



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**“Mejora Estructural del sistema de pulverizado para aumentar
su Resistencia Mecánica de la Nebulizadora Ciclón 2000 de la
empresa Agualima S.A.C.”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

Rosales Lopez, Elvis Josue (0000-0002-5756-366X)

ASESOR:

Ing. Julca Verastegui, Luis Alberto (0000-0001-5158-2686)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

Trujillo – Perú
2021

DEDICATORIA

Dedico esta investigación, de manera especial a mis padres Francisco y Olga, por haberme forjado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes entre los que se incluye esté y gracias porque siempre me apoyaron incondicionalmente.

A mi hermana Sheyla, porque gracias a ella tengo a quien molestar en casa.

A Sami quien fue la inspiración durante la realización de esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco enormemente a Dios por darme una maravillosa familia, que gracias a ellos puedo concluir esta gran etapa de mi vida, gracias por el apoyo y soporte que me han dado, gracias por soportarme como hijo y hermano, gracias por haber echo de mi la persona que soy hoy en día y gracias por haberme dado la vida.

A Denis por haberme facilitado los datos requeridos de la Maquina a pesar de la crisis sanitaria que estamos afrontando,

A los ingenieros Jorge Lujan, Jorge Inciso y Luis Julca por orientarme a lo largo del desarrollo de esta investigación,

A mis compañeros con los que viví años muy importantes para mí y juntos logramos concretar nuestra vida universitaria.

ÍNDICE

Resumen	9
Abstract	10
I. Introducción	11
II. Marco teórico	14
III. Método	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.1.1. <i>Tipo de investigación</i>	21
3.1.2. <i>Nivel de investigación</i>	21
3.1.3. <i>Diseño de investigación</i>	21
3.2. Operacionalización de variables	22
3.2.1. <i>Variable Independiente</i>	22
3.2.2. <i>Variable Dependiente</i>	22
3.3. Población, muestra y muestreo	22
3.3.1. <i>Población</i>	22
3.3.2. <i>Muestra</i>	22
3.3.3. <i>Muestreo</i>	22
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de los instrumentos	23
3.4.1. <i>Técnicas</i>	23
3.4.2. <i>Instrumentos de recolección de datos</i>	23
3.4.3. <i>Validez y confiabilidad de los instrumentos</i>	23
3.5. Procedimiento	24
3.6. Método de análisis de datos	24
3.7. Aspectos éticos	24
IV. Resultados	25
4.1. Proceso metodológico	25
4.2. Modelado de Diseño actual	25
4.3. Cargas	26
4.3.1. <i>Cargas por Masa</i>	26
4.3.2. <i>Cargas por el fluido en movimiento</i>	27
4.4. Análisis estructural del diseño actual.	29
4.5. Elementos estructurales que están en falla	32
4.6. Rediseño estructural.	33
4.6.1. <i>Elementos estructurales a modificar</i>	33

4.6.2. <i>Análisis estructural del diseño mejorado.</i>	33
4.7. Comparación de ambos diseños.	35
V. Discusión	36
VI. Conclusiones	38
VII. Recomendaciones.....	39
Referencias	40
Anexos	44
Anexo 01: Instrumentos de recolección de datos.....	44
Anexo 02: Cuadro de operalización de variables.	46
Anexo 03: Plano de distribución del sistema de pulverizado en cada brazo .	47
Anexo 04: Plano de distribución del sistema de ventilacion en cada brazo...	48
Anexo 05: Plano de distribución del sistema de hidraulico en cada brazo	49
Anexo 06: Diagrama de Moody	50
Anexo 07: Distribucion en la Unidad de Control	51
Anexo 08: Propiedades del Agua y el Aire	52
Anexo 09: Diseño Metodológico.....	53
Anexo 10: Propiedades físico-químico del Acero estructural ASTM A36	54
Anexo 11: Definición del tipo de Malla.....	55
Anexo 12: Calculo de cargas por masa.....	56
Anexo 13: Calculo de cargas por el Fluido.....	61
Anexo 14: Análisis estático y de fatiga de la estructura.....	82
Anexo 15: Análisis estático y de fatiga del diseño mejorado.....	96
Anexo 16: Fichas Técnicas	101
Anexo 17: Fotos de la Nebulizadora Ciclón 2000.....	116
Anexo 18: Mantenimiento Correctivo de la Nebulizadora Ciclón 2000.....	117
Anexo 19: Planos de fabricación	118

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Cargas por masa en la estructura	27
Tabla 02: Resultados del análisis fluido-dinámico del sistema de pulverizado. 28	
Tabla 03: Resultados del análisis fluido-dinámico del sistema de Ventilación . 29	
Tabla 04: Resultados de la fuerza en los cilindros hidráulicos	29
Tabla 05: Resultados del análisis estático y de fatiga de la estructura.....	30
Tabla 06: Resultados del análisis estático y de fatiga de los pines	32
Tabla 07: Elementos estructurales que están en falla	33
Tabla 08: Elementos estructurales modificados por falla	34
Tabla 09: Resultados del análisis estático y de fatiga de la estructura modificada	35
Tabla 10: Comparación de Ambos diseños basado en los Ciclos de Vida.....	36
Tabla 11: Comparación de Ambos diseños basado en los Factor de Seguridad.....	36
Tabla 12: Propiedades físico-Mecánica del Acero ASTM A36	55
Tabla 13: Composición química del acero ASTM A36	55
Tabla 14: Resultados de tensión máxima y desplazamiento según el tipo de malla.....	56
Tabla 15: Cargas ocasionadas por el sistema hidráulico.	58
Tabla 16: Cargas ocasionadas por el sistema de Pulverizado	59
Tabla 17: Cargas ocasionadas por el sistema de Ventilación	61
Tabla 18: <i>Cargas adicionales</i>	61
Tabla 19: Resultados del análisis fluido dinámico en el tramo A-A1	69
Tabla 20: Resultados del análisis en la und de control método Hardy Cross... 70	
Tabla 21: Resultados del análisis en la unidad de control.....	71
Tabla 22: Resultado del análisis fluido dinámico en el tramo A1-B	71
Tabla 23: Resultado del análisis fluido dinámico en el tramo B1-B-7	73
Tabla 24: Resultado del análisis fluido dinámico en el tramo 5-B1-6	73
Tabla 25: Resultados del análisis fluido dinámico del tramo 5-1	74
Tabla 26: Resultados del análisis fluido dinámico del tramo 7-10	75
Tabla 27: Resultado del análisis fluido dinámico en el tramo 12-16.....	77
Tabla 28: Resultados del análisis fluido-dinámico difusor del vent. centrifugo . 78	
Tabla 29: Resultados del análisis fluido-dinámico en el difusor 1	79
Tabla 30: Resultados del análisis fluido-dinámico en el difusor 2	80
Tabla 31: Resultados del análisis fluido-dinámico en los difusores 3 y 4	81
Tabla 32: Resultados del análisis fluido dinámico en el sistema Hidráulico	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01: Condiciones de contorno.....	20
Figura 02: Vista isométrica del moldeamiento estructural del diseño actual de la Nebulizadora	25
Figura 03: Vista frontal del moldeamiento estructural del diseño actual de la Nebulizadora	26
Figura 04: Propiedades físicas del Cilindro 1	56
Figura 05: Propiedades físicas del Cilindro 2	57
Figura 06: Propiedades físicas del Cilindro 3	57
Figura 07: Vista isométrica de la carcasa del ventilador centrifugo.....	58
Figura 08: Propiedades de masa de la carcasa del ventilador centrifugo.....	59
Figura 09: Vista isométrica de la tapa del ventilador centrifugo FIENI D250....	59
Figura 10: Propiedades de masa de la tapa del ventilador centrifugo.....	59
Figura 11: Propiedades físicas de la parrilla.....	60
Figura 12: Coeficiente de Rugosidad para algunos materiales	64
Figura 13: Tes estándar de paso directo y ramal	65
Figura 14: Factor de fricción según el tamaño nominal.....	66
Figura 15: Coeficiente de resistencia de accesorios	66
Figura 16: Velocidad-Análisis fluido dinámico en el tramo 5-1	73
Figura 17: Presión-Análisis fluido dinámico en el tramo 5-1.....	73
Figura 18: Velocidad-Análisis fluido dinámico en el tramo 7-10	74
Figura 19: Presión-Análisis fluido dinámico en el tramo 7-10.....	74
Figura 20: Análisis fluido dinámico en el punto 11	75
Figura 21: Velocidad-Análisis fluido dinámico en el tramo 12-16.....	75
Figura 22: Presión-Análisis fluido dinámico en el tramo 12-16.....	76
Figura 23: Velocidad-Análisis fluido dinámico del difusor del ventilador centrifugo.....	77
Figura 24: Velocidad-Análisis fluido dinámico en el difusor 1	78
Figura 25: Velocidad-Análisis fluido dinámico en el difusor 2.....	79
Figura 26: Análisis fluido dinámico en el difusor 3 y 4.....	79
Figura 27: Caída de presión en válvulas de control direccional	81
Figura 28: Modelamiento de la parte Brazo 2.....	82
Figura 29: Análisis estático, desplazamiento de la parte Brazo 2	82
Figura 30: Análisis estático, tensiones de la parte Brazo 2	83
Figura 31: Análisis estático, factor de seguridad de la parte Brazo 2.....	83
Figura 32: Análisis de fatiga, Vida y Daño de la parte Brazo 2.....	84

Figura 33: Modelamiento de la parte Brazo 1.....	85
Figura 34: Análisis estático, desplazamiento de la parte Brazo 1	85
Figura 35: Análisis estático, tensiones de la parte Brazo 1	85
Figura 36: Análisis estático, factor de seguridad de la parte Brazo 1	86
Figura 37: Análisis de fatiga, Vida y Daño de la parte Brazo 2.....	86
Figura 38: Modelamiento del cuadro de brazos	87
Figura 39: Análisis estático y fatiga del soporte de cuadro.....	87
Figura 40: Análisis estático y fatiga de Articulación del Brazo.....	88
Figura 41: Análisis estático y fatiga de la bisagra superior.....	88
Figura 42: Análisis estático y fatiga del cuadro	90
Figura 43: Modelamiento del chasis.....	90
Figura 44: Análisis estático y de fatiga del chasis	90
Figura 45: Análisis estático y de fatiga del asiento.....	91
Figura 46: Análisis estático y de fatiga del pin 1.....	92
Figura 47: Análisis estático y de fatiga del pin 2.....	93
Figura 48: Análisis estático y de fatiga del pin 3.....	94
Figura 49: Análisis estático y de fatiga del pin 4.....	95
Figura 50: Análisis estático y de fatiga del brazo 1 modificado	96
Figura 51: Análisis estático y de fatiga del brazo 2 modificado	97
Figura 52: Análisis estático y de fatiga del cuadro modificado	98
Figura 53: Análisis estático y de fatiga del chasis modificado	99
Figura 54: Análisis estático y de fatiga del asiento modificado.....	100

RESUMEN

Esta investigación que lleva como título “Mejora Estructural del sistema de pulverizado para aumentar su Resistencia Mecánica de la Nebulizadora Ciclón 2000 de la empresa AGUALIMA S.A.C.”, tiene como objetivo Mejorar estructuralmente la Nebulizadora Ciclón 2000 para aumentar su resistencia mecánica, mediante el uso de software de análisis por elementos finitos SolidWorks, en donde se realizara un análisis específico para determinar todas las cargas que influyen en la estructura de la máquina.

Para lograr el objetivo, inicialmente se extrajo de la maquina todos los datos necesarios, como son masas de componentes, potencias, caudales, longitudes, etc. Para con ello determinar las cargas que influyen en la estructura; luego se realizó el modelamiento de toda la estructura de la maquina en el diseño actual, con el software SolidWorks se procede a analizar la estructura, teniendo el modelamiento y las cargas; con los resultados obtenidos se determina aquellos elementos que están en falla y se selecciona para ser modificados, luego de determinar los elementos que están en falla se procede a solucionar la falla, realizando un reforzamiento del mismo o variando sus espesores, estas modificaciones se validan con el software; finalmente se realiza una comparación de los diseños para identificar la mejora y realizar el levantamiento de planos.

En donde se logró solucionar las fallas estructurales que se presentaron en el análisis por elementos finitos, mediante una modificación de elementos y la elaboración de refuerzos, garantizando así que el nuevo diseño proponga una larga vida estructural.

Palabras clave: Nebulizadora agrícola, método de elementos finitos, análisis estático y de fatiga, análisis fluidodinámico.

ABSTRACT

This research entitled "Structural Improvement of the spraying system to increase its Mechanical Resistance of the Cyclone 2000 Nebulizer from the company AGUA LIMA SAC", aims to structurally improve the Cyclone 2000 Nebulizer to increase its mechanical resistance, by using SolidWorks finite element analysis software, where a specific analysis is carried out to determine all the loads that influence the structure of the machine.

To achieve the objective, all the necessary data, such as the component masses, powers, flow rates, lengths, etc., were possibly extracted from the machine. To determine the loads that influence the structure; then the modeling of the entire machine structure is carried out in the current design, with the SolidWorks software the structure will be analyzed, taking the modeling and the loads; With the results that determine those elements that are in failure and it is selected to be modified, after determining the elements that are in failure, the fault will be solved, its reinforcement will be carried out or its thickness will be varied, these validation modifications with the software; Finally, a comparison of the designs is made to identify the improvement and carry out the drawing of plans.

Where the solution of the structural faults that is considered in the analysis by finite elements is achieved, through a modification of elements and the elaboration of reinforcements, guaranteeing if the new design proposes a long structural life.

Keywords: Agricultural nebulizer, finite element method, static and fatigue analysis, fluid dynamic analysis.

I. INTRODUCCIÓN

El avance de la siembra directa ha significado un crecimiento exponencial de las tareas de aplicación de fitosanitarios para el control de malezas y otro tipo de plagas. La industria nacional ha respondido a esta demanda con una fuerte incorporación de tecnología lo cual le ha permitido conservar un liderazgo absoluto en el mercado nacional y proyectarse en el internacional. (Agustín y Tesouro, 2006).

El Perú se ha convertido en una de los diez primeros países proveedores de alimentos en el mundo y su agricultura creció a un promedio de 3.2% anual entre 2011 y 2014. Este sector se ha convertido en una de las principales actividades económicas que impulsan el desarrollo del Perú, acompañando a la minería en la generación de empleo formal rural y divisas para nuestro país. (Lampadia, 2015).

Actualmente el sector agropecuario en el Perú va en aumento, según El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) informó que, en marzo del 2019, el sector agropecuario aumento un 5.3 %, el cual conlleva que las empresas protagonistas de este sector requieran de maquinarias y tecnologías que faciliten, y aumenten la calidad de producción.

Debido a esto, la demanda por maquinarias tecnológicas en nuestro país supera enormemente nuestra producción tecnológica, en donde un estudio realizado por el Foro Económico Mundial (WEF) publicado el 15 de abril del 2015, el cual estudió a los países según su desarrollo tecnológico, en donde ubica a Perú en el puesto 90, siendo superados por países como Chile (38), Uruguay (46), y liderados por Singapur (1) y Finlandia (2), explicando que esto es debido al bajo nivel educativo en el Perú. En donde se refleja que nuestro país cuenta con una producción tecnológica muy baja.

Por el problema anteriormente mencionado las empresas optan por diseñar sus maquinarias basándose en diseños extranjeros y sin aplicarle una ingeniería adecuada, trayendo consigo fallas en el diseño de las mismas.

De manera que se estudió el diseño estructural de una Nebulizadora ciclón 2000, ya que ésta fue diseñada de manera empírica basándose en la

experiencia y hechos, en donde descubriremos las causas de las fallas que dicha maquinaria está teniendo actualmente.

La máquina Nebulizadora ciclón 2000 fue diseñada especialmente para tratar las cosechas de arándanos, y según El Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) indicó que, a marzo de 2019, la producción de arándanos aumentó en 219 % (en La Libertad y Lambayeque), debido a esto la demanda de esta maquinaria está en aumento en el sector.

En el distrito de Virú, en la región La Libertad, la empresa Agualima S.A.C., donde se encuentra dicha máquina, presentaron evidencias de las fallas estructurales que presenta la Nebulizadora, trayendo consigo el paro de la maquinaria para realizar un mantenimiento correctivo de dichas fallas y a su vez, paralizando totalmente el proceso de protección de los cultivos en este caso arándanos mediante la expulsión de agua con productos fitosanitarios que realiza la maquinaria, de esta manera trayendo consigo una pérdida económica adicional por mantenimiento no programada.

De tal modo que, en esta investigación se buscó solucionar los problemas estructurales que se evidencian en el Anexo 18 y se presenten en los análisis correspondientes en la Nebulizadora ciclón 2000, y así tener como resultado una máquina mejorada, y sobre todo que cuente con una ingeniería adecuada, trayendo beneficios hacia la empresa Agualima S.A.C. y al diseño de la máquina para una comercialización en cantidad.

Con lo mencionado anteriormente nos encontramos con el problema de ¿Cómo mejorar la resistencia mecánica de la estructura del sistema de pulverizado de la Nebulizadora Ciclón 2000 de la empresa Agua Lima S.A.C.? Por falta de avances tecnológicos en el Perú, nos podemos encontrar con la dificultad de realizar un buen diseño de la resistencia mecánica de la estructura del sistema de pulverizado en mención.

El principal motivo de implementación de esta investigación fue para mejorar la resistencia mecánica y la vida útil de la Nebulizadora Ciclón 2000 en la empresa Agualima S.A.C., la cual al realizar estas mejoras la empresa tendrá mejor facilidad de nutrir y purificar sus productos y no tener gastos de mantenimiento correctivo innecesarios.

Por lo tanto, para dar una solución al problema que está enfrentando esta empresa debido a la maquinaria, se ha provisto realizar una mejora estructural considerando etapas de investigación, dónde la primera será de realizar cálculos matemáticos sobre las cargas que genera cada sistema de la nebulizadora sobre la estructura; lo segundo será realizar un análisis mediante el software SolidWorks que nos ayudarán con la mejora estructural del sistema de pulverizado por arrastre de la Nebulizadora Ciclón 2000 para aumentar su disponibilidad.

Para darle solución al problema encontrado se propuesto como objetivo general de la investigación: Mejorar estructuralmente el sistema de pulverizado de la Nebulizadora Ciclón 2000 para aumentar su resistencia mecánica.

Para lograr estos objetivos trazamos los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Realizar el modelamiento del diseño en el estado actual en el Software SolidWorks 2020.
- ✓ Determinar las cargas que influyen en la estructura.
- ✓ Realizar un análisis estático y de fatiga por elementos finitos de la estructura en el estado actual mediante el uso de software SolidWorks 2020.
- ✓ Determinar qué elementos estructurales están en falla y puedan ser reemplazados o modificados.
- ✓ Realizar la mejora estructural considerando los resultados anteriores y validarlo mediante el uso de software SolidWorks 2020.
- ✓ Elaborar la comparación de ambos diseños para identificar las mejoras.
- ✓ Realizar el levantamiento de Planos de fabricación del diseño mejorado.

II. MARCO TEÓRICO

Yilmaz, Hamamci, Salik y Ahiskali (2011), En su investigación, plantean que las máquinas de pulverizado son muy importantes para aplicaciones de mecanización agrícola, debido al comienzo de la producción de este tipo de máquinas en su país, las maquinas encuentran un ambiente en donde, los estudios de ingeniería estructural son insuficientes. Particularmente, el chasis, que es el encargado de soportar a toda la maquina y debe tener la forma correspondiente para distribuir las cargas de las misma de forma equitativa y eficaz. Debido a ello, realizaron un análisis estructural de una maquina como muestra y determinaron las cargas que intervienen en la estructura, para luego realizar el diseño y dimensionamiento, y finalmente realizarle un análisis en el Software SolidWorks.

Mihaela, (2010), En esta investigación se plantea la importancia para la agricultura el uso de estas máquinas que cuya función primordial es proteger a la planta, la cual para realizar su investigación toma una maquina pulverizadora MET-2500R21 H, en donde estudiara el sistema estructural realizando un seccionamiento de la estructura en distintas partes y se centrara en el sistema de brazos; Para la cual propone distintas configuraciones para su diseño y un mejor desempeño, incorporándolo un sistema de suspensión para las mismas y así lograr un mejor su desempeño de los brazos. Luego realiza un análisis experimental de los brazos y finalmente los valida y define el diseño de las mismas.

Ferrando, (2010), Donde plantea un diseño de los brazos articulada para una pulverizadora, la cual permite tener un mejor desempeño de la maquina ya que al tener brazos plegables le permite abarcar mayor rango de fumigación y a su vez mayor practicidad y acelerar el proceso del mismo. En donde realiza un seccionamiento del brazo en eslabones para poder realizar el análisis de resistencia en los distintos puntos del brazo.

Gonzales, Hernández, (2015), En esta investigación plantean un rediseño estructural a una maquina dosificadora de concreto, la cual coindicen con nuestros objetivos planteados, con la única diferencia que es aplicada a una maquina distinta, de manera que haces uso del software ANSYS para poder

analizar la estructura en cuestión, luego determinaron los puntos críticos y procedieron a realizar su rediseño teniendo en cuenta los puntos críticos y concluyen con un diseño eficaz que cumple con los requerimientos solicitados.

En donde se entiende que Nebulizadora Agrícola es una máquina herramienta que por sus ductos fluye la sustancia a baja presión y aprovecha la presión del aire que es impulsado por el ventilador, para formar gotas y para transportarlas hacia el cultivo, se le considera técnicamente como una pulverizadora neumática. (Valero y Gil, 2006).

Asu vez sostiene que las Nebulizadoras se clasifican en suspendidos y arrastrados, teniendo a estos últimos como los que predominan mayormente en cultivos a cielo abierto por su mayor capacidad de almacenamiento.

Para efectuar el tratamiento el tractor debe contar con una potencia comprendida entre los 20 a 90 kW, y una capacidad máxima de almacenamiento de 3000 litros.

En algunos casos se presentan diseños especiales o contar con accesorios para la adaptación para ciertos cultivos. (Valero y Gil, 2006.).

Estas máquinas están compuestas por distintas partes: En donde el chasis (Estructura metálica) es considerado como el esqueleto de la máquina, en el cual van sujetos a él todos los componentes que tiene la máquina.

El chasis está elaborado básicamente de chapas y perfiles de acero, además va enganchado al tractor de manera rígida formando un mecanismo cuadrilátero articulado cuando la maquina es suspendida, y cuando esta es arrastrada se unirá a un bulón que restringirá el movimiento de dos ejes, por lo que tendrá que contar con ruedas.

El tanque que está encargada del almacenamiento del líquido que será pulverizado. Generalmente construidos de polietileno de alta densidad por ser de fácil conformación y muy ligero, también son construidos de chapa u otro tipo de plástico. Su uso es como almacenamiento de agua y producto fitosanitario o también como exclusivamente de agua e independientemente del producto sanitario que son mezclados al ser expulsadas.

Los brazos son aquellos que cumplen la función de sostén para las boquillas pulverizadoras, difusores de aire, mangueras, entre otros accesorios neumáticos e hidráulicos. Son elaboradas de acero o aluminio y se encuentran presentes en nebulizadoras arrastradas, la anchura mínima que estas presentan es de 8 – 10 m y incluso pueden llegar a los 40 m de largo

La bomba hidráulica es el elemento de la máquina que se usa para presión al agua que está contenida en el depósito y expulsarla por los pulverizadores a determinada presión. Está ubicada en la parte posterior del tanque o en la zona inferior, la potencia es transmitida por el tractor mediante un cardan.

En el grupo de ventilación se usa un ventilador centrífugo, el cual es impulsado por el tractor que transmite a la bomba y luego a un multiplicador de velocidad que impulsa al ventilador. Además, al ventilador va incorporado una carcasa con un diseño donde se pueda distribuir el aire uniformemente hacia cada conducto acoplado. (Ferrando, 2010).

En donde tomaremos como objeto de estudio la estructura del sistema de pulverizado de la maquina en mención, realizando un análisis estructural considerando todas las cargas a la cual está sometida, incluyendo a las que son generadas por las presiones de otros sistemas, tanto, como el sistema de pulverizado, sistema hidráulico y el sistema de ventilación; Teniendo así todas las cargas que influyan en la estructura.

Por lo tanto, la variable seleccionada a mejorar es la resistencia mecánica de dicha estructura; teniendo como definición que la resistencia mecánica, es la capacidad de un elemento para soportar cargas externas aplicadas sin sufrir alguna rotura, en la cual dependerá de su geometría y el material asignado. (Hibbeler, 2011).

La concentración del esfuerzo es un efecto muy localizado. En algunos casos puede deberse a una rayadura superficial. Si el material es dúctil y la carga estática, la carga de diseño puede causar fluencia en el punto crítico sobre la muesca. Esta fluencia puede implicar endurecimiento por deformación del material y un incremento de la resistencia de fluencia en el punto crítico de la muesca. Como las cargas son estáticas, esa parte puede soportarlas de manera satisfactoria, sin presentar una fluencia general. En estos casos el diseñador

establece que el factor geométrico de la concentración del esfuerzo (teórico) K_t es igual a la unidad.

La resistencia mecánica será analizada mediante las dos siguientes dimensiones: Resistencia estática, en donde se hará uso de la teoría de fallas resultantes por carga estática, esta teoría relaciona la carga estática con la resistencia del elemento, con el objetivo de poder tomar decisiones sobre el material, geometría y fabricación del elemento para conseguir satisfacer la funcionalidad, confiabilidad, manufacturabilidad, seguridad, competitividad y comercialización. (Budynas y Nisbett, 2008).

La clasificación común del comportamiento del metal estructural es: Dúctil y Frágil; Aunque en algunas circunstancias especiales un material considerado como dúctil llega a fallar de tal modo que parezca un material frágil. Usualmente, un material se considera dúctil cuando $\epsilon_f \geq 0.05$ y cuando cuenta con una resistencia a la fluencia identificable que usualmente son iguales en tensión y compresión; Y se considera un material frágil cuando $\epsilon_f < 0.05$ y se identifican por no contar con una resistencia a la fluencia reconocible.

En donde, para este caso tendremos un material dúctil (Acero Estructural), la cual, será analizada mediante criterios de fluencia para materiales dúctiles, la cual tenemos 3 criterios: Esfuerzo cortante máximo (ECM) o también conocida como la teoría de Tresca o Guest, la cual estipula que la fluencia comienza cuando el esfuerzo cortante máximo de cualquier elemento iguala al esfuerzo cortante máximo en una pieza de ensayo a tensión del mismo material cuando esa pieza comienza a fluir.

El segundo criterio viene a ser Energía de distorsión (ED) o también conocida como la teoría de Von Mises, la cual pronostica que la falla por fluencia sucede cuando el total de la energía de deformación por unidad de volumen llega o sobrepasa la compresión o tensión del mismo material.

El último criterio es teoría de Mohr Coulomb Dúctil (CMD), en donde la hipótesis de Mohr radica en utilizar los ensayos de tensión, compresión y cortante para elaborar un gráfico que consistía, en tres círculos que describen los esfuerzos del elemento y se cruzan durante la carga hasta uno de ellos se haga a la envolvente de falla, definiéndola. (Budynas y Nisbett, 2008).

La otra dimensión será la resistencia a la fatiga, en donde usaremos la teoría de fallas por fatiga resultantes por carga variable, frecuentemente se encuentran que los elementos de las maquinas fallan por esfuerzos repetitivos o fluctuantes, sin embargo luego de realizar los análisis correspondientes respecto a cargas estáticas, resulta que los esfuerzos máximos se ubican por debajo de la resistencia ultima del material y muchas veces por debajo de la resistencia de fluencia, por lo que estas fallas fueron generados por esfuerzos que se repitieron un gran número de veces, a esto se le denomina falla por fatiga.

Las fallas por fatiga tienen la particularidad de aparentar ser una fractura frágil, por lo que las superficies de la fractura son planas y perpendiculares al eje del esfuerzo sin presencia de adelgazamientos; Este tipo de fallas de originan por la formación y propagación de grietas las cuales se generan por diversos motivos.

Existen métodos principales para el diseño y análisis, en donde se busca predecir cuándo fallará o si alguna vez ocurrirá la falla, los métodos fatiga – vidas más importantes que son usados para el diseño y análisis son: método esfuerzo-vida, deformación-vida y el método de la fractura lineal elástica. (Budynas y Nisbett, 2008).

La resistencia del material de la estructura está definida con los resultados de los anteriores análisis, luego se procede a seleccionar el tipo de material que se usará, el cual será el Acero, ya que el acero tiene una alta resistencia y se caracteriza por sus propiedades metalúrgicas, químicas y mecánicas.

Método por elemento finitos consta de dividir un cuerpo en subdividirlo en conjuntos pequeños de elementos unidos por nodos, las ecuaciones que rigen el comportamiento del cuerpo regirán de la misma manera a cada elemento. De tal manera de puede cambiar de un sistema continuo con infinitos grados de libertad que depende de una ecuación diferencial a un sistema que contenga grados de libertad finita.

En donde, en cualquier sistema a analizar se podrá distinguir entre, el dominio, que es el espacio geométrico que sea analizada y las condiciones de contorno, que son variables conocidas y que condicionan el cambio del sistema, como son las tensiones, cargas, temperaturas, desplazamiento, etc.

Hay una gran variedad de aceros, pero sólo aquellos que se pueden clasificar como aceros estructurales y que sean normalizados por la American Society of Testing Materials (ASTM), se tomarán en cuenta. De las cuales tenemos aceros para perfiles y placas: ASTM A 36, es uno de los aceros primarios para todos los tipos de estructuras; ASTM A 529, es muy usado por la industria de la construcción; ASTM A 572; ASTM A 588, usado para la intemperie; ASTM A 992: Incorporado recientemente y es usado fundamentalmente en perfiles W. y también para aceros de secciones estructurales huecas y tubos: ASTM A 53, en donde están disponible en tipo E asignado a una resistencia a la soldadura y S a tubos sin costura; ASTM A 500, disponible para tubos redondos formados en frío HSS en tres grados; ASTM A 501, es similar al A 36 apto para todos los tipos de estructuras.

Las consideraciones anteriores para determinar el material de acero, junto con los puntos clave del diseño y fabricación, se resumen en unos puntos a considerar para la selección del Acero estructural: El tipo de estructura, condiciones de carga, la resistencia del material, tenacidad, soldabilidad, ductilidad y metalurgia, química del material, tipo del miembro estructural, tipo de conexión y técnicas de unión. (Brockenbrough y Merritt, 2006).

Las uniones serán por soldadura, la cual se le denomina como el método de unir piezas de metal entre sí por medio de la aplicación de calor, ya sea con o sin presión. Esta definición se aplica a una gran variedad de procesos, que varían desde las soldaduras simples por calentamiento y fusión de metales blandos, hasta las soldaduras bajo el agua.

En trabajos de acero estructural se usa casi exclusivamente la soldadura de arco metálico. Para estructuras especiales, tales como estructuras a base de lámina de acero, puede usarse la soldadura de resistencia, las de gas, y la soldadura por calentamiento y fusión de metales blandos, pueden usarse para partes especiales y para accesorios que requieran soldaduras pequeñas. (Clifford, 1982).

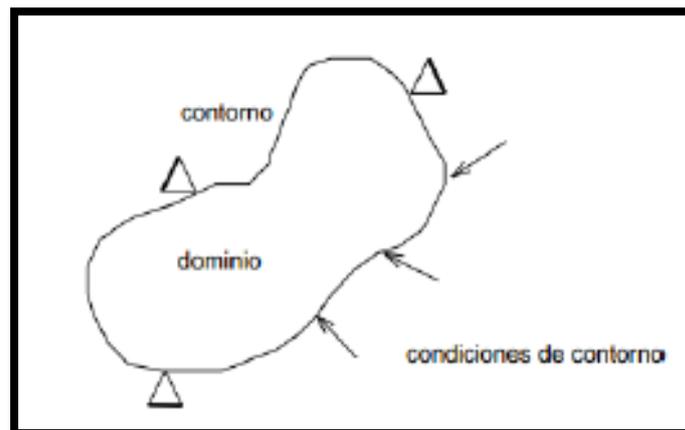
De manera que para realizar el análisis fluido dinámico se usó principalmente la ecuación general de la energía, la cual es una extensión de la ecuación de Bernoulli, en donde nos permite resolver problemas relacionados con pérdidas y ganancia de energía y para determinar la fuerza de reacción que ejerce el fluido en la estructura se determinara por la ecuación de la conservación de la cantidad de movimiento.

Tomaremos al MEF (Método de Elementos Finitos) como método de análisis a nuestra estructura, la cual consiste en coger un cuerpo y dividirlo en un grupo de diminutos elementos interconectados por una serie de nodos, las ecuaciones que rigen el comportamiento del cuerpo regirán también el comportamiento de cada elemento. De este modo se podrá convertir de un sistema continuo con infinitos grados de libertad a un sistema con un numero de grados de libertad finito.

En los sistemas a analizar podremos distinguir entre: Dominio, que es la zona geométrica donde se va a realizar el análisis del sistema, y las condiciones de contorno, que son variables conocidas que a su vez condicionan el cambio del sistema, entre estas variables tenemos: desplazamientos, temperaturas, tensiones, cargas, etc.

Figura 01:

Condiciones de contorno.



Fuente: Introducción al método de elementos finitos.

III. MÉTODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Aplicada: Esta investigación es aplicada por que se aplicara conocimientos adquiridos durante el periodo de formación, con las cuales obtendremos los resultados de los análisis estructurales correspondientes.

Para Murillo (2008), este tipo de investigación, tiene el nombre de “investigación práctica o empírica”, cuyo objetivo principal es la aplicación o uso de los conocimientos aprendidos, a la vez que se va adquiriendo más, luego de sistematizar e implementar la práctica basada en investigación. La utilización del conocimiento y los resultados obtenido en la investigación da como resultado una forma planificada, rigurosa y sistemática de conocer la realidad.

3.1.2. Nivel de investigación

- **Descriptiva:** Carrasco Díaz (2006:42) al respecto menciona: Una investigación descriptiva contesta a las preguntas. ¿Cuántos son?, ¿Cómo son?, ¿Dónde están?; ¿Quiénes son?, etc.; quiere decir, que nos comenta sobre las peculiaridades, cualidades internas y externas, rasgos y propiedades, en un momento determinado.

3.1.3. Diseño de investigación

- **No experimental Transversal:** Como señala Kerlinger (1979). “La investigación no experimental o ex-post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente los sujetos o a las condiciones”.

La cual será no experimental transversal por que se extraerán datos en un solo periodo de tiempo y porque no se alterarán las variables.

3.2. Operacionalización de variables

3.2.1. Variable Independiente

- Diseño estructural del sistema de pulverizado por arrastre de la Nebulizadora Ciclón 2000.

3.2.2. Variable Dependiente

- Resistencia mecánica.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

En esta investigación la población representa a todas las maquinarias nebulizadoras con sistema de pulverizado en los brazos replegables por arrastre.

3.3.2. Muestra

Nuestra muestra será representada por la maquinaria Nebulizadora 2000 con sistema de pulverizado en los brazos replegables por arrastre de la empresa Agualima S.A.C.

3.3.3. Muestreo

Por lo que en esta investigación el muestreo será por conveniencia, ya que tendremos acceso a la muestra en la empresa Agualima S.A.C.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad de los instrumentos

3.4.1. Técnicas

- a) **Revisión documental:** Es un trabajo mediante el cual por un proceso intelectual extraemos unas nociones del documento para representarlo y facilitar el acceso a los originales. Analizar, por tanto, es derivar de un documento el conjunto de palabras y símbolos que le sirvan de representación.

- b) **Observación:** Es un proceso de observación en donde, el analista participa activamente actuando como espectador de las acciones realizadas en el campo para conocer mejor su sistema.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

- a) **Ficha de análisis de documentos:** Nos faculta revisar en las fuentes las distintas fichas técnicas con sus determinadas características de la nebulizadora ciclón 2000.

- b) **Ficha de Observación:** Nos permite obtener la información de los componentes que pertenecen a los sistemas de la nebulizadora ciclón 2000.

3.4.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos

Según Rusque M. (2003), “la validez representa la probabilidad que un método de investigación este apto para responder a las interrogantes formuladas. La fiabilidad destina la capacidad de obtener los mismos resultados de diferentes situaciones. La fiabilidad no se refiere directamente a los datos, sino a las técnicas de instrumentos de medida y observación, es decir, al grado en que las respuestas son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación.”

La cual será sometida mediante juicio de expertos.

3.5. Procedimiento

Inicialmente se aplicó los instrumentos de recolección de datos, para extraer datos de los elementos que contiene la Nebulizadora con son: sus respectivas masas, longitudes, secciones, caudales, potencias, etc. luego con las mismas se realizó el análisis fluidodinámico en cada sistema de la maquina y se determinó las cargas correspondientes de cada sistema y los que influyen en la estructura, con ello se realiza en análisis estático y de fatiga de la estructura, y con los resultados obtenidos del análisis, se determina los elementos que están en falla y serán modificados, para luego ser modificados en la estructura y proceder a un nuevo análisis para determinar si se solucionan las fallas con estas modificaciones. Después se realiza un cuadro que compare ambos diseños y ver la diferencia de uno y otro, principalmente el factor de seguridad y los ciclos de vida de la estructura. finalmente se realiza el levantamiento de planos del diseño mejorado.

3.6. Método de análisis de datos

- **Base de datos:** Inicialmente, luego de extraer los datos de los componentes, como longitudes, potencias, caudales, etc. será insertado a una base de datos en Microsoft Excel, en donde contendrá los cálculos para determinar carga por masa y cargas por el fluido en movimiento.
- **Verificación por Software:** Luego con los resultados anteriores, se procede a analizar con el Software SolidWorks la estructura y con la ayuda del mismo vamos a variar los elementos que entre en falla y ser analizados completamente.

3.7. Aspectos éticos

En el desarrollo de esta investigación se considerarán los siguientes principios éticos: la indagación objetiva y fiable, que no se altere la información y documentos recolectados y que toda la información ajena será citada correspondientemente.

IV. RESULTADOS

4.1. Proceso metodológico.

- Inicialmente se extrae los datos de los elementos tanto como masas, potencia, caudal, longitudes, etc.; Con estos datos se procedió a calcular las cargas de peso y por fluido en movimiento.

Luego se procedió a modelar el diseño estructural completo de la máquina en su estado actual, una vez modelado se procedió a ejecutar el análisis estático y de fatiga considerando todas las cargas a las cuales está sometida la estructura, donde en esta máquina destacan las cargas por peso de componentes y la carga generada por los fluidos en movimiento.

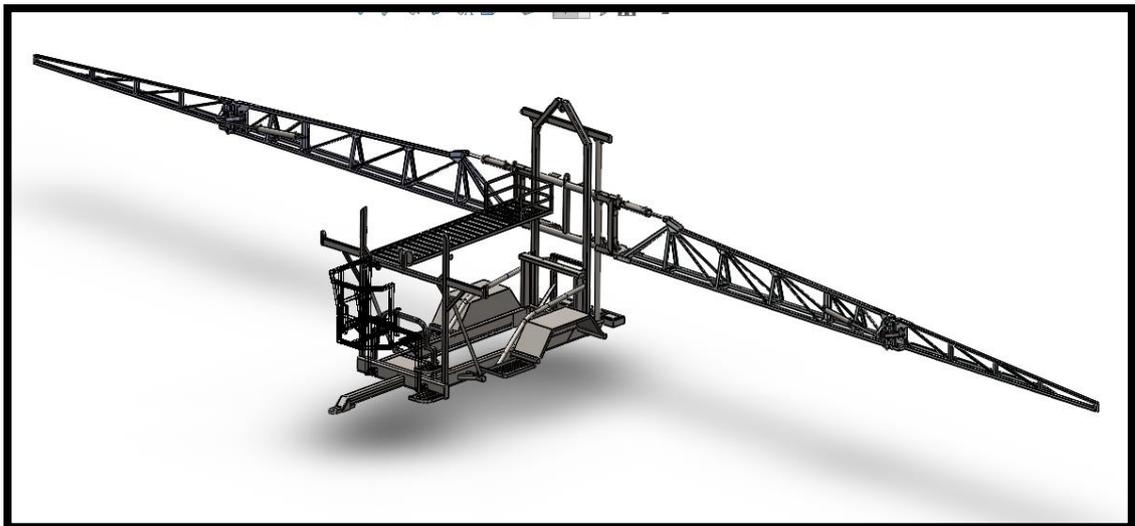
Al tener ya los resultados del análisis se determina los elementos los cuales fallaron y serán modificados, luego se realizará un nuevo análisis estático y de fatiga del diseño mejorado.

Finalmente, al tener el diseño mejorado será validado por el software SolidWorks, se procederá a realizar una comparación entre ambos diseños, para visualizar las mejoras alcanzadas con el diseño mejorado, y así poder realizar el levantamiento de planos de fabricación.

4.2. Modelado de Diseño actual

Figura 02:

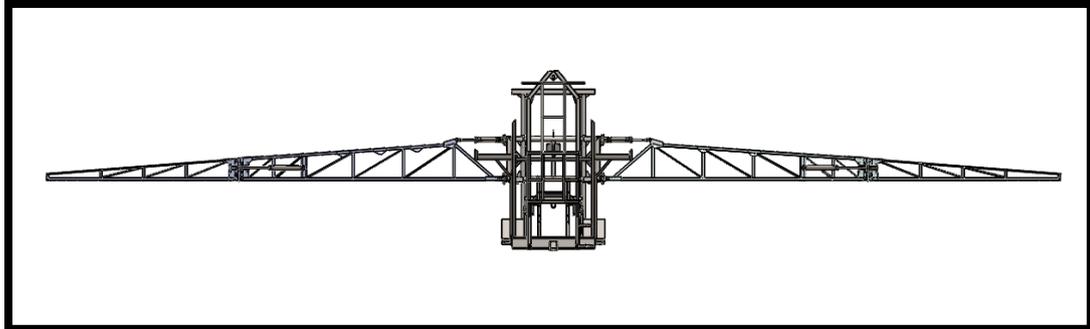
Vista isométrica del moldeamiento estructural del diseño actual de la Nebulizadora.



Fuente: Elaborado en SolidWorks 2020.

Figura 03:

Vista frontal del moldeamiento estructural del diseño actual de la Nebulizadora.



Fuente: Elaborado en SolidWorks 2020.

4.3. Cargas

4.3.1. Cargas por Masa

Tabla 01:

Cargas por masa en la estructura.

Sistema/Elemento	Cantidad	Unidades
Sistema Hidráulico	2107.33	N
<i>Bomba hidráulica</i>	<i>1226.25</i>	<i>N</i>
<i>Mangueras hidráulicas</i>	<i>348.51</i>	<i>N</i>
<i>Válvulas</i>	<i>245.25</i>	<i>N</i>
<i>Cilindros hidráulicos</i>	<i>287.32</i>	<i>N</i>
Sistema de Pulverizado	20720.80	N
<i>Tanque</i>	<i>20601.00</i>	<i>N</i>
<i>Mangueras</i>	<i>119.80</i>	<i>N</i>
Sistema de Ventilación	2013.16	N
<i>Ventilador, Multiplicador, carcasa y tapa</i>	<i>1099.70</i>	<i>N</i>
<i>Tubos PVC</i>	<i>354.29</i>	<i>N</i>
<i>Difusores</i>	<i>313.92</i>	<i>N</i>
<i>Cardan</i>	<i>245.25</i>	<i>N</i>
Cargas Adicionales	1333.86	N

<i>Polipasto</i>	<i>196.20</i>	<i>N</i>
<i>Asiento</i>	<i>147.15</i>	<i>N</i>
<i>Operador</i>	<i>784.80</i>	<i>N</i>
<i>Parilla</i>	<i>205.71</i>	<i>N</i>
TOTAL	26175.15	N

Estas cargas corresponden a todos los componentes de la nebulizadora ciclón 2000, el detalle del desarrollo del cálculo completo está en el *Anexo 12*.

4.3.2. Cargas por el fluido en movimiento

3.3.2.1. Sistema de Pulverizado.

Tabla 02:

Resultados del análisis fluido-dinámico del sistema de pulverizado.

Numero de boquilla	Presión [kPa]	Caudal [L/min]	Caudal [m3/s]	Fuerza [N]
Boquilla 1	1728.77	7.680	1.280E-04	7.62
Boquilla 2	1736.78	6.708	1.118E-04	6.58
Boquilla 3	1743.12	6.710	1.119E-04	6.65
Boquilla 4	1749.45	7.686	1.281E-04	7.61
Boquilla 5	1755.79	6.672	1.112E-04	6.57
Boquilla 6	1755.25	27.24	4.540E-04	47.92
Boquilla 7	1757.02	6.168	1.028E-04	5.81
Boquilla 8	1738.95	6.174	1.029E-04	5.72
Boquilla 9	1720.89	7.260	1.210E-04	6.75
Boquilla 10	1702.82	7.248	1.208E-04	6.71
Boquilla 11	1691.39	13.920	2.320E-04	23.46
Boquilla 12	1691.52	3.720	0.620E-04	1.86
Boquilla 13	1686.20	3.600	0.600E-04	1.87
Boquilla 14	1680.88	2.748	0.458E-04	1.24
Boquilla 15	1675.56	3.600	0.600E-04	1.86
Boquilla 16	1667.76	3.720	0.620E-04	1.86

Fuerza de reacción que emiten todas las boquillas del diagrama del Anexo 03, determinados mediante cálculo de sistemas de tuberías en serie y paralelo para determinar pérdidas, y luego realizar una simulación mediante Flow Simulation para determinar el caudal en las

boquillas, y finalmente mediante la ecuación del impulso y la cantidad de movimiento, se determinó la fuerza de reacción.

El desarrollo del cálculo está en el *Anexo 13*.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2.2. Sistema de Ventilación.

Tabla 03:

Resultados del análisis fluido-dinámico del sistema de Ventilación.

