



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Diseño de mecanismo de limpieza en rejas de vocal de captación
en bocatoma de agua de río, Olmos**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Rodas Vilela, Klever Paul (orcid.org/0000-0001-5721-6820)

ASESOR:

Dr. Luján López, Jorge Eduardo (orcid.org/0000-0003-1208-1242)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Modelamiento y Simulación de Sistemas Electromecánicos

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHICLAYO – PERÚ

2022

Dedicatoria

Aunque ya no te encuentras físicamente, los valores que me inculcaste y la motivación que me brindaste para luchar por mis sueños perduraran por siempre.

Todos mis logros serán siempre en tu honor.

Gracias, padre Luis.

Agradecimiento

Gracias a Dios, quién es el que nos brinda la inteligencia y la vida para encontrar soluciones a los problemas y afrontar con éxito toda situación.

A mi familia, por estar con nosotros en cada paso, guiarnos y apoyarnos en cada reto.

A nuestro asesor, el Dr. Jorge Eduardo Luján López por guiarnos en el mundo de la investigación científica y brindarnos su tiempo y paciencia.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	vi
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract.....	1
I. INTRODUCCIÓN	2
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y operacionalización	16
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	17
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	17
3.5. Procedimientos.....	17
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos	18
IV. RESULTADOS	19
4.1. Objetivo específico 1: determinar la capacidad de recojo de residuos sólidos del sistema de limpieza en rejillas del vocal de captación de agua de río	19
4.2. Objetivo específico 2: dimensionar los elementos de máquina para un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río	20

4.2.1. Cálculo del cable de acero	28
4.2.2. Dimensionamiento del Winche eléctrico	29
4.2.3. Selección de rodamientos para rastrillo recolector	29
4.2.4. Dimensionamiento de perno soporte para rastrillo y rodamiento	33
4.2.5. Cálculo de la polea	33
4.2.6. Dimensionamiento de la estructura soporte	34
4.2.7. Selección de rodamientos para base de estructura soporte	40
4.2.8. Dimensionamiento de perno para rodamiento en la estructura de soporte	41
4.3. Objetivo específico 3: seleccionar el equipamiento eléctrico requerido para un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río	46
4.4. Objetivo 4: elaborar el presupuesto para la fabricación e implementación de un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río	53
V. DISCUSIÓN	56
VI. CONCLUSIONES	59
VII. RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS	61
ANEXOS	66

Índice de tablas

Tabla 1. Coeficientes de fricción aproximados	13
Tabla 2. Parámetros de diseño para mecanismo de limpieza	19
Tabla 3. Criterios para selección de polea	34
Tabla 4. Resumen de fuerzas en los apoyos de estructura soporte.....	38
Tabla 5. Costo de equipamiento, materiales e insumos para mecanismo de limpieza de residuos sólidos.....	54
Tabla 6. Costo por concepto de instalación, ensamblaje y pruebas.....	55
Tabla 7. Costo total del mecanismo de limpieza de residuos sólidos.....	55

Índice de figuras

Figura 1. Esquema de mecanismo de limpieza en rejillas.....	11
Figura 2. Esquema de Mecanismo de limpieza en bocatoma Olmos.....	11
Figura 3. Residuos sólidos en el agua	12
Figura 4. Rodamientos SKF	13
Figura 5. Poleas SKF	14
Figura 6. Fuerzas internas en un elemento estructural	14
Figura 7. Esfuerzos normal y cortante originado en un elemento estructural.....	15
Figura 8. Bosquejo para el diseño del mecanismo de limpieza de residuos sólidos	20
Figura 9. Vista en planta del mecanismo de limpieza	21
Figura 10. Bosquejo del rastrillo recolector de residuos sólidos.....	22
Figura 11. Datos para el área del trapecio	23
Figura 12. Medidas para el área del trapecio del rastrillo recolector	23
Figura 13. Modelado del rastrillo recolector de residuos sólidos.....	24
Figura 14. Factor de seguridad obtenido del análisis estático para rastrillo recolector	25
Figura 15. Desplazamientos obtenidos del análisis estático del rastrillo recolector	26
Figura 16. Esfuerzos de Von Mises obtenidos del análisis estático para rastrillo recolector.....	27
Figura 17. Fuerzas resultantes del análisis estático para rastrillo recolector	28
Figura 18. Fuerzas actuantes en Rastrillo recolector	28
Figura 19. Detalles de instalación de rodamiento en rastrillo recolector	32
Figura 20. Modelado de estructura soporte.....	35
Figura 21. Tensiones de Von Mises en N/mm ²	36
Figura 22. Factor de seguridad obtenido en la estructura soporte	37

