y $0.5 \leq Pr \leq 2000$

$$Nu = \frac{(f/8) \cdot (Re - 1000) Pr}{1 + 12.7(f/8)^{0.5} \cdot \left(Pr^{\frac{2}{3}} - 1 \right)} \quad \text{Ec 2.40}$$

Si: $Re > 10000$ y $0.7 \leq Pr \leq 160$

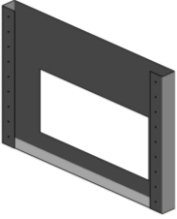
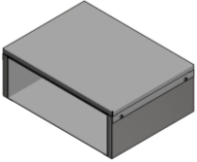
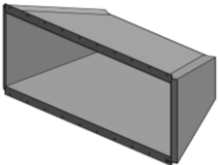
$$Nu = 0.023 Re^{0.8} Pr^{0.3} \quad \text{Ec 2.41}$$

El factor de fricción (f) utilizado en la ecuación 2.33, se lo calculó por la siguiente igualdad:

$$f = (0.790 \ln Re - 1.64)^{-2} \quad \text{Ec 2.42}$$

Una vez obtenidos todos los parámetros descritos en las ecuaciones anteriores, se obtienen el coeficiente de transferencia de calor mediante la ecuación 2.31 y se obtuvieron los valores descritos en la tabla 2.18.

Tabla 2.18. Coeficientes de transferencia de calor

Gráfico	Dh (m)	v (m/s)	Re	Nu	h (W/m ² °K)
	0.082	1.3	4141.73	13.79	4.48
	0.218	4.02	34049.19	88.22	10.77
	0.354	2.46	33881.22	87.68	6.78

Elaborado por: Autores

2.8.2 Cálculo de los coeficientes de transferencia de calor externos

Para determinar el coeficiente de transferencia de calor por convección natural, se considera al horno deshidratador como un cuerpo cubicular que se encuentra expuesta a la temperatura ambiente de la ciudad de Quito, con esta consideración se obtiene una longitud característica de 0.85m que se utilizará posteriormente en la ecuación 2.43. En este caso es igual al diámetro hidráulico que se obtiene con la ecuación 2.23

Inicialmente se debe establecer el coeficiente de expansión térmica, el cual viene dado por la ecuación 1.3.

$$\beta = \frac{1}{T}$$

Se empleó el valor previamente calculado para determinar el número de Grashof, que es aplicable a la convección natural y se expresa con la siguiente ecuación:

$$Gr = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_s - T_\infty) \cdot Lc^3}{\nu^2} \quad \text{Ec 2.43}$$

Donde:

Gr: Número de Grashof

g : Aceleración gravitacional (m/s²)

β : Coeficiente de expansión volumétrica (1/°K)

T_s : Temperatura de superficie (°K)

T_∞: Temperatura del fluido (°K)

Lc: Longitud característica (m)

ν: Viscosidad cinética (m²/s)

Con las propiedades del aire a la temperatura de película, se obtuvo el número de Prandtl, el cual es multiplicado con el número de Grashof para la obtención del número de Rayleigh, mediante la siguiente expresión.

$$Ra = Gr \cdot Pr \quad \text{Ec 2.44}$$

Donde:

Ra: Número de Rayleigh

Una vez obtenido el valor de Ra, se procedió al cálculo del número de Nusselt descrito en la siguiente expresión:

$$Nu = \left\{ \frac{0.6 + 0.387(Ra)^{1/6}}{\left[1 + \left(\frac{0.559}{Pr} \right)^{9/16} \right]^{8/27}} \right\}^2 \quad \text{Ec 2.45}$$

Donde:

Nu: Número de Nusselt

Ra: Número de Rayleigh

Pr: Número de Prandtl

Reemplazando los parámetros en las igualdades descritas en los párrafos anteriores, se presentan los siguientes resultados descritos en la tabla 2.19:

Tabla 2.19. Parámetros de convección natural

β $\left(\frac{1}{^{\circ}\text{K}}\right)$	Gr	Ra	Nu	h $(\text{W}/\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{C})$
$3.19 \cdot 10^{-3}$	$1.666 \cdot 10^9$	$1.20 \cdot 10^9$	121.55	3.81

Elaborado por: Autores

El calor por convección natural es de $3.81 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{K}}$ el mismo que se ocupará para la obtención del coeficiente global de transferencia: en la cámara de secado, tobera de ingreso de aire y en la cámara de resistencias eléctricas.

Reemplazando los valores previamente obtenidos y descritos en la ecuación 2.38, se obtiene un coeficiente global de transferencia de calor, el mismo que al ser utilizado en la ecuación 2.3, se determina las pérdidas de calor en todo el conjunto. Los que se encuentran en la tabla 2.20.

Tabla 2.20. Pérdidas en el calor en el sistema

Elemento	U = Coeficiente global de transferencia de calor $\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ } ^{\circ}\text{K}}$	Qp = Calor perdido (W)
Cámara de secado	0.74	114.01
Cámara de resistencias	0.82	18.22
Tobera de ingreso de aire	0.78	22.95
	Total:	155.18

Elaborado por: Autores

Para obtener la pérdida total en todo el sistema se realizó la sumatoria de las pérdidas totales de cada elemento, con lo cual obtuvo un valor de 155.18W, este resultado se agregó al calor que debe ser suministrado por la cámara de resistencias eléctricas.

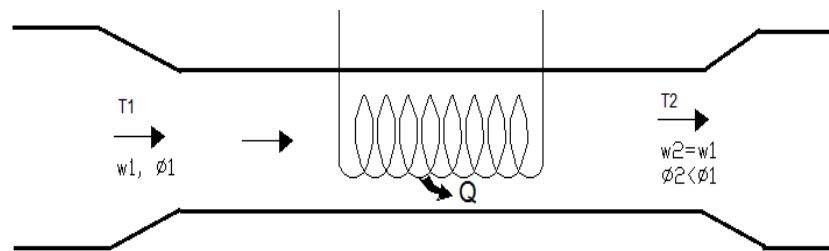
2.9 Fuente de calor

La fuente permite alcanzar el calor necesario para calentar el flujo de aire que se requiere circular dentro del equipo, conservando la temperatura deseada y acelerando la deshidratación de las rodajas de manzana.

Para las condiciones existentes del horno deshidratador y por el presupuesto económico, el aire es calentado a través de resistencias eléctricas

Dentro de estos sistemas, el aire se calienta al circular por un ducto que contiene en su interior las resistencias eléctricas como se muestra en la figura 2.8. Al no existir humidificación en este proceso la humedad específica del aire se mantiene constante.

Figura 2.8. Cámara de calentamiento de aire



Elaborado por: Autores

El proceso de calentamiento sin humidificación está regido por la ley de la conservación de la masa, en donde la cantidad de aire que ingresa al ducto que contiene las resistencias es igual a la salida.

Al estar dentro de un sistema a presión constante, se utiliza la siguiente ecuación para determinar el calor generado por cámara de resistencia:

$$Q = \dot{m}_a \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1) \quad \text{Ec 2.46}$$

Donde:

Q: Calor generado (kW)

\dot{m}_a : Relación de flujo de masa. (kg/s)

C_p : Calor específico a presión constante. (1.005 kJ/ kg $^{\circ}$ K)

T_2 : Temperatura del aire a entrada. (288.6 $^{\circ}$ K)

T_1 : Temperatura del aire a salida. (338 $^{\circ}$ K)

Se obtuvo el valor del flujo de masa con la siguiente ecuación:

$$\dot{m}_a = \rho \cdot v \cdot A \quad \text{Ec 2.47}$$

Donde:

ρ : Densidad del aire (kg/m^3)

v : Velocidad del aire (m/s)

A : Área de la cámara de resistencia (m^2)

$$\dot{m}_a = 0.17 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Aplicando la ecuación 2.37 se obtiene:

$$Q = 8.2 \text{ kW}$$

Se consideró el valor de 0.15 kW de las pérdidas de calor por las superficies del equipo, que se suma al calor generado por la cámara de resistencia. Se obtuvo 8.35 kW, resultado que se considera como la potencia máxima de trabajo del secador.

Para la selección de la resistencia, se utilizó la potencia eléctrica requerida y el principio de la Ley de Ohm cuya ecuación es:

$$R = \frac{V}{I} \quad \text{Ec 2.48}$$

Donde:

R : Resistencia eléctrica (Ohmio) (Ω)

V : Variación del potencial (Voltios) (V)

I : Intensidad de corriente eléctrica (Amperios) (A)

Se determinó que la instalación eléctrica sea de 220 V, por lo que la selección se realizó pensando en este voltaje, entonces se utilizó la siguiente ecuación:

$$P = V \cdot I \quad \text{Ec 2.49}$$

Reemplazando la ecuación 2.48 en la 2.49, se obtuvo la siguiente igualdad:

$$P = \frac{V^2}{R} \quad \text{Ec 2.50}$$

Con la potencia eléctrica necesaria para calentar el aire y el voltaje a emplear, se determinó que la resistencia necesaria para el diseño tiene un valor de 6Ω , lo que implica un alambre muy pequeño, el cual representa problemas en la transferencia del calor y en la resistencia del material a la corriente.

Además el amperaje que circula por la resistencia es de 38 A, esto significa mayor inversión en el sistema de control tanto en materiales como en dispositivos eléctricos, por lo que se decidió colocar una resistencia de 4 kW proporcionando los siguientes datos; una resistencia de 12Ω con un amperaje de 18 A, con lo cual facilita el dimensionamiento del sistema de protección y control de la cámara de resistencia y a su vez el del deshidratador.

La resistencia se ubica dentro de una caja rectangular de acero galvanizado que tiene las siguientes medidas: 400x370x50mm, la misma que debe cubrir la mayor área posible para asegurar un calentamiento uniforme del aire.

La nueva potencia de la cámara de resistencia es de 4 kW para los parámetros antes mencionados.

Se sumó las pérdidas de calor por las paredes y el calor requerido para deshidratar la manzana, el valor calculado se comparó con el calor que se genera en la cámara de resistencia, con la siguiente ecuación.

$$Q \text{ pérdidas} + Q \text{ útil} < Q \text{ generado} \quad \text{Ec 2.51}$$

$$155 + 150 = 350 \text{ (W)}$$

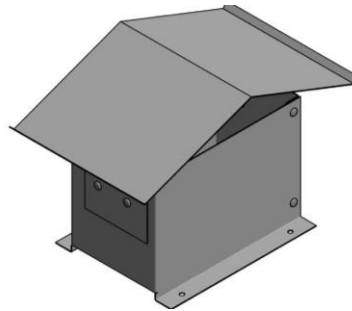
$$350 < 4000 \text{ (W)}$$

Entonces el calor generado por la cámara de resistencia es mayor que el calor consumido por el sistema, por lo tanto se considera óptimo para deshidratar 12 kg de rodajas de manzana.

2.10 Chimenea

La chimenea es un ducto por donde se puede eliminar la totalidad o un porcentaje del aire ya empleado dentro del deshidratador, como se muestra en la figura 2.9.

Figura 2.9 Chimenea



Elaborado por: Autores

La forma de la chimenea es rectangular por lo que se recomienda que este no pase de una relación entre el largo y la altura de 1:1.5 en función el área equivalente de salida del aire generado por el ventilador, que se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$A_{\text{ven}} = a \cdot b \quad \text{Ec 2.52}$$

Donde:

A_{ven} : Área equivalente del ventilador. (m^2)

a: largo del ducto. (m)

b: Altura del ducto. (m)

El área calculada fue de 0.0153 m^2 , la cual se relaciona con el área equivalente que debe tener la chimenea, siendo así las dimensiones de la chimenea son: 0.20 m de largo y 0.12 m de alto, con un valor de área de 0.024 m^2 , entonces se encuentra dentro de la relación requerida de 1.5.

La chimenea se encuentra ubicada en la parte central del techo a la izquierda del equipo, la regulación del aire se lo realiza por medio damper rectangular.

2.11 Sistema de control

Los parámetros que se necesitan controlar son la temperatura en el interior de la cámara, tiempo de secado; la manera de poder controlar estas variables depende mucho del presupuesto debido a que se pueden implantar desde sistemas básicos hasta sistemas totalmente automatizados, lo cual implica un elevado costo, siendo así el sistema de control que se plantea es básico.

Además se tomará mediciones tanto de temperaturas y tiempo de secado para obtener los respectivos resultados y curvas posteriormente desarrollados en el siguiente capítulo.

El sistema de control para la temperatura se realiza con el uso de un TSF 100 que son termostatos electrónicos digitales con microprocesador adecuado para aplicaciones en procesos industriales, dotados con un control de encendido ON / OFF, una entrada para sonda de temperatura PTC o NTC ubicada en el interior de la cabina, la cual censa la propiedad del aire y corta el flujo de corriente eléctrica a las resistencias en caso de superar la temperatura fijada o enciende las mismas cuando la temperatura sea inferior a la de la deshidratación automáticamente.

En el interior de la caja de control, que se ubica en el lado derecho de la estructura del horno, en él se encuentran los mandos de accionamiento para el ventilador, las resistencias y el termostato.

Adicionalmente en su interior, se encuentran un contactor, breaker, porta fusibles y fusibles necesarios para proteger a los equipos.

En el exterior el gabinete de control, contiene dispositivos para encender y apagar el equipo.

CAPÍTULO 3

3 METODOLOGÍA DE SECADO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.

3.1 Introducción

En este capítulo se analizará las condiciones óptimas de secado de las rodajas de la manzana, con el prototipo de deshidratador de frutas con circulación de aire caliente forzado utilizando resistencias eléctricas, el mismo que consta de dos cámaras de secado, con cinco bandejas cada una divididas por una placa .Ver figura 3.2.

El horno deshidratador durante el proceso de secado trabaja con variables independientes que son: temperatura ambiente, temperatura de trabajo, humedad relativa del aire y caudal entregado por el ventilador centrífugo, y variables dependientes que constituyen las propiedades de la manzana; las mismas que son: humedad inicial, humedad final y peso de las muestras.

Para realizar las pruebas de secado se toma como muestra dos bandejas que son: la segunda bandeja de la cámara número uno y la última bandeja de la cámara número dos, el proceso de deshidratado duró cuatro horas, que fue el tiempo teórico calculado, en lapsos de cada quince minutos se pesó las bandejas con el producto hasta obtener dos pesos constantes, que indican que la fruta esta deshidratada.

Las muestras son colocadas en crisoles para evitar que ganen humedad, estas muestras se las colocó en el medidor de humedad para obtener los porcentajes reales de humedad de cada rodaja, con estos datos y fórmulas determinadas se obtiene parámetros para graficar las curvas de secado que son: masa de agua/ masa seca vs tiempo, masa humedad vs tiempo y velocidad vs humedad.

Con el objetivo de obtener una humedad final de la rodaja de manzana similar a la obtenida con el deshidratador de alimentos perteneciente al Civabi de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito y comparar el tiempo real de secado del prototipo con el valor de tiempo teórico obtenido mediante las fórmulas establecidas.

Figura 3.1 Deshidratador de frutas construido



Elaborado por: Autores

Figura 3.2 Partes internas del deshidratador



Elaborado por: Autores

3.2 Metodología de secado

3.2.1 Equipos y materiales utilizados

Equipo necesario

- Horno deshidratador de frutas de capacidad de 12 kg. con circulación de aire forzado utilizando resistencias eléctricas.
- Balanza.
- Crisol con tapa de vidrio, con material desecante, para absorber la humedad de la cámara del crisol.

Figura 3.3 Crisol



Elaborado por: Autores

- Control electrónico Osaka TSF100, que registra la temperatura medida por la sonda para medir la temperatura dentro de la cámara de deshidratado.

Figura 3.4 Control electrónico



Elaborado por: Autores

Equipo opcional

- Analizador de humedad serie "HB43-S halogen"

Figura 3.5 Analizador de humedad



Elaborado por: Autores

3.3 Configuración del equipo

Al equipo se le ha incorporado un sistema de control mediante un termostato on/off que funciona de la siguiente manera:

Cuando alcanza la temperatura de deshidratación a 65°C se apaga y realiza un descenso de temperatura hasta los 62°C , cuando se marca este valor de temperatura, el ventilador y la resistencia eléctrica se encienden nuevamente hasta alcanzar la temperatura óptima de deshidratación, este proceso se repite en intervalos de tiempo de cada cinco minutos.

3.4 Procedimiento

- Encender el equipo desde el tablero de control por medio del interruptor, inmediatamente se enciende el ventilador, la cámara de resistencia y el display del termostato on / off.
- Dejar que el equipo se caliente sin las bandejas aproximadamente 30 minutos hasta conseguir su temperatura de deshidratación 65°C .
- Cortar 170 manzanas en rodajas con un espesor de 4 mm, y un diámetro promedio de 60 mm cada una.

- Pesar las bandejas vacías obteniendo un peso de 3.1 kg cada una
- Colocar y distribuir 238 rodajas de manzana hasta obtener un peso de 1.2 kg en cada bandeja.
- Una vez que el equipo se encuentre a la temperatura de deshidratación se debe introducir las 10 bandejas en la cámara de deshidratación.
- Cada 15 minutos pesar la bandeja 2 de la cámara 1 y la bandeja 10 de la cámara 2, realizar este paso hasta el tiempo teórico de secado de 4 horas.
- Mantener la puerta del horno cerrada cuando se realice cada medida para evitar que las bandejas que no son tomas en cuenta no sean afectadas por el ambiente.
- Mantener el regulador de la chimenea abierta totalmente para que el aire pueda salir al ambiente.
- Obtener 16 resultados y verificar por lo menos que 2 datos sean de masa igual para cada bandeja de la cámara 1 y 2.
- Tomar muestras para cada intervalo de tiempo antes mencionado, envolver en papel aluminio y rotular cada muestra obtenida para evitar confusiones tanto para la cámara 1 y 2.
- Cada muestra se debe colocar en un crisol.
- Cuando llegue al tiempo estimado de 4 horas y después de haber tomado todos los datos antes mencionados se finaliza el proceso.
- Apague el equipo y espere 10 minutos.
- Retirar las bandejas suavemente y saque el producto.
- Almacenar el producto en recipientes adecuados para no ser contaminado por el ambiente.
- Limpiar las bandejas con agua caliente y seque con un paño suave.
- Una vez obtenida todas las muestras se mide su porcentaje de humedad en el analizador de humedades perteneciente al Civabi de Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, para obtener la cantidad de humedad de las rodajas de manzanas en los diferentes intervalos de tiempos.
- Con todas las variables reales obtenidas las cuales se van representar mediante diagramas de resultados con su respectiva tabla de datos y gráficas.
- Finalmente se debe obtener una humedad final de 24%, según los datos antes determinados.

3.5 Datos experimentales para la cámara uno

A continuación se determina los pesos del producto y la bandeja respectivamente en las siguientes tablas 3.1 y 3.2. Como un parámetro impuesto se escoge la bandeja 2, dato experimental para demostrar las curvas antes descritas para la cámara 1.

Tabla 3.1 Peso de la bandeja con producto húmedo a diferentes tiempos

t (min)	Peso1 (kg) (Rodajas de manzana+ bandeja)	Peso 1(kg) (Rodajas de manzana)
0	4.150	1.05
15	3.980	0.88
30	3.830	0.73
45	3.630	0.53
60	3.430	0.33
75	3.300	0.2
90	3.221	0.121
105	3.180	0.08
120	3.150	0.05
135	3.136	0.036
150	3.126	0.026
165	3.120	0.02
180	3.120	0.02
195	3.110	0.01
210	3.106	0.006
225	3.105	0.005
240	3.104	0.004

Elaborado por: Autores

Tabla 3.2 Peso de la bandeja cámara 1

Bandeja cámara 1	Peso (kg)
2	3.10

Elaborado por: Autores

Para determinar el porcentaje de deshidratación de la manzana, se han tomado valores del producto deshidratado con respecto al tiempo. Así se tiene. Ver tabla 3.3.

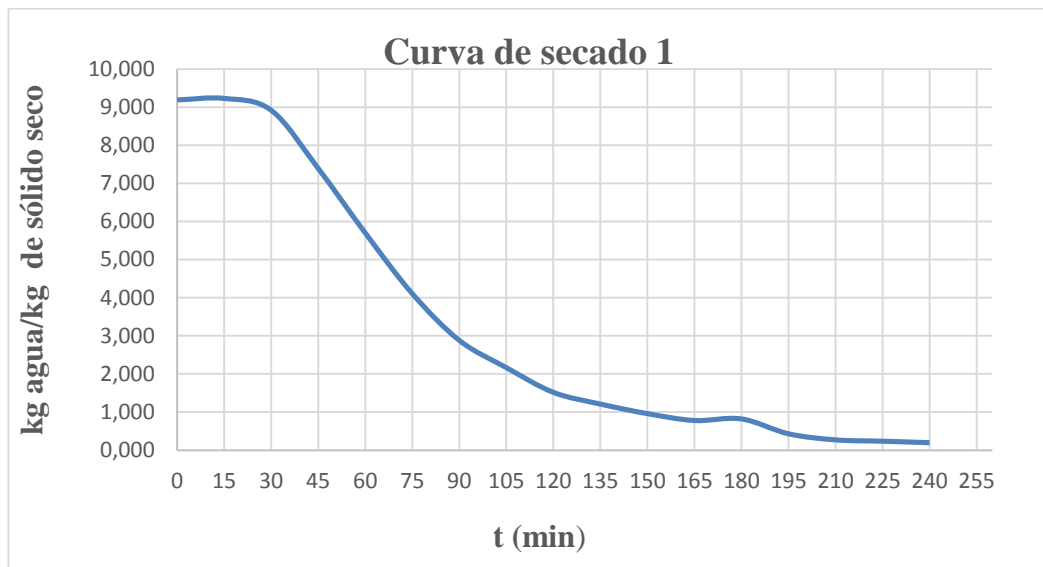
Tabla 3.3 Humedades del producto

t (min))	Peso 1 (kg) (Rodajas de manzana)	Humedad %	Peso en base húmeda (kg)	Peso agua evaporable (kg)	Peso en base seca (kg)	kg agua/kg solido seco 1
0	1.05	82.5	0.866	0.184	0.02	9.188
15	0.88	79.03	0.695	0.185	0.02	9.227
30	0.73	75.57	0.552	0.178	0.02	8.917
45	0.53	72.11	0.382	0.148	0.02	7.391
60	0.33	65.46	0.216	0.114	0.02	5.699
75	0.2	58.92	0.118	0.082	0.02	4.108
90	0.121	52.38	0.063	0.058	0.02	2.881
105	0.08	45.84	0.037	0.043	0.02	2.166
120	0.05	39.3	0.020	0.030	0.02	1.517
135	0.036	32.76	0.012	0.024	0.02	1.210
150	0.026	26.22	0.007	0.019	0.02	0.959
165	0.02	22.08	0.004	0.016	0.02	0.779
180	0.02	17.95	0.004	0.016	0.02	0.821
195	0.01	13.82	0.001	0.009	0.02	0.431
210	0.006	9.68	0.001	0.005	0.02	0.271
225	0.005	5.55	0.0001	0.005	0.02	0.236
240	0.004	1.42	0,0001	0.004	0.02	0.197

Elaborado por: Autores

De acuerdo a la tabla 3.3, se puede apreciar que durante 2 horas con 45 minutos dura el proceso de secado de las rodajas de manzana en la cámara 1, debido a que se ha obtenido un 22.08% de retiro de humedad con pesos constantes de masa seca de 0.02 kg, lo que se puede decir que se encuentra dentro de los parámetros investigados que indican que el porcentaje requerido para este tipo de fruta es del 24%. (Ver Anexo.3).

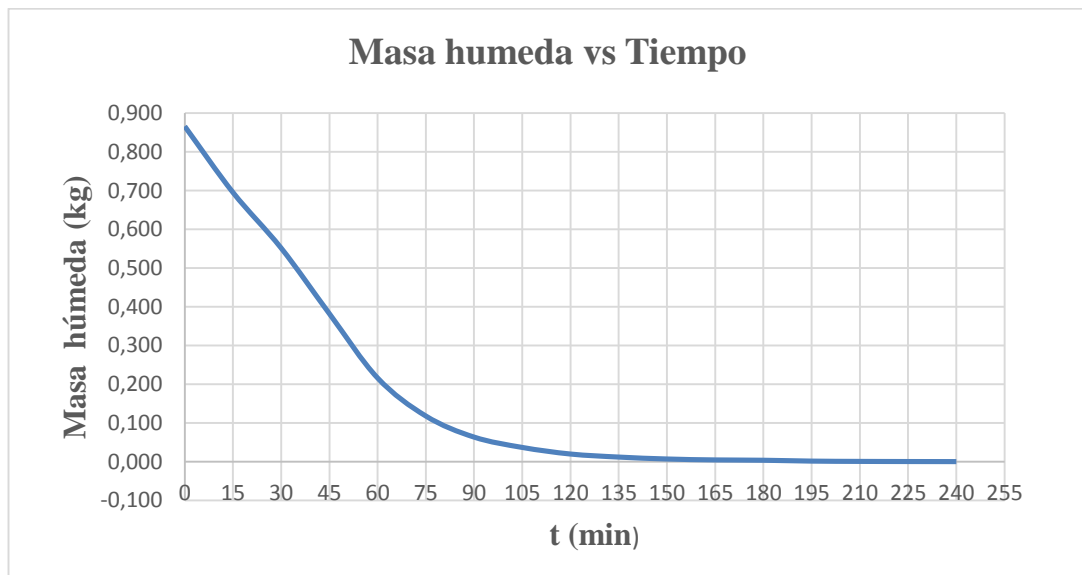
Figura 3.6 Curva de secado bandeja 2, cámara 1



Elaborado por: Autores

En la figura 3.6. Se puede comprobar que el porcentaje del agua en las rodajas de manzana es mayor al inicio del proceso y a medida que pasa el tiempo el porcentaje de agua disminuye.

Figura 3.7 Disminución de masa vs tiempo



Elaborado por: Autores

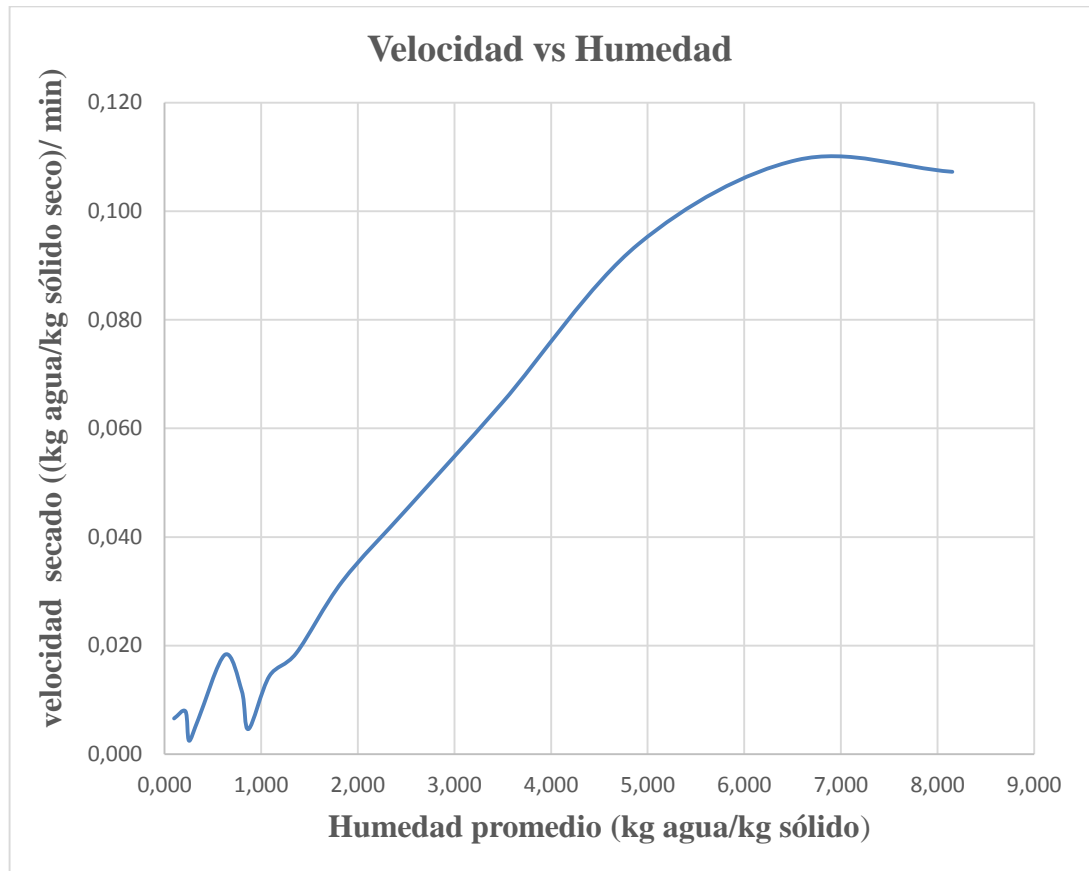
En las figuras 3.7. Se puede verificar que la disminución del porcentaje del agua y de masa en las rodajas de manzana es mayor al inicio del proceso y conforme pasa el tiempo, la disminución del agua y masa es menor.

Tabla 3.4 Velocidad de secado cámara 1

t (min)	kg agua/kg solido seco 1	promedio (kg agua/kg sólido)	velocidad secado 1 ((kg agua/kg sólido seco)/min)
0	9.188	9.207	0.009
15	9.227	9.072	0.061
30	8.917	8.154	0.107
45	7.391	6.545	0.109
60	5.699	4.904	0.094
75	4.108	3.495	0.065
90	2.881	2.524	0.045
105	2.166	1.842	0.032
120	1.517	1.364	0.019
135	1.210	1.085	0.014
150	0.959	0.869	0.005
165	0.779	0.800	0.012
180	0.821	0.626	0.018
195	0.431	0.351	0.006
210	0.271	0.254	0.002
225	0.236	0.217	0.008
240	0.197	0.099	0.007

Elaborado por: Autores

Figura 3.8 Velocidad de secado vs humedad promedio



Elaborado por: Autores

Como se visualiza en la figura 3.8, el proceso de secado de las rodajas de manzana se cumplió en dos periodos, un lapso de velocidad constante, seguido por el periodo de velocidad decreciente por lo tanto a velocidad de secado va disminuyendo conforme avanza el proceso de deshidratación, de esta manera se observa que las gráficas obtenidas son similares a la figura 1.10 del capítulo 1.

3.6 Datos experimentales para la cámara dos

A continuación se determina los pesos del producto y la bandeja respectivamente en las siguientes tablas 3.5 y 3.6. Como un parámetro impuesto se escoge la bandeja 1, dato experimental para demostrar las curvas antes descritas para la cámara 2.

Tabla 3.5 Peso de bandeja con producto húmedo a diferentes tiempos cámara 2

t (min)	Peso 2 (kg) (Rodajas de manzana+ bandeja)	Peso 2 (kg) (Rodajas de manzana)
0	4.300	1.20
15	4.150	1.05
30	3.980	0.88
45	3.830	0.73
60	3.630	0.53
75	3.430	0.33
90	3.300	0.20
105	3.221	0.12
120	3.180	0.08
135	3.150	0.05
150	3.136	0.036
165	3.13	0.030
180	3.124	0.024
195	3.124	0.024
210	3.120	0.020
225	3.120	0.020
240	3.118	0.018

Elaborado por: Autores

Tabla 3.6 Peso de la bandeja cámara 2

Bandeja cámara 2	Peso (kg)
10	3.10

Elaborado por: Autores

Para determinar el porcentaje de deshidratación de la manzana, se han tomado valores del producto deshidratado con respecto al tiempo. Así se tiene. Ver tabla 3.7.

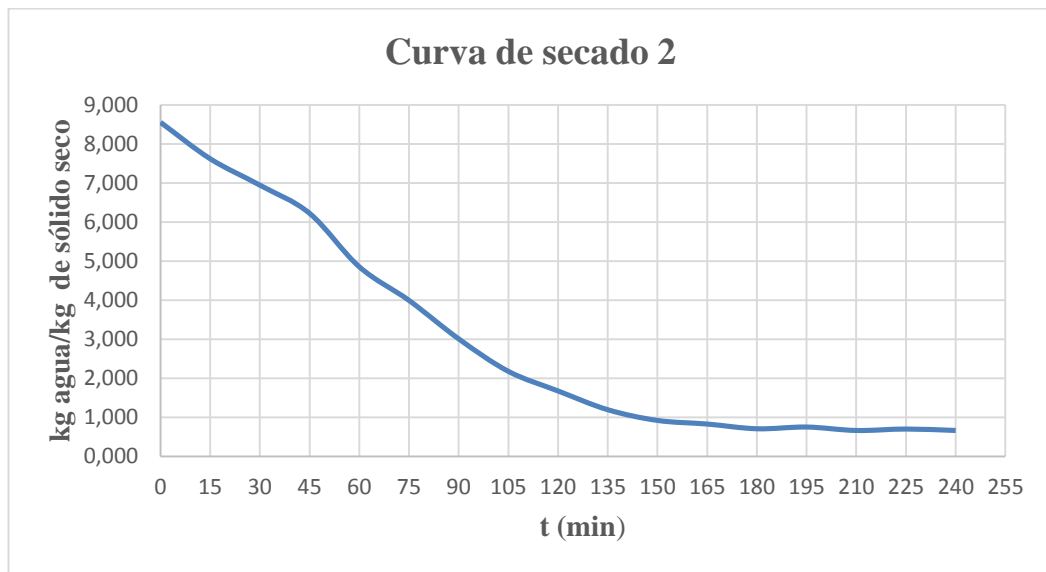
Tabla 3.7 Humedades del producto

t (min)	Peso 2 (kg) (Rodajas de manzana)	Humedad (%)	Peso en base húmeda (kg)	Peso agua evaporable (kg)	Peso en base seca (kg)	kg agua/kg solido seco 2
0	1.20	82.89	0.995	0.205	0.024	8.55
15	1.05	82.58	0.867	0.183	0.024	7.62
30	0.88	81.06	0.713	0.167	0.024	6.94
45	0.73	79.54	0.580	0.150	0.024	6.22
60	0.53	78.02	0.413	0.116	0.024	4.85
75	0.33	70.96	0.234	0.096	0.024	3.99
90	0.20	63.91	0.127	0.072	0.024	3.00
105	0.121	56.85	0.069	0.052	0.024	2.17
120	0.08	49.8	0.040	0.040	0.024	1.67
135	0.05	42.75	0.021	0.029	0.024	1.19
150	0.036	38.77	0.012	0.022	0.024	0.91
165	0.030	33.92	0.010	0.020	0.024	0.83
180	0.024	29.5	0.007	0.017	0.024	0.71
195	0.024	25.09	0.006	0.018	0.024	0.75
210	0.024	20.67	0.004	0.016	0.024	0.66
225	0.020	16.26	0.003	0.016	0.024	0.70
240	0.018	11.85	0.002	0.0158	0.024	0.66

Elaborado por Autores

De acuerdo a la tabla 3.7, se puede apreciar que durante 3 horas con 30 minutos dura el proceso de secado de las rodajas de manzana en la cámara 2, debido a que se ha obtenido un 20.67 % de retiro de humedad con pesos constantes de masa seca de 0.024 kg, lo que puede decir que se encuentra dentro de los parámetros investigados que indican que el porcentaje requerido para este tipo de fruta es del 24%. (Ver Anexo 3).

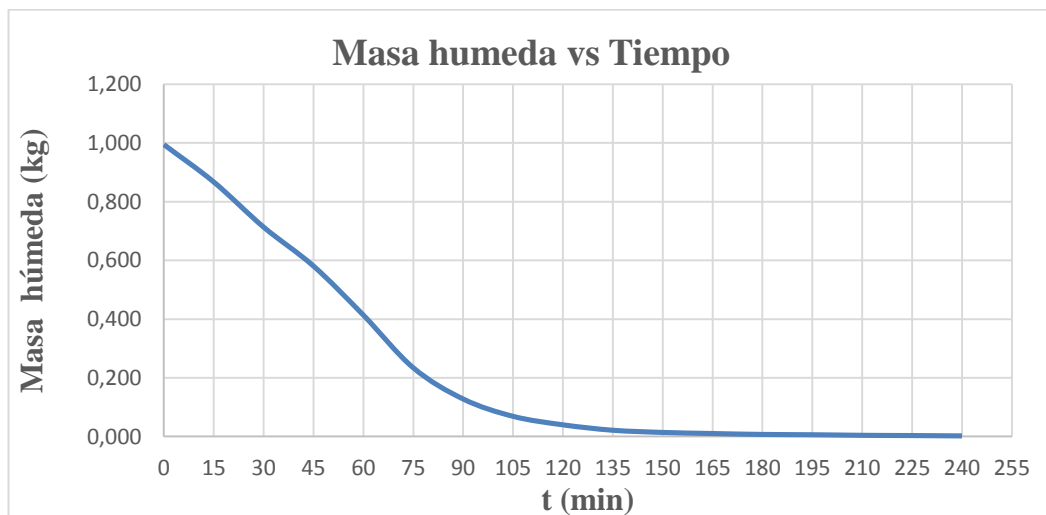
Figura 3.9 Curva de secado bandeja 1, cámara 2



Elaborado por: Autores

En la figura 3.9. Se puede verificar que el porcentaje del agua en las rodajas de manzana es mayor al inicio del proceso y a medida que pasa el tiempo el porcentaje de agua disminuye en la cámara 2.

Figura 3.10 Disminución de masa vs tiempo



Elaborado por: Autores

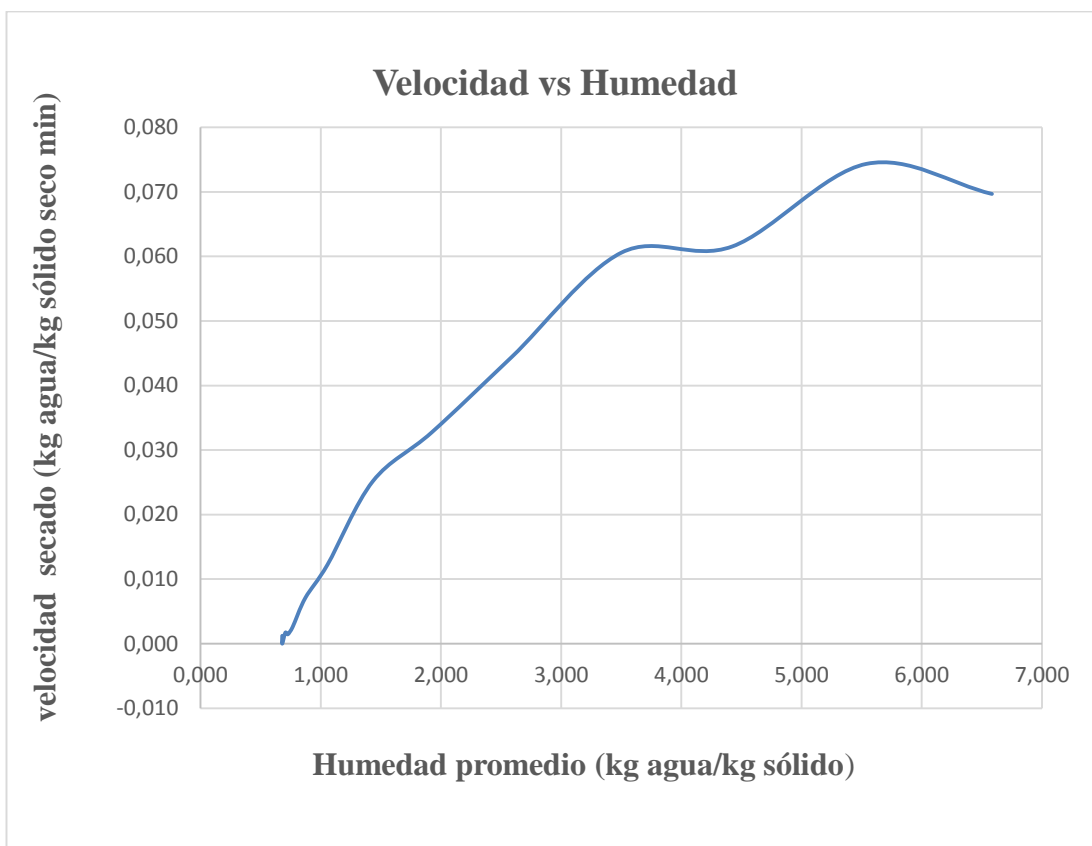
En las figura 3.10. Se puede verificar que la disminución del porcentaje del agua y de masa en las rodajas de manzana es mayor al inicio del proceso y conforme pasa el tiempo, la disminución del agua y masa es menor en la cámara 2.

Tabla 3.8 Velocidad de secado cámara 2

t(min)	kg agua/kg solido seco 1	promedio (kg agua/kg sólido)	velocidad secado 2 (kg agua/kg sólido seco/min)
0	8.555	8.088	0.054
15	7.621	7.283	0.047
30	6.945	6.584	0.070
45	6.223	5.539	0.074
60	4.854	4.423	0.062
75	3.993	3.500	0.061
90	3.008	2.591	0.044
105	2.175	1.924	0.033
120	1.673	1.433	0.025
135	1.193	1.056	0.012
150	0.918	0.872	0.007
165	0.826	0.765	0.003
180	0.705	0.727	0.001
195	0.749	0.705	0.002
210	0.661	0.679	0.000
225	0.698	0.679	0.023
240	0.661	0.331	0.022

Elaborado por: Autores

Figura 3.11 Velocidad de secado vs humedad promedio



Elaborado por: Autores

Como se visualiza en la figura 3.11, el proceso de secado de las rodajas de manzana se cumplió en dos periodos, un lapso de velocidad constante, seguido por el periodo de velocidad decreciente por lo tanto la velocidad de secado va disminuyendo conforme avanza el proceso de deshidratación, de esta manera se observa que las gráficas obtenidas son similares a la figura 1.10 del capítulo 1.

3.7 Análisis de resultados experimentales

Las tablas 3.9 y 3.10 indican los parámetros que trabaja y con los cuales fue diseñado el deshidratador de frutas, además se puede observar en las tablas los resultados de humedad y peso de las muestras de manzanas que fueron deshidratadas en el horno.

Tabla 3.9. Parámetros y resultados cámara 1

Tiempo	Minutos	Tem. Ambiente ($^{\circ}\text{C}$)	Tem. Trabajo ($^{\circ}\text{C}$)	Humedad relativa	Humedad de la muestra	Peso de la muestra
12:00:00	0	15.6	62-65	32.2	82.5	1.05
12:15:00	15	15.6	62-65	32.2	79.03	0.88
12:30:00	30	15.6	62-65	32.2	75.57	0.73
12:45:00	45	15.6	62-65	32.2	72.11	0.53
13:00:00	60	15.6	62-65	32.2	65.46	0.33
13:15:00	75	15.6	62-65	32.2	58.92	0.2
13:30:00	90	15.6	62-65	32.2	52.38	0.121
13:45:00	105	15.6	62-65	32.2	45.84	0.08
14:00:00	120	15.6	62-65	32.2	39.3	0.05
14:15:00	135	15.6	62-65	32.2	32.76	0.036
14:30:00	150	15.6	62-65	32.2	26.22	0.026
14:45:00	165	15.6	62-65	32.2	22.08	0.02
15:00:00	180	15.6	62-65	32.2	17.95	0.02
15:15:00	195	15.6	62-65	32.2	13.82	0.01
15:30:00	210	15.6	62-65	32.2	9.68	0.006
15:45:00	225	15.6	62-65	32.2	5.55	0.005
16:00:00	240	15.6	62-65	32.2	1.42	0.004

Elaborado por: Autores

Tabla 3.10.Parámetros y resultados cámara 2

Tiempo	Minutos	Tem. Ambiente (°C)	Tem. Trabajo (°C)	Humedad relativa	Humedad de la muestra	Peso de la muestra
12:00:00	0	15.6	62-65	32.2	82.89	1.2
12:15:00	15	15.6	62-65	32.2	82.58	1.05
12:30:00	30	15.6	62-65	32.2	81.06	0.88
12:45:00	45	15.6	62-65	32.2	79.54	0.73
13:00:00	60	15.6	62-65	32.2	78.02	0.53
13:15:00	75	15.6	62-65	32.2	70.96	0.33
13:30:00	90	15.6	62-65	32.2	63.91	0.2
13:45:00	105	15.6	62-65	32.2	56.85	0.121
14:00:00	120	15.6	62-65	32.2	49.8	0.08
14:15:00	135	15.6	62-65	32.2	42.75	0.05
14:30:00	150	15.6	62-65	32.2	38.77	0.036
14:45:00	165	15.6	62-65	32.2	33.92	0.03
15:00:00	180	15.6	62-65	32.2	29.5	0.024
15:15:00	195	15.6	62-65	32.2	25.09	0.024
15:30:00	210	15.6	62-65	32.2	20.67	0.024
15:45:00	225	15.6	62-65	32.2	16.26	0.02

Elaborado por: Autores

Para realizar la pruebas de secado en el prototipo de deshidratador de frutas, se seleccionó la segunda bandeja de la cámara número uno y la primera bandeja de la cámara número dos, las muestras fueron cortadas lo más semejante posible para obtener un deshidratado uniforme de las rodajas de manzana.

El proceso de deshidratación en la primera hora describe una pérdida pequeña de humedad, mientras que en la siguiente hora, específicamente a los cuarenta y cinco minutos la pendiente de la línea aumenta reflejando una pérdida mayor de humedad, finalmente la curva tiende hacerse constante manifestando una pérdida de humedad mínima en la fruta, como lo describen los gráficos 3.6. y 3.9.

Las gráficas 3.7 y 3.10 correspondientes a las cámaras de deshidratación uno y dos respectivamente, describe la pérdida de la masa húmeda de las muestras de manzana, en las primeras horas la curva tiene una pendiente muy pronunciada, hasta que en un punto se vuelve constante reflejando que el producto pierde muy poca humedad.

Para el diseño del deshidratador se trabajó con la humedad final de 24%, que se desea alcanzar con el horno deshidratador. La cámara de deshidratación número uno alcanza 22,08% de humedad en dos horas y cuarenta y cinco minutos, mientras que la cámara número dos alcanza un 20.67% en tres horas y treinta minutos, estos porcentajes obtenidos en el deshidratador se asemejan al porcentaje de humedad obtenido en el horno perteneciente al Civabi, por lo que concluyó que el proceso finaliza a las 3 horas con 30 minutos, para obtener un deshidratado uniforme en las dos cámaras de secado se recomienda rotar las bandejas de las cámaras..

CAPÍTULO 4

4 CÁLCULO DE COSTOS

4.1 Introducción

En el presente capítulo se describe la inversión total realizada en la construcción del deshidratador, el mismo que está conformado por la cámara interna de deshidratación, cámara externa, bandejas, estructura interna para deslizamiento de fuentes, toberas de ingreso de aire a la cámara interna, cámara de resistencia, tobera de salida de aire desde el ventilador, sistema de control que regula la temperatura de deshidratación dentro de la cámara de secado y estructura metálica para montar el deshidratador y todos sus elementos.

La cámara de secado, bandejas y la estructura interna están en contacto directo con las frutas a deshidratar, por esta razón están construidas en su totalidad con acero inoxidable 430, mientras tanto que las toberas y la cámara externa están fabricados de láminas de tol galvanizado.

La cámara interna, la tobera de ingreso de aire a la cámara de secado y la cámara de resistencias están aisladas con lana de vidrio, para evitar pérdidas de calor por las paredes.

La cámara externa del deshidratador y su estructura metálica tiene un acabado superficial (pintado).

Para el análisis del presupuesto invertido se considera todos los materiales y mano de obra de la fabricación de los elementos descritos en los párrafos anteriores y para su análisis se ha tomado en cuenta los costos directos y costos indirectos de material y mano de obra, obteniendo como resultado la mayor inversión en la fabricación de este prototipo resulta en la instalación y compra de materiales del sistema eléctrico.

Al analizar el porcentaje de costos directos e indirectos se obtiene la mayor inversión es en los costos directos que intervienen directamente en la fabricación del prototipo de horno deshidratador.

4.2 Análisis de costos de la construcción del deshidratador

Para el análisis de costos realizados en la construcción del prototipo del deshidratador de frutas, se ha considerado:

Costos directos e indirectos de la materia prima y mano de obra.

4.2.1 Costos directos

Son costos de material y mano de obra destinados a la construcción del prototipo, que intervienen directamente en la fabricación del deshidratador.

Para realizar el análisis de costos del deshidratador de frutas, se ha dividido al horno deshidratador en las siguientes partes:

- Construcción de la cámara interna y externa del deshidratador.
- Construcción de las bandejas y estructura para su deslizamiento.
- Construcción de las toberas y de la cámara de resistencia.
- Construcción de la estructura metálica.
- Elementos e instalación del sistema de control.

En las siguientes tablas se reflejan los costos de material y mano de obra, de cada elemento descrito en el párrafo anterior.

4.2.2 Construcción de la cámara interna y externa del deshidratador

4.2.2.1 Materiales

Tabla 4.1. Costos de material en la construcción de la cámara interna y externa

Ítem	Material	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Lámina de tol galvanizado (1.22 x 2.11m e=0.9mm) para cámara exterior	u	3	24.20	72.60
2	Láminas de acero inoxidable (1.22 x 2.11m e=0.70mm) 430 para cámara interior	u	2.5	47.00	117.50
3	Planchas de lana de vidrio (2.43 x 0.61m e=40mm)	u	4.5	4.50	20.25
4	Electrodos 60-11	kg	2	2.77	5.54
5	Thinner	lt	0.75	6.00	4.50
6	Pintura martillada gris	gal	0.75	27.20	20.40
7	Esmalte gris mate	gal	0.25	16.00	4.00
8	Spray de aluminio	u	1	2.80	2.80
9	Picaporte galvanizado 5"	u	1	2.72	2.72
10	Bisagra de presión de 3/8"	u	2	1.43	2.86
11	Tiradera acero inoxidable de 96mm	u	1	1.72	1.72
12	Empaque ecasa	m	3.5	1.20	4.20
13	Imán P. empaque ecasa	m	3.5	1.20	4.20
14	Brocas de Ø 5/32"	u	2	0.60	1.20
13	Remaches de Ø 5/32"	u	50	0.03	1.50
				Subtotal	265.99
				IVA	31.92
				Total	297.91

Elaborado por: Autores

4.2.2.2 Mano de obra

Tabla 4.2.Costos de mano de obra en la construcción de la cámara interna y externa

Ítem	Proceso	Unidad	Cant.	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Cortes de Tol. e=0.9 mm	u	20	0.30	6.00
2	Dobleces de Tol. e= 0.9 mm	u	30	0.30	9.00
3	Cortes de Acero Inox e=0.70mm	u	10	0.30	3.00
4	Dobles de Acero Inox e=0.70 mm	u	12	0.30	3.60
5	Perforación para alojamiento de remaches	u	50	0.03	1.50
6	Remachado	u	50	0.04	2.00
7	Puntos de soldadura conformación cámara exterior	u	58	1.00	58.00
8	Pintado de la cámara externa del deshidratador	gal	1	20.00	20.00
				Total	103.10

Elaborado por: Autores

4.2.3 Construcción de bandejas y estructura para su deslizamiento

4.2.3.1 Materiales

Tabla 4.3.Costos de material en la construcción de las bandejas y su estructura

Ítem	Material	Unidad	Cant.	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Láminas de acero inoxidable 430 (1.22 x 2.11m e=0.70mm) para bandejas	u	3.5	47.00	164.50
2	Láminas de acero inoxidable 430 (1.22 x 2.11m e=1.20mm) para perfiles tipo " L "	u	1	75.06	75.06
3	Tubo cuadrado de acero inoxidable 430 (25 x 1.2mm) para columnas	u	1	28.60	28.6
4	Brocas Ø 3/16 para perforación de bandejas	u	4	1.80	7.20
				Subtotal	275.36
				IVA	33.04
				Total	308.40

4.2.3.2 Mano de obra

Tabla 4.4.Costos de mano de obra en la construcción de las bandejas y su estructura

Ítem	Proceso	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Cortes de Acero. Inox. e= 0.70 mm	u	14	0.30	4.20
2	Dobleces de Acero. Inox e=0.70 mm	u	88	0.30	26.40
3	Cortes de Acero. Inox. e= 1.2 mm	u	22	0.30	6.60
4	Dobleces de Acero. Inox. e= 1.2 mm	u	22	0.30	6.60
5	Perforación de bandejas	u	1500	0.03	45.00
6	Soldadura de los perfiles tipo "L" a las columnas con proceso TIG	m	1,1	20.00	22.00
Total					110.8

Elaborado por: Autores

4.2.4 Construcción de toberas y cámara de resistencias

4.2.4.1 Materiales

Tabla 4.5.Costos de material en la construcción de toberas y cámara de resistencia

Ítem	Material	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Lámina de tol galvanizado (1.22 x 2.11m e=0.9mm) para cámara exterior	u	1	24.20	24.20
2	Lámina de tol galvanizado (1.22 x 2.11m e=0.7mm) para cámara exterior	u	1	21.60	21.60
3	Planchas de lana de vidrio (2.43 x 0.61m e=40mm)	u	1.5	4.50	6.75
4	Remaches Ø 5/32"	u	30	0.03	0.90
5	Tornillos Ø 1 1/2" x 10	u	10	0.04	0.40
6	Electrodo 60-11	kg	1	2.77	2.77
Subtotal					53.45
IVA					6.41
Total					59.86

Elaborado por: Autores

4.2.4.2 Mano de obra

Tabla 4.6. Costos de mano de obra en la construcción de toberas y cámara de resistencia

Ítem	Proceso	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Cortes de Tol e= 0.9 mm	u	40	0.30	12.00
2	Dobleces de Tol e= 0.9 mm	u	34	0.30	10.20
3	Cortes de Tol e= 0.7 mm	u	22	0.30	6.60
4	Dobleces de Tol e=0.7 mm	u	24	0.30	7.20
5	Perforación para alojamiento de remaches	u	30	0.03	0.90
6	Remachado	u	30	0.04	1.20
7	Perforaciones alojamiento de tornillos	u	10	0.03	0.30
8	Puntos de soldadura conformación cámara exterior	u	40	1.00	40.00
				Total	78.40

Elaborado por: Autores

4.2.5 Construcción de la base metálica

4.2.5.1 Materiales

Tabla 4.7. Costos de material en la construcción de la base metálica

Ítem	Material	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Tubo cuadrado (30 x 1.5mm)	u	2	9.65	19.30
2	Tubo cuadrado (30 x 1.5mm)	u	1	12.10	12.10
3	Electrodos 60-11	kg	2	2.77	5.54
4	Desoxidante	gal	0.25	11.20	2.80
5	Garruchas 3"	u	4	7.84	31.36
6	Thinner	lt	0.25	6.00	1.50
7	Pintura martillada gris	gal	0.25	27.20	6.80
				Subtotal	36.94
				IVA	4.43
				Total	41.37

Elaborado por: Autores

4.2.5.2 Mano de obra

Tabla 4.8. Costos de mano de obra en la construcción de la base metálica

Ítem	Proceso	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Corte de T. cuadrado	u	24	0.15	3.60
2	Puntos de Soldadura eléctrica	u	1.5	14.00	21.00
3	Pintura	gal	1	20.00	20.00
				Total	44.60

Elaborado por: Autores

4.2.6 Instalación del sistema eléctrico

4.2.6.1 Elementos y materiales

Tabla 4.9. Costos de material del sistema eléctrico

Ítem	Material y/o Equipo	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Ventilador centrífugo Dayton Mod. 1TDT3 220V	u	1	243.17	243.17
2	Resistencia eléctrica 4kW	u	1	30.00	30.00
3	Control electrónico TSF c/sond 110/220	u	1	41.65	41.65
4	Contactador	u	1	80.00	80.00
5	Breaker K32 P.32A R/DIN	u	1	12.54	12.54
6	Fusible 10 x 38 - 32 ^a	u	2	1.56	3.12
7	Base fusible 10x38/CSC	u	2	2.23	4.46
8	Bornera P/Riel 10mm Legrand	u	6	2.44	14.64
9	Tope P/Bornera	u	4	0.31	1.24
10	Micro Sw PEQ.Rodillo P/Largo	u	1	1.34	1.34
11	Cable temp. 200G x 10	m	10	4.55	45.50
12	Manguera BX 1/2"	m	4	1.25	5.00
13	Conector BX 1/2"	u	4	0.54	2.16
14	Cable flexible # 10	u	4	1.01	4.04
15	Riel din	m	1	2.50	2.50
16	Cable concéntrico 3 x 10	m	4	3.72	14.88
17	Cable flexible # 10	m	4	1.20	4.80
18	Cinta de calor	m	7	1.00	7.00
19	Swich industrial	u	1	18.00	18.00
20	Lámina de tol galvanizado (1.22 x 2.11m e=0.7mm) para caja de equipos eléctricos	u	0.25	21.60	5.40
				Subtotal	536.04
				IVA	64.32
				Total	600.36

Elaborado por: Autores

4.2.6.2 Mano de obra

Tabla 4.10. Costos de mano de obra de la instalación del sistema eléctrico

Ítem	Proceso	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (USD)	Total (USD)
1	Instalaciones eléctricas	gal	1	130.00	130.00
2	Cortes de Tol e= 0.7 mm	u	24	0.30	7.20
3	Dobleces de Tol e= 0.7mm	u	24	0.30	7.20
4	Puntos de suelda	u	20	1.00	20.00
6	Pintado de caja	gal	1	5.00	5.00
				Total	169.40

Elaborado por: Autores

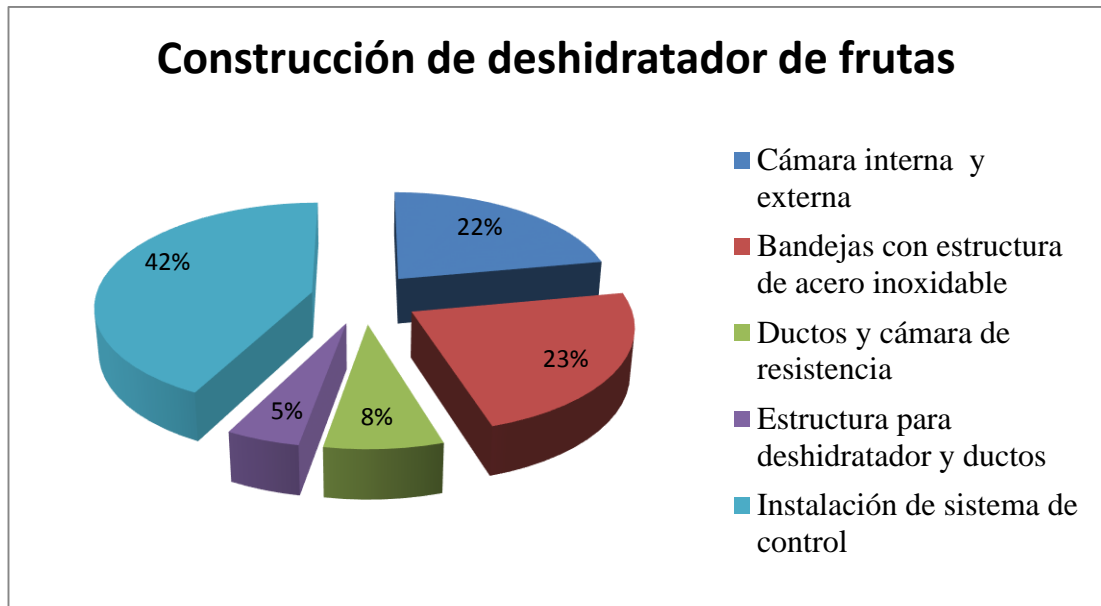
La tabla 4.11 refleja la inversión realizada, en cada parte del deshidratador descritos anteriormente.