Numero de Difusor	Velocidad [m/s]	Flujo Masico [kg/s]	Caudal [m3/s]	Fuerza [N]
Difusor 1	135.87	0.8347	0.6824	113.59
Difusor 2	123.67	0.8238	0.6733	102.02
Difusor 3	24.31	0.1272	0.1038	3.09
Difusor 4	82.73	0.6399	0.5224	52.94

Donde se realizó de la misma manera que sistema anterior el análisis y con el apoyo del software SolidWorks se determinó la velocidad, flujo y caudal que llegan a cada punto detallado en el *Anexo 04*, y mediante el mismo principio de continuidad se determinó la fuerza de reacción, el detalle del cálculo está en el *Anexo 13*.

Fuente: Elaboración propia.

En donde los mismos resultados se cumplen para cada uno de los brazos.

4.3.2.3 Sistema Hidráulico

Tabla 04:

Resultados de la fuerza en los cilindros hidráulicos.

Cilindro	Presión [bar]	Carrera [mm]	Dia. Vástago [mm]	Dia. Pistón [mm]	Fuerza Empuje [kN]
1	114.93	220	32	80	5.78
2	114.69	420	25.4	50	2.25
3	114.60	210	32	65	3.80

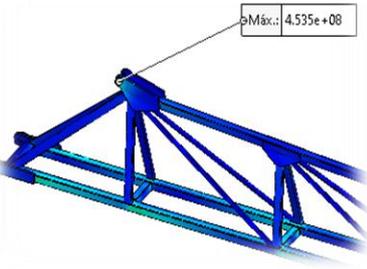
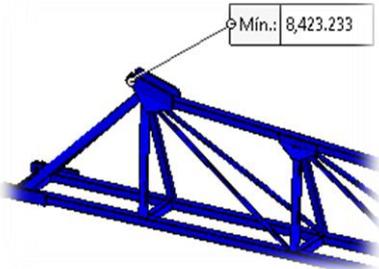
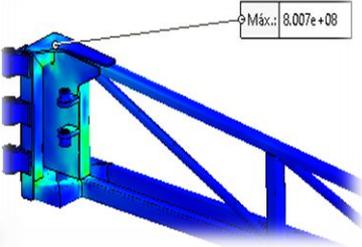
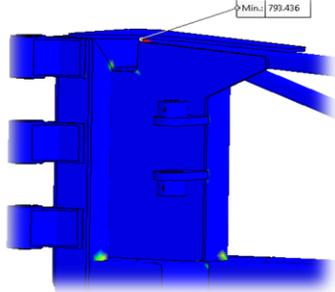
Donde se realizó el análisis fluido dinámico para determinar las pérdidas de presión que existe en el sistema hidráulico, ver *Anexo 05*, así se determina la presión en cada punto, luego teniendo las dimensiones de los cilindros se calcula su fuerza. El desarrollo del cálculo está en el *Anexo 13*.

4.4. Análisis estructural del diseño actual.

Para realizar el análisis por elementos finitos del diseño actual decidimos analizar por separado, dividiéndolo en 4 partes la estructura para agilizar el análisis, en donde los denominamos como Chasis, Cuadro del Brazos, Brazo 1 y Brazo 2.

Tabla 05:

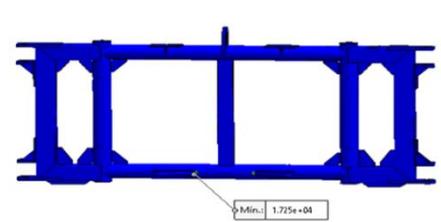
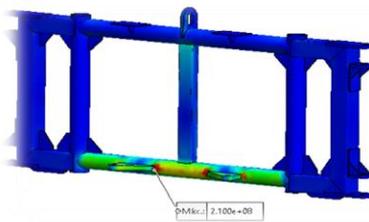
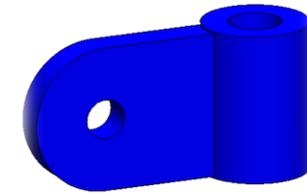
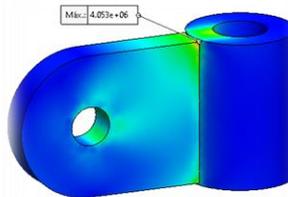
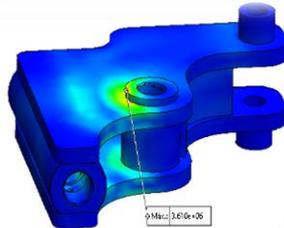
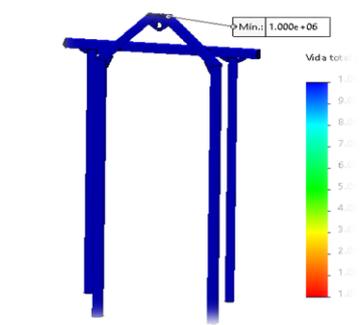
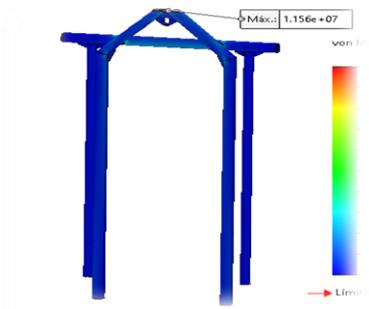
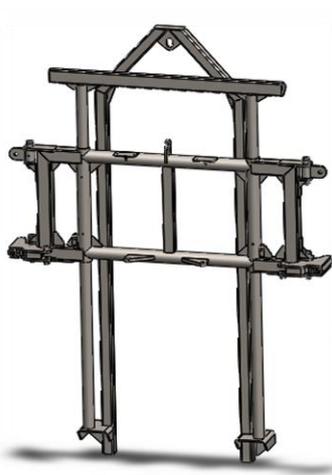
Resultados del análisis estático y de fatiga de la estructura.

Parte / Análisis	Estático	Fatiga
Brazo 1	<i>Tensión de Von Mises (Pa)</i>	<i>Ciclos a la falla</i>
		
Brazo 2	<i>Tensión de Von Mises (Pa)</i>	<i>Ciclos a la falla</i>
		

Cuadro de Brazo

Tensión de Von Mises (Pa)

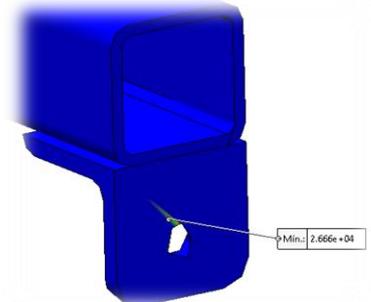
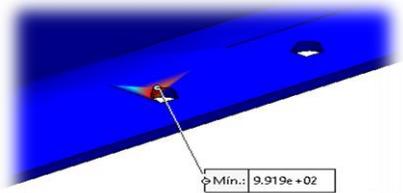
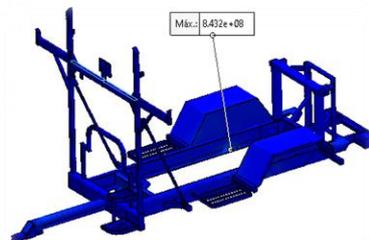
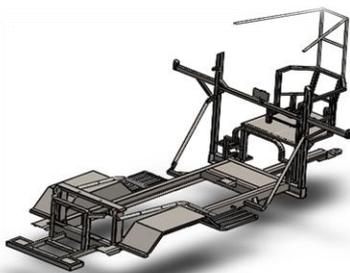
Ciclos a la falla



Chasis

Tensión de Von Mises (Pa)

Ciclos a la falla



En esta tabla se visualiza imágenes de los resultados del análisis tanto estático como de fatiga de las distintas partes de la estructura, se consideró incluir las imágenes del análisis más representativas pero los resultados completos están en el *Anexo 14*.

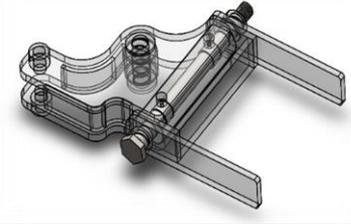
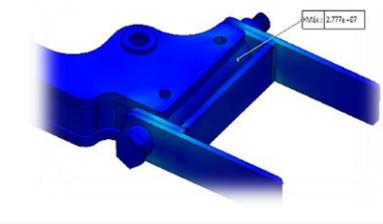
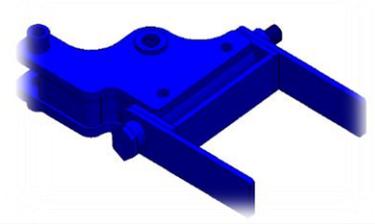
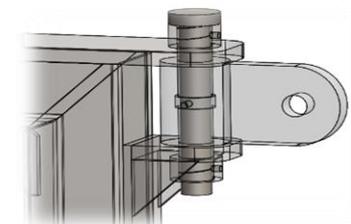
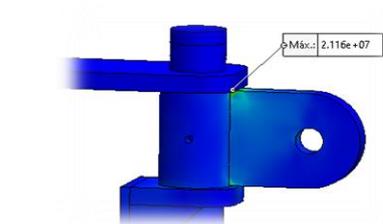
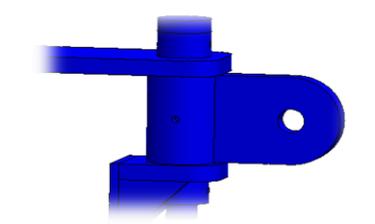
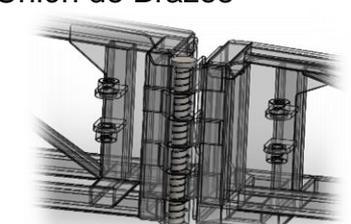
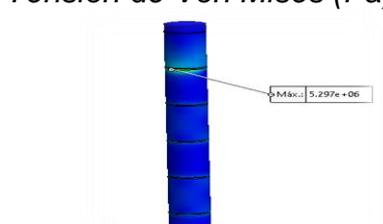
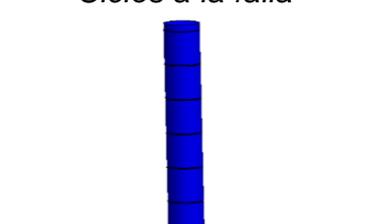
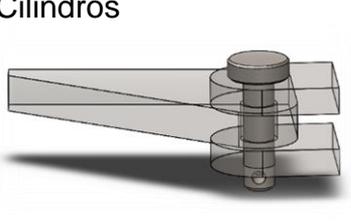
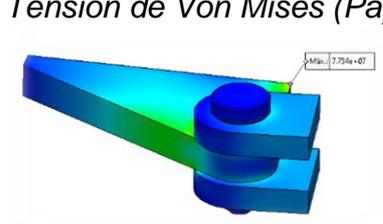
En el análisis por fatiga, donde las imagines salen completamente azul quiere decir que no presentan ninguna falla por ciclos, es decir tiene vida infinita (10^6 ciclos).

Fuente: Elaboración propia.

Luego se realizó el análisis en las uniones por pines, en donde los resultados fueron:

Tabla 06:

Resultados del análisis estático y de fatiga de los pines.

Pin / Análisis	Estático	Fatiga
<p>Cuadro Brazo inferior</p> 	<p>Tensión de Von Mises (Pa)</p> 	<p>Ciclos a la falla</p> 
<p>Cuadro Brazo superior</p> 	<p>Tensión de Von Mises (Pa)</p> 	<p>Ciclos a la falla</p> 
<p>Unión de Brazos</p> 	<p>Tensión de Von Mises (Pa)</p> 	<p>Ciclos a la falla</p> 
<p>Cilindros</p> 	<p>Tensión de Von Mises (Pa)</p> 	<p>Ciclos a la falla</p> 

En esta tabla se visualiza imágenes de los resultados del análisis tanto estático como de fatiga de los pines, se consideró incluir las imágenes del análisis más representativas pero los resultados completos están en el *Anexo 14*.

En el análisis por fatiga, donde las imagines salen completamente azul quiere decir que no presentan ninguna falla por ciclos, es decir tiene vida infinita (10^6 ciclos).

Fuente: Elaboración propia.

4.5. Elementos estructurales que están en falla.

Luego de realizar el análisis a toda la estructura, se determinó los elementos que están en falla y serán modificados para suprimir la falla que generan.

Tabla 07:

Elementos estructurales que están en falla.

Parte Estructural	Elemento en falla
Brazo 1	La falla se localiza en la unión con el Cilindro 3, el cual la pieza es una plancha de Acero de 3/8" o 9.5 mm, donde se presenta una fisura y luego una rotura total de la pieza.
Brazo 2	La falla se localiza en la unión entre 2 tubos superiores donde se localiza la tensión máxima (Tabla 06). El cual es un tubo cuadrado de acero de 40 x 40 x 2.0 mm la cual presenta una rotura en la unión con el tubo perpendicular.
Cuadro de brazo	La falla se localiza en las uniones del cuadro con el Cilindro 1, donde se grafica en el cuadro de tonalidad rojiza en la Tabla 06, el cual es un tubo de acero circular de 2 1/2" x 6.35 mm.
Chasis	Las fallas se localizan en la zona de anclaje del chasis con el eje, en donde se presenta una rotura de la viga C 170 x 75 x 8 mm; La segunda falla se presenta en la zona en donde se ubica el operador, puntualmente en el punto de anclaje con el chasis, en el ángulo de 1/4" x 2".

En esta tabla se hace mención a los elementos estructurales que fallaron al análisis estático y de fatiga, y se menciona las características del elemento, que será modificado a manera de solución de la falla.

4.6. Mejora del diseño estructural.

4.6.1. Elementos estructurales a modificar.

Tabla 08:

Elementos estructurales modificados por falla.

Parte Estructural	Elemento Modificado
Brazo 1	El elemento a modificar es una plancha de Acero de 3/8" o 9.5 mm por una plancha de Acero de 1/2" o 12 mm.
Brazo 2	El tubo cuadrado de acero de 40 x 40 x 2.0 mm será reforzado en la unión, mediante la plancha aledaña de tal manera que elimine la concentración de tensiones la cual será reemplazada por una plancha de 6 mm o 1/4".
Cuadro de brazo	El elemento a modificar es un tubo circular de acero de 2 1/2" x 6.35 mm por un tubo circular de acero de 2 1/2" x 7.1 mm.
Chasis	La viga C 170 x 75 x 8 mm será reforzado de tal manera que elimine la concentración de tensión en el punto de falla, Mediante una cartela. El elemento a modificar es el ángulo de acero de 1/4" x 2" por un ángulo de acero de 1/2" x 2".

En esta tabla se hace mención a la modificación de los elementos estructurales que fallaron al análisis estático y de fatiga, el cual será analizado nuevamente para verificar que solucione los errores anteriores.

Teniendo en cuenta que estos elementos son los que solucionaron la falla, obviando los elementos modificados que no solucionaban estas fallas.

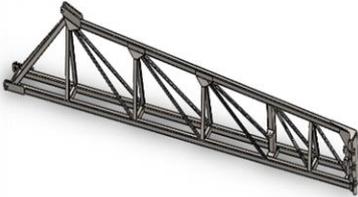
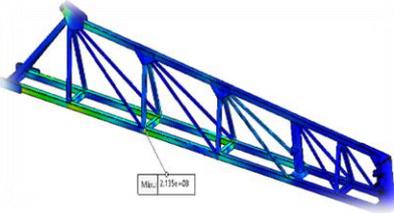
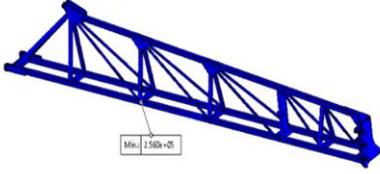
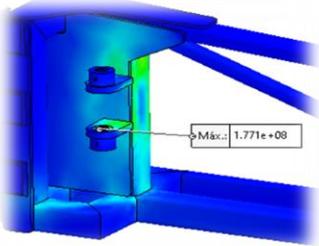
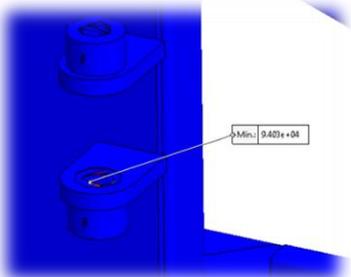
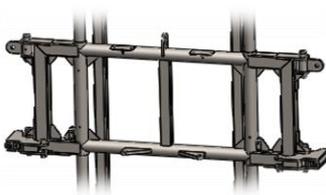
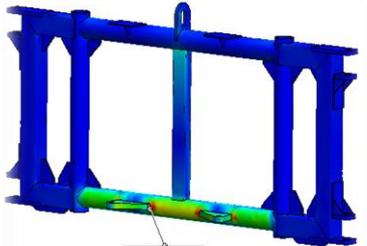
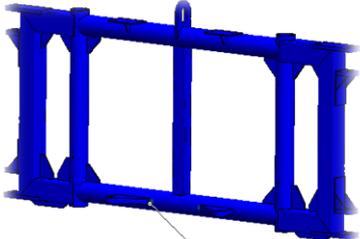
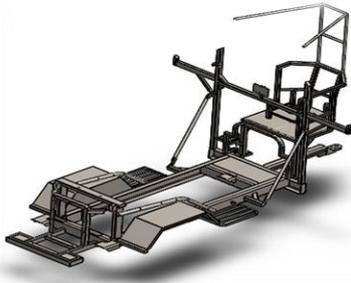
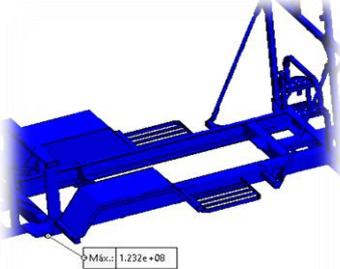
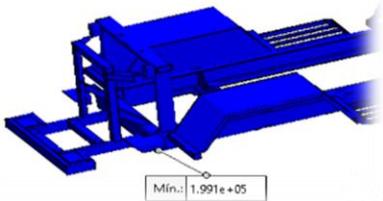
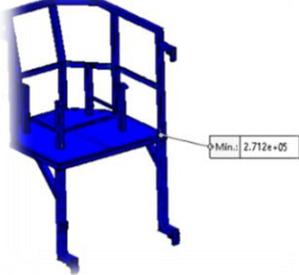
Fuente: Elaboración propia.

4.6.2. Análisis estructural del diseño mejorado.

Se realizó el análisis de los elementos modificados en la Tabla 08, el cual no determinó los siguientes resultados:

Tabla 09:

Resultados del análisis estático y de fatiga de la estructura modificada.

Parte / Análisis	Estático	Fatiga
<p data-bbox="336 248 453 282">Brazo 1</p> 	<p data-bbox="619 248 1007 282"><i>Tensión de Von Mises (Pa)</i></p>  <p data-bbox="759 479 820 501">Máx.: 2.15e+08</p>	<p data-bbox="1139 248 1358 282"><i>Ciclos a la falla</i></p>  <p data-bbox="1166 461 1230 483">Mín.: 2.58e+05</p>
<p data-bbox="336 584 453 618">Brazo 2</p> 	<p data-bbox="619 584 1007 618"><i>Tensión de Von Mises (Pa)</i></p>  <p data-bbox="820 786 948 808">Máx.: 1.771e+08</p>	<p data-bbox="1139 584 1358 618"><i>Ciclos a la falla</i></p>  <p data-bbox="1294 763 1374 786">Mín.: 9.42e+04</p>
<p data-bbox="268 943 528 976">Cuadro de brazo</p> 	<p data-bbox="619 943 1007 976"><i>Tensión de Von Mises (Pa)</i></p>  <p data-bbox="746 1240 836 1263">Máx.: 9.697e+07</p>	<p data-bbox="1139 943 1358 976"><i>Ciclos a la falla</i></p>  <p data-bbox="1209 1249 1299 1272">Mín.: 3.549e+05</p>
<p data-bbox="341 1301 448 1335">Chasis</p> 	<p data-bbox="619 1301 1007 1335"><i>Tensión de Von Mises (Pa)</i></p>  <p data-bbox="746 1621 836 1644">Máx.: 1.232e+08</p>  <p data-bbox="900 1845 1007 1868">Máx.: 7.431e+07</p>	<p data-bbox="1139 1301 1358 1335"><i>Ciclos a la falla</i></p>  <p data-bbox="1203 1599 1315 1621">Mín.: 1.991e+05</p>  <p data-bbox="1337 1816 1433 1839">Mín.: 2.712e+05</p>

En esta tabla se visualiza los resultados del análisis estático y de fatiga del diseño modificado, en donde se logra solucionar los problemas encontrados en el análisis de la Tabla 06. Los resultados a detalle están en el Anexo 15.

4.7. Comparación de ambos diseños.

Tabla 10:

Comparación de Ambos diseños basado en los Ciclos de vida.

Parte / Diseño	Diseño Actual	Diseño Modificado	Mejora
Brazo 1	8423.23 ciclos	131600 ciclos	123176.77 ciclos
Brazo 2	793.43 ciclos	224900 ciclos	224106.57 ciclos
Cuadro de Brazo	17250 ciclos	354900 ciclos	337650 ciclos
Chasis	991.90 ciclos	199100 ciclos	198108.1 ciclos

En esta tabla se presentó la diferencia de vida de ambos diseños, el cual como se puede apreciar el nuevo diseño aumento tiene una vida más prolongada que el diseño actual, considerando de cada parte de la estructura su elemento que tiene el valor mínimo de vida; el cual la mejora se determinó mediante la diferencia de ambos diseños, lo que equivale los ciclos de vida que se aumentaron.

Tabla 11:

Comparación de Ambos diseños basado en el Factor de Seguridad.

Parte / Diseño	Diseño Actual	Diseño Modificado	Mejora
Brazo 1	0.55	1.56	1.01
Brazo 2	0.31	2.13	1.81
Cuadro de Brazo	1.22	2.57	1.35
Chasis	0.29	2.02	1.73

En esta tabla se presentó la diferencia de los factores de seguridad de ambos diseños, en donde cómo se puede apreciar en el diseño actual tiene un valor muy bajo de seguridad, en donde nos da a entender que desde un inicio la maquina sufre roturas del límite elástico del material, y a su vez se muestra la mejor obtenida por el nuevo diseño, que se consideró un factor de seguridad mínimo del 1.5.

V. DISCUSIÓN

El modelamiento estructural se realizó de forma similar que en la investigación de Yilmaz, Hamamci, Salik, Ahiskali (2011), en donde realizan el modelamiento estructural a una maquina pulverizadora, seccionándolos en grupos para simplificar el ensamblaje y la extracción de planos, de la misma manera hicieron uso del software SolidWorks, la cual realizaron su análisis por elementos finitos, considerando únicamente las cargas por masa, a diferencia de esta investigación la cual considero las cargas de reacción por el fluido, determinando así que nuestro resultado se asemeja mas a la realidad del funcionamiento de la máquina.

El análisis por elementos finitos, se desarrolló de forma similar que la investigación de Mihaela (2010), realizando un seccionamiento de estructura para realizar el análisis por elementos finitos, garantizando así que el análisis sea puntual y ágil, con los resultados de su análisis concluyo que para garantizar una larga operación eficaz era necesario realiza un cambio de elementos estructurales que generen fallas de los brazos y adicionarle un sistema de suspensión vertical para mejorar la uniformidad de pulverizado, en contrastación con mi investigación, compartimos los mismos resultados del análisis, a excepción de incorporar el sistema de suspensión, ya que con ello Mihaela buscó mejorar la uniformidad de pulverizado, a diferencia de esta investigación que busca mejorar su resistencia mecánica.

También Ferrando (2010), en su investigación plantea el diseño de los brazos plegables de una pulverizadora suspendida, en donde su principal objetivo es buscar que el diseño de los brazos genere un beneficio económico, en donde, al igual que en mi investigación se realizó los análisis por elemento finitos, pero ferrando integro un análisis analítico para comprobar la variación de los resultados analíticos con los emitidos por el análisis por elementos finitos del software, concluyendo que la diferencia era mínima pero si se usa una malla fina en el software la diferencia disminuye, contrastando con mi investigación se considero a usar una malla predeterminada con transición automática, que se asemeja a una malla fina, según los resultados de Jaramillo, (2016), en su investigación “Análisis de fatiga mediante el método de los elementos finitos”, a lo que concluimos que la mallada usada en el análisis de elementos finitos nos otorga unos resultados con

un porcentaje bajo de falla, exactamente del 4.24% en tensión y 0.24% en desplazamiento.

Finalmente, la investigación de Gonzales y Hernández (2015), en donde realizaron un rediseño al chasis de una maquina dosificadora, en el cual luego se realizar su análisis por elementos finitos, presentaron fallas estructurales de algunos de sus componentes, las cuales fueron seleccionadas y modificadas cada elemento en falla de la misma manera que se efectuó en mi investigación, con la diferencia que en mi investigación no solo de modifíco los elementos, también se diseñó un refuerzo para la parte crítica del chasis, en ambas investigaciones se garantizo que con estas modificaciones se aumenta la vida útil de la estructura con ella su resistencia mecánica o durabilidad, logrando elevar el FS de un valor crítico a un valor de diseño permisible.

VI. CONCLUSIONES

inicialmente se modeló toda la estructura en el diseño actual, la cual se desarrolló sin inconvenientes, para luego con ella realizar el análisis correspondiente

Se determinó eficazmente todas las cargas que influyen en la estructura, inicialmente la carga muerta por la estructura, luego las cargas por masa de los componentes que contiene la máquina y finalmente las cargas por reacción del fluido en movimiento.

Para la realización del análisis por elementos finitos, se optó por seccionar la estructura en partes (Brazo 1, Brazo 2, Cuadro de brazo y Chasis) agilizando el proceso de análisis; considerando los elementos de unión entre ellas, como son los pines de cada parte seccionada y de los cilindros hidráulicos.

Se logró determinar los elementos estructurales que se encontraban en fallas como resultado del análisis, en donde esos elementos tenían una sobre tensión la cual sobrepasaba el límite elástico del material, causándole un factor de seguridad muy bajo y a su vez pocos ciclos de vida.

El diseño mejorado logró mejorar considerablemente la resistencia mecánica de la estructura, la cual se logró modificando los elementos que estaban en falla; la mejora se reflejó en los valores de factor de seguridad mínimos de la estructura, la cual para el diseño actual el valor del FS mínimo fue de 0.294 y en el rediseño se logró un valor FS mínimo de 1.56.

Por ende, en la comparación de ambos diseños se consideró analizar el Factor de Seguridad y la Vida del diseño, lo cual fueron determinados mediante los análisis estáticos y de fatiga correspondientemente, en donde tomando el punto más crítico de la estructura, el FS aumentó de 0.294 a 1.56, quiere que se logró aumentar en 1.26 y para los ciclos de vida se aumentó de 793.4 ciclos a 199100 ciclos, teniendo un aumento considerable de 198306.6 ciclos.

Finalmente se logró levantar los planos de construcción del rediseño, los cuales en el *Anexo 19* se visualizarán los planos generales y se reservará los planos del detalle para la empresa.

VII. RECOMENDACIONES

Para realizar el modelamiento de estructuras complejas o con un número considerable de elementos, se recomienda usar la herramienta Pieza Soldada – Miembro Estructural de SolidWorks, la cual te ahorrara bastante tiempo durante el modelamiento.

Para próximas investigaciones, se recomienda que realicen un rediseño al sistema de pulverizado y el sistema de ventilación, ya que mientras se realizaba el análisis fluido dinámico en el sistema de pulverizado, se observó que el pulverizado no era uniforme en todas las boquillas y en el sistema de ventilación se observó que al igual que el sistema de pulverizado el fluido no se distribuye uniformemente en los difusores, sobre todo en el difusor 3 en donde apenas ingresa un caudal mínimo del fluido.

Asimismo, para realizar el análisis por elementos finitos se recomienda usar una malla fina para tener resultados más precisos y en el caso que el modelo a analizar sea muy complejo se recomienda seccionarlos en partes para agilizar el análisis.

Para determinar fácilmente los elementos que están en falla, se recomienda que previamente el análisis por elementos finitos se realice por secciones, ya que así se determinara los puntos más críticos en cada sección rápidamente, a diferencia que se hiciera el análisis a toda la estructura.

También para el diseño, se recomienda modificar los elementos que están en falla de manera que logre distribuir la concentración de cargas del punto crítico y modificar los elementos hasta lograr alcanzar el FS mínimo permisible.

REFERENCIAS

- Valero, C. y Gil, V. (2006). Últimas tendencias en pulverizadores, atomizadores y nebulizadores. Publicado en: Archivo Digital UPM. http://oa.upm.es/6363/1/Valero_67.pdf
- Ferrando. A (2010). Diseño de los brazos de una pulverizadora agrícola: síntesis del mecanismo de relegamiento y cálculo estructural. Publicado en: ZAGUAN repositorio institucional de documentos. <https://zaguan.unizar.es/record/5465/files/TAZ-PFC-2010-406.pdf>
- Hibbeler, R. C., (2011), Mecánica de materiales, Naucalpan de Juárez, México, Editorial: Pearson Educacion-Prentice Hall.
- Budynas E. y Nisbett J. (2008), Diseño en ingeniería mecánica de Shigley, Ciudad de Mexico, Mexico, Editorial: Mc Graw-Hill Interamericana.
- Brockenbrough, R. y Merritt, F. (2006), Structural Steel Designer's Handbook, New York, United States, Editorial: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Clifford, W. (1982). Diseño de estructuras metálicas, México, Editorial: Compañía Editorial Continental SA.
- Onorato, A. y Tesouro, O. (2006), Pulverizadoras agrícolas terrestres, Buenos Aires, Argentina, Publicado: Ins. Nacional de Tecnología Agropecuaria. http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/27491/mod_resource/content/1/PULVERIZACIONES_AGRICOLAS_TERRESTRES.pdf
- Lampadia, (2015), La agricultura peruana tiene un gran futuro, Lima, Perú, Recuperado de: <https://www.lampadia.com/analisis/recursos-naturales/la-agricultura-peruana-tiene-un-gran-futuro/>
- Gestión. (2015). Perú mantiene posición 90 en ranking global de tecnología 2015, <https://gestion.pe/economia/peru-mantiene-posicion-90-ranking-global-tecnologia-2015-85705-noticia/>

Robert, M. (2006). Mecanica de fluidos, Sexta edición, México, Editorial: Pearson Educacion-Prentice Hall.

Kerlinger, F. (1979), Enfoque conceptual de la investigación del comportamiento, México DF, Editorial: Nueva Editorial Interamericana.

Yilmaz, S., Hamamci, E., Salik, D. y Ahiskali, Y., (2011), Structural Analysis of Agricultural Machinery: A Case Study For a Transport Chassis of a Spraying Machine. Isparta, Turquía. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/118934>

ASTM Standard. (1985) Standard Practices for Cycle Counting in Fatigue Analysis. Philadelphia, USA.

Mihacela, C. (2010), Contributionss to the optimization of spray booms, Cluj-Napoca, Rumania. <https://www.yumpu.com/en/document/view/51562519/eng-cristina-mihaela-stanescu-abstract-of-the-phd-thesis->

González, M. y Hernández, W. (2015). Rediseño del chasis de la maquina dosificadora de concreto ICONCRET D-50. <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/3650/1/GonzalezRamirezManuelArturo2015.pdf>

Jacto (2005). Bomba de agroquímicos JP-75/100/150/190/300 (Desmontaje y Montaje). http://190.90.166.3:8085/edu-dms/public/uploads/prod_cat/440-BOMBA%20DE%20AGRIQU%C3%8DMICOS%20JP.pdf

CONAGUA. (2002). Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego parcelario. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Operación Gerencia de Distritos y Unidades de Riego. México: Comisión Nacional del Agua.

Iberiza, Introducción al Análisis de Fatiga o Durabilidad. <http://www.iberiza.com/soporte/fatiga/intro.htm>

- Ladera, C. (2011). Análisis estructural de un prototipo Fsaе. http://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/9180/5/TFM_Noelia_Diaz_Pandilla.pdf.
- Diaz, N. (2012). “Estudio de la codificación del diseño optimo de estructuras metálicas”. http://acceda.ulpgc.es/bitstream/10/553/9180/5/TFM_Noelia_Diaz_Pandilla.pdf.
- Bermudez, C. (2005). Curso básico de estructuras metálicas, primera edición. <http://www.bdigital.unal.edu.co/5923/1/9589322891.pdf>.
- Molina, J. (1992). “Análisis estructural con elementos finitos”, U. autónoma de Nuevo león, México. <http://eprints.uanl.mx/1926/1/1020070633.PDF>
- Gladwell, G. y Ahmadian, H. (1995). “Generic Element Matrices Suitable for Finite Element Model Updating”. Mechanical Systems and Signal Processing.
- Carnicero, A. “Introducción al método de los elementos finitos”. https://www.iit.comillas.edu/carnicero/Resistencia/Introduccion_al_MEF.pdf
- Aviles, R. (2005). Analisis de Fatiga en Maquinas. Editorial: Paraninfo.
- Mangonon, L. (2001). Ciencia de materiales: selección y diseño, México, Editorial: Pearson Educación. Disponible en: <https://doku.pub/documents/1-ciencia-de-materiales-seleccion-y-diseo-pat-l-mangononpdf-4lo9dpgdxwix>.
- Shames, I, (1995). Mecánica de Fluidos, tercera edición, Santa fe de Bogota, Colombia, Editorial: McDraw-Hill.
- Kurowski, P. (2014). Engineering análisis with SolidWorks Simulation 2014. SDC Publications
- Jaramillo, D, (2016). “Análisis de fatiga mediante el método de los elementos finitos” <https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/24406/TFG%20David%20Jaramillo%20Martinez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Arcano, R. (2014). Calidad del Acero Norma ASTM A 36/ A 36M-94. <https://es.scribd.com/document/134698664/Calidad-del-Acero-Norma-ASTM-A-36-A-36M-94>.
- Kurdi, O., Rahman, R. y Tamin, M. (2008). "Stress analysis of heavy duty truck chassis using finite element method". En: 2nd Regional Conference on Vehicle Engineering & Technology, Universiti Teknologi Malaysia Institutional. http://eprints.utm.my/7417/1/RoslanRahman2008__StressAnalysisOfHeavyDuty.pdf
- Quijano, J. (2017). Ecuación General de la Energía. Universidad Nacional Alcalde de San Marcos. https://www.academia.edu/37005720/ECUACION_GENERAL_DE_LA_ENERGI
- Castañeda, C. (2012). Estudio de Fatiga de Ciclos Altos en el Acero para Determinar la Ocurrencia de falla cumpliendo las normas ASTM E-606. <http://repo.uta.ec/bitstream/handle/123456789/Tesis%201.%20M.%20165%20-%20Simba%20B1eda%20Carlos%20Eduardo.pdf>.
- Badea, F., Alcalá, E. y Grimaldi, R. (2010). "Optimización de uniones y estructuras". Universidad de Castilla - La Mancha, Ciudad Real, España. <http://www.uclm.es/actividades/2010/CongresoIM/pdf/cdarticulos/011.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 01: Instrumentos de recolección de datos.

FICHA DE OBSERVACIÓN

Objetivo: Obtener los modelos y tipos de los componentes.

Dirigido: Nebulizadora Ciclón 2000.

Empresa	<i>AGUALIMA S.A.C.</i>
Ubicación de la empresa	<i>km.512 carretera panamericana, Virú, La Libertad, Perú.</i>
Autor	<i>Rosales Lopez Elvis Josue</i>

COMPONENTES:

Sistema Hidráulico		
Bomba hidráulica:	<i>Jacto JP 300</i>	<i>Caudal: 300 lt/min</i>
Cilindros hidráulicos:	<i>Cod1: 2" x 1" x 420 mm</i>	<i>Cod2: 2 1/2" x 1 1/4" x 210 mm</i>
Mangueras hidráulicas:	<i>Tipo1: R12 1/4"</i>	<i>Longitud: 51.6 m</i>
	<i>Tipo2: R12 1/2"</i>	<i>Longitud: 6.6 m</i>
Válvulas:	<i>Cod1: LIM. Reg. XV-9685.</i>	<i>Cod2: Oleo hidráulica</i>
Adaptadores:	<i>Cod1: Recto Macho 7/8" UNF X 1/2" UNF JIC.</i>	<i>Cod2: Recto Macho 7/8" UNF X 3/4" UNF JIC.</i>

Sistema de Pulverizado		
Tanque:	<i>Floglia 2000</i>	<i>Capacidad: 2000 l</i>
Mangueras:	<i>Tipo: PE-175 SAM SAN alta presión</i>	<i>Longitud: 20.7 m</i>
Unidad de mando:	<i>Modelo: Mod. Vikking 4RD</i>	<i>Cantidad: 1unid</i>

Sistema de Ventilación		
Turbina Centrifuga:	<i>FIENI D520</i>	<i>Capacidad: 4000 RPM</i>
Mangueras y tubos:	<i>T.M: Transparente 4"</i>	<i>Longitud: 21.16 m</i>
	<i>T.T: PVC 4"</i>	<i>Longitud: 10.5 m</i>
Multiplicador:	<i>CF-VI FIENI D520</i>	<i>Capacidad: 540 RPM</i>
Difusores:		<i>Cantidad: 8 unid</i>
Cardan:	<i>Triangular 2 unid</i>	

Adicionales	
Polipasto:	<i>Tipo: Manual Select 200</i>
Asiento:	<i>Tipo: Universal c/ respaldo</i>

FICHA DE REGISTRO

Objetivo: Obtener las cargas puntuales en la estructura.

Dirigido: Nebulizadora Ciclón 2000.

Empresa	AGUALIMA S.A.C.
Ubicación de la empresa	km.512 carretera panamericana, Virú, La Libertad, Perú.
Autor	Rosales Lopez Elvis Josue

COMPONENTES:

Sistema Hidráulico		
Bomba hidráulica:	Jacto JP 300	Peso: 125 kg
Cilindros Hidráulicos:	Cod1: 2" x 1" x 420 mm	Peso: -----
	Cod2: 2 1/2" x 1 1/4" x 210mm	Peso: -----
Mangueras hidráulicas:	Tipo1: R12 1/4"	Peso: 0.59 kg/m
	Tipo2: R12 1/2"	Peso: 0.77 kg/m
Válvulas:	Cod1: LIM. Reg. XV-9685.	Peso: 15 kg
	Cod2: Oleo hidráulica	Peso: 10 kg
Adaptadores:	Cod1: Recto Macho 7/8" UNF X 1/2" UNF JIC.	Peso: Despreciable
	Cod2: Recto Macho 7/8" UNF X 3/4" UNF JIC.	Peso: Despreciable

Sistema de Pulverizado		
Tanque:	Floglia 2000	Peso: 2100 kg
Mangueras:	Tipo: PE-175 SAM SAN alta presión	Peso: 0.59 kg/m
Unidad de mando:	Modelo: Mod. Vikking 4RD	Peso: Despreciable

Sistema de Ventilación		
Turbina Centrifuga:	FIENI D520	Peso: 59 kg
Mangueras y tubos:	Diam. Manguera: Transparente 4"	Peso: Despreciable
	Diam. Tubo: Pavco RDE 26 PVC 4"	Peso: 2.376 Kg/m
Multiplicador:	CF-VI FIENI D520	Peso: -----
Difusores:	Difusor y soporte	Peso: 4 kg
Cardan	Triangular 2 unid	Peso: 25 kg

Adicionales		
Polipasto:	Tipo: Manual Select 200	Peso: 20 kg
Asiento:	Tipo: Universal c/ respaldo	Peso: 15 kg

ANEXO Nº 02:

Cuadro de operalización de variables.

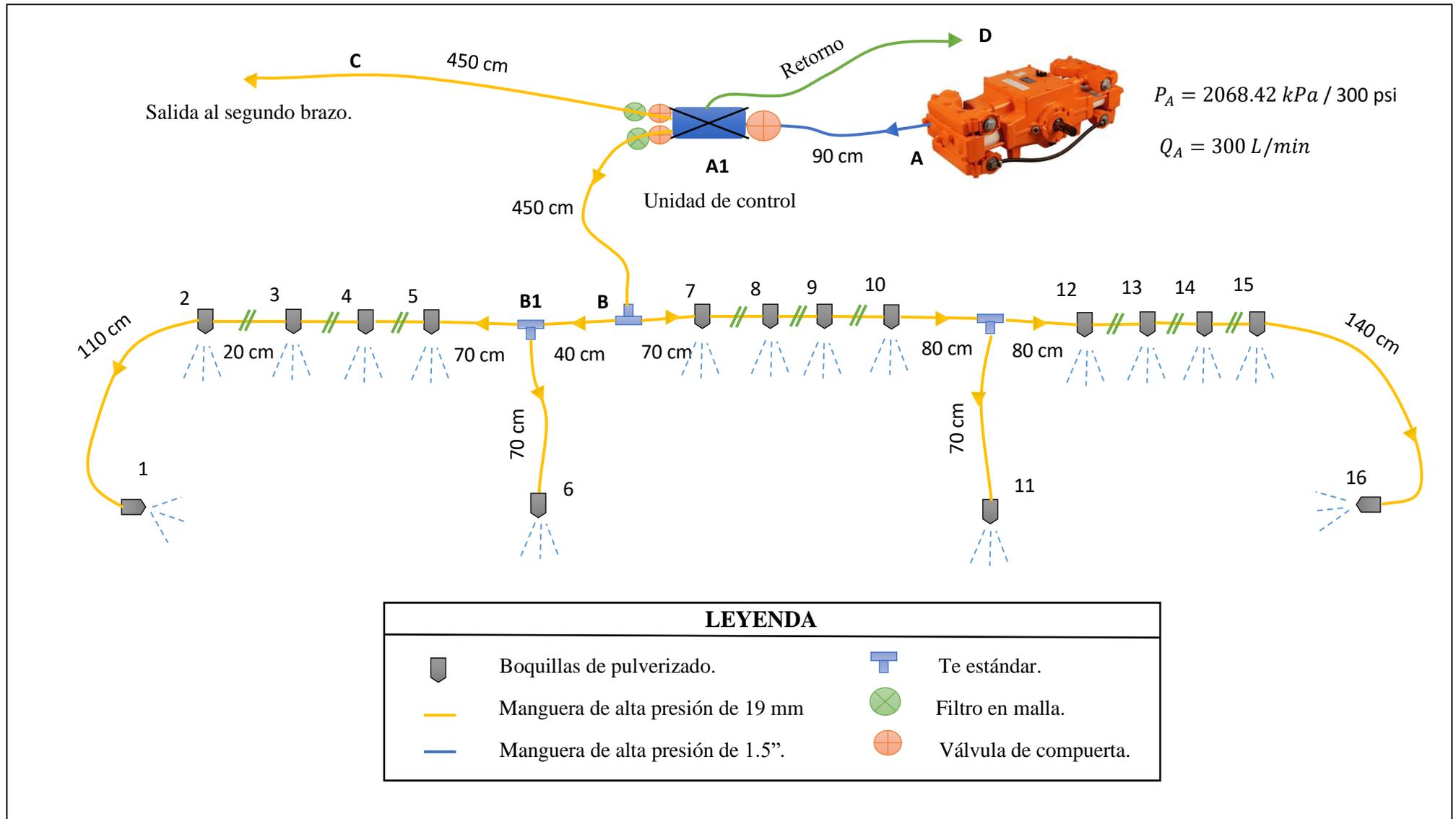
Fuente: Elaboración Propia.

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Variable Independiente:</p> <p>Diseño estructural</p>	<p>La estructura es considerada como el esqueleto de la máquina, en el cual van sujetos a él todos los componentes que tiene la máquina. Ferrando (2010)</p>	<p>Será rediseñado considerando las fallas por cargas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de Acero - Perfiles de Acero - Geometría de la estructura 	<ul style="list-style-type: none"> - Selección del tipo de acero indicado - Selección del perfil de acero adecuado - Distribución adecuada de cargas 	<ul style="list-style-type: none"> - Nominal
<p>Variable Dependiente:</p> <p>Resistencia Mecánica</p>	<p>Es la capacidad de una máquina bajo la acción de las cargas aplicadas a sus piezas, soportar sin romperse. Dobrovol (1980)</p>	<p>La resistencia mecánica dependerá del diseño estructural de la Máquina.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Resistencia Estática - Resistencia a la Fatiga 	<ul style="list-style-type: none"> - Factor de Seguridad - Desplazamiento Resultante - Tensión de Von Mises - Vida (Ciclos) 	<ul style="list-style-type: none"> - De razón

ANEXO N° 03:

Plano de distribución del sistema de pulverizado en cada brazo.