Figura 23. Desplazamientos originados en estructura soporte.....	38
Figura 24. Fuerzas resultantes de los apoyos en estructura soporte	39
Figura 25. Detalle de instalación para rodamiento 6202 en estructura	42
Figura 26. Ensamblaje de mecanismo de limpieza de residuos sólidos.....	44
Figura 27. Ensamblaje de mecanismo de limpieza de residuos sólidos y sus vistas respectivas	45
Figura 28. Guardamotor Schneider Electric GV2ME14C	47
Figura 29. Contactor Schneider Electric LC1 DT40ED.....	48
Figura 30. Circuito de control y fuerza.....	49
Figura 31. Simulación accionando el pulsador de subida	50
Figura 32. Simulación accionando el pulsador de bajada	51
Figura 33. Simulación accionando el pulsador de emergencia neutralizando los pulsadores de subida y bajada.....	52

Resumen

El objetivo general planteado en la investigación fue diseñar un mecanismo de limpieza en rejillas del vocal de captación de agua de río, en Olmos. Se empleó un enfoque cuantitativo, del tipo aplicada, siendo una investigación no experimental y transversal. De los resultados se obtuvo que la capacidad de recojo de residuos sólidos para el mecanismo de limpieza en rejillas del vocal de captación de agua de río es de 105 kg, con un volumen de 1.13 m³. Los elementos de máquina necesarios que formaron parte del mecanismo de limpieza son un rastrillo recolector fabricado en platina de acero A36 de 3/16 pulgadas de largo y 3/32 pulgadas de espesor, donde el factor de seguridad obtenido del análisis estático fue de 3.685, un Winche eléctrico trifásico KDJ WDL-750E1 con una potencia de 3 kW y una capacidad de carga de 750 kg, rodamientos SKF 6001 para la instalación del rastrillo recolector y rodamientos SKF 6202 para la instalación en el carril de deslizamiento de la estructura de soporte, fabricada en acero ASTM 4140 normalizado, donde el factor de seguridad obtenido del análisis fue de 2.1. En relación al sistema eléctrico y de control, se empleó un guardamotor Schneider Electric Telemecanique GV2ME14C con una capacidad de 6 a 10 A, contactor Schneider Electric LC1DT40ED, con una capacidad de hasta 39 A de corriente cortada, cable INDECO NH-80 6mm², con sus pulsadores de subida, bajada y emergencia, Denor XAL-B324. El presupuesto requerido para el mecanismo de limpieza propuesto asciende a la suma total de S/. 16 507.14 incluido IGV, donde se ha considerado el costo por equipamiento, materiales e insumos además de la instalación, ensamblaje y pruebas.

Palabras clave: Residuos sólidos, mecanismo de limpieza, diseño mecánico.

Abstract

The general objective set forth in the research was to design a mechanism for cleaning in grids of the river water catchment vocal, in Olmos. A quantitative approach was used, of the applied type, being a non-experimental and cross-sectional investigation. From the results, it was obtained that the solid waste collection capacity for the cleaning mechanism in the grids of the river water intake vocal is 105 kg, with a volume of 1.13 m³. The necessary machine elements that were part of the cleaning mechanism are a collector rake made of A36 steel plate 3/16 inches long and 3/32 inches thick, where the safety factor obtained from the static analysis was 3.685, a KDJ WDL-750E1 three-phase electric winch with a power of 3 kW and a load capacity of 750 kg, SKF 6001 bearings for the installation of the collector rake and SKF 6202 bearings for installation on the sliding rail of the support structure, made of standardized ASTM 4140 steel, where the safety factor obtained from the analysis was 2.1. In relation to the electrical and control system, a Schneider Electric Telemecanique GV2ME14C motor protection switch with a capacity of 6 to 10 A, Schneider Electric LC1DT40ED contactor, with a capacity of up to 39 A of broken current, INDECO NH-80 6mm² cable, with its up, down and emergency buttons, Denor XAL-B324. The budget required for the proposed cleaning mechanism amounts to the total sum of S/. 16 507.14 including VAT, where the cost of equipment, materials and supplies has been considered, in addition to installation, assembly and testing.