Tabla 4.11. Tabla de resumen de costos directos

Parte	Materiales (USD)	Mano de obra (USD)	Total (USD)
Construcción de cámara interna y externa	297.91	103.10	401.01
Construcción de bandejas con estructura de acero inoxidable	308.40	110.80	419.20
Construcción de ductos y cámara de resistencia	59.86	78.40	138.26
Construcción de estructura para deshidratador y ductos	41.37	44.60	85.97
Instalación de sistema de control	600.36	169.40	769.76
		Total	1814.20

Elaborado por: Autores

Figura 4.1. Porcentajes de costos directos



Elaborado por: Autores

Como se observa en la figura 4.1, la instalación del sistema de control representa el 42% del total de los costos directos, constituyéndose la mayor inversión realizada; mientras que el 8% corresponde al costo de la fabricación de la estructura, que es la inversión más baja realizada.

4.2.7 Costos indirectos

Son costos que no afectan directamente a la construcción del deshidratador, estos costos son:

- Transporte
- Servicio de energía eléctrica
- Pruebas de calibración

Para el análisis de los costos indirectos en la construcción, del prototipo de horno deshidratador, se consideró a la energía eléctrica utilizada en la fabricación y pruebas de deshidratado, transporte de la materia prima y traslado del deshidratador.

Dentro de los costos varios se consideró: alimentación, consumo de internet y consumos de líneas telefónicas, combustibles. La tabla 4.12 refleja el valor del total de costos indirectos.

Tabla 4.12. Costos indirectos

Ítem	Descripción	Costo (USD)
1	Costo de energía eléctrica en la construcción y pruebas de deshidratado	35.00
2	Transporte de materiales y equipo	150.00
3	Varios	70.00
	Total	255.00

Elaborado por: Autores

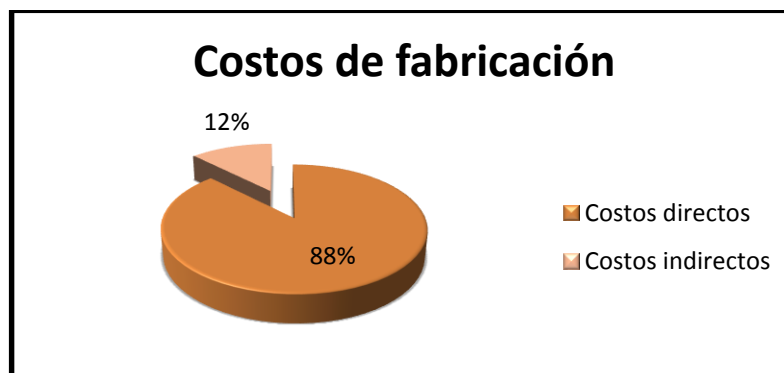
La inversión total en la construcción del horno deshidratador de frutas, es el resultado de la suma de los costos directos y costos indirectos, que asciende a la suma de \$2069.20 como se indica en la tabla 4.13.

Tabla 4.13. Costos directos e indirectos

Costos de fabricación		
Concepto	Costos (USD)	Porcentajes %
Costos directos	1.814.20	88
Costos indirectos	255.00	12
Total (USD)		2069.20

Elaborado por: Autores

Figura 4.2. Porcentajes de costos directos e indirectos



Elaborado por: Autores

CONCLUSIONES

- Las rodajas de manzana luego del proceso de deshidratación alcanza un porcentaje final de humedad de 20.67%, conservando su sabor y una buena textura.
- El calor generado por la cámara de resistencia es de 4 kW que es mayor a 0.35 kW valor obtenido para el calor consumido por el sistema, por lo tanto se considera óptimo para deshidratar 12 kg de rodajas de manzana, a la temperatura de deshidratación de 65⁰C.
- Para llegar a la humedad final de la manzana el tiempo total del proceso es de 3 horas con 30 minutos, con una disminución del 17% del tiempo estimado teóricamente.
- Las manzanas se las colocó en las bandejas en forma de rodajas para garantizar que el deshidratado sea mejor, por lo tanto no se pueden apilar.
- Se utilizó aislante en las paredes de las toberas y cámara de resistencia que existen en el deshidratador, para aprovechar todo el calor posible y evitar pérdidas.

RECOMEDACIONES

- Se debe emplear bandejas en forma de mallas para aumentar el área de transferencia de calor y con ello reducir el tiempo de secado del producto.
- Es necesario rotar las bandejas cada determinado tiempo, para lograr un secado más uniforme de la fruta, tratando de no tener por mucho tiempo la puerta del horno abierta y así evitar la pérdida de energía.
- El prototipo de deshidratador para las rodajas de manzana puede deshidratar cualquier tipo de fruta, con el parámetro de temperatura máxima de trabajo de 65 °C en el interior del equipo.
- Controlar la velocidad de flujo de aire con un dámper a la entrada del deshidratador, ya que así se puede obtener mejores resultados.
- Utilizar un proceso de empaque al vacío si se desea exportar la fruta deshidratada, ya que de esta manera se puede conservar fresca por más tiempo y se puede garantizar su calidad al momento de consumirla.
- Para mejorar el prototipo de deshidratador de frutas se propone implementar un sistema de regeneración del aire en la cámara de secado permitiendo aumentar el rendimiento del horno, disminuir la potencia requerida por la resistencia y obtener menores costos en el proceso de deshidratación.

LISTA DE REFERENCIAS CITADAS

- Bagué , A., & Alvares , N. (2012). *Tecnología Farmacéutica*. San Vicente: Club Universitario.
- Berg, C., & Coil, C. (2009). *Volviendo a lo básico: Psicometría y la carta psicométrica*. Recuperado el 7 de Diciembre de 2014, de [BacktoBasicsPsychometricsAndThePsychometricChartSpanish](#)
- Castillo, J. (2005). Revisión de la ciencia. *Recitela*, 48.
- Cengel, Y., & Chajar, A. (2004). *Termodinámica*. México: Mc Graw Hill.
- Cengel, Y., & Chajar, A. (2011). *Transferencia de calor y masa* . México: Mc Graw Hill.
- Cerda, B., & Proaño , D. (2005). *Diseño y construcción de un deshidratador rectangular de inducción para la obtención de pasa de uvilla con capacidad de 30kg/día para la empresa Equinox Business Limited*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejercito.
- De Gustamante , E., & Meythaler, J. (2007). *Diseño y construcción de un horno tipo poliédrico inclinado para secado de frutas por condensación, con una capacidad máxima de 55kg. Para el Laboratorio d energías renovables - FIME*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejercito .
- Direc Industry. (2014). *Estufa de secado*. Recuperado el 4 de Septiembre de 2014, de <http://www.directindustry.es/prod/binder/estufas-secado-36327-1040507.html>
- Direct Industry. (2014). *Ventilador axial*. Recuperado el 6 de Diciembre de 2014, de <http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/ventilador-axial-73235.html>
- Echeverri, C. (2011). *Ventilación industrial*. Medellín: Ediciones de la U.
- Flores, G. (2005). *Recocedora de resistencias eléctricas tubulares*. Recuperado el 7 de Diciembre de 2014, de http://expodime.cucei.udg.mx/feb2005/memoria/12_RESISTENCIAS.pdf

- Frutas Chile. (2014). *Manzanas*. Recuperado el 2 de septiembre de 2014, de <http://www.fruitsfromchile.com/esp/apples.php>
- Handerburg, R. (1998). *Alimento comercial de frutas, legumbres y existencias de floriste y viveros*. San Jose.
- Maupoyet, P. (2001). *Introducción al secado por aire caliente*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Perry, R., & Green, D. (2001). *Manual del Ingeniero Químico* (Vol. Segundo). Madrid: Mc Graw Hill.
- PROCHILE. (2011). *Estudio de mercado manzanas en Ecuador*. Recuperado el 14 de Octubre de 2014, de www.prochile.gob.cl/wp-content/.../documento_06_21_11164640.pdf
- Udlap, C. (2013). *Proceso de secado*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2014, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/davila_n_jr/capitulo4.pdf
- Unesco. (2005). *Guia de uso de secadores solares para frutas, legumbres, hortalizas, plantas medicinales y carnes*. Recuperado el 14 de Septiembre de 2014, de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf>
- Valdéz, P. (2008). *Blog-Manual de deshidratación I*. Recuperado el 5 de Enero de 2014, de <http://manualdeshidratacion.blogspot.com/2008/09/frutas-y-hortalizas.htm>

LISTA DE REFERENCIAS CONSULTADAS

- Cengel, Y., & Chajar, A. (2004). *Termodinámica*. México: Mc Graw Hill.
- Cengel, Y., & Chajar, A. (2011). *Transferencia de calor y masa* . México: Mc Graw Hill.
- Cerda, B., & Proaño , D. (2005). *Diseño y construcción de un deshidratador rectangular de inducción para la obtención de pasa de uvilla con capacidad de 30kg/día para la empresa Equinox Business Limited*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejercito.
- De Gustamante , E., & Meythaler, J. (2007). *Diseño y construcción de un horno tipo poliédrico inclinado para secado de frutas por condensación, con una capacidad máxima de 55kg. Para el Laboratorio d energías renovables - FIME*. Sangolquí: Escuela Politécnica del Ejercito .
- Echeverri, C. (2011). *Ventilación industrial*. Medellín: Ediciones de la U.
- Incropera, F. (1999). *Fundamentos de Transferencia de Calor*. México: Prentice hall.
- Maupoyet, P. (2001). *Introducción al secado por aire caliente*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Mills, A. (1995). *Transferencia de Calor*. Santafé de Bogotá: Mc Graw Hill.
- Mott, R. (2006). *Mecánica de fluidos aplicada*. México: Pearson Educación.
- Perry, R., & Green, D. (2001). *Manual del Ingeniero Químico* (Vol. Segundo). Madrid: Mc Graw Hill.
- Valdéz, P. (2008). *Blog-Manual de deshidratación I*. Recuperado el 5 de Enero de 2014, de <http://manualdeshidratacion.blogspot.com/2008/09/frutas-y-hortalizas.htm>

ANEXOS

ANEXO 1

Instructivo de funcionamiento

INSTRUCTIVO DE FUNCIONAMIENTO.



DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO.

El deshidratador de frutas de dos cámaras de secado, compuesta en su interior por láminas de acero inoxidable 430 debido a que tiene contacto directo con la fruta. Se encuentra aislada con lana de vidrio para evitar pérdidas de calor durante el proceso de deshidratación.

Además posee 10 bandejas portantes perforadas en acero inoxidable 430 en donde las rodajas de manzana reposarán durante el proceso de deshidratación.

También el equipo consta en su exterior con un sistema de toberas, cámara de resistencia, un ventilador y en la parte superior del deshidratador se encuentra ubicado una chimenea de evacuación del aire a la atmósfera.

Consta de un termostato on/off en la parte superior del deshidratador, su sensor se ubica en la entrada del deshidratador en la parte interior para obtener los datos de temperatura de proceso respectivamente.

Se ha instalado un tablero de control donde se encuentra un interruptor on/off y luz piloto.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL DESHIDRATADOR

Dimensiones de la cámara:

- Ancho = 85 cm
- Altura = 85 cm
- Profundidad = 85 cm

Numero de bandejas portantes: 10 acero inoxidable 430

Voltaje de entrada: 220 V.

Sistema de calefacción

- Resistencia eléctrica con Potencia = 4 kW

Sistema de medición de temperatura:

- 1 Termostato tipo on/off con su respectivo display visualizador digital
- 1 pulsador on/off
- 1 luz piloto

Sistema de circulación de aire:

Ventilador DAYTON 4C820, con Potencia = 1/30 HP

A continuación se detalla cómo se debe proceder para operar el equipo:

- Verificar el estado de todos los componentes del deshidratador antes de iniciar cualquier trabajo.
- Examinar que no existan elementos extraños dentro del deshidratador, del sistema de ductos, de la cámara de resistencia y cerca del ventilador.
- Familiarizarse con el equipo y su sistema de medición.
- Seleccionar un área libre en donde el ventilador pueda funcionar correctamente.
- Preparar las rodajas de manzana (lavar, pelar y cortar).
- Colocar las rodajas de manzana en las bandejas portantes.
- Conectar el sistema de control (display del termostato, ventilador y cámara de resistencia) a una red de corriente eléctrica de 220 V.
- Esperar 30 minutos hasta que el equipo alcance la temperatura de trabajo
- Introducir las bandejas con las rodajas de manzana listas para iniciar el proceso de deshidratación.
- Iniciar el proceso de deshidratación de las rodajas de manzana.
- Empezar a registrar (peso, humedad) del deshidratador en función del tiempo, estos datos se encuentran detallados en el capítulo 3.
- Durante el proceso de deshidratación cambiar de posición las bandejas a la mitad el proceso que es 1 hora con 45 minutos para lograr una uniformidad en el secado de las rodajas de manzana.
- Una vez que se haya cumplido el tiempo establecido para el secado apagar el equipo y esperar 10 minutos.
- Proceder a retirar las bandejas del deshidratador y verificar el estado de las rodajas de manzana.
- Limpiar el deshidratador una vez que se haya terminado la práctica.
- Apagar los visualizadores y desconectar el equipo.

MANTENIMIENTO DEL DESHIDRATADOR.

Como toda máquina, el deshidratador necesita de un mantenimiento preventivo cada vez que se lo vaya a utilizar.

El mantenimiento debe ser cada vez que se utiliza el equipo, debido a que tiene contacto directo con el producto.

Seguir los siguientes pasos para un correcto mantenimiento:

- Se debe lavar el producto antes de depositarlas en las bandejas.
- Lavar las bandejas.
- Cerrar bien la puerta antes de iniciar el proceso de secado para evitar pérdidas de calor y así evitar forzar al motor que genera flujo de aire.
- Después de cada proceso se debe realizar una limpieza interna del deshidratador con un paño limpio.
- Repita estos pasos cada vez que se vaya a realizar una práctica.

ANEXO 2

Proceso de construcción del deshidratador

El deshidratador se encuentra constituido por paredes internas como externas recubierto con su respectivo aislante intermedio y un sistema bandejas en la cámara interior del equipo; en su exterior se localiza una chimenea, sistema de toberas y una cámara de resistencias ensamblada en un extremo de la cámara.

A partir de este momento se detallará mediante la siguiente secuencia la construcción del deshidratador:

Construcción de la cámara interna y externa del deshidratador.

Cámara externa

Las cinco paredes de la cámara externa del prototipo de deshidratador de frutas, están construidas con láminas de tol galvanizado con un acabado superficial (pintado), mientras que la puerta está fabricada con acero inoxidable 430. La cámara externa es un cubo con lados simétricos de 850mm.

Para la construcción de la cámara externa se realizó los siguientes procesos:

- Corte de lámina de tol galvanizado de espesor 0.9mm, y dimensiones 1065x850mm con cizalla manual, para el conformado de la pared posterior.
- Trazado de la lámina de tol galvanizada con gramil, de tal manera que al doblar se forme una cavidad para instalar la lana de vidrio y un dobléz en sus laterales para poder acoplar con la otra parte.
- Cortes a 45⁰ con tijeras para cortar el tol en los extremos de los trazos con la finalidad de formar 90⁰ al momento del dobléz.
- Doblez de la lámina de tol en los trazos realizados, en dobladora manual.
- Corte de láminas de tol para paredes laterales con dimensiones de 800x740mm y espesor 0.9mm.
- Trazos y cortes a 45⁰ en las láminas de tol.

- Dobles de lámina trazada.
- Corte de láminas de tol para techo y base con dimensiones de 940x940mm y espesor 0.9mm.
- Dobles de lámina trazada.
- Trazado de ducto de ingreso del aire en la pared lateral izquierda, de dimensiones de 720x370mm.
- Corte del ducto con moladora.
- Trazado de ducto de chimenea en la pared superior de dimensiones de 0.20x0.12 mm.
- Corte del ducto de chimenea con moladora.
- Corte de las planchas de lana de vidrio y montajes en las láminas de tol.
- Soldado de las paredes laterales a la pared posterior, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Soldado del techo y de la base del deshidratador, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Limpieza de escoria de soldadura utilizando moladora.
- Pintado de las 5 paredes del horno deshidratador.

Cámara interna

Dentro de la cámara de deshidratado van colocadas las bandejas cargadas de frutas, motivo por el cual en su totalidad es construida con acero inoxidable 430.

Para la construcción de la cámara interna se realizó los siguientes procesos:

- Corte de lámina de acero inoxidable 430 de espesor 0.7mm y dimensiones 1020x980mm.
- Trazado del acero de tal manera que al momento del dobléz forme una "L" y cubra la pared derecha y posterior del deshidratador.
- Cortes de las láminas de acero inoxidable 430 de medidas 790 x 830mm y espesor de 0.7mm, para forrar las pared superior e inferior de la cámara de secado.
- Trazado en las láminas de acero.

- Doblado de los trazos con el propósito de eliminar filos cortantes.
- Corte de la lámina de acero inoxidable 430 de medidas 800 x 830mm y espesor de 0.7mm, para forrar la pared lateral izquierda de la cámara de secado.
- Trazado en las lámina de acero.
- Doblado en los trazos con el propósito de eliminar filos cortantes.
- Trazado del ducto en la pared lateral izquierda y de la chimenea en el techo con las mismas dimensiones que se trazó en la lámina de tol.
- Corte con moladora de los ductos de aire y chimenea.
- Remachado de la láminas de acero inoxidable a las láminas de tol.

Estructura para deslizamiento de las bandejas

La estructura va dentro de la cámara de secado, motivo por lo que están fabricadas en su totalidad de acero inoxidable, y desempeña la función de soporte de las bandejas. Para la construcción de la estructura se realizó los siguientes procesos:

- Corte de 4 tubos cuadrados de acero inoxidable a una longitud de 780mm
- Corte de lámina de acero inoxidable 430 de 1.2mm de espesor, en 22 secciones de 50x810mm.
- Doblez de 22 tiras de acero inoxidable 430, de tal manera que forme un perfil tipo " L " de base 30mm y altura 20mm con la finalidad de dejar un espacio libre entre bandejas de 40mm.
- Soldado de los 4 parantes en la cámara interna utilizando soldadura TIG.
- Soldado de los 22 perfiles en las columnas utilizando soldadura TIG.

Bandejas

El producto al ser alimenticio se decide construir bandejas de acero inoxidable 430, el proceso es el siguiente:

- En una plancha estándar de acero inoxidable 430 de 1.22 x 2.11m con 0.70mm de espesor, se realiza cuatro cortes con cizalla manual, para el conformado de la bandeja con una medida de 840 x 735mm.

- Trazo de la lámina con gramil, de tal manera que al doblar se forme la medida prevista de 650 x 750mm.
- En cada plancha realizar el corte en las esquinas de 35x35mm, con la finalidad de formar 90° para realizar el doblado correspondiente en cada lado y dar la forma a la bandeja.
- Doblado de la lámina en los trazos realizados, en dobladora manual.
- Proceder a soldar los lados con suelda TIG.
- Limpiar los lados de soldadura cuidadosamente.
- Repetir el mismo proceso para obtener las 10 bandejas necesarias.

Chimenea

- La chimenea de salida del aire está formado por una caja de 220 x 120 x 160mm, en el cual se encuentra ubicado una placa que nos permite regular el flujo de aire a la salida.
- La placa reguladora del aire tiene una medida de 220 x 120mm.

Aislamiento

- Para el aislamiento se debe cortar del rollo de lana de vidrio las dimensiones respectivas para rellenar cada pared, piso, techo y puerta.

Puerta

- Cortes de láminas de acero inoxidable 430 para la puerta del deshidratador con una medida de 930 x 860mm y una tapa para cubrir el aislante de 820 x 755mm.
- Trazo de la lámina con gramil, de tal manera que al doblar se forme una la medida prevista de 770 x 840mm.
- Dobles de la lámina de acero inoxidable 430.
- Instalación de lana de vidrio y montaje de tapa en la puerta del deshidratador.

- Colocación de empaque ecasa en la parte interior de puerta del deshidratador y montaje de la puerta utilizando bisagras.

Cámara de resistencia

- Cortar una plancha de tol galvanizado de 1140 x 370 mm.
- Trazo de la lámina con gramil, de tal manera que al doblar se forme un ducto rectangular de 400 x 150 x 370mm cerrar el lado de unión a través de remaches. En la parte superior de la caja colocar una tapa de 36 x 33mm, que nos sirva para abrir o cerrar nuestra cámara, con el fin de poder montar y desmontar las resistencias y sus respectivos contactos y aislamientos.

Tobera 1

- Cortar dos plancha de tol galvanizado de 400 x 200mm que nos servirá para la tapa de arriba y de debajo de la tobera.
- Trazo de la lámina con gramil para obtener una medida de inclinación de 200mm a cada lado con respecto a la horizontal, a partir de la mitad de la placa más 65mm hacia cada lado.
- Cortar dos plancha de tol galvanizado de 170 x 250mm que nos servirá para la tapa de unión hacia los lados de la tobera.
- Trazo de la lámina con gramil en plancha para obtener una medida de inclinación de 200mm a cada lado con respecto a la horizontal, a partir de la mitad de la placa más 65mm.

Tobera 3

- Cortar dos plancha de tol galvanizado de 715 x 390mm que nos servirá para la tapa de arriba y de debajo de la tobera.
- Trazo de la lámina con gramil para obtener una medida de inclinación de 356mm a cada lado con respecto a la horizontal, a partir de la mitad de la placa más 200mm hacia cada lado.

- Cortar dos plancha de tol galvanizado de 385 x 440mm que nos servirá para la tapa de unión hacia los lados de la tobera.
- Trazo de la lámina con gramil para obtener una medida de inclinación de 390mm a cada lado con respecto a la horizontal, a partir de la mitad de la placa más 95mm.

Tablero de control

- Colocar en su interior del tablero de control un riel DIN para poder montar internamente el contactor, breaker y fusibles.
- Realizar las perforaciones necesarias en la puerta del gabinete para colocar los pulsador y luz piloto para el trabajo del equipo.

Estructura del deshidratador de frutas

Se construye una estructura metálica con un acabado superficial pintado, para montar al horno deshidratador y a las toberas.

Para la construcción de la estructura se realizó los siguientes procesos:

- Corte de 2 tubos cuadrados de 30x1.5mm con una longitud de 2m, que formarán los miembros horizontales de la estructura.
- Corte de 2 tubos cuadrados de 30x1.5mm con una longitud de 0.85m, que formarán los miembros laterales de la estructura.
- Corte de 4 tubos cuadrados de 30x1.5mm con una longitud de 0.64m, que formarán los parantes de la estructura.
- Soldado de los miembros laterales a los horizontales, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Soldado de parantes, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Corte de un tubo cuadrado de 30x1.5mm con una longitud de 0.85m, que divide el espacio donde va ser montado la cámara externa del deshidratador y las toberas.

- Corte de 2 tubos cuadrados de 30x1.5mm con una longitud de 1.15m, que sirve de apoyo para soldar los parantes de la estructura que soporte la cámara de resistencias.
- Corte de 2 tubos cuadrados de 30x1.5mm con una longitud de 0.25m, para los parantes de la estructura donde va ser montada la cámara de resistencias.
- Corte de 1 tubos cuadrados de 30x1.5mm con una longitud de 0.41m, para la viga donde va ir montada la cámara de resistencias.
- Soldado del miembro divisor de la estructura a 85cm desplazado desde el miembro lateral derecho, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Soldado de los miembros horizontales de apoyo a la estructura de la caja de resistencias, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Soldado de los parantes de la estructura de la cámara de resistencias, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Soldado de los parantes de la estructura de la cámara de resistencias, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Soldado de la viga de la estructura de la cámara de resistencias, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Corte de 1 tubo cuadrado de 30x1.5mm con una longitud de 2m para brinde mayor estabilidad a la estructura
- Corte de 2 tubos cuadrados de 30x1.5mm, con una longitud de 0.85m, que formarán los miembros laterales de la estructura inferior.
- Soldado de los miembros laterales inferiores a los parantes, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Soldado de la viga inferior en los miembros laterales inferiores, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Cortado de placas para anclaje de las garruchas.
- Soldado de placas de anclaje, con proceso de soldadura eléctrica utilizando electrodo 60-11.
- Limpieza de la escoria de los cordones de soldadura, utilizando moladora.
- Desoxidante de la estructura.
- Pintado de la estructura metálica.
- Montaje de las 4 garruchas.

ANEXO 3

Certificado de pruebas deshidratador de frutas (Civabi)

Quito, julio 10 de 2014

CERTIFICADO

A QUIEN INTERESE:

El Laboratorio de Ciencias de la Vida del Campus El Girón de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, certifica que los Sres. Paúl Alberto LLumiquinga Moromenacho C.C. 1723408355 y Byron Santiago Suquillo Pulupa C.C. 1718331018 egresados de la Facultad de Ingenierías de la Carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, realizaron la determinación experimental de humedad en las instalaciones de los laboratorios en el Analizador de humedad HB43-S Hologen, los días 18 y 19 de marzo de 2014, obteniendo los siguientes resultados.

Muestra: manzana.

- Peso promedio 5 g
- Humedad inicial 82.5 %
- Humedad final 24 %

Muestra: banano.

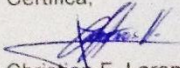
- Peso promedio 3 g
- Humedad inicial 73.60%
- Humedad final 25 %

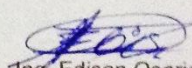
El proceso de secado se realizó a 65 °C como temperatura máxima de trabajo, con una humedad relativa de 32.2 % a una velocidad media del ventilador. Los datos fueron obtenidos a través del secador BRINDER del laboratorio.

Los ensayos realizados son parte del trabajo experimental del trabajo de grado: **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE DESHIDRATADOR DE FRUTAS DE CAPACIDAD DE 12 kg. CON CIRCULACIÓN DE AIRE FORZADO UTILIZANDO RESISTENCIA ELÉCTRICAS.**

Cuyos autores son los responsables exclusivos de los datos obtenidos.

Certifica,


Christian F. Larenas Uriá
Coordinador de Laboratorios
Ciencias de la Vida
El Girón UPS Quito.


Ing. Edison Osorio
Asistente de Laboratorio



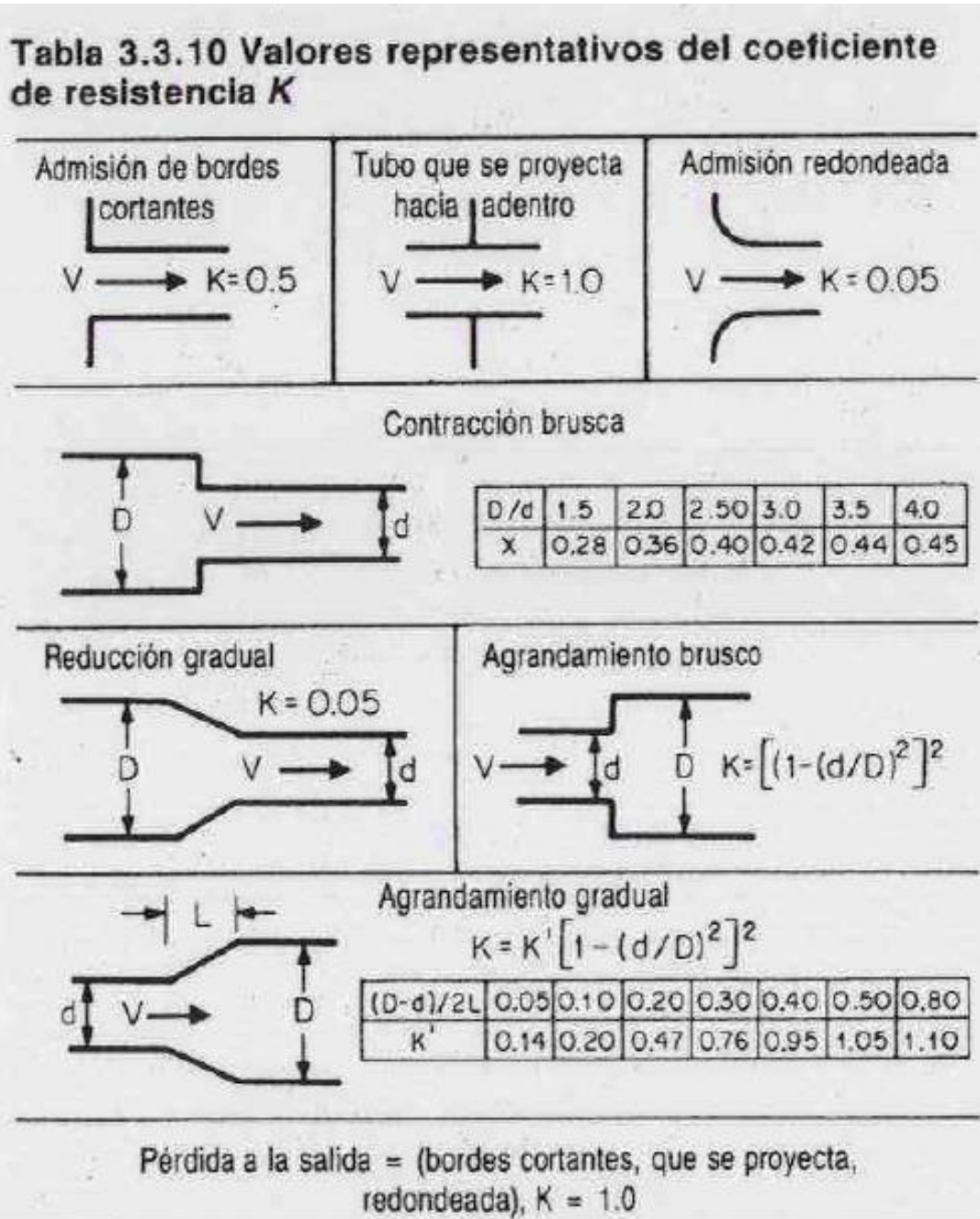
ANEXO 4

Rugosidad en varios materiales

Material	Rugosidad ϵ (m)	Rugosidad ϵ (pie)
Vidrio	Liso	Liso
Plástico	3.0×10^{-7}	1.0×10^{-6}
Tubo extruido; cobre, latón y acero	1.5×10^{-6}	5.0×10^{-6}
Acero, comercial o soldado	4.6×10^{-5}	1.5×10^{-4}
Hierro galvanizado	1.5×10^{-4}	5.0×10^{-4}
Hierro dúctil, recubierto	1.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Hierro dúctil, no recubierto	2.4×10^{-4}	8.0×10^{-4}
Concreto, bien fabricado	1.2×10^{-4}	4.0×10^{-4}
Acero remachado	1.8×10^{-3}	6.0×10^{-3}

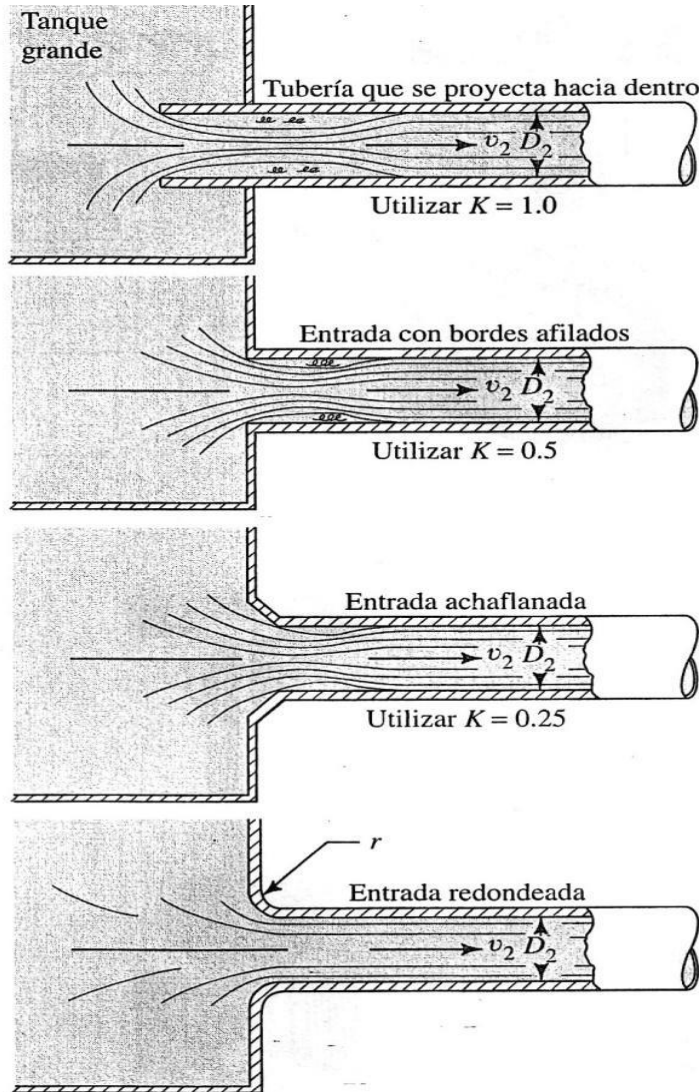
ANEXO 5

Valores de coeficientes de resistencia k



ANEXO 6

Coeficiente de resistencia para válvulas y acoples



r/D_2	K
0	0.50
0.02	0.28
0.04	0.24
0.06	0.15
0.10	0.09
>0.15	0.04 (F)

Características del ventilador

BLOWERS

OEM Specialty

OEM Specialty Permanent Split Capacitor (PSC), 3-Phase, and DC Blowers



- Direct replacements for many OEM blowers with same physical footprint
- All-position mounting
- Min./max. operating temp. range: -20° to 104°F
- Max. inlet and ambient temp.: 104°F
- Motor enclosure: open

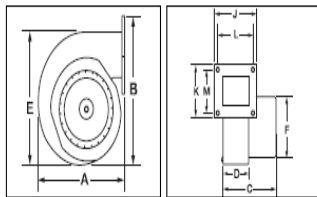
Powerful direct-drive blowers with forward-curve wheels provide economical air delivery for general heating, cooling, ventilating, or component cooling. Dynamically balanced blowers

provide smooth and quiet operation. Noise and vibration are held to a minimum to maintain CFM at higher static pressures. Motors have cast aluminum end shields for greater heat dissipation and protection, resulting in less downtime and longer service life. Gray enamel finish. UL and C-UL Recognized (E47479).



Blower with mounting flange,

CFM Air Delivery @ Static Pressure Shown						Voltage	Phase	Full Load Amps	Hz	Thermal Protection	Bearings	Conduit Box	Replaces	Item No.
0.000"	0.100"	0.200"	0.300"	0.400"	0.500"									
Rectangular Outlet with Mounting Flange														
549	538	510	500	480	450	115	1	2.05	50/60	Auto	Ball	Yes	4C445 and 4YJ32	1TDT2
559	540	525	510	480	450	230	1	0.98	50/60	Auto	Ball	Yes	4C870	1TDT3



Item No.	Wheel (In.)		Inlet (In.)		Outlet (In.)		Lead Length (In.)	Dimensions (In.)								
	Dia.	Width	Dia.	Height	Dia.	Height		A	B	C	D	E	F	J	K	L
Rectangular Outlet with Mounting Flange																
1TDT2	6¼	3¼	5½	4¼	5¼	13	10½	11¼	9½	5½	11½	4¾	6½	5½	6	5
1TDT3	6¼	3¼	5½	4¼	5¼	13	10½	11¼	9½	5½	11½	4¾	6½	5½	6	5

ANEXO 8

Tabla de propiedades del agua

910 | Tablas de propiedades, figuras y diagramas (unidades SI)

TABLA A-4

Agua saturada. Tabla de temperaturas

Temp., T °C	Pres. sat., P _{sat} kPa	Volumen específico, m ³ /kg		Energía interna, kJ/kg			Entalpía, kJ/kg			Entropía, kJ/kg·K		
		Liq. sat., v _f	Vapor sat., v _g	Liq. sat., u _f	Evap., u _{fg}	Vapor sat., u _g	Liq. sat., h _f	Evap., h _{fg}	Vapor sat., h _g	Liq. sat., s _f	Evap., s _{fg}	Vapor sat., s _g
0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2800.9	2800.9	0.0000	9.1556	9.1556
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9551	6.7989	7.7540
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2476.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151
100	101.42	0.001043	1.6720	419.06	2087.0	2506.0	419.17	2256.4	2675.6	1.3072	6.0470	7.3542
105	120.90	0.001047	1.4186	440.15	2071.8	2511.9	440.28	2243.1	2683.4	1.3634	5.9319	7.2952
110	143.38	0.001052	1.2094	461.27	2056.4	2517.7	461.42	2229.7	2691.1	1.4188	5.8193	7.2382
115	169.18	0.001056	1.0360	482.42	2040.9	2523.3	482.59	2216.0	2698.6	1.4737	5.7092	7.1829
120	198.67	0.001060	0.89133	503.60	2025.3	2528.9	503.81	2202.1	2706.0	1.5279	5.6013	7.1292
125	232.23	0.001065	0.77012	524.83	2009.5	2534.3	525.07	2188.1	2713.1	1.5816	5.4956	7.0771
130	270.28	0.001070	0.66808	546.10	1993.4	2539.5	546.38	2173.7	2720.1	1.6346	5.3919	7.0265
135	313.22	0.001075	0.58179	567.41	1977.3	2544.7	567.75	2159.1	2726.9	1.6872	5.2901	6.9773
140	361.53	0.001080	0.50850	588.77	1960.9	2549.6	589.16	2144.3	2733.5	1.7392	5.1901	6.9294
145	415.68	0.001085	0.44600	610.19	1944.2	2554.4	610.64	2129.2	2739.8	1.7908	5.0919	6.8827
150	476.16	0.001091	0.39248	631.66	1927.4	2559.1	632.18	2113.8	2745.9	1.8418	4.9953	6.8371
155	543.49	0.001096	0.34648	653.19	1910.3	2563.5	653.79	2098.0	2751.8	1.8924	4.9002	6.7927
160	618.23	0.001102	0.30680	674.79	1893.0	2567.8	675.47	2082.0	2757.5	1.9426	4.8066	6.7492
165	700.93	0.001108	0.27244	696.46	1875.4	2571.9	697.24	2065.6	2762.8	1.9923	4.7143	6.7067
170	792.18	0.001114	0.24260	718.20	1857.5	2575.7	719.08	2048.8	2767.9	2.0417	4.6233	6.6650
175	892.60	0.001121	0.21659	740.02	1839.4	2579.4	741.02	2031.7	2772.7	2.0906	4.5335	6.6242
180	1002.8	0.001127	0.19384	761.92	1820.9	2582.8	763.05	2014.2	2777.2	2.1392	4.4448	6.5841
185	1123.5	0.001134	0.17390	783.91	1802.1	2586.0	785.19	1996.2	2781.4	2.1875	4.3572	6.5447
190	1255.2	0.001141	0.15636	806.00	1783.0	2589.0	807.43	1977.9	2785.3	2.2356	4.2705	6.5059
195	1398.8	0.001149	0.14089	828.18	1763.6	2591.7	829.78	1959.0	2788.8	2.2831	4.1847	6.4678
200	1564.9	0.001157	0.12721	850.46	1743.7	2594.2	852.26	1939.8	2792.0	2.3306	4.1007	6.4302

ANEXO 9

Propiedades termofísicas de los materiales

837

Apéndice A • Propiedades termofísicas de la materia

Tabla A.3 Continuación

Otros materiales

Descripción/ composición	Temperatura (K)	Densidad ρ (kg/m ³)	Conductividad térmica, k (W/m · K)	Calor específico, c_p (J/kg · K)
Asfalto	300	2115	0.062	920
Baquelita	300	1300	1.4	1465
Ladrillo refractario				
Carborundo	872	—	18.5	—
	1672	—	11.0	—
Ladrillo de cromita	473	3010	2.3	835
	823		2.5	
	1173		2.0	
Óxido de silicio diatómico, refractario	478	—	0.25	—
	1145	—	0.30	—
Arcilla refractaria, cocida a 1600 K	773	2050	1.0	960
	1073	—	1.1	—
	1373	—	1.1	—
Arcilla refractaria, cocida a 1725 K	773	2125	1.3	960
	1073		1.4	
	1373		1.4	
Ladrillo de arcilla refractaria	478	2645	1.0	960
	922		1.5	
	1478		1.8	
Magnesita	478	—	3.8	1130
	922	—	2.8	—
	1478		1.9	
Arcilla	300	1460	1.3	880
Carbón, antracita	300	1350	0.26	1260
Concreto (piedra mezclada)	300	2300	1.4	880
Algodón	300	80	0.06	1300
Productos alimenticios				
Plátano (75.7% de contenido de agua)	300	980	0.481	3350
Manzana, roja (75% de contenido de agua)	300	840	0.513	3600
Pan, batido	300	720	0.223	—
Pan, completamente horneado	300	280	0.121	—
Carne de pollo, blanca (74.4% de contenido de agua)	198	—	1.60	—
	233	—	1.49	—
	253	—	1.35	—
	263	—	1.20	—
	273	—	0.476	—
	283	—	0.480	—
	293	—	0.489	—
Vidrio				
Plata (cal de sosa)	300	2500	1.4	750
Pyrex	300	2225	1.4	835

ANEXO 10

Propiedades del aire

TABLA A-15
Propiedades del aire a la presión de 1 atm

Temp., T, °C	Densidad, ρ , kg/m ³	Calor específico, c_p , J/kg · K	Conductividad térmica, k, W/m · K	Difusividad térmica, α , m ² /s ²	Viscosidad dinámica, μ , kg/m · s	Viscosidad cinemática, ν , m ² /s	Número de Prandtl, Pr
-150	2.866	983	0.01171	4.158×10^{-6}	8.636×10^{-6}	3.013×10^{-5}	0.7246
-100	2.038	966	0.01582	8.036×10^{-6}	1.189×10^{-5}	5.837×10^{-5}	0.7263
-50	1.582	999	0.01979	1.252×10^{-5}	1.474×10^{-5}	9.319×10^{-5}	0.7440
-40	1.514	1 002	0.02057	1.356×10^{-5}	1.527×10^{-5}	1.008×10^{-5}	0.7436
-30	1.451	1 004	0.02134	1.465×10^{-5}	1.579×10^{-5}	1.087×10^{-5}	0.7425
-20	1.394	1 005	0.02211	1.578×10^{-5}	1.630×10^{-5}	1.169×10^{-5}	0.7408
-10	1.341	1 006	0.02288	1.696×10^{-5}	1.680×10^{-5}	1.252×10^{-5}	0.7387
0	1.292	1 006	0.02364	1.818×10^{-5}	1.729×10^{-5}	1.338×10^{-5}	0.7362
5	1.269	1 006	0.02401	1.880×10^{-5}	1.754×10^{-5}	1.382×10^{-5}	0.7350
10	1.246	1 006	0.02439	1.944×10^{-5}	1.778×10^{-5}	1.426×10^{-5}	0.7336
15	1.225	1 007	0.02476	2.009×10^{-5}	1.802×10^{-5}	1.470×10^{-5}	0.7323
20	1.204	1 007	0.02514	2.074×10^{-5}	1.825×10^{-5}	1.516×10^{-5}	0.7309
25	1.184	1 007	0.02551	2.141×10^{-5}	1.849×10^{-5}	1.562×10^{-5}	0.7296
30	1.164	1 007	0.02588	2.208×10^{-5}	1.872×10^{-5}	1.608×10^{-5}	0.7282
35	1.145	1 007	0.02625	2.277×10^{-5}	1.895×10^{-5}	1.655×10^{-5}	0.7268
40	1.127	1 007	0.02662	2.346×10^{-5}	1.918×10^{-5}	1.702×10^{-5}	0.7255
45	1.109	1 007	0.02699	2.416×10^{-5}	1.941×10^{-5}	1.750×10^{-5}	0.7241
50	1.092	1 007	0.02735	2.487×10^{-5}	1.963×10^{-5}	1.798×10^{-5}	0.7228
60	1.059	1 007	0.02808	2.632×10^{-5}	2.008×10^{-5}	1.896×10^{-5}	0.7202
70	1.028	1 007	0.02881	2.780×10^{-5}	2.052×10^{-5}	1.995×10^{-5}	0.7177
80	0.9994	1 008	0.02953	2.931×10^{-5}	2.096×10^{-5}	2.097×10^{-5}	0.7154
90	0.9718	1 008	0.03024	3.086×10^{-5}	2.139×10^{-5}	2.201×10^{-5}	0.7132
100	0.9458	1 009	0.03095	3.243×10^{-5}	2.181×10^{-5}	2.306×10^{-5}	0.7111
120	0.8977	1 011	0.03235	3.565×10^{-5}	2.264×10^{-5}	2.522×10^{-5}	0.7073
140	0.8542	1 013	0.03374	3.898×10^{-5}	2.345×10^{-5}	2.745×10^{-5}	0.7041
160	0.8148	1 016	0.03511	4.241×10^{-5}	2.420×10^{-5}	2.975×10^{-5}	0.7014
180	0.7788	1 019	0.03646	4.593×10^{-5}	2.504×10^{-5}	3.212×10^{-5}	0.6992
200	0.7459	1 023	0.03779	4.954×10^{-5}	2.577×10^{-5}	3.455×10^{-5}	0.6974
250	0.6746	1 033	0.04104	5.890×10^{-5}	2.760×10^{-5}	4.091×10^{-5}	0.6946
300	0.6158	1 044	0.04418	6.871×10^{-5}	2.934×10^{-5}	4.765×10^{-5}	0.6935
350	0.5664	1 056	0.04721	7.892×10^{-5}	3.101×10^{-5}	5.475×10^{-5}	0.6937
400	0.5243	1 069	0.05015	8.951×10^{-5}	3.261×10^{-5}	6.219×10^{-5}	0.6948
450	0.4880	1 081	0.05298	1.004×10^{-4}	3.415×10^{-5}	6.997×10^{-5}	0.6965
500	0.4565	1 093	0.05572	1.117×10^{-4}	3.563×10^{-5}	7.806×10^{-5}	0.6986
600	0.4042	1 115	0.06093	1.352×10^{-4}	3.846×10^{-5}	9.515×10^{-5}	0.7037
700	0.3627	1 135	0.06581	1.598×10^{-4}	4.111×10^{-5}	1.133×10^{-4}	0.7092
800	0.3289	1 153	0.07037	1.855×10^{-4}	4.362×10^{-5}	1.326×10^{-4}	0.7149
900	0.3008	1 169	0.07465	2.122×10^{-4}	4.600×10^{-5}	1.529×10^{-4}	0.7206
1 000	0.2772	1 184	0.07868	2.398×10^{-4}	4.826×10^{-5}	1.741×10^{-4}	0.7260
1 500	0.1990	1 234	0.09599	3.908×10^{-4}	5.817×10^{-5}	2.922×10^{-4}	0.7478
2 000	0.1553	1 264	0.11113	5.664×10^{-4}	6.630×10^{-5}	4.270×10^{-4}	0.7539

Note: Para los gases ideales, las propiedades c_p , k, μ y Pr son independientes de la presión. Las propiedades ρ , ν y α a una presión P (en atm) diferente de 1 atm se determinan al multiplicar los valores de ρ a la temperatura dada, por P y al dividir ν y α entre P.
Fuente: Datos generados basándose en el software EES desarrollado por S. A. Klein y F. L. Alvarado. Fuentes originales: Keenan, Chao, Keyes, Gas Tables, Wiley, 1984; y Thermophysical Properties of Matter, Vol. 3: Thermal Conductivity, Y. S. Touloukian, P. E. Liley, S. C. Saxena, Vol. 11: Viscosity, Y. S. Touloukian, S. C. Saxena y P. Hestermann, IFI/Plenum, NY, 1970, ISBN 0-30607020-8.

ANEXO 11

Certificado de pruebas (Analizador de humedad HB43-S Hologen)

Quito, febrero 10 de 2015

CERTIFICADO DE ANÁLISIS

A quien corresponda.

Se certifica que los Sres. Paúl Alberto LLumiquinga Moromenacho con C.C. 1723408355 y Bayron Santiago Suquillo Pulupa con C.C. 1718331018 egresados de la Universidad Politécnica Salesiana Facultad de Ingenierías Carrera de Ingeniería Mecánica autores del trabajo de grado:

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE DESHIDRATADOR DE FRUTAS DE CAPACIDAD DE 12 kg. CON CIRCULACIÓN DE AIRE FORZADO UTILIZANDO RESISTENCIA ELÉCTRICAS

Han trabajado en los Laboratorios de Ciencias de la Vida de la Universidad Politécnica Salesiana, Campus El Girón-Sede Quito, los días 22 y 23 del mes de Diciembre del 2014, obteniendo los siguientes datos experimentales requeridos como resultados del Capítulo III "METODOLOGÍA DE SECADO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS" del mencionado trabajo de grado.

CÁMARA DE SECADO 1		CÁMARA DE SECADO 2	
t (min)	Humedad %	t (min)	Humedad %
0	82,5	0	82,89
15	79,03	15	82,59
30	75,57	30	81,05
45	72,11	45	79,54
60	68,46	60	78,02
75	64,92	75	76,96
90	62,38	90	69,91
105	45,94	105	56,85
120	39,3	120	49,8
135	33,76	135	42,75
150	28,22	150	38,77
165	22,06	165	33,52
180	17,45	180	29,5
195	13,82	195	25,09
210	9,98	210	20,67
225	6,59	225	16,26
240	1,42	240	11,85



Los resultados corresponden a la determinación de humedad de manzana utilizando el Analizador de humedad HB43-S Hologen, bajo la supervisión de la Ing. Carina Hidalgo asistente de laboratorio.

Esto todo cuanto podemos certificar.

Atentamente,



Christian F. Larenas Uría
Coordinador de Laboratorios
Ciencias de la Vida
Campus Girón UPS Quito



Ing. Carina Hidalgo
Asistente de Laboratorio



ANEXO 12

Fotografías

	
<p>Adquisición de las planchas de galvanizado, acero inox 430 y toma de medidas para las paredes del deshidratador</p>	
	
<p>Trazado de medidas y proceso de doblado para la conformación de las paredes del equipo</p>	



Proceso de soldadura (unión de paredes de tol)



Instalación de material aislante " Lana de vidrio" en las paredes de la cámara



Instalación de láminas de acero inoxidable 430 para conformado de cámara de deshidratado



Corte y dobles de las toberas y proceso de soldadura



Unión y remachado las toberas e instalación del ventilador



Proceso construcción de la estructura que soportará al deshidratador




Proceso de pintado del deshidratador y su estructura. Además se realiza el proceso de soldadura de cámara interna



Instalación de puertas y bandejas de acero inoxidable 430

ANEXO 13

Facturas



**PROVI
ACEROS**
Cia. Ltda.

FACTURA
5003-001-
Nº 000086147

CONTRIBUYENTE ESPECIAL
Resolución No. 826 del 22/12/2009

PRINCIPAL: Tumbaco, Sector Humberto 82174 y Av. Internacional
Teléfono: 2271920 - 2270710 - 2217908 - 8376903
Cel: 0987-302583 • TUMBACO - ECUADOR

SUC. 1: Av. El Dorado 14-22 y de los Nogales
Teléfono: 2247580 - 2266917 - Teléfono: 2247580
Cel: 0987-308910 • QUITO - ECUADOR

SUC. 2: Av. General Brindley 541 o lado de la Plaza
Teléfono: 2818920 - 2800990 (Sector San Rafael)
Cel: 0987-302505
www.proviaceros.com.ec

Proveedora Villafuerte De Aceros Cia. Ltda. 003-001-000086147

R.U.C. 1792180147001 Nº AUT. SRI. 1115843438


Cliente: LLUMIQUINGA MOROMENACHO PAUL ALBERTO R.U.C./CI: 1723408395

Fecha: 10/11/2014 Nota de Entrega: Contado

Dirección: SAN PEDRO DE TABOADA Teléfono: 02864360

Condiciones de pago: CONTADO 10/11/2014 Orden de Compra: 05:58:14

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	TOTAL
4.00	340207 PLANCHA AINOX BRILL. PULIDO 0.70 1.22X2.44	47.00	188.00
4.00	380090 PLANCHA GALVANIZADA 0.50 (21.03)	24.20	96.80
1.00	340212 PLANCHA AINOX BRILL. PULIDO 1.20 1.22X2.44	75.06	75.06
1.00	103030 ANGULO 1 1/4" X 1/8 (8.05KG)	9.96	9.96
1.00	682512 TUBO CACERO INOX 25X25X 1.2 BOMBA	28.60	28.60
2.00	603016 T. CUADRADO 30X 1.5 (1 1/8 X 1.5) 8.20KG	9.66	19.30
5.00	190907 ELECTRODO BOLDEYA 65-11, 1/8 (KG)	2.77	13.85




CANCELADO
Quilates por ser 72

SON: CUATROCIENTOS TREINTA Y CINCO CON 02/100	SUBTOTAL USD	431.57
DOLARES	10.00% DESCUENTO	43.16
	VALOR NETO	388.41
	TARIFA 12% I.V.A.	46.61
	TARIFA 0% I.V.A.	0.00
	FLETE USD	0.00
	TOTAL USD	435.02

IMPRENTA Y ARTE GRAFICO GRAFIDIS C.A. ARTESGRAFICO, autorización No. 2261, R.U.C.: 1781879400001
 Fecha Aut.: 25 / septiembre / 2014 • Del 80001 al 80000
 ORIGINAL: Adquiriente • COPIA AMARILLA: Emisor • COPIA CELESTE: Sin derecho a crédito tributario
 Fecha de Caducidad: 26 / septiembre / 2015

PUSUAY

PROVIACEROS CIA. LTDA.



COMPRADOR

HRV

REFRIGERACION - ELECTRICIDAD
DIBUJO - MONTAJE - REPARACION - MANTENIMIENTO
SISTEMAS DE REFRIGERACION INDUSTRIAL Y COMERCIAL

CLIENTE: LLENORQUEZA NORONHA ROJO ALBERT

DIRECCION: SAN PEDRO DE TAMAYO

TELEFONOS: 814360

FECHA DE EMISION: 01 de Noviembre de 2014

FORMA DE PAGO: Contado

ROJAS VEGA HOMERO MANUEL
PERSONA NATURAL OBLIGADO
A LLEVAR CONTABILIDAD

MATRIZ: San Rafael Av. General Enriquez 843 y Diara
Tel: 2958 854 - 2958169 - Cel: 0394 317 500
E-mail: hromano@corral.com - Web: www.corral.com

R.U.C.I.: 1710583533001

CIUDAD: San Rafael

VENDEDOR: ALMACEN

E.VENCTO: 01 de Noviembre de 2014

FACTURA

5001-001-00 **0028108**

Aut. S.R.I.: 1115800106

RUC 1710583533001

CODIGO	NOMBRE	CANTO	PRECIO	TOTAL
LAR0001	LANA VIRGEO LARONA 95*124*121 S/ALUM	4,00	4,500	17,000

ORIGINAL, IMPRESION Y V.S. COPIA (CALLE) IMPRESION Y V.S. COPIA (CALLE) IMPRESION Y V.S. COPIA (CALLE) IMPRESION Y V.S. COPIA (CALLE) IMPRESION Y V.S. COPIA (CALLE)

HRV. Refrig. y Electricidad
CANCELADO

ENTREGADO
S. Rojas Vega Homero Manuel
Salida a mano de Almacen
No se reconocen descuentos ni
deducciones posteriores
GRACIAS POR SU COMPRA

SUBTOTAL:	17,00
DESCUENTO:	0,00
TOTAL TARIFA 0%:	0,00
TOTAL TARIFA 12%:	17,000
TOTAL I.V.A:	3,24
TOTAL:	20,24

GIRAR CHEQUE CRUZADO A NOMBRE DE HOMERO ROJAS

Debe y Pagar incondicionalmente a la orden de Rojas Vega Homero Manuel en el lugar que se me reconviene, el valor total expresado en este documento, todo el millonero entero legal por mi suscrita por la Junta Monetaria. Renuncio domicilio y me someto a los jueces competentes de la ciudad de Guayaquil y al arbitraje electivo a verfalla en caso de devolucion a sus reservas.