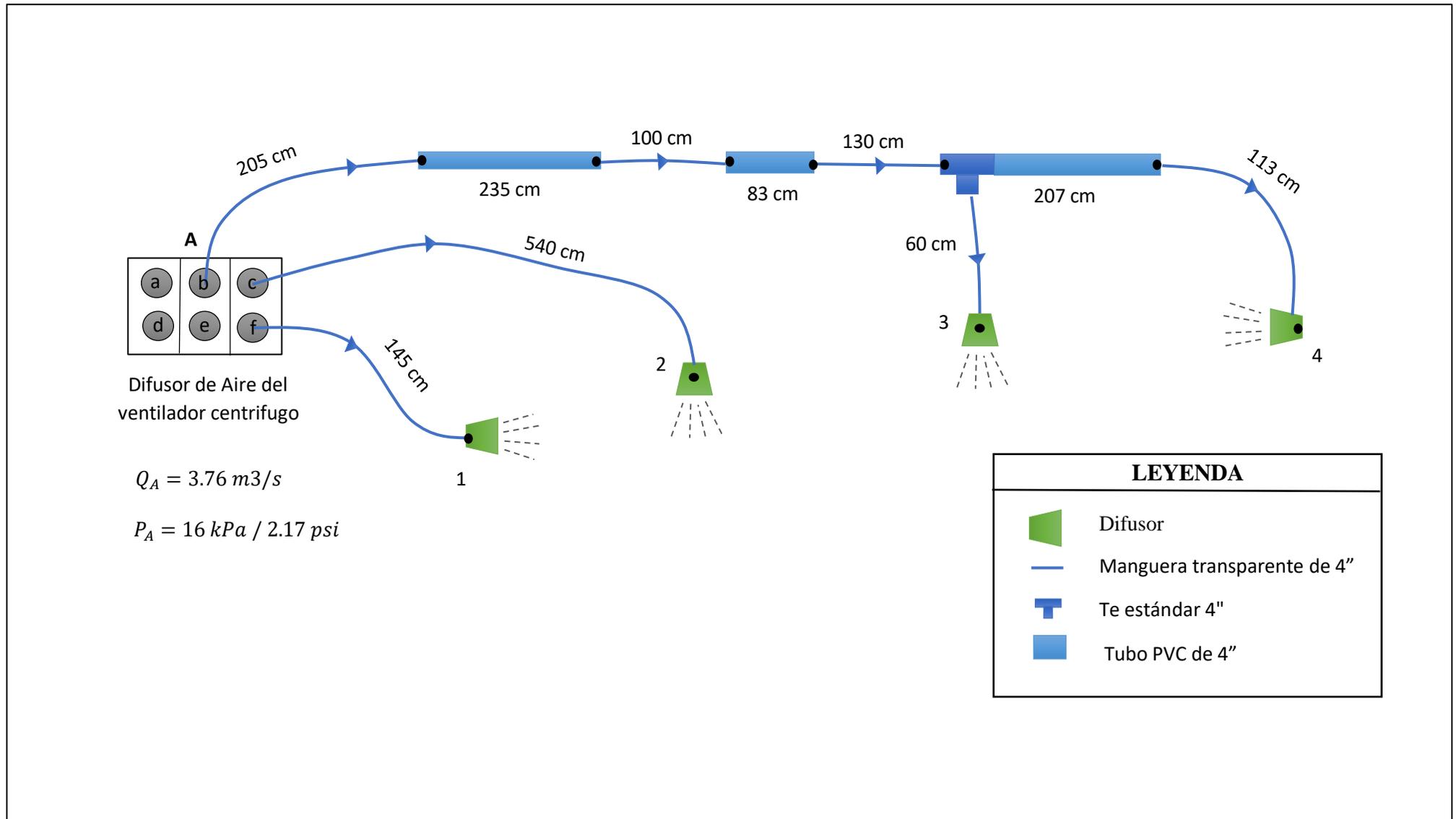
Fuente: Elaboración Propia.



ANEXO N° 04:

Plano de distribución del sistema de Ventilación en cada brazo.

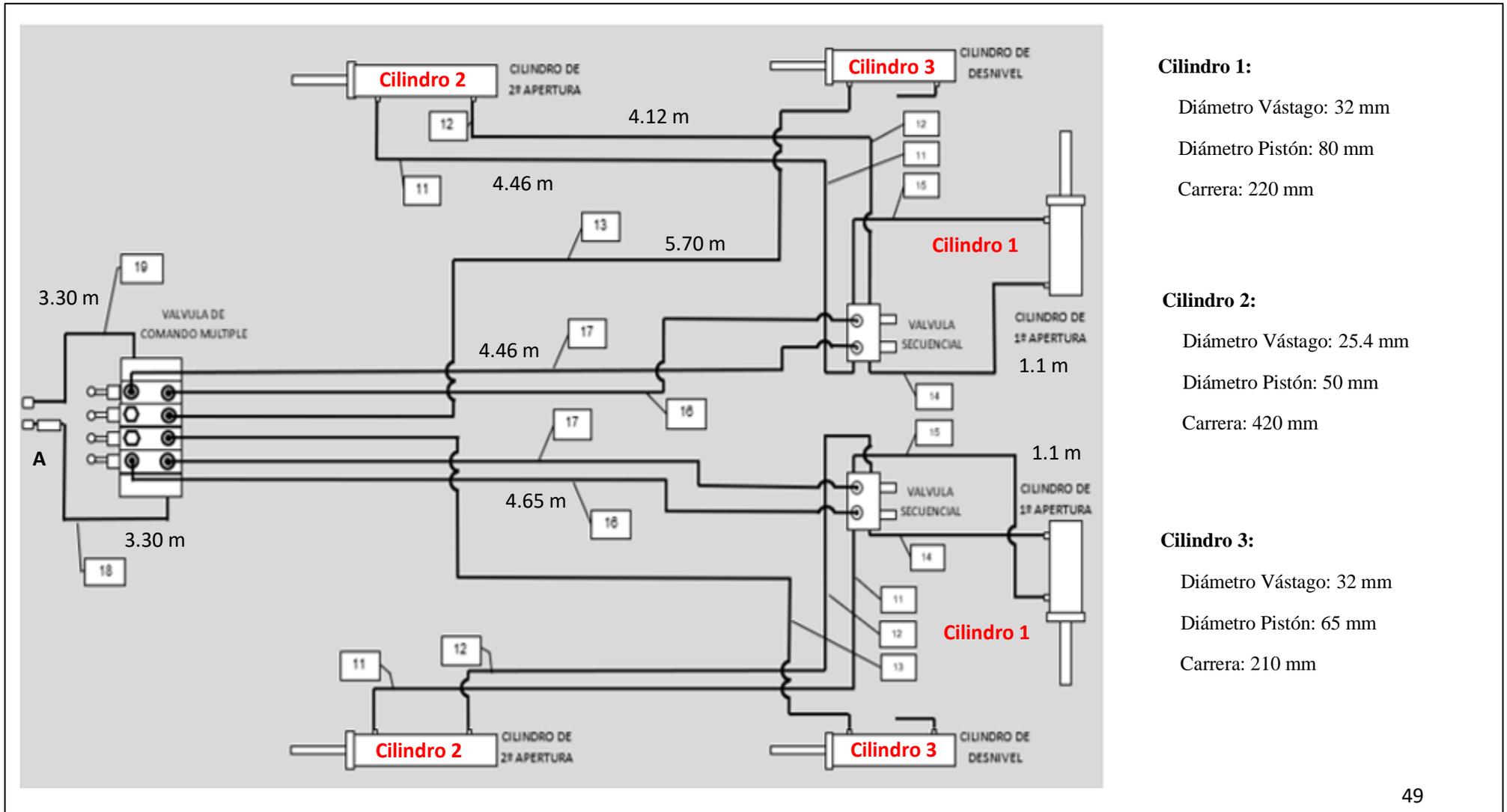
Fuente: Elaboración Propia.



ANEXO N° 05:

Plano de distribución del sistema Hidráulico.

Fuente: Agua Lima S.A.C.



Cilindro 1:

Diámetro Vástago: 32 mm

Diámetro Pistón: 80 mm

Carrera: 220 mm

Cilindro 2:

Diámetro Vástago: 25.4 mm

Diámetro Pistón: 50 mm

Carrera: 420 mm

Cilindro 3:

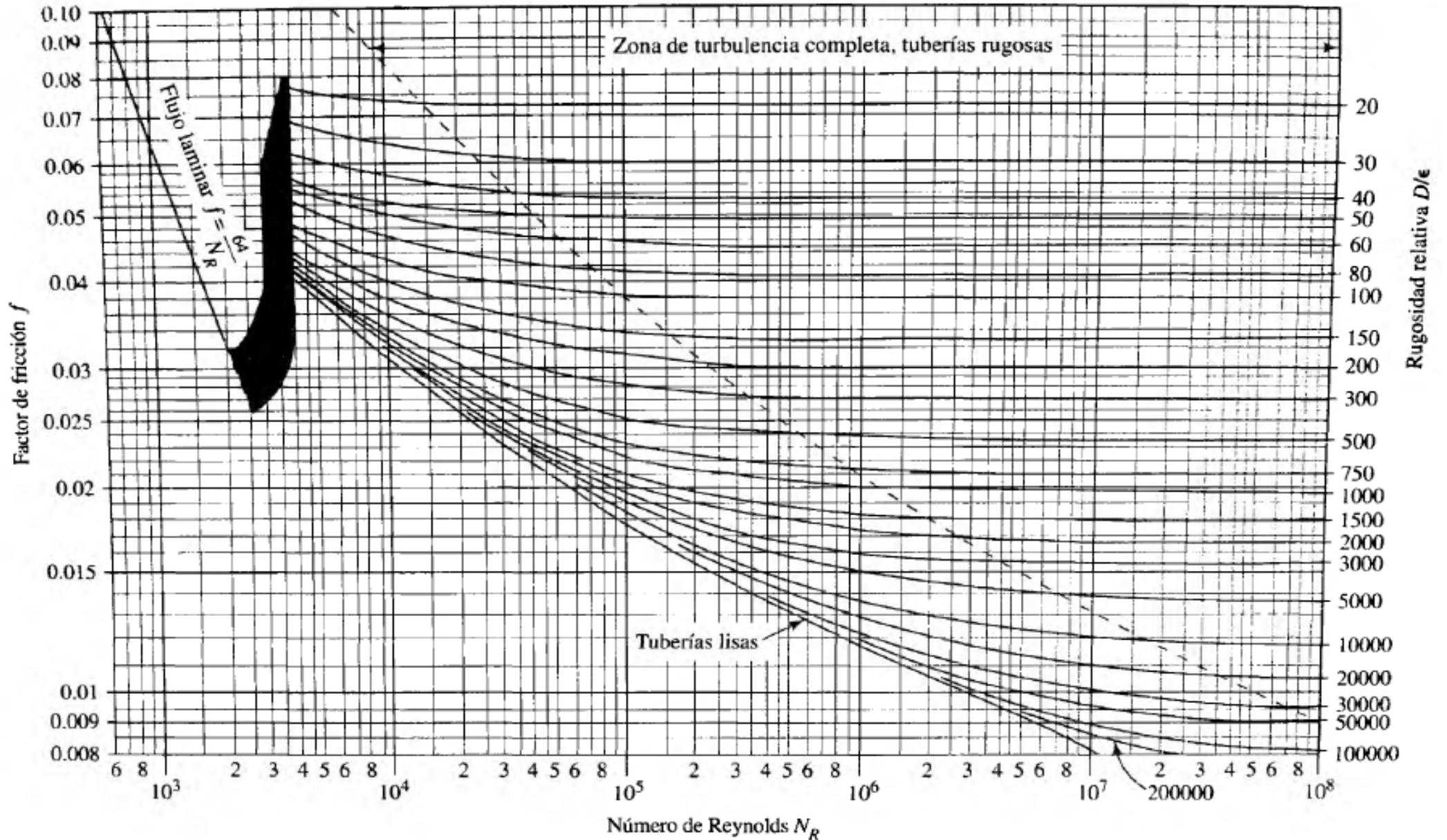
Diámetro Vástago: 32 mm

Diámetro Pistón: 65 mm

Carrera: 210 mm

ANEXO Nº 06:

Diagrama de Moody. Fuente: Mecánica de Fluidos, Robert Mott 6ta edición.



ANEXO N° 07:

Distribución en la Unidad de Control.



LEYENDA

-  Tubo Acero de 22.5 mm
-  Tubo Acero de 31 mm
-  Tubo Acero de 48 mm
-  Codo de Acero
-  Válvula Compuerta
-  Manómetro

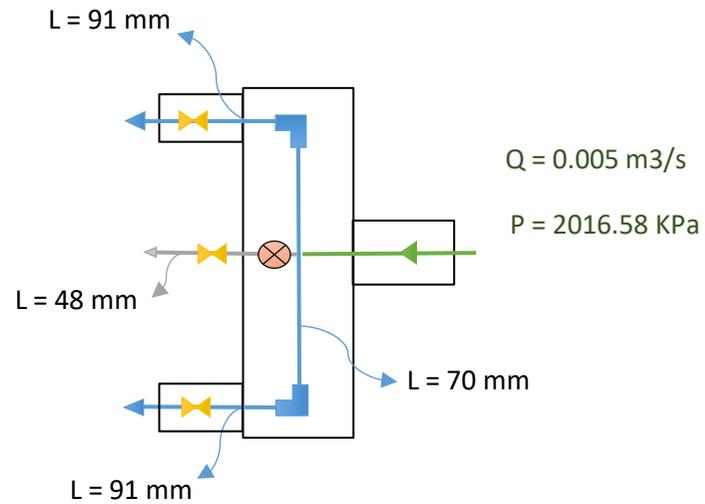
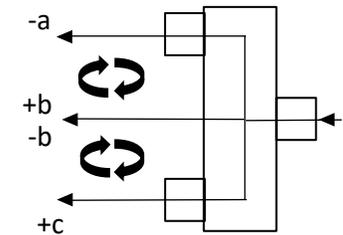


Diagrama para el análisis por el método de Hardy Cross



ANEXO Nº 08: Propiedades del Agua y el Aire.

Propiedades del Agua.

Temperatura (°C)	Peso específico γ (kN/m ³)	Densidad ρ (kg/m ³)	Viscosidad dinámica η (Pa·s)	Viscosidad cinemática ν (m ² /s)
0	9.81	1000	1.75×10^{-3}	1.75×10^{-6}
5	9.81	1000	1.52×10^{-3}	1.52×10^{-6}
10	9.81	1000	1.30×10^{-3}	1.30×10^{-6}
15	9.81	1000	1.15×10^{-3}	1.15×10^{-6}
20	9.79	998	1.02×10^{-3}	1.02×10^{-6}
25	9.78	997	8.91×10^{-4}	8.94×10^{-7}
30	9.77	996	8.00×10^{-4}	8.03×10^{-7}
35	9.75	994	7.18×10^{-4}	7.22×10^{-7}
40	9.73	992	6.51×10^{-4}	6.56×10^{-7}
45	9.71	990	5.94×10^{-4}	6.00×10^{-7}
50	9.69	988	5.41×10^{-4}	5.48×10^{-7}
55	9.67	986	4.98×10^{-4}	5.05×10^{-7}
60	9.65	984	4.60×10^{-4}	4.67×10^{-7}
65	9.62	981	4.31×10^{-4}	4.39×10^{-7}
70	9.59	978	4.02×10^{-4}	4.11×10^{-7}
75	9.56	975	3.73×10^{-4}	3.83×10^{-7}
80	9.53	971	3.50×10^{-4}	3.60×10^{-7}
85	9.50	968	3.30×10^{-4}	3.41×10^{-7}
90	9.47	965	3.11×10^{-4}	3.22×10^{-7}
95	9.44	962	2.92×10^{-4}	3.04×10^{-7}
100	9.40	958	2.82×10^{-4}	2.94×10^{-7}

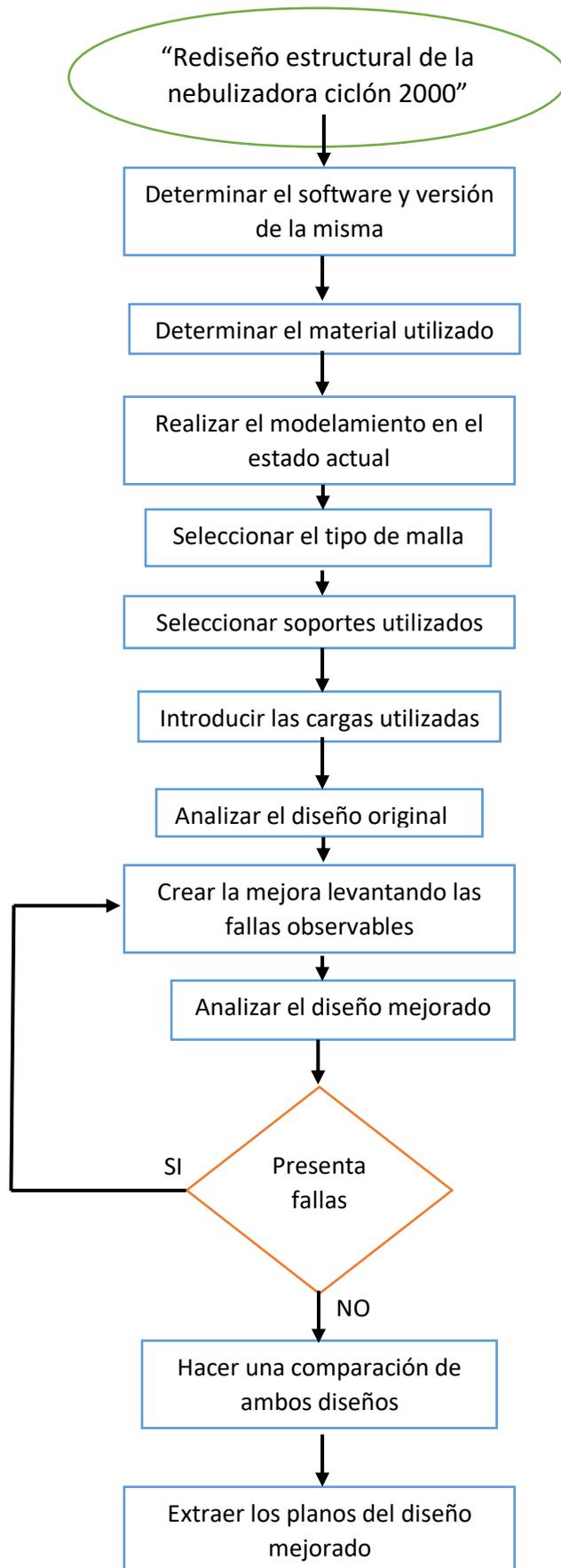
Propiedades del Aire.

Temperatura T (°C)	Densidad ρ (kg/m ³)	Peso específico γ (N/m ³)	Viscosidad dinámica η (Pa·s)	Viscosidad cinemática ν (m ² /s)
-40	1.514	14.85	1.51×10^{-5}	9.98×10^{-6}
-30	1.452	14.24	1.56×10^{-5}	1.08×10^{-5}
-20	1.394	13.67	1.62×10^{-5}	1.16×10^{-5}
-10	1.341	13.15	1.67×10^{-5}	1.24×10^{-5}
0	1.292	12.67	1.72×10^{-5}	1.33×10^{-5}
10	1.247	12.23	1.77×10^{-5}	1.42×10^{-5}
20	1.204	11.81	1.81×10^{-5}	1.51×10^{-5}
30	1.164	11.42	1.86×10^{-5}	1.60×10^{-5}
40	1.127	11.05	1.91×10^{-5}	1.69×10^{-5}
50	1.092	10.71	1.95×10^{-5}	1.79×10^{-5}
60	1.060	10.39	1.99×10^{-5}	1.89×10^{-5}
70	1.029	10.09	2.04×10^{-5}	1.99×10^{-5}
80	0.9995	9.802	2.09×10^{-5}	2.09×10^{-5}
90	0.9720	9.532	2.13×10^{-5}	2.19×10^{-5}
100	0.9459	9.277	2.17×10^{-5}	2.30×10^{-5}
110	0.9213	9.034	2.22×10^{-5}	2.40×10^{-5}
120	0.8978	8.805	2.26×10^{-5}	2.51×10^{-5}

Nota: Las propiedades del aire en condiciones estándar a nivel del mar son las siguientes:

Temperatura	15 °C
Presión	101.325 kPa
Densidad	1.225 kg/m ³
Peso específico	12.01 N/m ³
Viscosidad dinámica	1.789×10^{-5} Pa·s
Viscosidad cinemática	1.46×10^{-5} m ² /s

ANEXO Nº 09: Diseño Metodológico.



ANEXO Nº 10: Propiedades físico-químico del Acero estructural ASTM A36.

El material que se ha empleado en la fabricación es el Acero estructural ASTM A36, las cuales presenta las siguientes propiedades físico mecánicas.

Tabla 12:

Propiedades físico-Mecánica del Acero ASTM A36.

PROPIEDAD	VALOR	UNIDADES
Densidad	7850	Kg/m ³
Resistencia a la Tensión	32-36 (400–550)	Ksi (MPa)
Límite de Fluencia	58-80 (250–280)	Ksi (MPa)
Módulo de elasticidad	29 000	Ksi
% de elongación mínimo	20	%
Punto de Fusión	1538	°C

Fuente: Mangonon, L. "Ciencia de materiales, Selección y Diseño".

Tabla 13:

Composición química del acero ASTM A36.

Elemento	C	Cu	Fe	Mn	P	S
%	0.25	0.02	99	0.8-1.2	Max 0.04	Max 0.05

Fuente: Mangonon, L. "Ciencia de materiales, Selección y Diseño".

ANEXO Nº 11: Definición del tipo de Malla.

- Como en todos los programas de elementos finitos requieren subdividir los modelos geométricos en elementos, este proceso se le denomina mallado, el cual para esta investigación se determinó usar una malla de tipo sólido, ya que en nuestro modelo contamos con espesores grandes y gruesos.
- Para determinar la densidad de la malla que se usó, hacemos referencia al estudio realizado en “Análisis de fatiga mediante el método de los elementos finitos”, en donde para determinar la densidad de malla a usar, realizaron 6 pruebas con distintas densidades de mallas, cuyos resultados fueron:

Tabla 14

Resultados de tensión máxima y desplazamiento según el tipo de malla.

Malla	$\sigma_{max}(Mpa)$	Desplazamiento max. (mm)	Error tensión (%)	Error de desplazamiento (%)
Gruesa (Trans. Auto. Desactivada)	1.019E+03	2.465	15.70	2.39
Gruesa (Trans. Auto. Activada)	1.048E+03	2.504	12.50	0.80
Predeterminada (Trans. Auto. Desactivada)	1.035E+03	2.500	13.91	0.96
Predeterminada (Trans. Auto. Activada)	1.131E+03	2.518	4.24	0.24
Fina (Trans. Auto. Desactivada)	1.164E+03	2.522	1.29	0.08
Fina (Trans. Auto. Activada)	1.179E+03	2.524	0.00	0.00

Fuente: Jaramillo, D, (2016), “Análisis de fatiga mediante el método de los elementos finitos”, Disponible:<https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/24406/TFG%20David%20Jaramillo%20Martinez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Por lo tanto, se decidió seleccionar la malla de densidad predeterminada con transición automática, ya que realiza un análisis rápido con un margen de error ligeramente superior a las de densidades finas, pero con un tiempo y esfuerzo de cálculo del programa inferior.

ANEXO Nº 12: *Calculo de cargas por masa.*

- Para ejecutar el análisis se ha tomado considerado las cargas más importantes que actúan en la estructura.

El Peso se puede calcular como el resultado de la masa por la aceleración de la gravedad, la cual su unidad SI es el Newton.

$$W = m \times g \quad \dots [1]$$

Donde:

W = Peso [N].

m = Masa [Kg].

g = Aceleración de la gravedad [m/s²].

Para el cálculo se tomará el valor de la aceleración de la gravedad igual a 9.81 m/s².

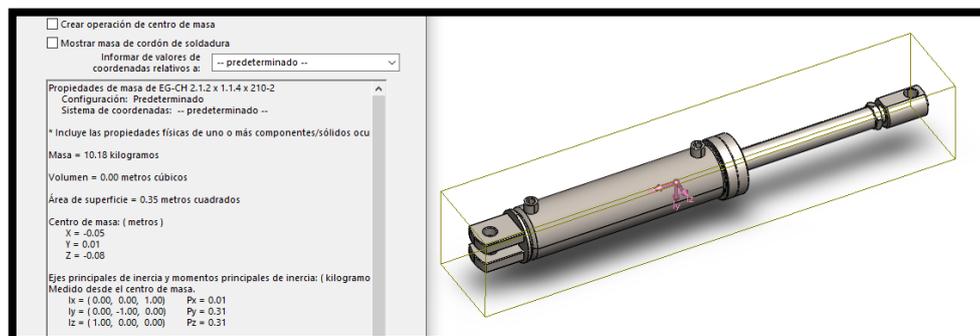
Carga por el sistema Hidráulico:

Donde incluye la bomba hidráulica, cilindros hidráulicos y válvulas.

Para el caso de los cilindros hidráulicos al no tener datos sobre su masa, se determinó modelarlo y mediante la herramienta calcular determinar su masa.

Figura 04:

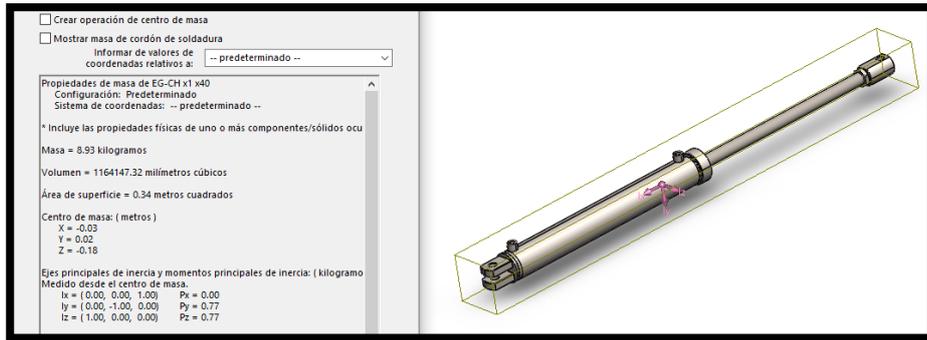
Propiedades físicas del Cilindro 1.



Fuente: Herramienta Calcular SolidWorks 2020.

Figura 05:

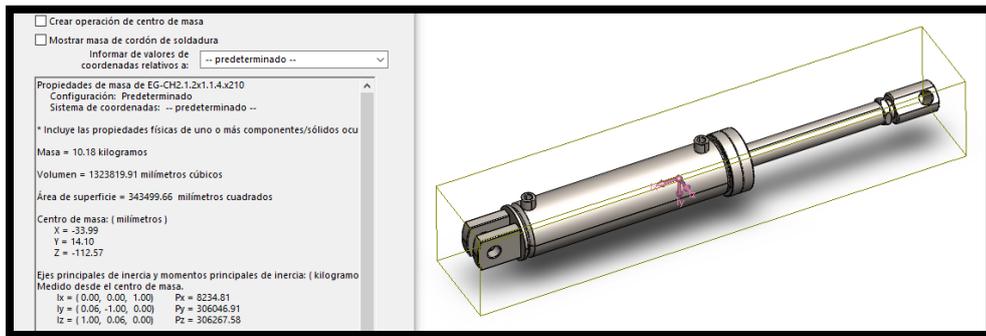
Propiedades físicas del Cilindro 2.



Fuente: Herramienta Calcular SolidWorks 2020.

Figura 06:

Propiedades físicas del Cilindro 3.



Fuente: Herramienta Calcular SolidWorks 2020.

Tabla 15:

Cargas ocasionadas por el sistema hidráulico.

Elemento	Cantidad	Unidad
Bomba hidráulica	1226.25	N
Mangueras hidráulicas	348.51	N
Válvulas	245.25	N
Cilindros hidráulicos	287.32	N

Fuente: Elaboración propia.

Carga por el sistema de Pulverizado, donde solamente se incluye al tanque de almacenamiento.

Tabla 16:

Cargas ocasionadas por el sistema de Pulverizado.

Elemento	Cantidad	Unidad
Tanque	20601	N
Mangueras	119.80	N

Fuente: Elaboración propia.

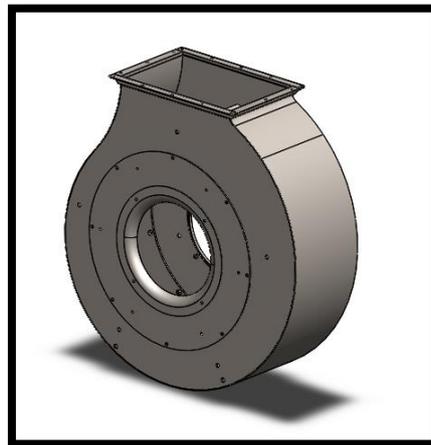
Carga por el sistema de Aire

Donde incluye al ventilador centrifugo con su multiplicador de aire y su carcasa, tubos de PVC, difusores y el cardan.

Para el caso se la carcasa del ventilador centrifugo se optó por modelarlo en SolidWorks y mediante el uso de la herramienta Calcular se determinó su masa.

Figura 07:

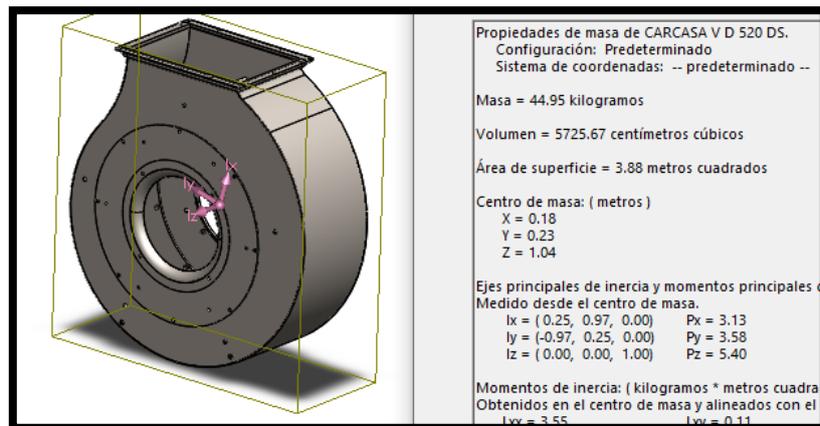
Vista isométrica de la carcasa del ventilador centrifugo FIENI D250.



Fuente: Elaborado en SolidWorks 2020.

Figura 08:

Propiedades de masa de la carcasa del ventilador centrifugo FIENI D250.

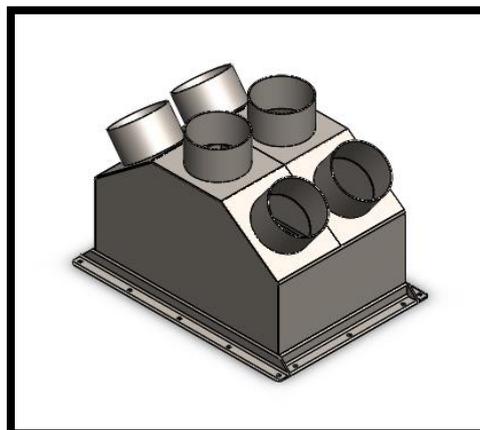


Fuente: Herramienta Calcular de SolidWorks 2020.

De la misma manera de terminamos el peso de la tapa de la carcasa.

Figura 09:

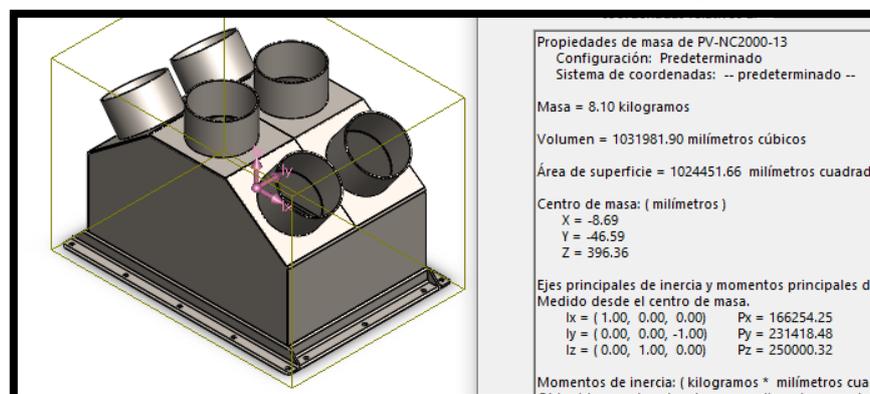
Vista isométrica de la tapa del ventilador centrifugo FIENI D250.



Fuente: Elaborado en SolidWorks 2020.

Figura 10:

Propiedades de masa de la tapa del ventilador centrifugo FIENI D250.



Fuente: Herramienta Calcular de SolidWorks 2020.

Tabla 17:

Cargas ocasionadas por el sistema de Ventilación.

Elemento	Cantidad	Unidad
Ventilador centrífugo, multiplicador de velocidad y carcasa/tapa	1099.70	N
Tubos PVC	244.74	N
Difusores	313.92	N
Cardan	245.25	N

Fuente: Elaboración propia.

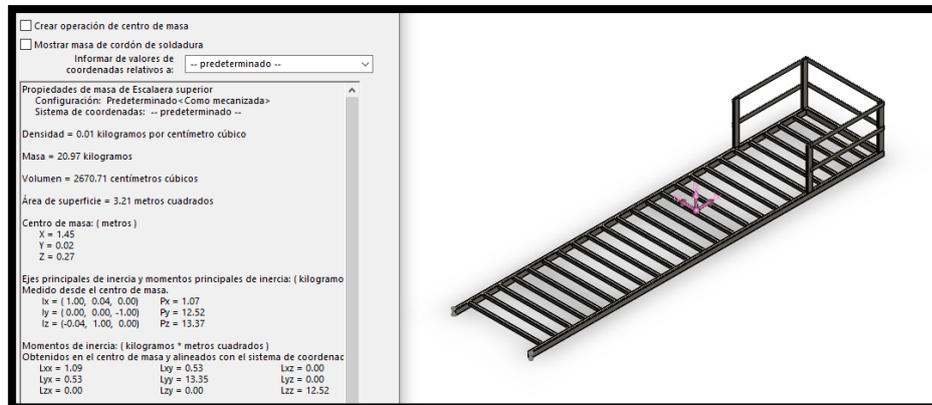
Cargas Adicionales

Donde incluye al polipasto, asiento y peso promedio del operador.

Para la masa promedio del operador se considerará 80 kg.

Figura 11:

Propiedades físicas de la parrilla.



Fuente: Herramienta Calcular de SolidWorks 2020.

Tabla 18:

Cargas adicionales.

Elemento	Cantidad	Unidad
Polipasto	196.20	N
Asiento	147.15	N
Parrilla	205.71	N
Operador	784.80	N

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 13: *Calculo de cargas por el Fluido.*

- Donde determinamos las cargas por presiones que cada sistema ejerce en la estructura, mediante análisis fluidodinámicos:

En donde, tenemos expresado la fórmula de la presión:

$$P = \frac{F}{S} \quad \dots [2]$$

Donde:

P = Presión [N/m²].

F = Fuerza [N].

S = Superficie [m²].

- En donde para determinar la fuerza que ejerce la presión en los distintos puntos de la estructura se calculara mediante la ecuación general de la energía.

$$\frac{P_1}{\gamma} + Z_1 + \frac{v_1^2}{2g} + h_A - h_R = \frac{P_2}{\gamma} + Z_2 + \frac{v_2^2}{2g} + h_L \quad \dots [3]$$

Donde:

Z₁ y **Z₂** = Cargas o energías de posición.

$\frac{P_1}{\gamma}$ y $\frac{P_2}{\gamma}$ = Cargas o energías de presión.

$\frac{v_1^2}{2g}$ y $\frac{v_2^2}{2g}$ = Cargas o energías de velocidad.

h_A = Energía agregada por un dispositivo mecánico.

h_R = Energía entregada un motor de fluido.

h_L = Energía perdida por unidad de masa.

Cargas por el sistema de Pulverizado

Inicialmente para determinar estas cargas, nos guiamos por el esquema de distribución del sistema, ver *Anexo 03*; la cual requerimos determinar la fuerza de reacción en los puntos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 del esquema.

Determinando la densidad del fluido (ρ), considerando que es una mezcla de agua y producto fitosanitario.

La densidad del agua, teniendo como temperatura ambiente 20° C equivale a 998.29 kg/m³.

La densidad del Gusathion M 35% WP (Producto fitosanitario), equivale a 1.5 gr/cm³; y por recomendación del fabricante del Gusathion, ver *Anexo 16.1*, para cultivos de arándanos se recomienda aplicar 220g/100L de agua; la cual para 2000L de agua se requiere aplicar 4.4kg de Gusathion.

Calculando la densidad de la mezcla:

Agua

$$\rho = 998.29 \text{ kg/m}^3$$

$$m = 1996.58 \text{ kg}$$

$$v = 2 \text{ m}^3$$

Gusathion

$$\rho = 1500 \text{ kg/m}^3$$

$$m = 4.4 \text{ kg}$$

$$v = 0.00293 \text{ m}^3$$

$$\rho_{mezcla} = \frac{m_1 + m_2}{v_1 + v_2} \quad \dots [4]$$

$$\rho_{mezcla} = \frac{1996.58 \text{ kg} + 4.4 \text{ kg}}{2 \text{ m}^3 + 0.00293 \text{ m}^3} = 999.02 \text{ kg/m}^3$$

Simplificando la ecuación general de la energía [3], la ecuación nos resulta:

Cuando:

$$v_1 = v_2 ; \quad Z_1 = Z_2$$

$$h_A = \emptyset ; \quad h_R = \emptyset$$

$$\frac{P_1}{\gamma} = \frac{P_2}{\gamma} + h_L$$

$$P_1 - P_2 = \gamma (h_L) \quad \dots [5]$$

Peso específico (γ):

$$\gamma = \rho \times g \quad \dots [6]$$

$$\gamma = 999.02 \frac{kg}{m^3} \times 9.81 \frac{m}{s^2} = 9.8 \frac{kN}{m^3}$$

Perdidas por fricción (h_L), se empleó la ecuación de Darcy, expresada de la siguiente manera:

$$h_L = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad \dots [7]$$

Donde:

h_L = Pérdida de energía debido a la fricción [m].

L = Longitud de tubería con diámetro cte. [m].

v = Velocidad promedio del flujo [m/s].

f = Coeficiente de fricción [adimensional].

D = Diámetro interior de la tubería [m].

Numero de Reynolds:

$$N_R = \frac{vD\rho}{\mu} = \frac{vD}{\nu} \quad \dots [8]$$

Coeficiente de fricción (f):

Se determinó tomando el número de Reynolds y la rugosidad relativa, en donde:

Rugosidad Relativa: $\frac{D}{\epsilon}$

Figura 12:

Coefficiente de Rugosidad para algunos 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}

Fuente: Mecánica de Fluidos, Robert Mott 6ta edición.

Para encontrar el coeficiente de fricción lo buscamos en el diagrama de Moody, ver **Anexo 06**.

Perdidas menores, esta expresada en:

$$h_L = K x \left(\frac{v^2}{2g} \right) \quad \dots [9]$$

Donde:

h_L = Perdidas menores [m].

K = Coeficiente de resistencia.

v = velocidad del fluido [m/s].

g = Aceleración de la gravedad [m/s²].

Velocidad del Fluido (v), esta expresada en:

$$v = \frac{Q}{A} \quad \dots [10]$$

Donde:

v = Velocidad del fluido [m/s].

Q = Caudal [m³/s].

A = Área de paso del fluido [m²].

Se utilizó una manguera de alta presión SAMSAN de 1.5 in de diámetro interno.

Reemplazando en la ecuación [10]: velocidad en el punto de partida.

$Q = 300 \text{ L/min}$.

$$v = \frac{300 \text{ L/min}}{\left(\frac{\tau \times (0.019)^2}{4}\right) \text{ m}^2}$$

$$v = \frac{0.005 \text{ m}^3/\text{s}}{\left(\frac{\tau \times (0.019)^2}{4}\right) \text{ m}^2}$$

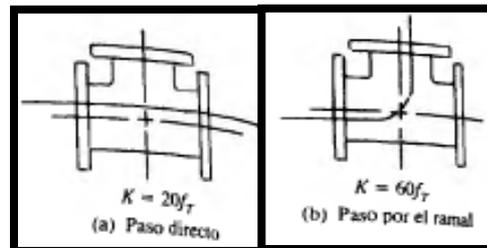
$$v = 4.38 \text{ m/s}$$

Coeficiente de resistencia (K):

En los tramos anteriormente mencionados (A-5, A-6, 10-11 y 10-12) solo interviene un tipo de accesorio la cual es una Tes estándar, tanto de paso directo como de paso ramal *Figura 14*.

Figura 13:

Tes estándar de paso directo y ramal.



Fuente: Mecánica de Fluidos, Roberth Mott 6ta edición.

La cual, el coeficiente de resistencia (K), se expresa de la siguiente manera:

Para tes de paso directo:

$$K = 20 \times f_r$$

Para tes de paso ramal:

$$K = 60 \times f_r$$

Factor de fricción (f_r), para tuberías de 19mm o 3/4in según la *Figura 15*, tenemos el valor de 0.025.

Figura 14:

Factor de fricción según el tamaño nominal.

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

Fuente: Mecánica de Fluidos, Roberth Mott 6ta edición.

Para las pérdidas en las boquillas tenemos, tenemos un coeficiente de resistencia (K), de 2.75, según la *Figura 16*, de la misma manera tomamos el dato K de la válvula de compuerta abierta de 5,00.

Figura 15:

Coefficiente de resistencia de accesorios.

Codo corto de 90°	0.90
Codo corto de 45°	0.40
Codo largo de 90°	0.40
Codo largo de 45°	0.20
Codo largo de 22° 30'	0.10
Tee con flujo en línea recta	0.10
Tee con flujo en ángulo	1.50
Tee con salida bilateral	1.80
Válvula de compuerta abierta	5.00
Válvula de ángulo abierta	5.00
Válvula de globo abierta	10.0
Válvula alfalfera	2.00
Válvula de retención	2.50
Boquillas	2.75
Controlador de gasto	2.50
Medidor Venturi	2.50
Confluencia	0.40
Bifurcación	0.10
Pequeña derivación	0.03
Válvula de mariposa abierta	0.24

Fuente: CONAGUA, Manual para la elaboración y revisión de proyectos ejecutivos de sistemas de riego parcelario.

Para el filtro de malla se determinó la pérdida de presión mediante su diagrama de pérdidas de energía ver *Anexo 16.10*, nos determina un valor de 0.16 kg/cm² que equivale a 15.69 kPa.

Una vez determinado los tipos de pérdidas existentes se procedió a realizar el análisis mediante, sistema de tuberías en serio o en paralelo como el diagrama de distribución del *Anexo 03* lo amerite.

Sistemas de tuberías en serie

la cuales está representadas a lo largo del gráfico, caracterizando por una sumatoria de todas las pérdidas presentes a lo largo del tramo.

Para el caso del tramo A-A1:

$$h_L = h_1 + h_2 + h_3 \quad \dots [11]$$

Donde:

h_L = Pérdida de energía en el sistema

h_1 = Pérdida por fricción

h_2 = Pérdidas por válvula de compuerta

h_3 = Pérdidas por filtro de línea

De la misma manera, luego de determinar las pérdidas en los puntos mencionados, se procede a reemplazar en la ecuación [5], y se determina la presión en el punto A1. De la misma manera se realizó el cálculo, en las secciones: 5-1, 7-10 y 12-16 del *Anexo 03*.

Sistemas de tuberías en paralelo

En este sistema se tiene que dividir el caudal del fluido en diferentes direcciones:

Para el caso A1-B-C:

$$Q_A = Q_B + Q_C + Q_C \quad \dots [12]$$

Donde:

Q_A = Caudal total de entrada.

Q_B = Caudal que pasa al punto B.

Q_C = Caudal que pasa al punto C.

Como sabemos que $Q = A \times V$, entonces necesitamos determinar la velocidad en ambos puntos para así determinar el caudal que transcurre por el mismo.

De la misma manera se realizó el cálculo para las secciones: 10-11-12, B-B1-7 y 5-B1-6 del *Anexo 03*.

Cálculo de presiones en el sistema de pulverizado:

Los cálculos siguientes se realizó mediante el apoyo de Microsoft Excel.

Para el tramo A-A1:

se tiene un sistema en serie cuyos resultados son:

Tabla 19:

Resultados del análisis fluido dinámico en el tramo A-A1.

Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Diametro (m)	Viscosidad Cinematica	Numero de Reynols	f	Longitud (m)	Rugosidad ϵ	D/ϵ	K	HL (m)	Presión (kPa)
A	999.02	0.005	4.38	0.0381	1.00E-06	1.67E+05	0.029	0.9	4.60E-05	8.28E+02	5	5.56	2068.42
A1													2013.94

Fuente: Elaboración propia.

Para el Punto A1, se realizó un análisis interno de la unidad de control, que consiste en un sistema en paralelo de 3 canales, la cuales analizaremos por el método de Hardy Cross. Ver la distribución de la unidad de control *Anexo 07*.

Tabla 20:

Resultados del análisis en la unidad de control por el método de Hardy Cross.