Keywords: Solid waste, cleaning mechanism, mechanical design.

I. INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental, enfatizando aquella originada por residuos sólidos en mares y ríos, es de suma preocupación en el ámbito mundial, debido a que afecta de forma directa a toda la vida humana y a sus actividades que requieren del agua para los diferentes procesos productivos (Lyons, et al., 2020).

Debido al aumento poblacional en América Latina y El Caribe, se tiene una generación de residuos estimada en 231 millones de toneladas al año, con una media de 0.9 kg/día-habitante durante el 2016 y se tiene una proyección al aumento de forma lineal en relación con el incremento poblacional (Hettiarachchi, et al., 2018; Kaza, et al., 2018).

Además, los macroplásticos tienden a quedar atrapados en áreas cercanas a la costa; por lo tanto, los desechos plásticos terrestres se liberan en los océanos abiertos predominantemente como pequeños fragmentos de plástico (Morales Caselles, et al., 2021), que se pasan por alto fácilmente en los estudios visuales. Los remolques de redes de superficie se han empleado ampliamente para recolectar microplásticos que flotan en la parte superior del océano, desde la superficie del mar hasta aproximadamente 1 m de profundidad. Sin embargo, una fracción no despreciable de microplásticos migra a las capas subterráneas debido a la circulación de Langmuir (Van Sebille, et al., 2020), la absorción en los detritos de sedimentación y/o la agregación (Zhao, et al., 2018; Porter, et al., 2018; Michels, et al., 2018).

A pesar de ello, no se han establecido métodos plausibles y técnicas convincentes para lidiar con los desechos plásticos, lo que resulta en la fusión de desechos que crean estragos. El conocimiento de fomentar y compartir la gestión real de los desechos plásticos que implique la armonización de normas y prácticas específicas podría ayudar a la gestión adecuada de los desechos plásticos (Sharma, et al., 2021).

Es probable que los plásticos desechados se hayan extendido por todo el mundo, ya que estos plásticos se encuentran de forma inequívoca en el medio marino profundo (Esposito, et al., 2022; Nakajima, et al., 2021) hasta los lagos de alta montaña (Pastorino, et al., 2021). Gran parte del planeta puede estar contaminado por plásticos desechados dañinos tanto para la salud animal

como para la humana (Budi Kurniawan, et al., 2021), aunque existe un debate sobre la toxicidad del plástico por exposición humana (Mohamed Nor, et al., 2021).

En el Perú, se hace evidente que existe una inadecuada planificación y una aplicación débil con respecto a la ley que se relaciona con la gestión de residuos sólidos. En el 2014 se produjeron alrededor de 7.5 millones de TM de desechos sólidos urbanos, donde entre el 65% y 70% terminaron en botaderos a cielo abierto y el 21% en rellenos sanitarios (Orihuela Paredes, 2018).

Herrera López et al. (2021) en su artículo plantearon el desarrollo conceptual de circulaciones y de una plataforma para supervisión para ser empleado en un sistema de limpieza de cuerpos de agua, para lograr reducir la contaminación por residuos sólidos, demostrando que es necesario contar con diferentes mecanismos o dispositivos mecánicos que cumplan la función de evitar la contaminación o reducirla de forma considerable.

Gkanasos et al. (2021) crearon un proyecto llamado CLAIM project, para lograr detener la contaminación por macroplásticos y microplásticos en agua, instalando el proyecto con tecnología novedosa en estuarios fluviales, plantas de tratamiento de aguas residuales y canales de irrigación.