FECHA DE AUTORIZACION: 27/OCTUBRE/2014
FECHA DE CADUCIDAD: 23/OCTUBRE/2015
DOCUMENTO CATEGORIZADO: NO


RECIBI CONFORME

DESPACHADO POR _____



EQUIPROIN JACOME PAEZ CIA. LTDA.

R.U.C. 1790806952001

Santa Maria E4-114 y 9 de Octubre
 Telfs./Fax: 250 4848 - 255 9063
 Ipze@equiproin.com.ec
 QUITO - ECUADOR

FACTURA 3 001-001 **000015695**

15695

AUT. S.R.L. 1114463602

Nombre:	RUQUILLO PULUPA BYRON SANTIAGO	Fecha:	11 NOVIEMBRE 2014
Dirección:	Llata Grande Calle Calisto MUZO 547	Forma de Pago:	CONTADO
Teléfono:	2020-142	RUC/Cl:	1718831018
Atención:		Vendedor:	OPICIRA

Código	DETALLE	Cant.	P. Unitario	Dto %	PARCIAL
4001	VENTILADOR CENTRIFUGO DAYTON MOD 1TD13 220 VOLT 885 CFM	1.00	243.17	- 0.00 %	243.17
R0024	Resistencia Secabore 278096	3.00	38.38	- 0.00 %	115.14

CANCELADO

ENTREGADO - BODEGA

NOTA: PASADO LOS 5 DIAS DE EMISION DE LA FACTURA NO SE ACEPTARAN RETENCIONES


 Fecha: 11-11-2014

SON:	TRESCIENTOS OCHENTA Y NUEVE 27/300	Suma:	358.31
		Desc. Pago Contado:	-10.75
		Subtotal \$	347.56
		IVA 12 %	41.71
		TOTAL \$	389.27


 Firma CLIENTE

CPIN PERALES PORTA MAGALESA - Tg. IMPRESIONES Tel. 259980 / 259240 - AUT. 5235 - R.U.C. 1707521751005 - 30 MARZO 2014 Del 19.001 al 19.990
 VALIDO HASTA 10 MARZO DE 2015 ORIGINAL: CLIENTE / COPIA AMARILLA: EMISOR / COPIA VERDE: SIN VALOR TRIBUTARIO



ÑATO SUNTAXI EDITH KARINA
RUC. 1716190697001

FACTURA

S 002 - 001

000000435

Dirección: Rumiloma - Quitus s/n y Chasqui
Telf. 2335 399

AUTORIZACION # 1115705389

IMPRESO EL 08 / 10 / 2014

Fecha: 13/11/2014
 Cliente: SR. Pável Humiyungui
 Dirección: San Pedro de Ferrocarril
 R.U.C. o C.I.: 1723408355 Teléfono / Fax:

CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Tubo conducto 1/4 x 1.5m		12,10
1	Pintura spray aluminio		2,80
4	Pernos hexagonal 1/4 x 3/4		0,20
4	Arandelas planas 1/4		0,20
4	o. Presión 1/4		0,15
CENTRO FERRETERO RUMILOMA <small>Dirección: Quitus y Chasqui - Telf. 2335 399 RUMILOMA 5421128</small>			

ADQUIRENTE ORIGINAL EMISOR COPIA	SUB-TOTAL	13,79
 Firma Autorizada	DESCUENTO	
	IVA 12 %	1,66
	IVA 0 %	
 Recibi Conforme	TOTAL FACTURA	15,45

LUIS MANUEL RECALDE ALULEMA RUC: 1712974558801 AUT: 1794 TELP: 2335 425 IMPRESO DESDE EL 08/10/2014 AL 000000
VALIDO HASTA EL 08 / 10 / 2015



SUNTAXI CRUZ MARIA CLORINDA
" OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD "
RUC. 1704636925001

FACTURA

S 001 - 001

000003808

Dirección: Rumiloma - Quitus s/n y Chasqui
Telf. 2335 399

AUTORIZACION # 1116705394

IMPRESO EL 08 / 10 / 2014

Fecha: 17/11/2014
 Cliente: Sr. Byron Sanguillo
 Dirección: Calderon - Flaco grande
 R.U.C. o C.I.: 1718331018 Teléfono / Fax: 2820142

CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Gal. Trisisera local		6,
4/4	Puertas cuadradas gris		27,20
1/4	Escaudo gris mate		4,
1/4	Desoxidante		2,80
10	Tornillos 10x1/2		0,40
CENTRO FERRETERO RUMILOMA			

ADQUIRENTE ORIGINAL
EMISOR COMPA.

[Firma Autorizada]
Firma Autorizada

[Firma Recibida]
Recibi Conforme

SUB-TOTAL	36,07
DESCUENTO	
IVA 12 %	4,33
IVA 0 %	
TOTAL FACTURA	40,40

LUIS MANUEL RECALDE ALULEMA RUC. 1712074888001 AUT. 1794 TELF. 2335 425 IMPRESO DESDE EL 0003801 AL 0003801
VALIDO HASTA EL 08 / 10 / 2015

 * PARA INFORMACION Y CONSULTAS *
 * POR FAVOR LLAME AL 1700-130-130 *
 * Lunes a Sabado de 9:00 a 18:00 *

 www.kywi.com *****

AUTODIAGNOSTICO
 AUTORIZACION S.A.I. 1134150369
 DEL 16/08/2014
 Valido hasta el 16/08/2015
 COMERCIAL KYWI S.A.
 RUC 1770041010001
 CONTINGENTE ESPECIAL-REGUL. DRI 3240

Raetrix i Wv. 10 DE AGOSTO 2014-15 Y LINEA
 CONDENS
 Telf: 0229877908 QUITO

AGENCIA DE (SAW RAFAEL)
 Bucurval 14W. DOMINGANUT 211 Y SEPTIMA
 TRANSVERSAL
 Telf: 0229644908 0229644909 QUITO

ORIGINAL ADHIERENTE
 F A C T U R A 008-003-000030177 2-2014

Dr(x). BYRON GONZALEZ
 Cliente: 008835-000000
 RUC : 0710331010
 Direc : CALLEJON - LLANO GRANDE
 Telf. : 002020142 QUITO

Fecha de Emision : 17/NOVIEMBRE 12:16:59
 Venta: MONTAS ALNACER

0043956919671			
SERVICIO 1* MONTA PU.FU.B.L			
30225A	7,839266	4	31,34
SUBTOTAL			31,34
DESCUENTO Tarifa 123			0,00
DESCUENTO Tarifa 02			0,00
TOTAL SIN IVA			31,34
Vta.Tarifa 123			31,36
Vta.Tarifa 02			0,00
Total Vta.Meta			31,36
+ IVA Tar. 123			3,76
+ IVA Tar. 02			0,00
TOTAL a PAGAR			35,12

Forma de Pago:
 EFECTIVO 35,12

FINES CLIENTE

 * PARA INFORMACION Y CONSULTAS *
 * POR FAVOR LLAME AL 1700-222-122 *
 * Llame a México en 0111 x 1700 *
 ***** www.ford.com *****

ADITIVACIONES
 AUTORIZACION S.P.T. 119415564
 DEL 16/08/2014
 Valida hasta el 16/08/2015
 COMERCIAL SYRI S.A.
 RUC 17004110001
 CONTRIBUYENTE ESPECIAL-REDA. DEL TERC
 Ref: 22 x APL 13 DE AGOSTO 2014-22 Y LIND
 CODIGO
 Fecha DEPOSITO: NUNO

AGENCIA 17 (DANDOLMI)

General GENERAL ERIBERT S/A x SANTA
 DE EMERIKZ
 Tel: 0111-2047 0111-2047 DANDOLMI

GRUPO AGENTERIA

F A C T U R A 011-011-00000000 5-120

Direc: SYRI DANDOLMI
 Cliente: SYRI DANDOLMI
 Ruc: 17004110001
 Direc: CALTECOM
 Telef: 20000142 DANDOLMI

Fecha de Emision: 16/08/2014 10:21:07
 Venta VENTA ALMACEN

DESCRIPCION

WINDRA EXPRESSION BLANCA 108" x 17"			
DESCRIP	1,000000	1	1,47
000000000000			
TERACERA 6000 x 17000 10000-1200			
DESCRIP	1,000000	1	1,00

IMPORTE	2,47
IMPORTE Tarifa IES	0,75
IMPORTE Tarifa IV	0,00
TOTAL SIN IVA	3,22

Iva Tarifa IES	1,15
Iva Tarifa IV	0,00
Total Iva/Ivta	1,15
+ IVA Tar. IES	0,00
+ IVA Tar. OC	0,00
TOTAL A PAGAR	3,37

Forma de Pago:
 EFECTIVO 3,37

HRV

REPARACION - ELECTRICIDAD
DISEÑO - MONTAJE - REPARACION - MANTENIMIENTO
SISTEMAS DE REFRIGERACION INDUSTRIAL Y COMERCIAL

ROJAS VEGA HOMERO MANUEL
PERSONA NATURAL DELEGADO
A LLEVAR CONTABILIDAD

MATRIZ: San Rafael, Av. General Berrueta 2429 (1) Chile
Tel: 2925 034 - 2925 150 - Cel: 09 94 517 500
E-mail: hrv@hrvchil.cl - Web: www.hrv.cl

FACTURA

8001-001-00 0028199

Aut. S.R.L.: 1115900106
RUC: 1710583530001

CLIENTE: BUSTILLO FILIPE DIVON SANTIAGO

DIRECCION: CALBERDI - LIAND BRANDE

TELEFONOS: 2829-142

FECHA DE EMISION: 19 de Noviembre 2014

FORMA DE PAGO: Contado

R.U.C.I.A.: 1718331918

CIUDAD: Saito

VENDEDOR: HRV

F.VENCTO: 19 de Noviembre 2014

CODIGO	NOMBRE	CANTD.	PRECIO	TOTAL
EMP0001	EMPALME ESCAIA Y PISTONES	3,00	1,200	3,600
CIM00036	CINTA PLASTIFICADA 30X15	1,00	4,000	4,000
EMP0004	INAR P' EMPALME ESCAIA	1,50	1,200	1,800

ENTREGADO

Se Cliente, verifique su compra.
Salga de la mercadería del Almacén
no se aceptan devoluciones ni
reclamaciones posteriores.
GRACIAS POR SU COMPRA

SUBTOTAL: 14,40
DESCUENTO: 0,00
TOTAL TARIFA 0%: 0,00
TOTAL TARIFA 12%: 1,73
TOTAL L.V.A.: 1,73
TOTAL: 16,13

GIRAR CHEQUE CRUZADO A NOMBRE DE HOMERO ROJAS

Debido a que el cliente no tiene un banco, se le recomienda que se pague en efectivo en el momento de la compra, o bien, que se pague en un banco que acepte cheques a la orden de Homero Rojas, para lo cual se debe ir a un banco que acepte cheques a la orden de Homero Rojas, para lo cual se debe ir a un banco que acepte cheques a la orden de Homero Rojas.

FECHA DE AUTORIZACION: 27/10/2014
FECHA DE CADUCIDAD: 27/10/2015
DOCUMENTO CATEGORIZADO: NO

[Firma]
RECIBI CONFORME

DESPACHADO POR



KAROL ANABELA MONTALVO VELASTEGUI
ELECTROMECAÁNICA ECUADOR
 Contribuyente o persona natural obligada a llevar contabilidad
 VENTA DE MATERIAL ELÉCTRICO
 ☆COMERCIAL☆RESIDENCIAL☆INDUSTRIAL

MATRIZ: AV. GENERAL ENRIQUÉZ 3370 Y
 SEPTIMA TRANSVERSAL - RUMIÑAHUI
 TELEFAX: 2864815 TELEFONO: 2863169

12645 R.U.C.: 171215598300
 AUTORIZACIÓN SRI No.
1114732208

Valido para su emisión hasta 22/ABRIL/2015

SEÑOR (ES): BYRON BUQUILLO 10000
 DIRECCIÓN: CALDERON
 R.U.C./C.I.: 1718331019 TELÉFONO: 2820 142
 CIUDAD: QUITO

FACTURA No. 001-001-00012645C

Web: www.emevall.net
 E-mail: electromecanicaecuador@hotmail.com

FECHA FACTURA	FECHA VENCIMIENTO	FORMA DE PAGO	CÓDIGO VENDEDOR	NOTA DE PEDIDO N	REVISADO POR
19/NOVIEMBRE/2014	19/NOVIEMBRE/2014	CANTADO	100		

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	%DESC	PRECIO TOTAL	
032047	CABLE TEMP-200G #10	10.0	4.5540	10	45.54	
103015	MANGUERA BX METAL 1/2"	4.0	1.2500	10	5.00	
058014	CONECTOR BX MET 1/2"	4.0	0.5350	10	2.14	
032011	CABLE FLEXIBLE # 10	4.0	1.0100	10	4.04	
147001	RIEL DIN 1 M	1.0	2.5000	10	2.50	
083026	FUSIBLE 10 ³ 38 32A	2.0	1.5650	10	3.13	
017011	BASE FUSIBLE 10X38/C9C	2.0	2.2300	10	4.46	
028162	BREAKER K32 2P-32A R/DIN	1.0	12.5400	10	12.54	
024013	BORNERA P/RIEL 10MM LEGRAND	6.0	2.4383	10	14.63	
191001	TOPE P/BORNERA	4.0	0.3125	10	1.25	
109003	MICRO SW PEQ RODILLO P/LARGO	1.0	1.3400	10	1.34	
032065	CABLE CONCENTRICO 3 ^o 10	4.0	3.7150	10	14.86	
					DESCUENTO	11.10
					SUBTOTAL	100.30
					IVA	12.00
					OTROS	
					TOTAL	112.30

DEBÓ Y PAGARÉ A DÍAS FIJOS A LA ORDEN DE KAROL ANABELA MONTALVO V. EL VALOR TOTAL DE ESTA FACTURA INCONDICIONALMENTE EN EL LUGAR QUE SE ME RECONVENGA. RENUNCIO A FUERO Y DOMICILIO EN CASO DE MORA PAGARE EL MÁXIMO DE INTERES CONVENCIONAL A PARTIR DEL VENCIMIENTO DE LA FACTURA ASI COMO TAMBIEN PAGARE LOS GASTOS Y HONORARIOS PROFESIONALES QUE OCASIONARE EL COBRO DE ESA OBLIGACION SIENDO SUFICIENTE PRUEBA PARA ESTABLECER EL MONTO DE TALES GASTOS LA SOLA ASEVERACION DE LA ACREEDORA SIN PROTESTO.

SALIDA LA MERCADERIA NO SE ACEPTAN CAMBIOS POSTERIORES

 RECIBI CONFORME
 C.I. 11823106

SUBTOTAL	100.30
IVA	12.00
OTROS	
TOTAL	112.30

- CLIENTE -

HRV

REGISTRACION - ELECTRICIDAD
DISEÑO - MONTAJE - REPARACION - MANTENIMIENTO
SERVICIOS DE REGISTRO INDUSTRIAL Y COMERCIAL

CLIENTE: SODULLO PILUPA ENKON SARTIARO
DIRECCION: CALERON - LLANO GRANDE
TELEFONOS: 2022-142
FECHA DE EMISION: 17 de Noviembre 2014
FORMA DE PAGO: Contado

ROJAS VEGA HOMERO MANUEL
PERSONA NATURAL OBLIGADO
A LLEVAR CONTABILIDAD

MATRI: San Rafael, Av. General Enriquez 2431 y Calle
Tel: 2060 664 - 2050160 - Cel: 0934 517 002
E-mail: hrm@hrv.com.ec - Web: www/hrv.ec

FACTURA
900100100 0028210
Aut. SR.L: 1115800106

R.U.C./C.I.: 171811011 RUC 1710593533001
CIUDAD: Guayaquil
VENDEDOR: HRV
F.VENCTO: 19 de Noviembre 2014

CODIGO	NOMBRE	CANTD.	PRECIO	TOTAL
CEL00012	CONTROL ELEC. DSNEA T0F100 C/5000 110V/220	1,00	41,400	35,400

HRV - Almacén - 1106, 2014 Calle 2333, Guayaquil - Ecuador - Tel: 2060 664 - 2050160 - Cel: 0934 517 002



HRV - Almacén - 1106
CANCELADO

ENTREGADO
Se Cliente verifique su compra
Salida la mercadería del Almacén
no se admiten reclamos ni
devoluciones posteriores.
GRACIAS POR SU COMPRA

SUBTOTAL:	41,40
DESCUENTO:	6,2500000000
TOTAL TARIFA 0%:	0,00
TOTAL TARIFA 12%:	35,400
TOTAL I.V.A:	4,25
TOTAL:	39,65

GIRAR CHEQUE CRUZADO A NOMBRE DE HOMERO ROJAS

Dado y Pegado incondicionalmente a la orden de Rojas Vega Homero Manuel en el lugar que se me reconozca, el valor total expresado en este documento, más el mínimo interés legal por mora establecido por la Junta Monetaria, Financiera, Cambiaria y de Seguros de la ciudad de Guayaquil y al trámite respectivo o verbal sujeción a elección del beneficiario o sus sucesores.

RECIBI CONFORME

DESPECHADO POR

FECHA DE AUTORIZACION: 27/10/2014
FECHA DE CADUCIDAD: 27/10/2014
DOCUMENTO CATEGORIZADO: NO

CALCULO DEL IVA: LARGO PERIODO / NO AUTORIZACION DEL IVA: OTRO PERIODO / IVA: 2015 / DEL: 2010 - 2014

 PARA INFORMACION Y CONSULTA *
 POR FAVOR LLAMAR AL 1700-100-100 *
 Lunes a Sabado de 9:00 a 18:00 *

AUTOPREGONES
 AUTORIZACION S.R.L. 1114108149
 DEL 16/ENE/2018
 Valido hasta el 16/ENE/2018
 COMERCIAL RYMI S.A.
 CUIT 177004122001
 CONTINUIDAD ESPECIAL - REG. DEL SAAR

Rafael y Av. 10 de AGOSTO 404-07 y 0105
 CORRIENTES
 Telf: 022477000 QUITO

AGENCIA DE SAN RAFAEL
 Sucursal 240. RIVEROY 213 Y DEFENSA
 TRUJILLO
 Telf: 02264900 02264900 QUITO

OTROVA. AGUINORTE
 FACTORA 100-002-00010001 1-800

Dirig. STANLEY
 Cliente 89595-00000
 Rut : 1718331018
 Direc : CALDERON - LLANO GRANDE
 Telf. : 00220142 QUITO

Fecha de Emision : 20/NOV/2017 11:40:29
 Venta: VENTAS ALMACEN

DESCRIPCIONES
 FICHAOTE S* 0434411000 STANLEY
 20957 1,523214 1 2,72

SUBTOTAL	2,72
DESCUENTO Tarifa 100	0,00
DESCUENTO Tarifa 00	0,00
TOTAL SIN IVA	2,72

Vta. Tarifa 100	2,72
Vta. Tarifa 00	0,00
Total Vta. Neto	2,72
+ IVA Tar. 100	0,33
+ IVA Tar. 00	0,00
TOTAL a PAGAR	3,05

Forma de Pago
 EFECTIVO 3,05

FIRMA CLIENTE _____



FACTURA
5003-001-
Nº 000086685

CONTRIBUYENTE ESPECIAL
 Resolución No. 826 del 22/12/2008

PRINCIPAL: Tulagui, Sector Humberto B2174 y Av. Hatocondi Km
 Teléfono: 0987-902900 - 2372710 - 2377900 - 2375950
 Del 0987-902900 • TUMBACO - ECUADOR

SUC. 1: Av. El Inca E1482 y de los Rápidos
 Teléfono: 0047680 - 2298917 - Teléfono: 2247680
 Del 0987-902910 • QUITO - ECUADOR

SUC. 2: Av. General Enríquez con Eje de la Plata
 Teléfono: 0988500 - 2993600 (Sector San Rafael)
 Del 0987-302800
 www.proviaceros.com.ec

Proveedora Wifuerde De Aceros Cía. Ltda.

R.U.C. 1792180147001

003-001-000086685

Nº AUT. SRI: 1115643438

Cliente: SUQUILLO BYRON

R.U.C./C.I.: 1719331018

Fecha: 20/11/2014

Nota de Entrega: Contado

Dirección: CALDERÓN - LLANO GRANDE

Teléfono: 2920142

Condiciones de pago: CONTADO

20/11/2014

Orden de Compra:

12.02.00

CANT.	DESCRIPCIÓN	P. UNITARIO	TOTAL
2.00	340207 PLANCH. AMARILLO Y BRILLO PLUDD 0.70 1.22x2.44	47.00	94.00
SON: NOVENTA Y CUATRO CON 75/100 DOLARES		SUBTOTAL USD 94.00 10.00% DESCUENTO 9.40 VALOR NETO 84.60 TARIFA 12% I.V.A. 10.15 TARIFA 0% I.V.A. 0.00 FLETE USD 0.00 TOTAL USD 94.75	
<small>IMPRESYARTE GRAFICO GRAFICOS C.A. ARTEGRAFICO, Autorización No. 2201, R.U.C. 1791879430001 Fecha Aut. 28 / septiembre / 2014 • Del 80001 al 99999 DRB/M/L: Adquiriente • COPA AMARILLA: Emisor • COPA CELESTE: Sin derecho a crédito tributario Fecha de Caducidad: 28 / septiembre / 2015</small>			

PUSUAY

PROVIACEROS CIA. LTDA.

[Firma]
 COMPRADOR



SUNTAXI CRUZ MARIA CLORINDA
" OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD "
RUC. 1704636925001

FACTURA

S 001-001

000003819

Dirección: Rumiloma - Quitus s/n y Chasqui
Telf. 2335 399

AUTORIZACION # 1115705394

IMPRESO EL 08 / 10 / 2014

Fecha: 21/11/2014
 Cliente: Sr. Byron Sequillo
 Dirección: Calderon
 R.U.C. ó C.I.: 1718331018 Teléfono / Fax: 2820142

CANTIDAD	CONCEPTO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Plancha galvanizada 0,70		21,60
2	Brosas 3/16		1,80
CENTRO FERRETERO RUMILOMA " OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD " RUC. 1704636925001			

ADQUIRENTE ORIGINAL
EMISOR COPIA

[Handwritten Signature]
Firma Autorizada

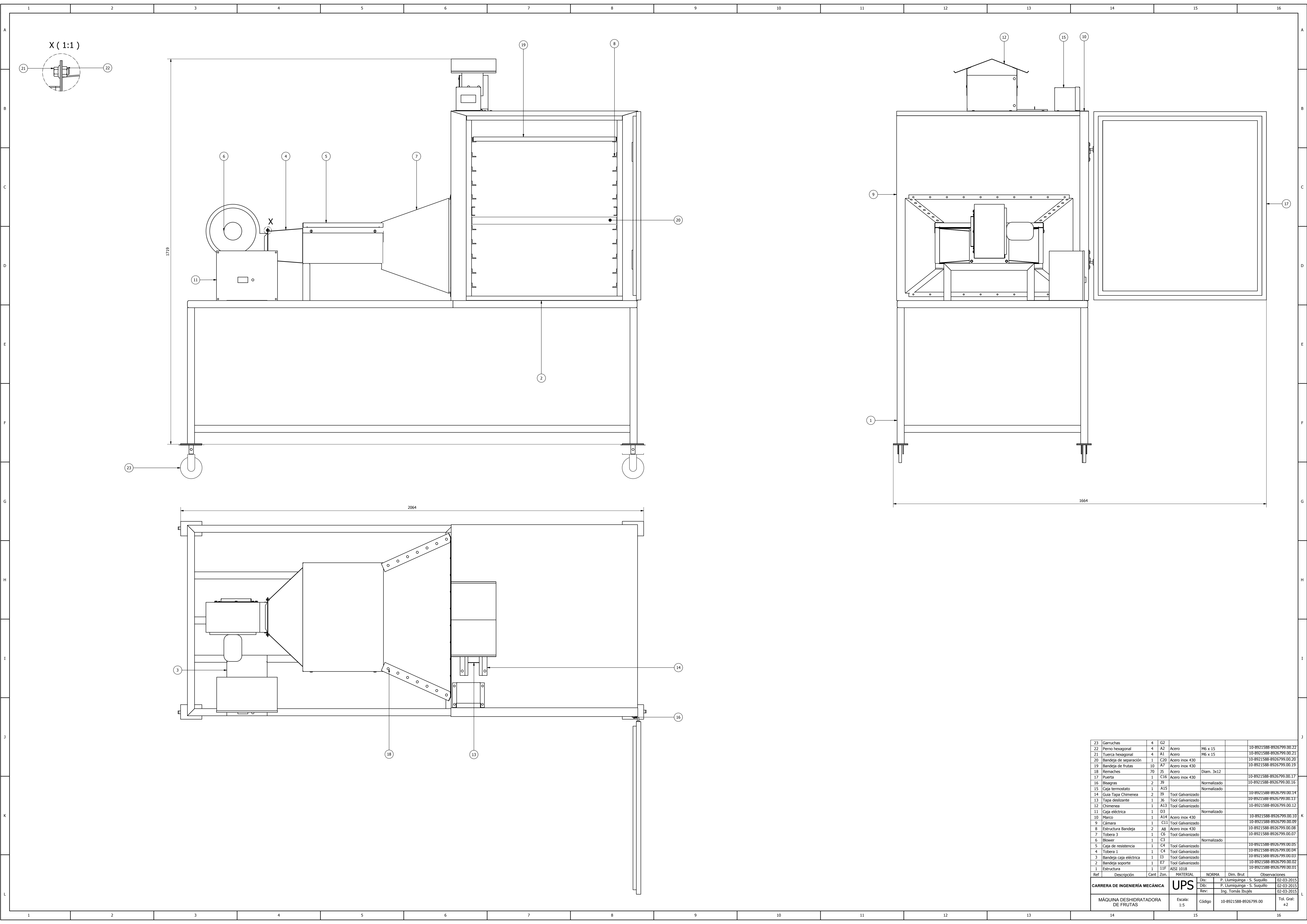
[Handwritten Signature]
Recibí Conforme

SUB-TOTAL	20,89
DESCUENTO	
IVA 12 %	2,51
IVA 0 %	
TOTAL FACTURA	23,40

LUIS MANUEL RECALDE ALLENDA RUC. 1710074898001 AUT. 1794 TELF. 2336 426 IMPRESO DESDE EL 00000001 AL 00000003
VALIDO HASTA EL 08 / 10 / 2015

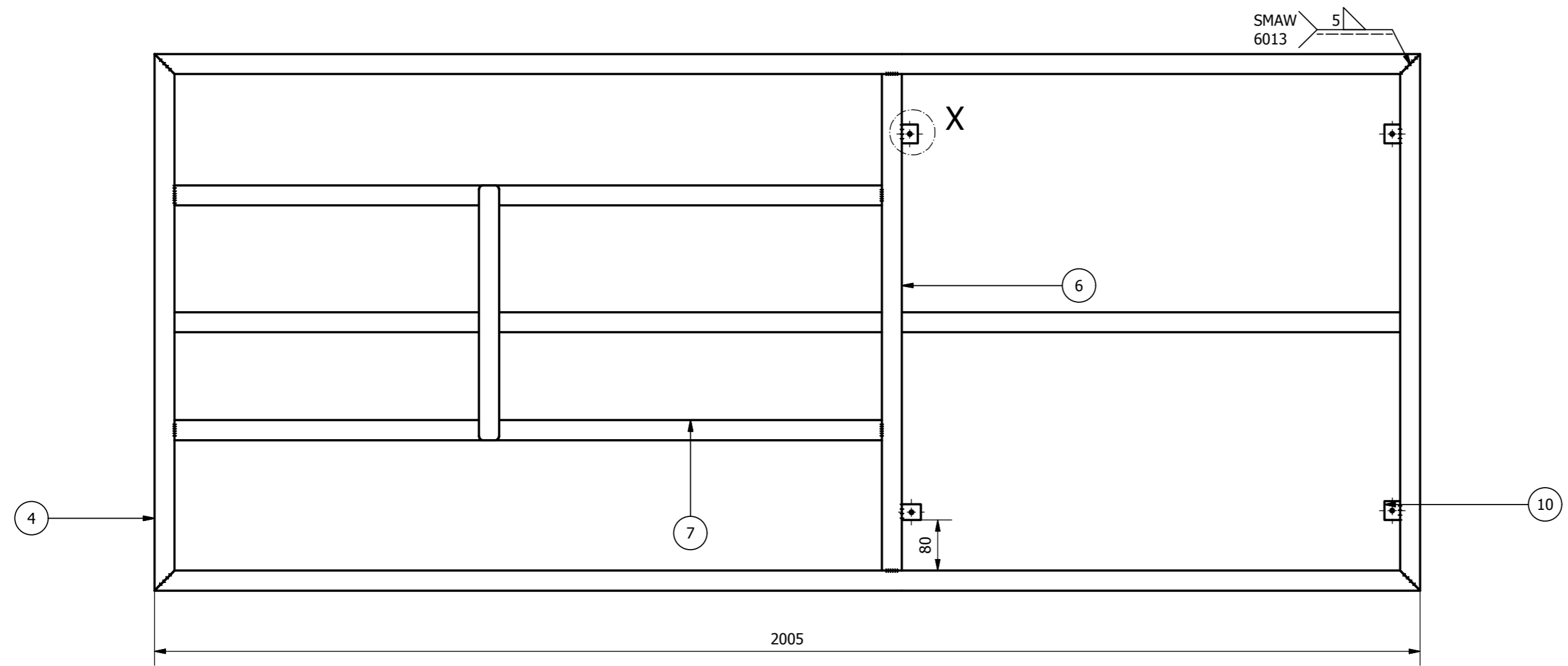
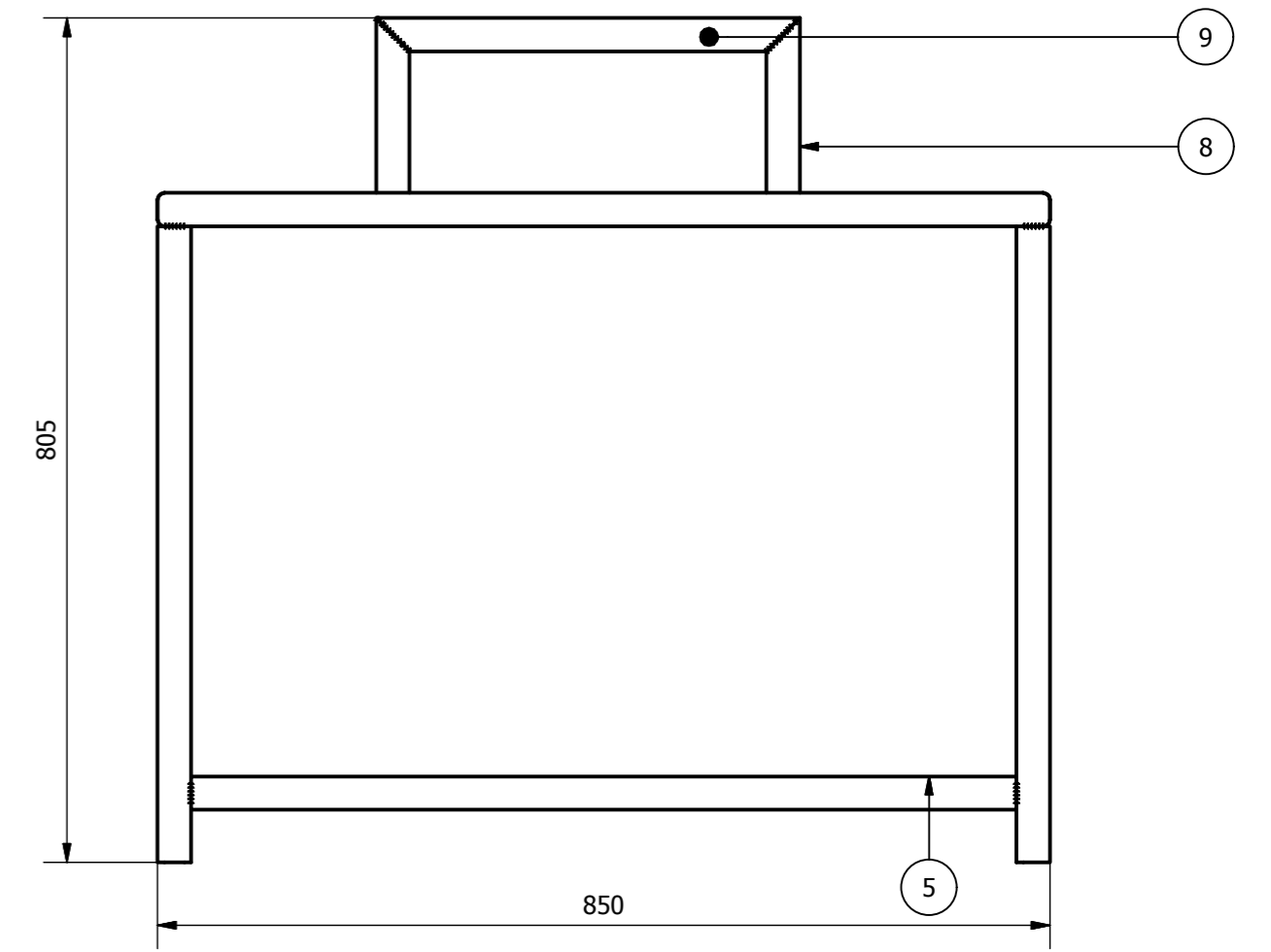
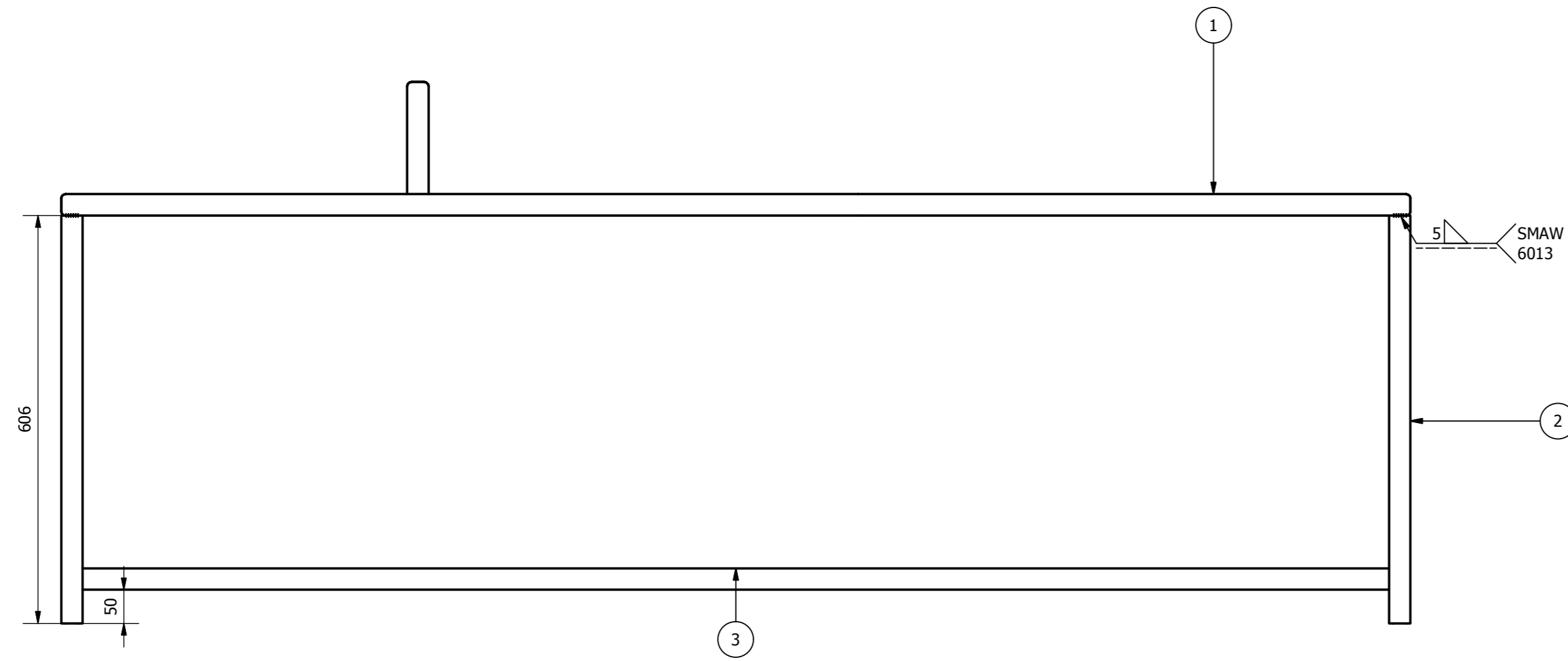
ANEXO 14

PLANOS

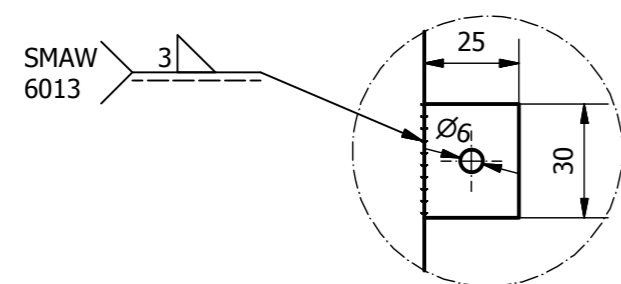


Ref.	Descripción	Cant.	Zon.	MATERIAL	NORMA	Dim. Brut	Observaciones
23	Garruchas	4		G2			
22	Perno hexagonal	4	A2	Acero	M6 x 15		10-8921588-8926799.00.22
21	Tuercos hexagonal	4	A1	Acero	M6 x 15		10-8921588-8926799.00.21
20	Bandeja de separación	1	C20	Acero inox 430			10-8921588-8926799.00.20
19	Bandeja de frutas	10	A7	Acero inox 430			10-8921588-8926799.00.19
18	Remaches	70	J5	Acero	Diam. 3x12		10-8921588-8926799.00.17
17	Puerta	1	C16	Acero inox 430			10-8921588-8926799.00.16
16	Boigas	2	J9		Normalizado		10-8921588-8926799.00.12
15	Caja termostato	1	A15		Normalizado		10-8921588-8926799.00.15
14	Guía Tapa Chimenea	2	J9	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.14
13	Tapa deslizable	1	J6	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.13
12	Chimenea	1	A13	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.12
11	Caja eléctrica	1	E3		Normalizado		10-8921588-8926799.00.10
10	Marco	1	A14	Acero inox 430			10-8921588-8926799.00.10
9	Cámara	1	C11	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.09
8	Estructura Bandeja	2	A8	Acero inox 430			10-8921588-8926799.00.08
7	Tobera 3	1	C6	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.07
6	Blower	1	C3		Normalizado		10-8921588-8926799.00.05
5	Caja de resistencia	1	C4	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.05
4	Tobera 1	1	C4	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.04
3	Bandeja caja eléctrica	1	I3	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.03
2	Bandeja soporte	1	E7	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.02
1	Estructura	1	I1F	AISI 1018			10-8921588-8926799.00.01

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
UPS
 Escala: 1:5
 Código: 10-8921588-8926799.00
 Tol. Gral: ±2

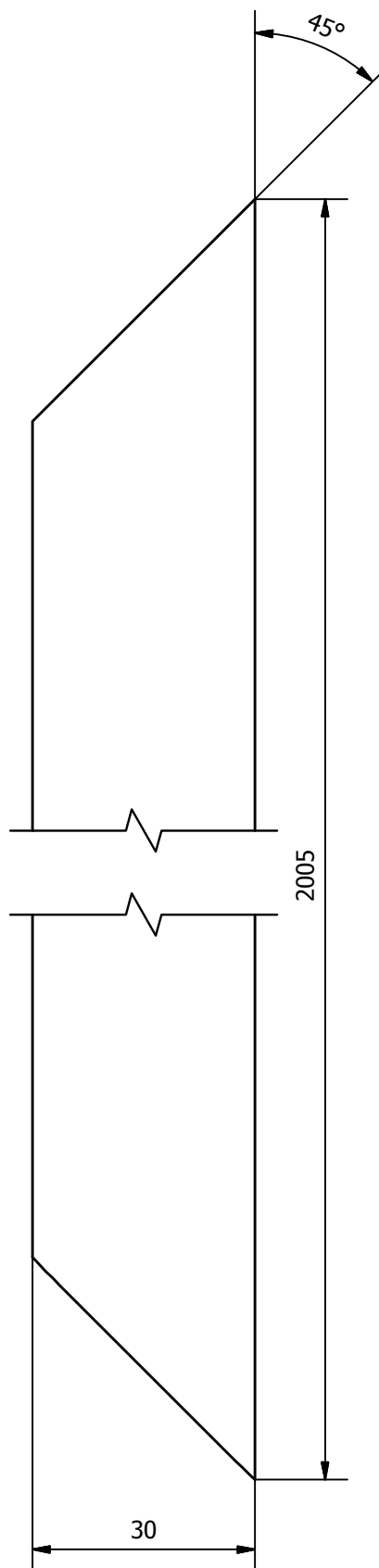


Detalle X (1:2,5)



10	Ceja	4	AISI 1018			
9	Base blower	1	AISI 1018		30x1,5x6000	10-8921588-8926799.00.01.09
8	Parantes	2	AISI 1018		30x1,5x6000	10-8921588-8926799.00.01.08
7	Laterales	3	AISI 1018		30x1,5x6000	10-8921588-8926799.00.01.07
6	Horizontales	1	AISI 1018		30x1,5x6000	10-8921588-8926799.00.01.06
5	Separadores	2	AISI 1018		30x1,5x6000	10-8921588-8926799.00.01.05
4	Travesaño	2	AISI 1018		30x1,5x6000	10-8921588-8926799.00.01.04
3	Largueros	1	AISI 1018		30x1,5x6000	10-8921588-8926799.00.01.03
2	Columna	4	AISI 1018		30x1,5x6000	10-8921588-8926799.00.01.02
1	Largueros	2	AISI 1018		30x1,5x6000	10-8921588-8926799.00.01.01
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim Brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
				Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
				Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
ESTRUCTURA			Escala:	1:5	Código	10-8921588-8926799.00.01
						Tol. Gral: ±1

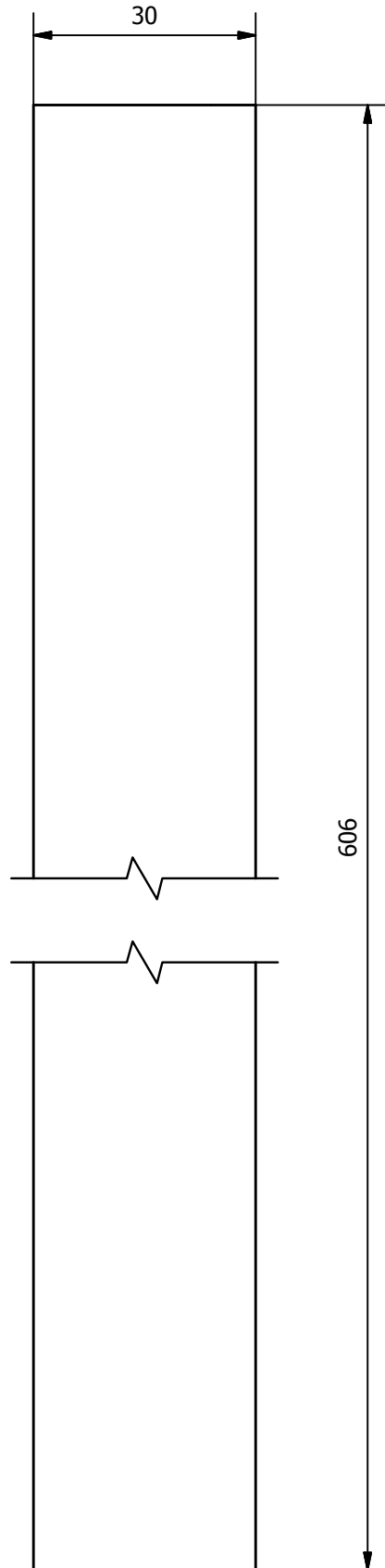
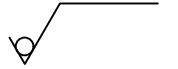
Pintado



Tubo □ 30x1.5

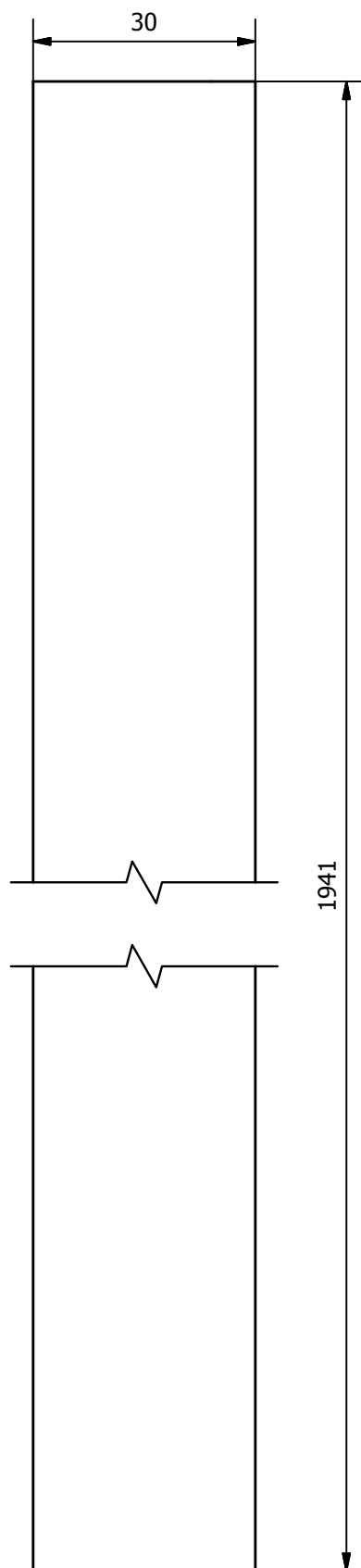
Trat. Térmico:	NA	Material:	AISI 1018	Dim. Brutas:	30x1,5x6000
Recubrimiento:	Pintado				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquina - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquina - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
LARGUEROS	Escala: 1:1	Código	10-8921588-8926799.00.01.01	Tol. Gral: ±1	

Pintado



Tubo □ 30x1.5

Trat. Térmico:	NA	Material: AISI 1018	Dim. Brutas:	
Recubrimiento:	Pintado		30x1,5x6000	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
COLUMNA	Escala: 1:1	Código	10-8921588-8926799.00.01.02	Tol. Gral: ±1

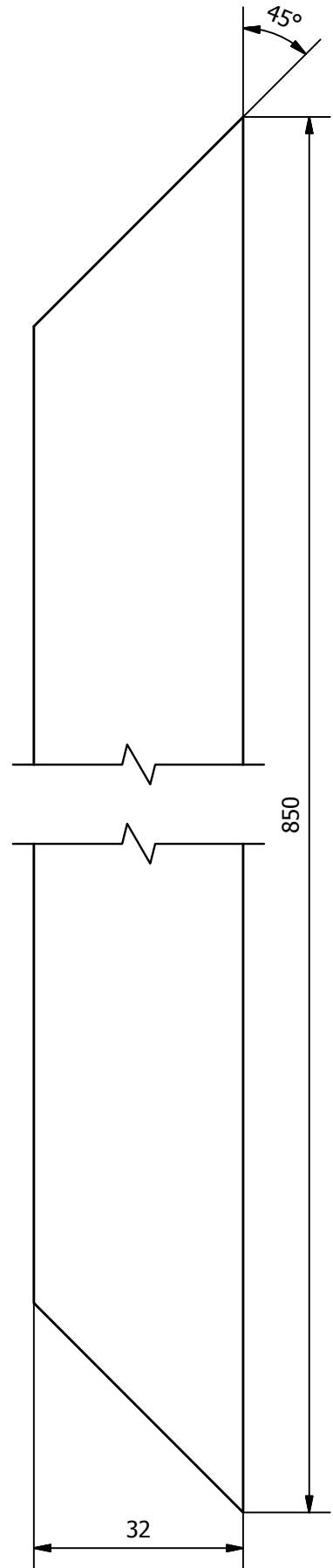


Pintado

Tubo □ 30x1.5

Trat. Térmico:	NA	Material:	AISI 1018		Dim. Brutas:	30x1,5x6000
Recubrimiento:	Pintado					
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo		02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo		02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés		02-03-2015	
LARGUEROS	Escala: 1:1	Código	10-8921588-8926799.00.01.03		Tol. Gral:	±1

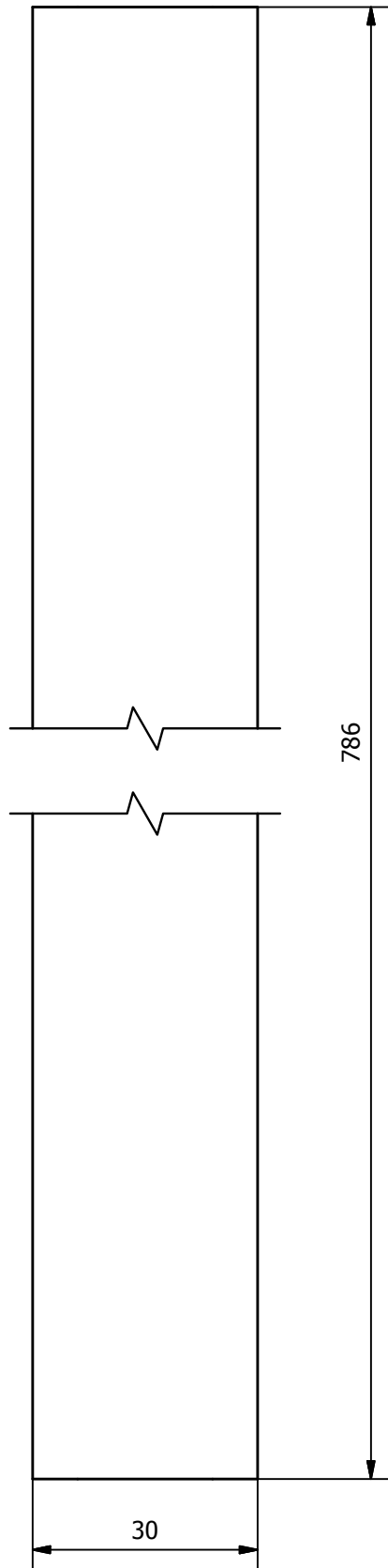
Pintado



Tubo □ 30x1.5

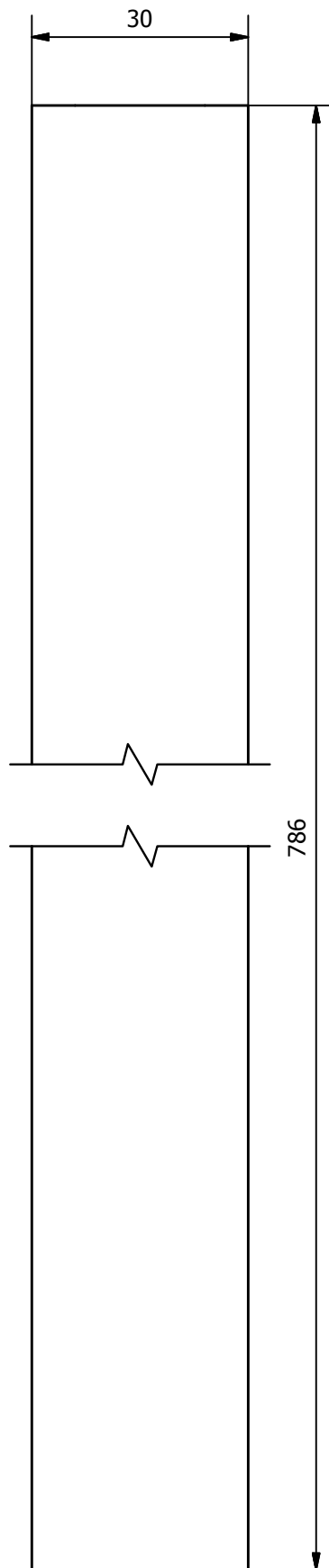
Trat. Térmico:	NA	Material: AISI 1018	Dim. Brutas: 30x1,5x6000	
Recubrimiento:	Pintado		Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
		Código	10-8921588-8926799.00.01.04	Tol. Gral: ±1
TRAVESAÑO	Escala: 1:1			


Pintado



Tubo □ 30x1,5

Trat. Térmico:	NA	Material: AISI 1018	Dim. Brutas: 30x1,5x6000	
Recubrimiento:	Pintado		Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
		Código	10-8921588-8926799.00.01.05	Tol. Gral: ±1
SEPARADOR	Escala: 1:1			

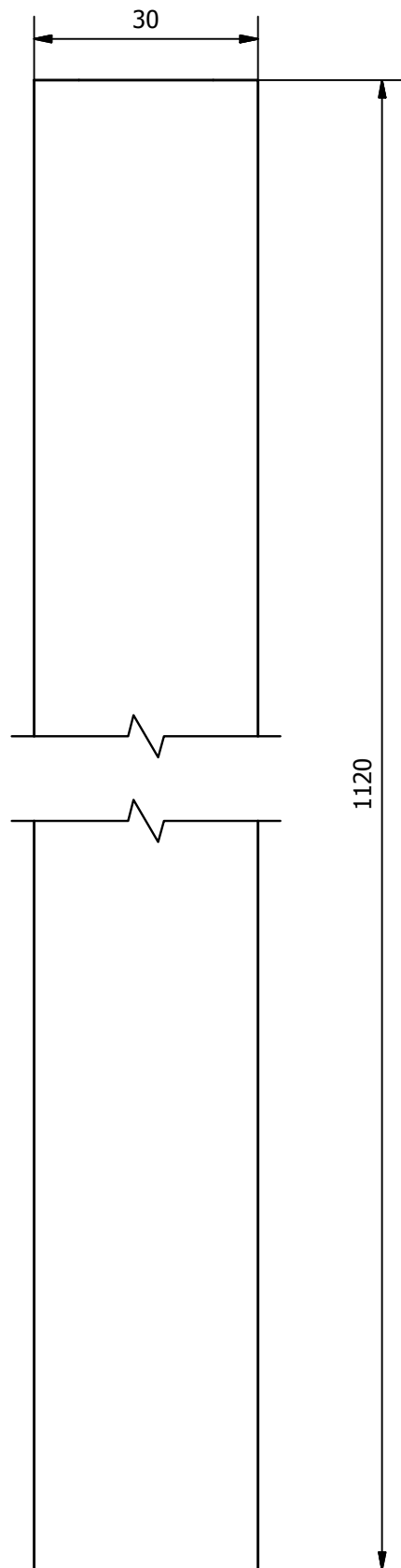



 Pintado

Tubo □ 30x1,5

Trat. Térmico:	NA	Material: AISI 1018	Dim. Brutas: 30x1,5x6000	
Recubrimiento:	Pintado		Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
		HORIZONTALES	Escala: 1:1	Código

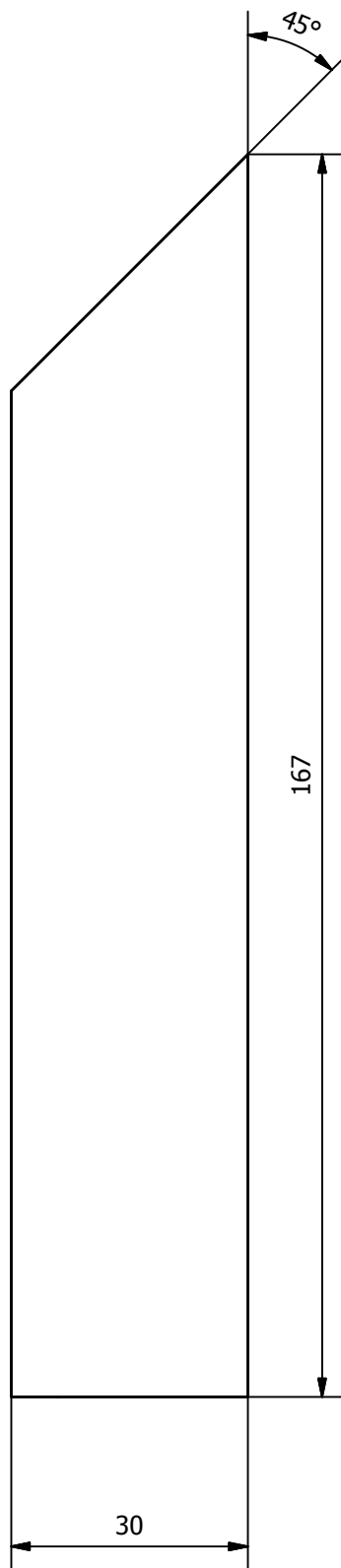
Pintado



Tubo □ 30x1,5

Trat. Térmico:	NA	Material: AISI 1018	Dim. Brutas:
Recubrimiento:	Pintado		30x1,5x6000
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés
LATERALES	Escala: 1:1	Código	10-8921588-8926799.00.01.07
			Tol. Gral: ±1