Iteración	Circuito	Tubo	Q	Nr	f	k	h = kQ ²	2kQ	ΔQ
1	1	a	-1.91E-03	5.41E+04	0.024	1.27E+04	-0.046343	4.85E+01	2.04E-04
		b	1.16E-03	4.93E+04	0.036	6.44E+04	0.0867007	1.49E+02	
	Suma de h y 2kQ=						0.0403572	1.98E+02	
	2	b	-1.16E-03	4.93E+04	0.036	6.44E+04	-8.67E-02	1.49E+02	
c		1.91E-03	5.41E+04	0.024	1.27E+04	0.0463435	4.85E+01		
2	1	a	-2.11E-03	5.98E+04	0.024	1.27E+04	-0.056762	5.37E+01	-1.35E-04
		b	7.52E-04	3.20E+04	0.036	6.44E+04	0.0364732	9.70E+01	
	Suma de h y 2kQ=						-0.020288	1.51E+02	
	2	b	-7.52E-04	3.20E+04	0.036	6.44E+04	-3.65E-02	9.70E+01	
c		2.11E-03	5.98E+04	0.024	1.27E+04	0.0567616	5.37E+01		
3	1	a	-1.98E-03	5.60E+04	0.024	1.27E+04	-0.04976	5.03E+01	9.62E-05
		b	1.02E-03	4.34E+04	0.036	6.44E+04	0.0672595	1.32E+02	
	Suma de h y 2kQ=						0.0174996	1.82E+02	
	2	b	-1.02E-03	4.34E+04	0.036	6.44E+04	-6.73E-02	1.32E+02	
c		1.98E-03	5.60E+04	0.024	1.27E+04	0.0497599	5.03E+01		
4	1	a	-2.08E-03	5.87E+04	0.024	1.27E+04	-0.054714	5.27E+01	-6.51E-05
		b	8.29E-04	3.52E+04	0.036	6.44E+04	0.0443171	1.07E+02	
	Suma de h y 2kQ=						-0.010397	1.60E+02	
	2	b	-8.29E-04	3.52E+04	0.036	6.44E+04	-4.43E-02	1.07E+02	
c		2.08E-03	5.87E+04	0.024	1.27E+04	0.0547137	5.27E+01		
5	1	a	-2.01E-03	5.69E+04	0.048	1.27E+04	-0.051342	5.11E+01	4.58E-05
		b	9.60E-04	4.08E+04	0.06	6.44E+04	0.0593413	1.24E+02	
	Suma de h y 2kQ=						0.0079996	1.75E+02	
	2	b	-9.60E-04	4.08E+04	0.012	6.44E+04	-5.93E-02	1.24E+02	
c		2.01E-03	5.69E+04	0	1.27E+04	0.0513417	5.11E+01		
Suma de h y 2kQ=						-0.008	1.75E+02	-4.58E-05	

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera de determino los caudales que parten de la unidad de control, usando el método de Hardy Cross en la quinta iteración.

$$Q_B = 2.016 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_C = 2.016 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_D = 0.960 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

En donde se cumple la condición:

$$Q_A = Q_B + Q_C + Q_D$$

$$Q_A = 2.016 * 10^{-3} + 2.016 * 10^{-3} + 0.960 * 10^{-3}$$

$$Q_A = 5.00 * 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$

Ahora se determinó la presión a la que va el fluido por el punto B que es igual al punto C:

Tabla 21:*Resultados del análisis en la unidad de control.*

Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Diametro (m)	Viscosidad Cinematica	Numero de Reynolds	f	Longitud (m)	Rugosidad €	D/€	K	HL (m)	Presión (kPa)
A1			1.27	0.045		5.70E+04	0.038	0.07				0.47	2013.94
A1.1	999.02	0.002016			1.00E-06				4.60E-05	9.78E+02	5.63		2009.38
A1.2			5.07	0.0225		1.14E+05	0.032	0.091		4.89E+02	0	0.17	2007.71

Fuente: Elaboración propia.

Donde nos resulta una presión de:

$$P_B = P_C = 2007.71 \text{ kPa.}$$

Para el tramo A1-B:

Tiene un sistema en serie:

Tabla 22:*Resultado del análisis fluido dinámico en el tramo A1-B.*

Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Diametro (m)	Viscosidad Cinematica	Numero de Reynolds	f	Longitud (m)	Rugosidad €	D/€	K	HL (m)	Presión (kPa)
A1			7.11	0.019		1.35E+05	0.0256	4.5				28.51	2068.42
B	999.02	0.002016			1.00E-06				3.00E-07	6.33E+04	5		1773.34

Fuente: Elaboración propia.

Para el tramo B1-B-7:

Tiene un sistema en paralelo:

$$Q_B = A_{B1} * v_{B1} + A_7 * v_7 \quad \dots [13]$$

Donde las pérdidas de carga en las 2 ramas son iguales, porque las mismas dependen de la velocidad.

$$h_{B1} = h_7 \quad \dots [14]$$

Se calcula las perdidas en ambas ramas creando una relación entre ellos:

Para el punto B1:

$$h_{B1} = f \times \frac{L}{D} \times \frac{v_{B1}^2}{2g} + K \times \frac{v_{B1}^2}{2g}$$

Reemplazando los valores:

$$h_{B1} = 0.025 x \frac{0.4}{0.019} x \frac{v_{B1}^2}{2g} + 1.5 x \frac{v_{B1}^2}{2g}$$
$$h_{B1} = 2.02 x \frac{v_{B1}^2}{2g}$$

Para el punto 7:

$$h_7 = f x \frac{L}{D} x \frac{v_7^2}{2g} + K x \frac{v_7^2}{2g}$$

Reemplazando los valores:

$$h_7 = 0.025 x \frac{0.7}{0.019} x \frac{v_7^2}{2g} + 1.5 x \frac{v_7^2}{2g}$$
$$h_7 = 2.42 x \frac{v_7^2}{2g}$$

Igualando las perdidas tenemos [14]:

$$2.02 x \frac{v_{B1}^2}{2g} = 2.42 x \frac{v_7^2}{2g}$$
$$v_{B1} = 1.09 x v_7$$

Reemplazando en la ecuación [13]:

$$Q_B = A_{B1} * (1.09 x v_7) + A_7 * v_7$$
$$v_7 = \frac{Q_B}{1.09 x A_{B1} + A_7} = 3.40 \text{ m/s}$$
$$v_{B1} = 1.09 x 3.40 = 3.70 \text{ m/s}$$

Entonces tenemos:

$$Q_{B1} = 2.84 x 10^{-4} x 3.70 = 1.05 x 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$$
$$Q_7 = 2.84 x 10^{-4} x 3.40 = 9.70 x 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Luego de determinar el flujo en ambos lados se calcula la presión en ambos puntos:

Tabla 23:*Resultado del análisis fluido dinámico en el tramo B1-B-7.*

Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Diametro (m)	Viscosidad Cinematica	Numero de Reynols	f	Longitud (m)	Rugosidad ϵ	D/ ϵ	K	HL (m)	Presión (kPa)
B		0.002016	7.11			1.35E+05	0.0256	4.5			5	28.51	1773.34
B1	999.02	0.00105	3.70	0.019	1.00E-06	7.03E+04	0.034	0.4	3.00E-07	6.33E+04	1.5	1.55	1758.19
7		0.00097	3.40			6.46E+04	0.036	0.7			1.5	1.67	1757.02

Fuente: Elaboración propia.

Para el tramo 5-B1-6:

Tiene un sistema en paralelo, el cual se calculó los caudales de la misma manera que en el tramo anterior (B1-B-7).

Nos resulta:

$$v_6 = 1.60 \text{ m/s}$$

$$v_5 = 2.08 \text{ m/s}$$

$$Q_6 = 4.54 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_5 = 5.91 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Luego de determinar el flujo en ambos lados se calcula la presión en ambos puntos:

Tabla 24:*Resultado del análisis fluido dinámico en el tramo 5-B1-6.*

Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Diametro (m)	Viscosidad Cinematica	Numero de Reynols	f	Longitud (m)	Rugosidad ϵ	D/ ϵ	K	HL (m)	Presión (kPa)
B1		0.00105	3.70			7.04E+04	0.034	0.4			1.5	1.55	1758.16
5	999.02	0.000591	2.08	0.019	1.00E-06	3.95E+04	0.0162	0.7	3.00E-07	6.33E+04	0.5	0.24	1755.79
6		0.000454	1.60			3.04E+04	0.021	0.7			1.5	0.30	1755.25

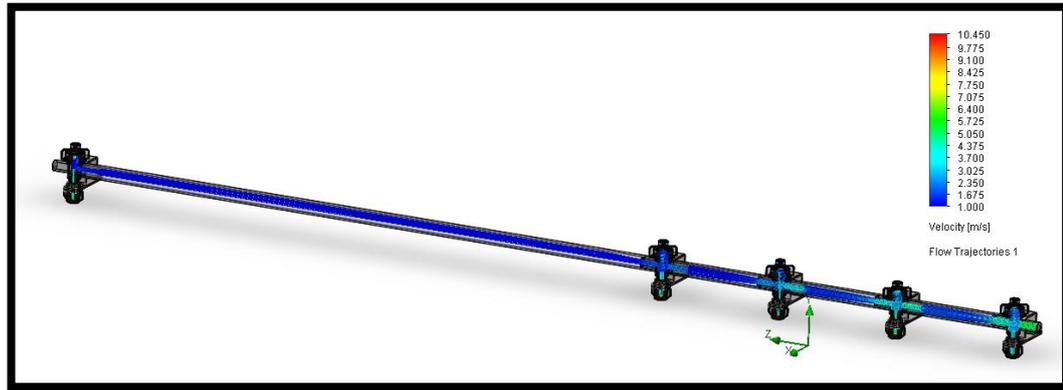
Fuente: Elaboración propia.

Para el tramo 5-1:

Para este tramo se realizó el análisis mediante el uso de la herramienta Flow Simulation de SolidWorks 2020, ya que cuenta con pérdidas de caudal en las boquillas y para agilizar el proceso se usó esta herramienta en mención:

Figura 16:

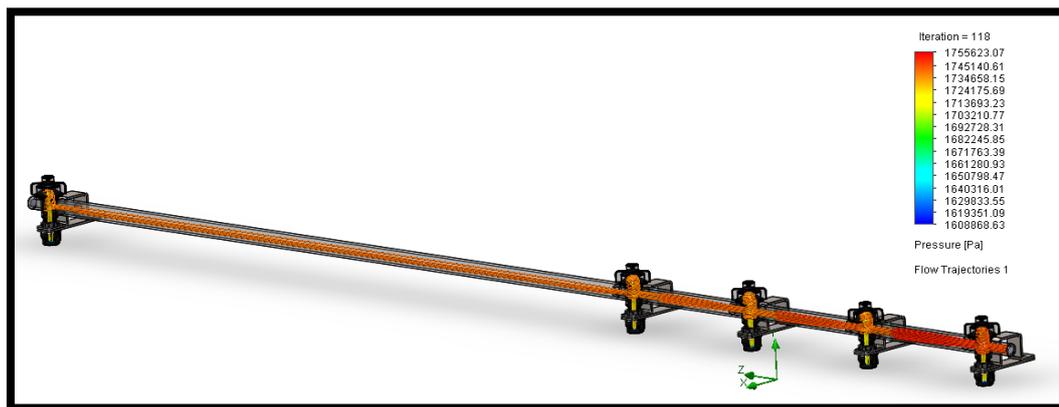
Velocidad-Análisis fluido dinámico en el tramo 5-1.



Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 17:

Presión-Análisis fluido dinámico en el tramo 5-1.



Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020.

Con los resultados extraídos del SolidWorks, tenemos:

Tabla 25:

Resultados del análisis fluido dinámico del tramo 5-1 en Flow Simulation.

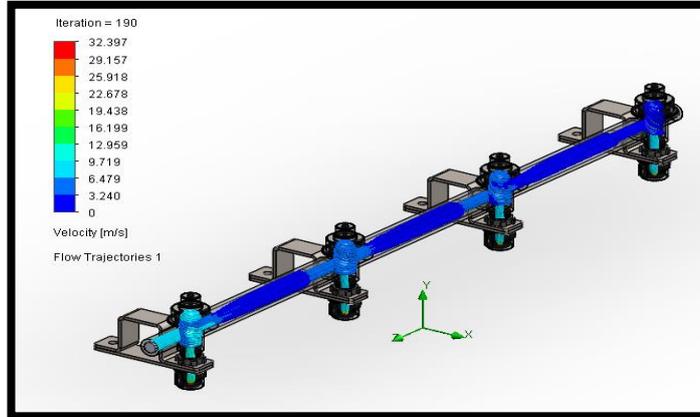
Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Flujo Masico (kg/s)	Presión (kPa)
5	999.02	0.0001112	59.18	0.1278	1755.79
4		0.0001281	59.47	0.1109	1749.45
3		0.0001119	59.45	0.1116	1743.12
2		0.0001118	58.94	0.1115	1736.78
1		0.000128	59.60	0.1277	1728.77

Para el tramo 7-10:

Este tramo se desarrolló de la misma manera que el tramo anterior (5-1).

Figura 18:

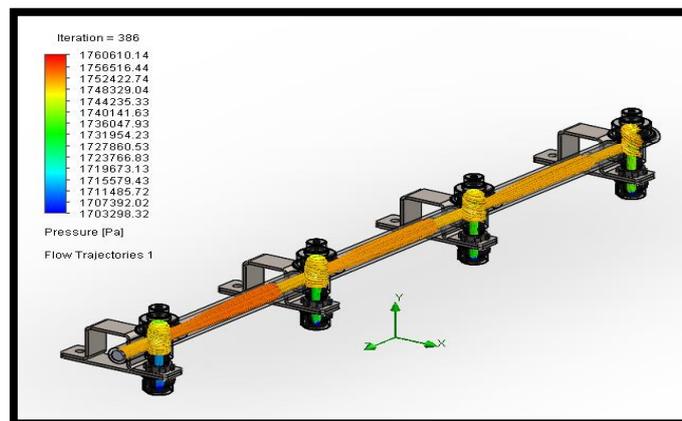
Velocidad-Análisis fluido dinámico en el tramo 7-10.



Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 19:

Presión-Análisis fluido dinámico en el tramo 7-10.



Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020.

Tabla 26:

Resultados del análisis fluido dinámico del tramo 7-10 en Flow Simulation.

Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Flujo Masico (kg/s)	Presión (kPa)
7	999.02	0.0001028	56.60	0.103	1757.02
8		0.0001029	55.60	0.103	1738.95
9		0.000121	55.80	0.121	1720.89
10		0.0001208	55.58	1206	1702.82

Fuente: Elaboración propia.mm

Para el tramo 10-11-12:

Tiene un sistema en paralelo, el cual se calculó los caudales de la misma manera que en el tramo anterior (B1-B-7).

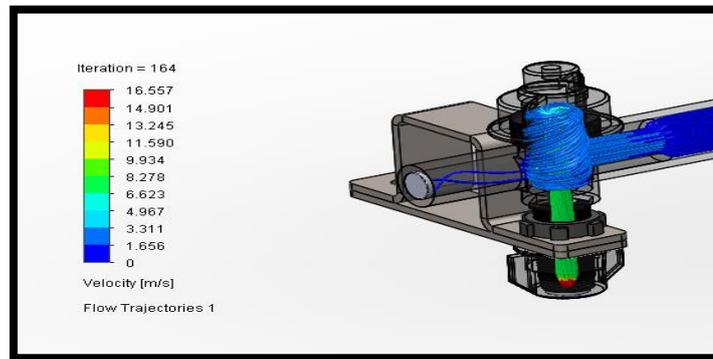
Nos resulta:

$$v_{11} = 0.82 \text{ m/s}$$
$$v_{12} = 1.02 \text{ m/s}$$
$$Q_{11} = 2.32 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$
$$Q_{12} = 2.90 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Luego de determinar el flujo en ambos lados se analizó el punto 11:

Figura 20:

Análisis fluido dinámico en el punto 11.



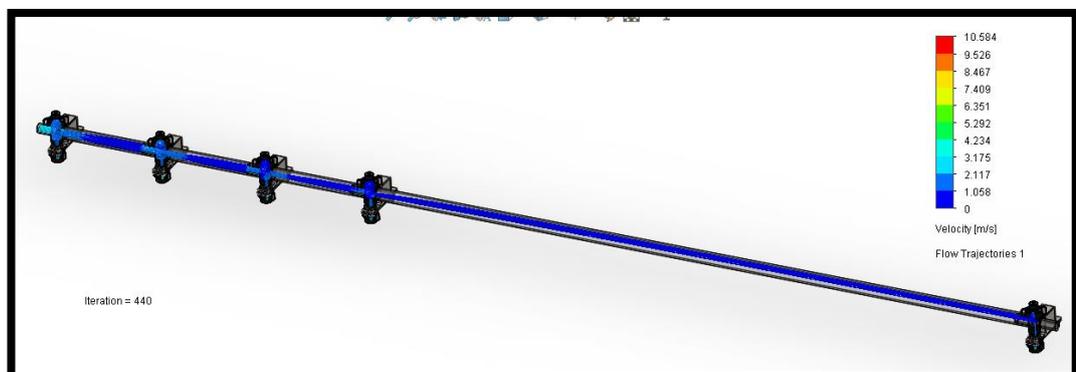
Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020.

Para el tramo 12-16:

Al igual que el tramo 5-1, se usó la herramienta Flow Simulation para analizar este tramo.

Figura 21:

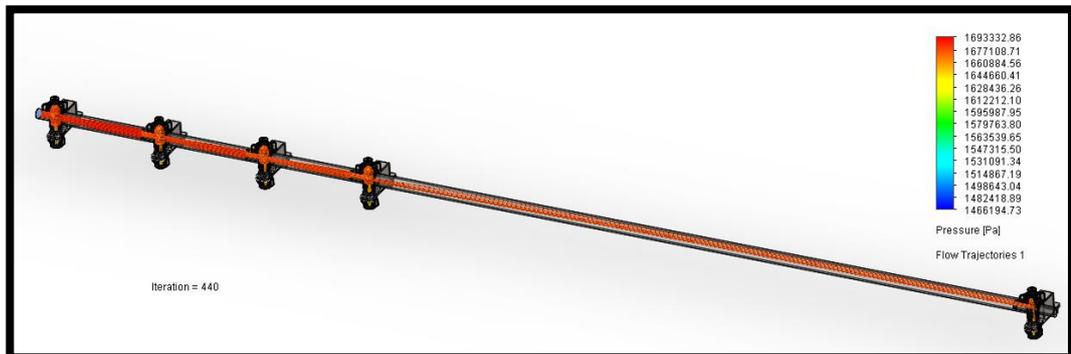
Velocidad-Análisis fluido dinámico en el tramo 12-16.



Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 22:

Presión-Análisis fluido dinámico en el tramo 12-16.



Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020.

Tabla 27:

Resultado del análisis fluido dinámico en el tramo 12-16.

Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Flujo Masico (kg/s)	Presión (kPa)
12	999.02	0.000062	30.00	0.0618	1691.39
13		0.00006	31.00	0.0599	1686.20
14		0.0000458	27.00	0.0458	1680.88
15		0.00006	31.00	0.0599	1675.56
16		0.000062	30.00	0.0619	1667.76

Fuente: Elaboración propia.

Luego que se determinó todos los caudales y velocidades en las boquillas, se calculara la fuerza resultante mediante la ecuación de impulso y cantidad de movimiento:

$$F = \left(\frac{m}{\Delta t}\right) \Delta v = M * \Delta v = \rho * Q * \Delta v \quad \dots$$

[15]

Donde:

ρ = Densidad [kg/m³].

Q = Caudal [m³/s].

Δv = Velocidad [m/s].

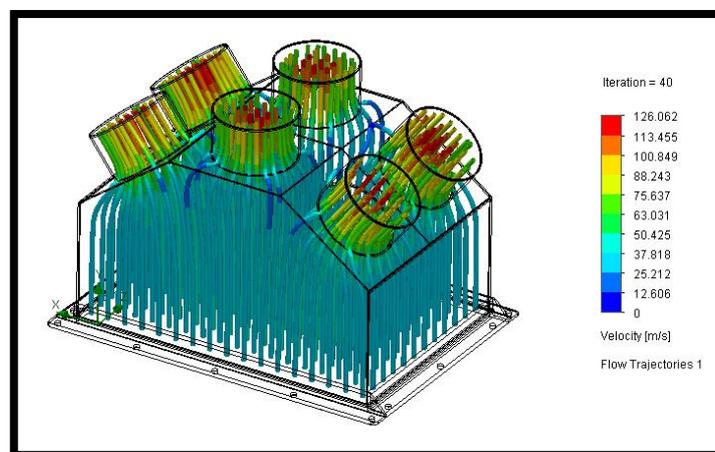
Carga por el sistema de Ventilación:

Inicialmente para determinar estas cargas, nos guiamos por el esquema de distribución del sistema, ver *Anexo 04*; la cual requerimos determinar las fuerzas de reacción en los puntos: 1, 2, 3 y 4 del esquema.

Inicialmente determinaremos el caudal que transcurren por los ductos a, b, c, d, e y f. del esquema del *Anexo 04*, mediante el uso de la herramienta Flow Simulation de SolidWorks.

Figura 23:

Velocidad-Análisis fluido dinámico del difusor del ventilador centrifugo.



Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020

Donde en la siguiente tabla muestra los resultados en todos los puntos de salida del difusor:

Tabla 28:

Resultados del análisis fluido-dinámico del difusor del ventilador centrifugo.

Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Flujo Masico (kg/s)
a	1.225	0.6804	99.81	0.8322
b		0.6263	96.17	0.7648
c		0.6733	98.97	0.8238
d		0.6824	99.72	0.8347
e		0.6249	95.86	0.7631
f		0.6733	99	0.8238

Fuente: Elaboración propia.

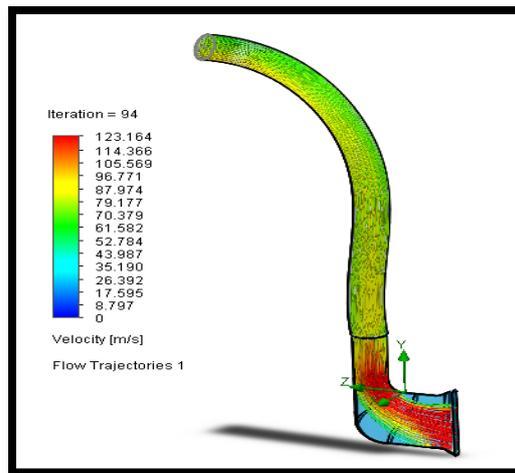
Se tomo los valores mayores de caudal y con ello su velocidad para analizarlo en cada tramo donde corresponda del sistema.

Para el tramo f - 1:

Se modelo la manguera y el difusor para determinar sus parámetros mediante la herramienta Flow Simulation.

Figura 24:

Velocidad-Análisis fluido dinámico en el difusor 1.



Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020

Tabla 29:

Resultados del análisis fluido-dinámico en el difusor 1.

Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Flujo Masico (kg/s)
1	1.225	0.6824	135.87	0.8347

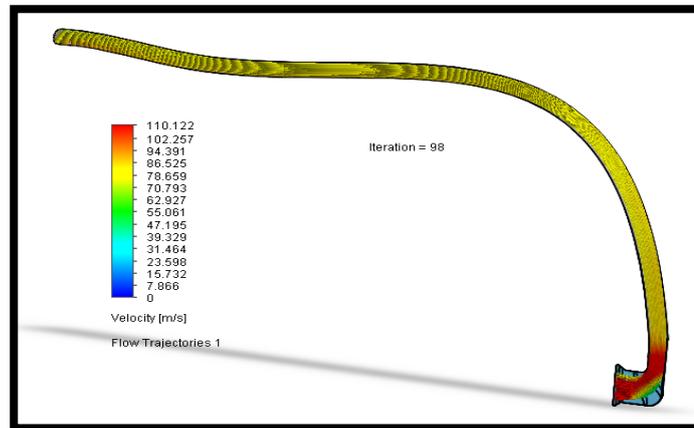
Fuente: Elaboración propia.

Para el tramo c - 2:

Al igual que el tramo anterior de modelamiento para determinar sus parámetros.

Figura 25:

Velocidad-Análisis fluido dinámico en el difusor 2.



Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020.

Tabla 30:

Resultados del análisis fluido-dinámico en el difusor 2.

Punto	Densidad (kg/m ³)	Caudal Q (m ³ /s)	Velocidad (m/s)	Flujo Masico (kg/s)
2	1.225	0.6733	123.67	0.8238

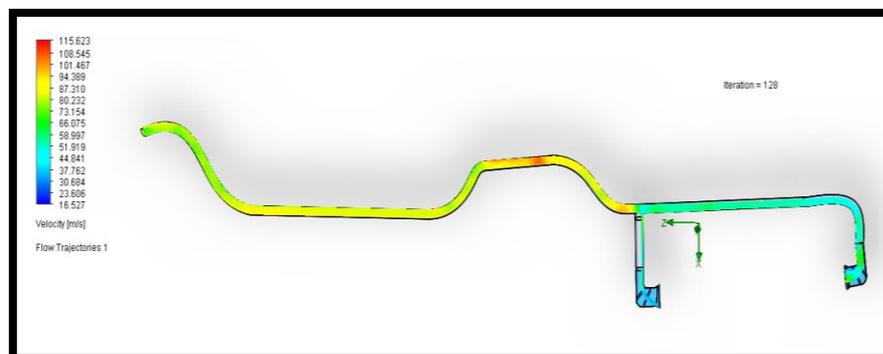
Fuente: Elaboración propia.

Para el tramo b - 3 - 4:

Para este tramo tiene una configuración mixta tanto en serie como paralelo, la cual se modelo y se analizó el tramo completo en SolidWorks.

Figura 26:

Análisis fluido dinámico en el difusor 3 y 4.



Fuente: Flow Simulation – SolidWorks 2020.

Tabla 31:

Resultados del análisis fluido-dinámico en los difusores 3 y 4.

Punto	Densidad (kg/m³)	Caudal Q (m³/s)	Velocidad (m/s)	Flujo Masico (kg/s)
3	1.225	0.1038	24.31	0.1272
4	1.225	0.5224	82.73	0.6399

Fuente: Elaboración propia.

Luego que se realizó el análisis fluido dinámico en el sistema calculamos la fuerza de reacción en los puntos de los difusores, mediante la ecuación de impulso y cantidad de movimiento [15].

Sistema Hidráulico

Para las cargas de reacción en este sistema, se aplicó por el método de acción y reacción, en donde la fuerza que genera los cilindros hidráulicos será la misma que soporte las uniones con la estructura del brazo.

Para los cilindros:

Tomando la ecuación [2], tenemos que,

$$F = P \times S$$

Donde:

P = Presión [N/m²].

F = Fuerza [N].

S = Superficie [m²].

En donde para determinar la presión real que ingresa a cada cilindro se realizara un análisis fluido dinámico a todo el sistema de hidráulicos guiados por el *Anexo 05*.

Densidad del Aceite hidráulico ISO 68:

En donde la Densidad del Aceite hidráulico es 0.8739 g/ml ver *Anexo 16.4*.

Peso específico (γ):

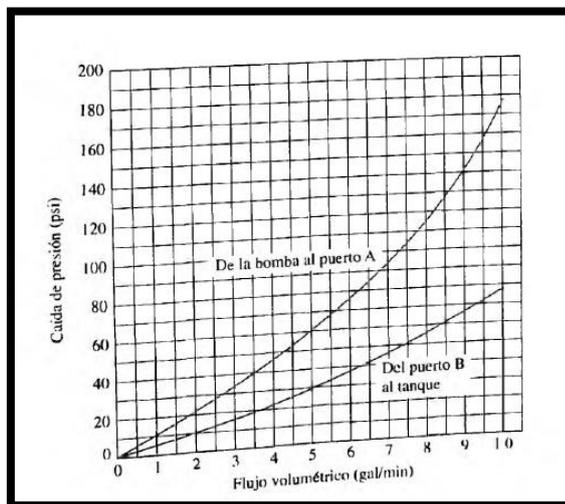
$$\gamma = \rho \times g$$

$$\gamma = 873.9 \frac{kg}{m^3} \times 9.81 \frac{m}{s^2} = 8.57 \frac{kN}{m^3}$$

Para las pérdidas en la válvula de control direccional se tomó el siguiente grafico como para determinar la caída de presión en la misma.

Figura 27:

Caída de presión en válvulas de control direccional.



Fuente: Mecánica de Fluidos, Roberth Mott 6ta edición.

Nos determina una caída de presión de 64 psi a un caudal de 5.47 galones por minuto.

Tabla 32:

Resultados del análisis fluido dinámico en el sistema Hidráulico.

Punto	Densidad (kg/m ³)	Diametro (m)	Viscosidad Cinematica	Numero de Reynols	f	Longitud (m)	Rugosidad ϵ	D/ ϵ	HL (m)	Presión (kPa)
A						3.3			2.73	11976.60
C1	873.9	0.019	6.80E-05	3.76E+02	1.70E-01	5.75	3.00E-07	6.33E+04	4.88	11493.53
C2						9.11			7.66	11469.71
C3						10.35			8.68	11460.92

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO Nº 14: Análisis estático y de fatiga de la estructura.

Brazo 2:

En esta parte del brazo intervienen las distintas cargas determinadas anteriormente, en donde se encuentran:

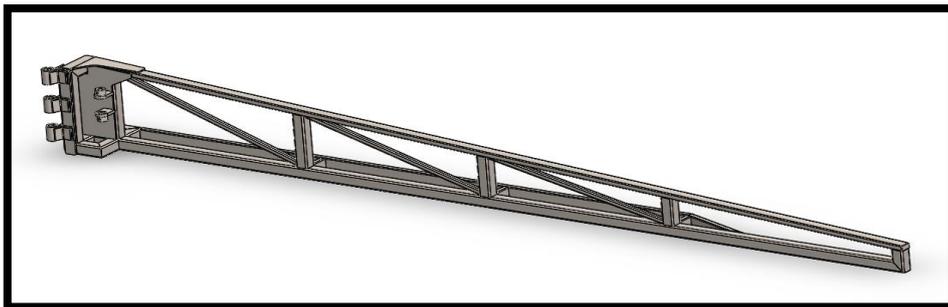
Del sistema de pulverizado, tenemos las mangueras hidráulicas y las baquillas de pulverizado 11, 12, 13, 14, 15 y 16.

Del sistema de ventilación tenemos los tubos PVC de 4" y los soportes de los difusores con los difusores 3 y 4.

Del sistema hidráulico, tenemos la masa del Cilindro 2 y la fuerza que ejerce en esta parte del brazo.

Figura 28:

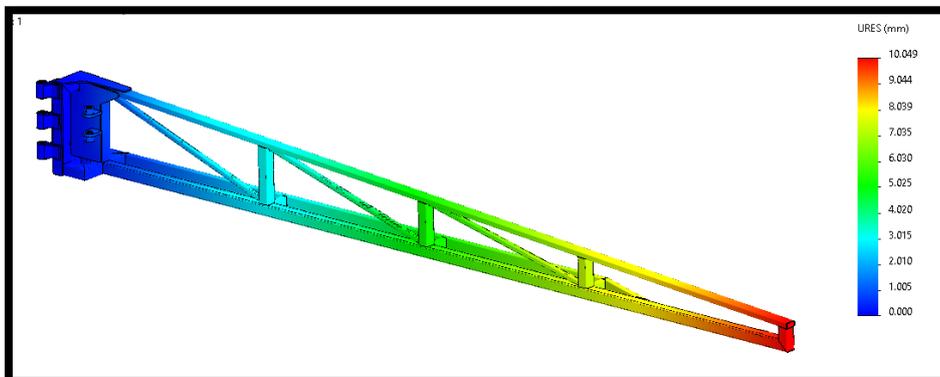
Modelamiento de la parte Brazo 2.



Fuente: SolidWorks 2020.

Figura 29:

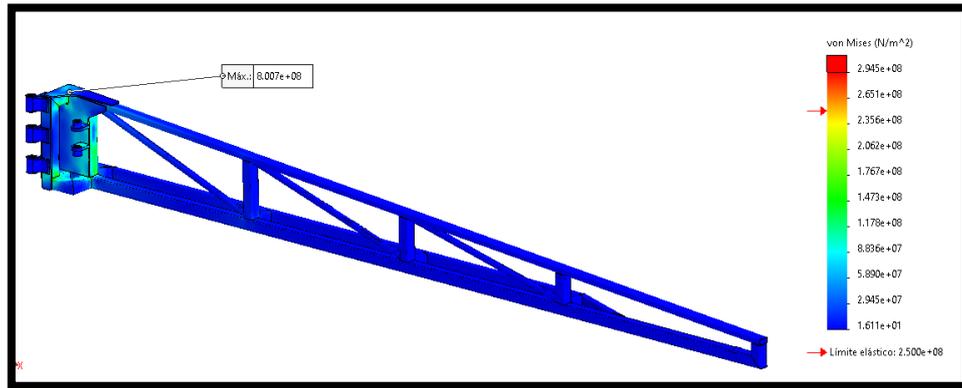
Análisis estático, desplazamiento de la parte Brazo 2.

A static analysis displacement plot of the Brazo 2 structure. The structure is shown in a color gradient from blue (0.000 mm) to red (10.049 mm), indicating the magnitude of displacement. A vertical color scale legend on the right side of the plot is labeled 'URES (mm)' and shows values: 0.000, 1.005, 2.010, 3.015, 4.020, 5.025, 6.030, 7.035, 8.039, 9.044, and 10.049. The structure is fixed at the left end, and the displacement increases towards the right end.

Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 30:

Análisis estático, tensiones de la parte Brazo 2.

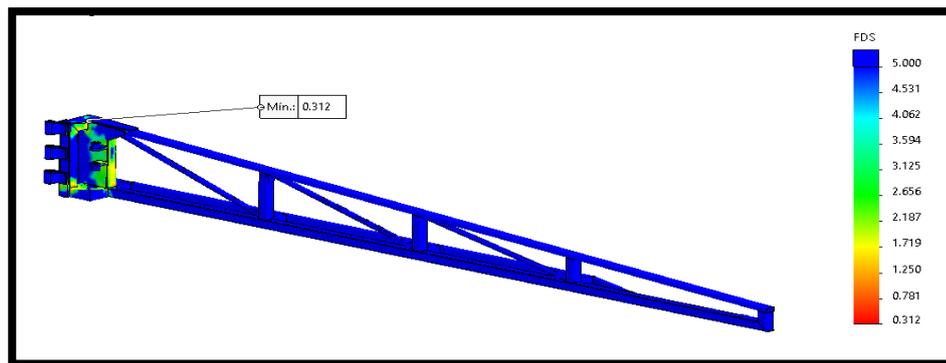


Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

El análisis a la fatiga se concentró en la zona donde hay mayor concentración de tensiones.

Figura 31:

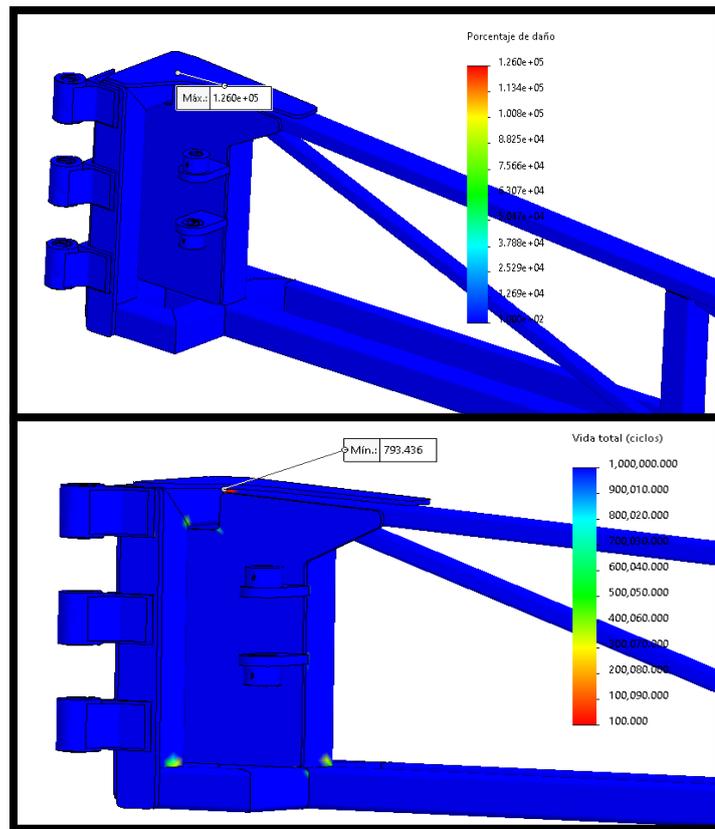
Análisis estático, factor de seguridad de la parte Brazo 2.



Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 32:

Análisis de fatiga, Vida y Daño de la parte Brazo 2.



Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

Como se puede ver en los resultados de los análisis, ante las cargas sometidas hay una falla que supera el límite de fluencia del material y de acuerdo al análisis de fatiga nos determina que el elemento fallará a los 793 ciclos.

Brazo 1:

En esta parte del brazo intervienen las distintas cargas determinadas anteriormente, en donde se encuentran:

Del sistema de pulverizado, tenemos las mangueras hidráulicas y las baquillas de pulverizado 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10.

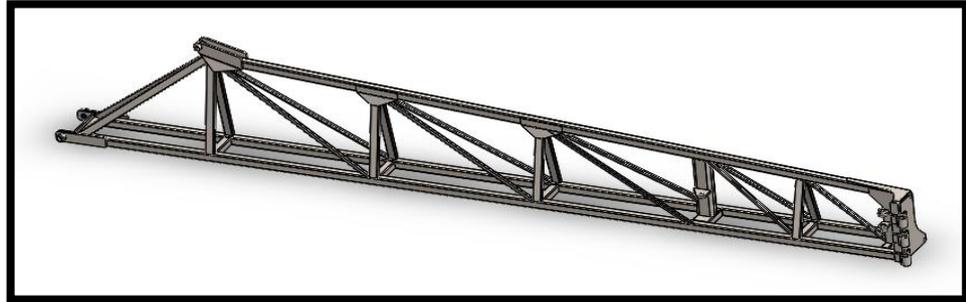
Del sistema de ventilación tenemos los tubos PVC de 4" y los soportes de los difusores con los difusores 2.

Del sistema hidráulico, tenemos la masa del Cilindro 1, 2 y 3; y la fuerza que ejercen en esta parte del brazo.

Adicional mente le peso del Brazo 2.

Figura 33:

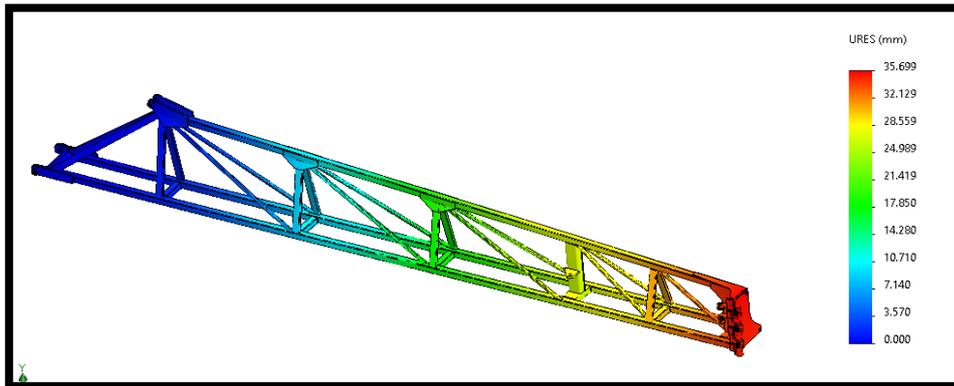
Modelamiento de la parte Brazo 1.



Fuente: SolidWorks 2020.

Figura 34:

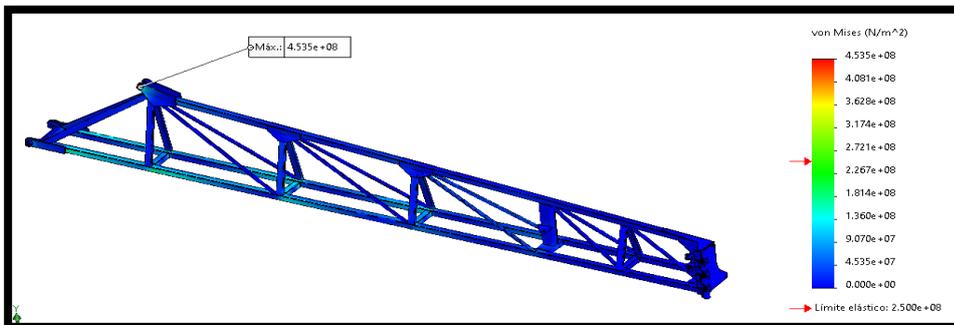
Análisis estático, desplazamiento de la parte Brazo 1.



Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 35:

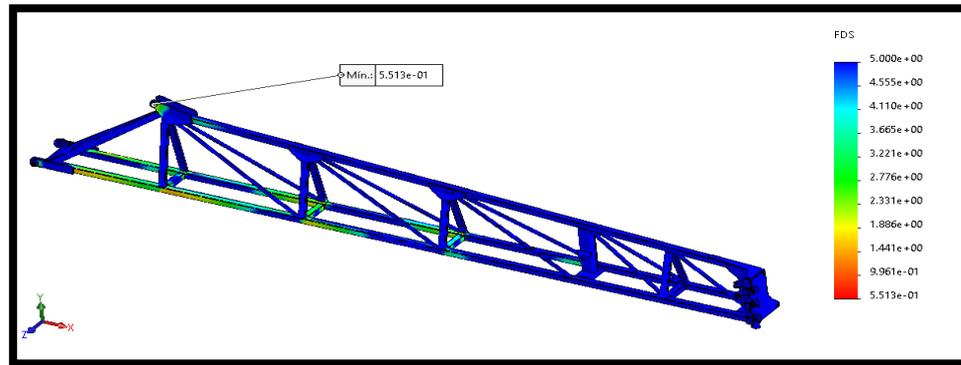
Análisis estático, tensiones de la parte Brazo 1.



Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 36:

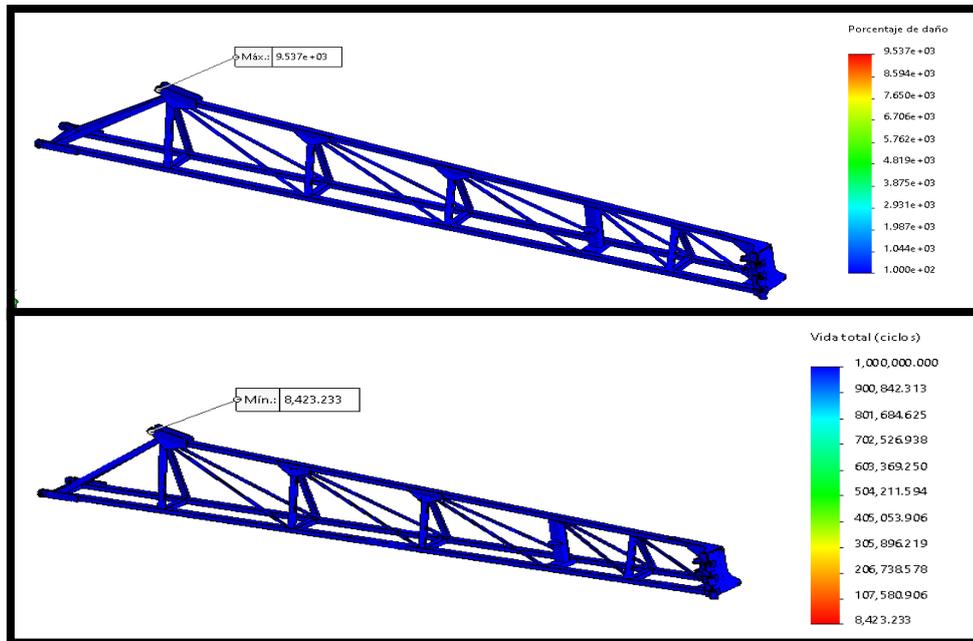
Análisis estático, factor de seguridad de la parte Brazo 1.



Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 37:

Análisis de fatiga, Vida y Daño de la parte Brazo 2.



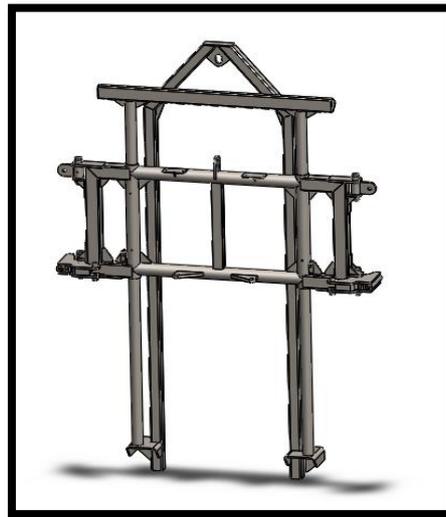
Este estudio nos resultó un punto crítico de sobre tensión ubicado en el apoyo del cilindro 3, que supera el límite elástico del Acero ASTM A36 de 250 MPa; y a su vez en el punto de tonalidad rojiza se presenta el mayor desplazamiento de 35.69 mm, y también nos dice en el análisis por fatiga que ese mismo punto fallara a los 8423 ciclos.

Cuadro de Brazos:

Para esta parte se añadirá las cargas de ambos brazos (1 y 2), además de los cilindros 2 y 3 que lo acompañan, y el peso de las válvulas hidráulicas de secuencia.

Figura 38:

Modelamiento del cuadro de brazos.



Fuente: SolidWorks 2020.

Para agilizar el análisis se optó por analizar este grupo en partes, donde tenemos:

Soporte de Cuadro

Figura 39:

Análisis estático y fatiga del soporte de cuadro.