Igualmente, Gawas, et al. (2020) desarrollaron un vehículo teledirigido de costo bajo para poder monitorizar las profundidades del medio marino, debido al aumento de la contaminación por residuos sólidos generados por las mismas actividades comerciales, industriales y agrícolas.

El problema que se origina durante la operación de la bocatoma, es que se obstruye debido al paso de residuos sólidos dando lugar a que el agua que se necesita no logró circular de forma adecuada, llegando a congestionar el libre tránsito de esta, impidiendo que se logró captar el agua suficiente para los fines pertinentes. Esto se produce de la contaminación de los pobladores cerca de los ríos, quienes arrojan residuos sólidos como botellas, maderas, bolsas, fierros, entre otros (Orihuela Paredes, 2018).

El no dar solución a dicho problema, se estaría afectando a múltiples proyectos a los cuales beneficia el proyecto H2OImos, además de no brindar la irrigación esperada en toda la región de Olmos. Lo que generaría diferentes problemas en aquellos agricultores de la zona. Por ejemplo, este proyecto ha

logrado beneficiar a los pobladores del Caserío Ancol, ubicado en el distrito de Olmos, provincia y región de Lambayeque, impactando de forma positiva y mejorando la calidad de vida de los mismos, con excelentes oportunidades de desarrollo, crecimiento personal y como comunidad. (Aguirre Valdez, 2021).

De acuerdo con la investigación presente, se planteó la siguiente pregunta general: ¿Cómo limpiar los residuos sólidos en rejillas del vocal de captación en bocatoma de agua de río? Y las preguntas específicas planteadas fueron: ¿Cuál es la cantidad de residuos sólidos acumulada en las rejillas del vocal de captación de agua de río?, ¿Cuáles son los elementos de máquina para un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río?, ¿Cuál es el equipamiento eléctrico requerido para un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río? y ¿Cuál es el presupuesto para la fabricación e implementación de un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río?

Por lo tanto, el objetivo general fue: Diseñar un mecanismo de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación en bocatoma de agua de río.

Además, se plantearon como objetivos específicos: determinar la capacidad de recojo de residuos sólidos del sistema de limpieza en rejillas del vocal de captación de agua de río, dimensionar los elementos de máquina para un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río, seleccionar el equipamiento eléctrico requerido para un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río, elaborar el presupuesto para la fabricación e implementación de un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río. La hipótesis planteada en el proyecto de investigación fue que si es viable técnica y económicamente el diseño de un mecanismo de limpieza de residuos sólidos en rejillas vocal de captación en bocatoma de agua de río.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes del problema

En relación a investigaciones realizadas en los últimos años, se obtuvo que Bhuvanesh et al. (2022) en su investigación realizada en la India, respecto al desarrollo y análisis de la eficiencia del recolector de basura en agua, se centraron en el modelado y desarrollo de un recolector de basura semiautomático, con el objetivo de recolectar los residuos que flotan en la superficie del agua, enfocándose en ríos y estanques. Esto es debido a que actualmente la contaminación del agua es periódica, provocando una disminución en el porcentaje de disponibilidad del agua limpia, y si este problema prevalece, la humanidad estará en condiciones de enfrentar una revolución real sobre el agua y empezar a luchar por cada una de las gotas de agua disponible.

En la investigación realizada en la India por Phirke et al. (2021) respecto al diseño de un robot autónomo de limpieza de agua, propusieron diseñar un producto que tenga la capacidad de ayudar de forma eficiente al problema actual respecto a la eliminación inadecuada de residuos sólidos. Dicho robot autónomo de limpieza de agua debe tener la capacidad de recolectar los desechos y cualquier otro tipo de basura flotante en el cuerpo de agua. En el diseño se implementó una estructura mecánica robusta con un conjunto de sensores y además de visión por computadora para lograr una limpieza óptima. Para el sistema de alimentación se emplearon dos fuentes de energía, por baterías y por energía fotovoltaica solar, adicionalmente, empleo un mecanismo de cinta transportadora para lograr limpiar el cuerpo de agua. Este proyecto brindó una solución rentable, reduciendo la mano de obra y minimizando el tiempo que se requiere para la limpieza de los cuerpos de agua.