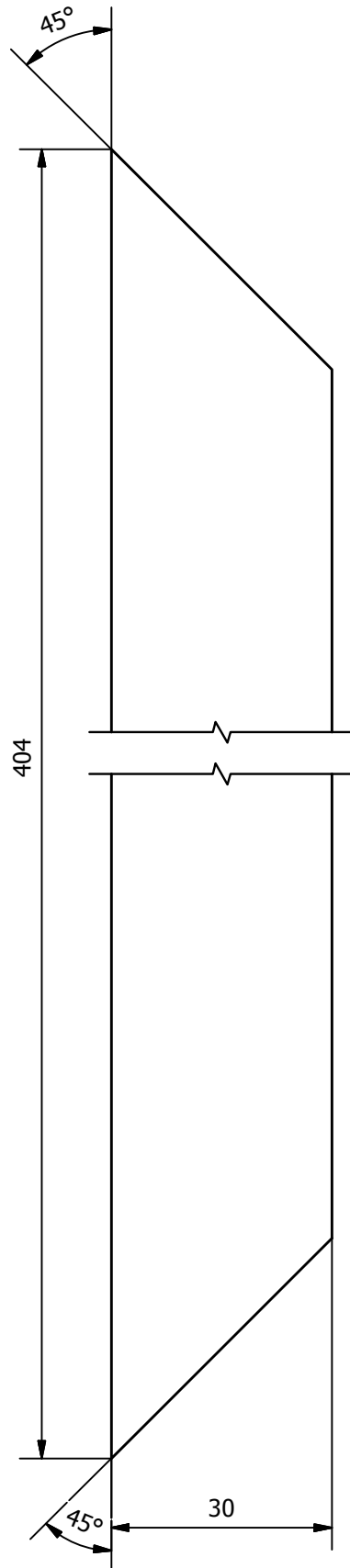
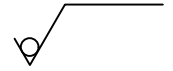
Pintado



Tubo □ 30x1,5

Trat. Térmico:	NA	Material: AISI 1018	Dim. Brutas:	
Recubrimiento:	Pintado		30x1,5x6000	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
PARANTES	Escala: 1:1	Código	10-8921588-8926799.00.01.08	Tol. Gral: ±1

Pintado

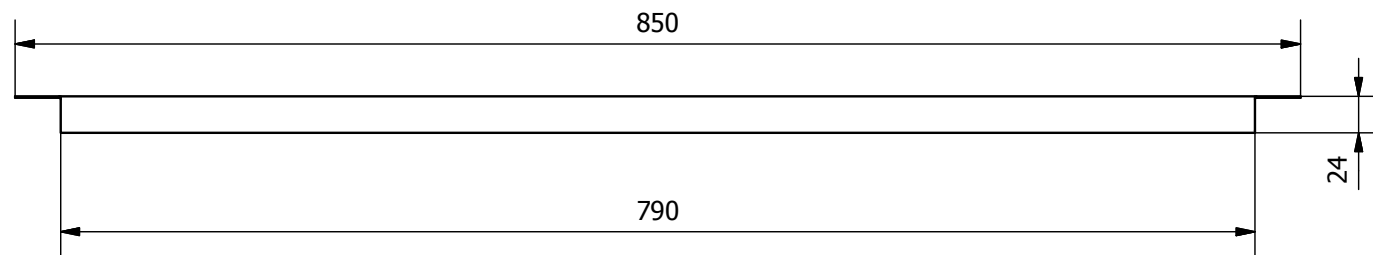
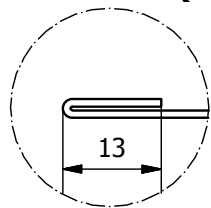


Tubo □ 30x1,5

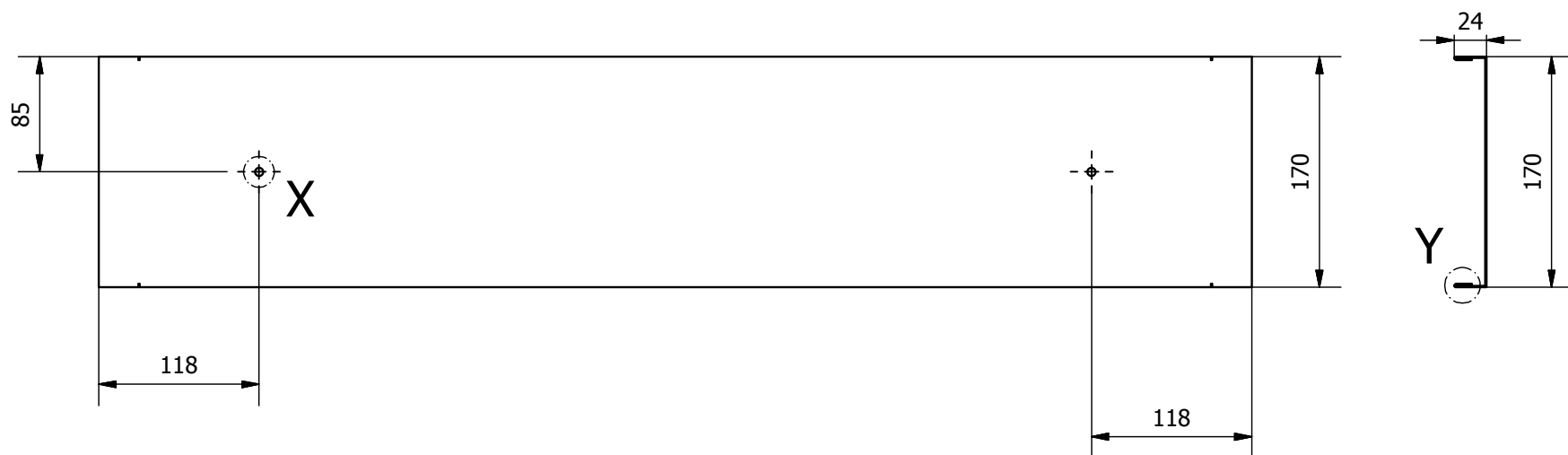
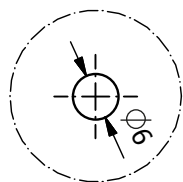
Trat. Térmico:	NA	Material: AISI 1018	Dim. Brutas: 30x1,5x6000	
Recubrimiento:	Pintado			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
BASE BLOWER	Escala: 1:1	Código	10-8921588-8926799.00.01.09	Tol. Gral: ±1



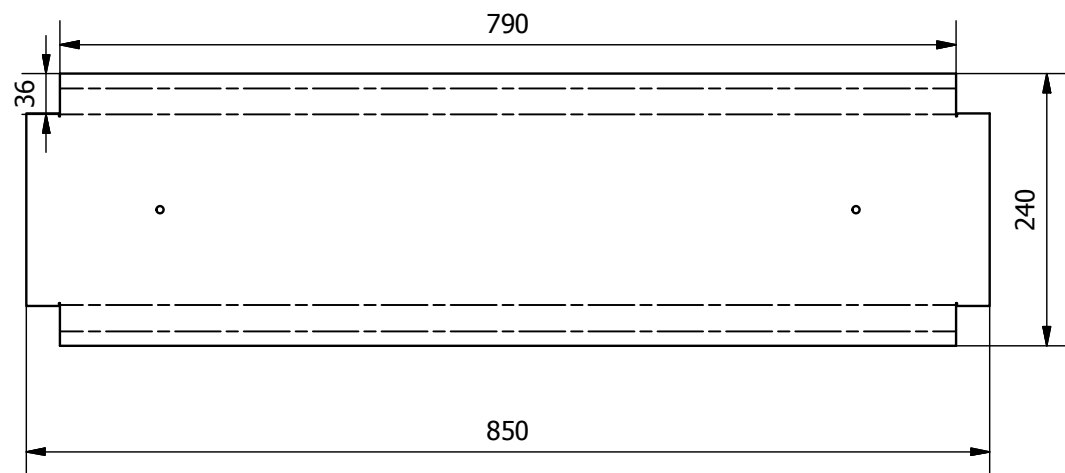
Detalle Y (1:1)



Detalle X (1:1)



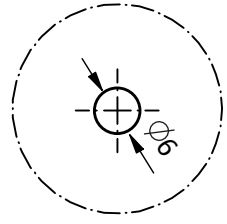
Desarrollo



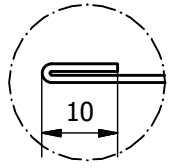
Nota: Radios 1 mm

Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1	Dim. Brutas:	1220x2440
Recubrimiento:	NA			Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
			Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
BANDEJA DE SOPORTE		Escala:	1:5	Código	10-8921588-8926799.00.02
				Tol. Gral:	±0,5

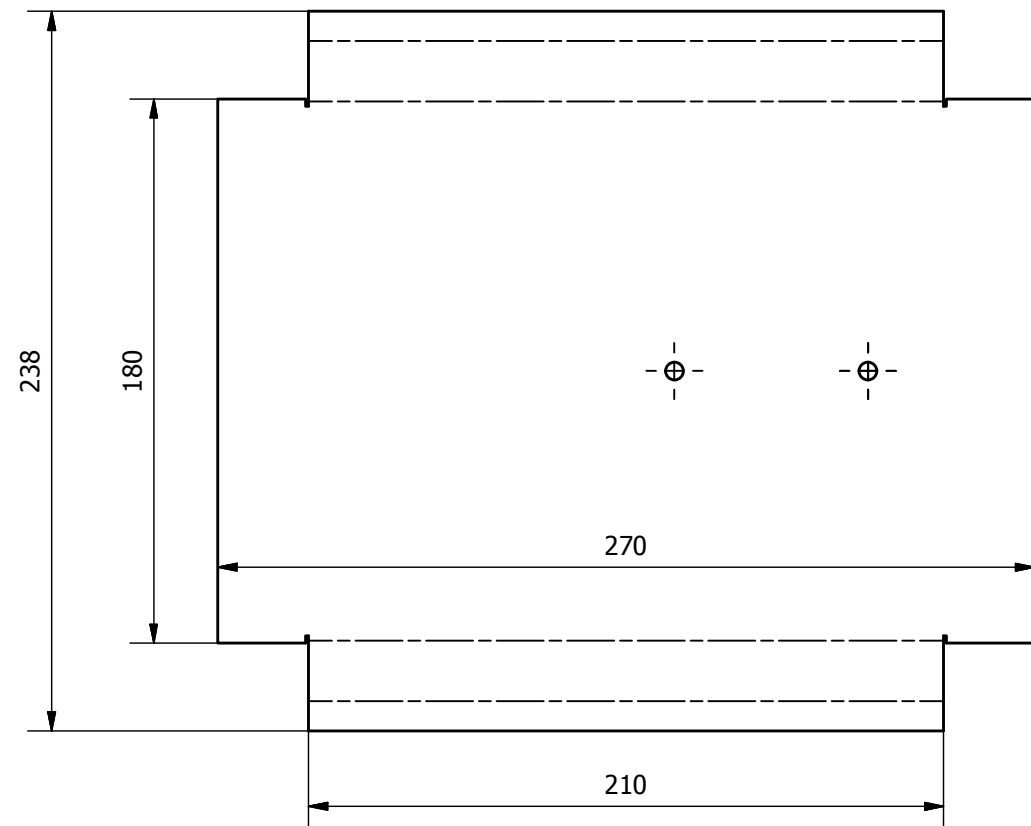
Detalle X (1:1)



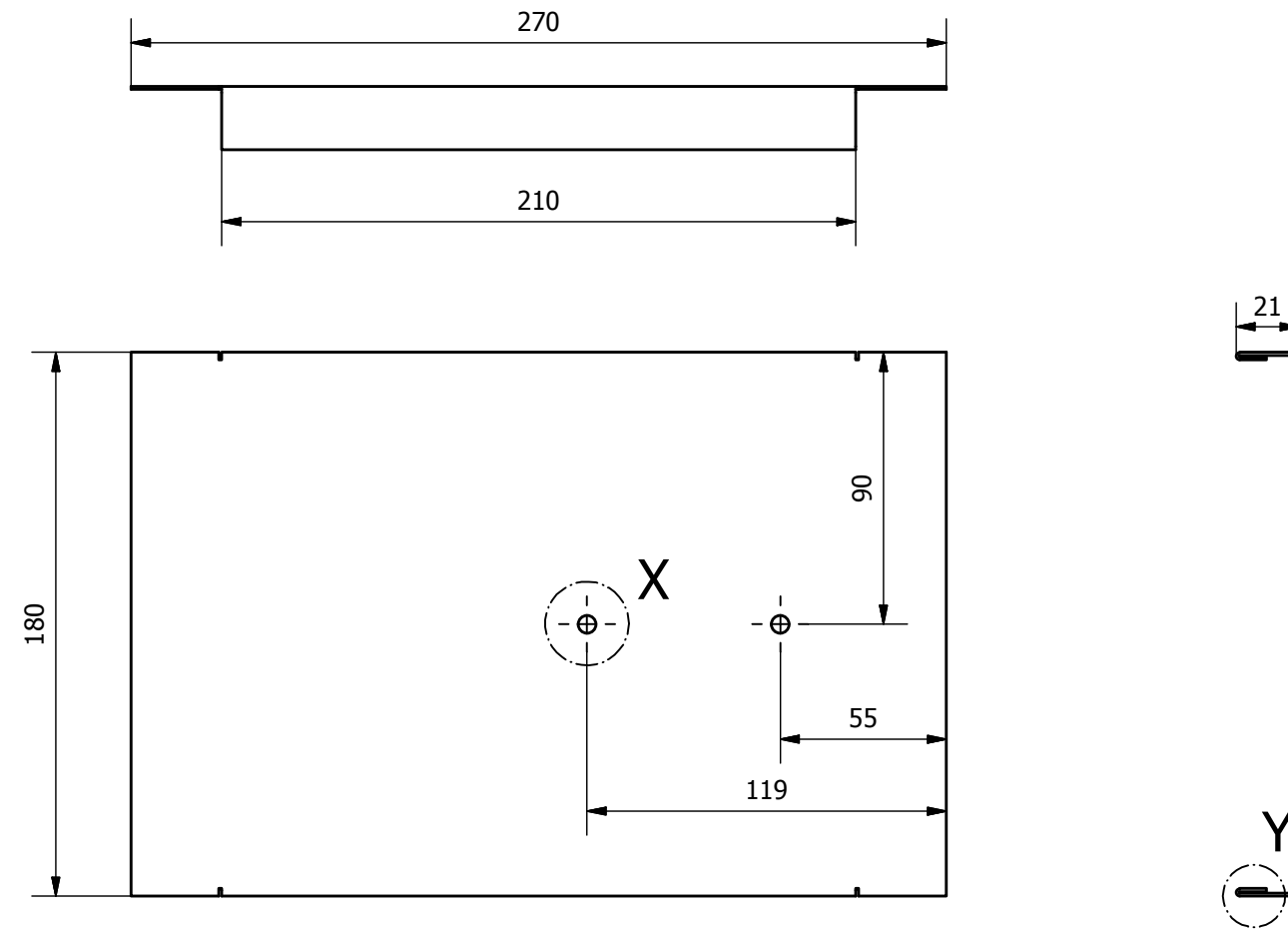
Detalle Y (1:1)



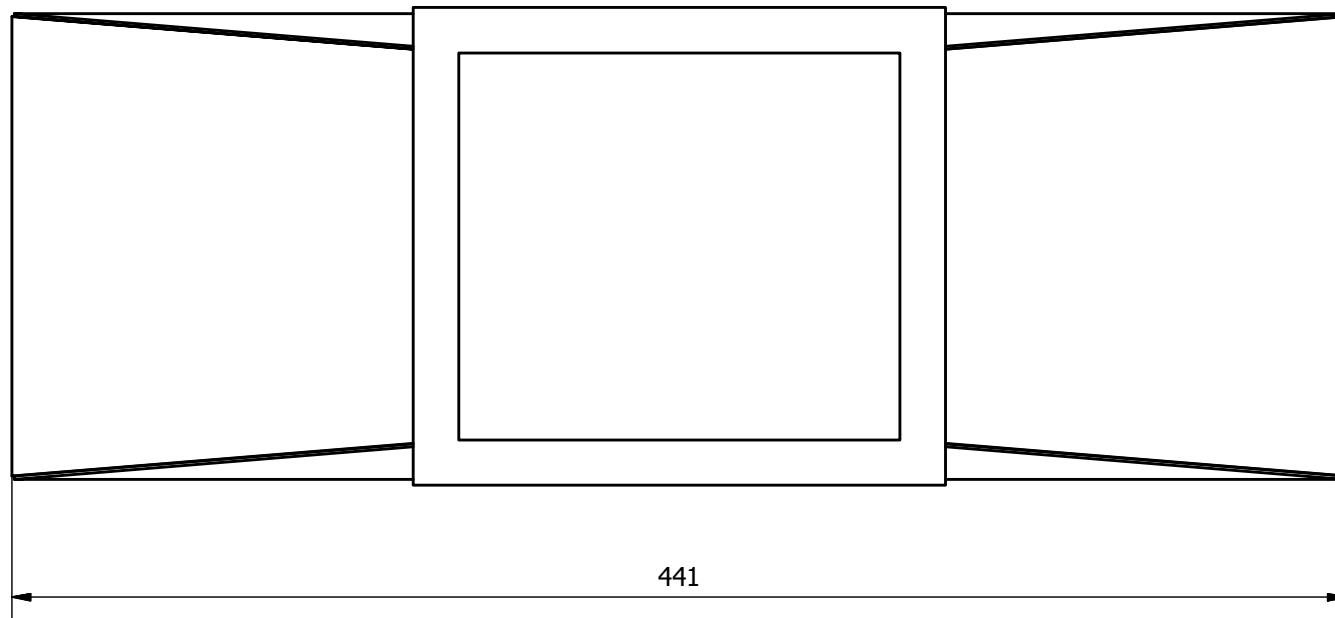
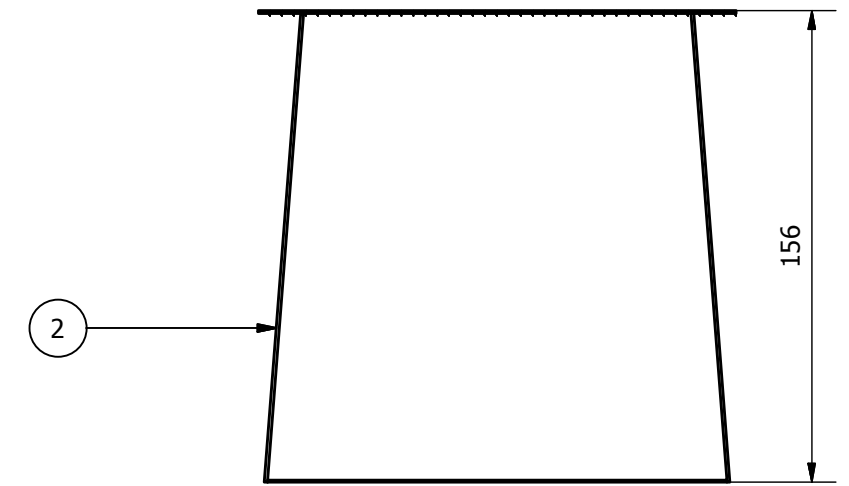
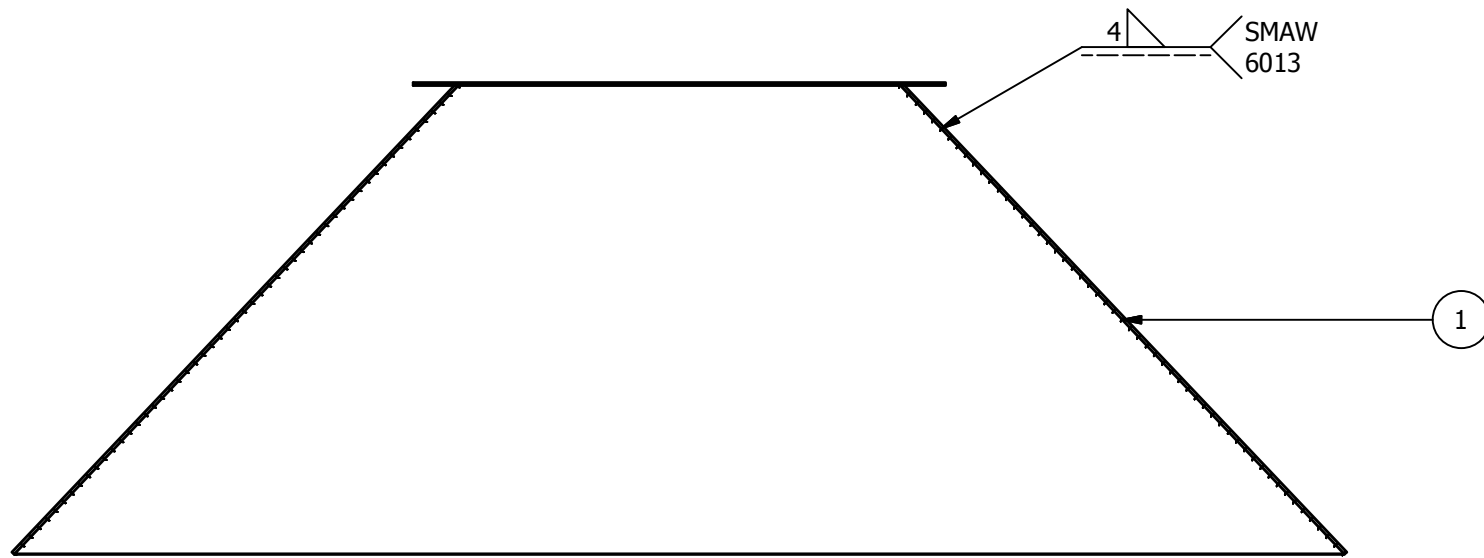
Desarrollo



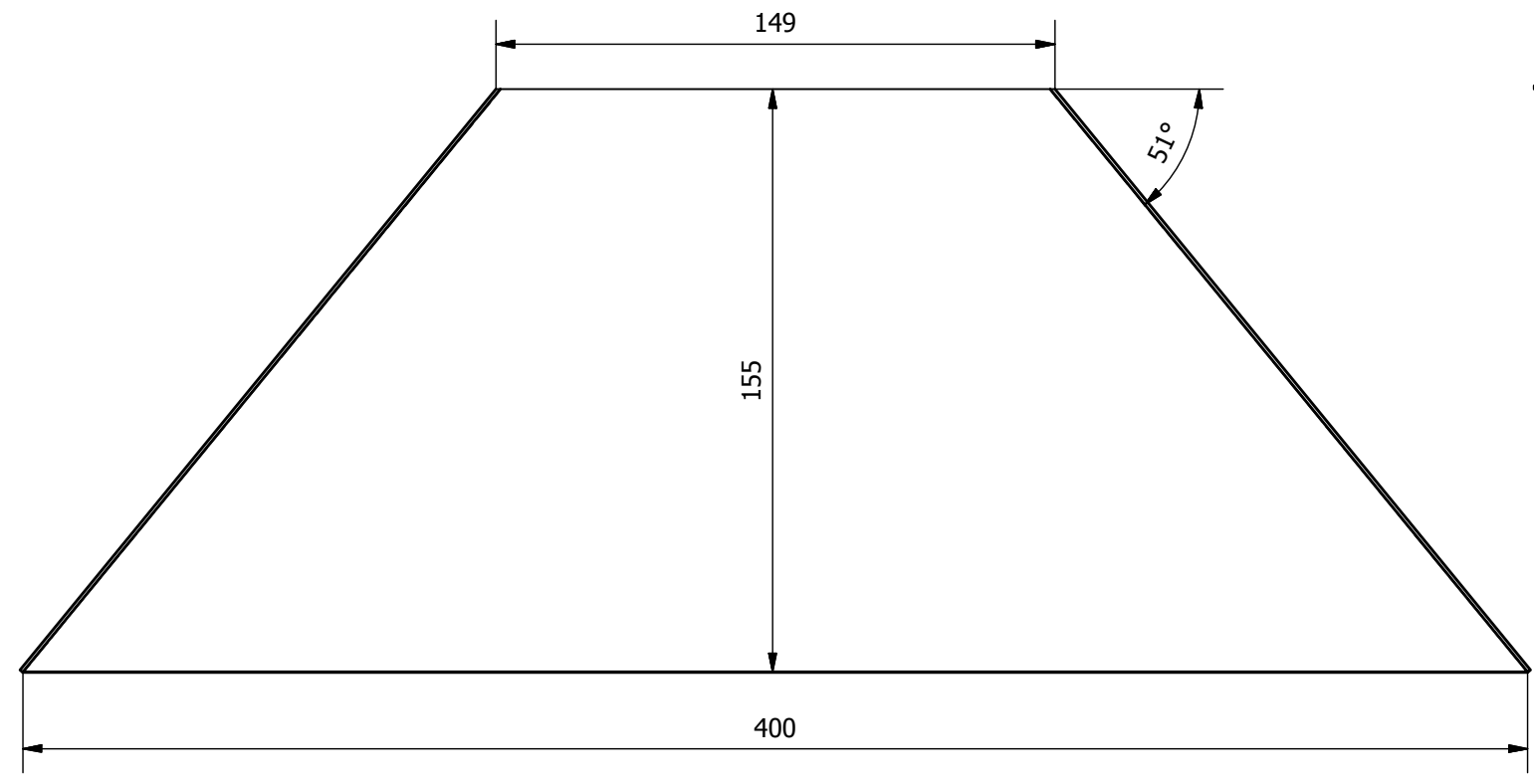
Nota: Radios 1 mm



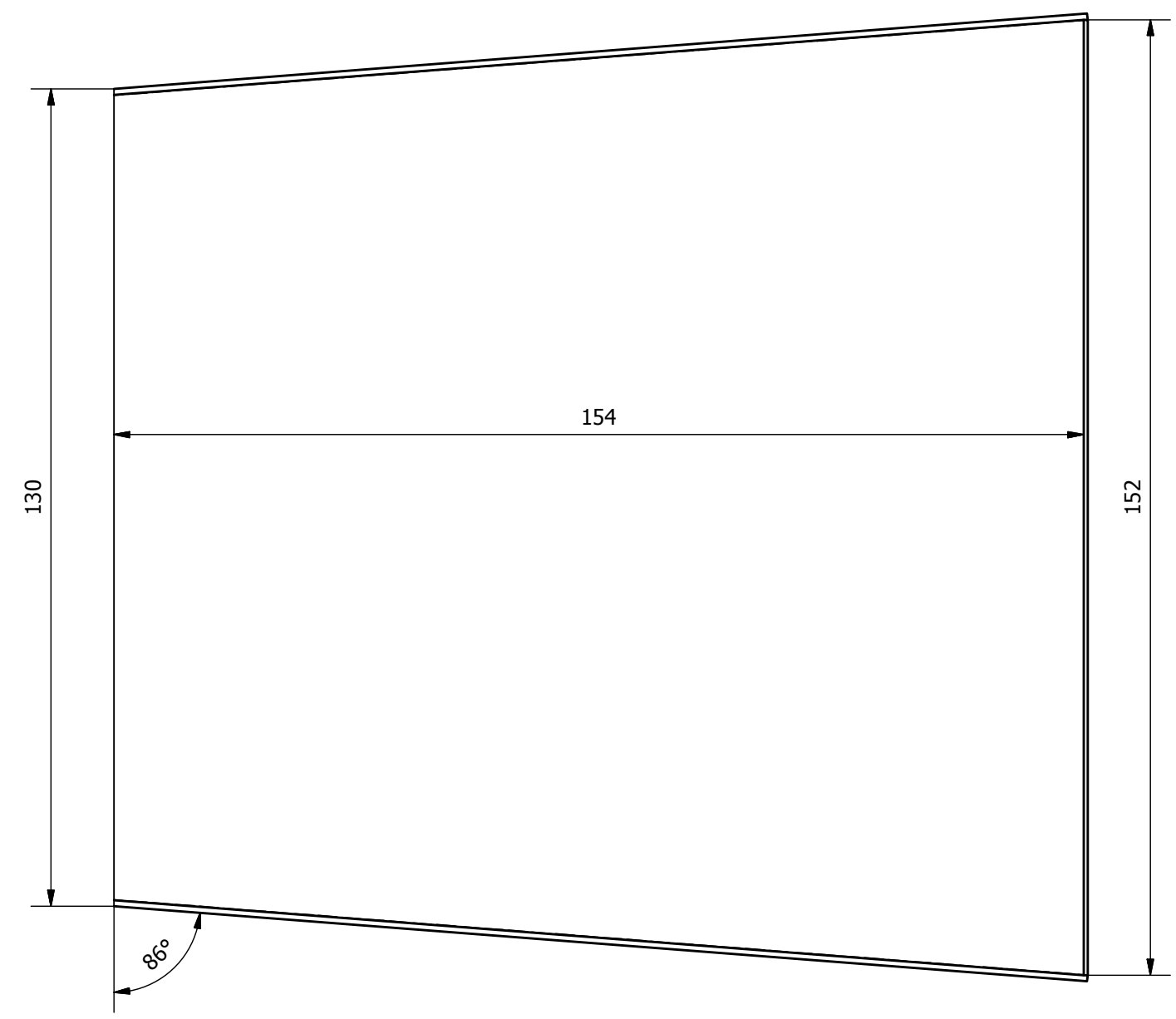
Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1	Dim. Brutas:	1220x238
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
BANDEJA CAJA ELÉCTRICA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.03	Tol. Gral:	±0,5



2	Tapas lateral	2	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.04.02
1	Tapas	2	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.04.01
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim. Brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés
TOBERA 1				Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.04
					Tol. Gral:	±0.5

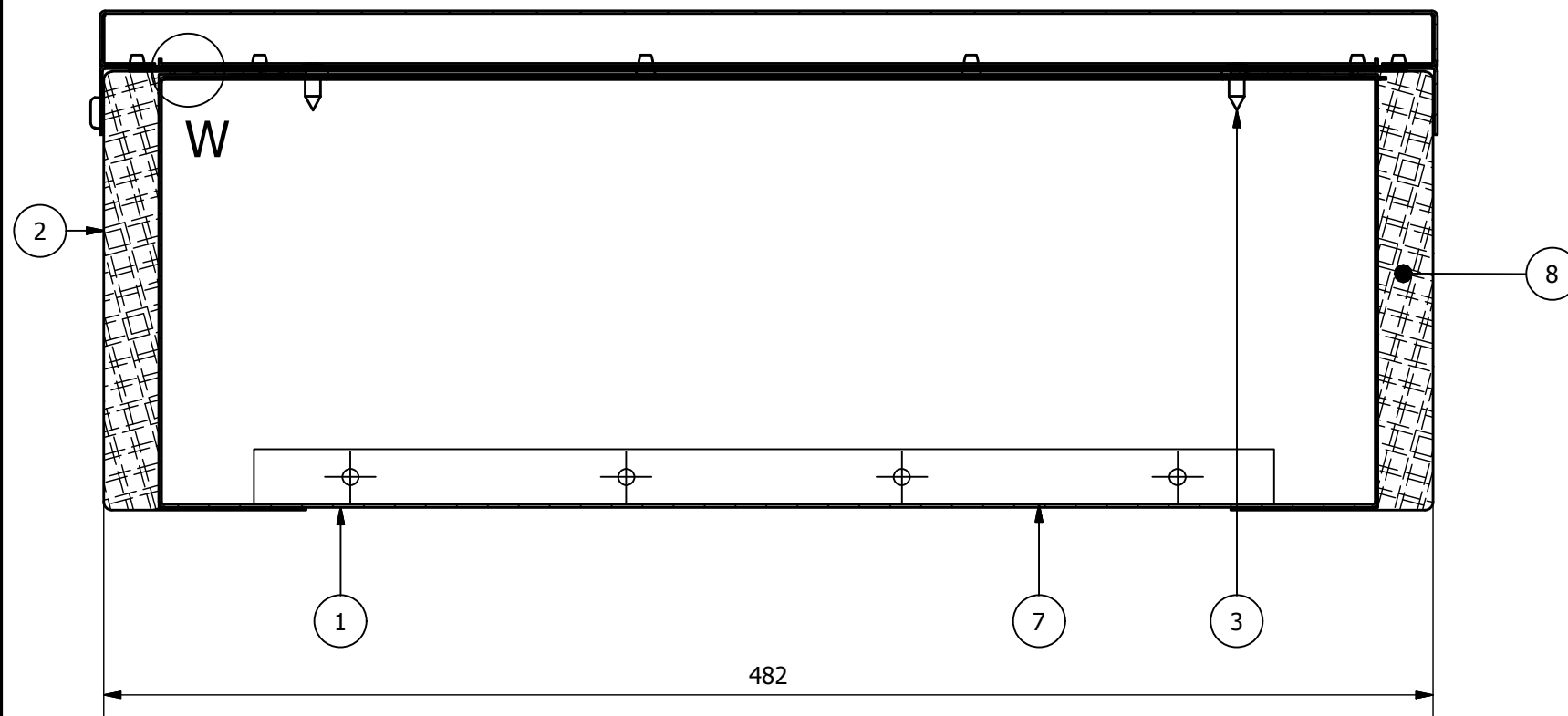


Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1	Dim. Brutas:	400x155
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
TAPA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.04.01	Tol. Gral: ±0,5	

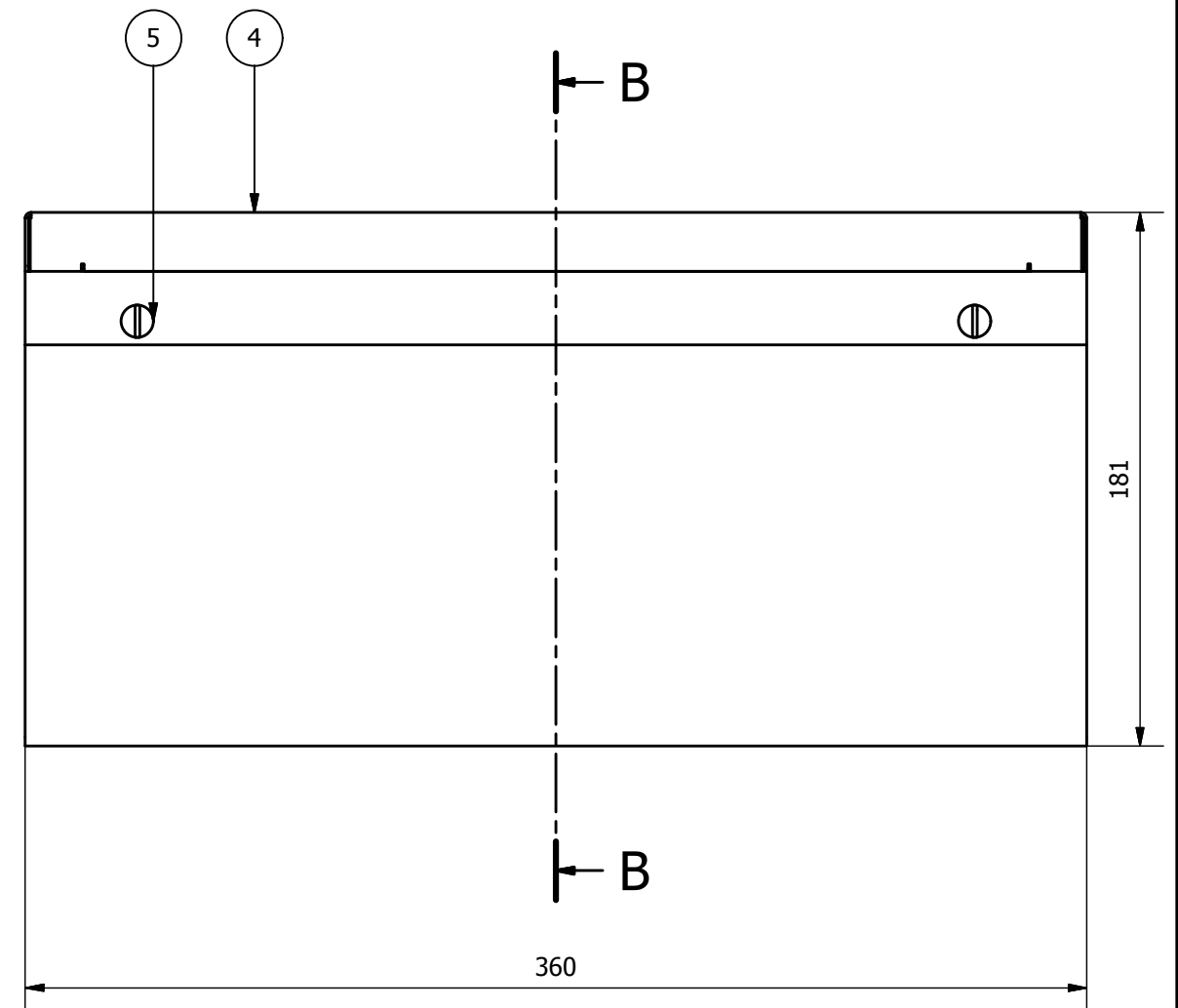
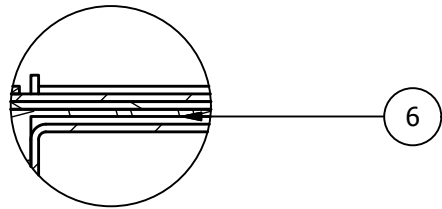


Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1	Dim. Brutas:	154x152
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
TAPA LATERAL	Escala: 1:1	Código	10-8921588-8926799.00.04.02	Tol. Gral: ±0,5	

B-B (1 : 2,5)

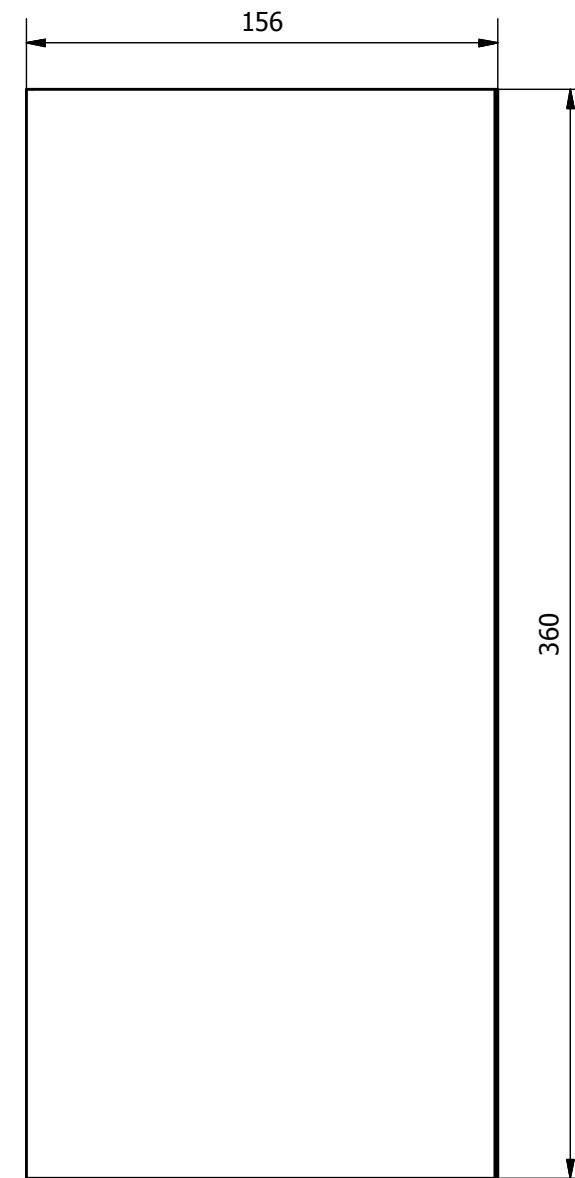
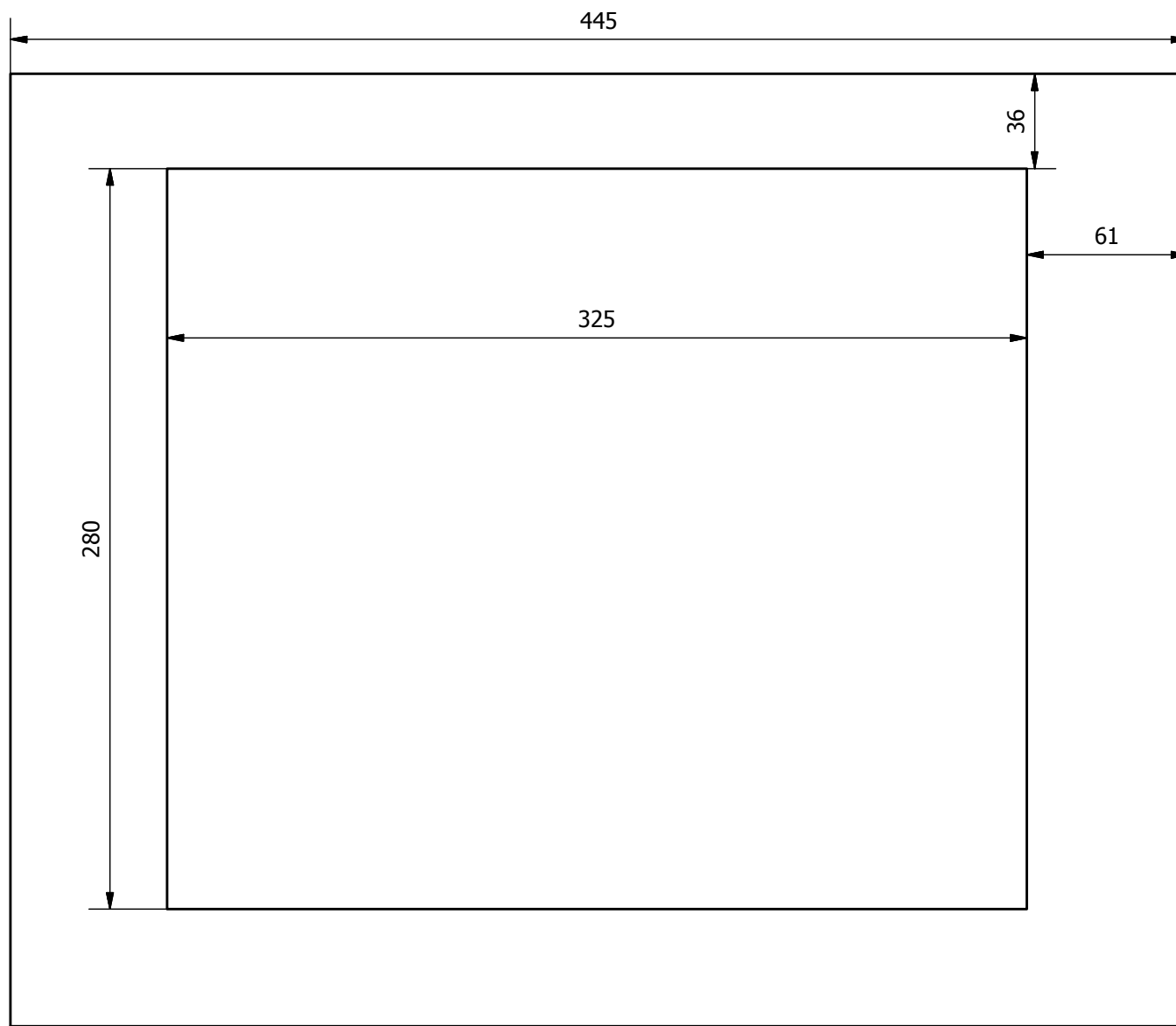


W (1:1)

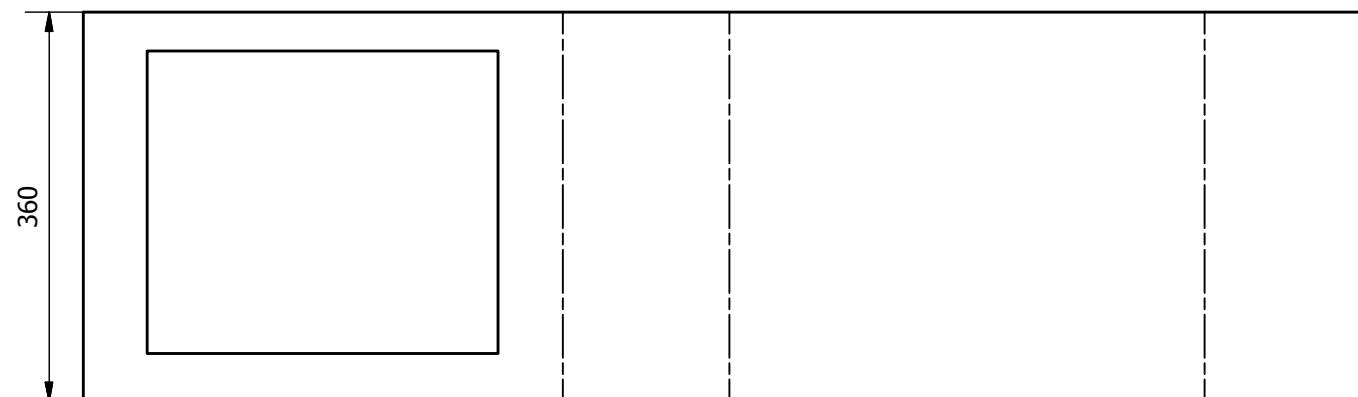


8	Lana de vidrio					
7	Base de resistencias	1	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.05.07
6	Tapa tobera recta	1	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.05.06
5	Tornillo	4		M6x10		
4	tapa superior	1	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.05.04
3	Tornillo	4		M6x10		
2	Tapa lateral	2	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.05.02
1	Tobera recta	1	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.05.01

Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim. Brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés
CAJA DE RESISTENCIAS			Escala: 1:2	Código	10-8921588-8926799.00.05	Tol. Gral: ±1

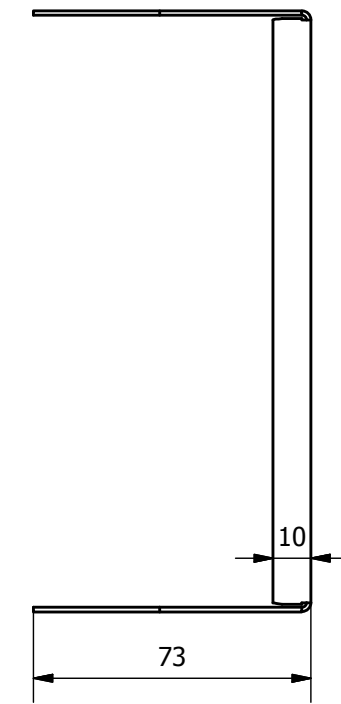
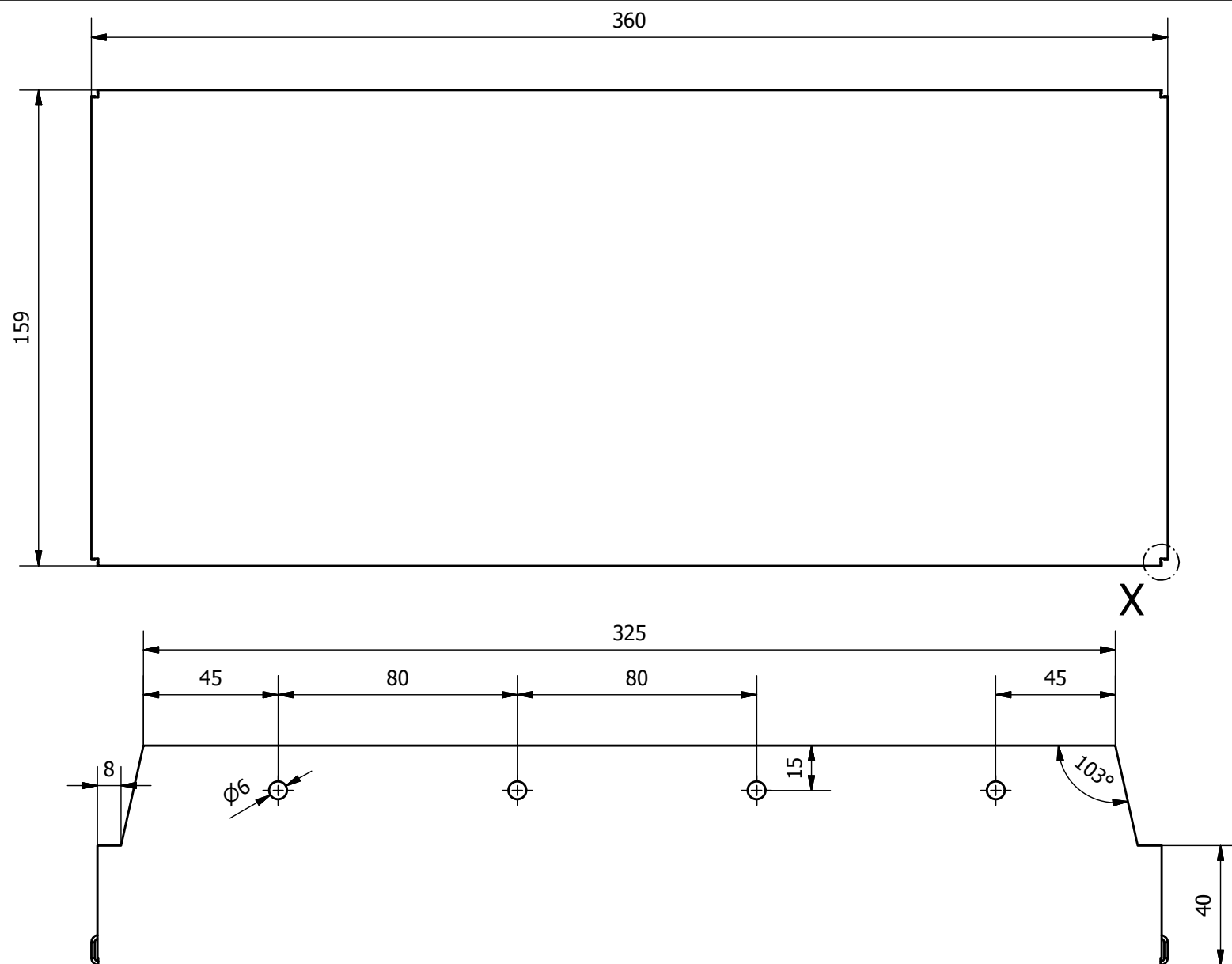


Desarrollo

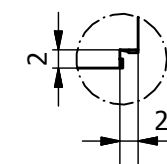


Nota: Radios de curvatura 1 mm

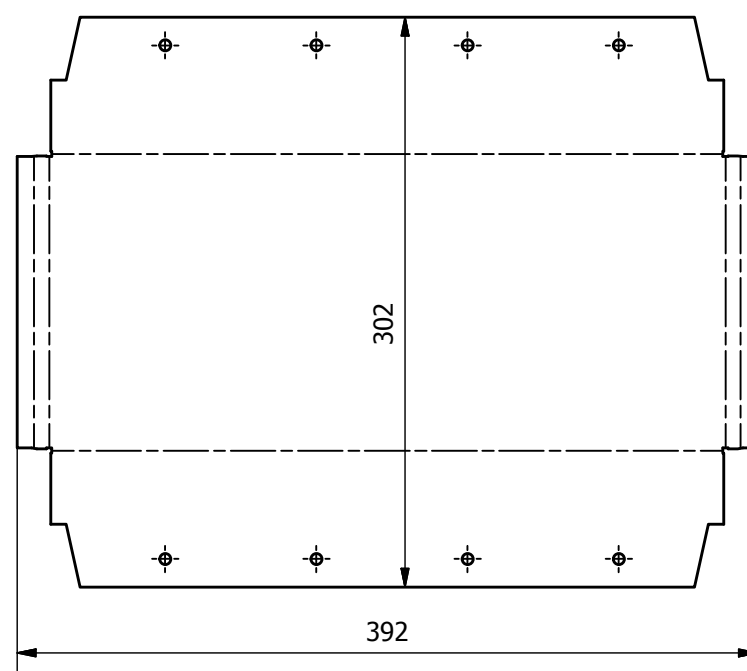
Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1	Dim. Brutas:	1193x360
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
TOBERA RECTA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.05.01	Tol. Gral:	±1



X (1:1)

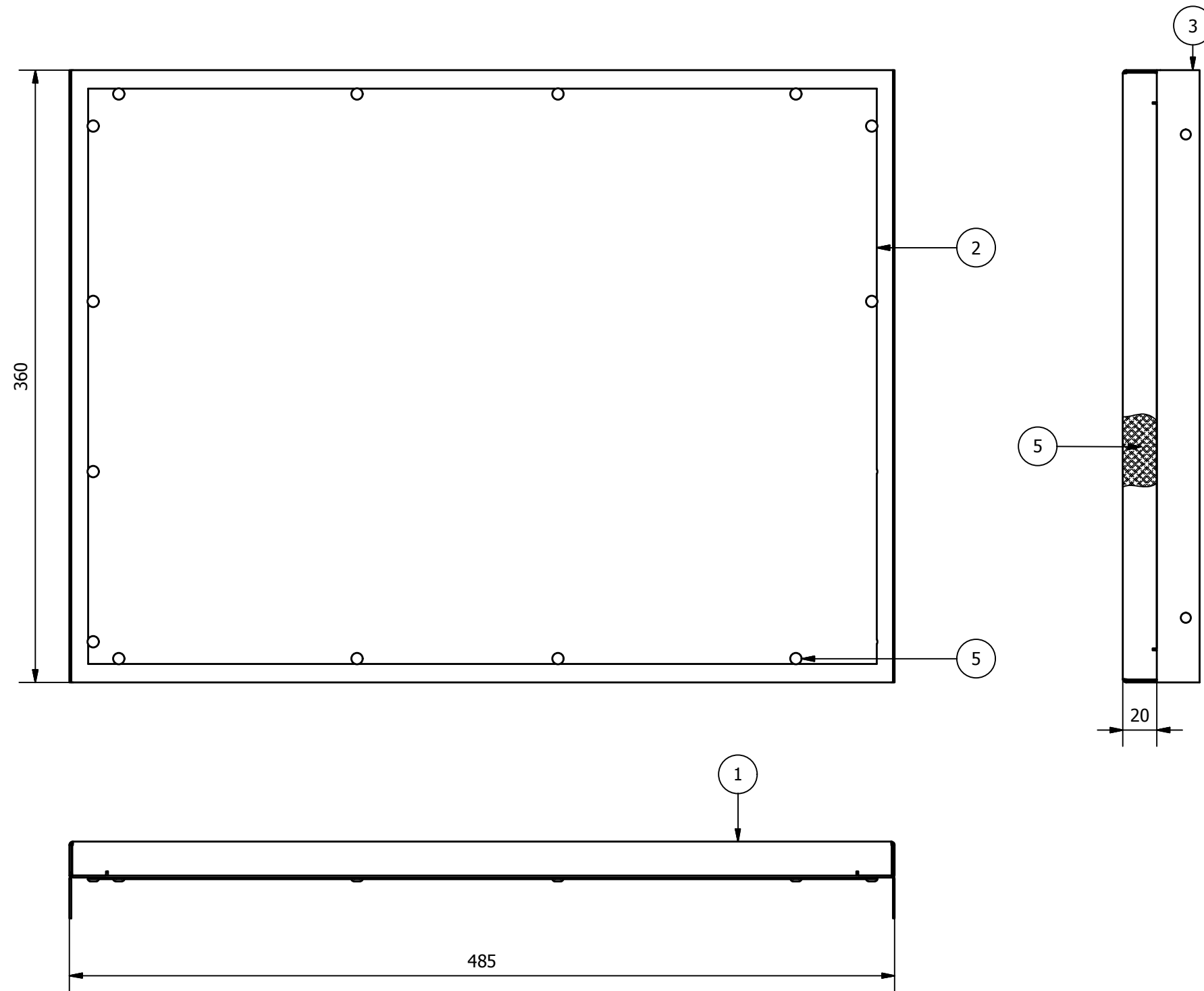


Desarrollo

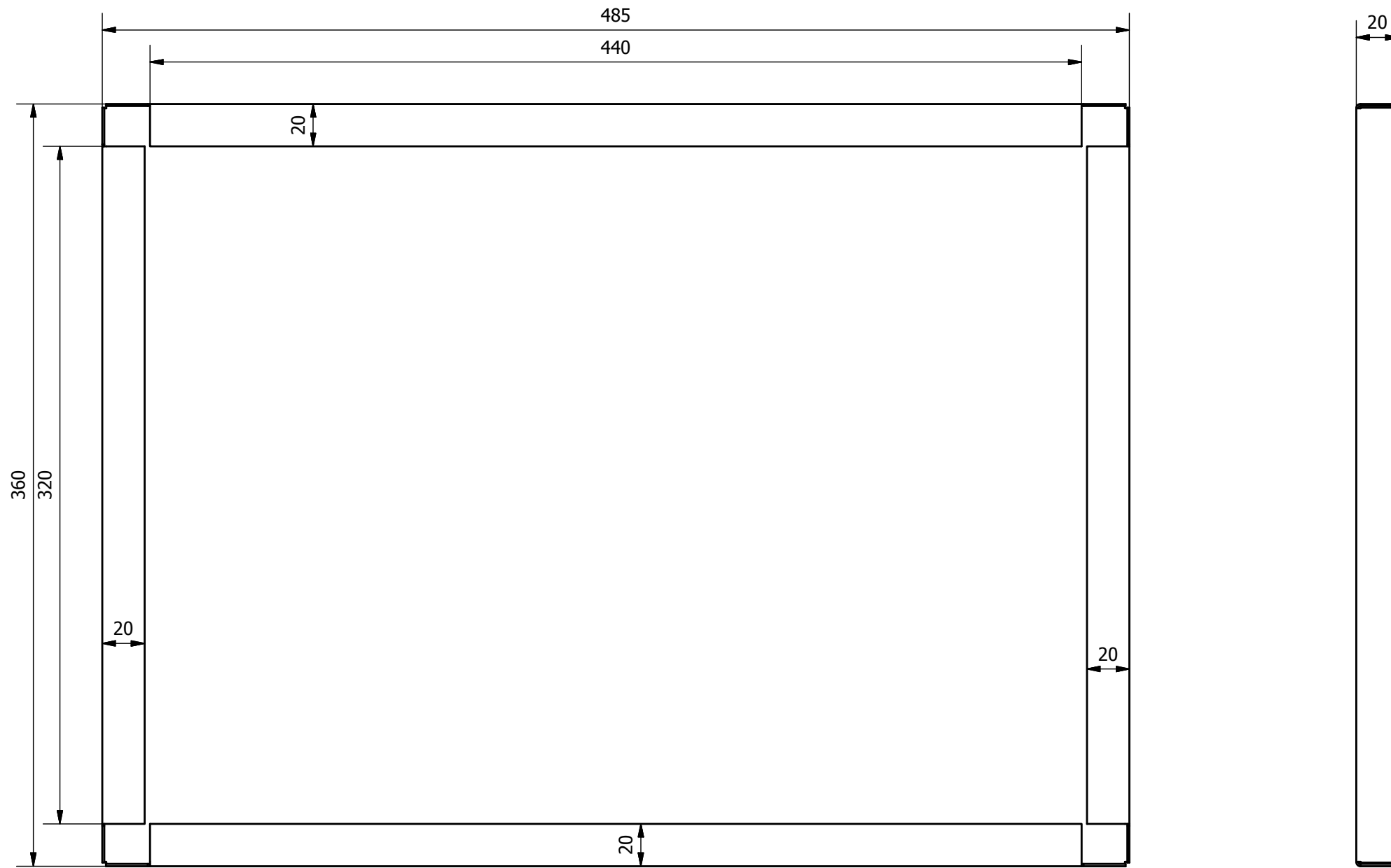


Nota: Radios de curvatura 1 mm

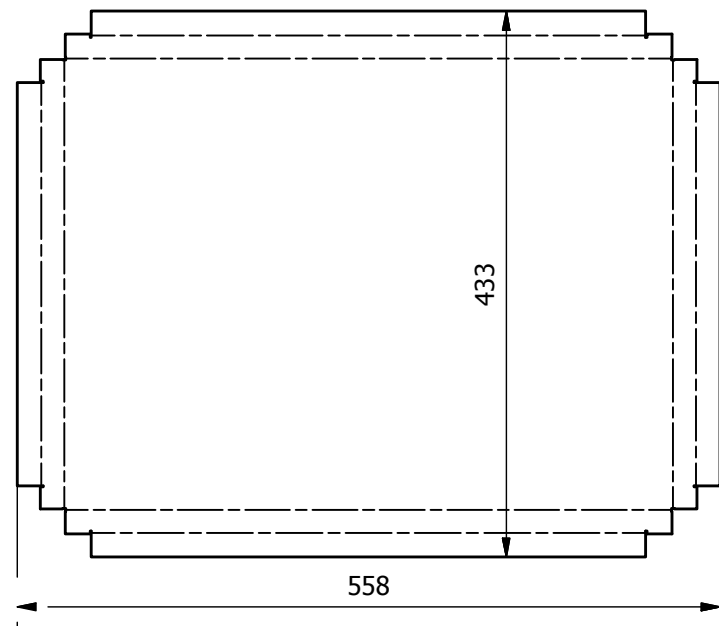
Trat. Térmico:	NA	Material: Tool Galvanizado	Dim. Brutas:
Recubrimiento:	NA	1,1 espesor	392x302
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés
TAPA LATERAL	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.05.02
			Tol. Gral: ±0,5