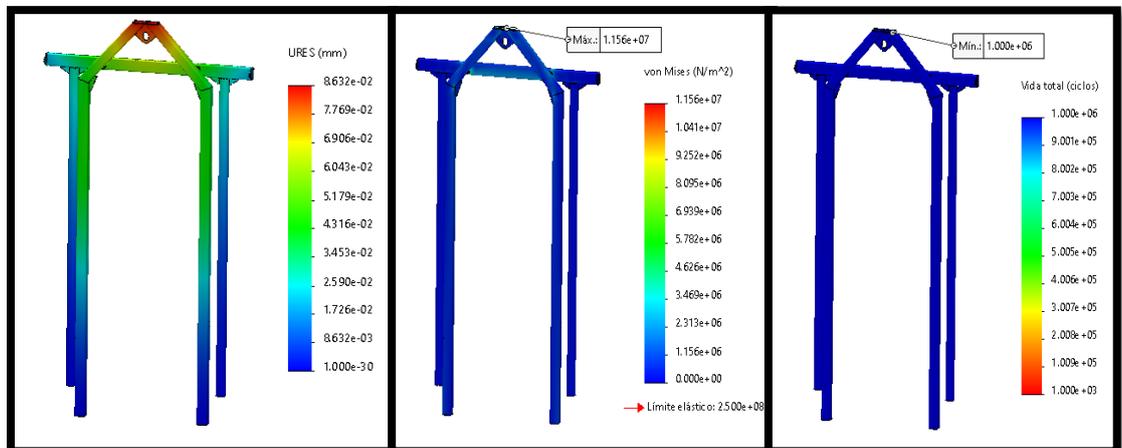
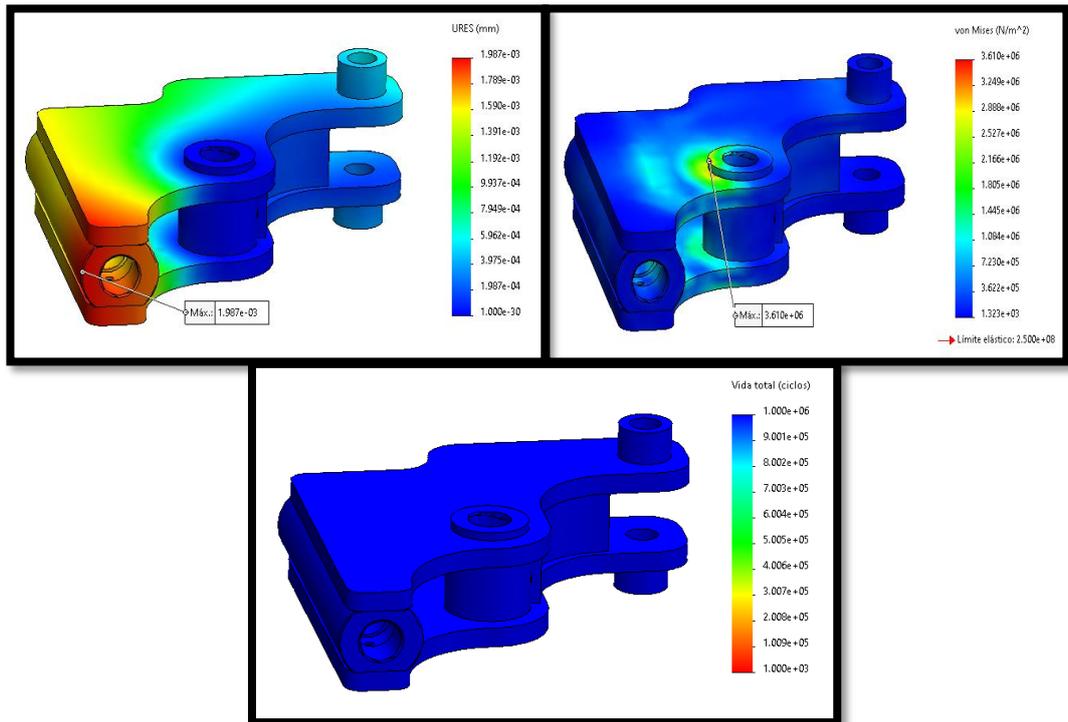


Figura 40:

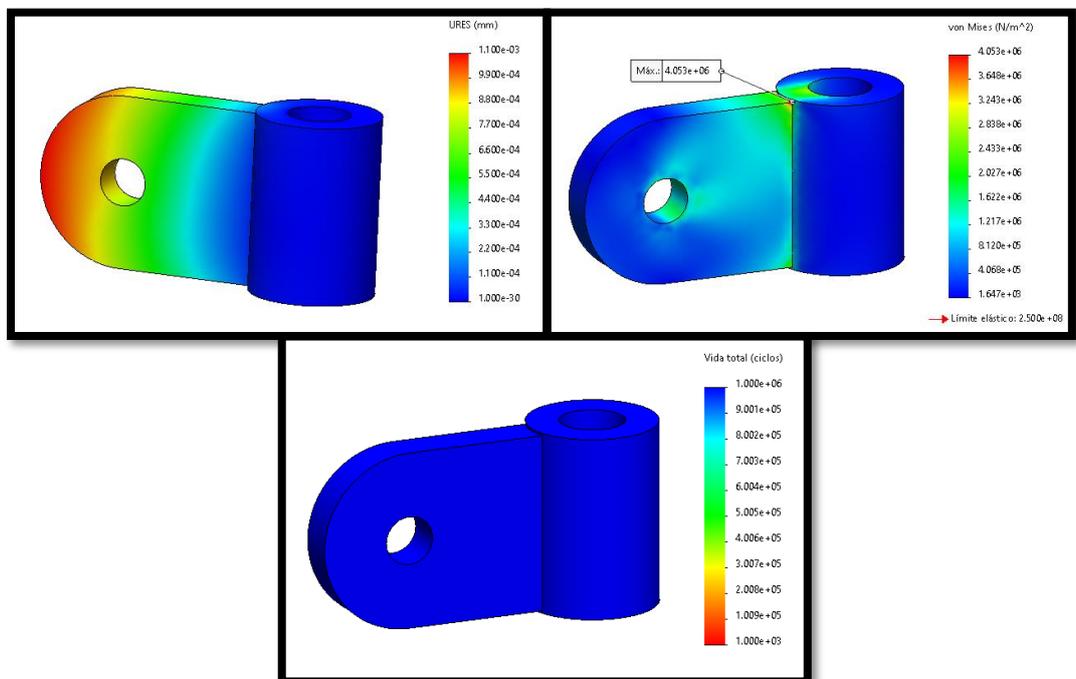
Análisis estático y fatiga de Articulación del Brazo.



Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 41:

Análisis estático y fatiga de la bisagra superior.

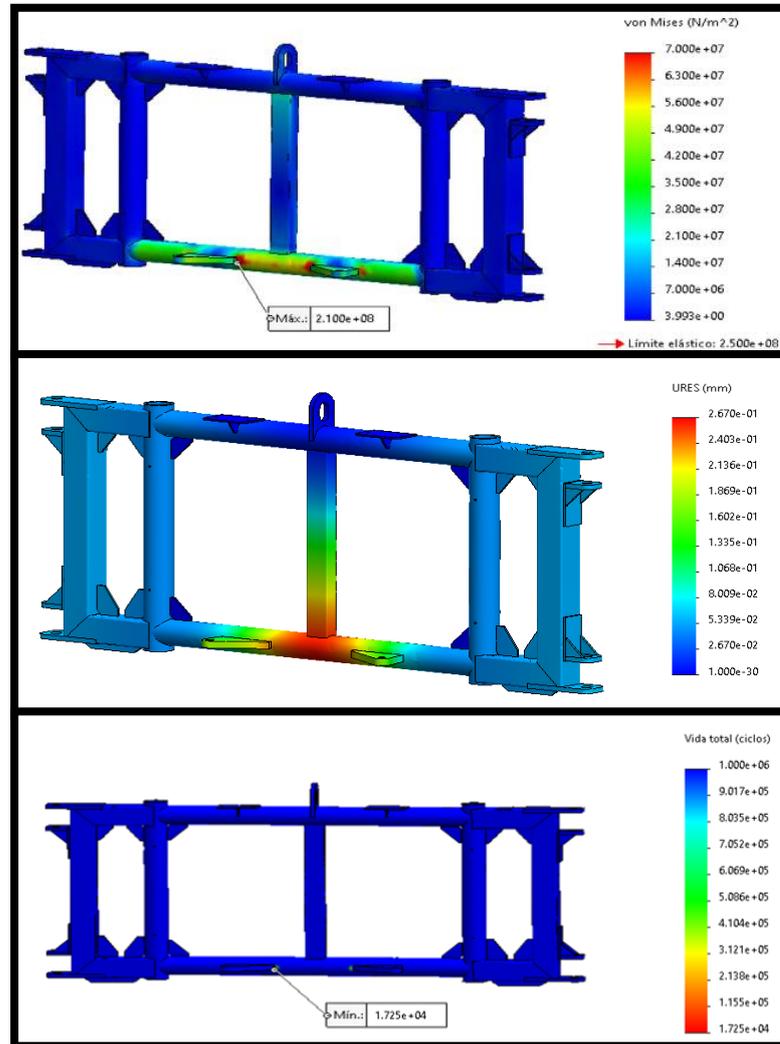


Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 42:

Análisis estático y fatiga del cuadro.

Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.



Los resultados de los análisis de las 3 primeras partes las cuales son: el soporte de cuadro (*Figura 40*), la articulación del brazo (*Figura 41*) y la bisagra superior (*Figura 42*), nos determinan que ante las cargas sometidas no sufren de sobre tensiones, teniendo un desplazamiento mínimo y en el análisis de fatiga nos determina que tienen vida infinita.

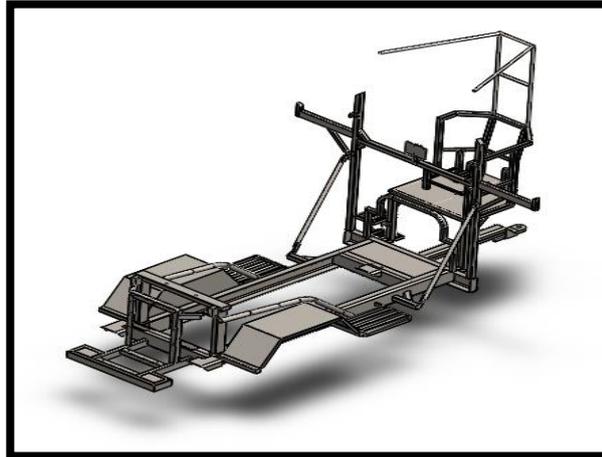
Para el caso del cuadro, nos determina una tensión elevada en la zona del soporte del Cilindro 1 pero no sobrepasa el límite de fluencia del material, y a su vez en el análisis de fatiga nos determina que los puntos fallaran a los 234000 ciclos, *Figura 43*.

Chasis:

Para la última parte tendrá la condición de poder soportar todas las cargas de la maquina ubicadas en sus puntos y direcciones correspondientes.

Figura 43:

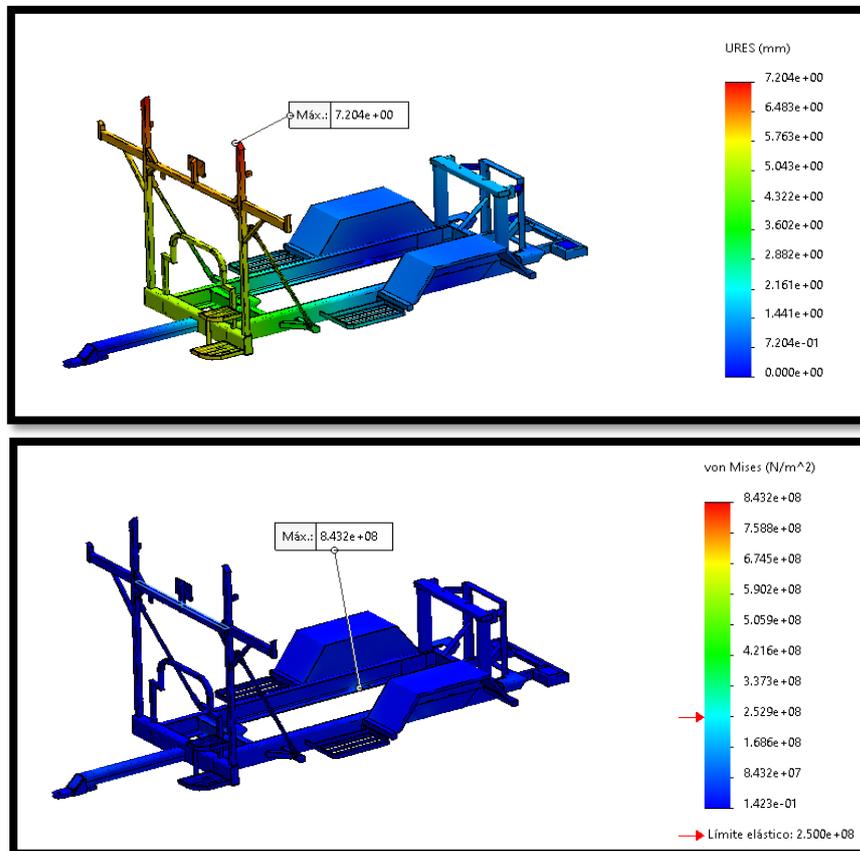
Modelamiento del chasis.

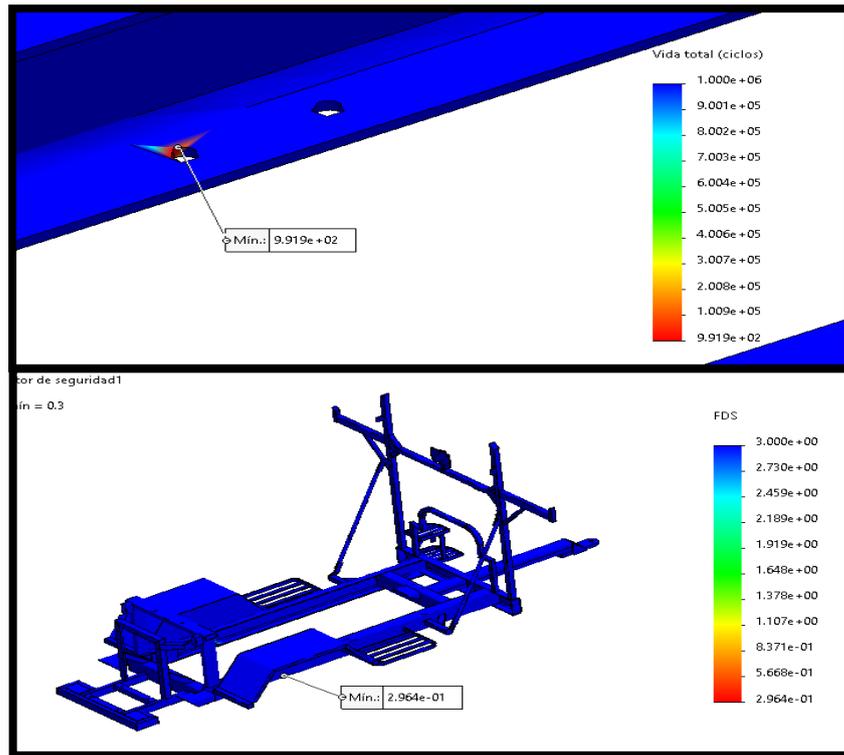


Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 44:

Análisis estático y de fatiga del chasis.

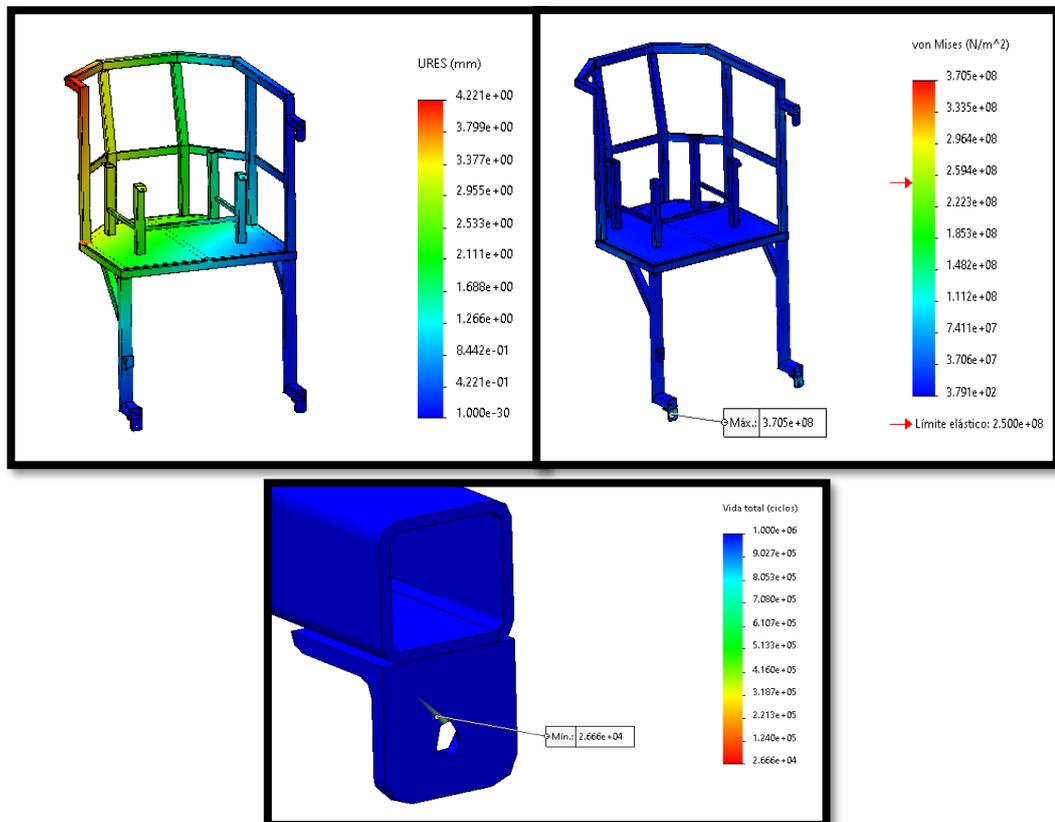




Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

Figura 45:

Análisis estático y de fatiga del asiento.



Fuente: Simulation – SolidWorks 2020.

El análisis del chasis se dividió en 2 partes las cuales en la primera el chasis, nos determina una sobre tensión en los puntos de anclaje con el eje de la maquina y el análisis de fatiga nos dice que esa parte puntual fallara a los 991 ciclos, *Figura 45*.

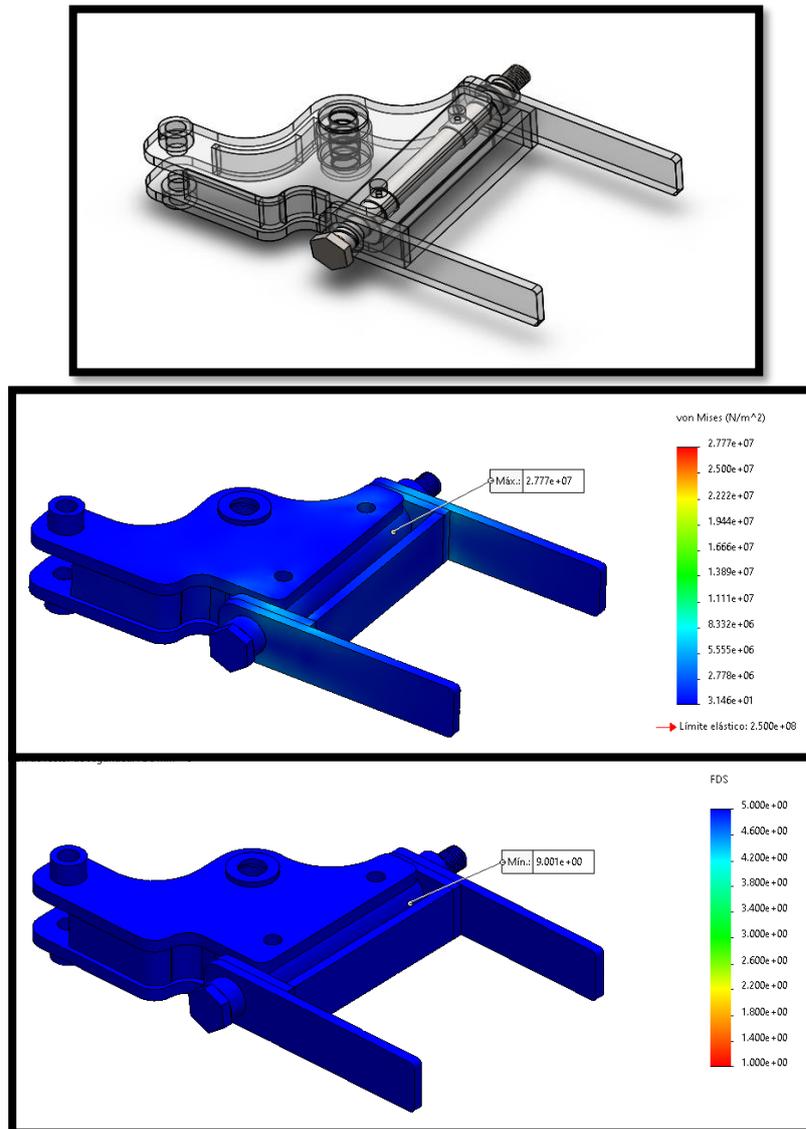
Y la segunda parte donde se sitúa el asiento, el análisis estático nos determina una sobre tensión en el punto de unión con el chasis, lo cual el análisis de fatiga nos determina que fallara a los 25090 ciclos, *Figura 46*.

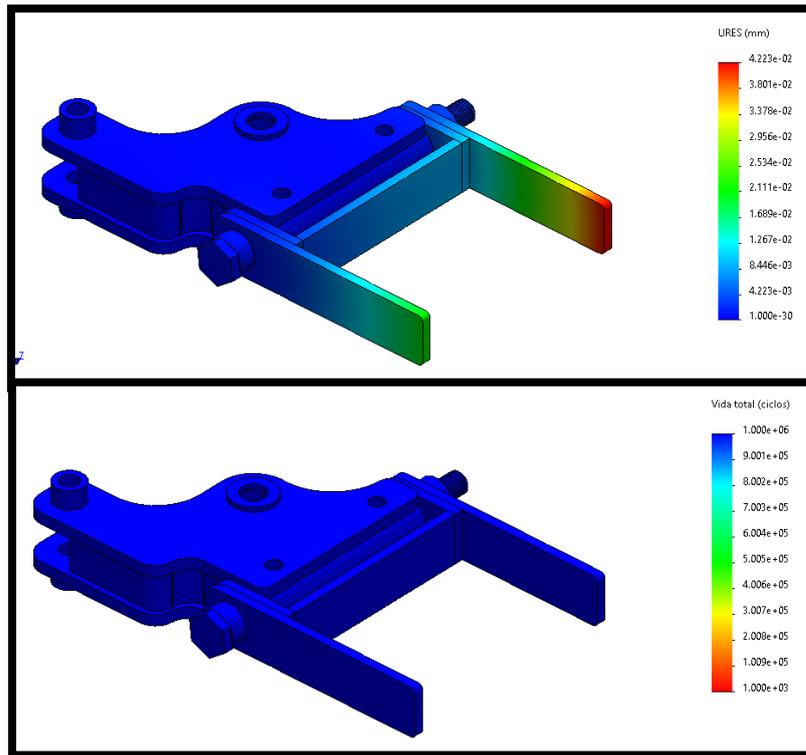
Pines de la estructura:

Inicialmente se analizó los pines en los puntos de unión entre el cuadro con los brazos, para verificar la resistencia de las mismas.

Figura 46:

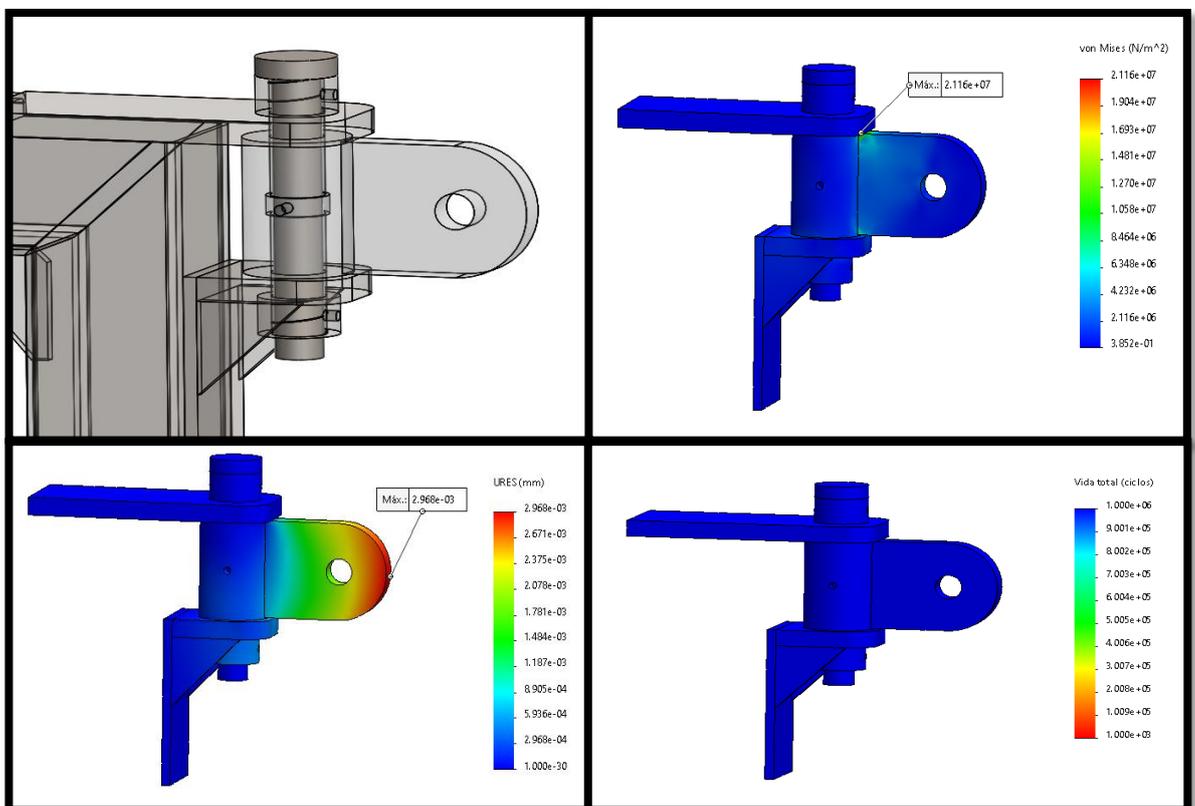
Análisis estático y de fatiga del pin 1.





Los resultados del análisis nos muestran que ante la carga sometida en el pin no tendrá ningún inconveniente durante su trabajo.

Figura 47:
Análisis estático y de fatiga del pin 2.

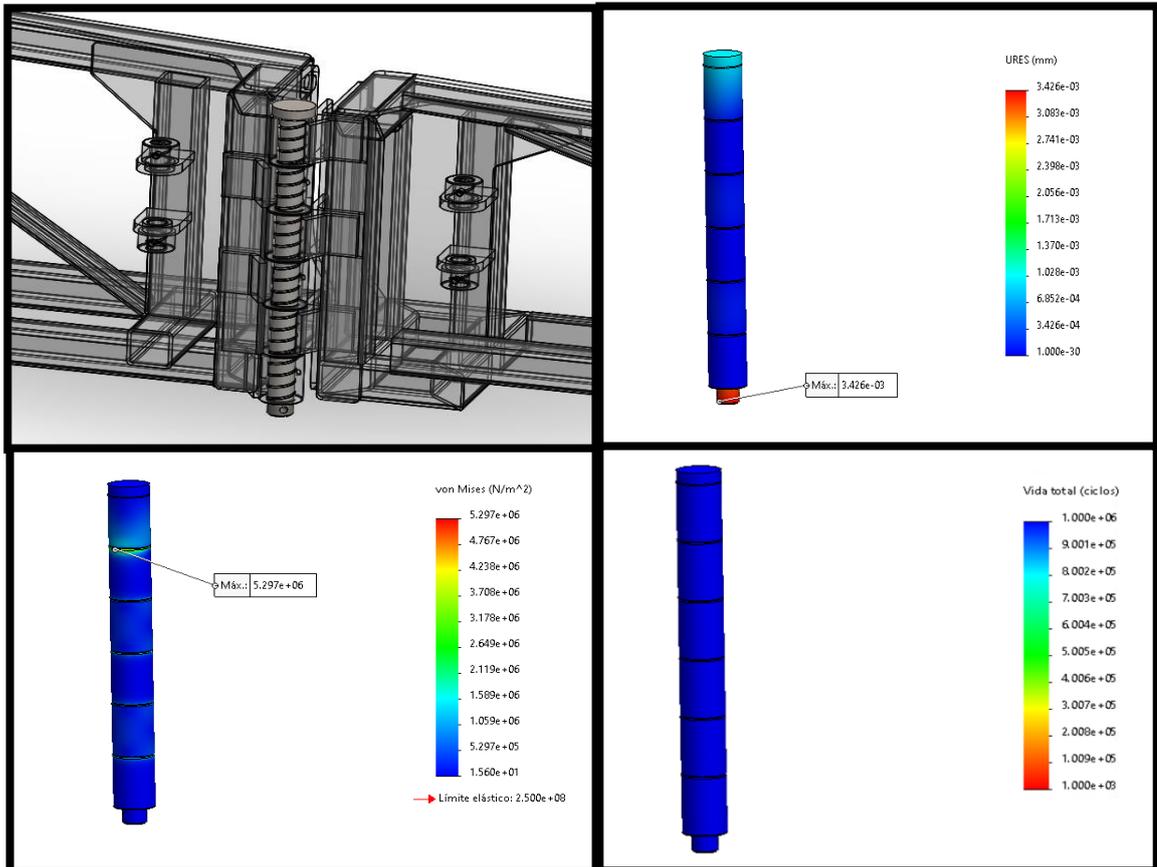


Los resultados del análisis nos muestran que ante la carga sometida en el pin no tendrá ningún inconveniente durante su trabajo.

Luego se va a analizar el pin que une a los brazos.

Figura 48:

Análisis estático y de fatiga del pin 3.

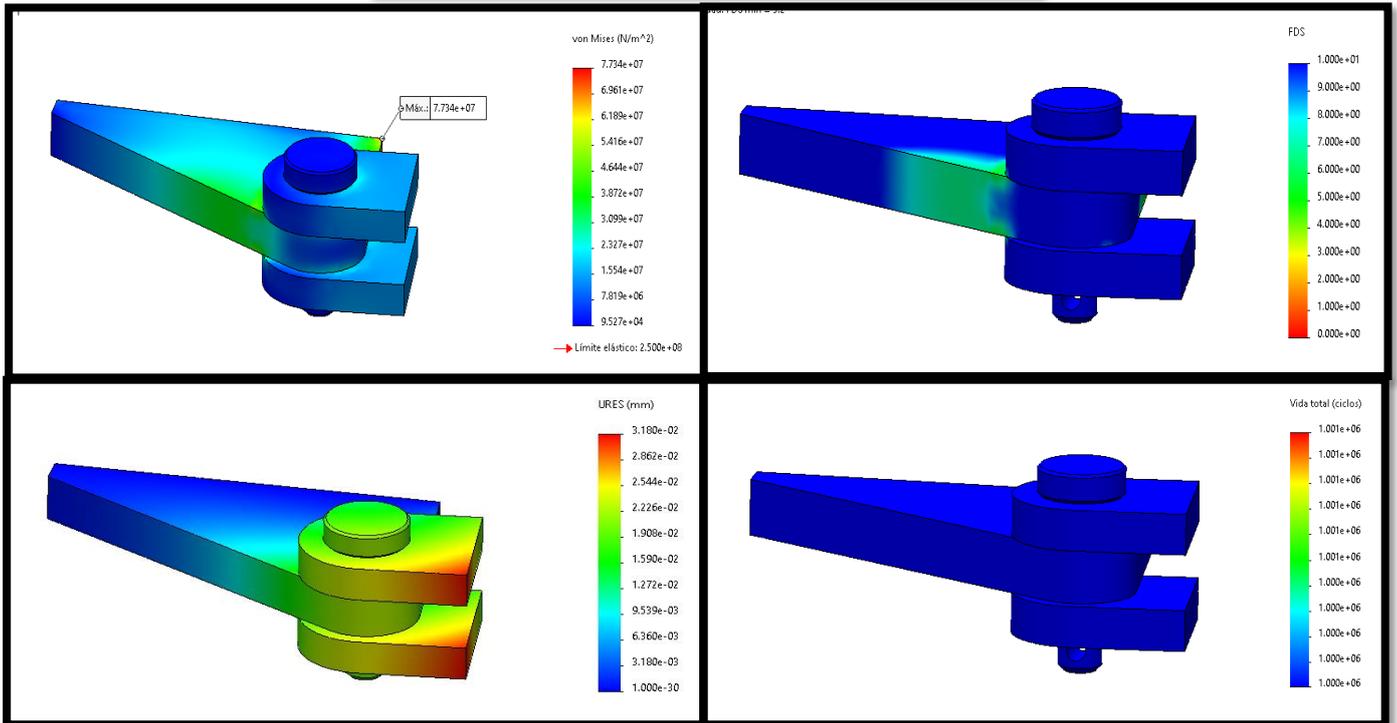
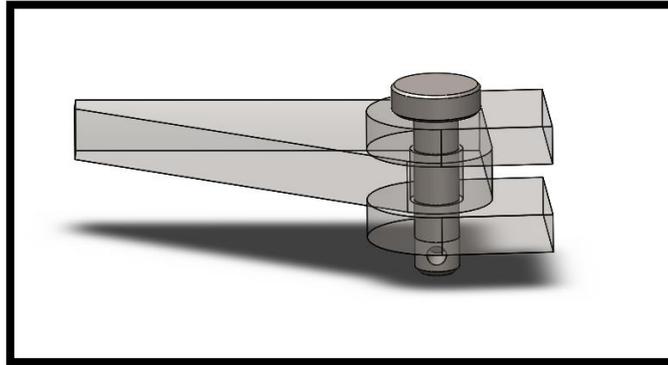


Los resultados del análisis nos muestran que ante la carga sometida en el pin no tendrá ningún inconveniente durante su trabajo.

Finalmente se analizó un pin, el cual representara a los demás pines de los cilindros, el pin que se selecciono es el que está sometido a mayor carga de los demás.

Figura 49:

Análisis estático y de fatiga del pin 4.



Los resultados del análisis nos muestran que ante la carga sometida en el pin no tendrá ningún inconveniente durante su trabajo, de manera que el mismo pin será usado para todos los cilindros con la única variante en su longitud.

ANEXO Nº 15: Análisis estático y de fatiga del diseño mejorado.

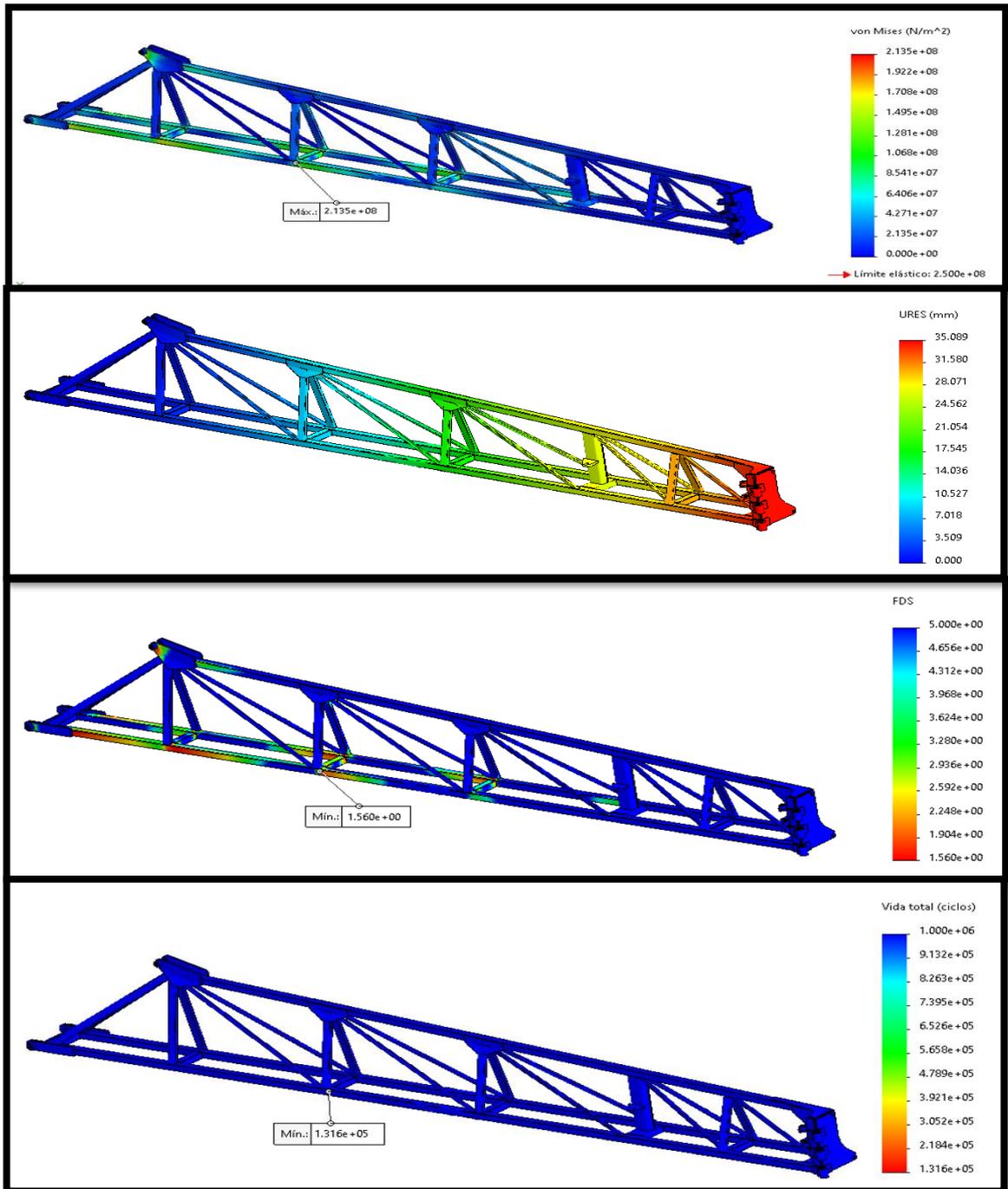
Brazo 1:

Se reemplazo lo indicado en la Tabla 08, y realizo el nuevo análisis

Figura 50:

Análisis estático y de fatiga del brazo 1 modificado.

El resultado del análisis determino el punto de sobre tensión en una ubicación diferente al primer análisis, a lo que determinamos que la falla fue resuelta.

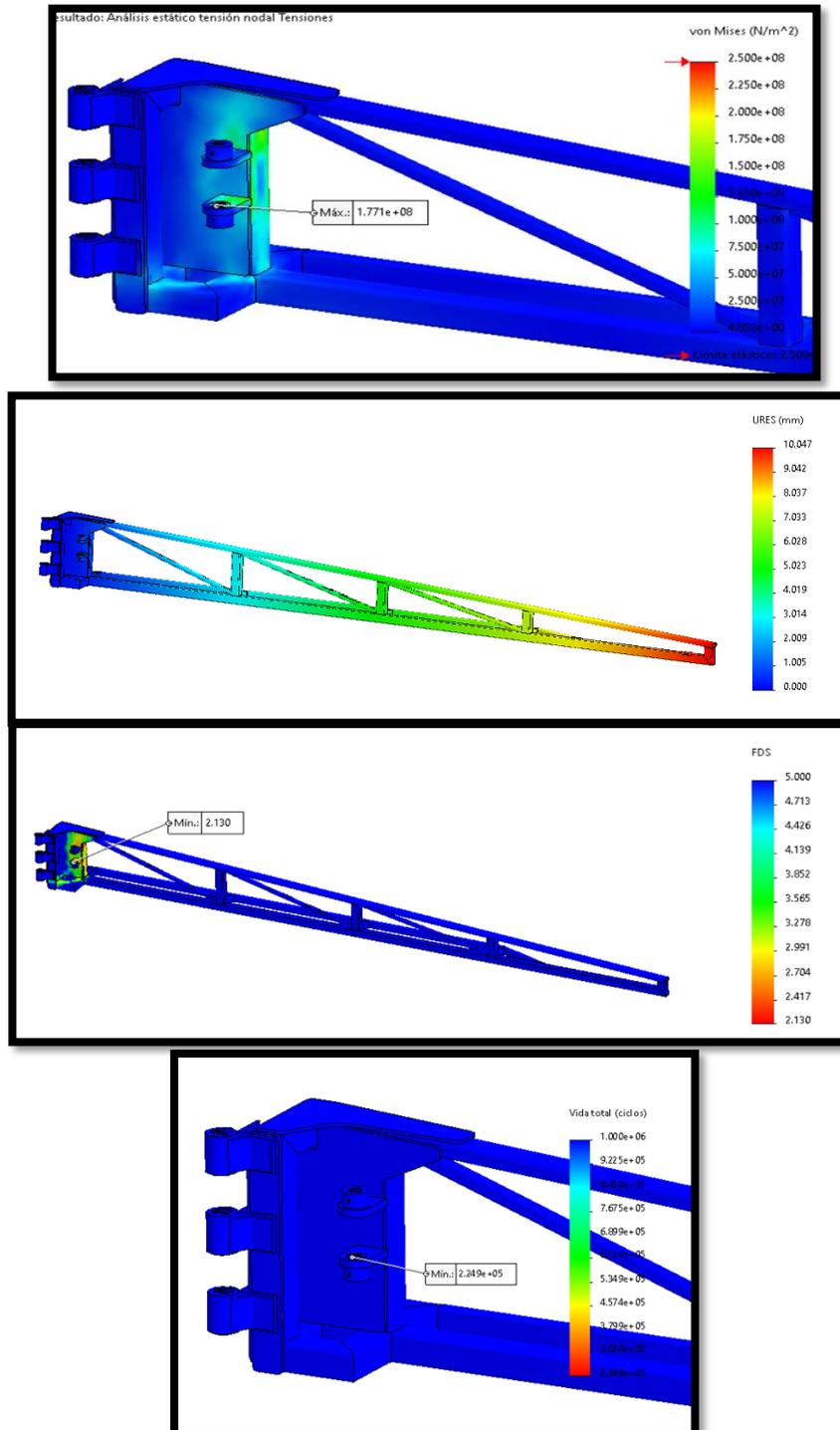


Brazo 2:

Se reemplazo lo indicado en la Tabla 08, y realizo el nuevo análisis.

Figura 51:

Análisis estático y de fatiga del brazo 2 modificado.



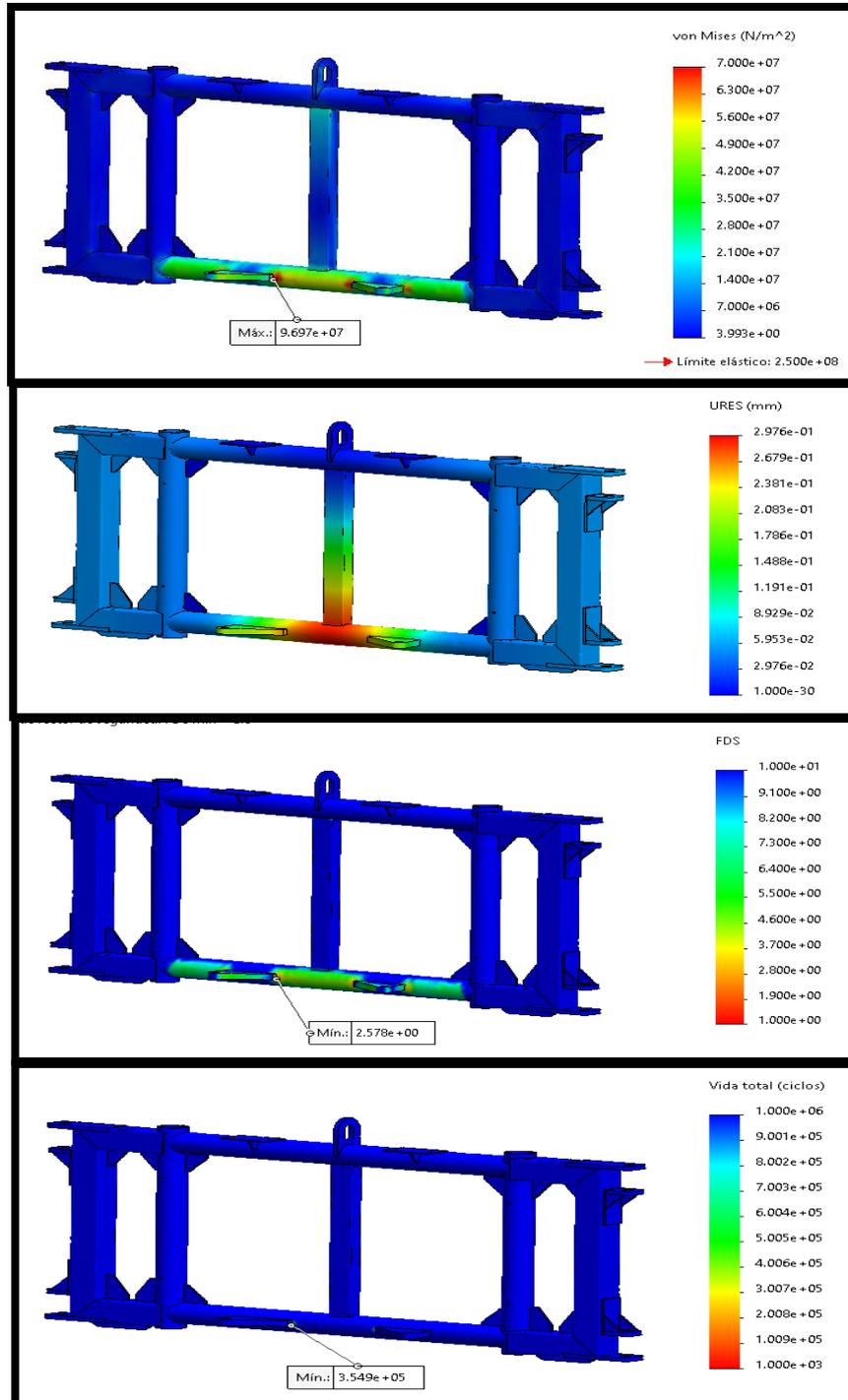
El análisis resultó que mejoró considerablemente, ya que ahora el brazo 2 en ninguno de sus elementos superar el límite elástico del material y de la misma manera aumento a 94030 ciclos antes de la falla.

Cuadro de brazo:

Se reemplazo lo indicado en la Tabla 08, y realizo el nuevo análisis.

Figura 52:

Análisis estático y de fatiga del cuadro modificado.