Con respecto al artículo de investigación realizado en Bangladesh, elaborado por Turesinin et al. (2020), tuvieron como objetivo diseñar de un robot recolector de residuos flotantes con un sistema de monitoreo de agua basada en IoT, el cual tiene una similitud a una iguana pero acuática. Se propuso el diseño de un robot eliminador de desechos flotantes asequible y que este sea avanzado llamado "Iguana Acuática". Dicho robot tiene la capacidad de moverse alrededor de la superficie del agua y recolectar los desechos flotantes como pueden ser plásticos, paquetes, hojas, entre otros. También incluye un sistema de monitoreo de agua con sensores que miden la turbidez, pH, temperatura y para transmitir en tiempo real. Lo que aumenta su

capacidad en gran medida. Fue desarrollado para garantizar la limpieza de los recursos hídricos y adicionalmente será un conjunto fiable de datos respecto a la calidad del agua para predicciones en un futuro. El emplear dicha tecnología, brindará cierta seguridad a los animales y plantas del mundo marino.

Adicionalmente, Bhavani et al. (2019) en su artículo de investigación, tuvieron como objetivo diseñar un robot tipo vehículo inalámbrico semiautomático para limpieza de las playas, realizado en la India. La investigación se llevó a cabo analizando la situación actual de las playas, dado que están llenas de desechos y de contaminantes, desmonte, materiales tóxicos, entre otros. Es por ello, que se propuso el diseño de un mecanismo para limpiar la superficie de las playas. El proceso de fabricación se automatizó para entregar lo más rápido posible el producto. Se logró fabricar una máquina de limpieza para ríos que puede ser operada remotamente, es decir, a distancia. Uno de los objetivos principales de la investigación fue de reducir la mano de obra, el consumo de tiempo empleado para la limpieza de los ríos. Para lograr la automatización de la limpieza del río, se empleó el arreglo de motor y transmisión por cadena de rodillos. Además, se empleó un transmisor y receptor del tipo RF para poder controlar la máquina de limpieza. También, se empleó la neumática, ordenadores, robótica, hidráulica, etcétera.

Cheng et al. (2020) en su artículo de investigación sobre un dispositivo para limpieza rápida para pequeñas flotaciones de agua en cuerpos de agua paisajísticos, realizado en la China, plantearon el diseño de un dispositivo de autolimpieza para su uso de forma rápida y eficiente. El dispositivo principalmente emplea tecnología con control de gestión inteligente, salvamento y otra maquinaria, para limpiar el agua de algas verdes azules mediante el uso de una estructura de dispositivo rápida y compacta, ligera y flexible, a tiempo para satisfacer las necesidades de transporte de diferentes aguas de programación de control de algas dentro de la ciudad. De acuerdo a los datos experimentales, el dispositivo brinda un buen efecto de floración al limpiar las flotaciones de agua de cuerpos de agua paisajísticos, ofreciendo una buena tasa de deshidratación y además de mostrar una excelente perspectiva hacia el futuro.

En el país de Grecia, Gkanasos et al. (2021) desarrollaron un artículo de investigación para detener la contaminación debido a los macrolásticos y microplásticos en la fuente mediante la instalación de tecnologías novedosas en estuarios fluviales y plantas de tratamiento de aguas residuales denominado The

CLAIM Project. En dicho proyecto se diseñaron, desarrollaron, probaron y aplicaron elementos innovadores en laboratorio y en campo. Denominados en un sistema llamado CLEAN TRASH para la prevención de macrobasura en los estuarios de los ríos antes de que desemboquen en el mar empleando un sistema de filtración de microplásticos (MPs), con el objetivo de colocarlos en las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR). En todos los experimentos realizados, la instalación de dichos elementos durante un período de dos años arrojó como resultado una disminución de microplásticos de aproximadamente 87% y una disminución de macroplásticos que ronda desde el 13 al 43%.