5	Lana de vidrio	1				
4	Remaches	16		Ø3 x 12		
3	Orejas de tapa	1	Tool galvanizado			10-8921588-8926799.00.05.04.03
2	Tapa de bandeja	1	Tool galvanizado			10-8921588-8926799.00.05.04.02
1	Bandeja de lana de vidrio	1	Tool galvanizado			10-8921588-8926799.00.05.04.01
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim Brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
				Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
				Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
TAPA SUPERIOR			Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.05.04	Tol. Gral: ±1

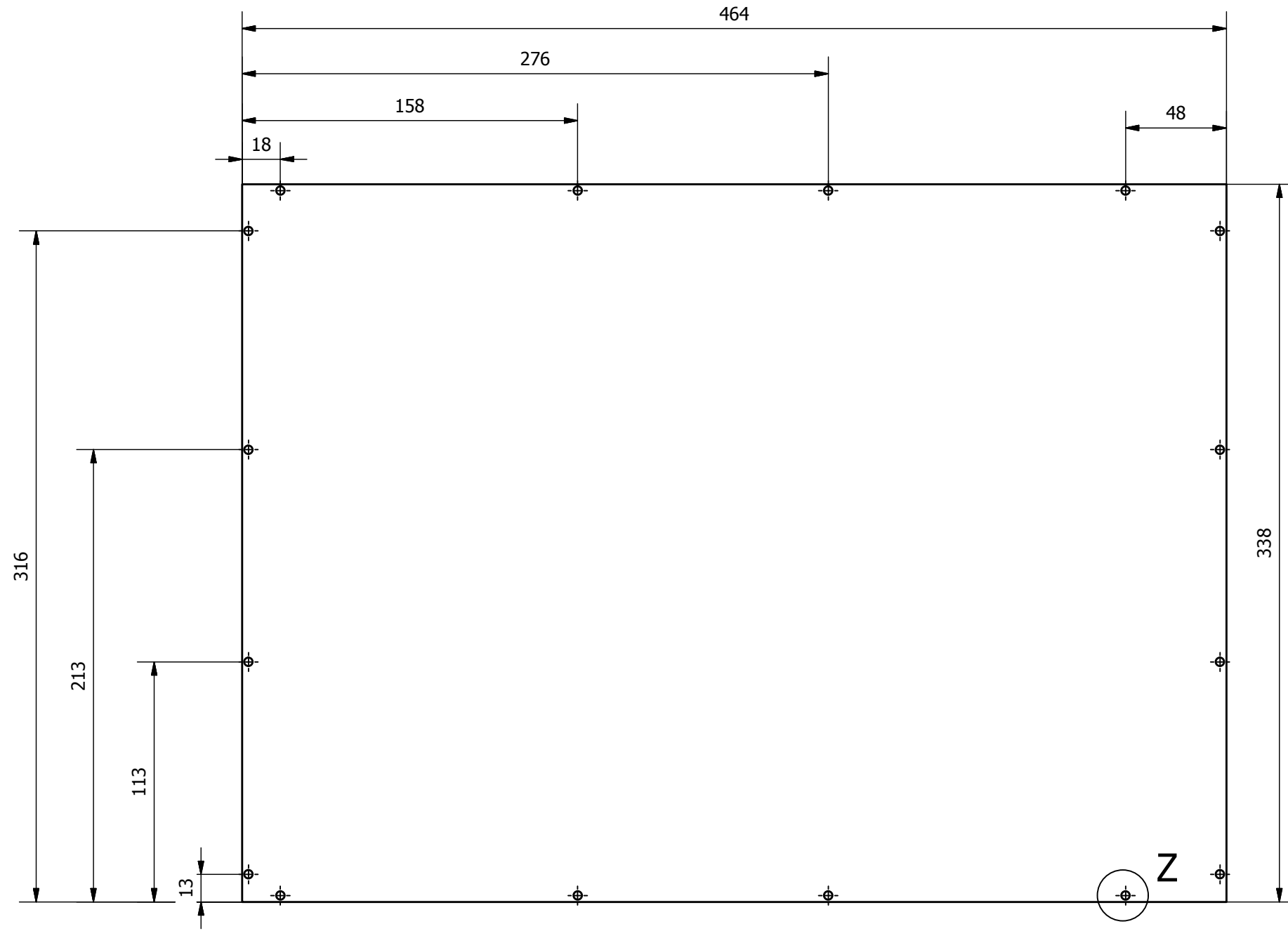


Desarrollo

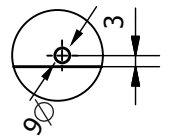


Nota: Radios de curvatura 1 mm

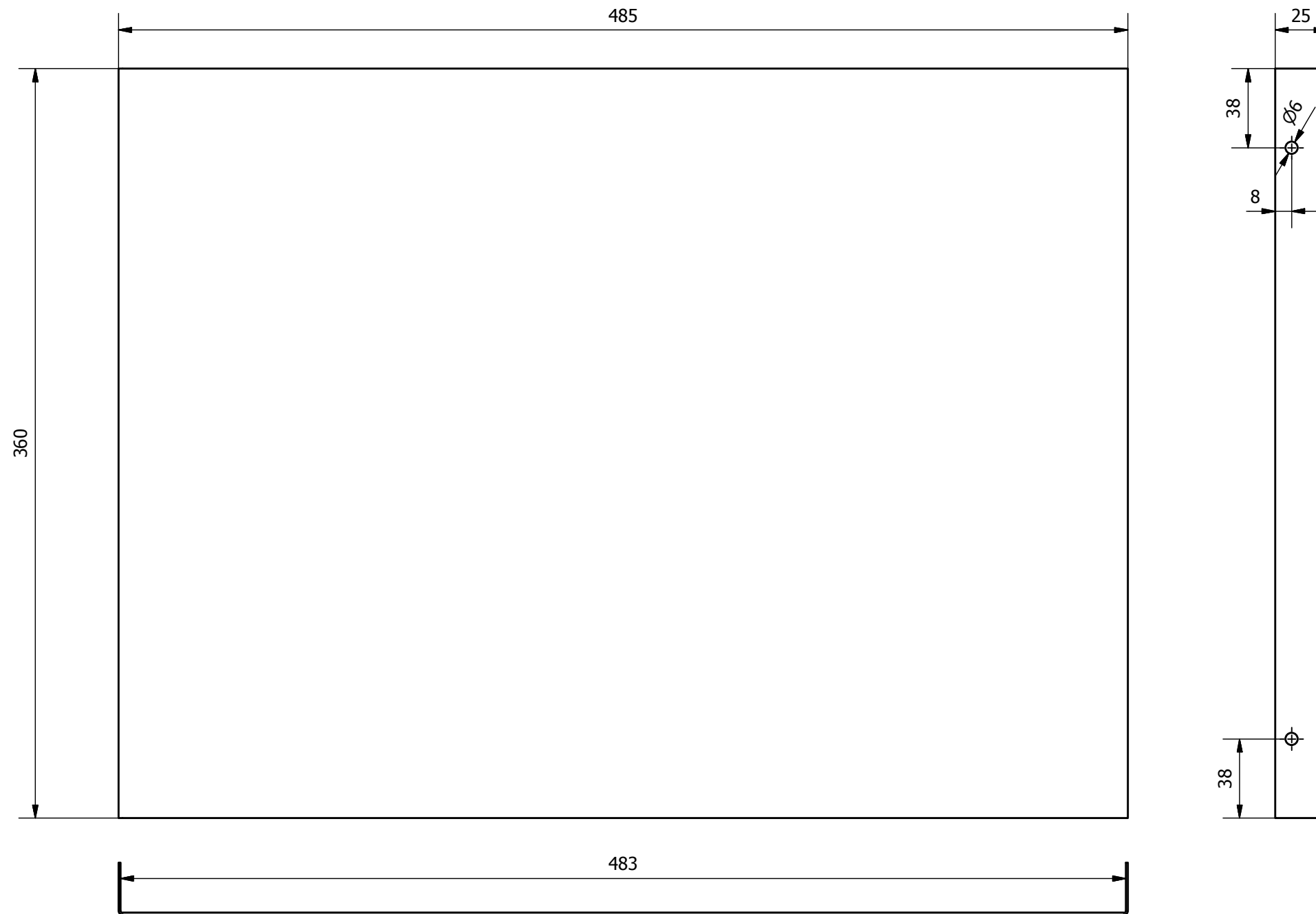
Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1 espesor	Dim. Brutas:	558x433
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
			Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
			Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
BANDEJA DE LANA DE VIDRIO		Escala:	1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.05.04.01
				Tol. Gral:	±0,1



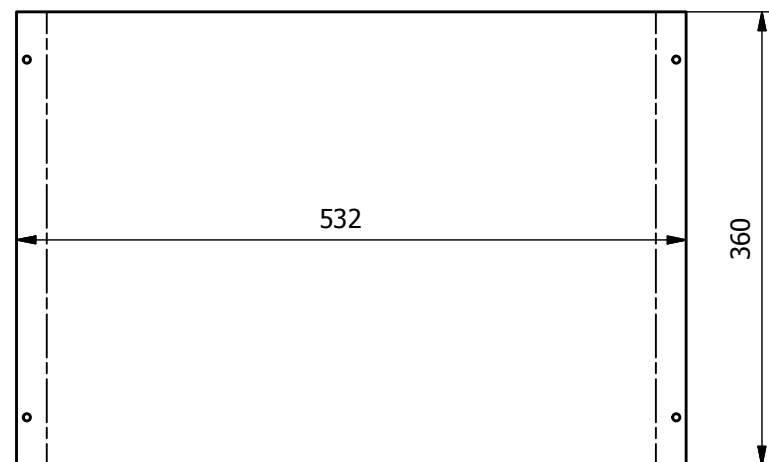
Z (1 : 2,5)



Trat. Térmico:	NA	Material: Tool Galvanizado	Dim. Brutas:	
Recubrimiento:	NA	1,1 espesor	338x464	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
TAPA DE BANDEJA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.05.04.02	Tol. Gral: ±0,5



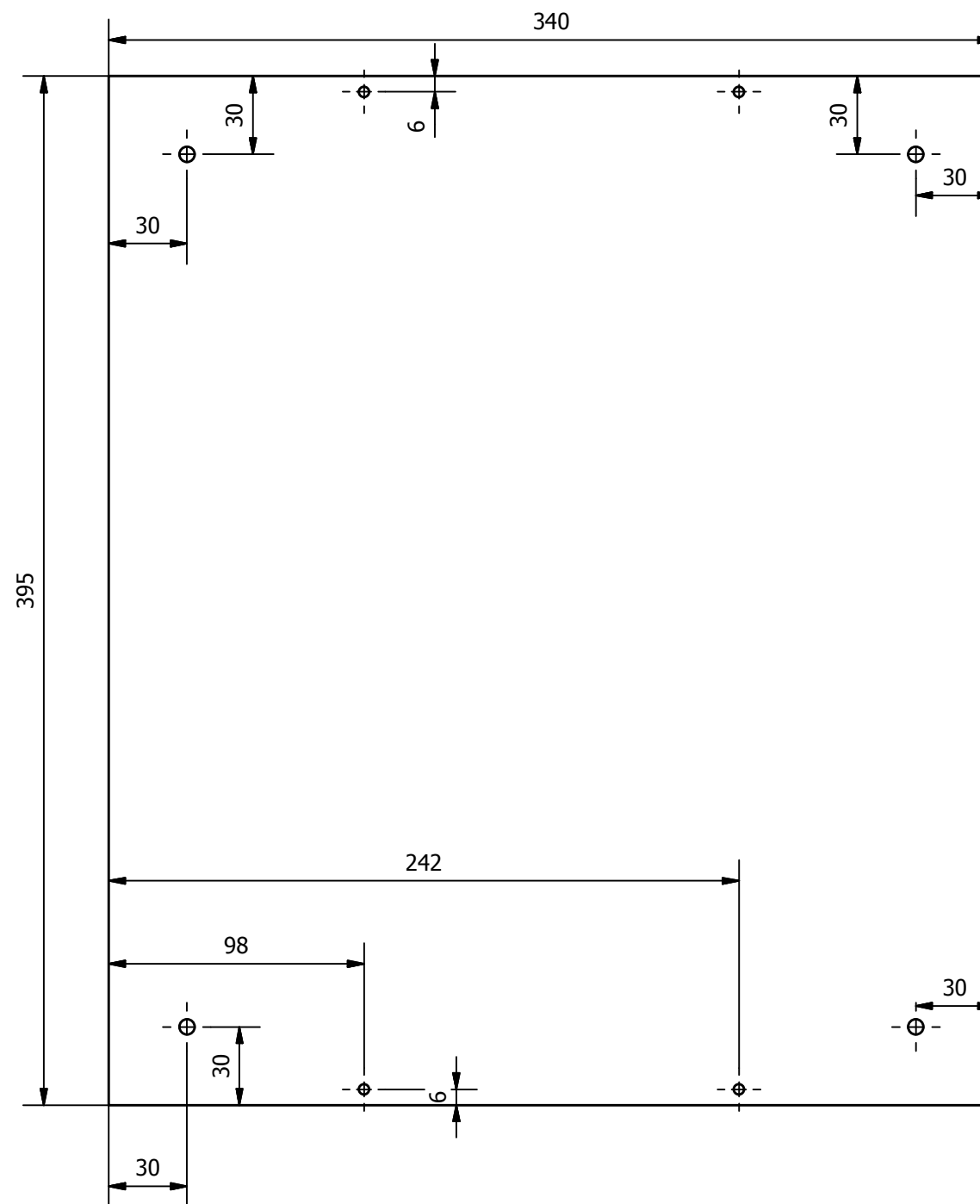
Desarrollo



Nota: Radios de curvatura 1,1 mm

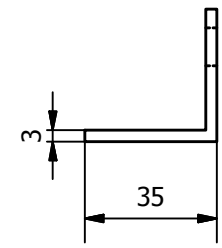
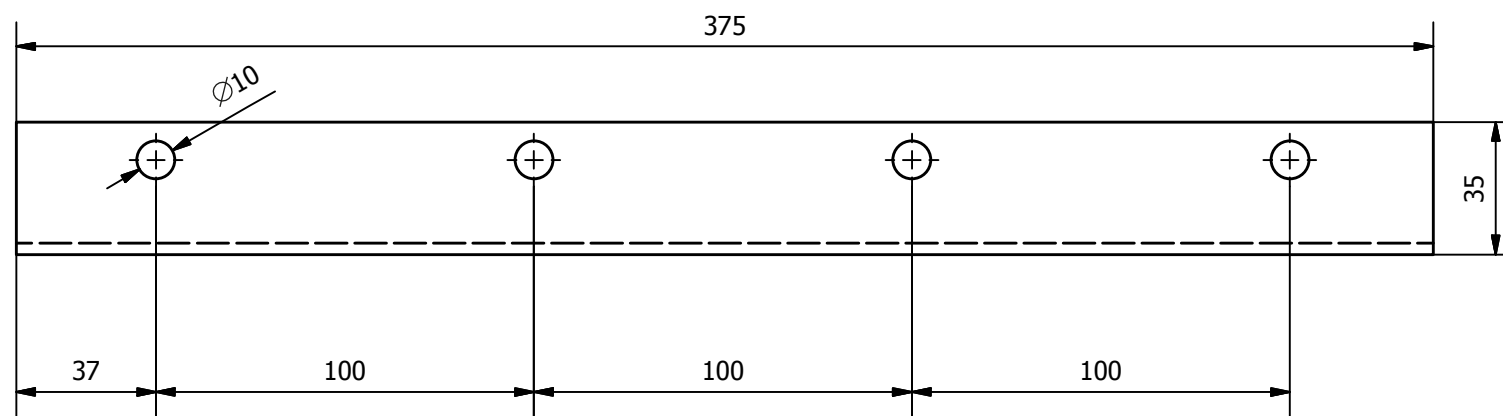
Trat. Térmico:	NA	Material: Tool Galvanizado	Dim. Brutas:
Recubrimiento:	NA	1,1 espesor	532x360
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés
LATERALES DE TAPA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.05.04.03
			Tol. Gral: ±0,5



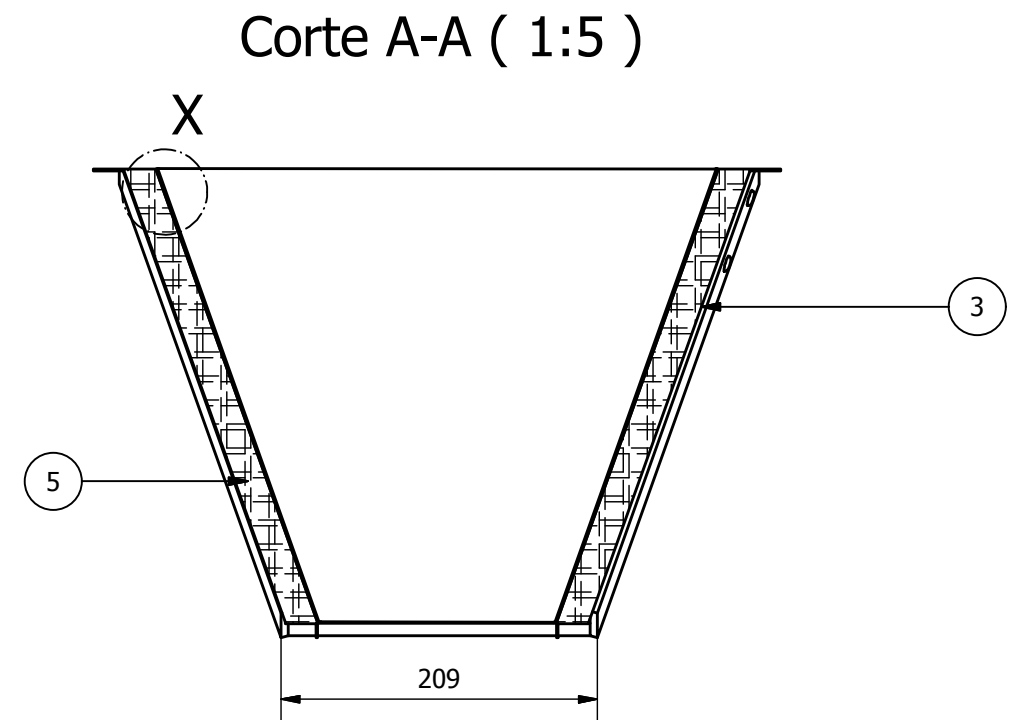
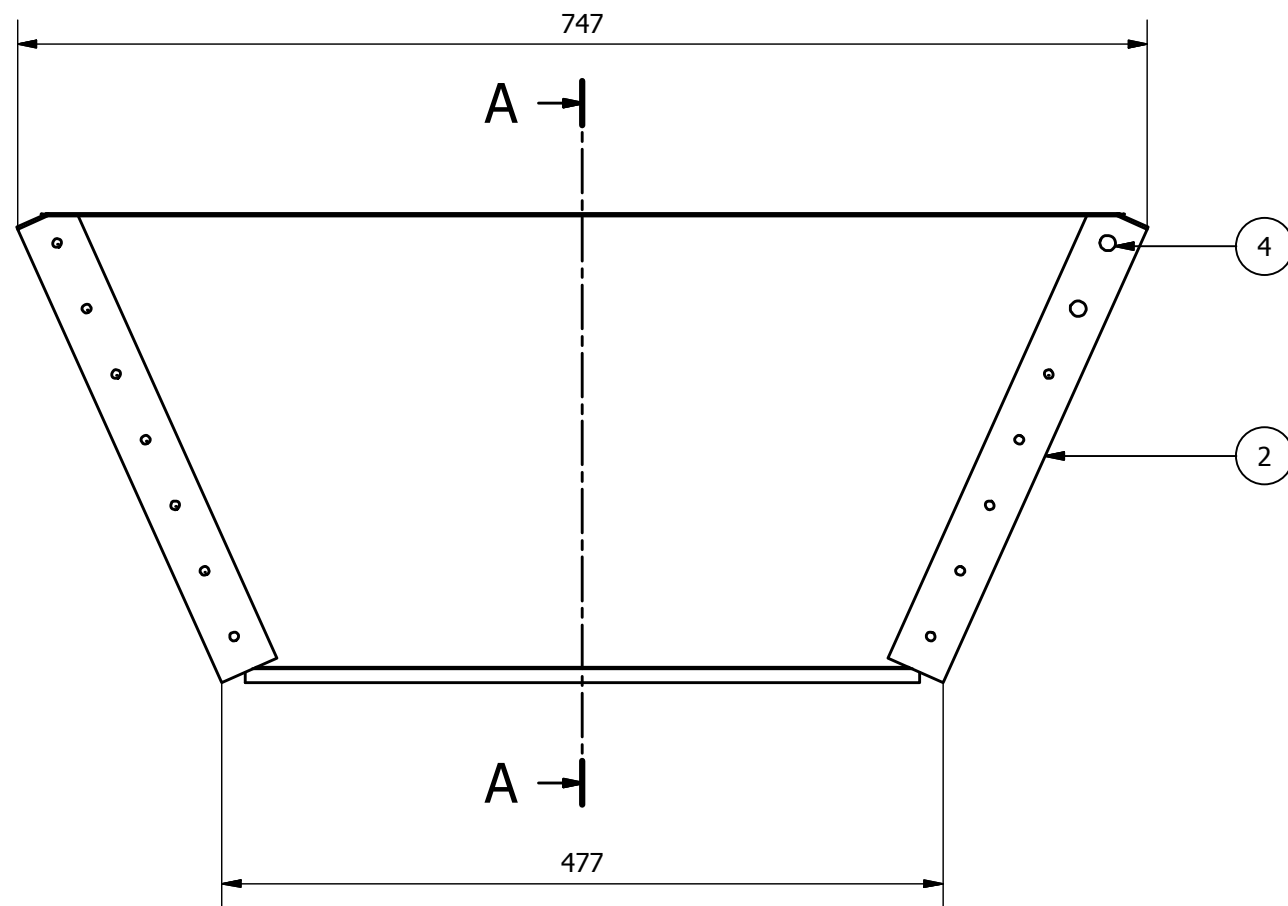


Nota: Tool 1,1 mm espesor

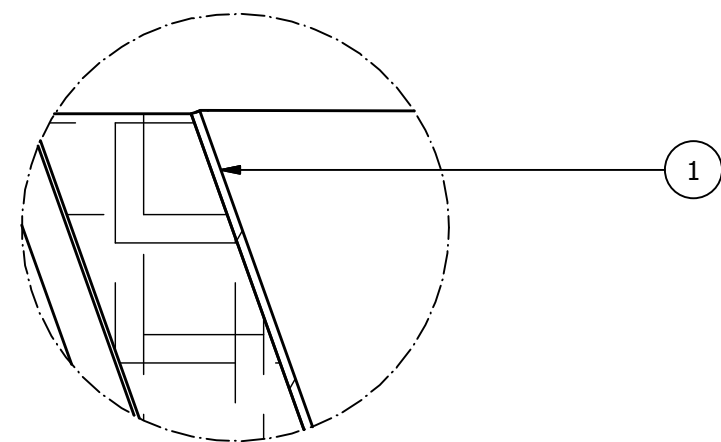
Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1 espesor	Dim. Brutas:	395x340
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
TAPA TOBERA RECTA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-892679900.05.06	Tol. Gral: ±0,5	



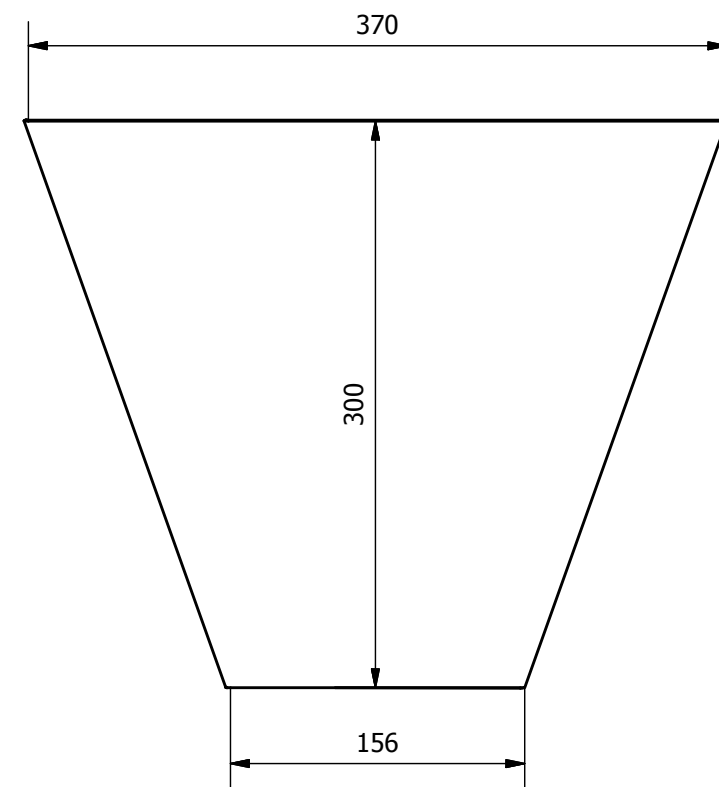
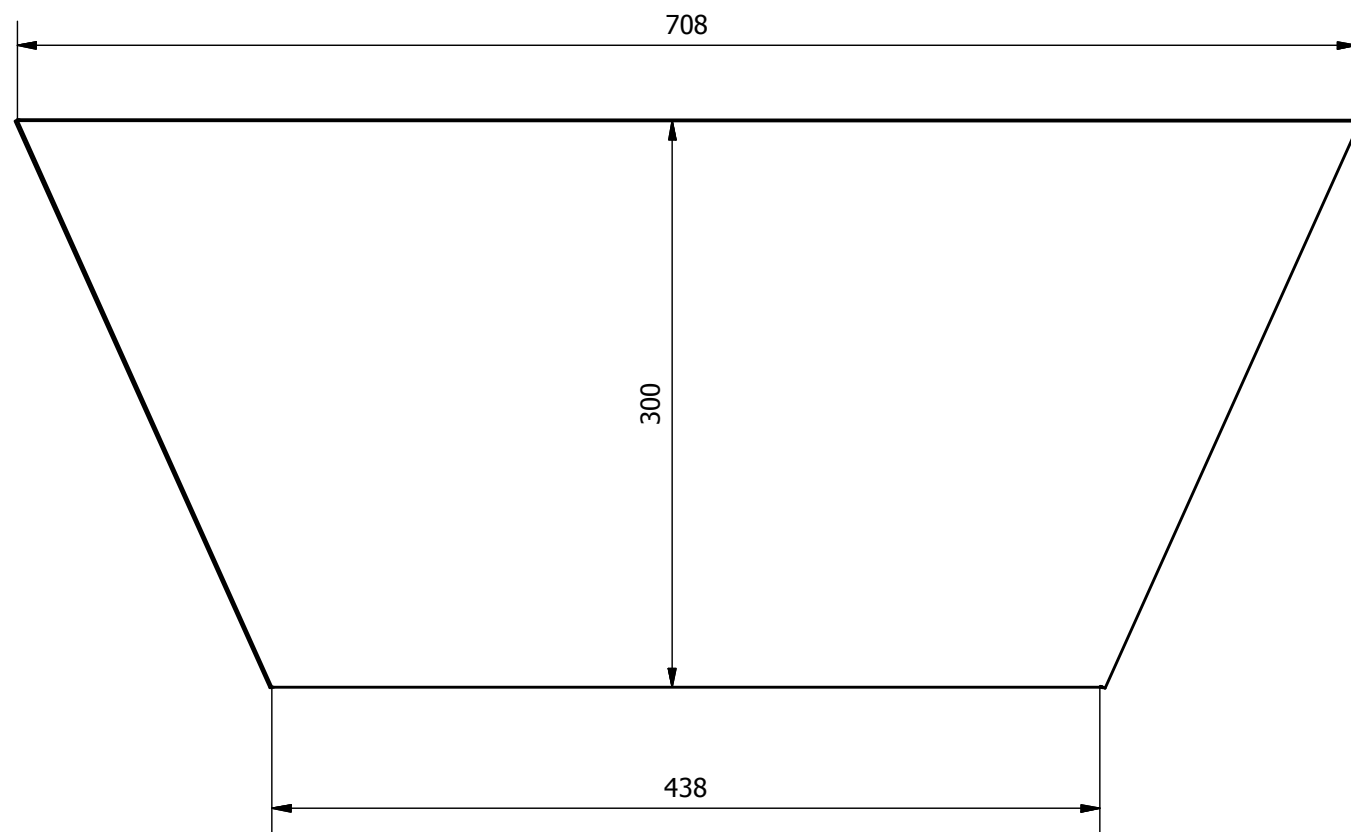
Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado	Dim. Brutas:
Recubrimiento:	NA		1,1 espesor	374x35
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
BASE DE RESISTENCIAS	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.05.07	Tol. Gral: ±0,5



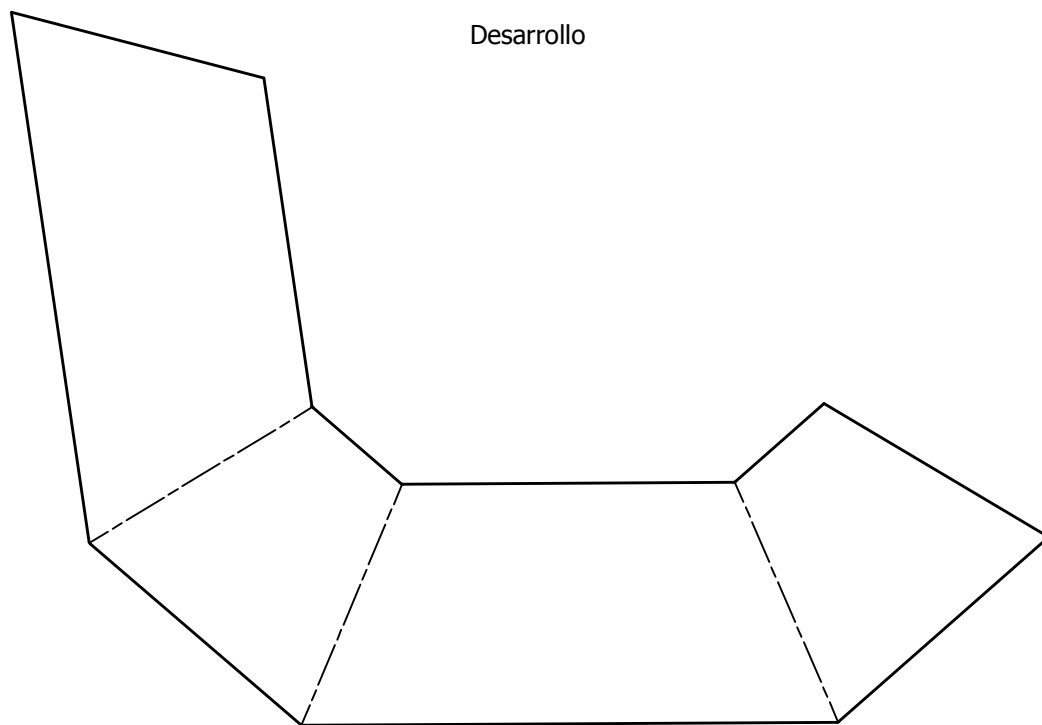
Detalle X (1:1)



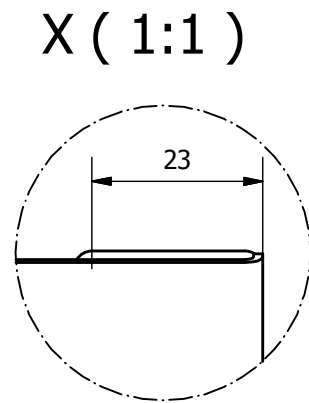
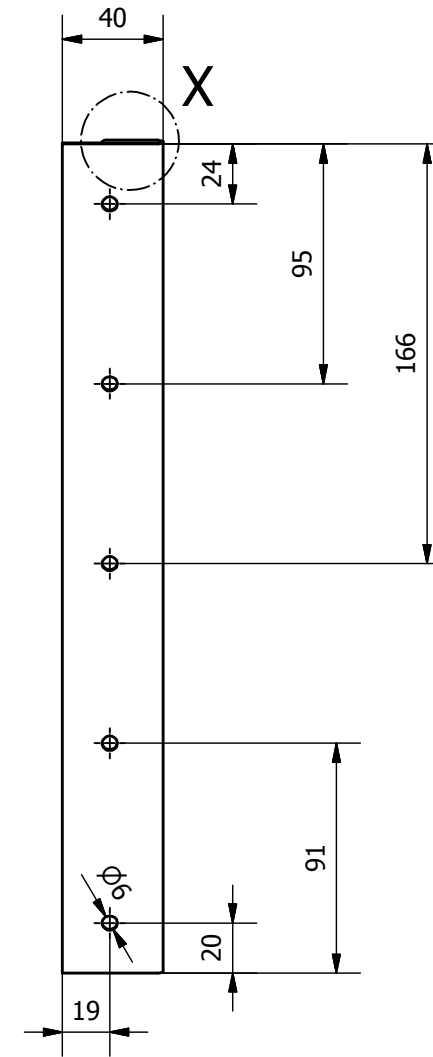
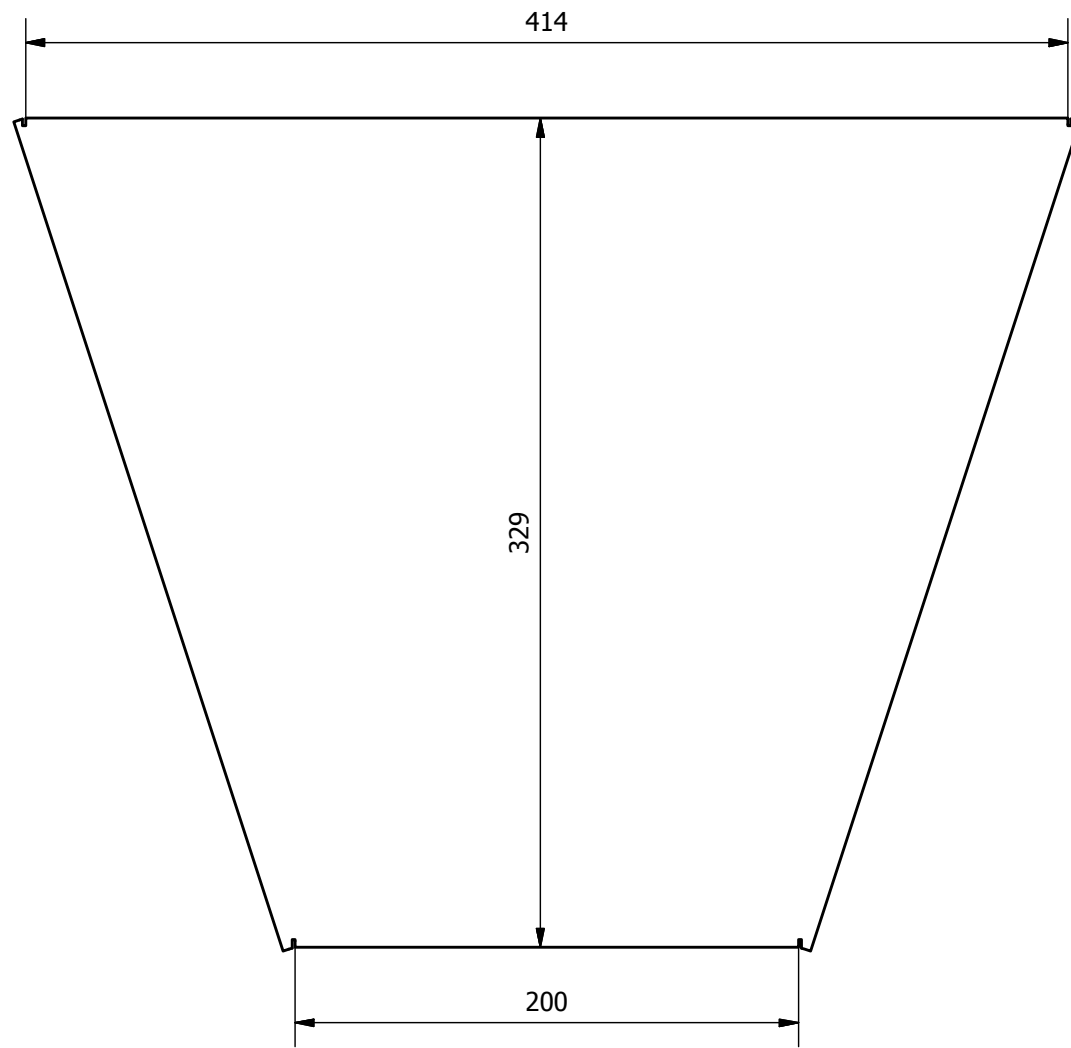
5	Lana de vidrio	1				
4	Remaches	1		Ø 3 x 12		
3	Tapas	2	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.07.03
2	Tapas laterales	2	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.07.02
1	Cuerpo Tobera	1	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.07.01
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim. Brut	Obresevaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
				Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
				Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
TOBERA 3			Escala:	Código	10-8921588-8926799.00.07	Tol. Gral: ±1
			1:5			



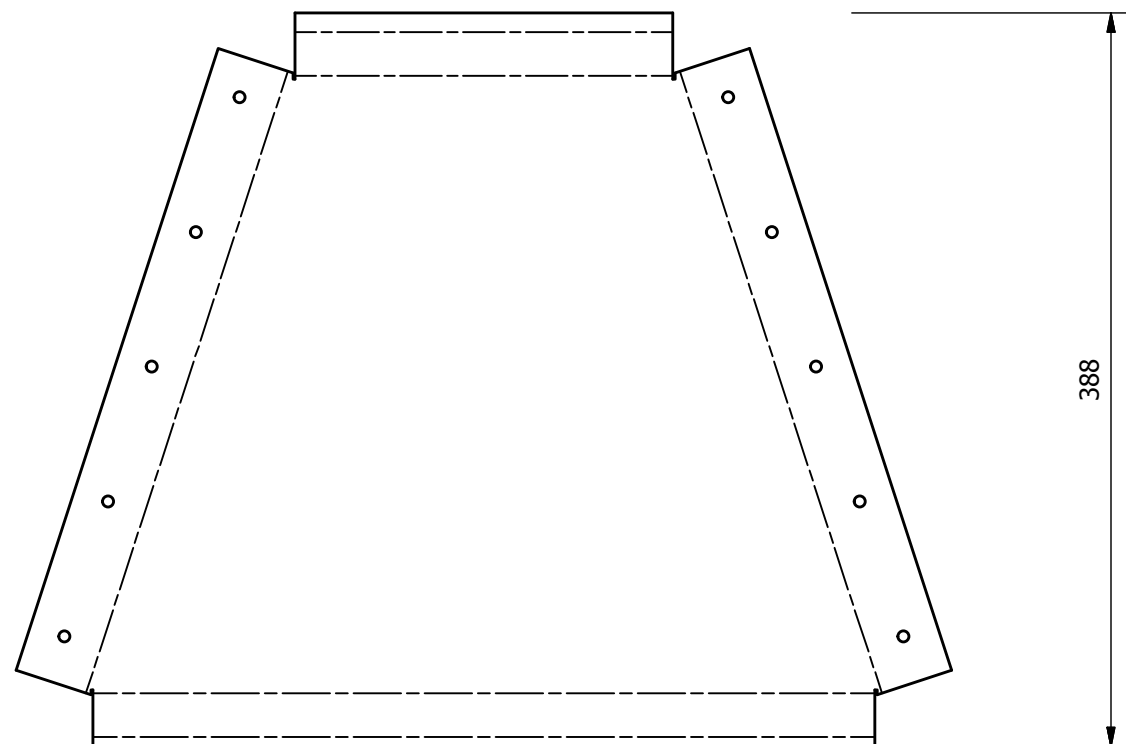
Desarrollo



Trat. Térmico:	NA	Material: Tool Galvanizado	Dim. Brutas:
Recubrimiento:	NA	1,1 espesor	708x300
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés
CUERPO TOBERA	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.07.01
			Tol. Gral: ±0,5

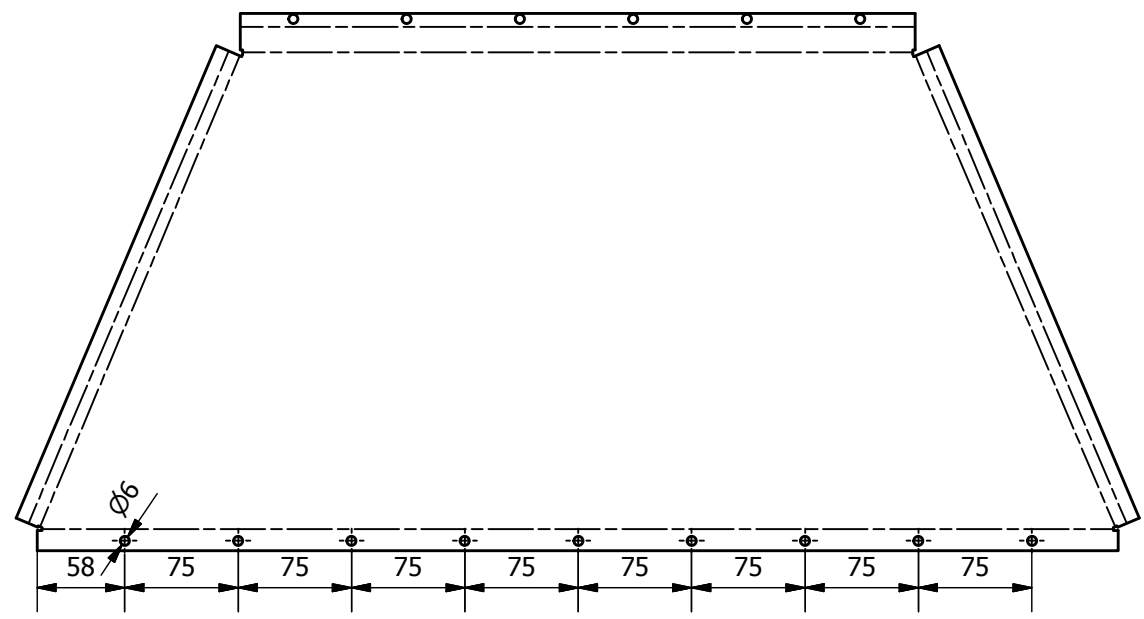
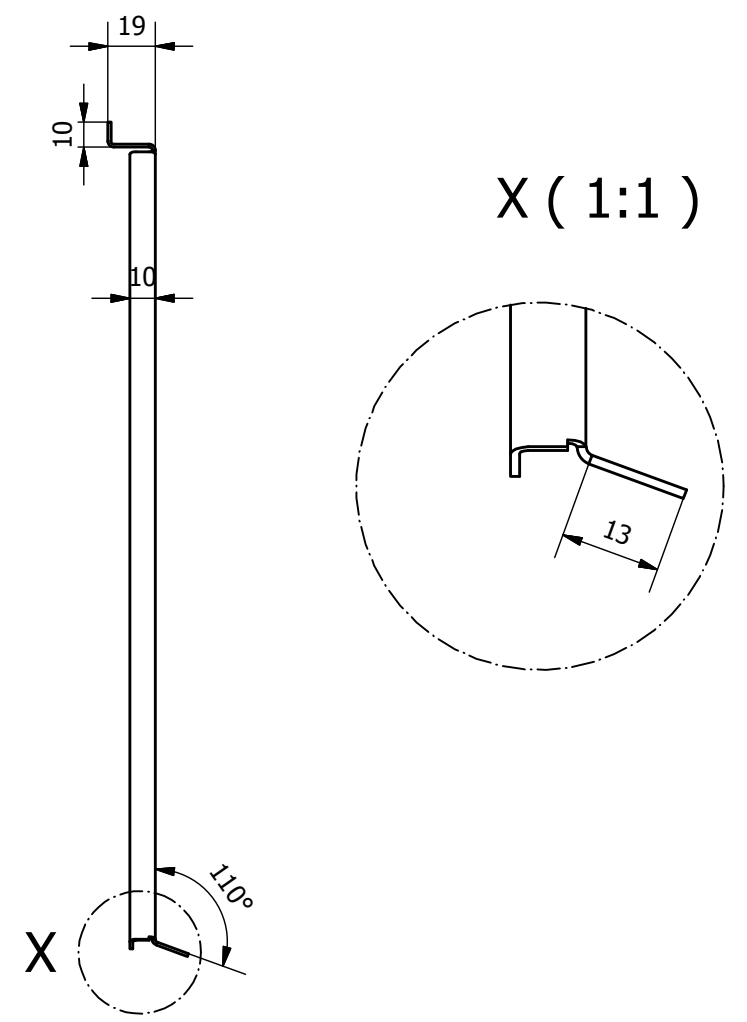
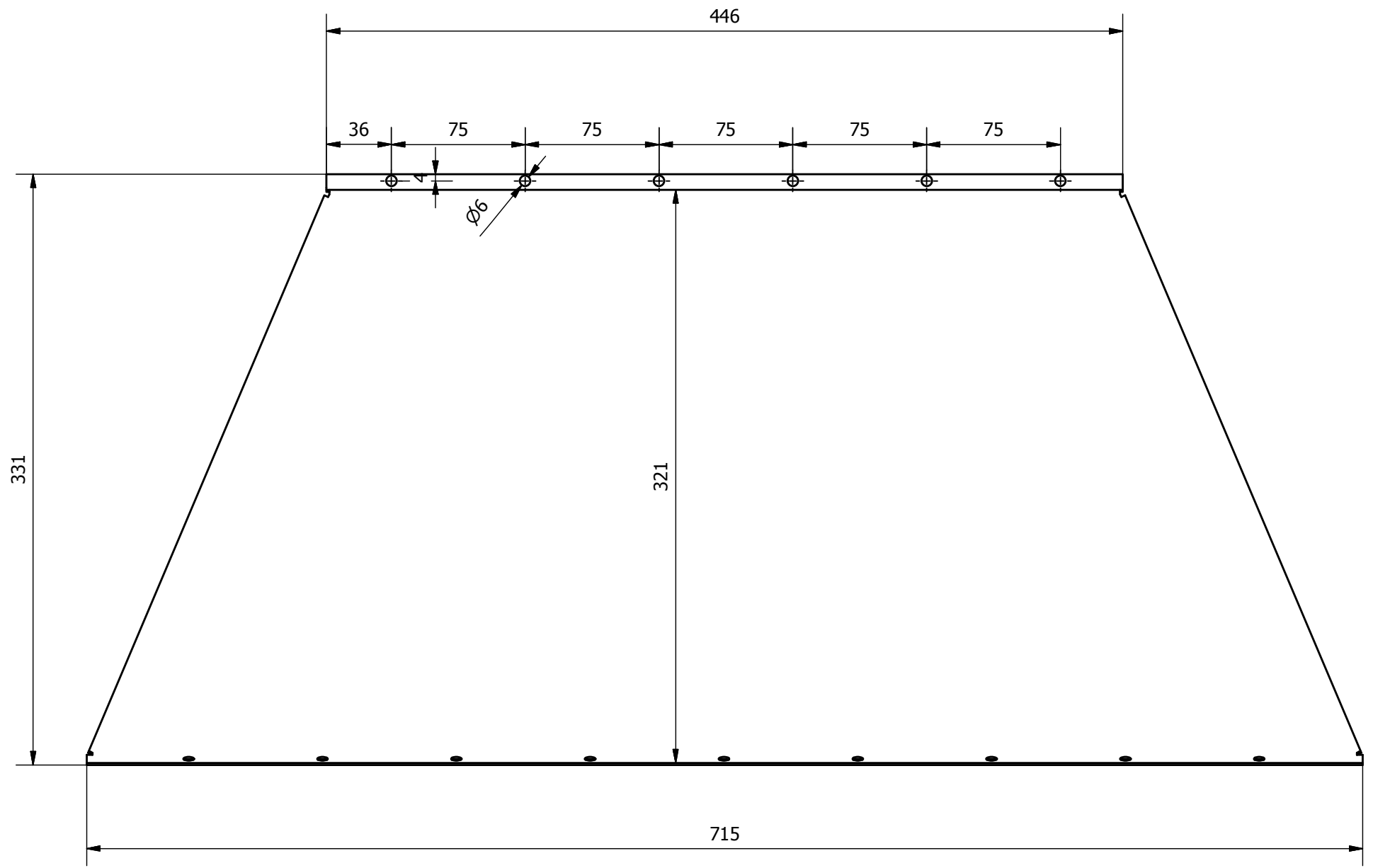


Desarrollo



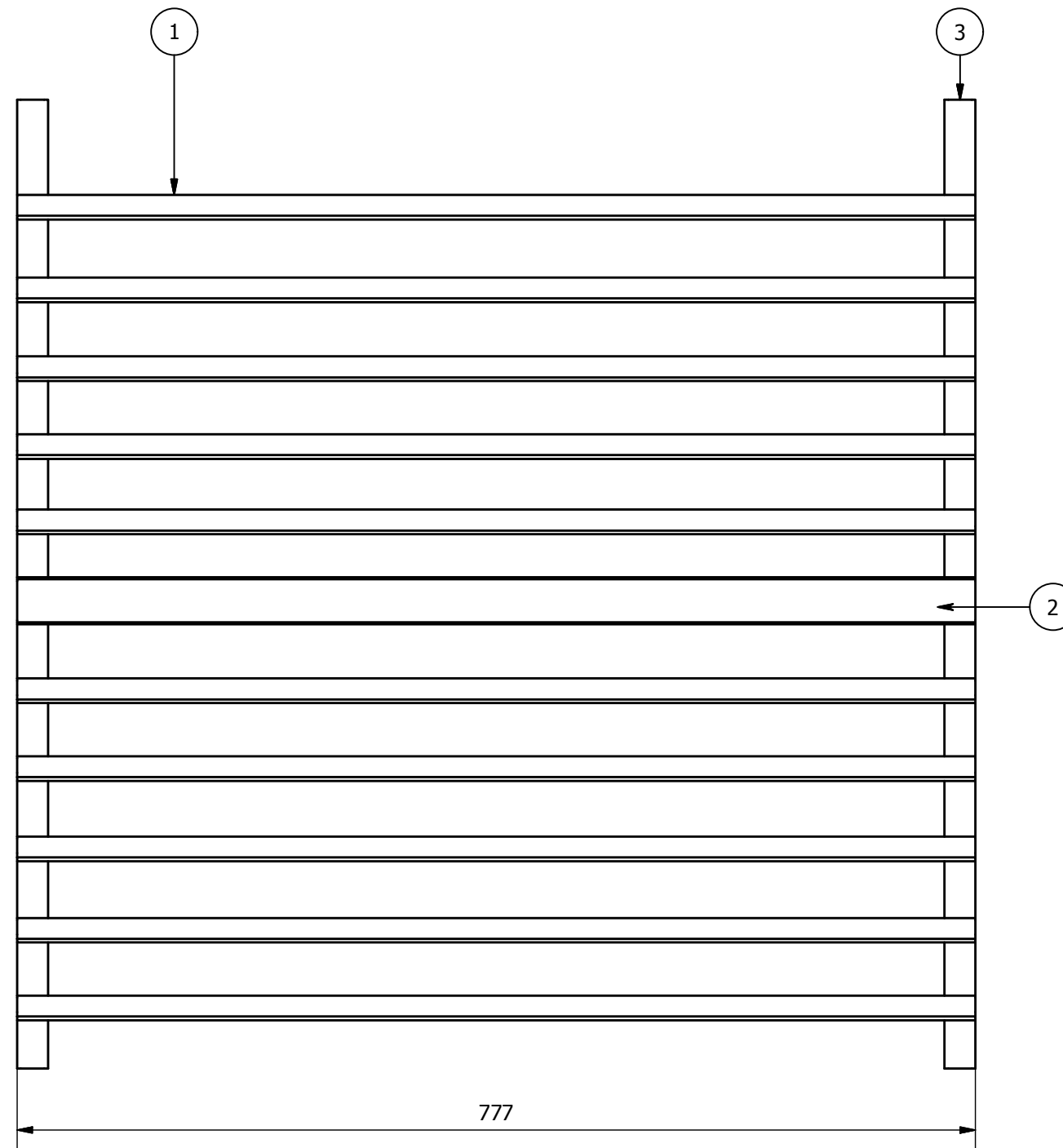
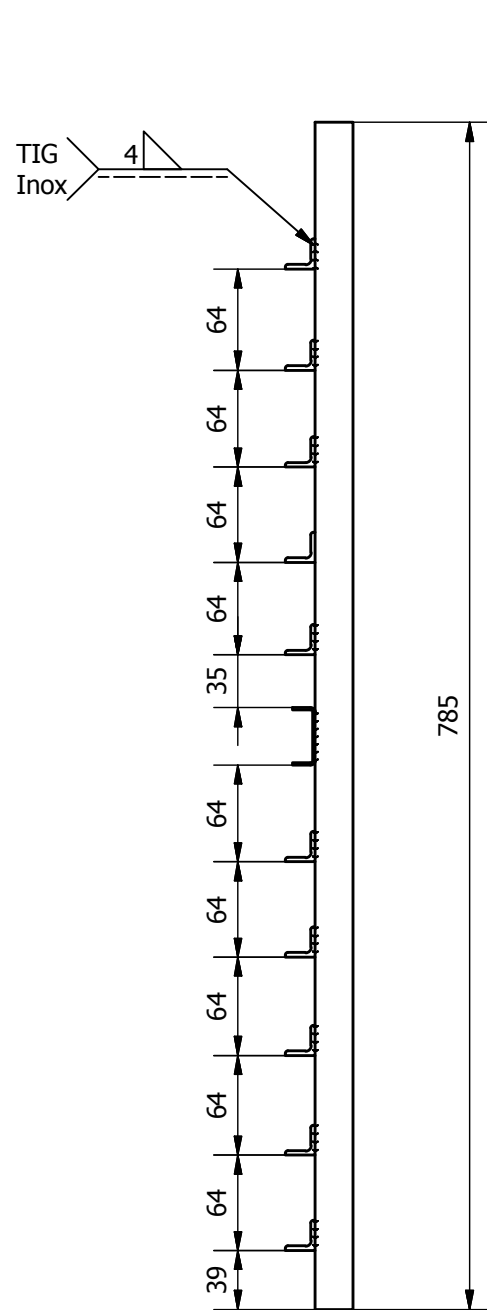
Nota: Radios de curvatura 1,1 mm

Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1 espesor	Dim. Brutas:	414x388
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
TAPA LATERAL	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.07.02	Tol. Gral:	±0,5

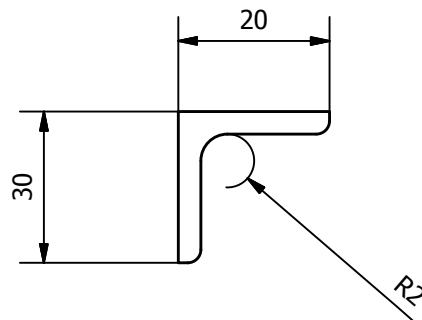
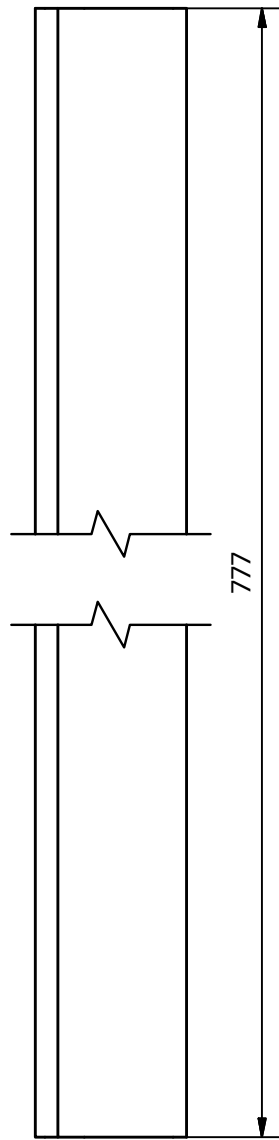


Nota: Radios de curvatura 1 mm

Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado	Dim. Brutas:	715x331
Recubrimiento:	NA		1,1 espesor		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
TAPA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.07.03	Tol. Gral: ± 0,5	

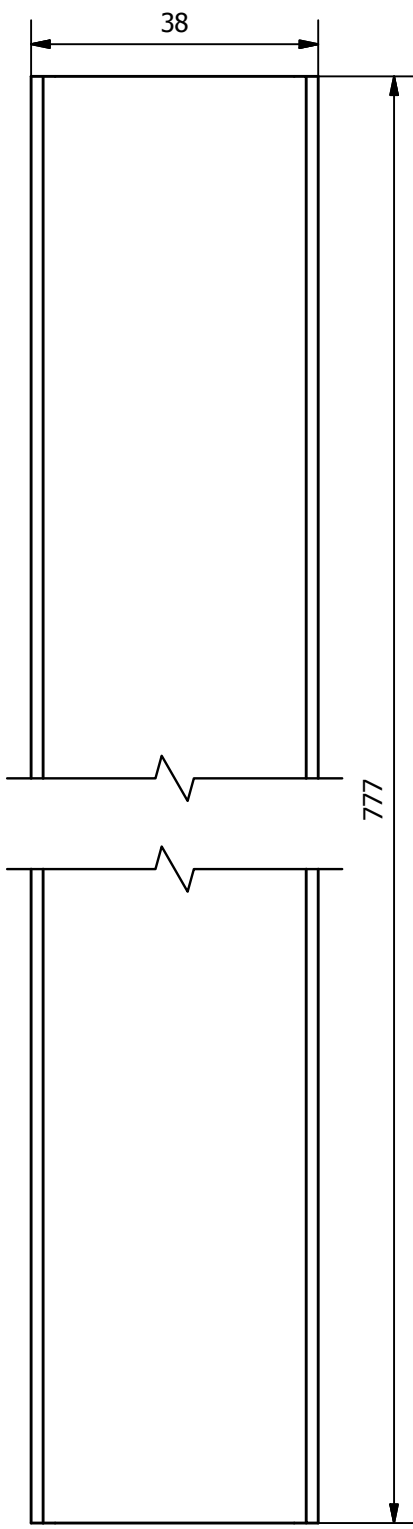


3	Tubo Cuadrado	2	Acero Inox 430			10-8921588-8926799.00.08.03
2	Perfil C	1	Acero Inox 430			10-8921588-8926799.00.08.02
1	Angulos	10	Acero Inox 430			10-8921588-8926799.00.08.01
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim. Brut	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés
SOPORTE DE BANDEJAS				Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.08
						Tol. Gral: ±1



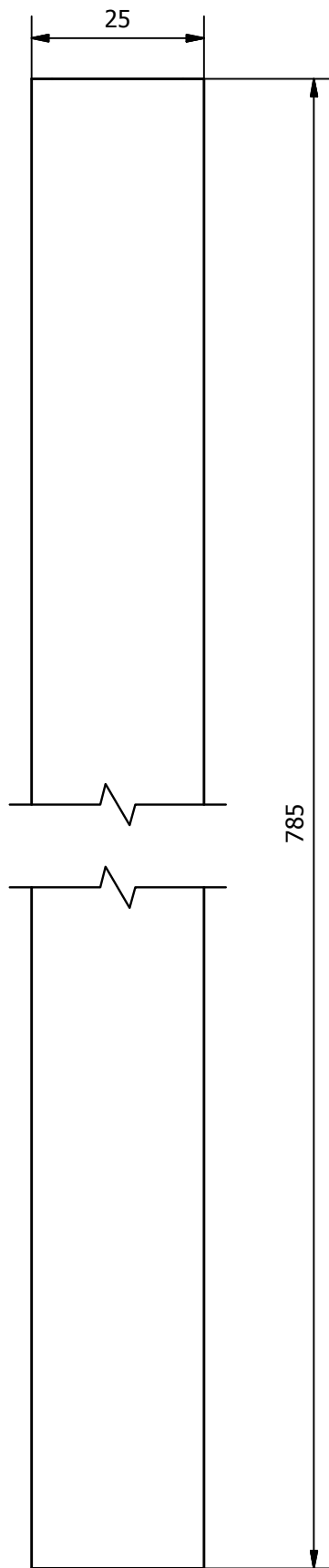
Nota: Radios de curvatura 1mm

Trat. Térmico:	NA	Material: Acero Inox 0.7 espesor	Dim. Brutas: 30x1,5x6000	
Recubrimiento:	NA		Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
		ÁNGULO	Escala: 1:1	Código



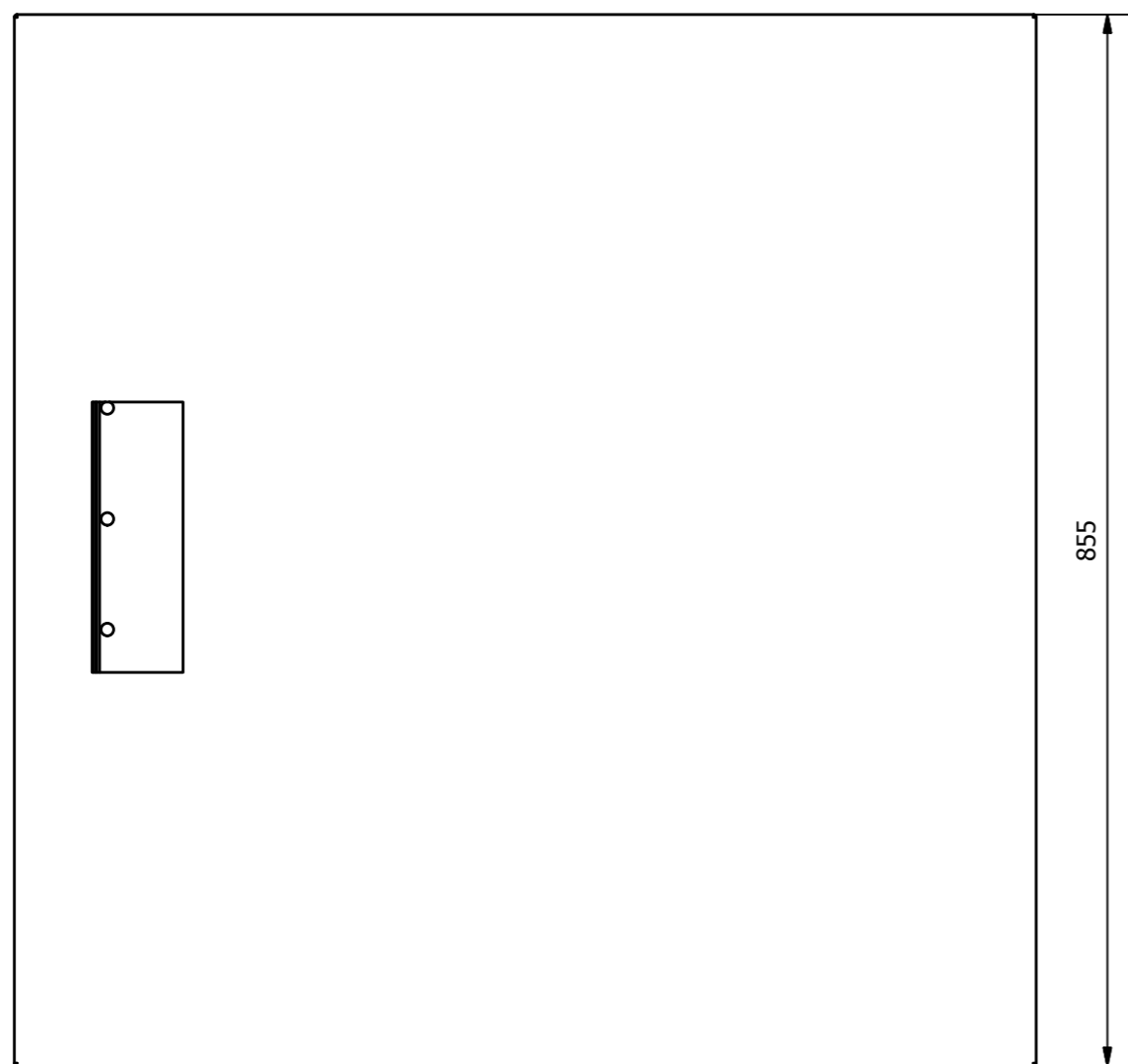
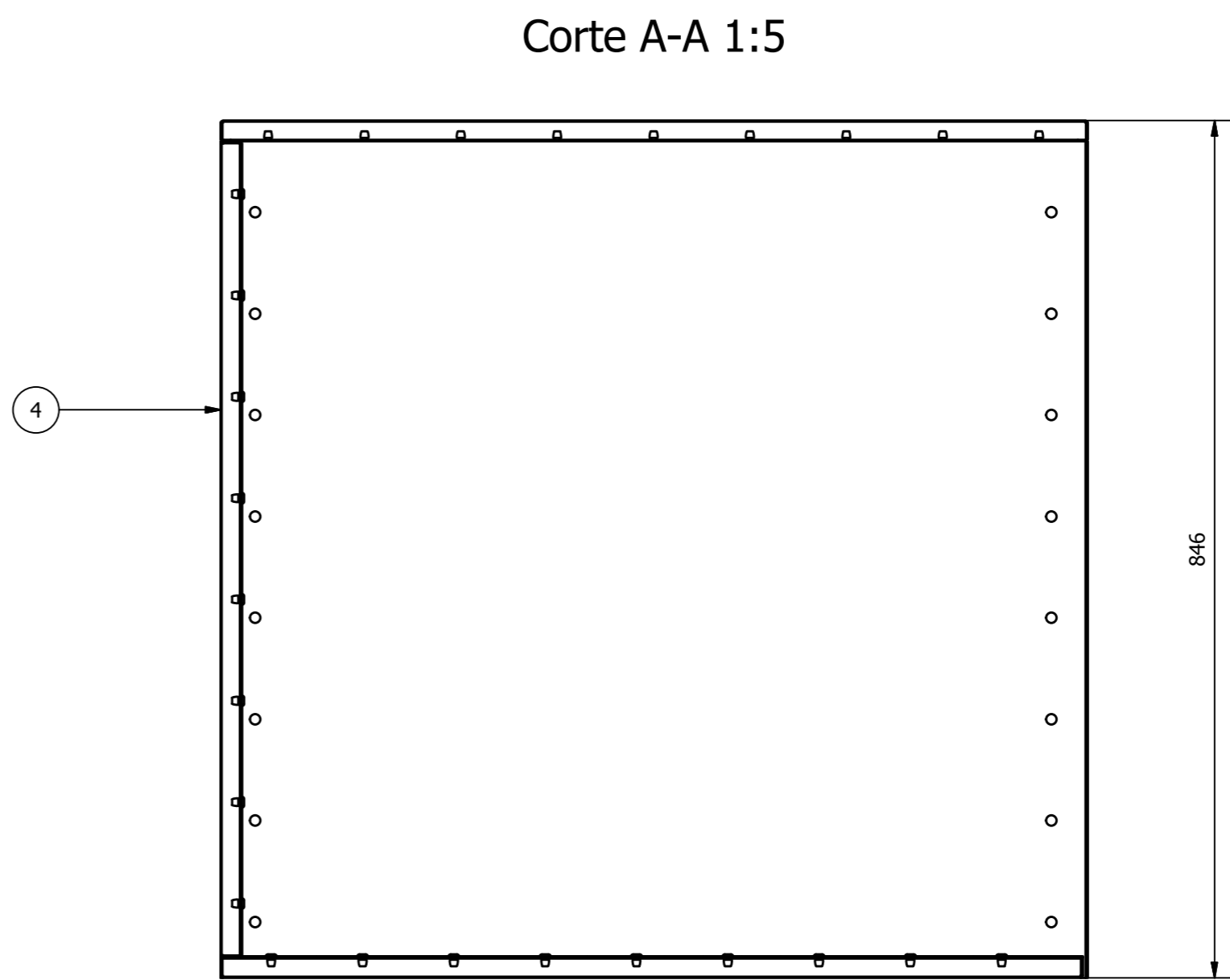
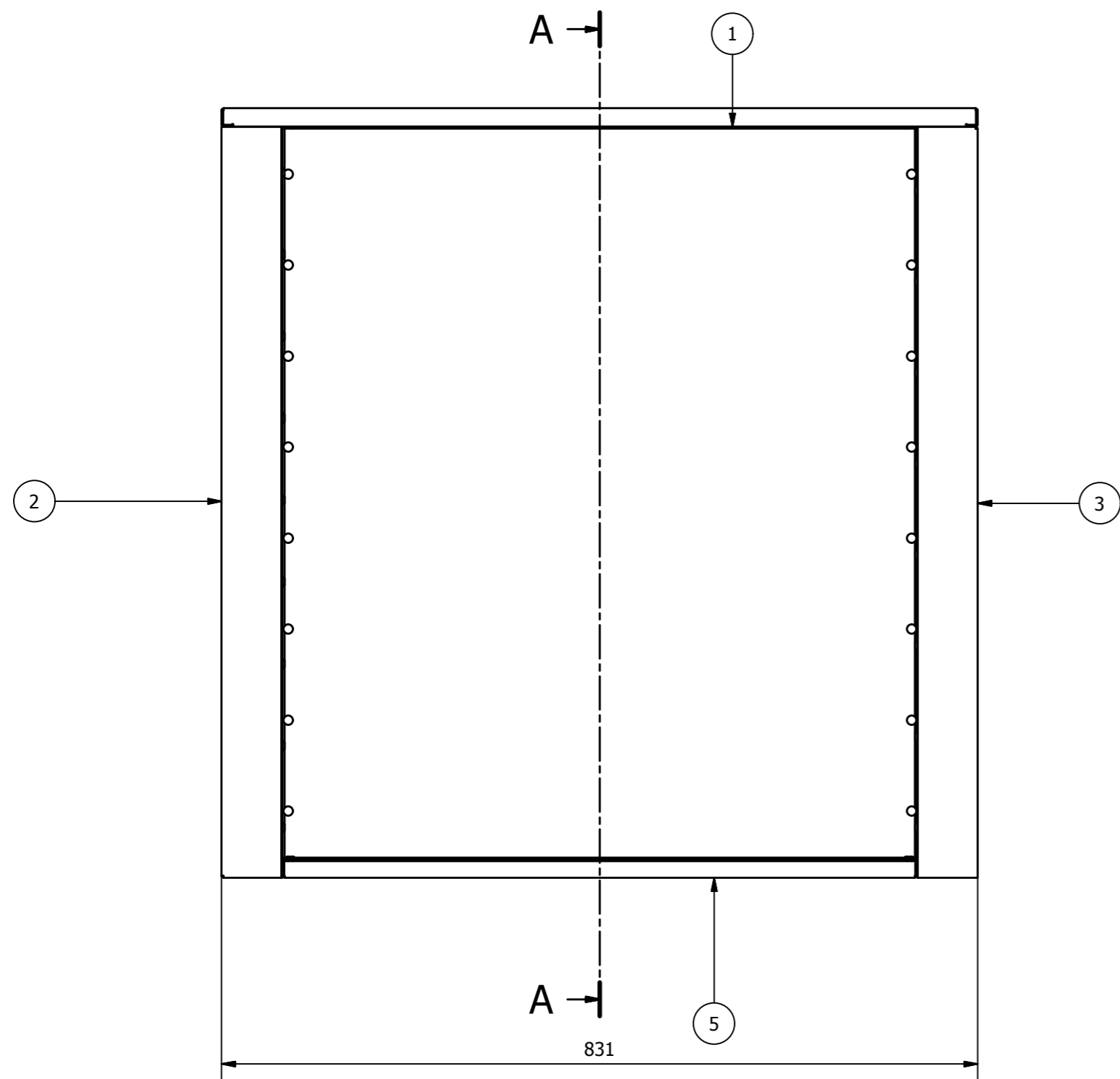
Perfil C 38x15x1,5

Trat. Térmico:	NA	Material: Acero Inox 0,7 espesor	Dim. Brutas: 30x1,5x6000	
Recubrimiento:	NA			
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
PERFIL C	Escala: 1:1	Código	10-8921588-8926799.00.08.02	Tol. Gral: ±1

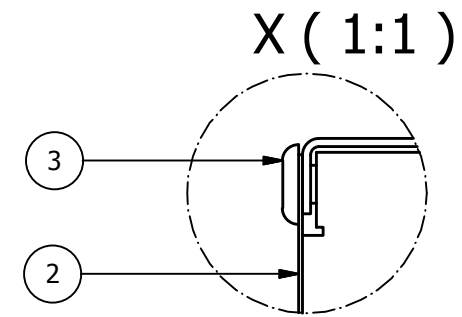
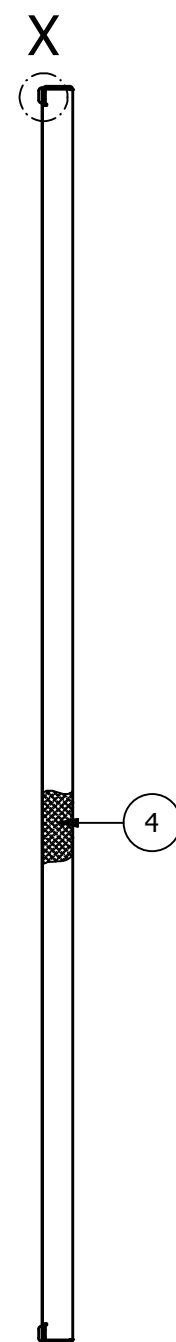
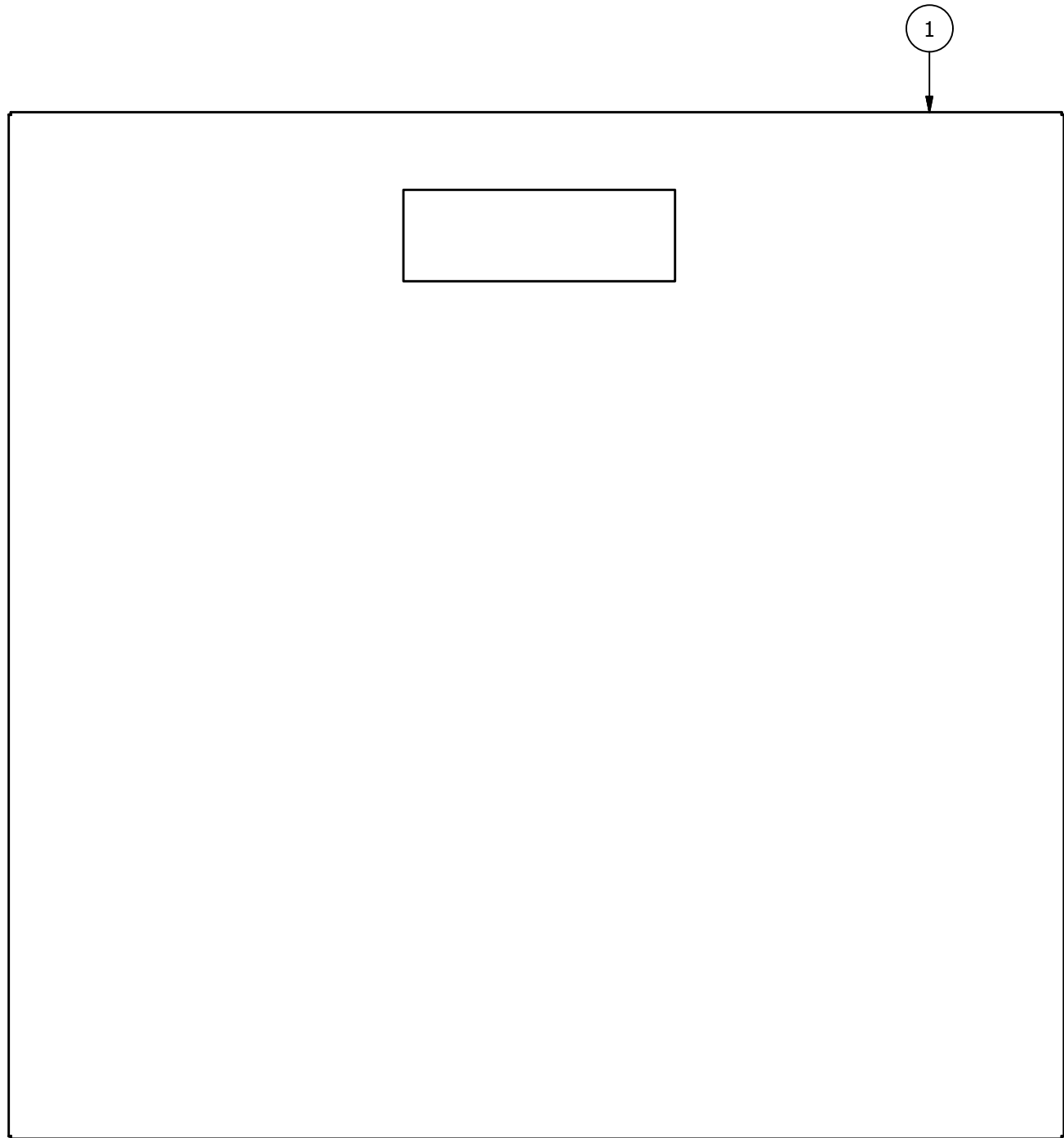


Tubo □ 25x1.5

Trat. Térmico:	NA	Material: Acero Inox 430 0,7 espesor	Dim. Brutas: 30x1,5x6000	
Recubrimiento:	NA		Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
		TUBO CUADRADO	Escala: 1:1	Código

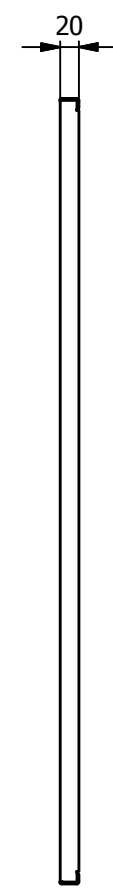
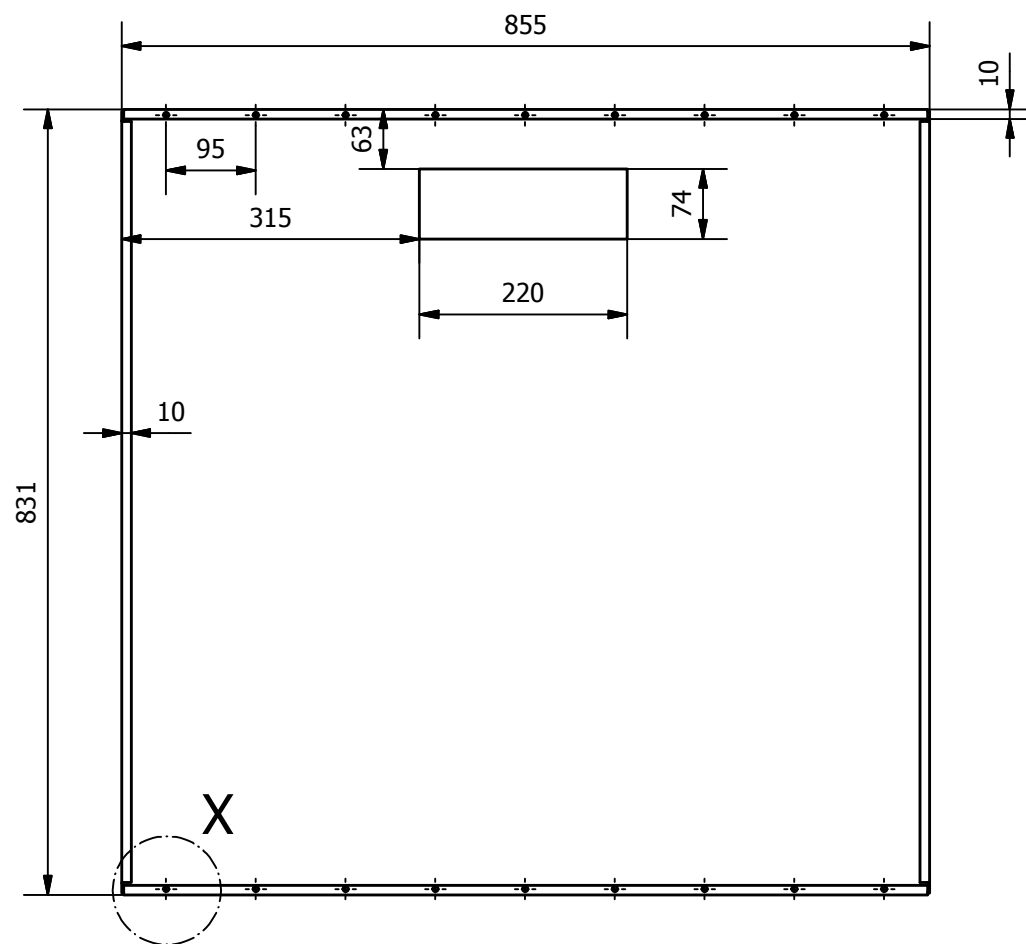


5	Base	1				10-8921588-8926799.00.09.05	
4	Panel posterior	1				10-8921588-8926799.00.09.04	
3	Panel derecho	1				10-8921588-8926799.00.09.03	
2	Panel izquierdo	1				10-8921588-8926799.00.09.02	
1	Tapa	1				10-8921588-8926799.00.09.01	
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim Brutas	Observaciones	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
CÁMARA				Escala:	1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09
						Tol. Gral:	±1

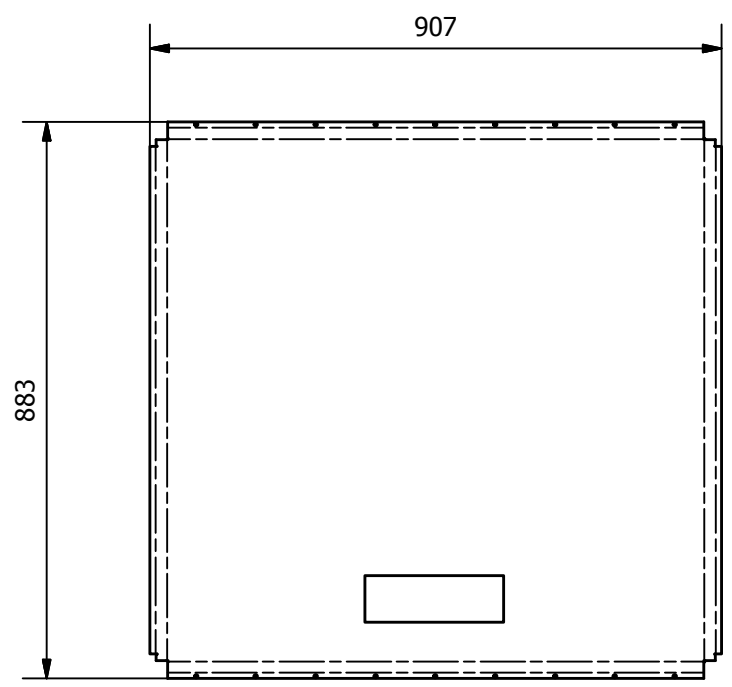
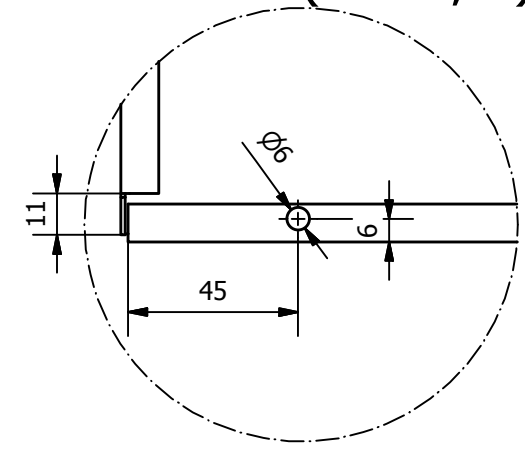


4	Lana de vidrio	1					
3	Remaches	18		Ø 3 x 12			
2	Cubierta	1	Acero Inox 430			10-8921588-8926799-00.09.01.02	
1	Tapa externa	1	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799-00.09.01.01	
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim Brutas	Observaciones	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
TAPA				Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.01	Tol. Gral: ±1

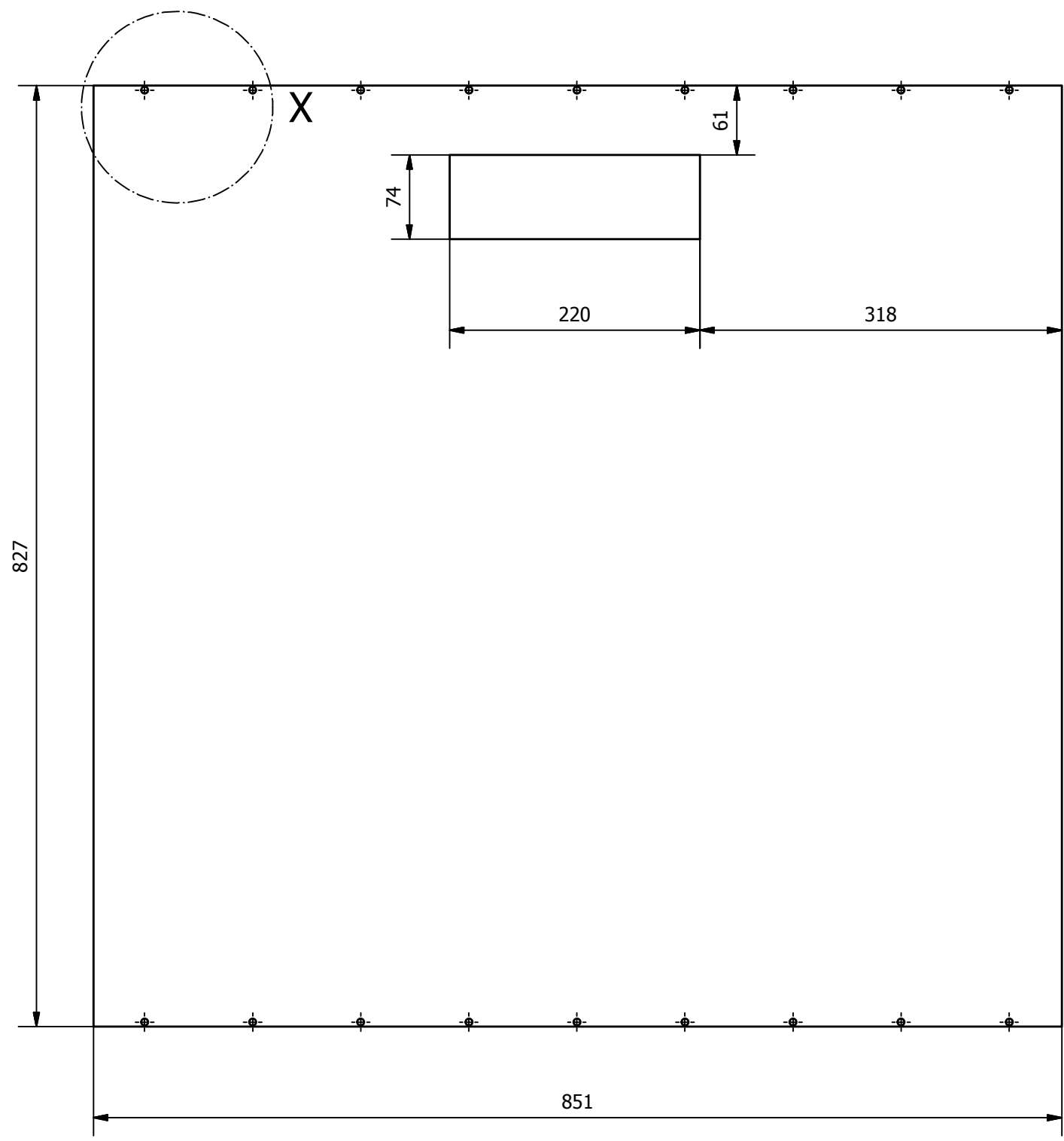
Pintado



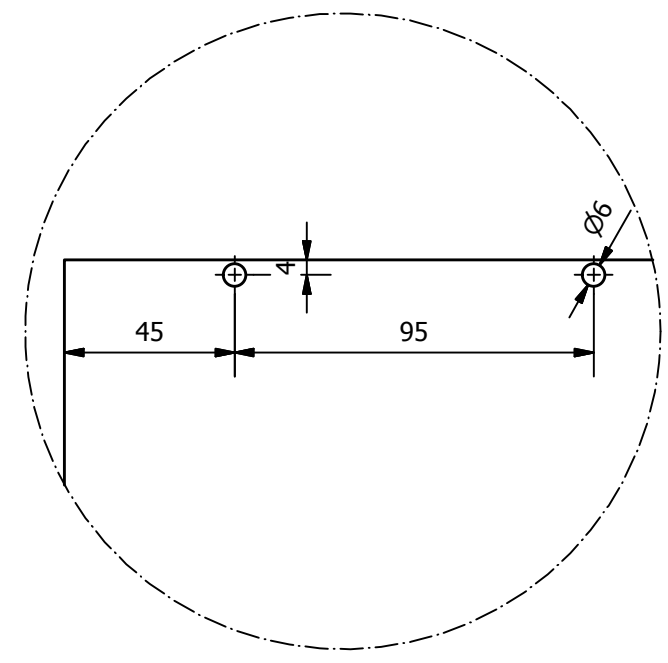
Detalle X (1 : 2,5)



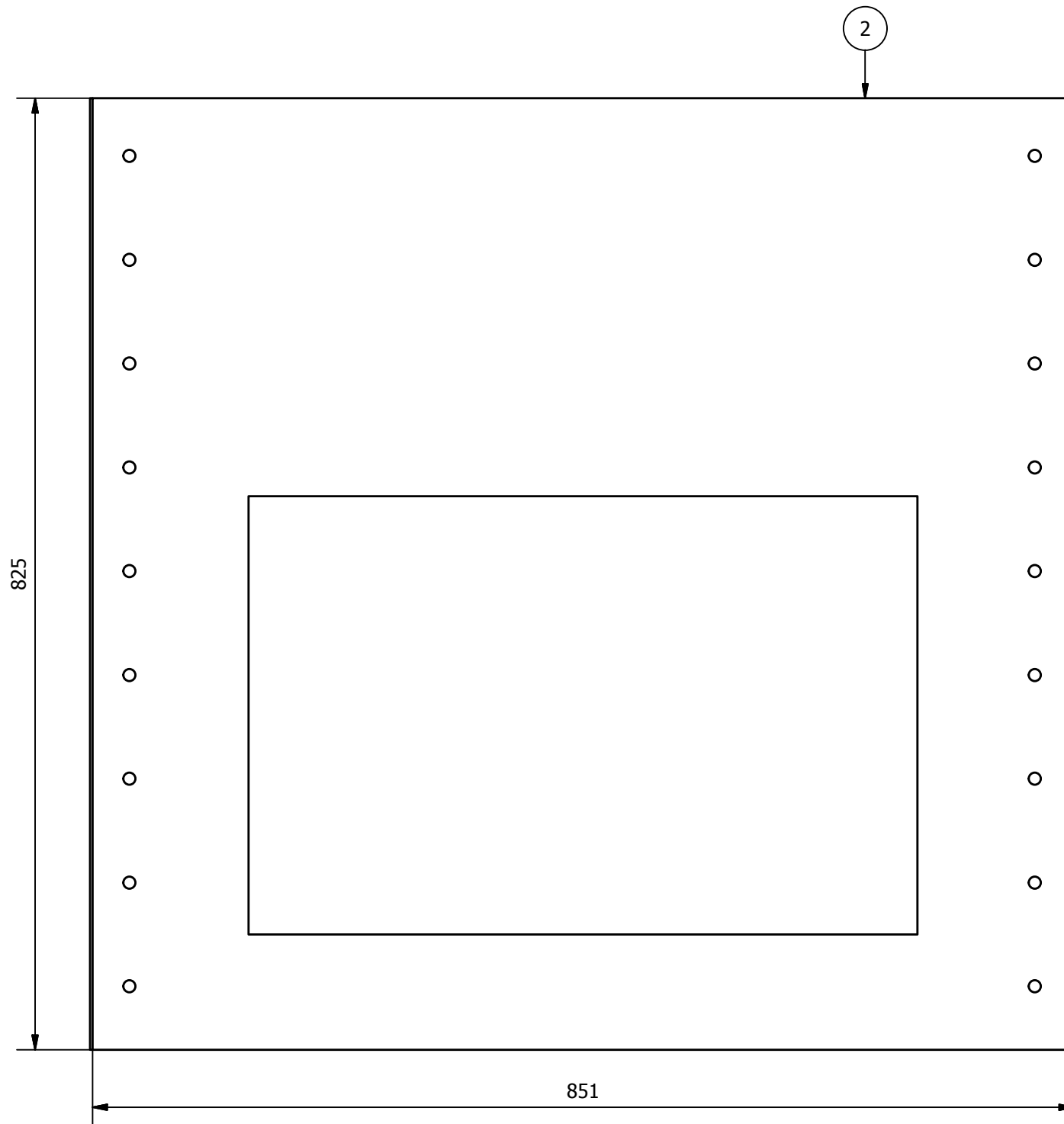
Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvaizado 1,1 espesor	Dim. Brutas:	833x907
Recubrimiento:	Pintado				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
TAPA EXTERNA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-892679900.09.01.01	Tol. Gral:	±0,5



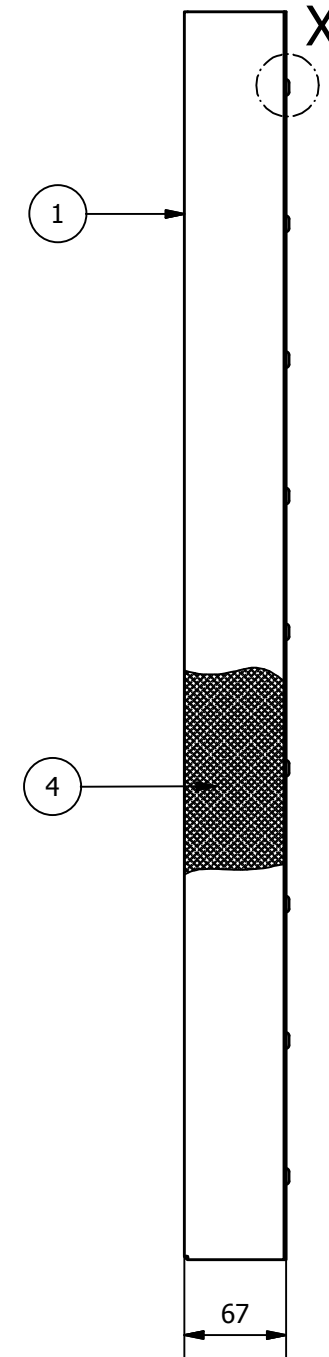
Detalle X (1:2,5)



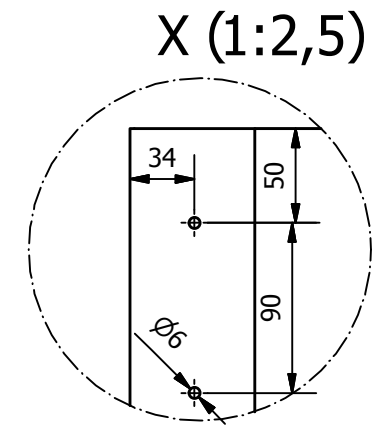
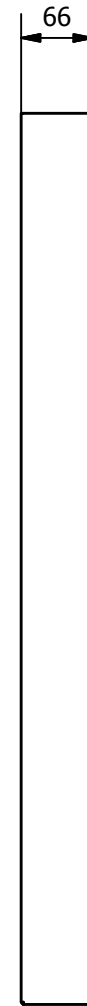
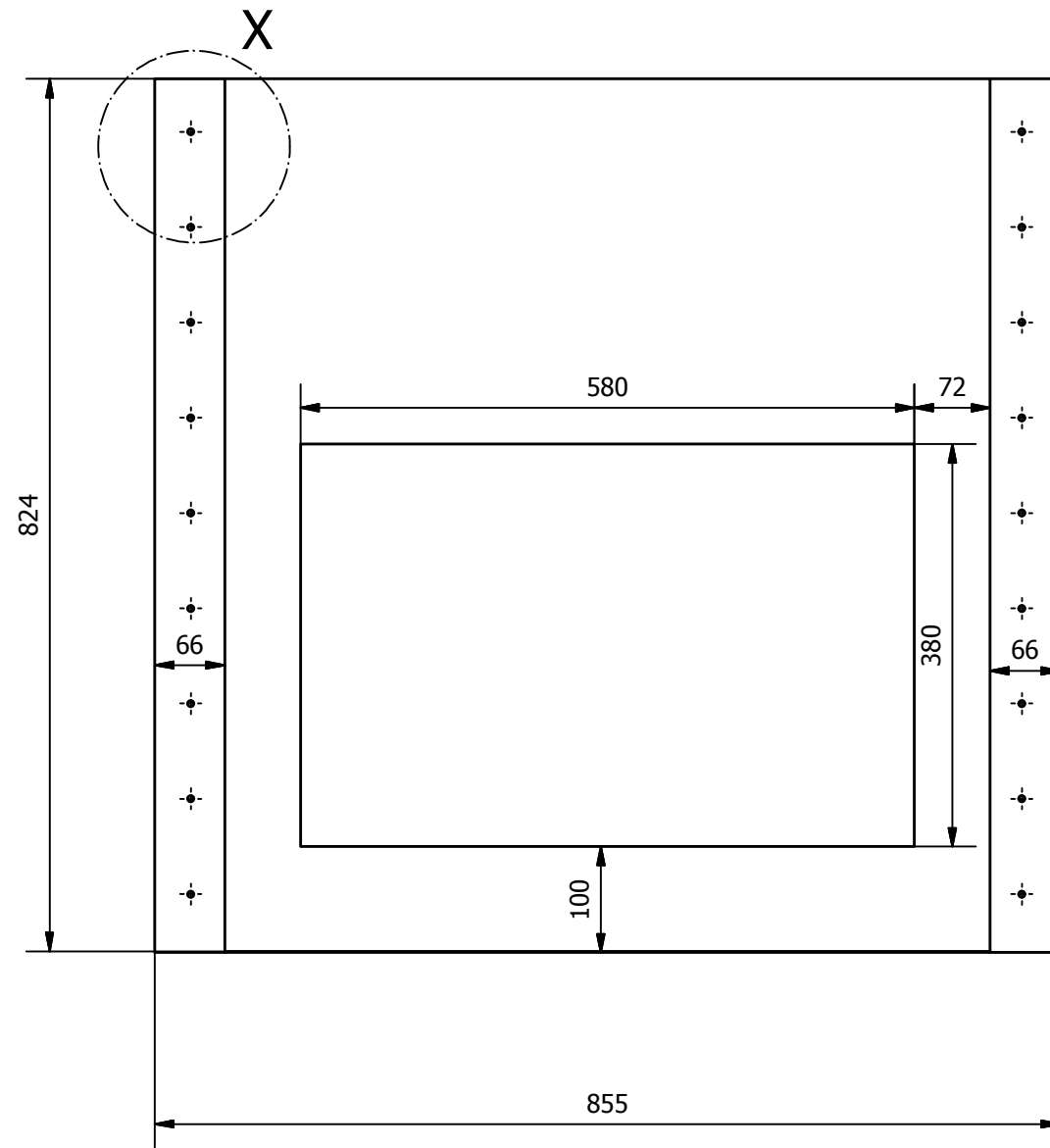
Trat. Térmico:	NA	Material:	Acero Inox 430 0,7 espesor	Dim. Brutas:	833x907
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
CUBIERTA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.09.01.02	Tol. Gral:	±0,5



X (1:2,5)



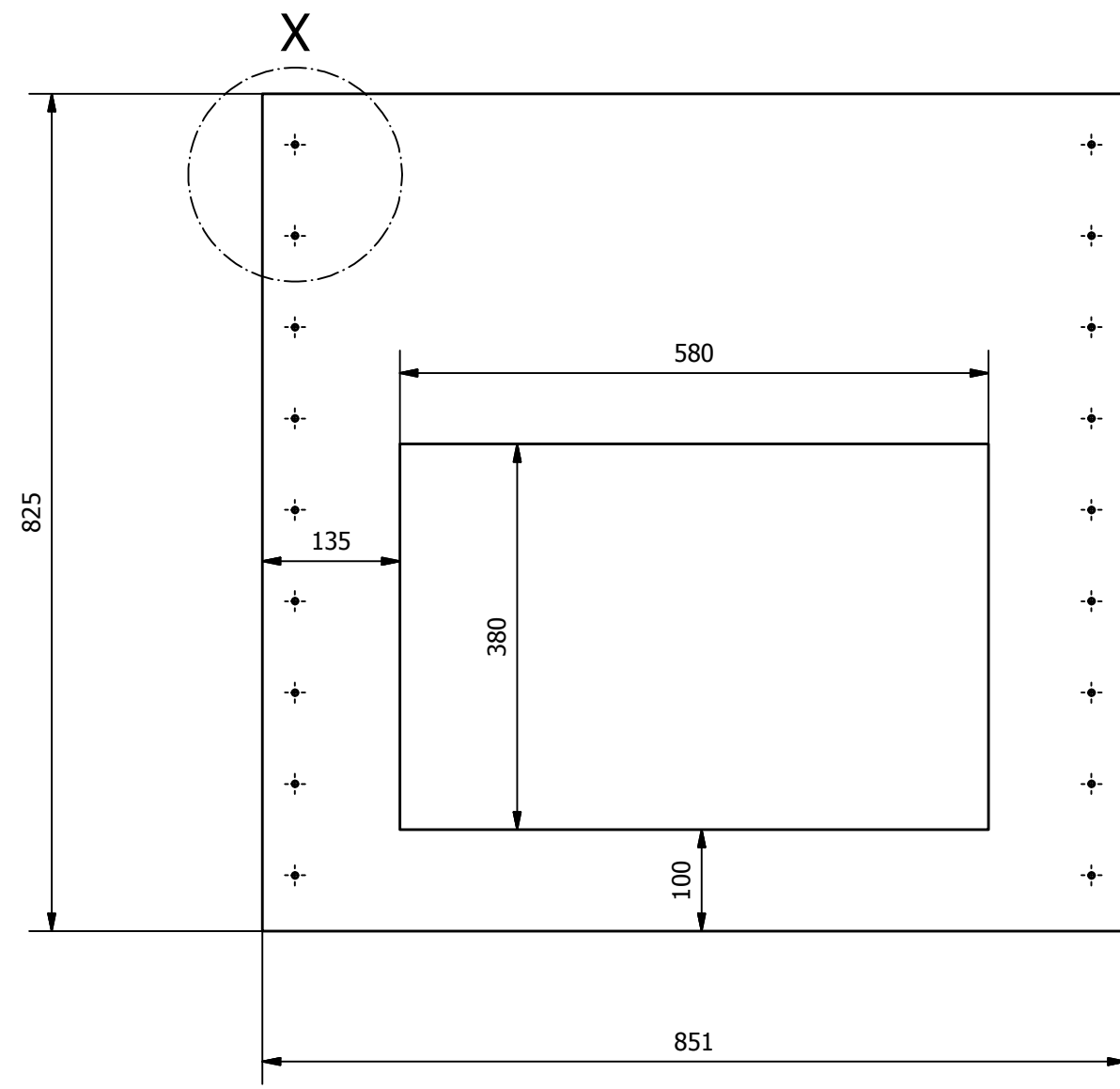
4	Lana de vidrio	1				
3	Remaches	18		Ø 3 x12		
2	Cubierta	1	Acero Inox 430		10-8921588-8926799.00.09.02.02	
1	Tapa exterior	1	Tool Galvanizado		10-8921588-8926799.00.09.02.01	
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim Brutas	Observaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
				Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
				Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
PANEL IZQUIERDO			Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.02	Tol. Gral: ±0,5



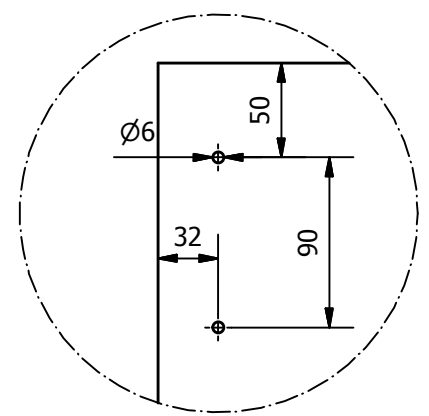
Pintado

Nota: Radios de curvatura 1 mm

Trat. Térmico:	NA	Material: Tool Galvanizado	Dim. Brutas:
Recubrimiento:	Pintado	1,1 espesor	970x884
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés
TAPA EXTERIOR	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.02.01
			Tol. Gral: ±0,5

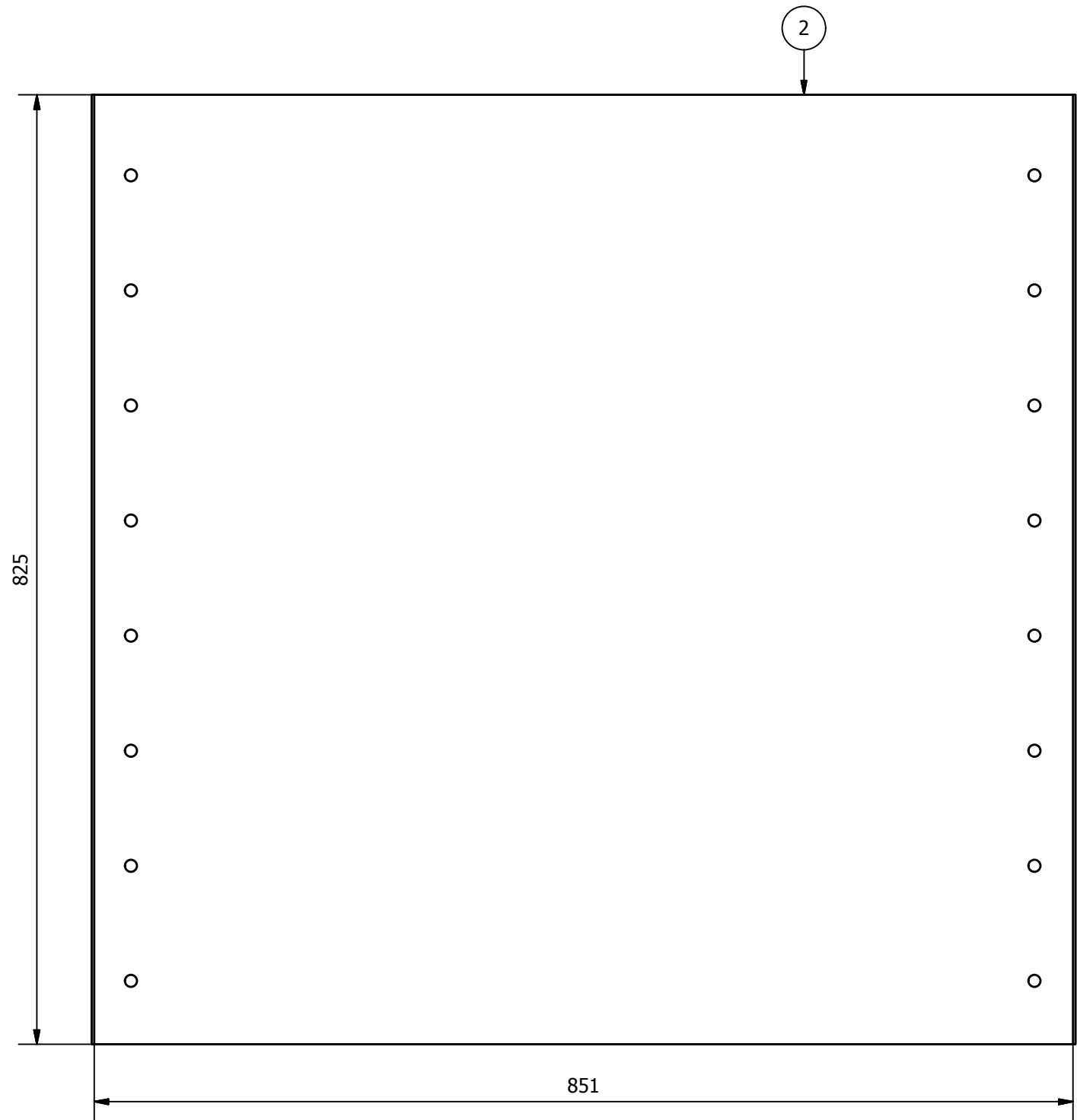


X (1:2,5)

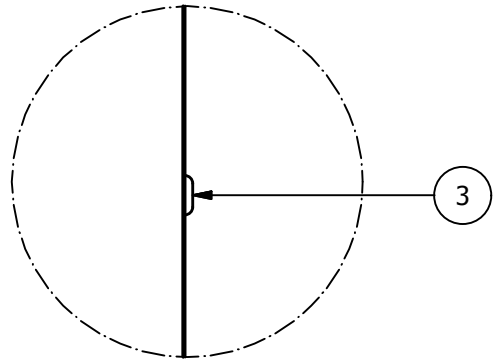
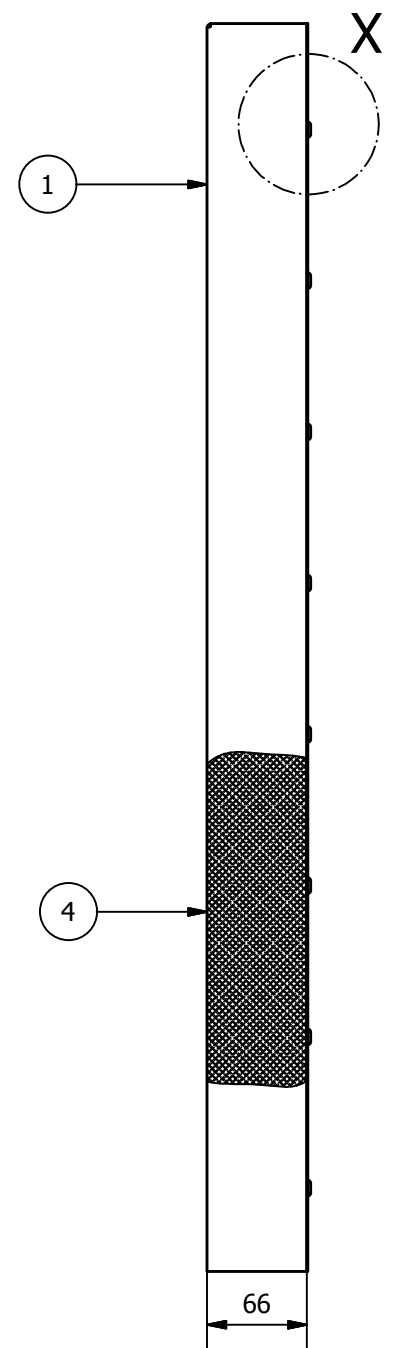