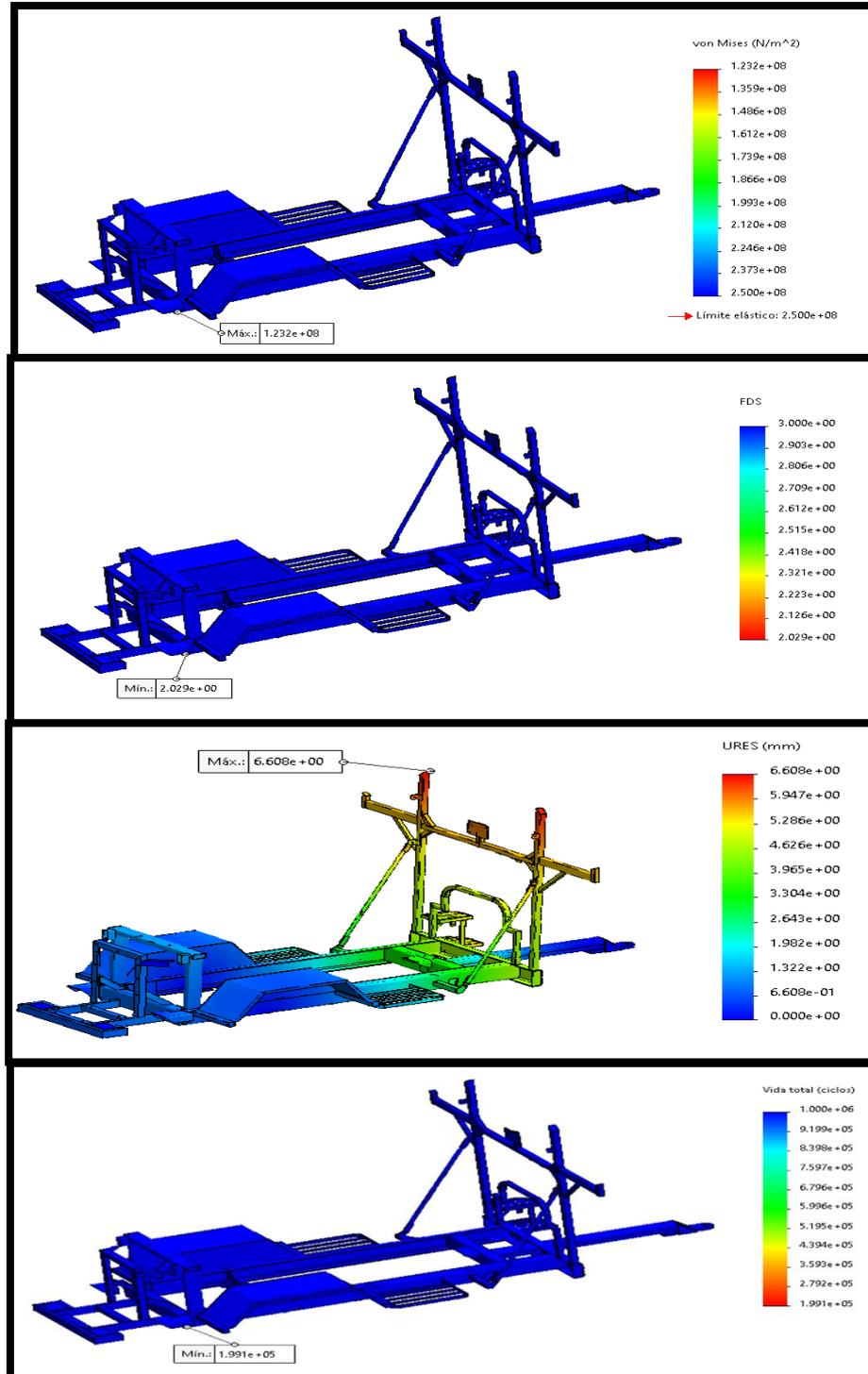
Donde se logró solucionar la falla dándole un mayor factor de seguridad, una menos concentración de tensiones y alargar considerablemente los ciclos de vida a 354900 ciclos a la falla.

Chasis:

Se reemplazo lo indicado en la Tabla 08, y realizo el nuevo análisis.

Figura 53:

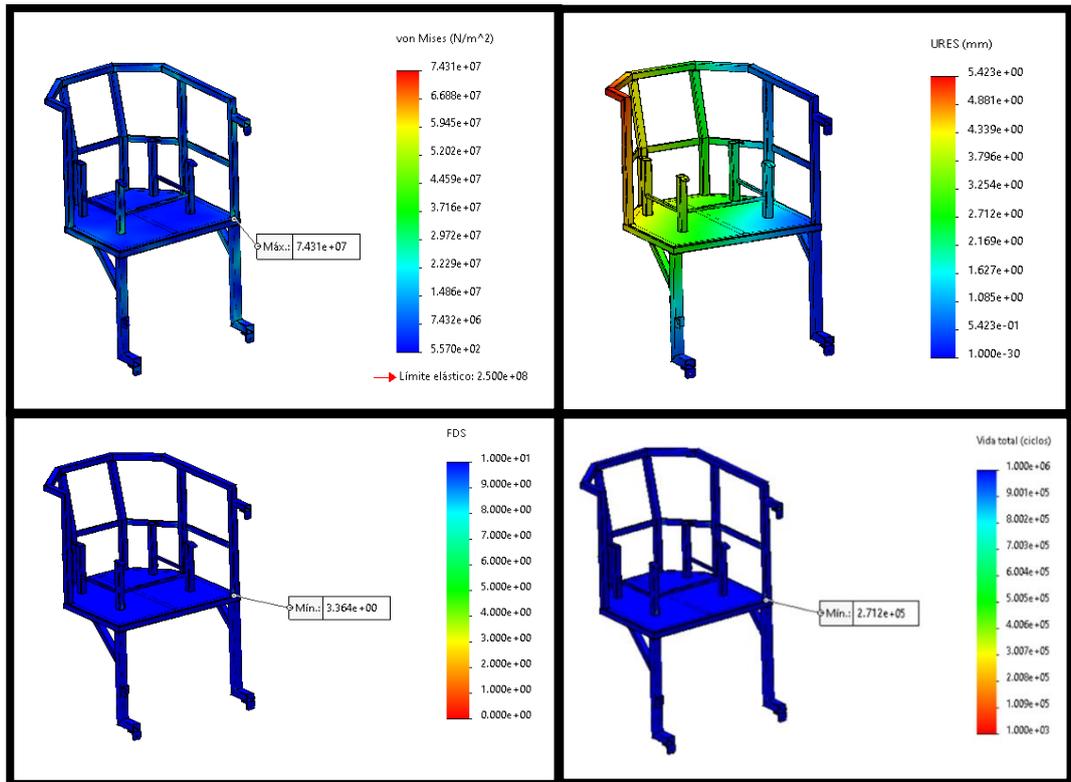
Análisis estático y de fatiga del chasis modificado.



Donde se logró solucionar la falla, bajándole la tensión máxima y aumentándole considerablemente los ciclos de vida a 199100 ciclos.

Figura 54:

Análisis estático y de fatiga del asiento modificado.



Donde se logró solucionar la falla, de manera que la concentración de tensiones se ubicó en otra zona que no supera el límite elástico del material y a su vez logra que la falle a los 271200 ciclos.

ANEXO Nº 16: FICHAS TÉCNICAS

ANEXO 16.1: Recomendaciones de aplicación, Gusathion M 35% WP



Ficha Técnica Insecticidas

Gusathion® M 35% WP

Limoneros, Naranjos, Pomelos, Mandarinos.	Conchuela negra	75 – 90	Aplicar a fines de Verano – Otoño, con buen volumen de agua, a la aparición de los primeros ejemplares. Realizar máximo 2 aplicaciones según presencia de plaga, con un periodo de tiempo de 20 días. Considerar un volumen de aplicación de 3.000 – 5.000 L de agua/há.
	Trips del patlo, Trips negro de las flores, Trips inerte, Chanchito blanco de cola larga, Chanchito blanco de los cítricos.	110 – 130	Mojar bien en periodo de floración. Evitar daños a las abejas. Presenta efecto supresor sobre chanchitos blancos en paltos. Realizar 2 aplicaciones según presencia de la plaga, con un esparcimiento de 20 días. No controla Trips de California. Considerar un volumen de aplicación de 3.000 – 5.000 L de agua/há.
	Burrito de la vid, capachito de los frutales.	165 – 185	Aplicar al observar los primeros adultos sobre el follaje. Repetir mientras duren las emergencias desde el suelo. Realizar máximo 2 aplicaciones durante la temporada, con un esparcimiento de 20 días. Considerar un volumen de aplicación de 3.000 – 5.000 L de agua/há.
Frambuesos, Arándanos.	Burrito de la vid, Burrito del frambueso Cabrito del duraznero.	165 – 185 220	Aplicar al observar los primeros adultos sobre el follaje, mojando hasta la base de la planta. Repetir mientras duren las emergencias desde el suelo. Realizar máximo 3 aplicaciones entre brotación y floración, y una última aplicación en post cuaja, repitiendo cada 20 días. Considerar un volumen de aplicación de 800 – 1.000 L de agua/há.
Frutillas.	Cabrito del duraznero.	200	Mojar adecuadamente para lograr un adecuado control. Aplicar al observar adultos sobre el follaje. Realizar máximo 3 aplicaciones entre brotación y floración y una última aplicación post cuaja, repitiendo cada 20 días. Considerar un volumen de aplicación de 600 – 800 L de agua/há.

*Para control de burrito de la vid en vides se debe considerar un volumen máximo de aplicación de 1.500 L/ha. En cultivos de arándano utilizar como volumen máximo de aplicación 1.000 L/ha. Para cultivos de frutillas utilizar un volumen máximo de aplicación de 800 L/ha.

PERIODO DE CARENCIA (días)
 Manzano y Perales (15 días); Nogal: 21 días; Arándanos: 15 días; Vides: 30 días; Duraznero, Nectarino, Damasco y Ciruelo: 15 días; Almendros 30 días; Limonero, Naranja, Pomelo, Mandarino: 30 días; Frambueso: 45 días; Frutillas: 20 días.

Recuperado de:

http://publicwebsite.adama.com/documents/369693/370573/GUSATHION+M+35+WP+FT+2014_tcm58-33160.pdf

ANEXO 16.2: Ficha técnica de la bomba de pistones, JP 300.

JP 300					
 DESCARGAR IMAGEN	<p>Bomba de pistón</p>	<p>DESCRIPCIÓN</p> <p>Bomba de alta presión para uso industrial.</p> <p>Producto desarrollado y fabricado en Brasil.</p>			
	<p>MODELOS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>BACALAO.</th> <th>MODELO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1168,106</td> <td>JP 300</td> </tr> </tbody> </table>		BACALAO.	MODELO	1168,106
BACALAO.	MODELO				
1168,106	JP 300				
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
BOMBA DE PISTÓN					
Rotación máxima	540 RPM				
Presión máxima	500 lbf / in ² / 35 bar / 3.5 MPa				
∅ del eje	35 MM (1 1/2") / 30 MM (1 1/4")				
Flujo máximo	300 l / min / 18000 l / h				
No. de pistones	6/6				
Temperatura Líquido Máximo	40°C / 104°F				
Sentido de rotación	En sentido horario o en sentido horario				
Material componente	PISTONES - CAMISetas DE CERÁMICA PISTÓN - CAUCHO NITRILICO CON VÁLVULAS DE LONA - CUERPO DE ACERO INOXIDABLE - CABEZA DE HIERRO FUNDIDO CRIS - HIERRO FUNDIDO NODULAR				
Dimensiones [L x W x H]	800 X 530 X 240 MM				
Peso embalado	102 kilogramos				
ROTACIÓN					
	540 RPM				
TASA DE FLUJO					
	300 l / min				
PRESIÓN					
10 bar	9.3 CV				
20 bar	16.8 CV				
30 bar	24.2 CV				
35 bar	28.0 CV				

Recuperado de: <https://www.jactoclean.com.br/produto/262>

ANEXO 16.3: Ficha técnica del ventilador centrifugo y sus accesorios FIENI.

series **CF-KIT**

Gruppo centrifugo
Centrifugal sprayer unit
Equipo de aire centrifugo

PA
KW

η 64% 71 81 84

η 69 78

n 4000 3150 2800 2500 2250 2000 1800 1600 1400

Q_v m³/s 0,6 0,8 1 1,4 2 3 4 5 7

Q_v m³/h 2200 3000 5000 7000 10000 14000 20000

C_v m/s 10 14 20 30 40 60 80 100

Pd Pa 50 100 200 300 500 1000 2000 3000 6000

Pd kgf/m² 5 10 20 30 50 100 200 300 600

	CODE	470 80T-471	470 80T-472	520 80T-471	520 80T-472	520 HP46 (E-471)	520 HP46 (E-472)
 Prestazioni Performance Prestaciones	Ø mm	470	470	520	520	520	520
	m³/h	10890	10890	11780	11780	13547	13547
	HP	28	28	43	43	43	43
	rpm	4000	4000	4000	4000	4000	4000
 Moltiplicatore Gear box Multiplicador	Code	07N1	07N2	07N1	07N2	07N1	07N2
	Nr.	1+N	2+N	1+N	2+N	1+N	2+N
	Speed 1	1:7.50	1:6.00	1:7.50	1:6.00	1:7.50	1:6.00
	Speed 2		1:7.50		1:7.50		1:7.50
 Peso Weight Peso	kg	44	54	48	58	49	59

Valori riferiti a prove con il bocche di uscita Ø80 mm
 Values referred to tests with Ø 80mm outlet
 Valores obtenidos en pruebas con el boca de salida de Ø 80 mm

Le ventole centrifughe sono fornite con frizione centrifuga in metallo con ferro.
 The centrifugal fans are equipped with a centrifugal clutch made of metal with brake lining.
 Las hélices centrifugas se suministran con embrague centrifugo de metal con ferodo.

Sprayer units

82 CATALOGO | CATALOGUE | CATALOGO 014A

Recuperado de: <http://www.ciesseventilatori.com/wp-content/uploads/2015/11/alta-pressione.pdf>

ANEXO 16.4: Ficha técnica del Aceite Hidráulico ISO 68.



ROSHFRANS
PONIENDO EL MUNDO A FUNCIONAR

Marzo 2016 Revisión: 6 Página 2 de 2

HOJA DE DATOS TÉCNICOS
DIVISIÓN INDUSTRIAL
Aceite para Sistemas Hidráulicos

Aceite Hidráulico Antidesgaste (AW) ISO VG 68

RECOMENDACIONES

- No se espera que este producto tenga un efecto adverso en la salud siempre y cuando se utilice para las aplicaciones aquí recomendadas.
- Evite el contacto prolongado del aceite usado con la piel. El contacto continuo del aceite usado en la piel ha causado cáncer en animales de laboratorio. En caso de tener contacto con el aceite lavar la piel con abundante agua y jabón.
- No utilizar este producto en sistemas de alta presión con la cercanía de fuentes de calor como flamas, chispas o superficies calientes.
- Mantenga su ropa de trabajo y las áreas de mantenimiento lo más limpias y ordenadas posible.

- Conserve el recipiente de los lubricantes limpio, bajo sombra y bien tapado para contrarrestar su contaminación.
- NO CONTAMINE.** No tire el aceite usado o nuevo al drenaje o al suelo, y evite quemarlo. Disponga del aceite usado de acuerdo con las normas de recolección locales, estatales y federales.
- Manténgase fuera del alcance de los niños y de los animales.

Cualquier duda sobre los lubricantes Roshfrans® y sus aplicaciones favor de comunicarse con nuestro Departamento de Soporte Técnico. Para mayor información de los aspectos de seguridad e higiene solicite a través de su Representante o Distribuidor Autorizado Roshfrans® la Hoja de Datos de Seguridad del Producto.

CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS

	MÉTODO ASTM D	VALORES TÍPICOS
Apariencia a Temperatura Ambiente	Visual	Brillante
Color ASTM	1500	2.0
Viscosidad Cinemática @ 40 °C, mm ² /s (cSt)	445	68.00
Viscosidad Cinemática @ 100 °C, mm ² /s (cSt)	445	8.493
Índice de Viscosidad	2270	94
Densidad @ 15.6 °C, kg/L	1298	0.8739
Punto de Inflamación, °C	92	220
Punto de Ecurrimiento, °C	97	-9
Número de Acidez (AN), mg KOH/g	974	0.30
Características Espumantes, ml/ml	892	
Secuencia I		0/0
Secuencia II		20/0
Secuencia III		0/0
Corrosión de Lámina de cobre, 3h @ 100 °C	130	1a
Características preventivas a la herrumbre	665 A&B	Aprobado

NOTA - Cabe hacer notar que el contenido de agua por Karl Fischer, el % de agua y sedimentos (ASTM E 203 y ASTM D 96 respectivamente) se cubren ampliamente.

Los valores indicados como Características Físicoquímicas se refieren solamente a valores promedio.
Se podrán esperar pequeñas variaciones en estos valores durante su manufactura las cuales no afectarán el desempeño del producto.

Recuperado de:

https://www.roshfrans.com/documentos/fichasTecnicasySeguridad/22_HDT_ACEITE_HIDRAULICO_ANTIDESGASTE.pdf

ANEXO 16.5: Ficha técnica de Tubos PCV 4".

Icontec Sello de Calidad RES 0501		Icontec Sello de Calidad NTC 382		Tuberías Presión PAVCO WAVIN								
Diámetro Nominal		Referencia	Peso	Diámetro Exterior Promedio		Espesor de Pared Mínimo		Diámetro Interior Promedio				
mm	pulg.		g/m	mm	pulg.	mm	pulg.	mm				
RDE 9 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 500 PSI												
21	1/2	2900266	218	21.34	0.84	2.37	0.09	16.60				
RDE 11 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 400 PSI												
26	3/4	2900210	304	26.67	1.05	2.43	0.09	21.81				
RDE 13.5 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 315 PSI												
21	1/2	2902449	157	21.34	0.84	1.58	0.06	18.18				
33	1	2900213	364	33.40	1.31	2.46	0.09	28.48				
RDE 21 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 200 PSI												
26	3/4	2900237	189	26.7	1.05	1.52	0.06	23.63				
33	1	2900220	252	33.4	1.31	1.60	0.06	30.20				
42	1.1/4	2900225	395	42.2	1.66	2.01	0.08	38.14				
48	1.1/2	2902450	514	48.3	1.90	2.29	0.09	43.68				
60	2	2902453	811	60.3	2.37	2.87	0.11	54.58				
73	2.1/2	2900230	1185	73.0	2.87	3.48	0.14	66.07				
88	3	2900233	1761	88.9	3.50	4.24	0.17	80.42				
114	4	2900240	2904	114.3	4.50	5.44	0.21	103.42				
168	6	2904616	5835	168.3	6.62	8.03	0.32	152.22				
RDE 26 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 160 PSI												
60	2	2900246	655	60.3	2.37	2.31	0.09	55.70				
73	2.1/2	2900248	964	73.0	2.87	2.79	0.11	67.45				
88	3	2900251	1438	88.9	3.50	3.43	0.13	82.04				
114	4	2900254	2376	114.3	4.50	4.39	0.17	105.52				
168	6	2904617	4759	168.3	6.62	6.48	0.25	155.32				
RDE 32.5 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 125 PSI												
88	3	2900256	1157	88.9	3.50	2.74	0.11	83.42				
114	4	2900258	1904	114.3	4.50	3.51	0.14	107.28				
RDE 41 PVC Presión de Trabajo a 23°C: 100 PSI												
114	4	2900261	1535	114.3	4.50	2.79	0.11	108.72				

Para Tuberías de 8", 10", 12", 14", 16", 18" y 20" de diámetro véase nuestro Manual Técnico Unión Platino. La longitud normal de los tramos es de 6mt. La Tubería no debe roscarse.

Recuperado de: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/MANUAL_PRESION_24-FEB-2020.pdf

ANEXO 16.6: Ficha técnica del Tractor Apache Solís 90.

		26 GT	35	50	60	75	75 NT	90	110 WT
APACHE TRACTORES APACHE SOLÍS									
Versiones									
Configuraciones	GTA 4WD (agrícola) GTP 4WD (parquear)	Rx 2WD	Rx 2WD Rx 4WD	Rx 2WD Rx 4WD	Rx 2WD Rx 4WD	Rx 2WD / Rx 4WD WT 4WD	NT 4WD (compacto)	Rx 2WD Rx 4WD	WT 4WD
Motor									
Marca / Modelo	Mitsubishi 53.2	Sonalka 3100 FLS	Sonalka 3102 IL	Sonalka 4100 FL	Sonalka 4100 FLT	Sonalka 4100 ELT	Sonalka 4105 FLT	Sonalka 4105 VLT	
Tipo	Aspirado	Aspirado	Aspirado	Turbodiesel	Turbodiesel	Turbodiesel	Turbo-diferencial	Turbo-diferencial	
Cilindros / Cilindrada	3 / 1.316 cc	3 / 2.780 cc	4 / 2.893 cc	4 / 3.767 cc	4 / 3.767 cc	4 / 3.767 cc	4 / 4.087 cc	4 / 4.087 cc	
Potencia	26 HP	36,5 HP	47,2 HP	58 HP	68,7 HP	75 HP	87,3 HP	110 HP	
Torque	75,2 Nm (2.200 rpm)	157 Nm (1.200 rpm)	190 Nm (1.200 rpm)	230 Nm (1.200 rpm)	278 Nm (1.200 rpm)	289 Nm (1.300 rpm)	339 Nm (1.400 rpm)	420 Nm (1.300 rpm)	
Inyección	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	Directa	
Transmisión									
Traacción	4WD	2WD	2WD / 4WD	2WD / 4WD	2WD / 4WD	4WD	2WD / 4WD	4WD	
Caja	Sonalka	Sonalka	Sonalka	Sonalka	Sonalka / Carraro	Carraro	Carraro	Carraro	
Marchas	8+2	8+2	8+2	8+2	8+2 (12+12 sincronizada)	12+12 (sincronizada)	12+12 (sincronizada)	24+24 (sincronizada)	
Velocidad máxima	17,5 Km/hora	31,7 Km/hora	29,9 Km/hora	35,1 Km/hora	31,3 Km/hora	31,1 Km/hora	32,3 Km/hora	36,6 Km/hora	
Embrague									
Tipo	Monodisco seco	Dual seco	Dual seco	Dual seco	Dual seco	Dual seco	Dual seco	Dual seco	
Disco	224 mm	Cerámico (260 mm)	Cerámico (260 mm)	Cerámico (260 mm)	Cerámico (280 mm)	Cerámico (310 mm)	Cerámico (310 mm)	Cerámico (310 mm)	
Frenos									
Tipo	Mecánicos (discos en baño de aceite)								
Dirección									
Tipo	Hidráulica				Hidráulica (con circuito independiente)				
Radio de giro	2,71 metros	3,1 metros	3,3 metros	3,9 metros	3,9 metros	3,3 metros	8,1 metros	5,2 metros	
TDP									
Tipo	Mecánica (540/1.000 rpm)	Semi-independiente (540 rpm)				Independiente (540 rpm)			
Sistema hidráulico									
Tipo	Centro abierto	Centro abierto	Centro abierto	Centro abierto	Centro abierto	Centro abierto	Centro abierto	Centro abierto	
Bomba	Engranajes	Engranajes	Engranajes	Engranajes	Engranajes	Engranajes	Engranajes	Engranajes	
Caudal	13,6 litros/minuto (170 bar)	18 litros/minuto (210 bar)	18 litros/minuto (210 bar)	33 litros/minuto (210 bar)	43,6 litros/minuto (210 bar)	43,6 litros/minuto (210 bar)	43,6 litros/minuto (210 bar)	43,6 litros/minuto (210 bar)	
3 puntos	CAT1 (800 kg)	CAT2 (1.200 Kg)	CAT2 (1.600 Kg)	CAT2 (2.000 Kg)	CAT2 (2.500 Kg)	CAT2 (2.500 Kg)	CAT2 (2.500 Kg)	CAT2 (4.500 Kg)	
Rodados									
Distancia	600-12 / 238-50-12 (GTP)	600x16	600-16 / 9-5x20R (4WD)	750-16 / 9-5x20R (4WD)	7-50-16 / 11-2x24R (4WD)	8,0x18R1	8,00-16 / 12-4x24R (4WD)	380R5x24R	
Traviesa	8,3x20 / 33x15,5-16,5 (GTP)	13,6x28R1	13,6x28R1	14,9x28R	16,9x30R1	14,9x24R1	18,4x30R1	480R5x34R	
Puesto de comando									
Tipo	Plataforma de comando abierta, con asiento regulable, barra protectora anti-vuelco (ROPS) y techo rígido opcional.								
Dimensiones									
Peso	880 Kg	2.080 Kg	2.2130 841 Kg	2.5702 980 Kg	2.8450 075 Kg	2.888 Kg	2.8703 150 Kg	4.250 Kg	
Largo	2.705 mm	3.610 mm	3.630 mm	3.740 mm	3.930 mm	4.150 mm	3.905 mm	4.045 mm	
Alto	2.153 mm	2.320 mm	2.200 mm	2.365 mm	2.600 mm	2.700 mm	2.640 mm	2.816 mm	
Ancho	1.038 mm	1.705 mm	1.710 mm	1.915 mm	1.930 mm	1.475 mm	2.000 mm	2.225 mm	
Trocha	825/894 mm	1.385/1.890 mm	1.290/1.570 mm	1.360/1.985 mm	1.360/1.830 mm	1.150/1.284 mm	1.420/1.835 mm	1.615/2.000 mm	
Distancia entre ejes	1.580 mm	1.950 mm	1.970/2.220 mm	2.000/2.320 mm	2.250/2.365 mm	2.210 mm	2.240/2.350 mm	2.376 mm	
Diapaja	320 mm	387 mm	310/350 mm	370 mm	370/375 mm	265/207 mm	405 mm	488 mm	
Tanque de combustible	26 litros	55 litros	55 litros	65 litros	76 litros	73 litros	76 litros	115 mm	



@apachetractores



03471 15-57-3420



www.apache.com.ar



marketing@apache.com.ar



COTIZACIÓN ONLINE
CLICK AQUÍ

Recuperado de: <https://www.mdirecto.com.ar/wp-content/uploads/2018/03/Folleto-Digital-Tractores-Apache-Sol%C3%ADs.pdf>

ANEXO 16.7: Ficha técnica de la bomba hidráulica VPPL.

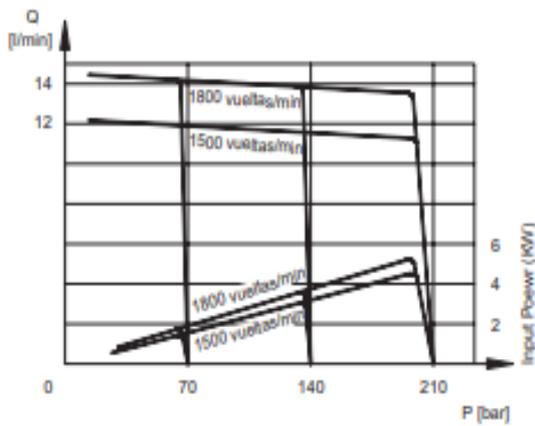


VPPL
SERIE 10

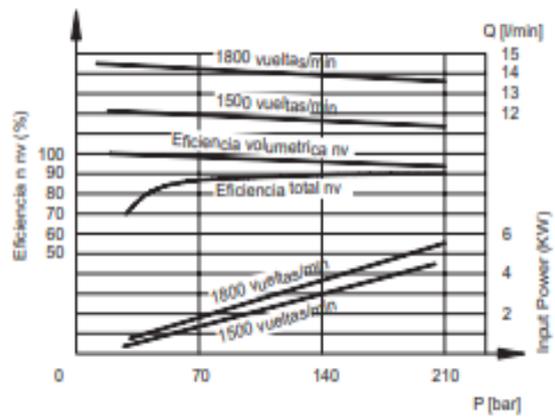
3 - CURVAS CARACTERISTICAS

3.1 - CURVAS CARACTERISTICAS BOMBAS VPPL-008 (valores medidos con aceite mineral de viscosidad de 36 cSt a 50°C)

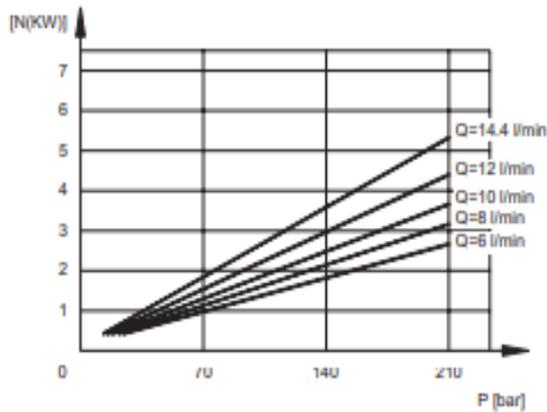
CURVAS CAUDAL/PRESION



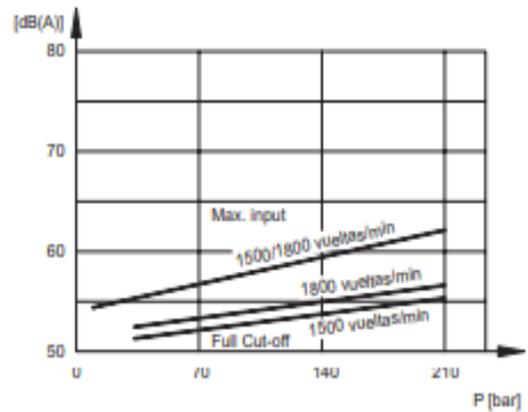
RENDIMIENTO VOLUMETRICO Y TOTAL



POTENCIA ABSORBIDA



NIVEL DE RUIDO



Recuperado de: http://hidraulik.com.ar/imgs/bombas_pistones/16200-3.pdf

ANEXO 16.8: Ficha técnica de la manguera R12 ¼”.

SERIE		SAE100 R12 - EN856 R12											
Manguera cuatro mallas metálicas													
Descripción: Manguera hidráulica cuatro mallas metálicas alta presión.													
Tubo interior: Negro, goma sintética resistente al aceite.													
Recubrimiento: Gris o negro, goma sintética resistente al aceite, agua, ozono.													
Refuerzo: 4 mallas metálicas.													
Temperatura: -40°C a +121°C para fluidos basados en petróleo.													
-40°C a +70°C para fluidos basados en agua.													
Aplicaciones: Sistemas hidráulicos con fluidos basados en petróleo o agua/glycol y para aceites y lubricantes.													
Terminal: PF-xxxx (3/8"-1"); PF-xxxx-4 (1 1/4"-2")													
Casquillo: P1500-xx (1/4"-1"); P1000-xx (1 1/4"-2")													
Diámetro interior (in) (mm)		Diámetro sobre malla (in) (mm)		Diámetro exterior (in) (mm)		Máxima presión trabajo (psi) (bar)		Mínima presión rotura (psi) (bar)		Radio curvatura (in) (mm)		Peso (kg/mtr)	
3/8	9,5	0,677	17,2	0,772	19,6	4000	276	16000	1104	5,0	130	0,59	
1/2	12,7	0,815	20,7	0,909	23,1	4000	276	16000	1104	7,0	180	0,77	
5/8	15,9	0,969	24,6	1,079	27,4	4000	276	16000	1104	8,0	200	1,04	
3/4	19,0	1,091	27,7	1,185	30,1	4000	276	16000	1104	9,5	240	1,20	
1	25,4	1,374	34,9	1,469	37,3	4000	276	16000	1104	12,0	300	1,79	
1 1/4	31,8	1,728	43,9	1,823	46,3	3000	207	12000	828	16,5	420	2,53	
1 1/2	38,1	1,984	50,4	2,079	52,8	2500	172	10000	688	20,0	500	3,05	
2	50,8	2,504	63,6	2,583	65,6	2500	172	10000	688	25,0	630	4,19	

Recuperado de: <https://nosoloherramientas.es/wp-content/uploads/2013/10/Catalogo-de-MANGUERA-HIDRAULICA.pdf>

ANEXO 16.9: Ficha técnica del Polipasto REMA Select 200.



REMA Select 200 Hand chain hoist

Article number 0120007
Type S200OD-2000KG
EAN 8717365261640

The REMA Select 200 is a robust hand chain hoist for heavy and intensive use, safety and ergonomics comes on the first place. The type with OD have a Overload Device.

Properties

- Overload prevention device to prevents hoists from dangerous overloads.
- Low operating effort at full due to bearing support and driving gear.
- Extremely safe operation thanks to a double brake pawl system.
- Self-locking brake with asbestos-free friction discs.
- Chain wheels are made of precision and strain-resistant alloy steel.
- Suspension and load hooks with safety latches.
- Load hooks will yield under overload instead of abrupt breaking.
- Zinc-plated load chain (Grade 80 vigs EN 818-7).
- Zinc-plated hand chain.
- Reliable steel plate housing in orange finishing (powder coating) with REMA stance in it.
- Chain hoist is CE and TÜV/GS tested.
- * = Without overload device.



Hand chain (mm)	5.0 x 23.7
Hand force max. (kg)	34.3
Construction height (mm)	385
Weight (kg)	20.0
A (mm)	185
B (mm)	175
C (mm)	35
D (mm)	49
H (mm)	385
Capacity range	250 kg - 20.000 kg

Standard delivery

- Lifting height 3 meter.
- Handchain height 2,5 meter

Recuperado de:

https://www.manutan.es/DownloadDocument?fileType=pdf&pageld=321YZ25_007GY1LRN0007TP

ANEXO 16.10: Ficha técnica del Filtro de Malla TS150A.



Recuperado de: <http://www.waderain.com/index.php?page=store&c1=filtros>

ANEXO 16.11: Planchas de Acero estructural LAC ASTM A36.



Vigas - Planchas - Tubos - Angulos - Canales - Válvulas - Fittings

PLANCHAS DE ACERO ESTRUCTURAL LAMINADAS EN CALIENTE ASTM A 36/A 36M

Dimensiones y Pesos Teóricos

SISTEMA METRICO			SISTEMA INGLES, REFERENCIAL			PESOS TEORICOS			AREA DE PLANCHA	
Espesor mm	Ancho mm	Largo mm	Espesor	Ancho pie	Largo pie	kg/plancha	kg/m ²	kg/pie ²	m ²	pie ²
5.9	1200	2400	1/4"	4	8	133.39	46.32	4.30	2.88	31.0
6.0	1200	2400	1/4"	4	8	135.65	47.10	4.38	2.88	31.0
6.4	1200	2400	1/4"	4	8	144.69	50.24	4.67	2.88	31.0
7.9	1200	2400	5/16"	4	8	178.60	62.02	5.76	2.88	31.0
8.0	1200	2400	5/16"	4	8	180.86	62.80	5.83	2.88	31.0
9.0	1200	2400	3/8"	4	8	203.47	70.65	6.56	2.88	31.0
9.5	1200	2400	3/8"	4	8	214.78	74.58	6.93	2.88	31.0
12.0	1200	2400	1/2"	4	8	271.30	94.20	8.75	2.88	31.0
12.5	1200	2400	1/2"	4	8	282.60	98.13	9.12	2.88	31.0
12.7	1200	2400	1/2"	4	8	287.12	99.70	9.26	2.88	31.0
16.0	1200	2400	5/8"	4	8	361.73	125.60	11.67	2.88	31.0
19.0	1200	2400	3/4"	4	8	429.55	149.15	13.86	2.88	31.0
22.0	1200	2400	7/8"	4	8	497.38	172.70	16.04	2.88	31.0
25.0	1200	2400	1"	4	8	565.20	196.25	18.23	2.88	31.0
32.0	1200	2400	1 1/4"	4	8	723.46	251.20	23.34	2.88	31.0
38.0	1200	2400	1 1/2"	4	8	859.10	298.30	27.71	2.88	31.0
50.0	1200	2400	2"	4	8	1130.40	392.50	36.46	2.88	31.0
65.0	1200	2400	2 1/2"	4	8	1469.52	510.25	47.40	2.88	31.0
75.0	1200	2400	3"	4	8	1695.60	588.75	54.70	2.88	31.0
100.0	1200	2400	4"	4	8	2260.80	785.00	72.93	2.88	31.0

Recuperado de: http://www.tubisa.com.pe/wordpress/wp-content/uploads/2017/06/Planchas-Estructurales-ASTM-A-36_A-36M_Ancho-de-1200mm_Final_1.pdf

ANEXO 16.12: Tubos de Acero LAC SIDERPERU.



Tubos LAC Cuadrado Mecánico									
Dimensión Exterior		Espesores (mm)							
Pulgadas	mm	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0	3.3	4.0
1"		X	X	X					
1.1/4"		X	X	X					
1.1/2"		X	X	X	X	X	X		
	20	X	X	X					
	30	X	X	X					
	40	X	X	X					
	50	X	X	X	X	X	X	X	X
	77.5	X	X	X	X	X	X	X	X
2"		X	X	X	X	X	X	X	X
2.1/2"			X	X	X	X	X	X	X
3"			X	X	X	X	X	X	X
	100		X	X	X	X	X	X	X
4"			X	X	X	X	X	X	X

Tubos LAC Rectangular Mecánico									
Dimensión Exterior		Espesores (mm)							
Pulgadas	mm	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0	3.3	4.0
	20 x 40	X	X	X					
1" x 2"		X	X	X					
	40 x 50	X	X	X					
	30 x 40	X	X	X					
	30 x 50	X	X	X					
	30 x 60	X	X	X					
	40 x 60	X	X	X	X	X	X		
1" x 3"		X	X	X	X	X	X		
	40 x 80	X	X	X	X	X	X		
2"	50 x 70	X	X	X	X	X	X		
2" x 3"			X	X	X	X	X	X	X
	50 x 100		X	X	X	X	X	X	X
2" x 4"			X	X	X	X	X	X	X
2" x 5"				X	X	X	X	X	X
2" x 6"				X	X	X	X	X	X

LONGITUD:

Los tubos se suministran en 6.0 m de longitud. Se puede suministrar en otras longitudes a solicitud del cliente.

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES Y DE FORMA:

Tubo LAC Redondo Mecánico							
Diámetro Exterior		Espesores (mm)					
Pulgada	mm	1.5	1.8	2.0	2.3	2.5	3.0
1 1/4"	31.8	X	X	X			
1 3/8"	34.9	X	X	X			
1 1/2"	38.1	X	X	X			
	38	X	X	X			
1 3/4"	44.5	X	X	X			
	45	X	X	X			
2"	50.8	X	X	X			
	50	X	X	X			
2 1/4"	57.2	X	X	X			
2 1/2"	63.5	X	X	X	X	X	X
3"	76.2	X	X	X	X	X	X

Recuperado de:

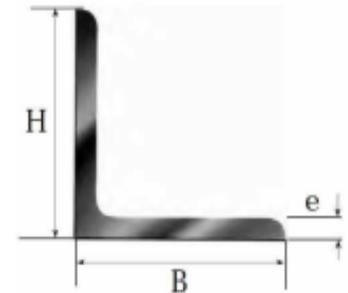
https://www.siderperu.com.pe/sites/pe_gerdau/files/PDF/FT%20Tubo%20LAC%20EXPO RT%20SIDERPERU%2005abr19.pdf

ANEXO 16.13: Ángulos de Acero LAC YOHERSA.

Dimensiones y pesos nominales (kg/m)

Sistema inglés | ASTM A36 | Lados Iguales

Espesor pulg t	Base pulg b	Altura pulg h	Peso	
			kg/m	kg/6m
1/8"	5/8"	5/8"	0.71	4.26
	3/4"	3/4"	0.87	5.22
	1"	1"	1.19	7.14
1/4"	1 1/4"	1 1/4"	1.51	9.06
	1 1/2"	1 1/2"	1.82	10.92
	2"	2"	2.46	14.76
3/16"	1"	1"	1.72	10.32
	1 1/4"	1 1/4"	2.20	13.20
	1 1/2"	1 1/2"	2.67	16.02
1/2"	2"	2"	3.63	21.78
	2 1/2"	2 1/2"	4.58	27.48
	3"	3"	5.53	33.18
3/8"	1"	1"	2.22	13.32
	1 1/4"	1 1/4"	2.85	17.10
	1 1/2"	1 1/2"	3.49	20.94
1/2"	2"	2"	4.75	28.50
	2 1/2"	2 1/2"	6.02	36.12
	3"	3"	7.29	43.74
5/16"	3 1/2"	3 1/2"	8.56	51.36
	4"	4"	9.82	58.92
	2"	2"	5.84	35.04
3/8"	2 1/2"	2 1/2"	7.43	44.58
	3"	3"	9.01	54.06
	3 1/2"	3 1/2"	10.60	63.60
1/2"	4"	4"	12.18	73.08
	5"	5"	15.35	92.10
	6"	6"	18.52	111.12
3/8"	2"	2"	6.89	41.34
	3"	3"	10.70	64.20
	3 1/2"	3 1/2"	12.60	75.60
1/2"	4"	4"	14.50	87.00
	5"	5"	18.30	109.80
	6"	6"	22.11	132.66
5/8"	3"	3"	13.95	83.70
	4"	4"	19.02	114.12
	5"	5"	24.09	144.54
3/4"	6"	6"	29.16	174.96
	5"	5"	29.71	178.26
	6"	6"	36.05	216.30
3/4"	8"	8"	48.73	292.38
	8"	8"	58.00	348.00



Recuperado de: <https://www.yohersa.com/angulo-estructural>

ANEXO 16.14: *Tubos circulares estructurales de Acero.*

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	STD		SCH-40		XS		SCH-80		SCH-160	
		Espesor Nominal	Peso								
Pulgadas	mm	mm	kg/m								
1/4	13.7	2.24	0.63	2.24	0.63	3.02	0.80	3.02	0.80	-	-
3/8	17.1	2.31	0.84	2.31	0.84	3.20	1.10	3.20	1.10	-	-
1/2	21.3	2.77	1.27	2.77	1.27	3.73	1.62	3.73	1.62	4.78	1.95
3/4	26.7	2.87	1.69	2.87	1.69	3.91	2.20	3.91	2.20	5.56	2.90
1	33.4	3.38	2.50	3.38	2.50	4.55	3.24	4.55	3.24	6.35	4.24
1 1/4	42.2	3.56	3.39	3.56	3.39	4.85	4.47	4.85	4.47	6.35	5.61
1 1/2	48.3	3.68	4.05	3.68	4.05	5.08	5.41	5.08	5.41	7.14	7.25
2	60.3	3.91	5.44	3.91	5.44	5.54	7.48	5.54	7.48	8.74	11.11
2 1/2	73.0	5.16	8.63	5.16	8.63	7.01	11.41	7.01	11.41	9.53	14.92
3	88.9	5.49	11.29	5.49	11.29	7.62	15.27	7.62	15.27	11.13	21.35
4	114.3	6.02	16.07	6.02	16.07	8.56	22.32	8.56	22.32	13.49	33.54
5	141.3	6.55	21.77	6.55	21.77	9.53	30.97	9.53	30.97	15.88	49.12
6	168.3	7.11	28.26	7.11	28.26	10.97	42.56	10.97	42.56	18.26	67.57
8	219.1	8.18	42.55	8.18	42.55	12.70	64.64	12.70	64.64	23.01	111.27
10	273.0	9.27	60.29	9.27	60.29	12.70	81.55	15.09	95.98	28.58	172.27
12	323.8	9.53	73.88	10.31	79.71	12.70	97.46	17.48	132.05	33.32	238.69
14	355.6	9.53	81.33	11.13	94.55	12.70	107.39	19.05	158.11	35.71	281.72
16	406.4	9.53	93.27	12.70	123.31	12.70	123.30	21.44	203.54	40.49	365.38
18	457	9.53	105.16	14.27	155.81	12.70	139.15	23.83	254.57	45.24	459.39
20	508	9.53	117.15	15.09	183.43	12.70	155.12	26.19	311.19	50.01	564.85
22	559	9.53	129.13	-	-	12.70	171.09	28.58	373.85	53.98	672.30
24	610	9.53	141.12	17.48	255.43	12.70	187.06	30.96	442.11	59.54	808.27

ANEXO 16.15: Ficha técnica de la boquilla.



ARBORICULTURA
VITICULTURA
ALBUZ
Catálogo 2019



DISCOS & CORES

Boquilla a turbulencia

CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

- Los características de la cerámica ALBLIZ® permiten trabajar con fuertes presiones conservando al mismo tiempo la precisión y los resultados.
- Chorro cónico hueco constituido de finas gotitas.
- Es posible elegir su ángulo de aplicación escogiendo el acoplamiento Disc (AD) & Core (AC) correspondiente.

» Presión recomendada : 10 bar.