En Malaysia, Mohammed et al. (2020) desarrollaron una investigación con el objetivo de diseñar y desarrollar un robot de limpieza de ríos empleando tecnología IoT. Esta investigación presenta una propuesta de plan de sistema de recolección de basura viable y eficaz para el acopio de residuos de ríos, canales y lagos. El sistema de recolección de basura está explícitamente coordinado con la aplicación para recoger una gran variedad de desechos, incluidos desechos que se deslizan, basura, troncos, llantas desechadas y otros. El sistema integrado incorpora el uso de tecnología IoT que tiene la capacidad de monitorear y controlar todo el proceso. Del interés y la necesidad de limpiar las contaminaciones en el territorio de los conductos, la embarcación fue creada para satisfacer el requisito previo de trabajar en lugares distintos a la zona del mar, dando más decisiones para la utilización de la limpieza de basuras y desechos del medio acuático.

Herrera López et al. (2021) en su artículo plantearon el desarrollo conceptual de circulaciones y de una plataforma para supervisión para ser empleando en un sistema de limpieza de cuerpos de agua, realizado en México, para lograr reducir la contaminación por residuos sólidos, demostrando que es necesario contar con diferentes mecanismos o dispositivos mecánicos que cumplan la función de evitar la contaminación o reducirla de forma considerable.

En Colombia, Parra (2020) propuso la elaboración de una malla recaudadora de residuos sólidos para evitar la obstrucción por dichos residuos en los sumideros, tanto interior como exteriormente del sistema de alcantarillado de zonas urbanas, reduciendo la contaminación de los cuerpos de agua naturales por donde ingresan. Demostrando la importancia de diseñar equipos con la capacidad de reducir la contaminación por residuos sólidos en los sistemas de alcantarillado de

cualquier ciudad.

La variable mecanismo de limpieza definida por Ramírez Zapata (2021) es la combinación de elementos mecánicos que transforman fuerzas o energías mediante una serie de etapas transformando velocidades y trayectorias. El mecanismo de limpieza está formado por dispositivos y componentes mecánicos, ejes, rodamientos, estructura de metal y motores que cumplen la función principal de transmitir fuerzas o movimientos.

La variable residuos sólidos son en esencia aquellos residuos industriales y agrícolas, como son papel, madera, residuos domésticos, biomasa verde, cuero, vidrio; también residuos electrónicos como teléfonos, computadoras, televisores, refrigeradores, etcétera. Además, se debe considerar al sector de la construcción, donde se tienen los residuos por demolición o desmonte; y finalmente, los residuos médicos (Khalil, et al., 2019).

Respecto a las definiciones de las variables encontradas en diferentes investigaciones, se tuvo que Bhuvanesh et al. (2022) plantearon como variable independiente “Recolector de basura de agua”, donde se define como una estructura básica con tubos huecos de PVC (Policloruro de Vinilo) lo que le brindaría un efecto flotante, de manera que es diseño para que logre flotar en el agua, impidiendo que logre entrar agua en su interior de los tubos huecos. Además, definieron como variable dependiente a la “contaminación de agua”, como la presencia de elementos físicos o químicos de diferente naturaleza en una densidad superior, lo cual origina que su consumo tenga efectos secundarios perjudiciales y dañinos en relación a la salud y el medio ambiente.

También, Phirke, Patel y Jani (2021) en su investigación plantearon como variable independiente “Robot autónomo”, el cual definieron como aquellos elementos estructurales y componentes electromecánicos para lograr un fin específico. Y como variable dependiente “Limpieza de agua” definida como la extracción de aquellos agentes o elementos que pueden originar un daño a la salud humana y animal.

Adicionalmente, Turesinin et al. (2020) en su investigación plantearon como variable independiente “Robot recolector” definida como los componentes estructurales y elementos electromecánicos que en conjunto servirán para realizar una tarea preprogramada. Como variable dependiente “Desechos flotantes en agua”

que se definió como aquellos elementos que se encuentran en la superficie de la agua y que son perjudiciales para la fauna marina además de la humanidad.

En consideración a las dimensiones de las variables, Bhuvanesh et al. (2022) considero como variable “Recolector de basura de agua” con dimensiones “Parámetros de diseño” y “Parámetros de funcionamiento, seguidamente Phirke, Patel y Jani (2021) consideraron como su variable “Robot autónomo” planteando como sus dimensiones a “Parámetros de diseño” y “Parámetros de funcionamiento”, finalmente Turesinin et al. (2020) consideraron como variable “Robot autónomo” planteando como dimensiones a “Parámetros de diseño” y “Parámetros de funcionamiento”.