Nota: Radios de curvatura 1 mm

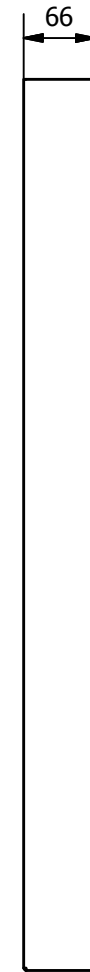
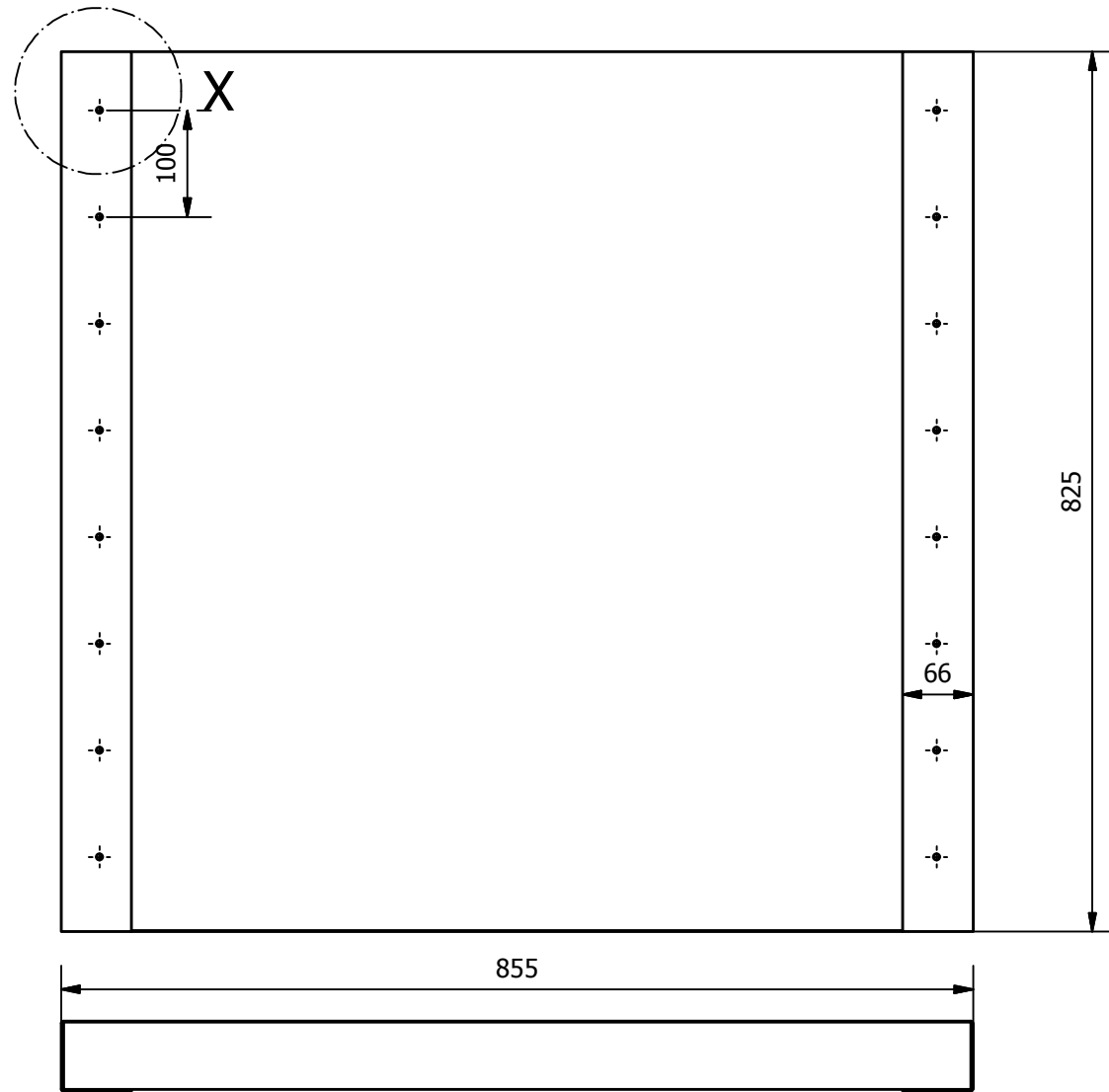
Trat. Térmico:	NA	Material: Acero Inox 430	Dim. Brutas:
Recubrimiento:	NA	0,7 espesor	970x884
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés
TAPA EXTERIOR	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.02.02
			Tol. Gral: ±0,5



Detalle X (1:2,5)

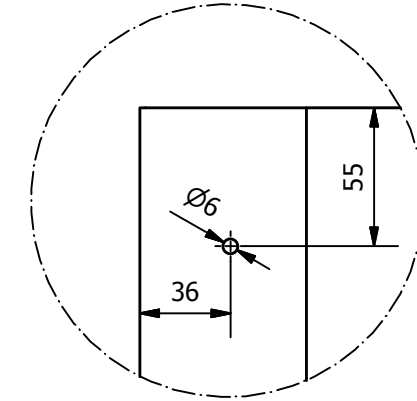


4	Lana de vidrio	1					
3	Remaches	16	Ø 3 x 12				
2	Cubierta	1	Acero Inox 430			10-8921588-8926799.00.09.03.02	
1	Tapa exterior	1	Tool galvanizado			10-8921588-8926799.00.09.03.01	
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim Brutas	Observaciones	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
PANEL DERECHO			Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.03	Tol. Gral: ±0,1	

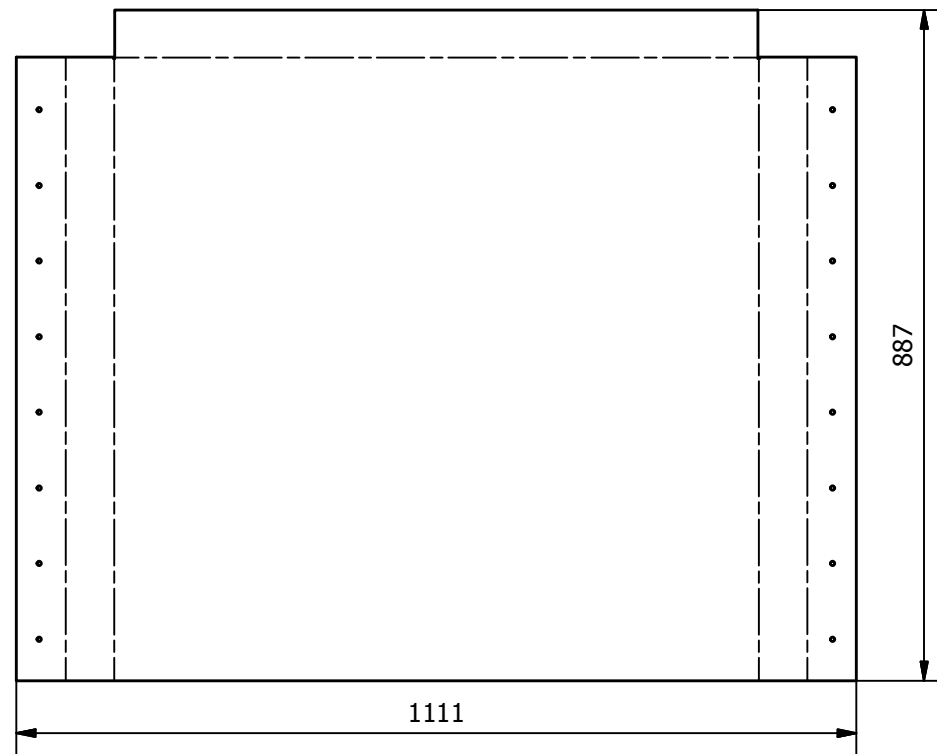


Pintado

Detalle X (1:2,5)

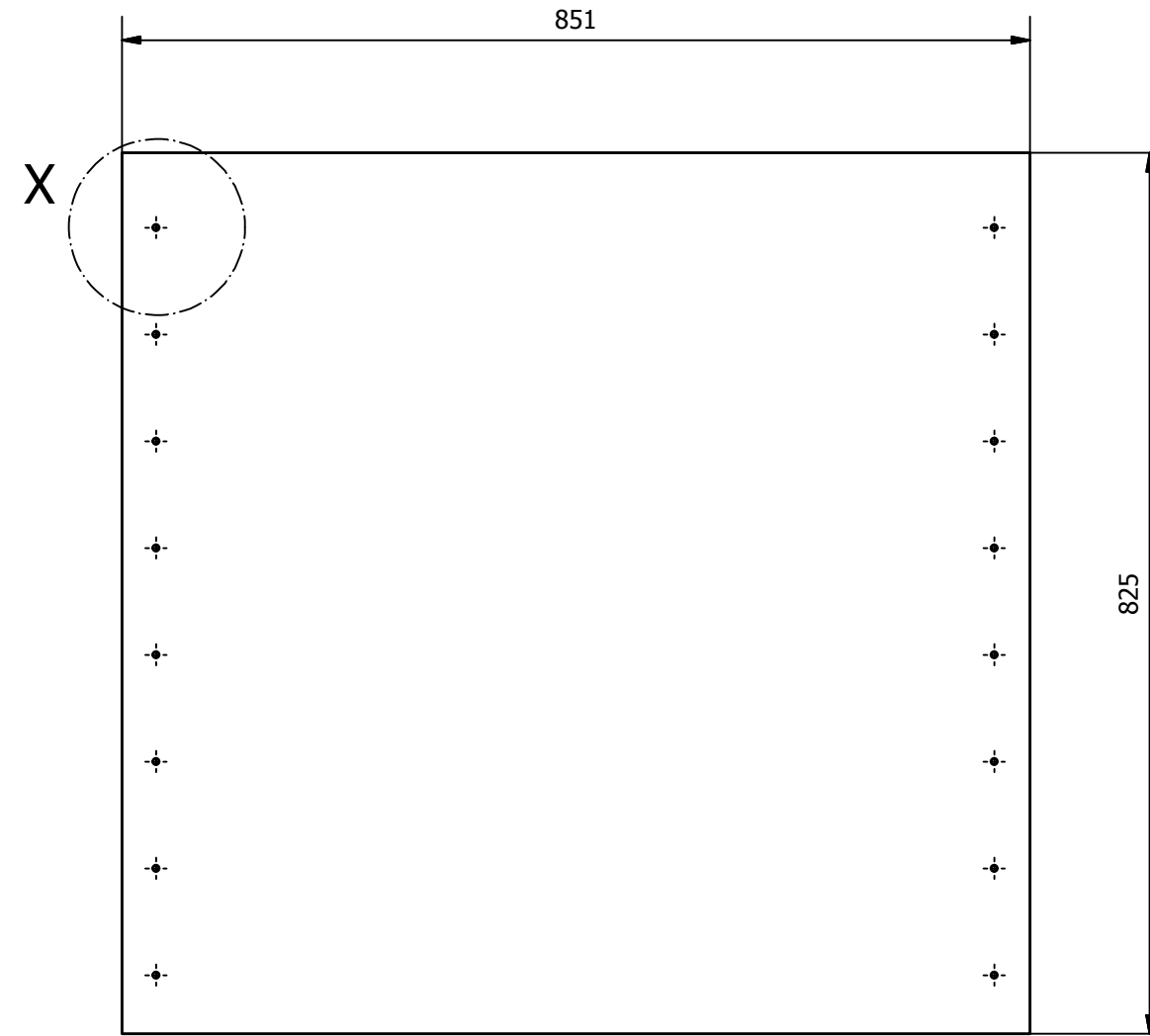


Desarrollo

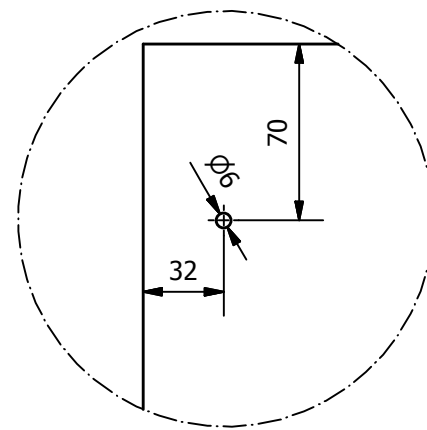


Radios de curvatura 1 mm

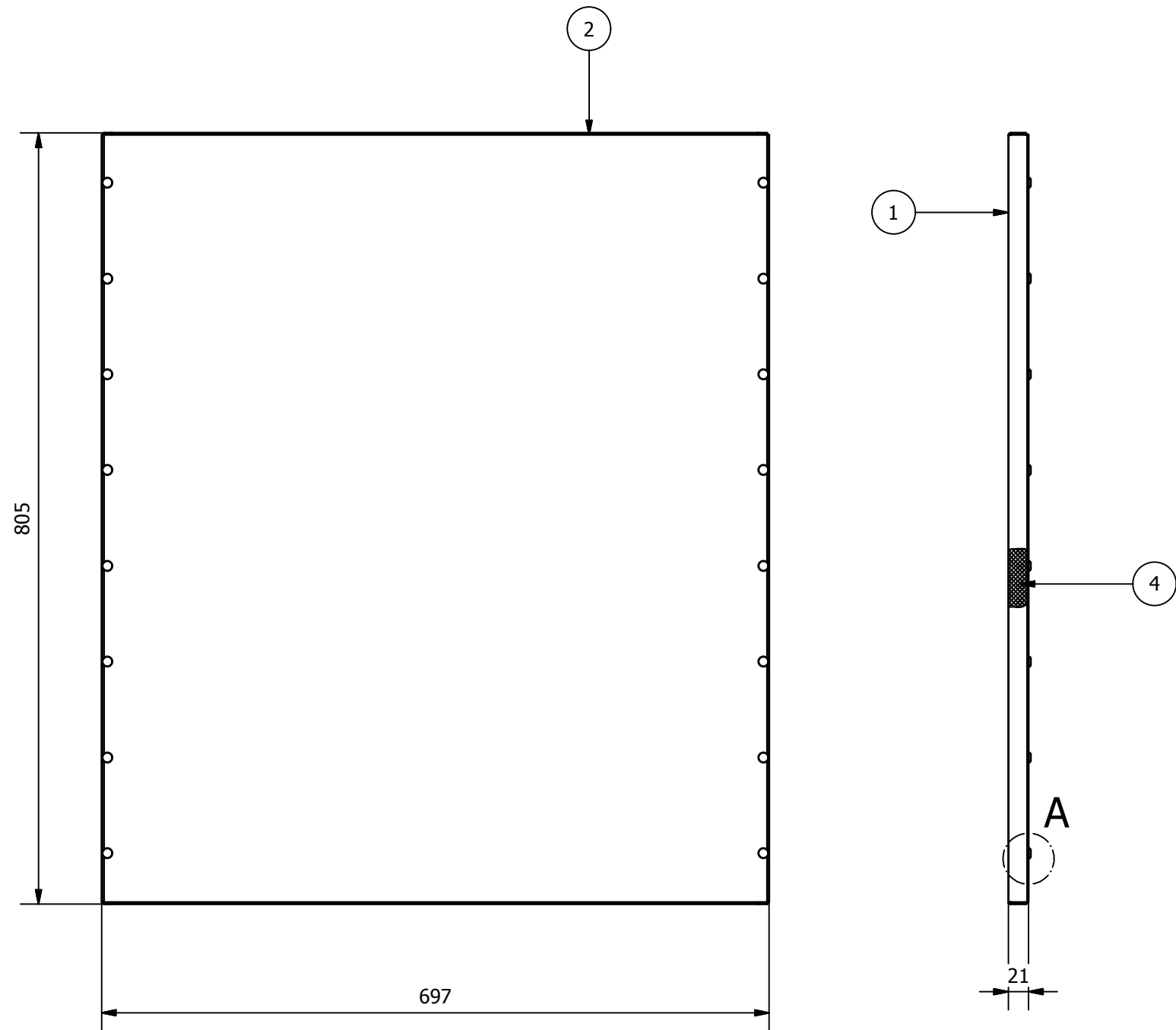
Trat. Térmico:	NA	Material: Tool Galvanizado	Dim. Brutas:
Recubrimiento:	Pintado	1,1 espesor	1111x887
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés
TAPA EXTERIOR	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.03.01
			Tol. Gral: ±0,5



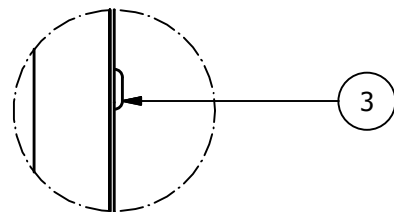
X (1:2,5)



Trat. Térmico:	NA	Material: Acero inox 430	Dim. Brutas:	
Recubrimiento:	NA	0,7 espesor	851x825	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
Cubierta	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.03.02	Tol. Gral: ±0,5

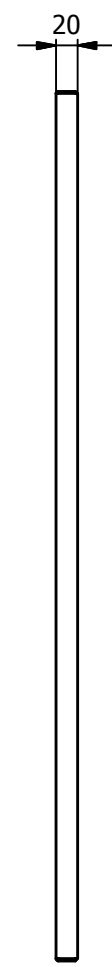
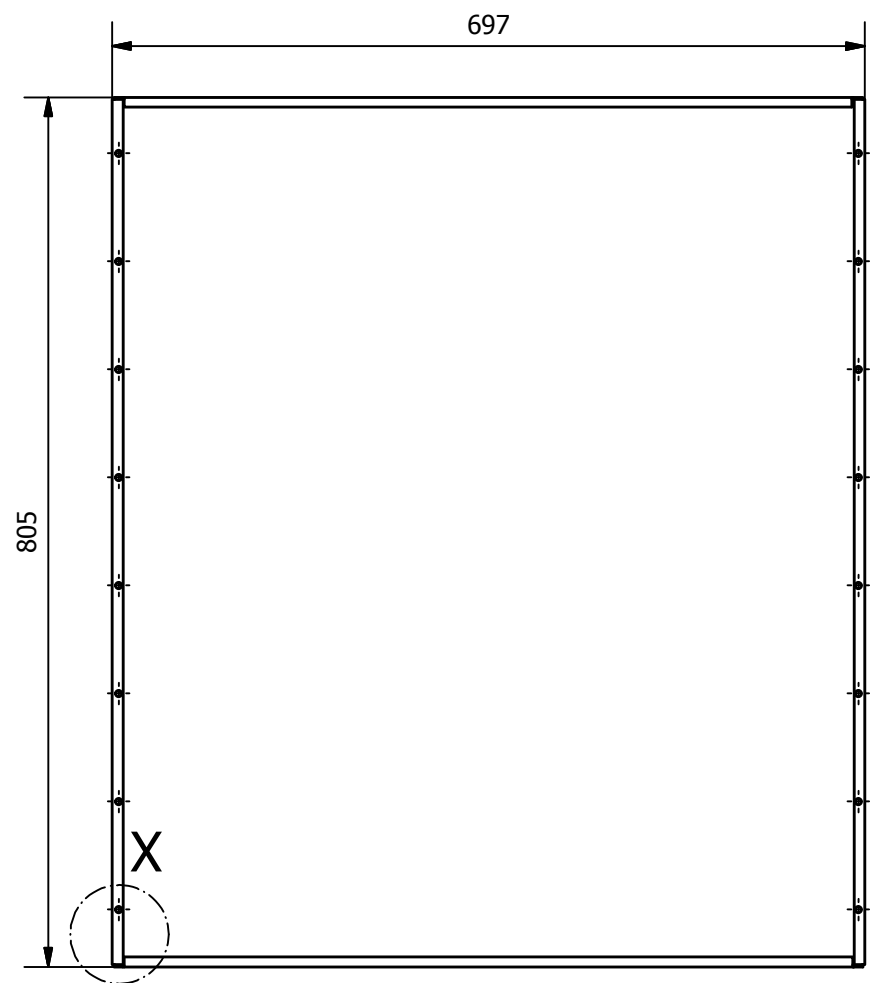


Detalle A (1 : 2,5)

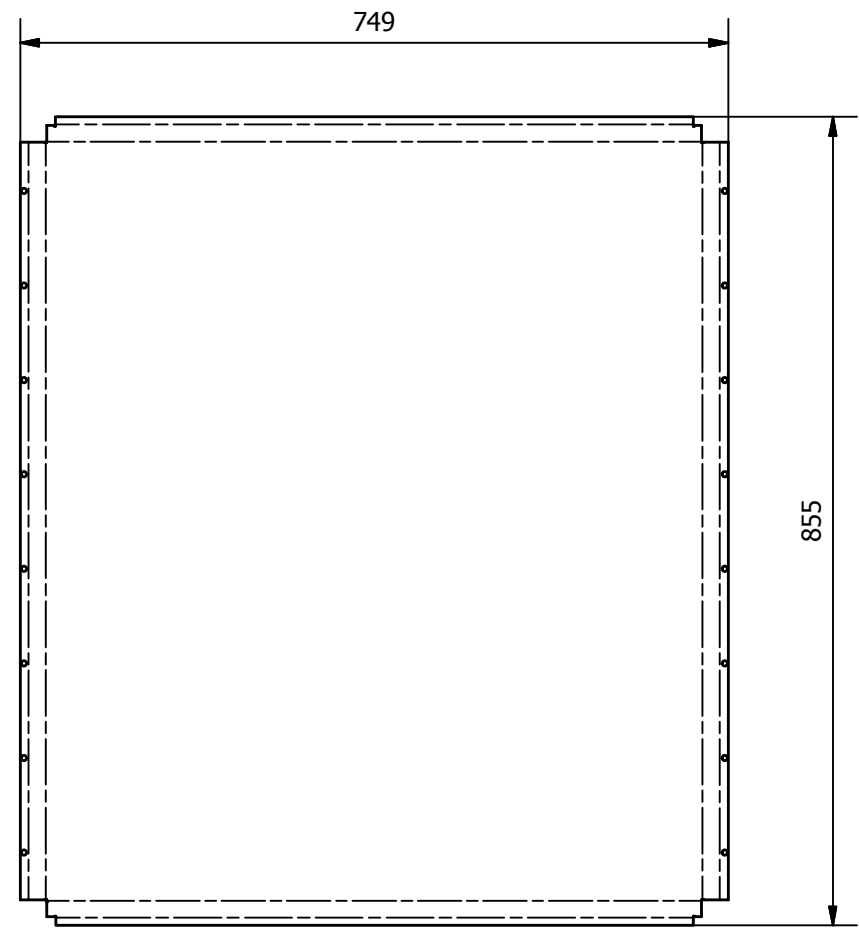
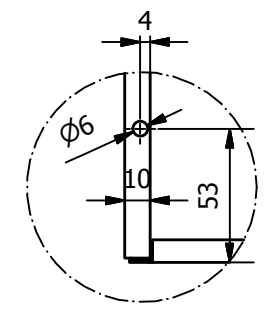


3	Remache	16		Ø3 x 12			
2	Cubierta	1	Acero Inox 430			10-8921588-8926799.00.09.04.02	
1	Tapa exterior	1	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.09.04.01	
Ref	Descripcion	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim Brutas	Observaciones	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
PANEL POSTERIOR			Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.04	Tol. Gral: ±0,5	

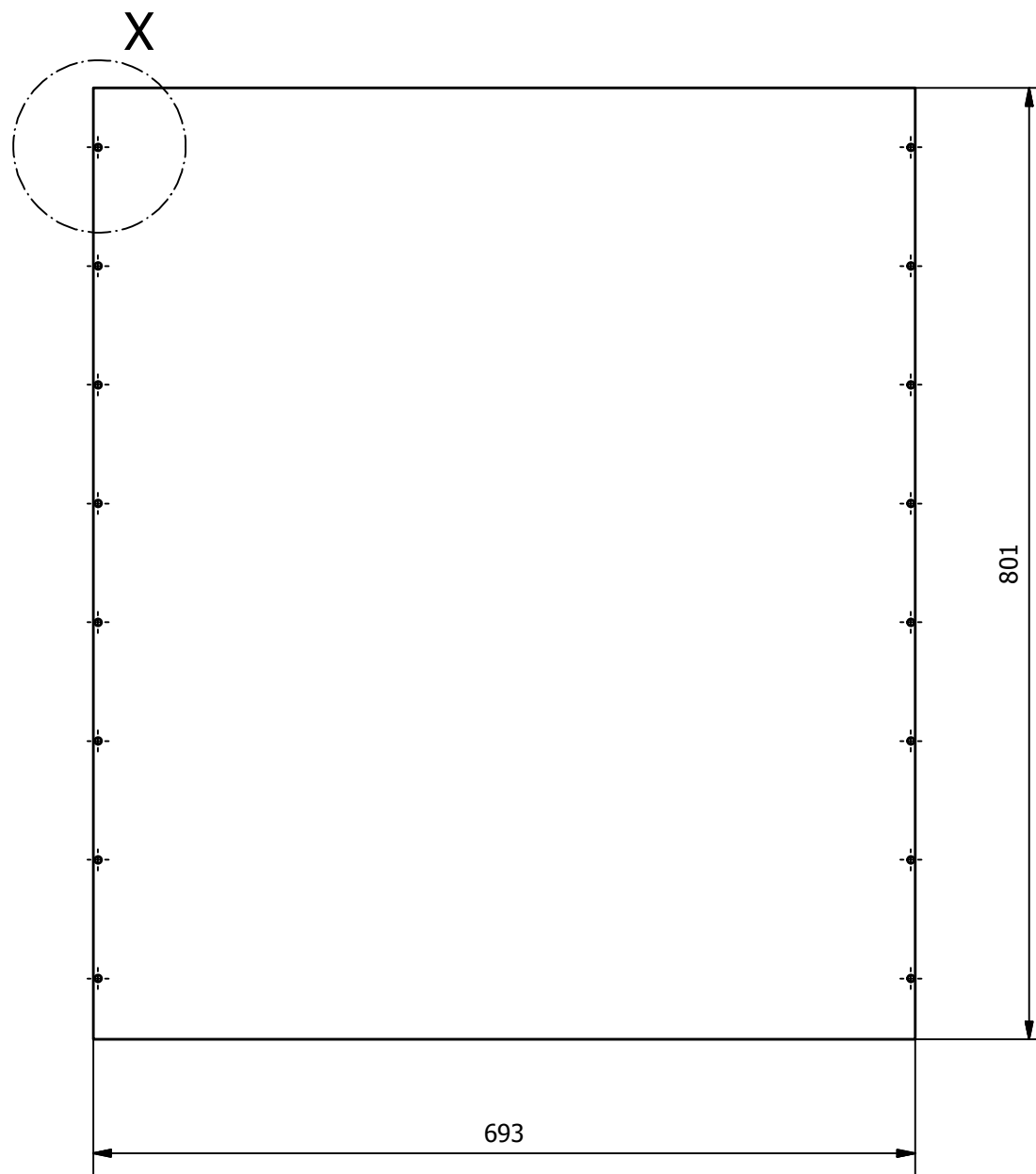
Pintado



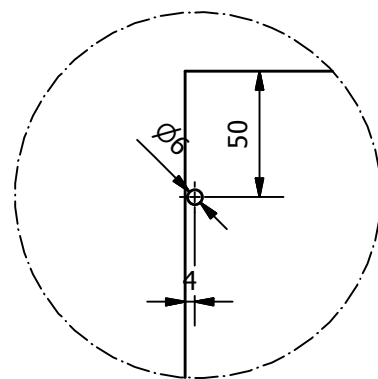
Detalle X (1:2,5)



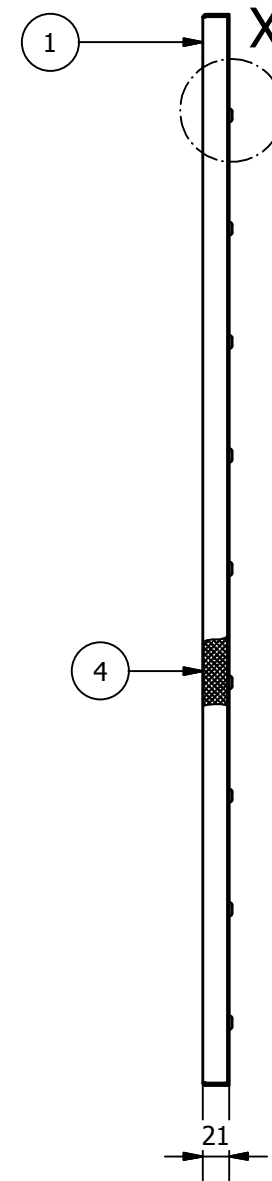
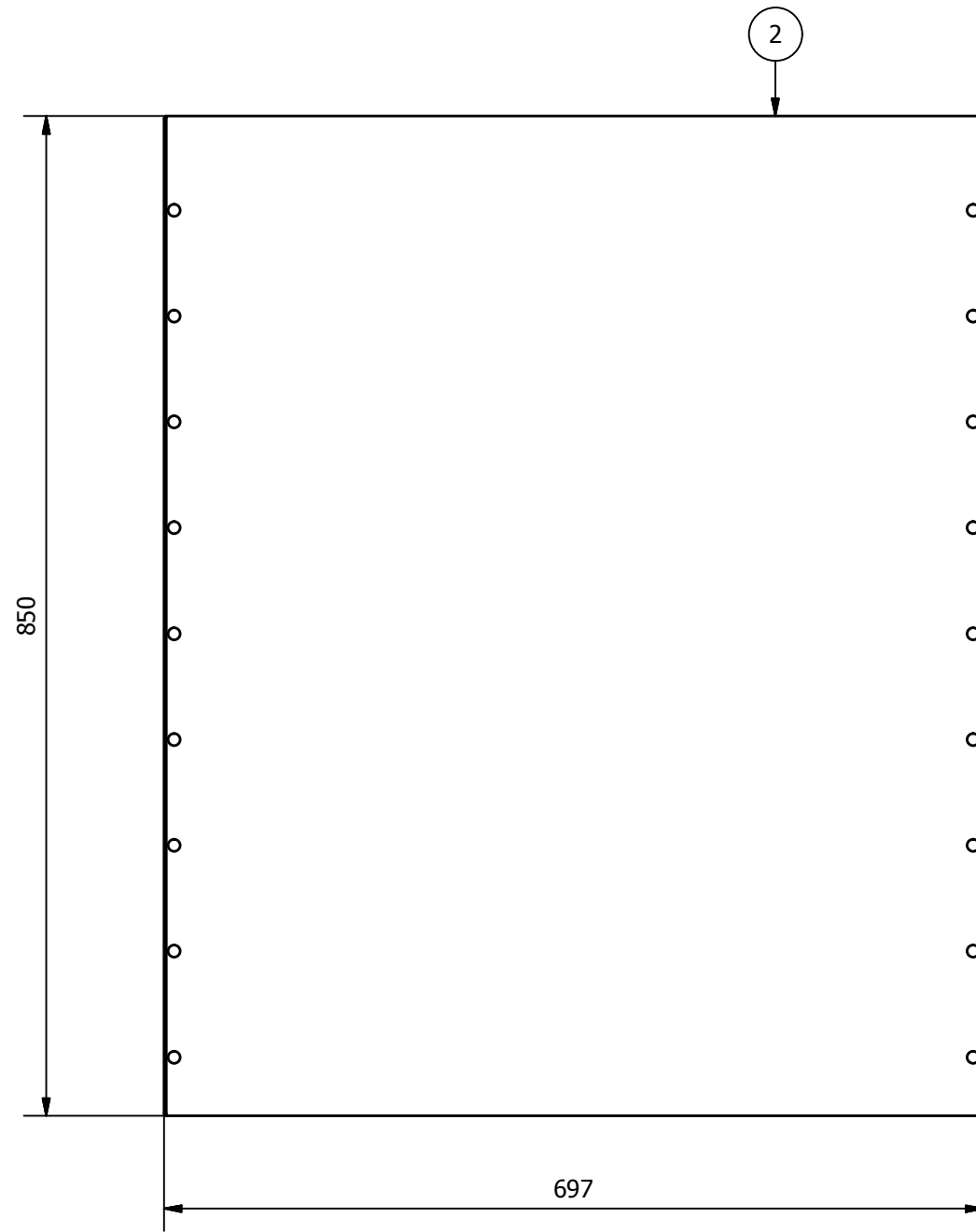
Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1 espesor	Dim. Brutas:	855x749
Recubrimiento:	Pintado				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
TAPA EXTERIOR	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.04.01	Tol. Gral:	±0,5



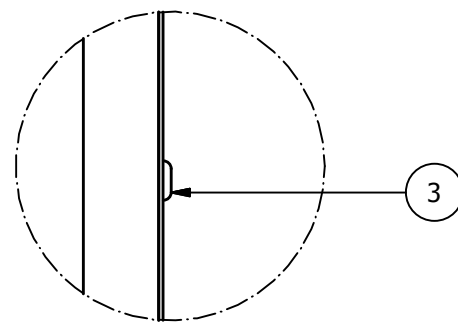
Detalle X (1:2,5)



Trat. Térmico:	NA	Material:	Acero inox 430 0,7 espesor	Dim. Brutas:	801 x 693
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
CUBIERTA	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.04.02	Tol. Gral:	±0,5

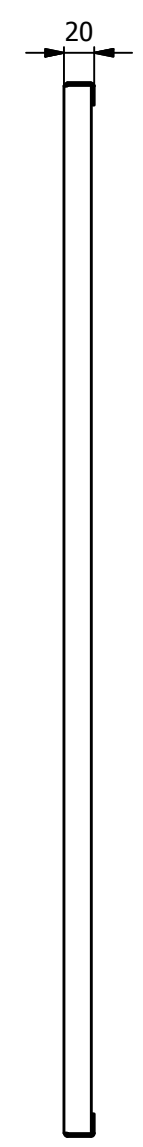
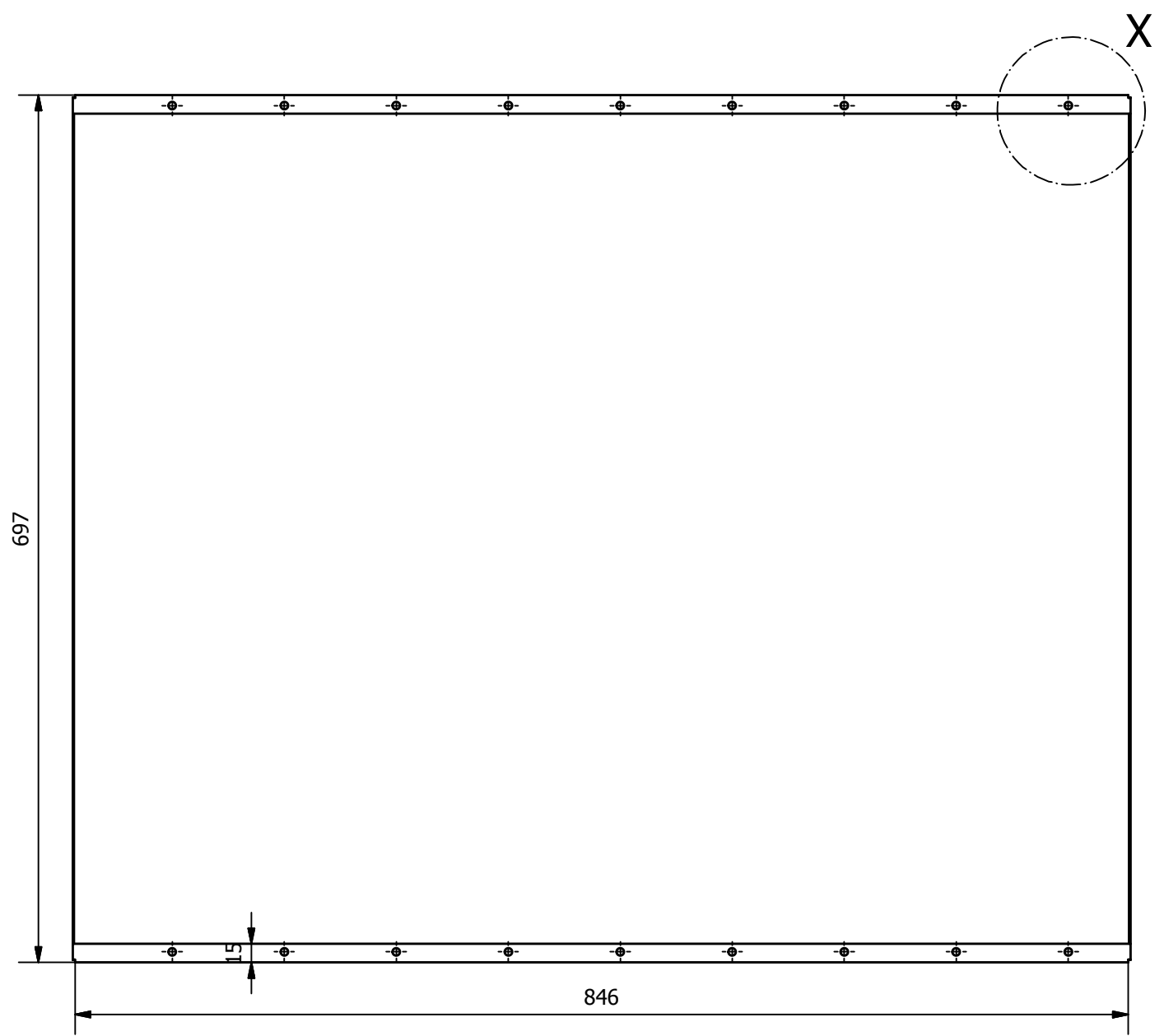


Detalle X (1 : 2,5)

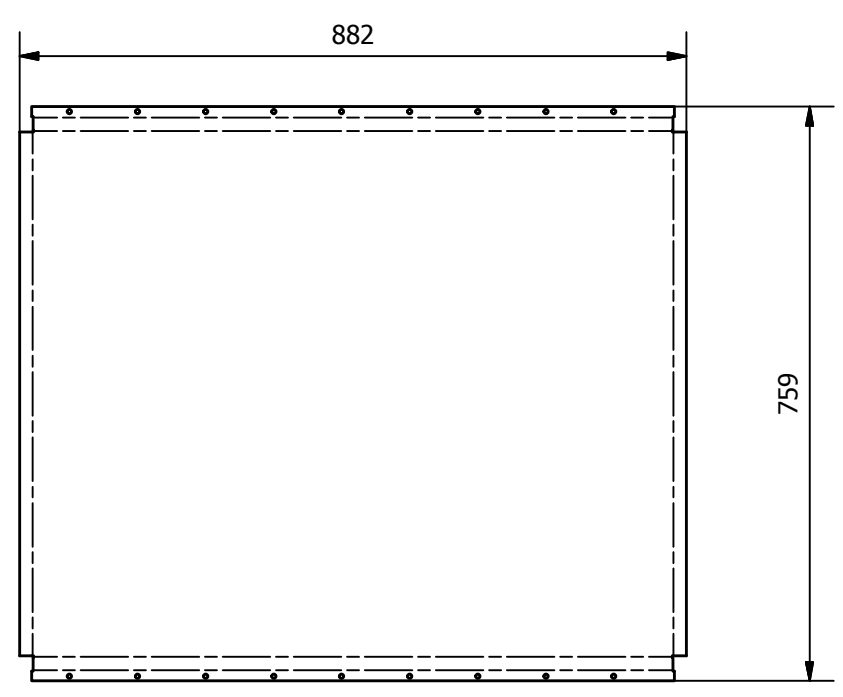
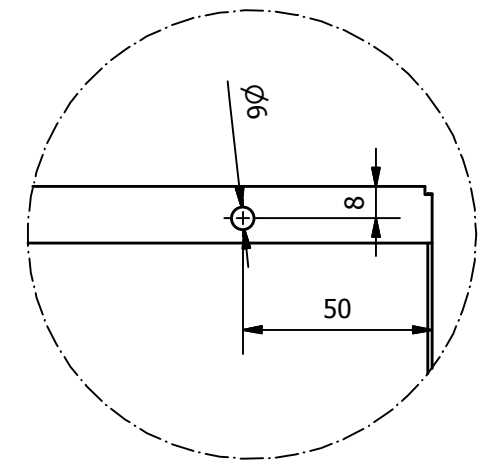


4	Lana de vidrio	1					
3	Remaches	18					
2	Cubierta	1	Acero Inox			10-8921588-8926799.00.09.05.02	
1	Tapa Exterior	1	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.09.05.01	
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim Brutas	Observaciones	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
BASE			Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.05	Tol. Gral: ±0,5	

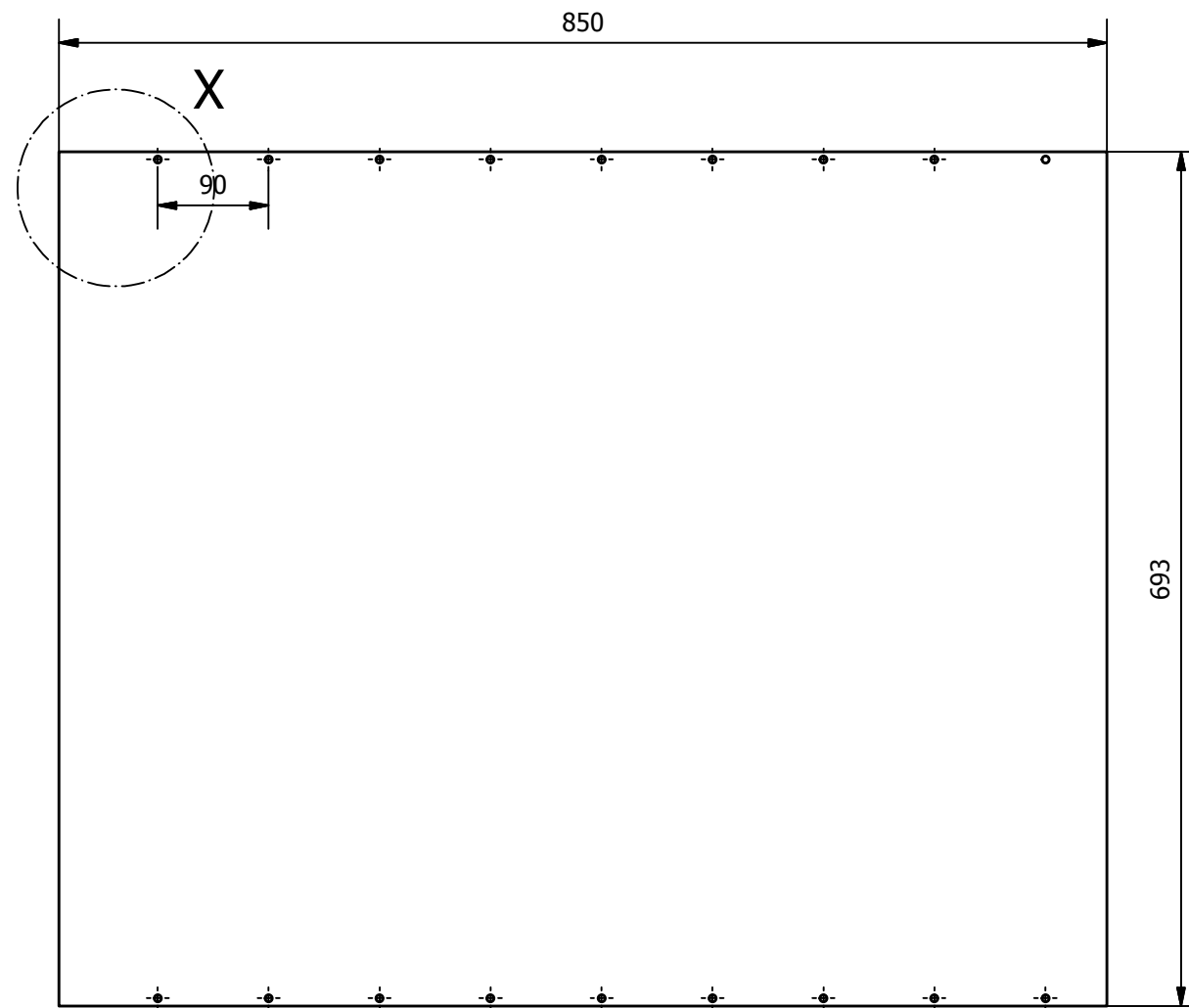
Pintado



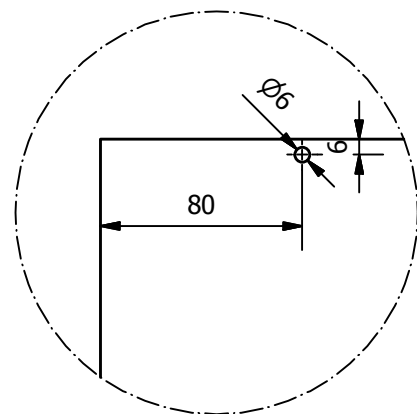
Detalle X (1:2,5)



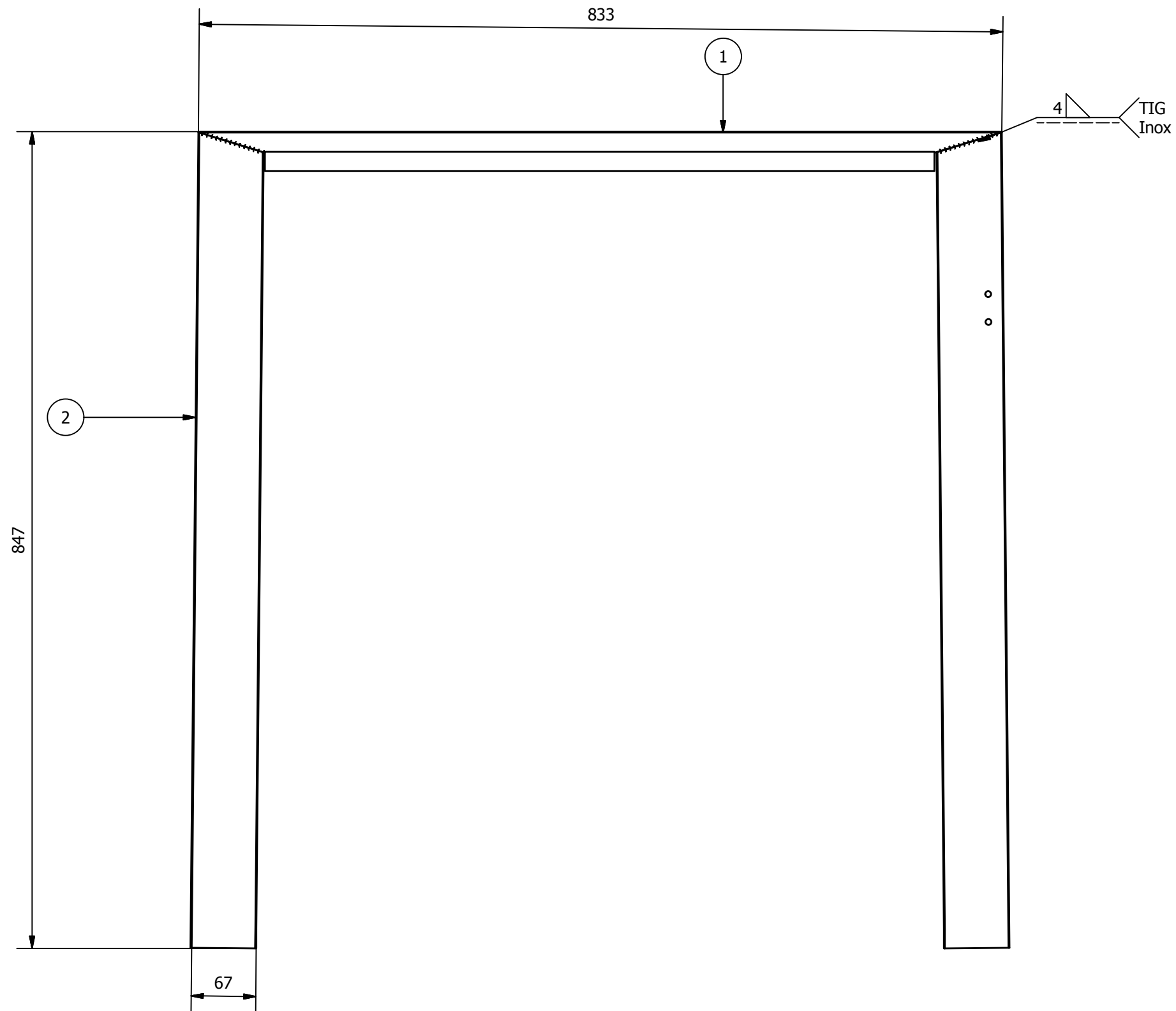
Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1 espesor	Dim. Brutas:	882x759
Recubrimiento:	Pintado				
Carrera de Ingeniería Mecánica	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
TAPA EXTERIOR	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.05.01	Tol. Gral:	±0,5



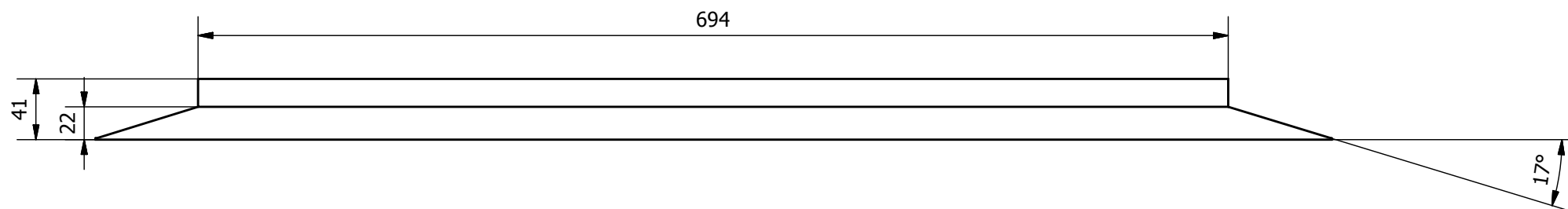
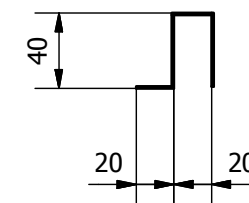
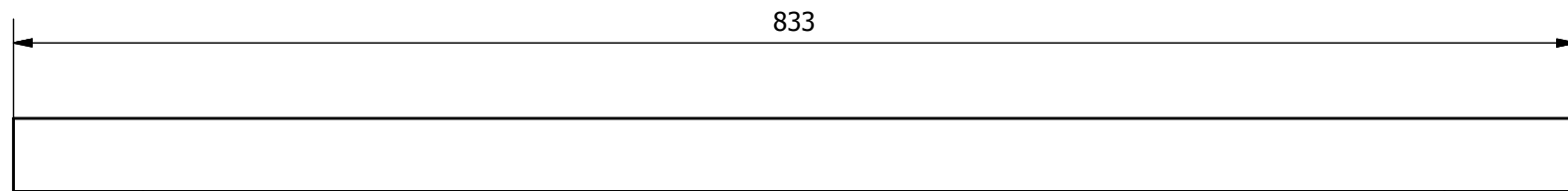
Detalle X (1:2,5)



Trat. Térmico:	NA	Material:	Acero Inox 430 0,7 espesor	Dim. Brutas:	882x759
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
CUBIERTA	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.09.05.02	Tol. Gral:	±0,1

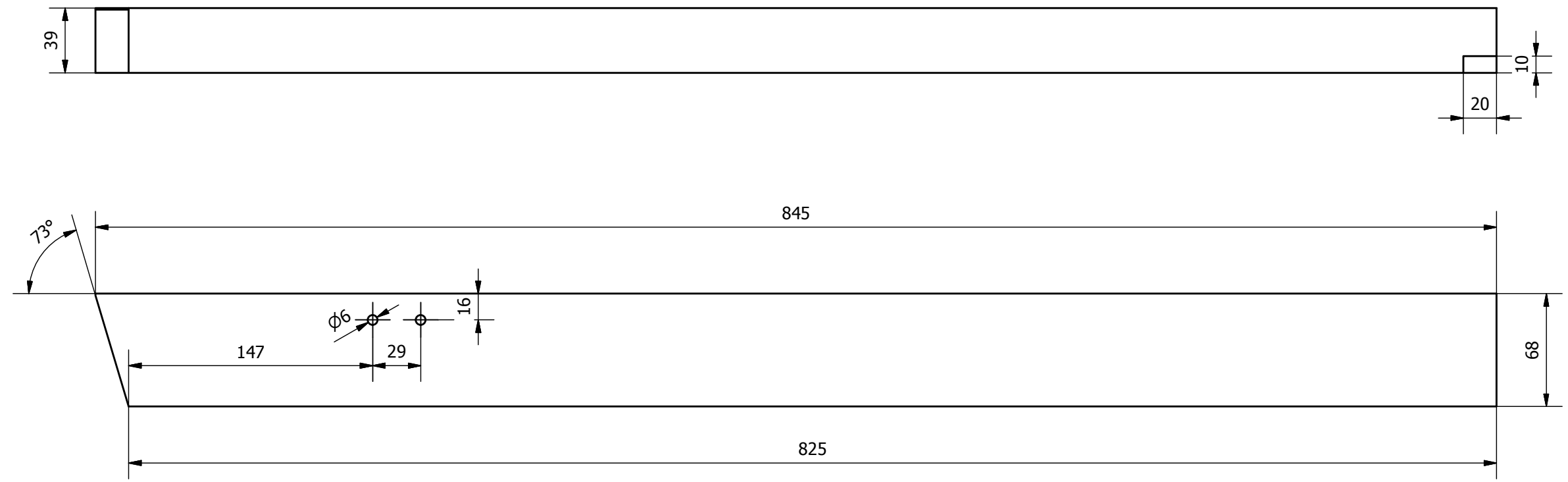


2	Cubre tapas lateral	2	Acero Inox			10-8921588-8926799.00.10.02
1	Cubre tapa superior	1	Acero Inox			10-8921588-8926799.00.10.01
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim. Brutas	Orservaciones
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés
MARCO				Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.10
						Tol. Gral: ±1



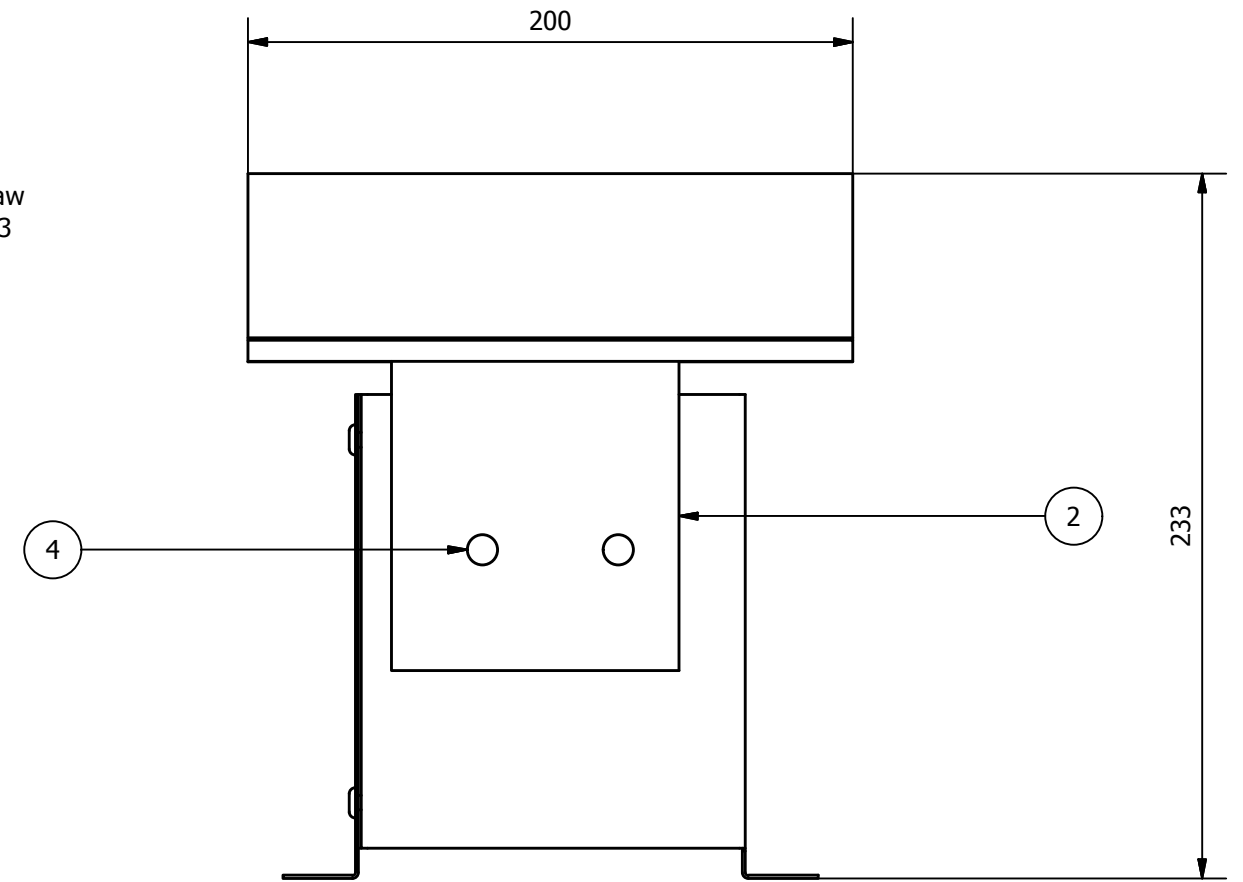
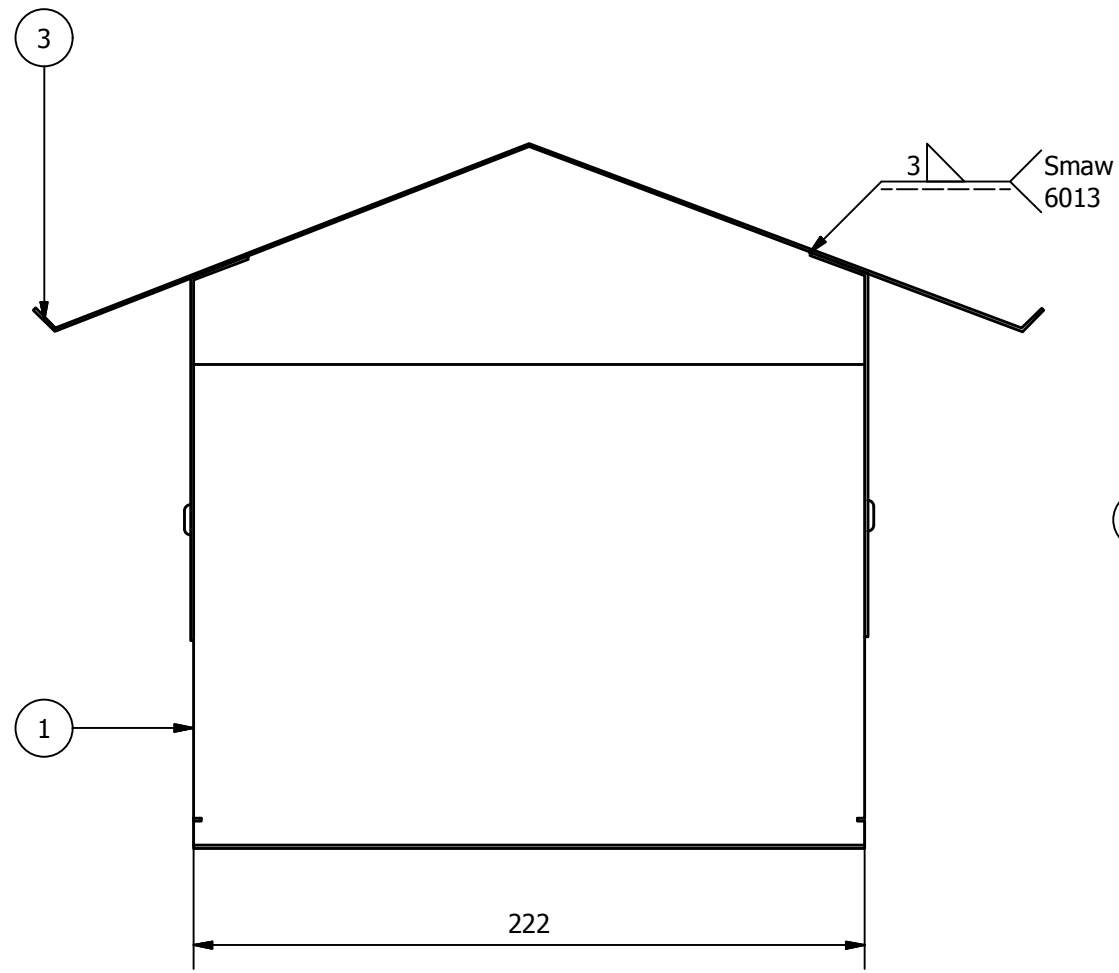
Nota: Radios de Curvatura 0,5 mm