» Información sobre el tamaño de la gotitas (ver página 5)

» Modelos existentes en **cono hueco** y en **cono lleno**

CUADRO CONO HUECO

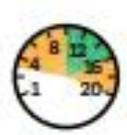
Disc	Core	Diámetro de los orificios	l / mn							Angulos	
			3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	10 bar	15 bar	20 bar	10 bar	20 bar
AD 1	AC 13	0,8	0,24	0,27	0,3	0,33	0,41	0,49	0,56	70°	79°
AD 2	AC 13	1,02	0,31	0,35	0,39	0,42	0,53	0,64	0,73	87°	97°
AD 3	AC 13	1,2	0,36	0,41	0,45	0,49	0,61	0,74	0,84	89°	98°
AD 4	AC 13	1,56	0,45	0,52	0,57	0,62	0,78	0,93	1,06	99°	103°
AD 5	AC 13	2	0,55	0,62	0,69	0,75	0,94	1,13	1,29	102°	105°
AD 1	AC 23	0,8	0,28	0,32	0,35	0,38	0,48	0,57	0,65	66°	74°
AD 2	AC 23	1,02	0,37	0,43	0,47	0,51	0,64	0,77	0,88	83°	93°
AD 3	AC 23	1,2	0,44	0,51	0,56	0,61	0,76	0,92	1,04	84°	92°
AD 4	AC 23	1,56	0,56	0,64	0,71	0,77	0,97	1,16	1,32	92°	98°
AD 5	AC 23	2	0,72	0,82	0,91	0,99	1,24	1,49	1,7	96°	99°
AD 6	AC 23	2,4	0,85	0,97	1,07	1,16	1,46	1,75	2	99°	101°
AD 1	AC 25	0,8	0,41	0,46	0,51	0,55	0,7	0,84	0,95	50°	60°
AD 2	AC 25	1,02	0,59	0,67	0,74	0,8	1,01	1,21	1,38	57°	66°
AD 3	AC 25	1,2	0,72	0,81	0,9	0,98	1,23	1,48	1,68	63°	69°
AD 4	AC 25	1,56	1,02	1,16	1,28	1,39	1,75	2,1	2,39	75°	80°
AD 5	AC 25	2	1,41	1,6	1,77	1,92	2,42	2,9	3,3	77°	80°
AD 6	AC 25	2,4	1,73	1,97	2,18	2,37	2,98	3,57	4,07	82°	85°
AD 7	AC 25	2,8	2,07	2,36	2,61	2,83	3,57	4,28	4,87	88°	91°
AD 1	AC 45	0,8	0,48	0,55	0,61	0,66	0,83	1	1,14	32°	39°
AD 2	AC 45	1,02	0,73	0,83	0,92	1	1,26	1,51	1,72	46°	53°
AD 3	AC 45	1,2	0,92	1,05	1,16	1,26	1,58	1,9	2,16	48°	52°
AD 4	AC 45	1,56	1,35	1,54	1,7	1,85	2,32	2,79	3,17	59°	60°
AD 5	AC 45	2	1,92	2,19	2,42	2,63	3,31	3,97	4,52	68°	70°
AD 6	AC 45	2,4	2,46	2,79	3,09	3,35	4,22	5,07	5,77	72°	75°
AD 7	AC 45	2,8	3,01	3,43	3,79	4,11	5,18	6,21	7,07	79°	80°
AD 1	AC 46	0,8	0,55	0,62	0,69	0,75	0,94	1,13	1,29	23°	27°
AD 2	AC 46	1,02	0,92	1,05	1,16	1,26	1,58	1,9	2,16	26°	30°
AD 3	AC 46	1,2	1,2	1,37	1,51	1,64	2,06	2,48	2,82	30°	30°
AD 4	AC 46	1,56	2,03	2,32	2,56	2,78	3,5	4,2	4,78	35°	35°
AD 5	AC 46	2	3,11	3,54	3,91	4,24	5,34	6,41	7,3	40°	42°
AD 6	AC 46	2,4	4,12	4,69	5,18	5,62	7,08	8,49	9,67	45°	46°
AD 7	AC 46	3,230	5,49	6,40	7,10	7,84	10,16	12,43	14,33	55°	53°

CUADRO CONO LLENO

Disc	Core	Diámetro de los orificios	l / mn							Angulos	
			3 bar	4 bar	5 bar	6 bar	10 bar	15 bar	20 bar	10 bar	20 bar
AD 1	AC 31	0,8	0,53	0,61	0,67	0,73	0,92	1,1	1,25	39°	39°
AD 2	AC 31	1,02	0,82	0,93	1,03	1,12	1,41	1,69	1,92	87°	95°
AD 3	AC 31	1,2	0,87	0,99	1,1	1,19	1,5	1,8	2,05	65°	62°
AD 1	AC 35	0,8	0,53	0,61	0,67	0,73	0,92	1,1	1,25	34°	40°
AD 2	AC 35	1,02	0,92	1,05	1,16	1,26	1,58	1,9	2,16	39°	39°
AD 3	AC 35	1,2	1,28	1,46	1,61	1,75	2,2	2,64	3	44°	42°
AD 4	AC 35	1,56	2,08	2,37	2,62	2,84	3,58	4,3	4,89	77°	72°
AD 5	AC 35	2	2,62	2,98	3,3	3,58	4,51	5,41	6,16	37°	34°
AD 2	AC 56	1,02	0,88	1	1,11	1,2	1,52	1,82	2,07	21°	20°
AD 3	AC 56	1,2	1,19	1,36	1,5	1,63	2,05	2,46	2,8	28°	32°
AD 4	AC 56	1,56	2,05	2,33	2,58	2,8	3,52	4,23	4,81	35°	38°
AD 5	AC 56	2	3,46	3,94	4,36	4,73	5,96	7,15	8,14	43°	40°
AD 6	AC 56	2,1	5,11	5,82	6,43	6,98	8,78	10,54	12	56°	49°
AD 7	AC 56	2,3	6,87	7,81	8,64	9,38	11,8	14,17	16,12	68°	64°

APLICACIONES

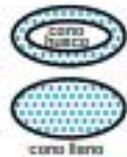
Todos tipos de tratamientos (herbicidas, fungicidas, insecticidas, etc...)



3-20 bar



80°



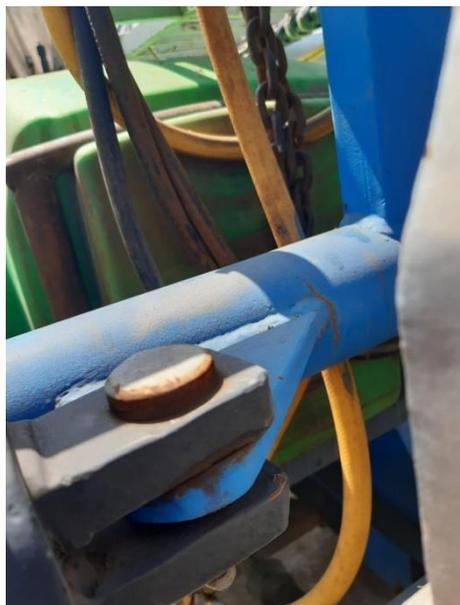
cono hueco
cono lleno



ANEXO 17: Fotos de la Nebulizadora Ciclón 2000.

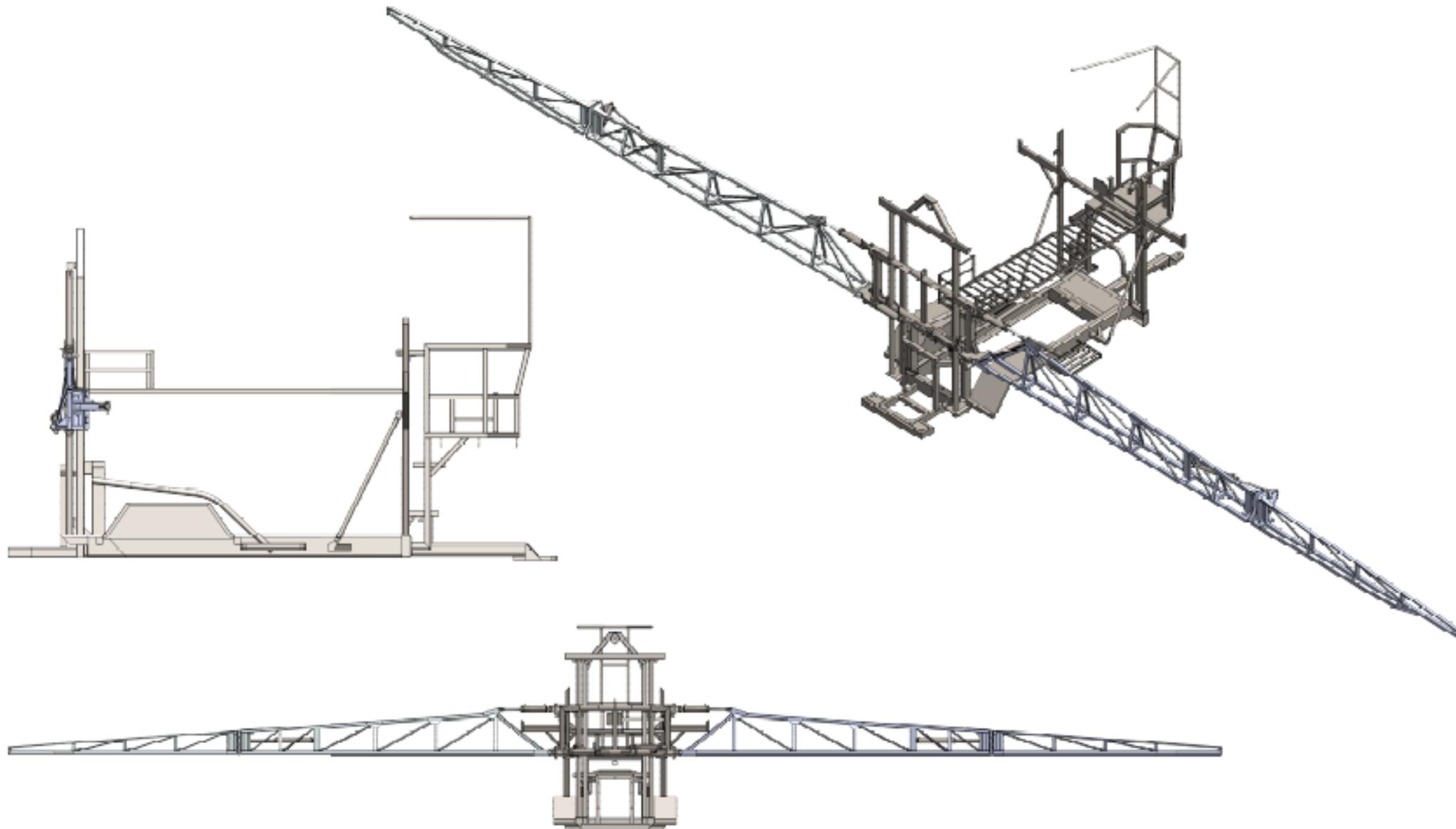


ANEXO 18: *Mantenimiento Correctivo de la Nebulizadora Ciclón 2000.*

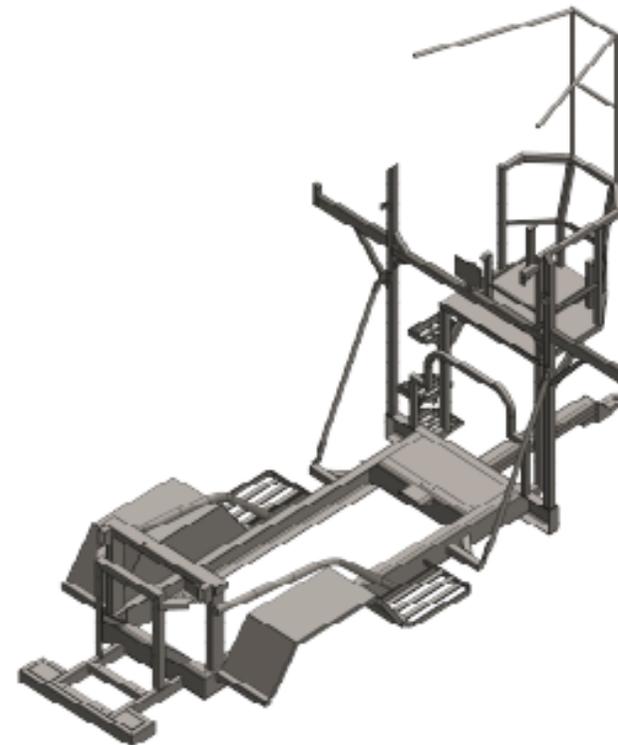
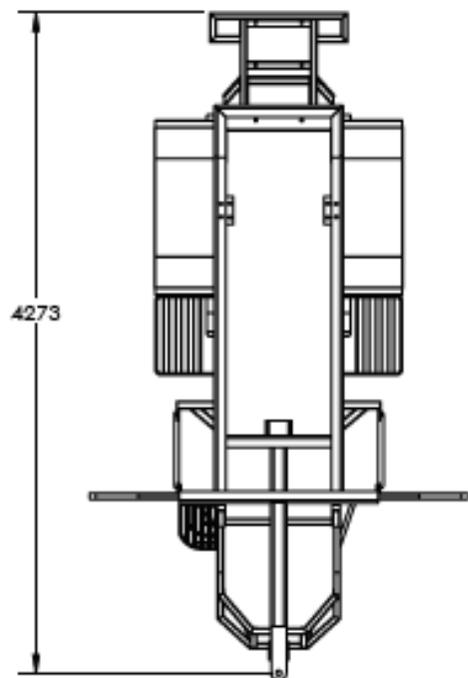
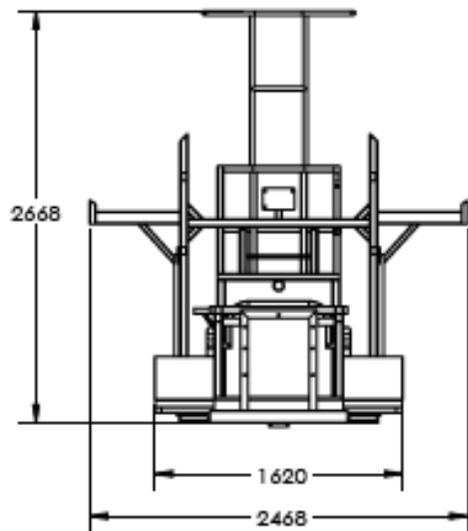


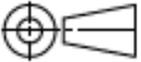
ANEXO 19: *Planos de fabricación.*

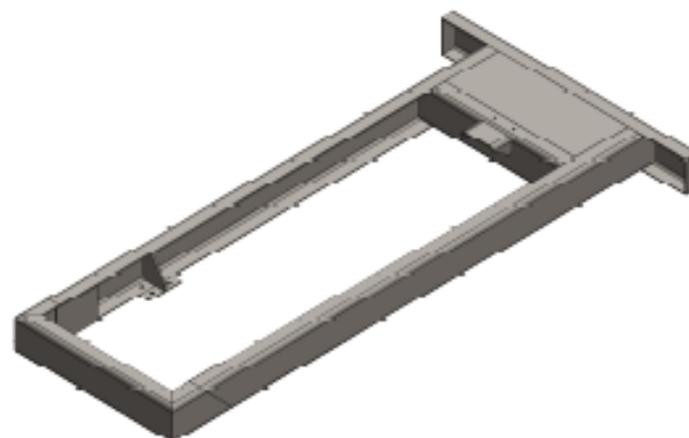
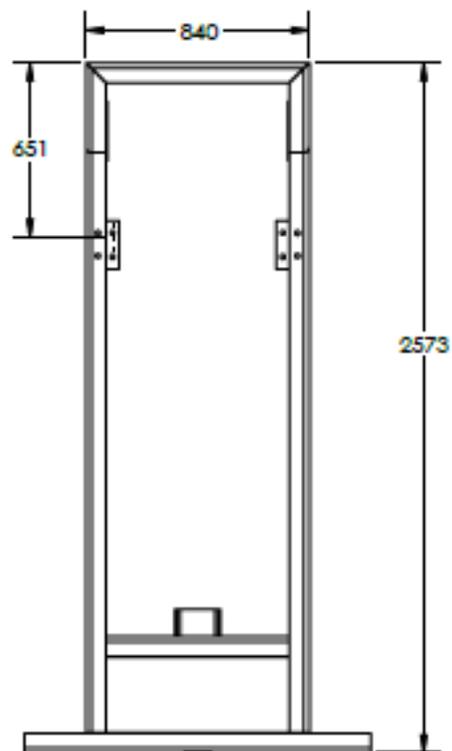
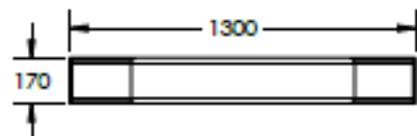
PLANOS



	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I	TÍTULO:
UNIDADES: mm	MATERIAL: Acero ASTM A36	<i>Estructura Nebulizadora Cyclon 2000</i>
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	N.º DE DIBUJO EG-NC2000	A4
CÓDIGO:	PROJ.:	ESCALA: 1:100
		HOJA 1 DE 1



	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I	TÍTULO:	
TESIS:	UNIDADES: mm	CHASIS	
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO EG-CH	A4
CÓDIGO	FECHA	ESCALA	HOJA 1 DE 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DISÑADOR:
ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE

PERIODO: 2020-I
UNIDADES:
mm

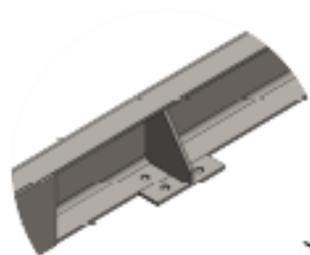
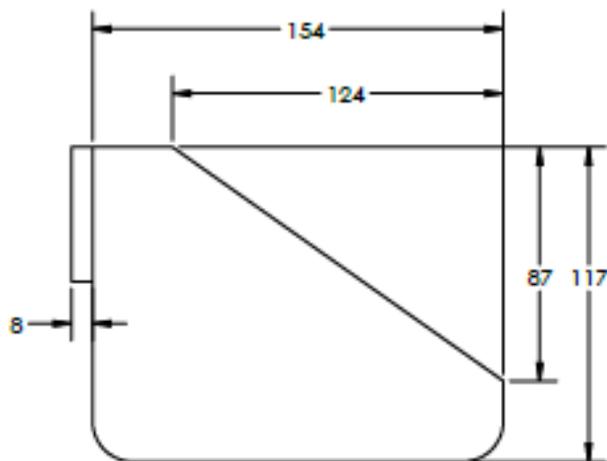
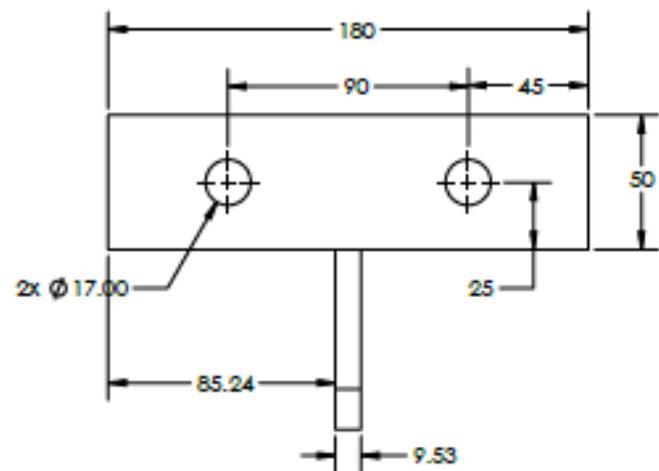
TÍTULO:
CHASIS

TESIS:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA
NEBULIZADORA CICLON 2000

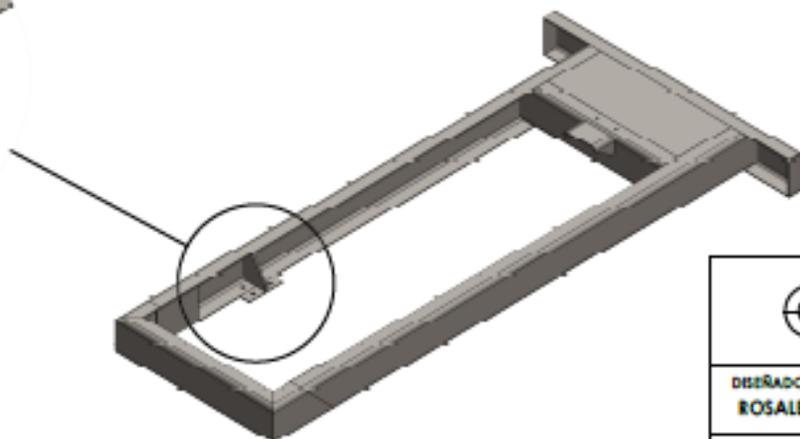
MATERIAL:
Acero ASTM A36

N.º DE DIBUJO
PCH-08

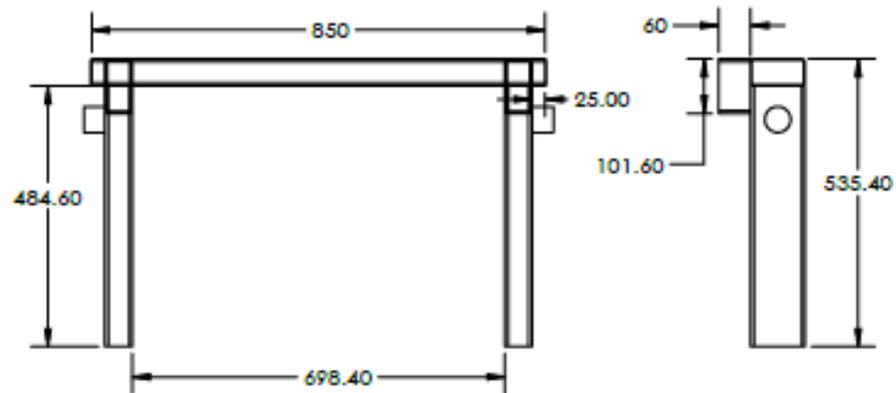
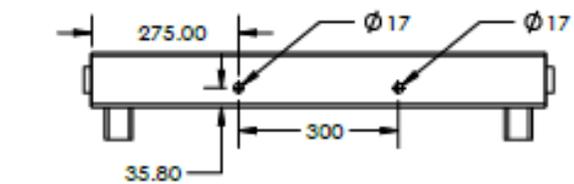
A4



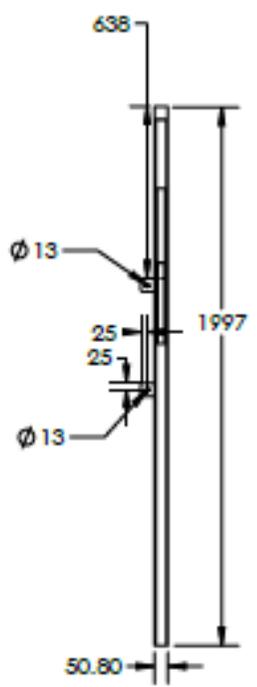
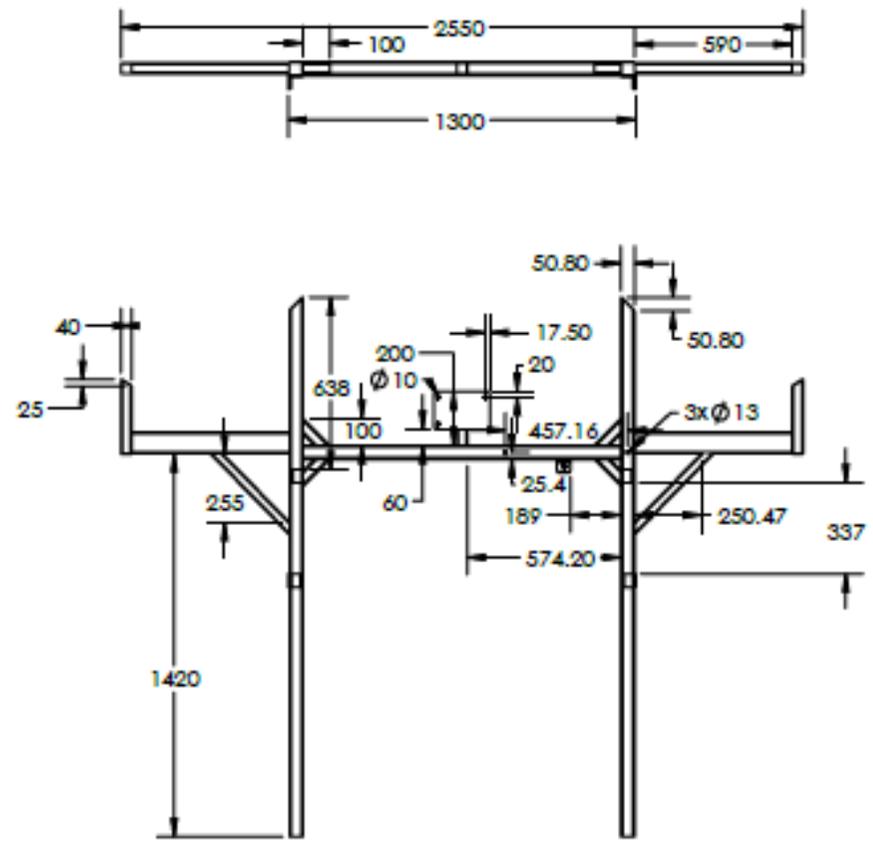
DETALLE J
ESCALA 1 : 10



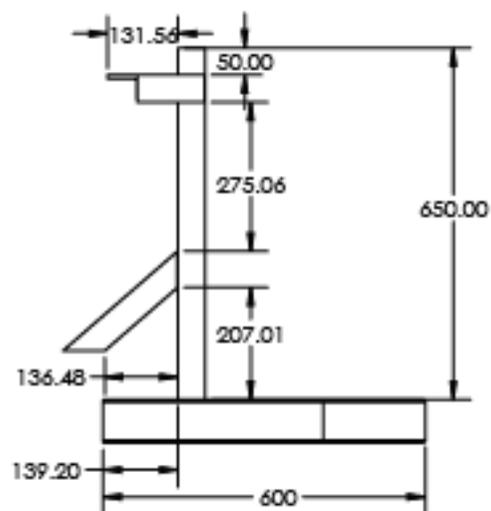
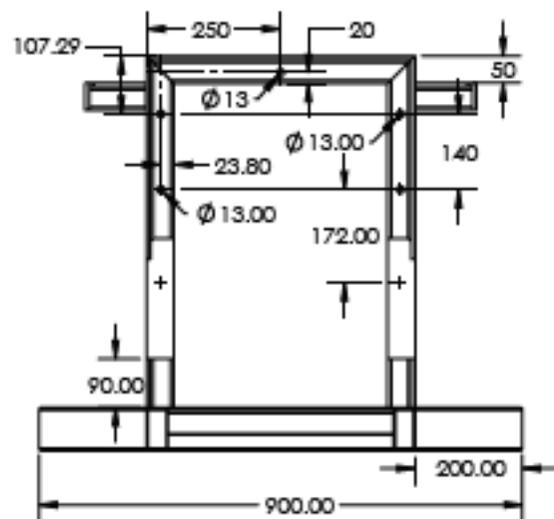
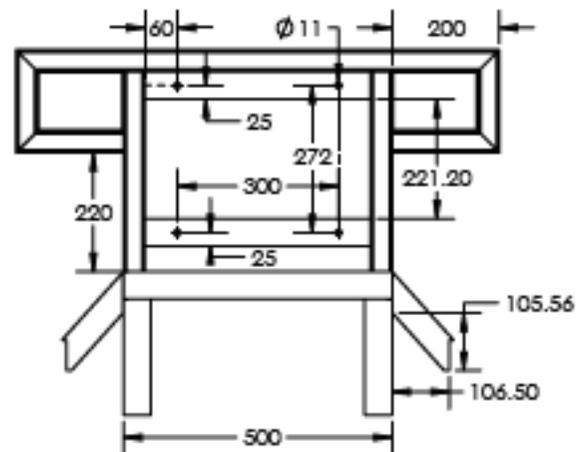
		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
		PERIODO: 2020-I UNIDADES: mm	TÍTULO: CHASIS	
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000		MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO PCH-31	A4
código	fecha	escala/1:10	hoja 13 de 13	



	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I UNIDADES: mm	TÍTULO: <i>CHASIS</i>
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLÓN 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO PCH-10	A4
<small>código</small>	<small>PROJ.</small>	<small>ESCALA: 1:1</small>	<small>HOJA 2 DE 2</small>



	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I UNIDADES: mm	TÍTULO: CHASIS
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO PCH-12	A4
CÓDIGO	PROJ.	ESCALA: 1:30	HOJA 2 DE 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DISEÑADOR:
ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE

PERIODO: 2020-I

TÍTULO:

UNIDADES:
mm

CHASIS

TEMA:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA
NEBULIZADORA CICLON 2000

MATERIAL:
Acero ASTM A36

N.º DE DIBUJO

PCB-11

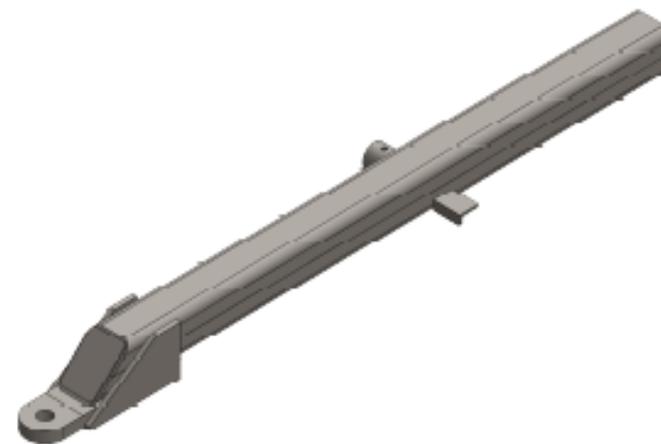
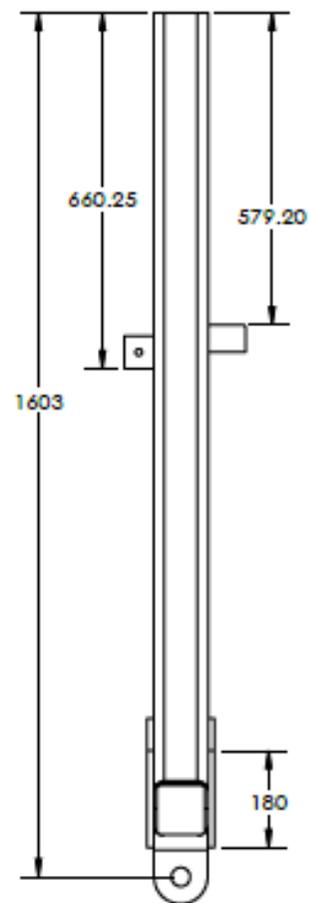
A4

CÓDIGO

PROJ.

ESCALA/1:10

KOM2 DIB



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DISEÑADOR:
ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE

PERIODO: 2020-I
UNIDADES:
mm

TÍTULO:
CHASIS

TESIS:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA
NEBULIZADORA CICLON 2000

MATERIAL:
Acero ASTM A36

N.º DE DIBUJO
PCH-18

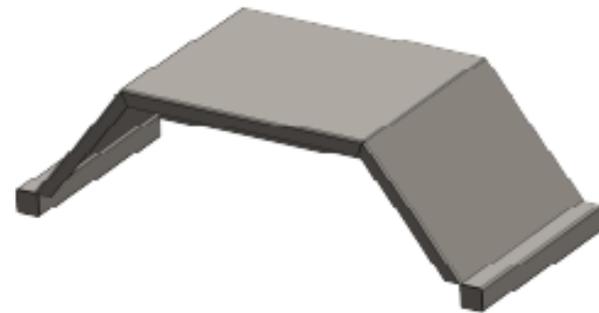
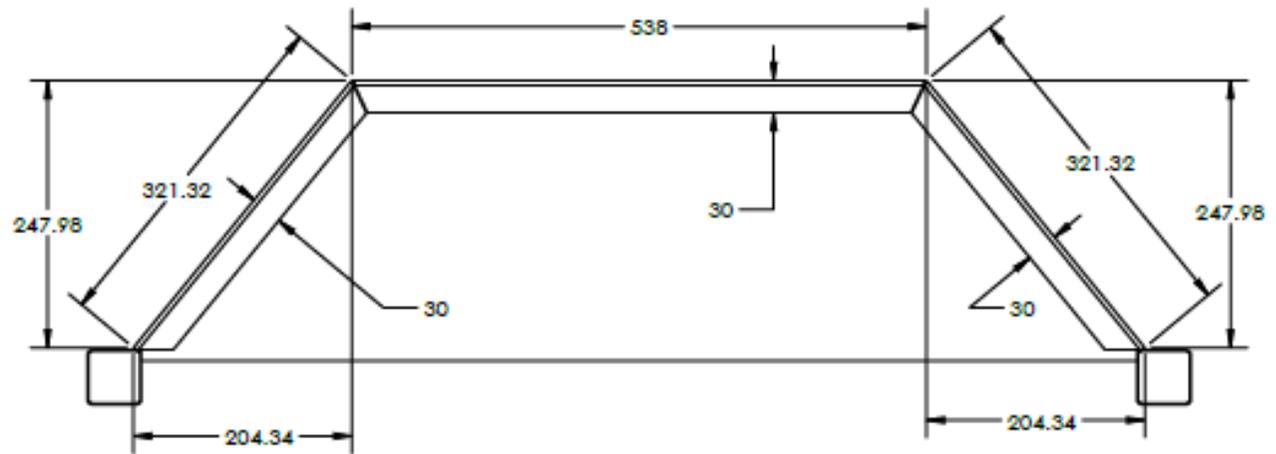
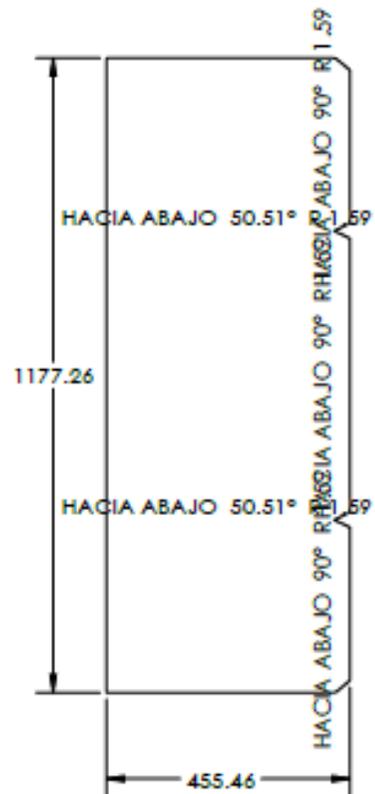
A4

CÓDIGO

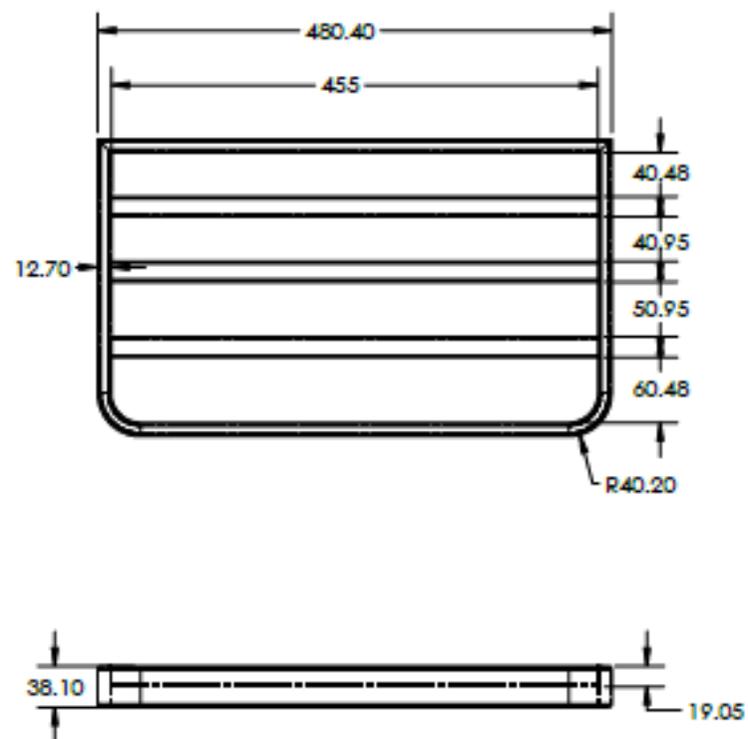
PRO:

ESCALA: 1:30

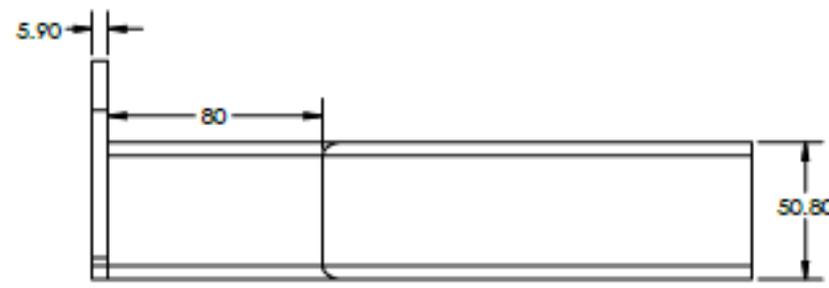
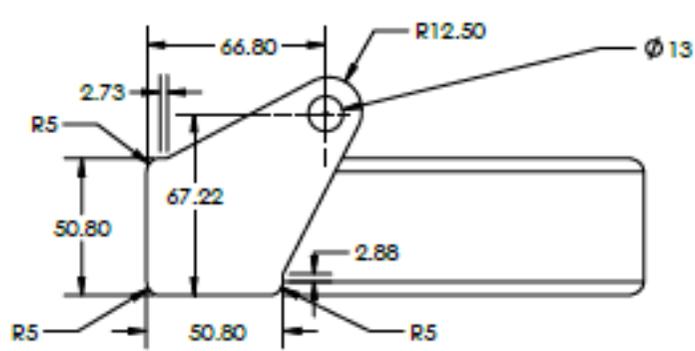
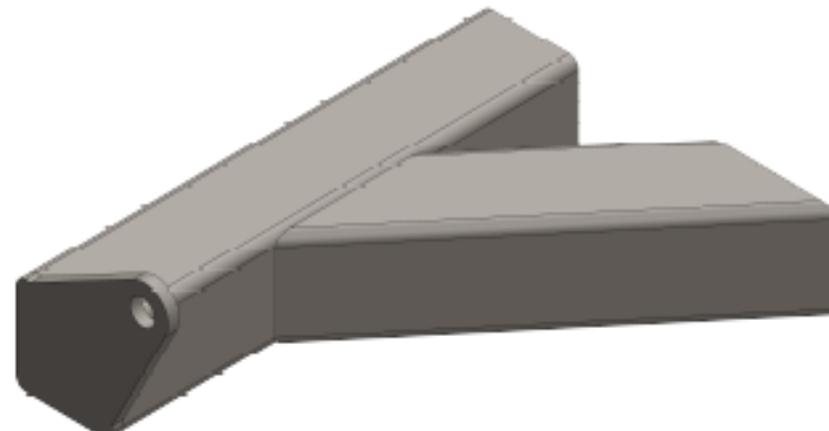
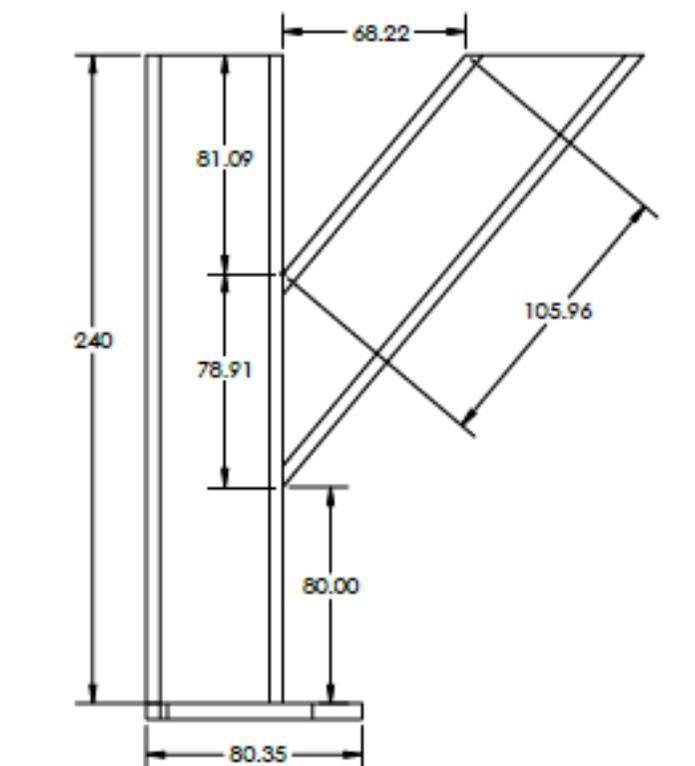
HOLLA 1 DE 8



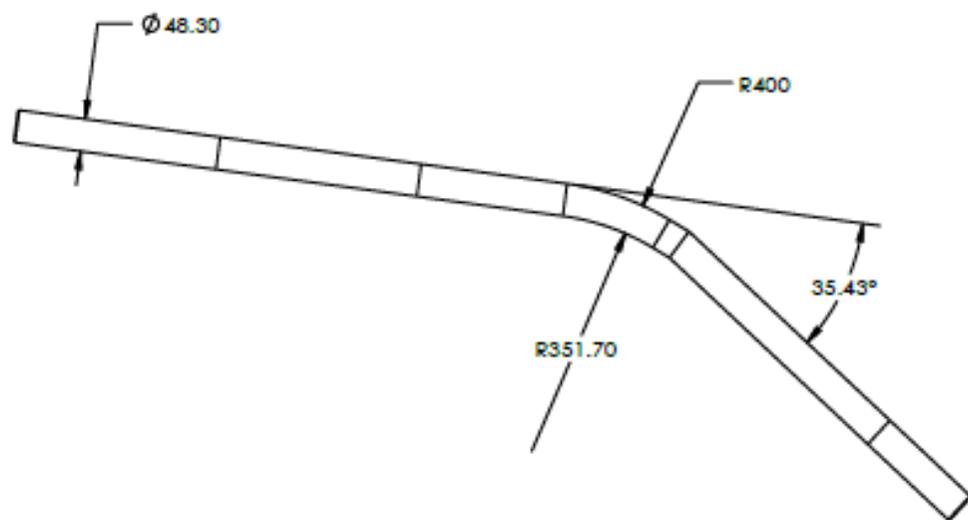
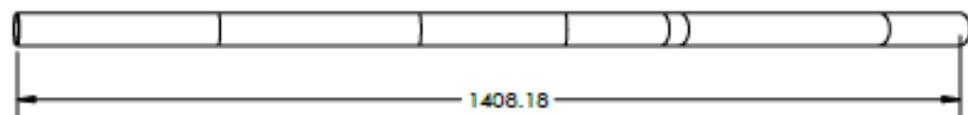
	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-1 UNIDADES: mm	TÍTULO: CHASIS
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO PCH-20	A4
CÓDIGO	PRO:	ESCALA: 1:10	HOLLA: 3 DE 3



		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE		PERIODO: 2020-I	TÍTULO: CHASIS
TECIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLÓN 2000		UNIDADES: mm	N.º DE DIBUJO PCH-21
MATERIAL: Acero ASTM A36		ESCALA:	HOJA: 002
PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO	PROYECTO



 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		PERIODO: 2020-I		TÍTULO:	
		UNIDADES: mm		CHASIS	
DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE		MATERIAL: Acero ASTM A36		N.º DE DIBUJO PCH-23	
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000		ESCALA: 1:1		HOJA 3 DE 3	
A4					



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DISEÑADOR:
ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE

PERIODO: 2020-I

TÍTULO:

TESIS:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA
NEBULIZADORA CICLÓN 2000

UNIDADES:
mm

CHASIS

MATERIAL:
Acero ASTM A36

N.º DE DIBUJO
PCH-26

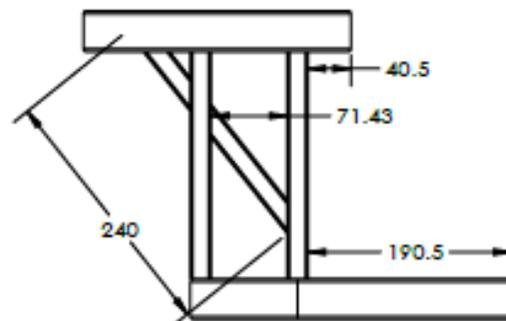
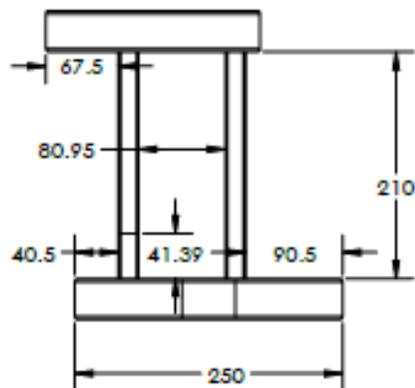
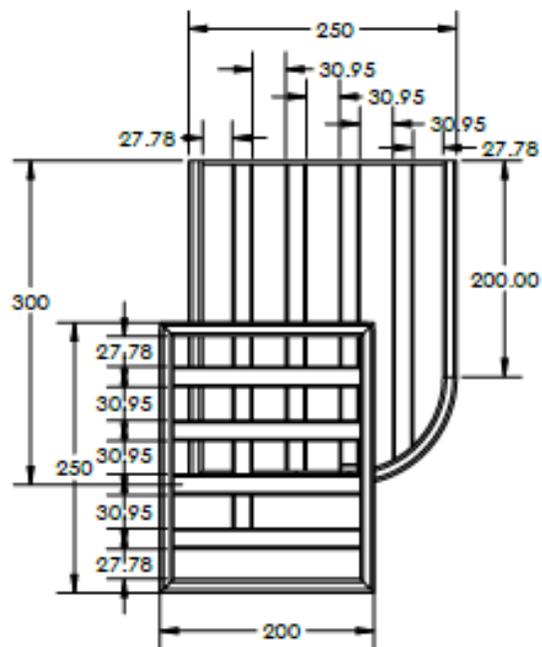
A4

código

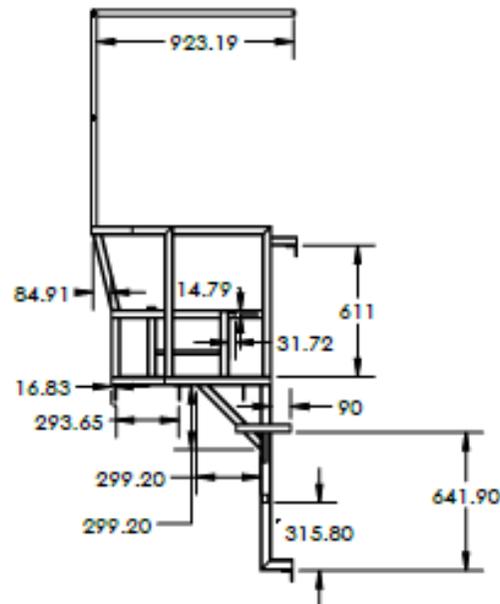
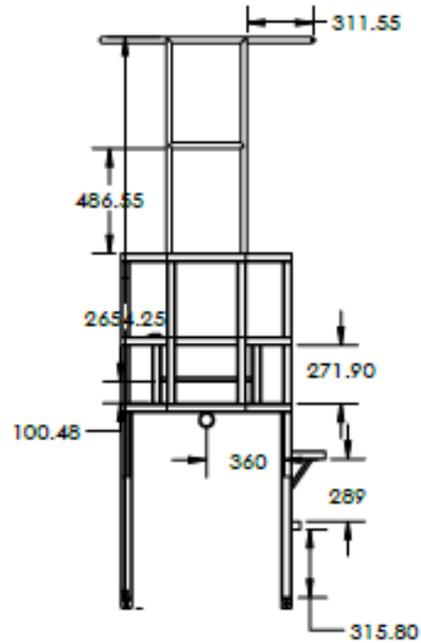
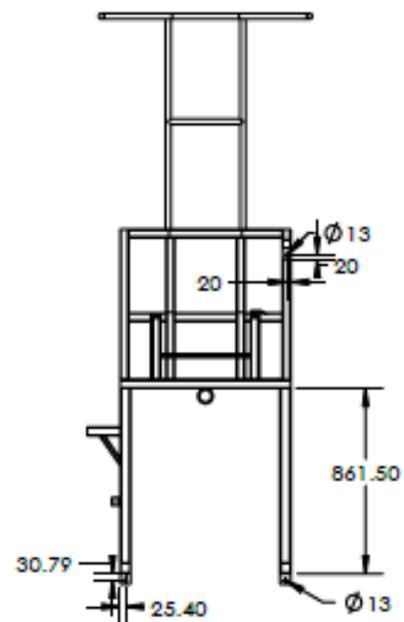
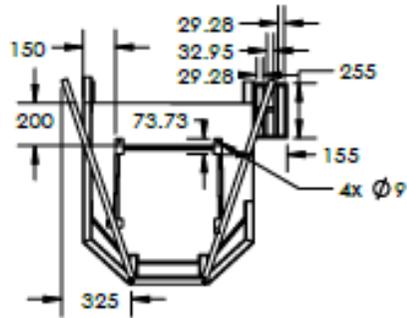
PROJ:

RECALA:1/10

HOJA 1 DE 1



		 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I	TÍTULO: CHASIS	
UNIDADES: mm			
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO PCH-30	A4
CÓDIGO	PROJ.	ESCALA: 1:1	HOJA 2 DE 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DISEÑADOR:
ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE

PERIODO: 2020-I

TÍTULO:

UNIDADES:
mm

CHASIS

TESIS:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA
NEBULIZADORA CICLON 2000

MATERIAL:
Acero ASTM A36

N.º DE DIBUJO

PCH-15

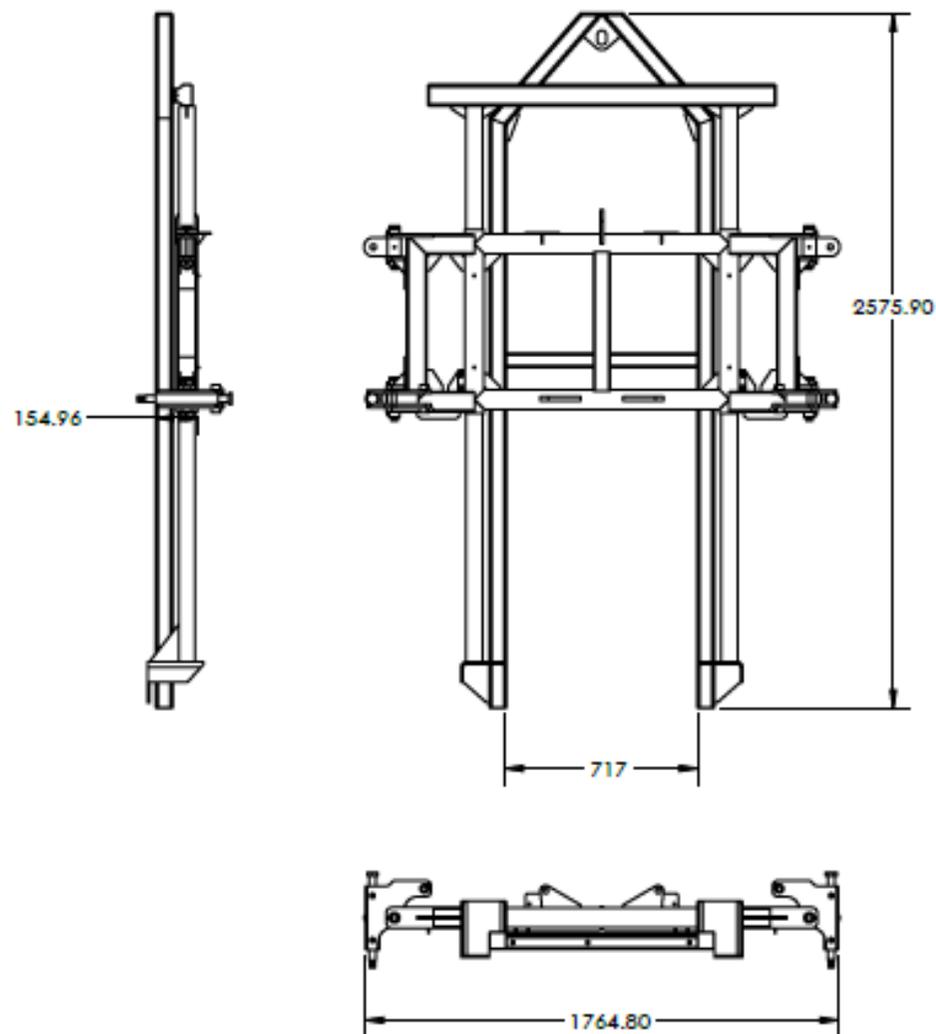
A4

CÓDIGO

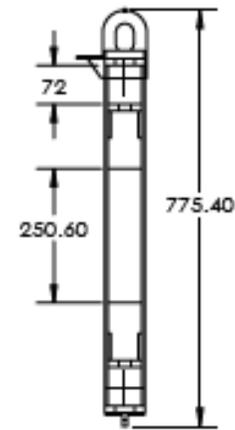
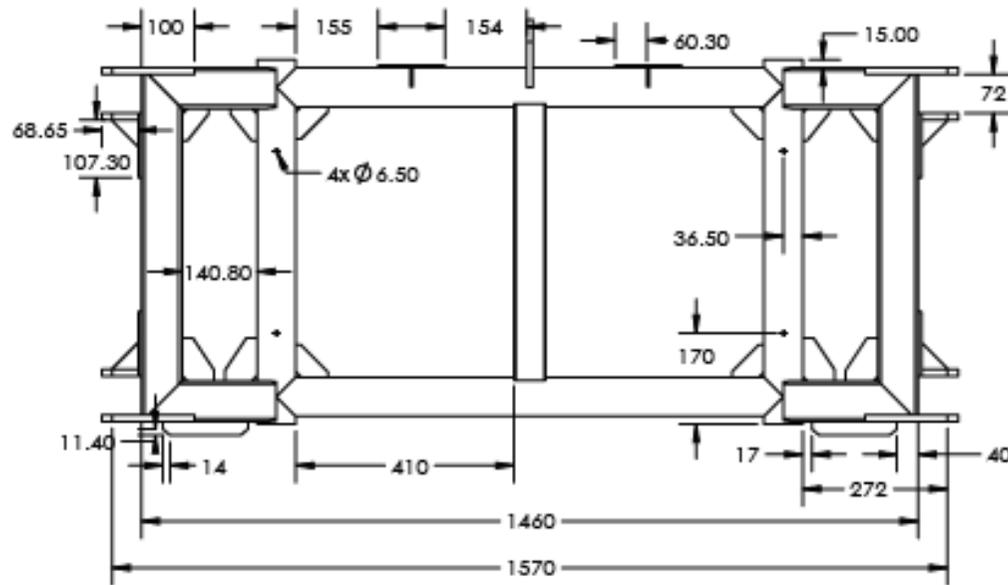
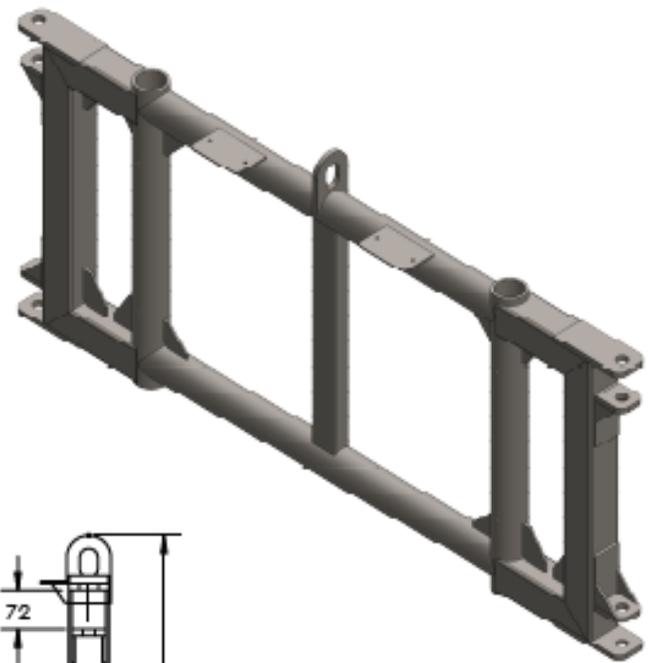
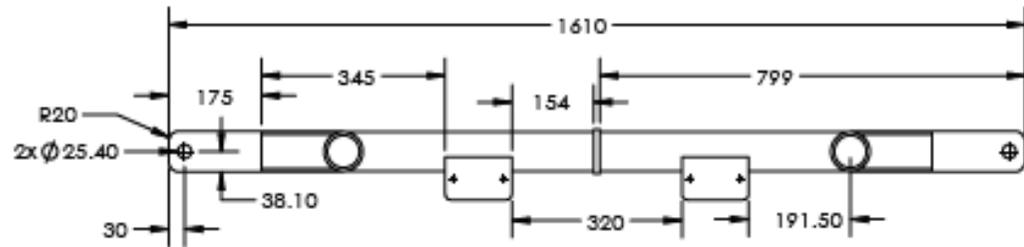
FICHO

ESCALA: 1:20

Hoja 2 de 2



	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I	TÍTULO:	
	UNIDADES: mm	CUADRO DE BRAZOS	
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N° DE DIBUJO EG-CU	A4
CÓDIGO	PROY.	ESCALA: 1:20	HOJA 1 DE 2



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DISEÑADOR:
ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE

PERIODO: 2020-I

TÍTULO:

TESIS:
REDESÑO ESTRUCTURAL DE LA
NEBULIZADORA CICLON 2000

UNIDADES:
mm

CUADRO DE BRAZOS

MATERIAL:
Acero ASTM A36

N.º DE DIBUJO

PCU-02

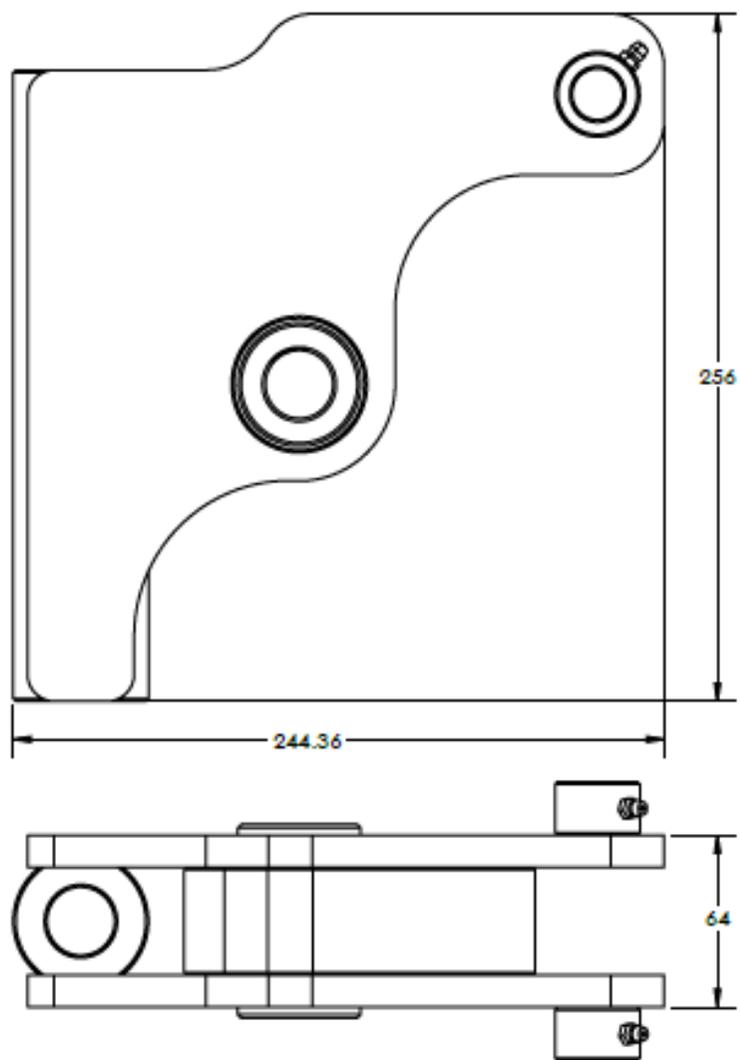
A4

CÓDIGO

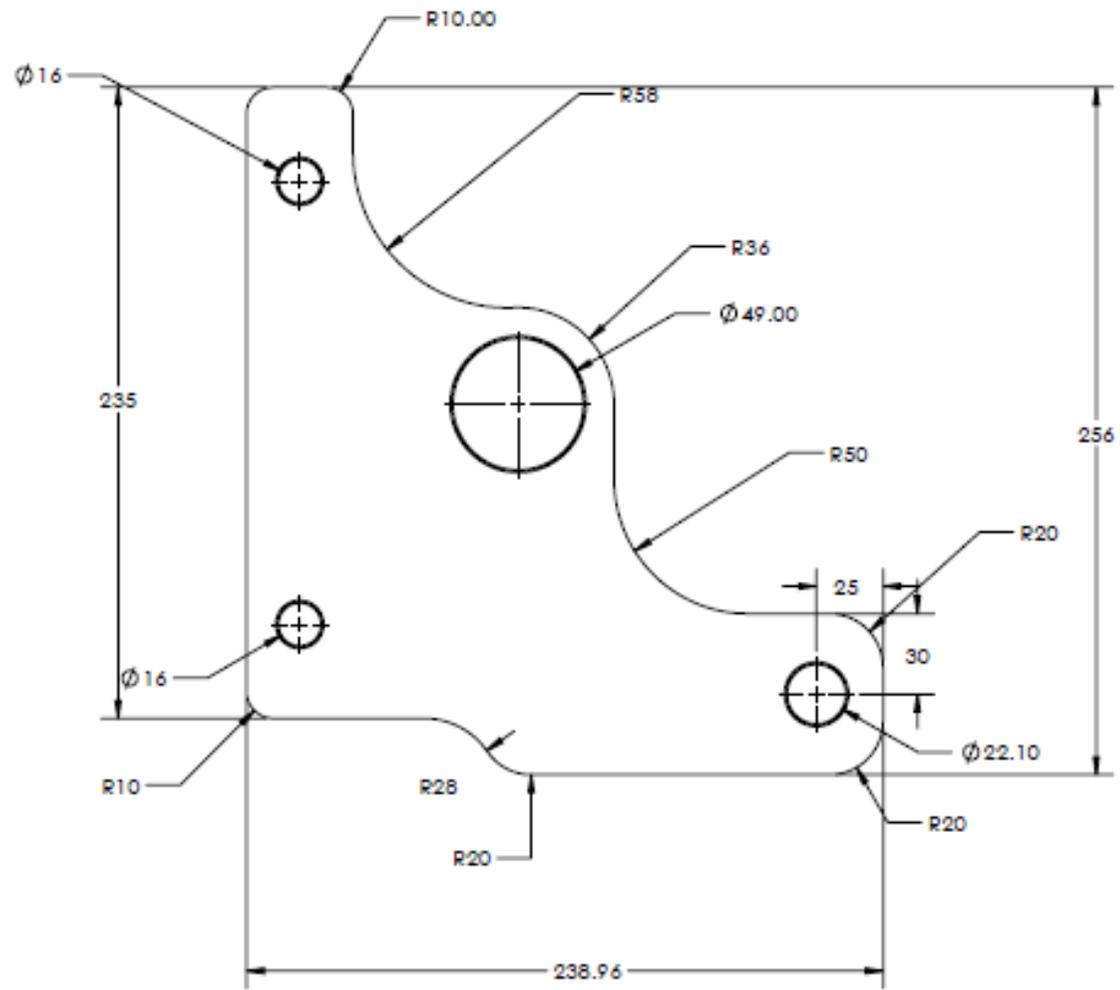
PERI:

ESCALA: 1:10

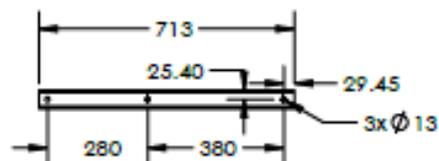
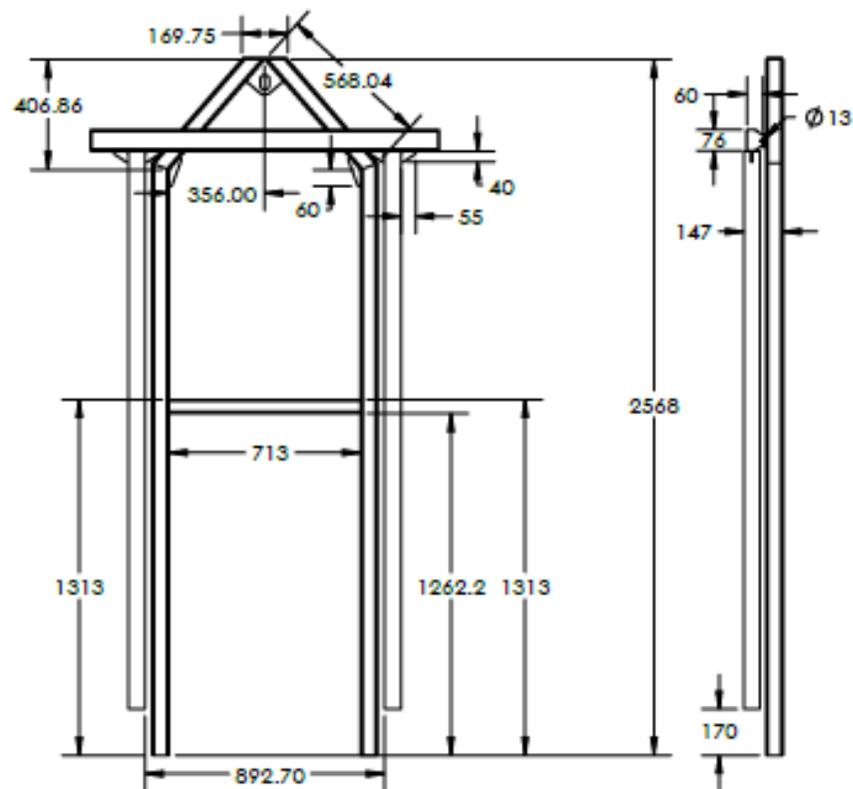
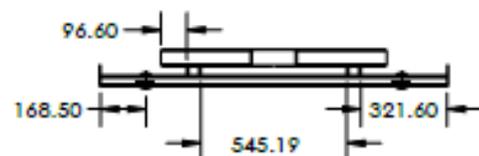
HOJA 4 DE 7



	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I	TÍTULO:	
	UNIDADES: mm	CUADRO DE BRAZOS	
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO ECU-02	A4
CÓDIGO	PROJ.	ESCALA: 1:1	HORA: 1 DE 8



	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I UNIDADES: mm	TÍTULO: CUADRO DE BRAZOS
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLÓN 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO PCU-03	A4
CÓDIGO	FISIO	ESCALA: 1:1	HOLLA 3 DE 8



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DISEÑADOR:
ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE

PERIODO: 2020-I
UNIDADES:
mm

TÍTULO:

CUADRO DE BRAZOS

TEMA:
REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA
NEBULIZADORA CICLÓN 2000

MATERIAL:
Acero ASTM A36

N.º DE DIBUJO

PCU-01

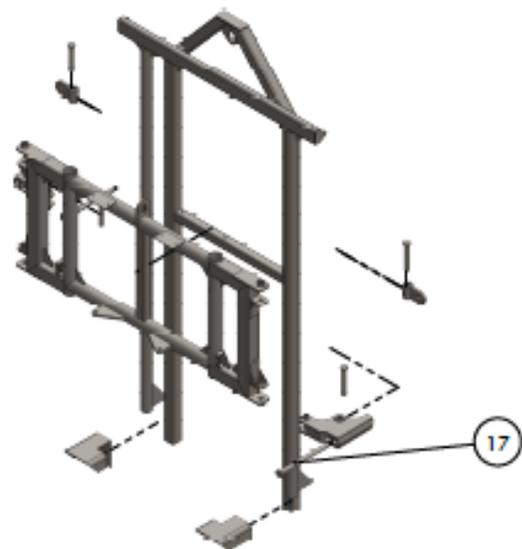
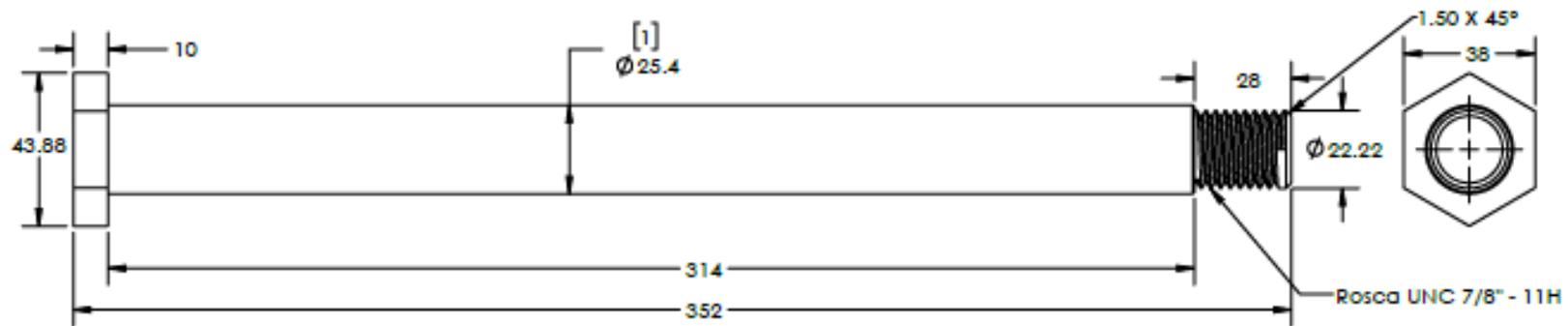
A4

CÓDIGO

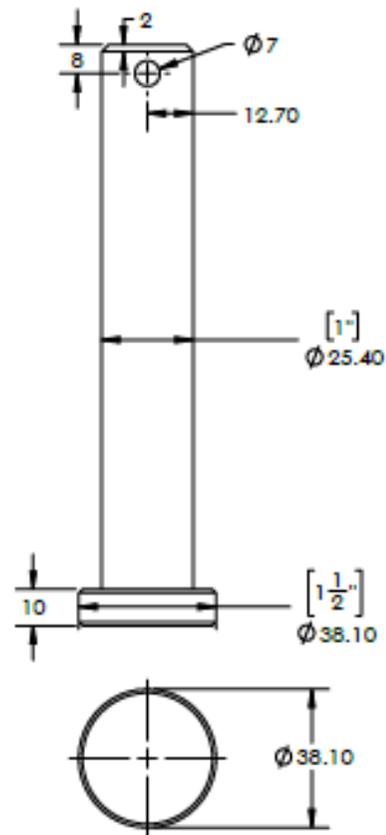
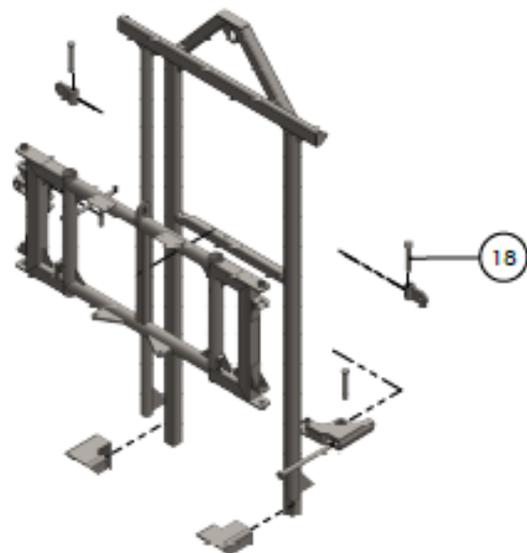
PROJ.

ESCALA: 1:30

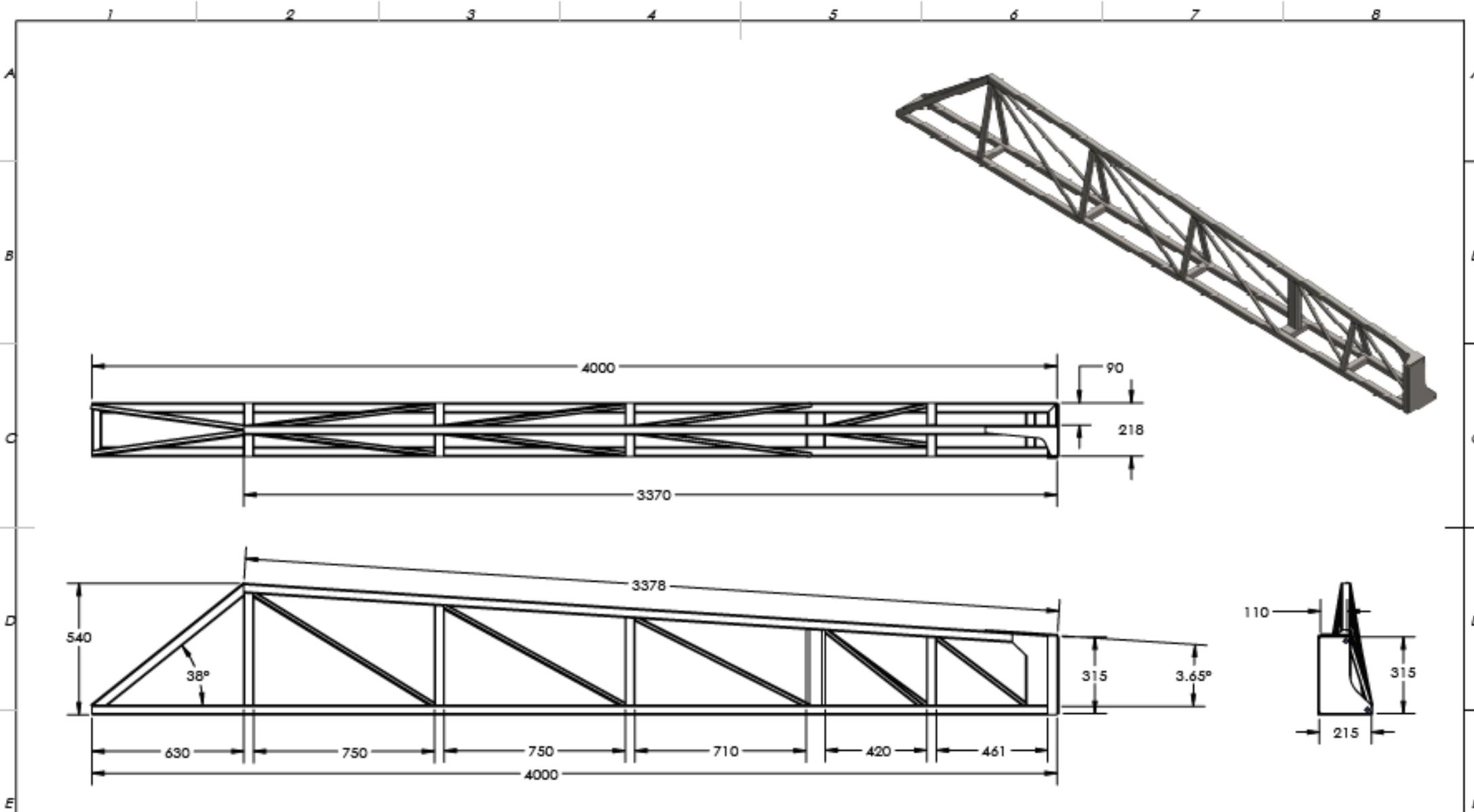
HOJA 2 DE 3



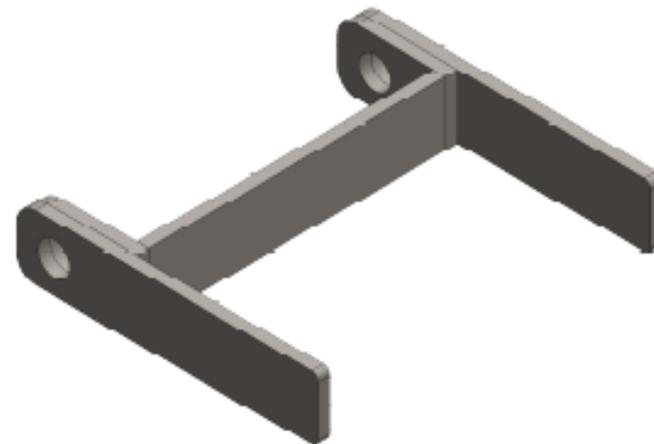
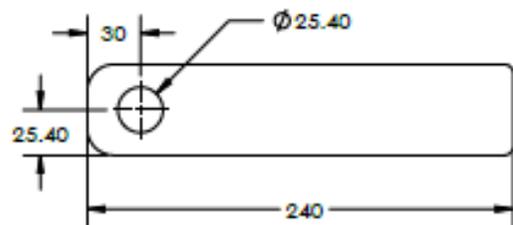
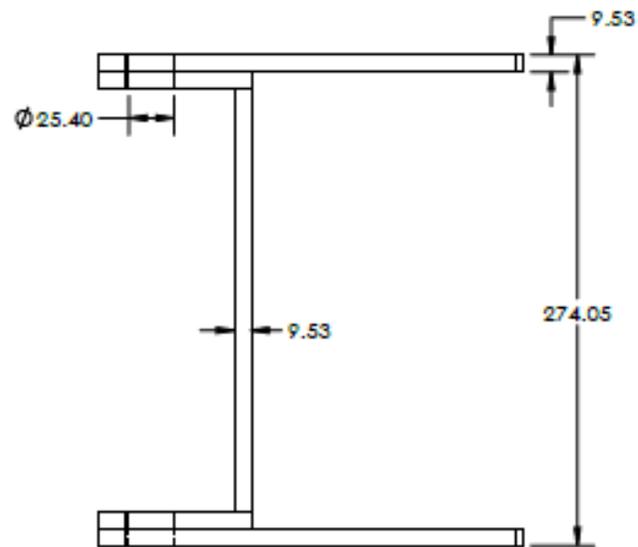
 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-1 UNIDADES: mm	TÍTULO: CUADRO DE BRAZOS
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBUJZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO: PTCU-07
CÓDIGO	FIG.	HOJA 1 DE 1



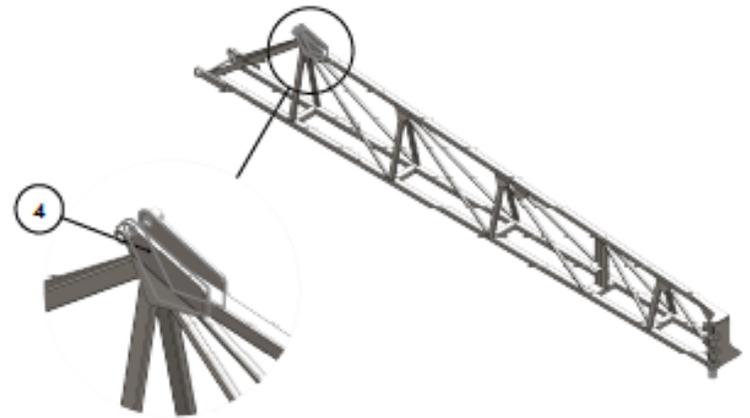
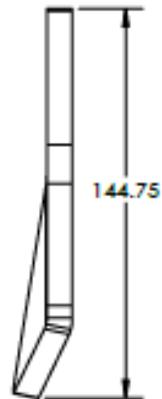
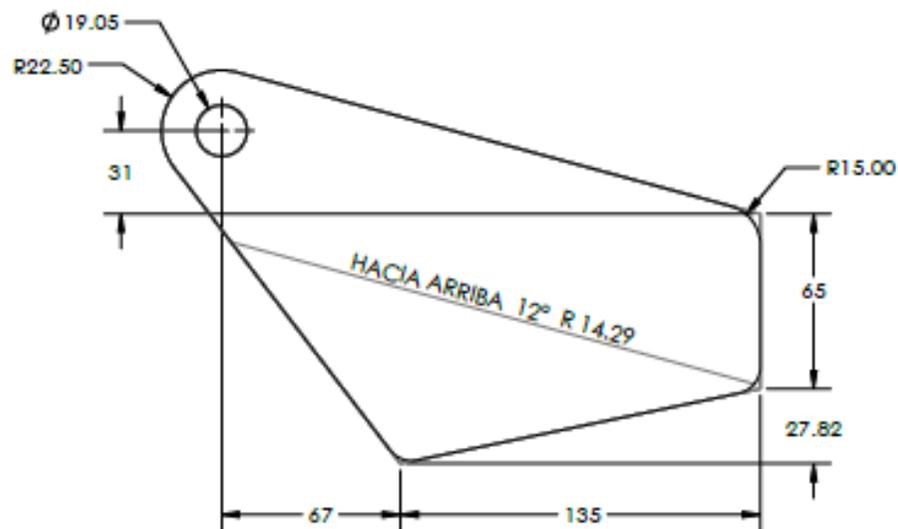
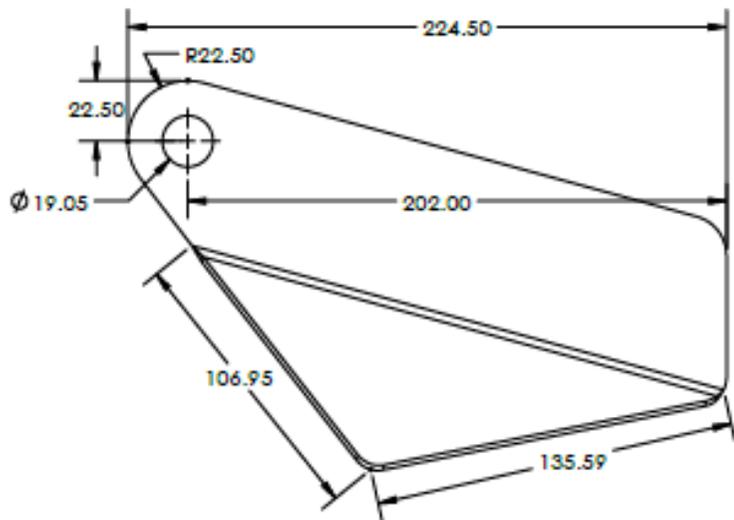
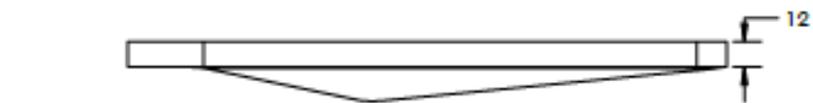
	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-1 UNIDADES: mm	TÍTULO: <i>CUADRO DE BRAZOS</i>
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLÓN 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO: PTCU-08	A4
CÓDIGO	FECH.	ESCALA: 1:3	HOJA: 1 DE 1



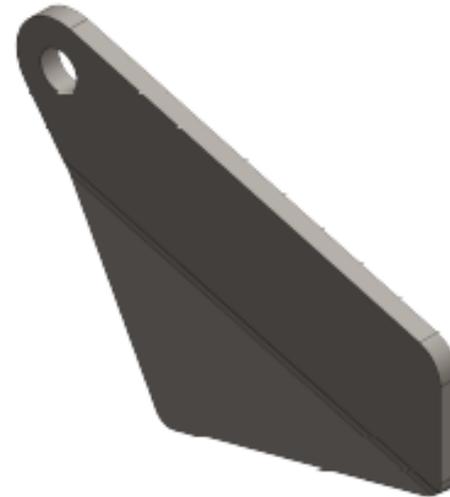
	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I UNIDADES: mm	TÍTULO: <p style="text-align: center;">BRAZOS</p>
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO PB-01	A4
CÓDIGO	FECH.	ESCALA: 2/3	HOLLA: 1 DE 1



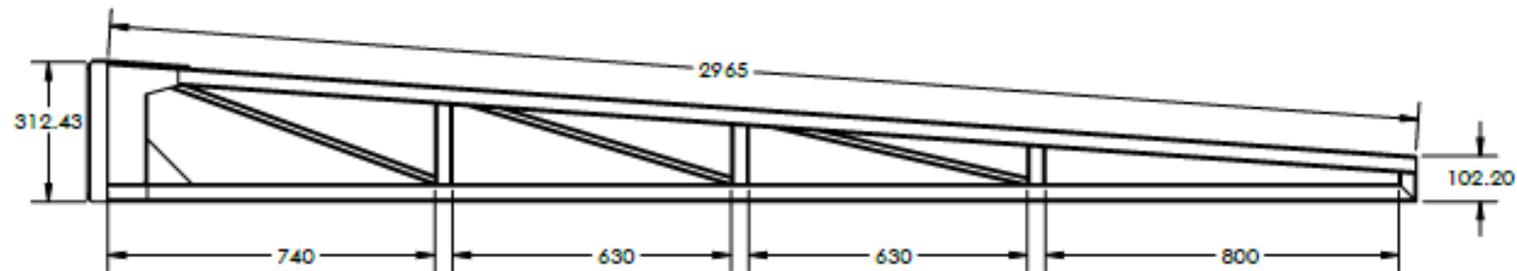
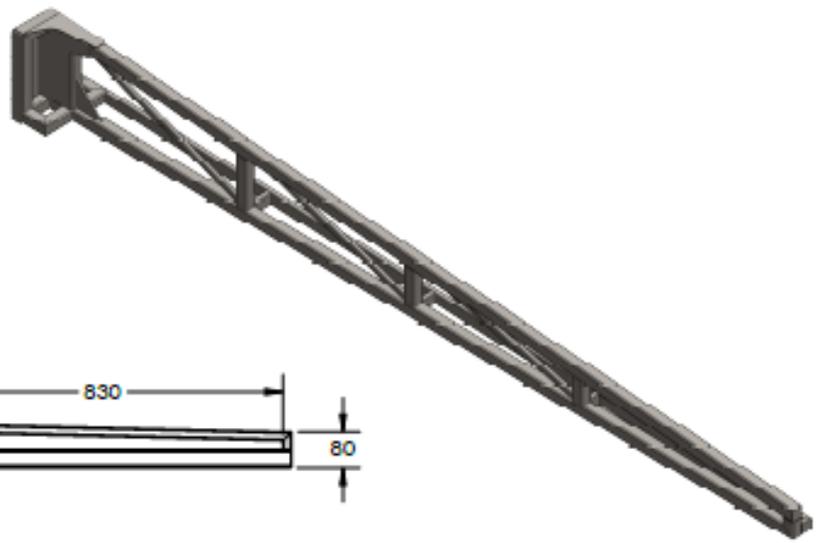
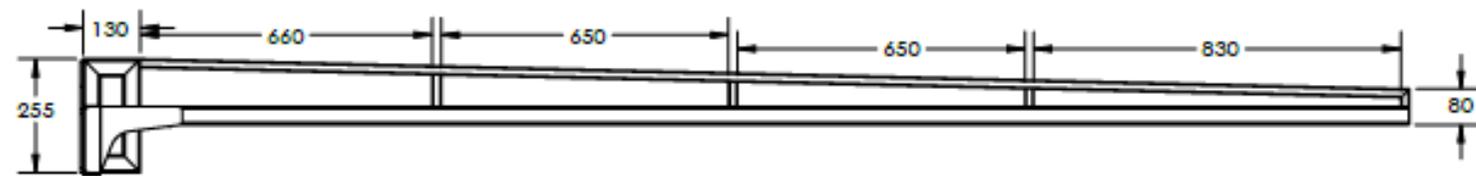
	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I UNIDADES: mm	TÍTULO: BRAZOS
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLÓN 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO PB-03	A4
CÓDIGO	PRO:	BOCALA:	HOJA 1 DE 1



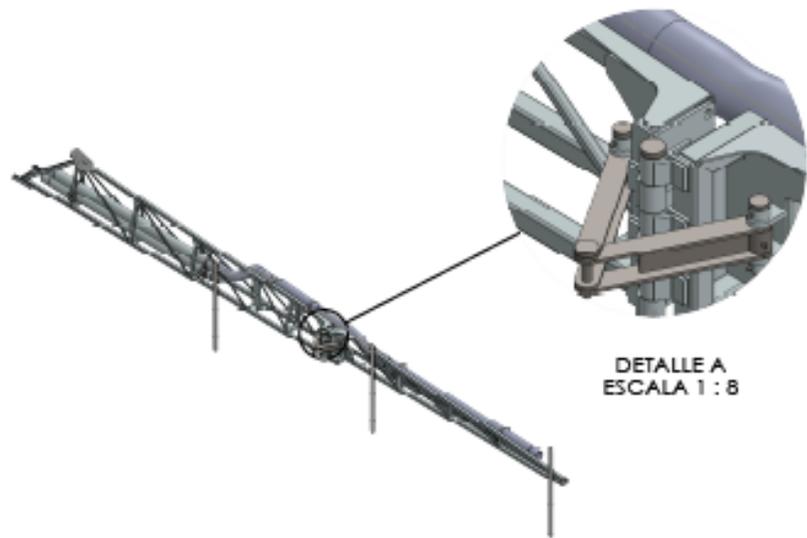
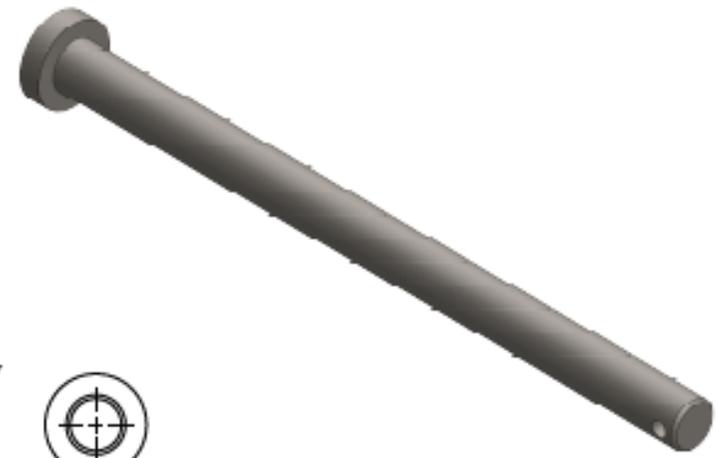
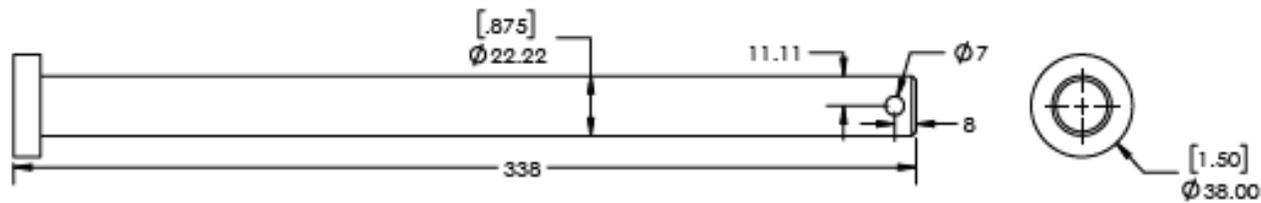
DETALLE B
ESCALA 1 : 10



	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I	TÍTULO: BRAZOS
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	UNIDADES: mm	N.º DE DIBUJO PB-05	
CÓDIGO	MATERIAL: Acero ASTM A36	ESCALA: 1:10	HOJA 1 DE 1



	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I UNIDADES: mm	TÍTULO: BRAZOS
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO PB-17	A4
CÓDIGO	PROJ:	ESCALA: 1:30	PÁGINA 1 DE 1

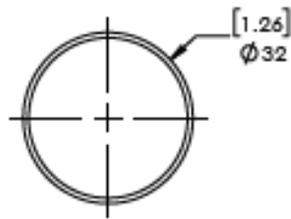
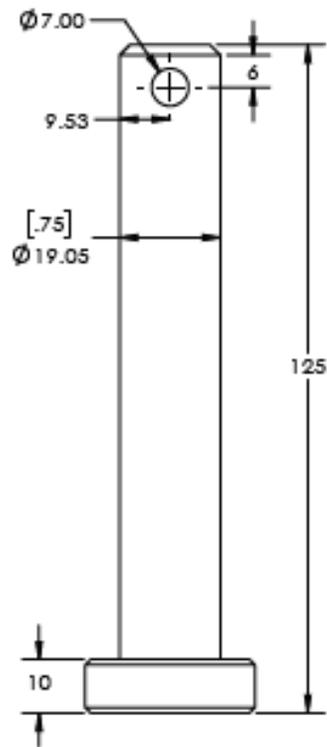


DETALLE A
ESCALA 1 : 8

	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I UNIDADES: mm	TÍTULO: BRAZOS
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N.º DE DIBUJO PTB-06	A4
CÓDIGO	PROJ	ESCALA/12	HOJA 1 DE 2



DETALLE D
ESCALA 1 : 4



	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
	DISEÑADOR: ROSALES LOPEZ, ELVIS JOSUE	PERIODO: 2020-I UNIDADES: mm	TÍTULO: BRAZOS
TESIS: REDISEÑO ESTRUCTURAL DE LA NEBULIZADORA CICLON 2000	MATERIAL: Acero ASTM A36	N° DE DIBUJO PTB-09	A4
CÓDIGO	FECH:	ESCALA:1:1	HOJA:2 DE 2