Trat. Térmico:	NA	Material:	Acero Inox 430 0,7 espesor	Dim. Brutas:	833x150
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
CUBRE TAPAS SUPERIOR	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.10.01	Tol. Gral: ±0,1	

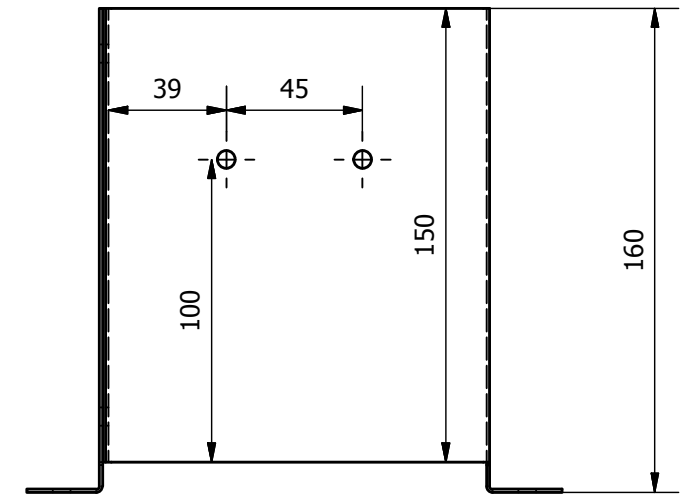
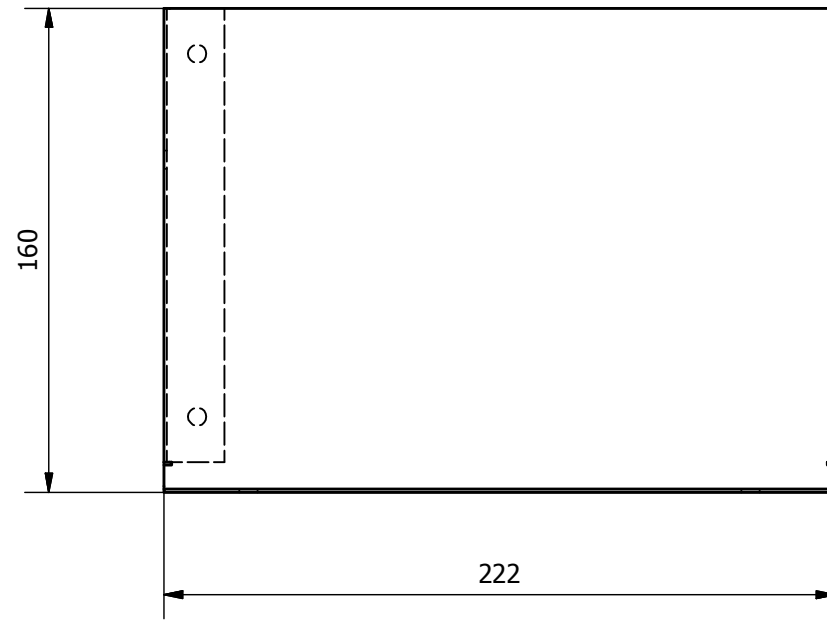


Nota: Radios de curvatura 0,5 mm

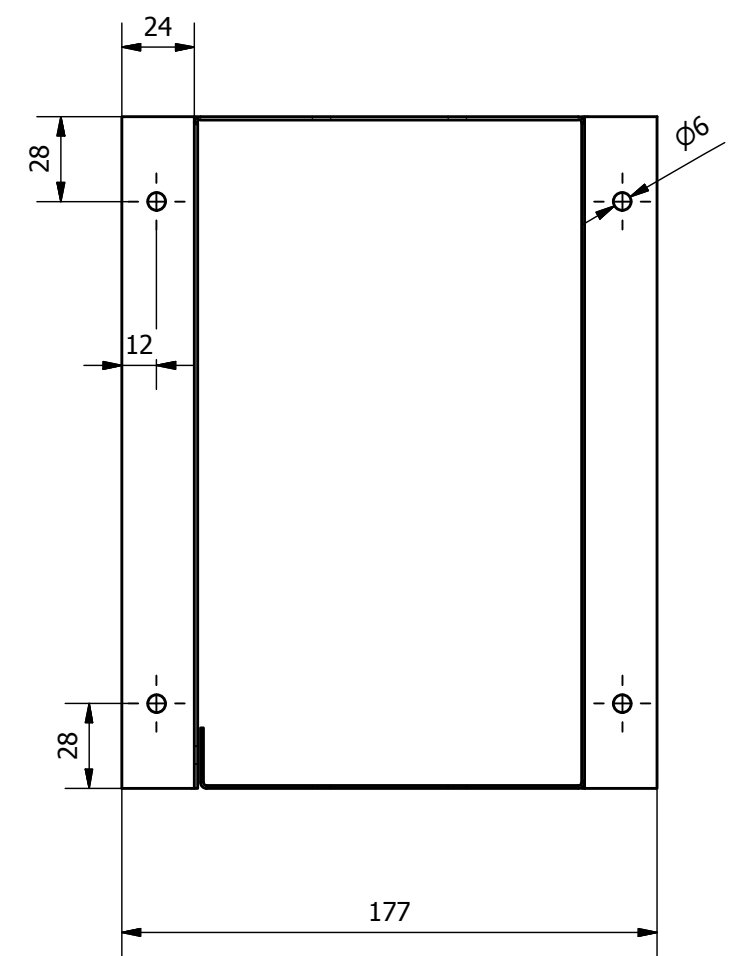
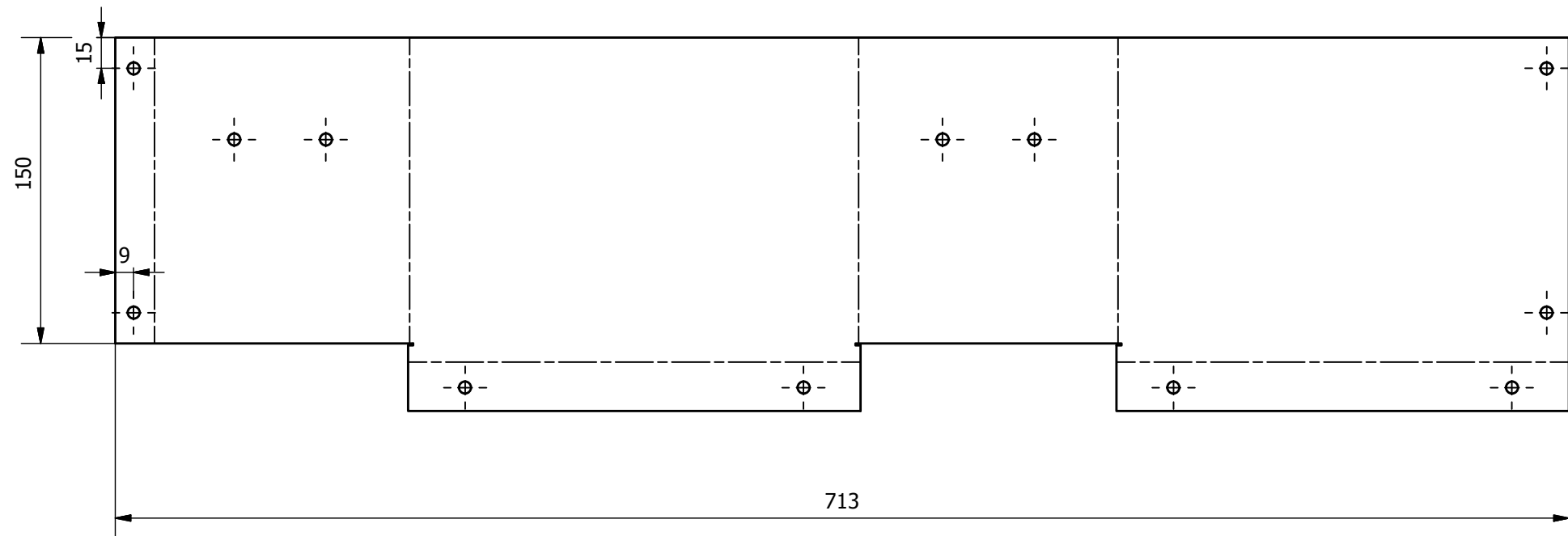
Trat. Térmico:	NA	Material:	Acero Inox 430	Dim. Brutas:
Recubrimiento:	NA		0,7 espesor	845x68
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
CUBRE TAPA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799,10.02	Tol. Gral: ±0,5



4	Remaches	6		Ø3 x 12			
3	Techo chimenea	1	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.12.03	
2	Soporte de techo	2	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.12.02	
1	Cuerpo de chimenea	1	Tool Galvanizado			10-8921588-8926799.00.12.01	
Ref	Descripción	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim. Brut.	Observaciones	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
CHIMENEA			Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.12	Tol. Gral: ±0,5	

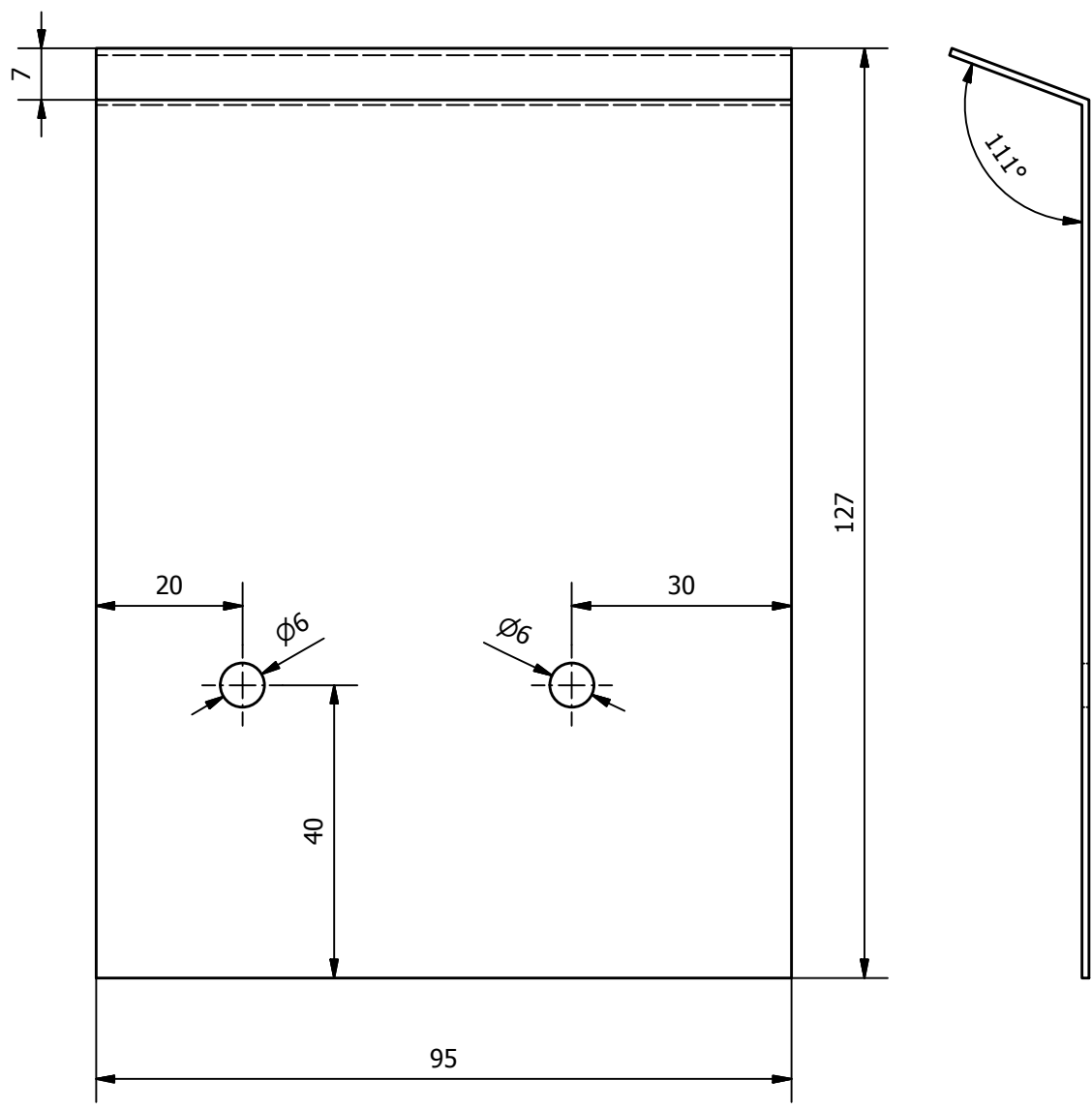


Desarrollo

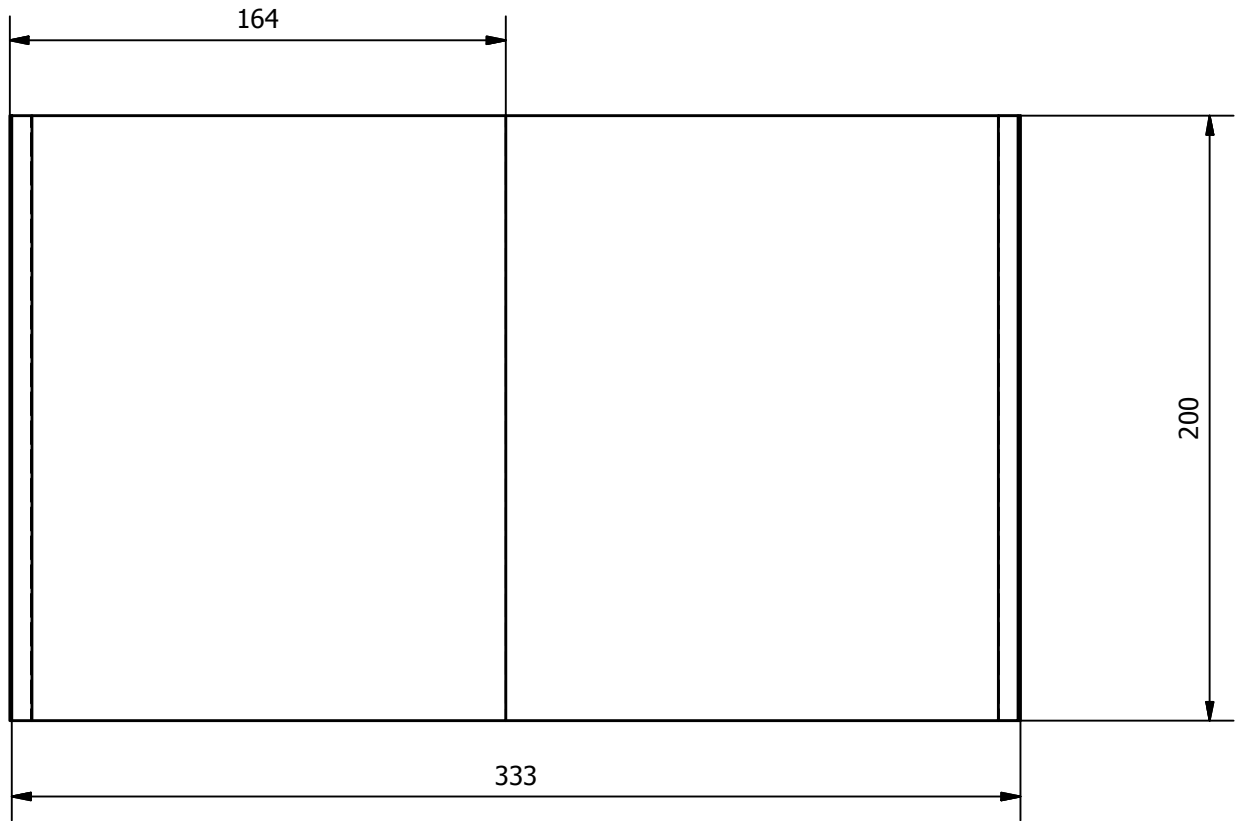
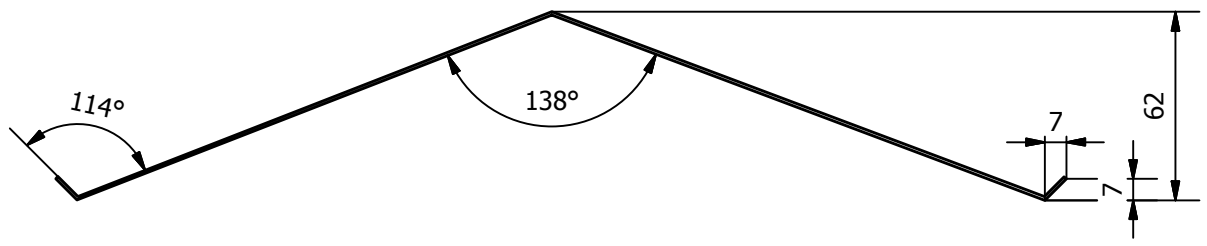


Nota: Radios de curvatura 1 mm

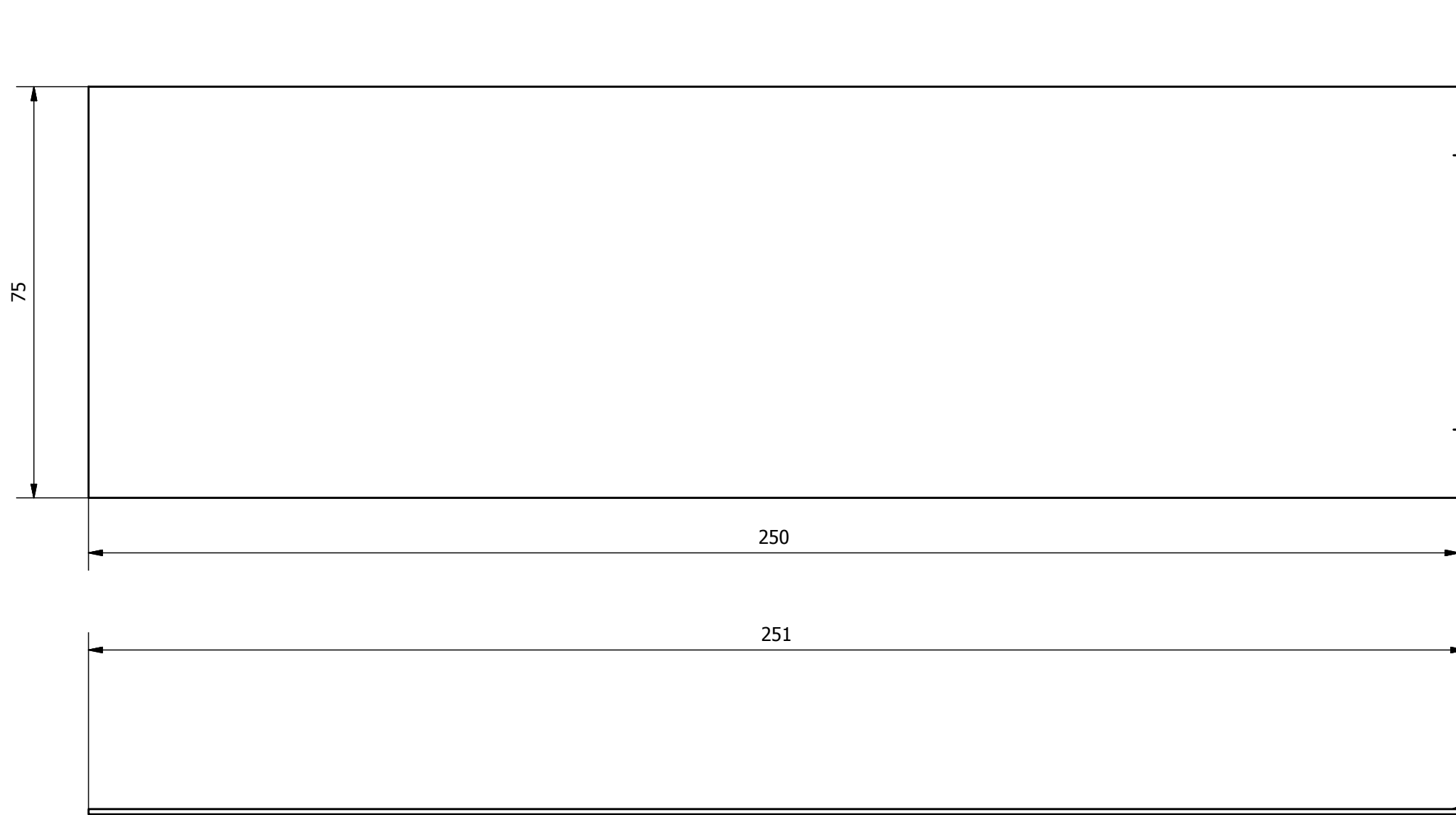
Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado 1,1	Dim. Brutas:	713x150
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
CUERPO DE CHIMENEA	Escala: 1:2,5	Código	10-8921588-8926799.00.12.01	Tol. Gral:	±0,5



Trat. Térmico:	NA	Material: Tool Galvanizado 1,1	Dim. Brutas: 150x95	
Recubrimiento:	NA		Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
		SOPORTE DE TECHO	Escala: 1:1	Código

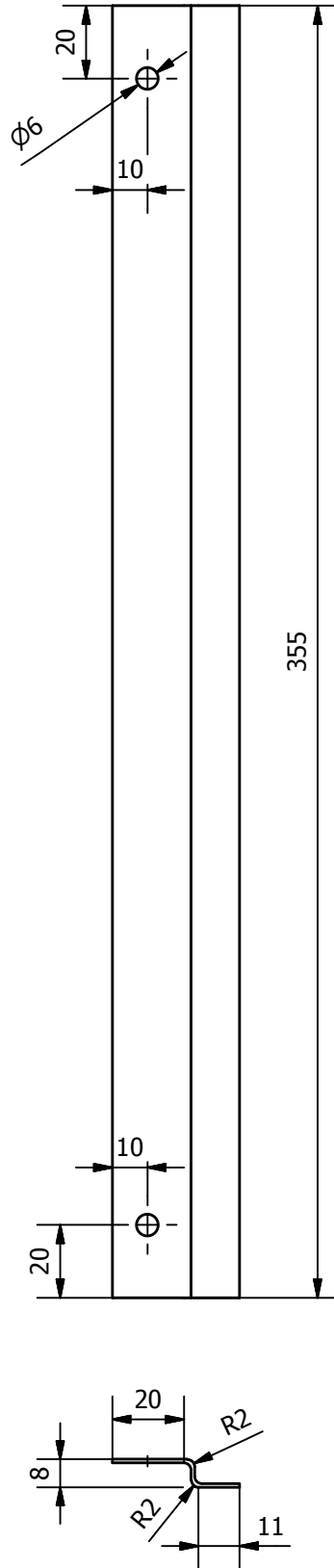


Trat. Térmico:	NA	Material: Tool Galvanizado 1,1	Dim. Brutas: 333x200	
Recubrimiento:	NA		Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
		Código	10-8921588-8926799.00.01.12.03	Tol. Gral: ±1
TECHO CHIMENEA	Escala: 1:2,5			



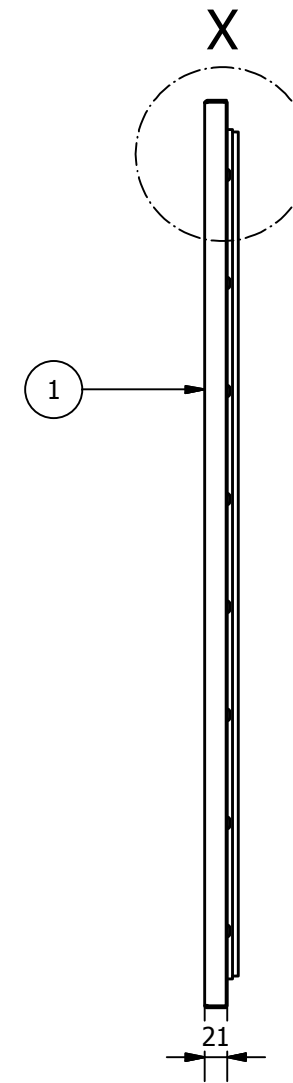
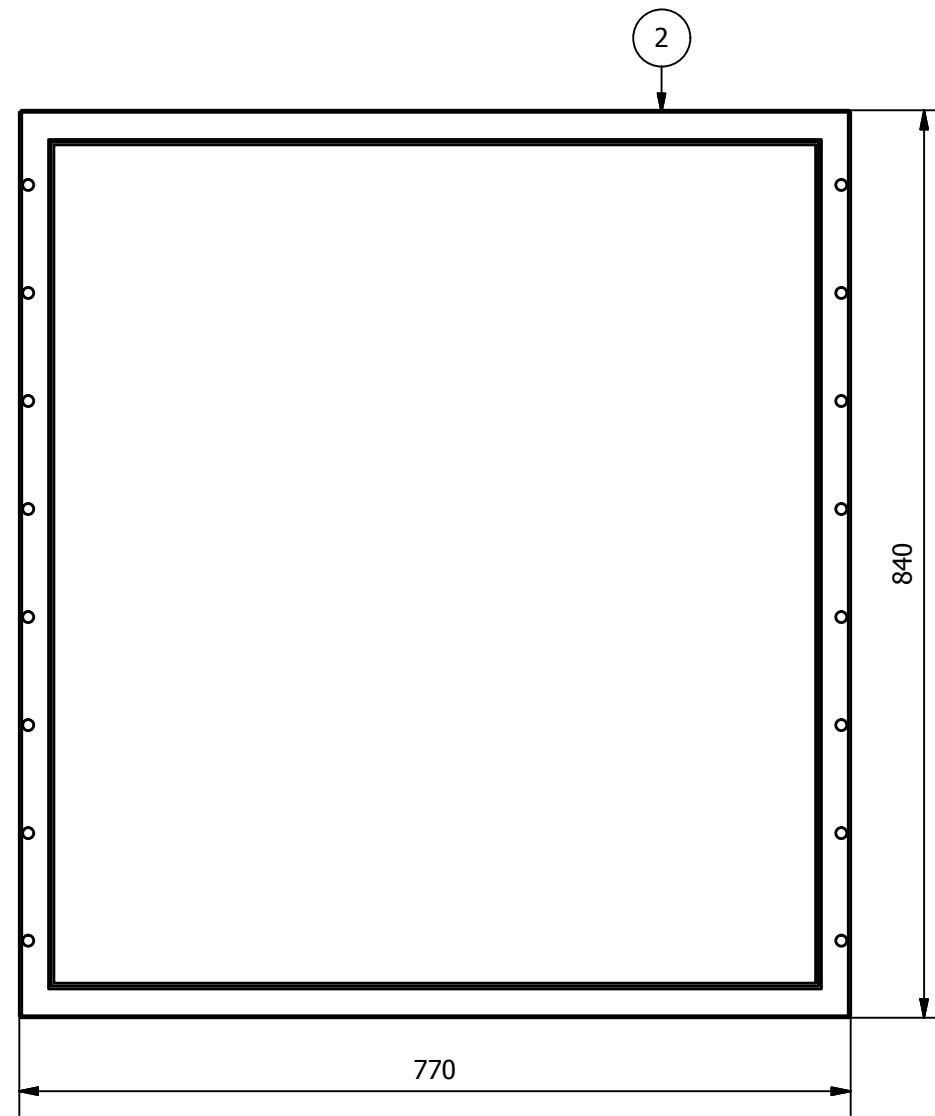
Nota: Radios de curvatura 1 mm

Trat. Térmico:	NA	Material:	Tool Galvanizado	Dim. Brutas:	270x75
Recubrimiento:	NA		1,1		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
			Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
			Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
TAPA DESLIZANTE		Escala:	1:1	Código	10-8921588-8926799.00.13
				Tol. Gral:	±0,1

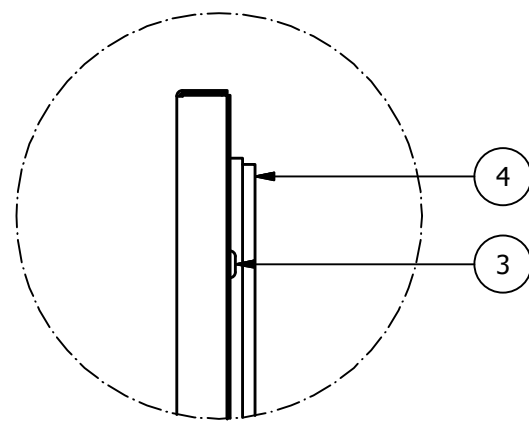


Nota: Radio de curvatura 1mm

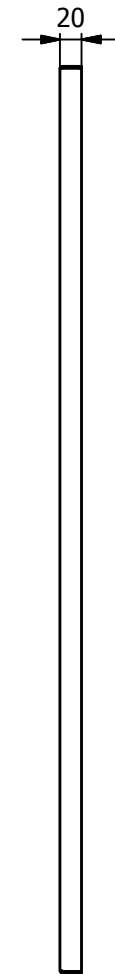
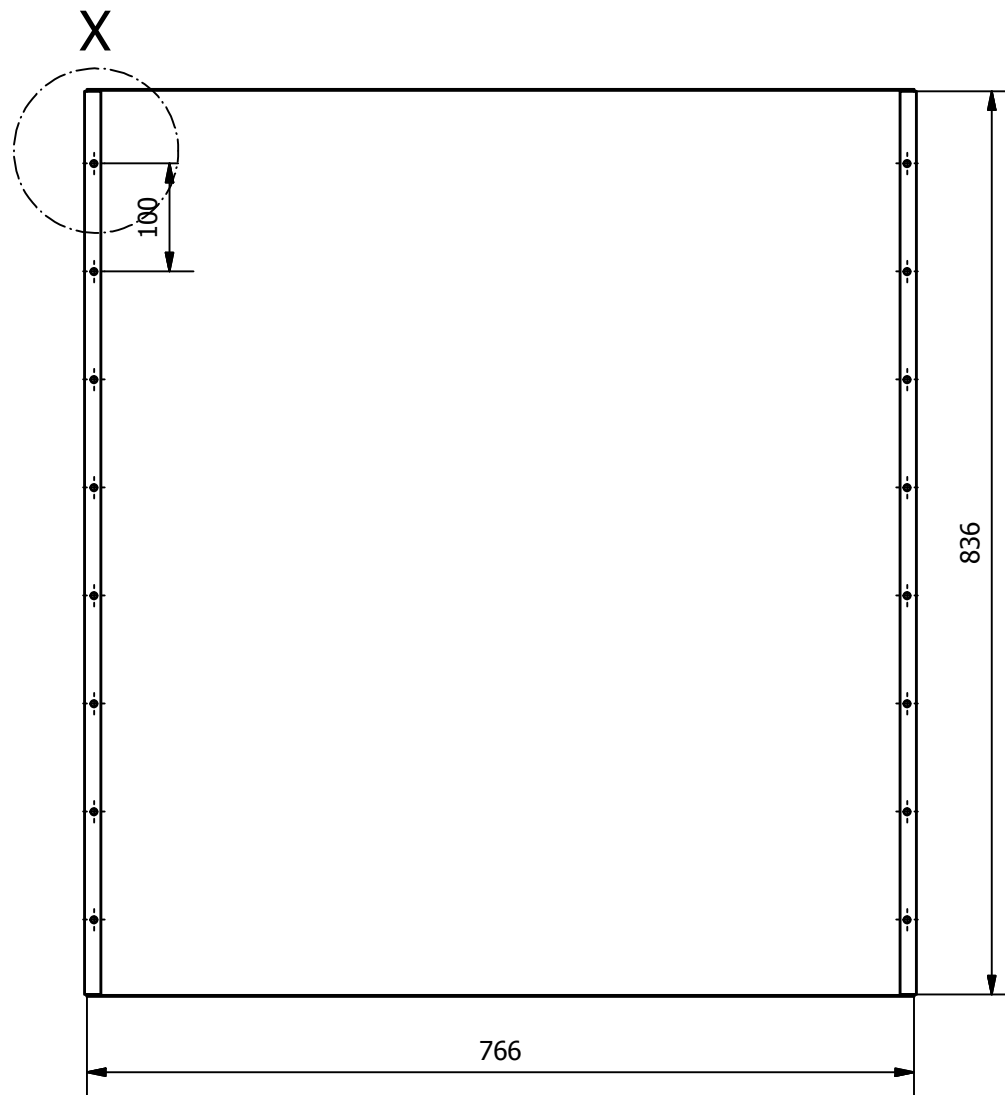
Trat. Térmico:	NA	Material: Tool Galvanizado 1,1	Dim. Brutas: 355x35	
Recubrimiento:	NA		Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
		Código	10-8921588-8926799.00.14	Tol. Gral: ±1
GUIA TAPA CHIMENEA	Escala: 1:1			



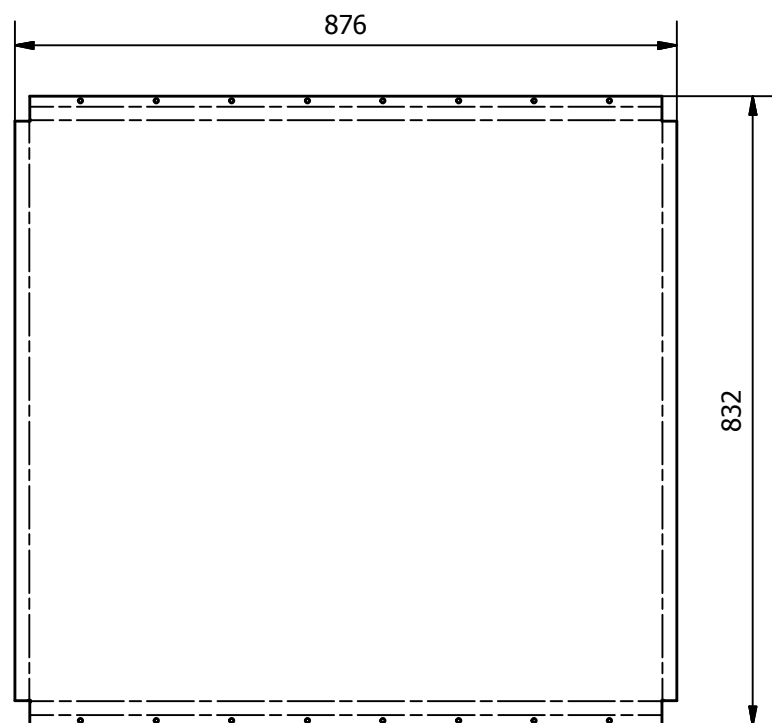
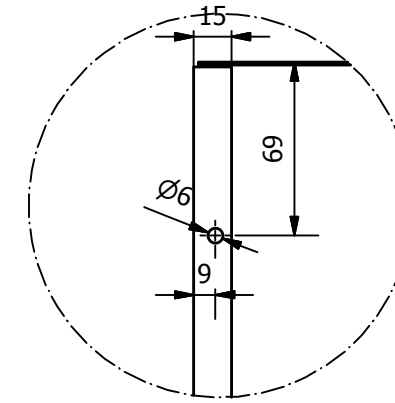
Detalle X (1:2,5)



4	Empaque	1					
3	Remaches	16		Ø 6x12			
2	cubierta	1	Acero Inox 430			10-8921588-8926799.00.17.02	
1	tapa puerta	1	Acero Inox 430			10-8921588-8926799.00.17.01	
Ref	Descripcion	Cant	MATERIAL	NORMA	Dim Brutas	Observaciones	
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015
					Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015
PUERTA			Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.17	Tol. Gral: ±0,5	

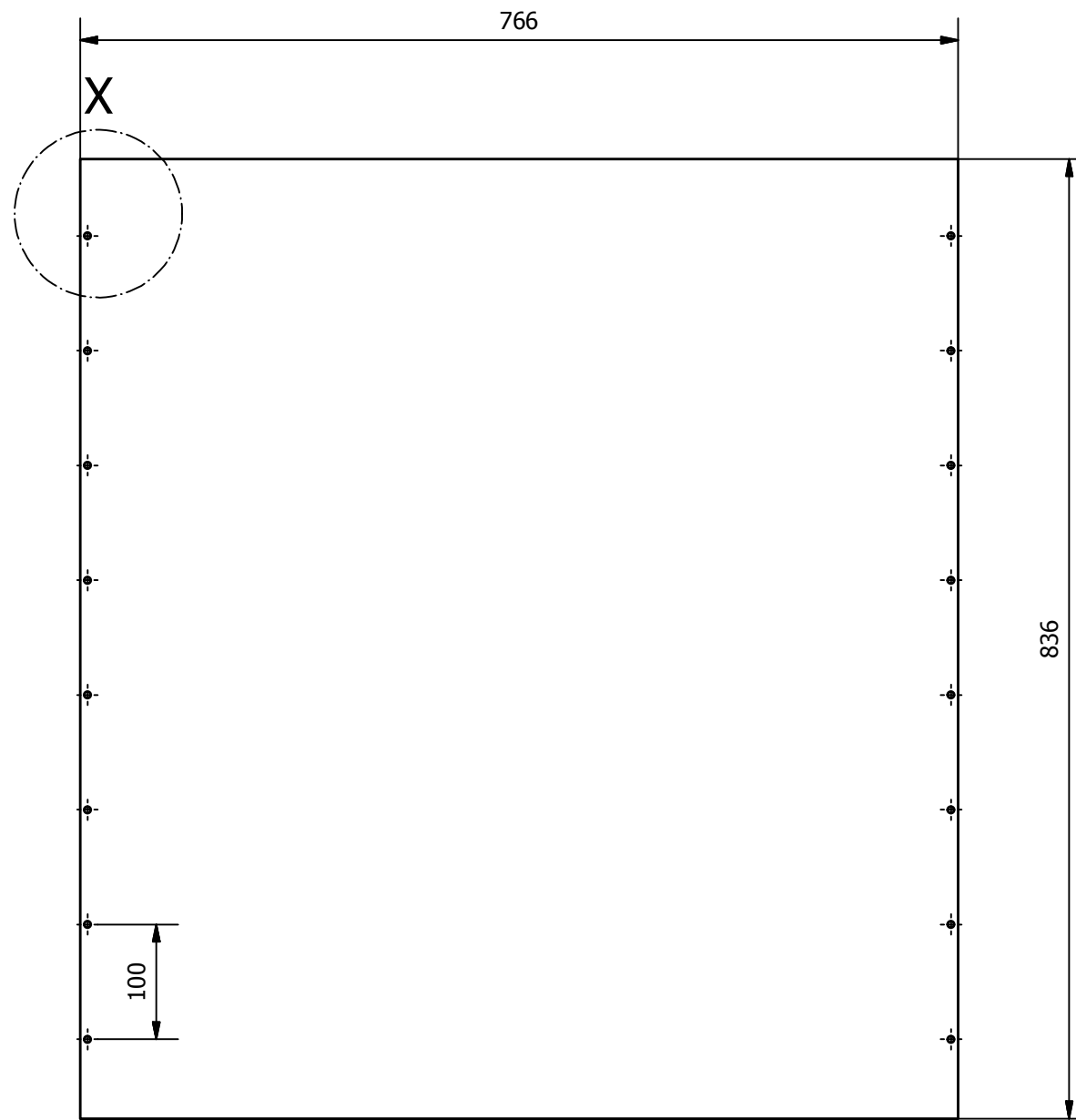


Detalle X (1:3)

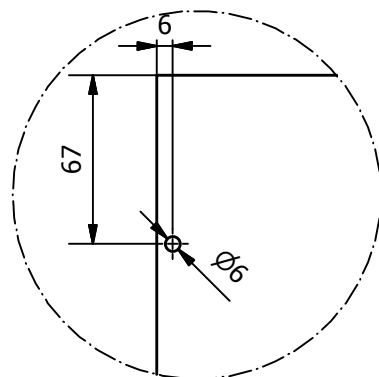


Radios de curvatura 1,1 mm

Trat. Térmico:	NA	Material: Acero Inox 430	Dim. Brutas:
Recubrimiento:	NA	0,7 espesor	876x832
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés
TAPA PUERTA	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.17.01
		Tol. Gral:	±0.1

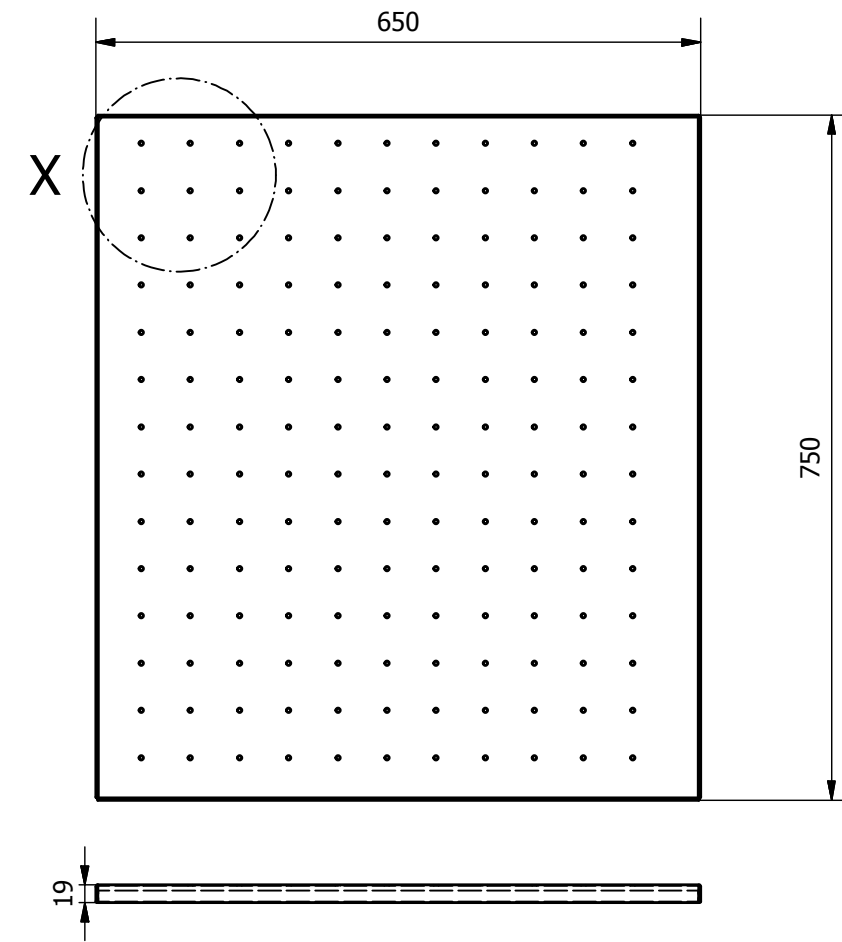
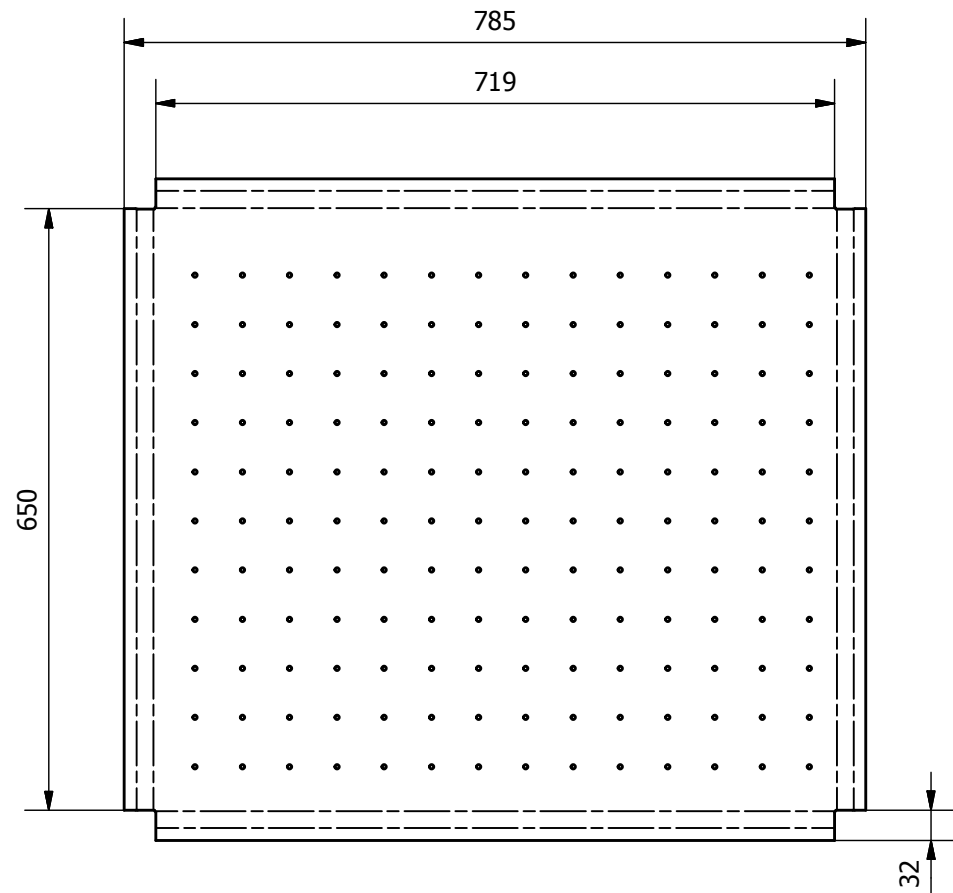
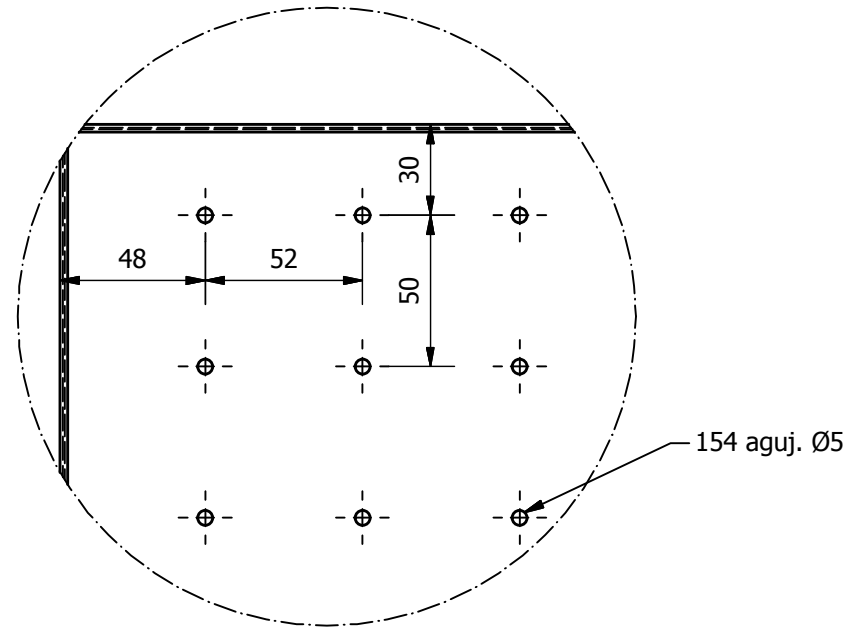


Detalle X (1:2,5)



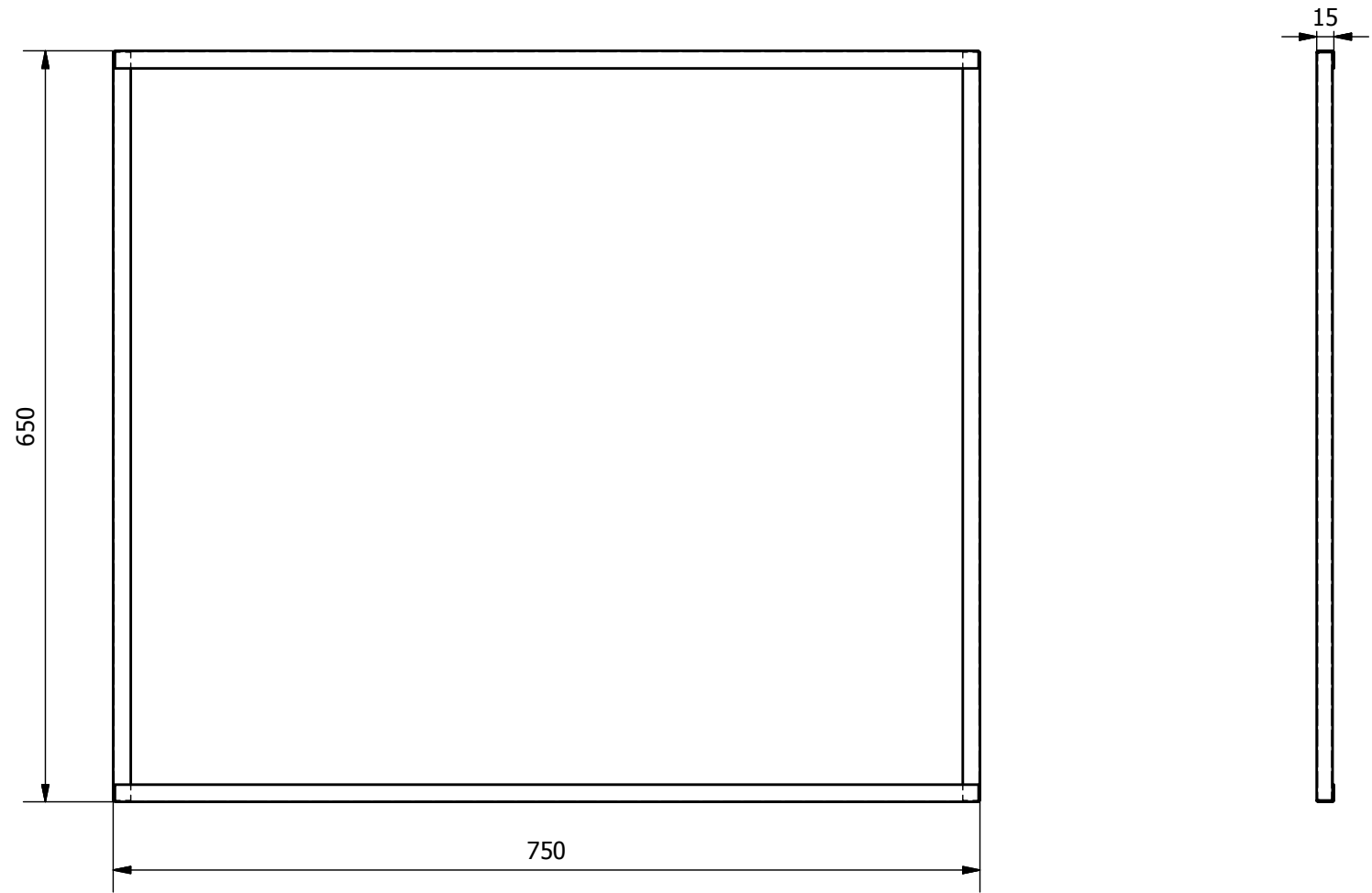
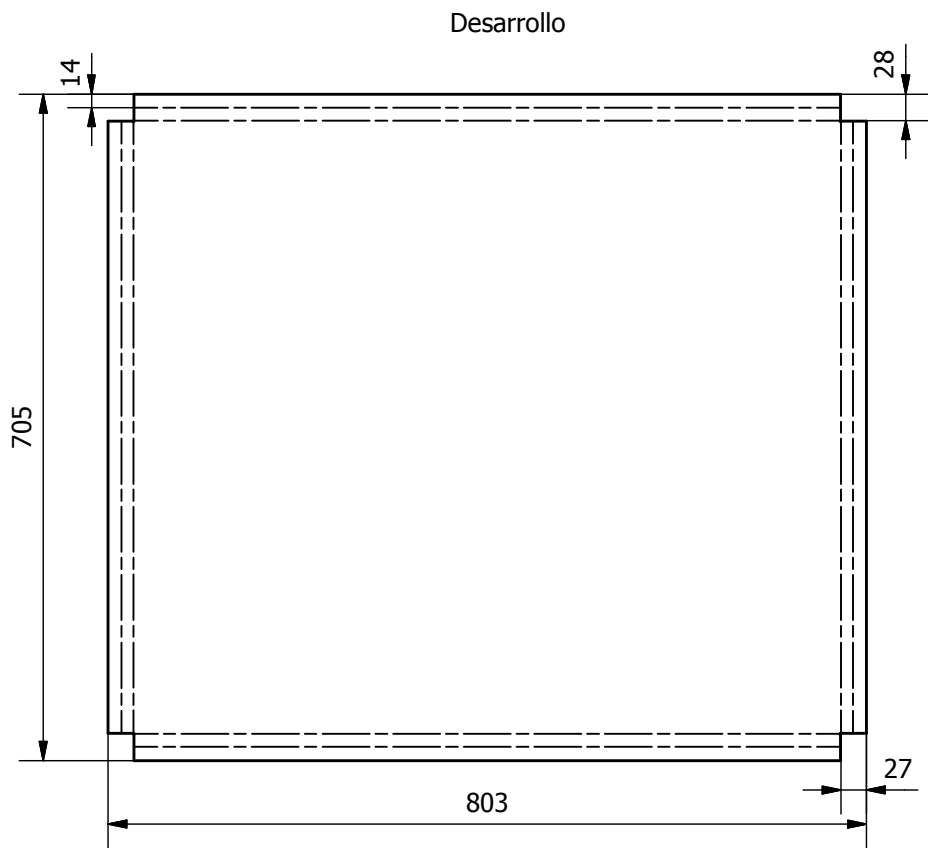
Trat. Térmico:	NA	Material:	Acero Inox 430 0,7 espesor	Dim. Brutas:	876x832
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
CUBIERTA	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.17.02	Tol. Gral:	±0.5

Detalle X (1 : 2,5)



Nota: Radios de curvatura 0,5

Trat. Térmico:	NA	Material: Acero Inox 430 espesor 0,7	Dim. Brutas: 785x650
Recubrimiento:	NA		
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés
BANDEJA DE FRUTAS	Escala: 1:10	Código	10-8921588-8926799.00.19
			Tol. Gral: ±0,5



Nota: Radios de curvatura 0.5

Trat. Térmico:	NA	Material:	Acero Inox 430 espesor 0,7	Dim. Brutas:	803x705
Recubrimiento:	NA				
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	UPS	Dis:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Dib:	P. Llumiquinga - S. Suquillo	02-03-2015	
		Rev:	Ing. Tomás Ibujés	02-03-2015	
BANDEJA DE SEPARACIÓN	Escala: 1:5	Código	10-8921588-8926799.00.20	Tol. Gral:	±0,5