Con respecto a las teorías relacionadas, se obtuvo que Bhuvanesh et al. (2022) en su investigación menciona que el uso de la limpieza automática debe ser un punto crítico en el futuro, que debe estar en las manos de la automatización y que también se debe mover de forma estricta hacia un nuevo mundo de automatización y tecnologías.

Luego, Phirke, Patel y Jani (2021) en su investigación mencionaron que el diseño elaborado en su investigación puede ser una solución rentable, siempre que está sea ampliada para su uso, pudiendo proporcionar una eficiente solución como alternativa, siendo conveniente y eficiente desde el punto de vista energético ya que es de fácil montaje y permite una limpieza óptima de los ríos.

Por último, Turesinin et al. (2020) en su investigación mencionaron que la limpieza del agua es realmente importante y requiere una mano de obra calificada y elevada, y que emplear la tecnología desarrollada, puede asegurar una reducción considerable de los costos, además de brindar simultáneamente, la capacidad de recopilar información valiosa respecto a la calidad del agua lo cual hace que sea un proceso más efectivo para gestionar los residuos de agua.

De acuerdo a las variables consideradas para la presente investigación, se define a los residuos sólidos como aquellos que en esencia son residuos industriales y agrícolas, como son papel, madera, residuos domésticos, biomasa verde, cuero, vidrio; también residuos electrónicos como teléfonos, computadoras, televisores, refrigeradores, etcétera. Además, se debe considerar al sector de la construcción, donde se tienen los residuos por demolición o desmonte; y finalmente, los residuos médicos (Khalil, et al., 2019). Aunque cabe destacar que se pueden encontrar

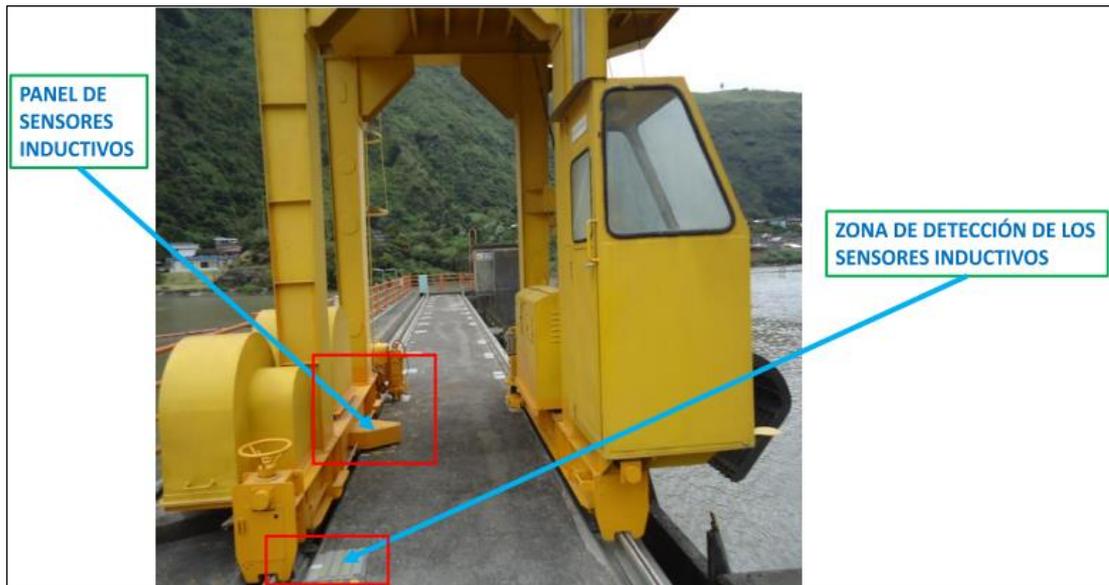
cuerpos de animales muertos.

En relación con las características de los residuos sólidos en ríos, de acuerdo con Sulaeman et al. (2018), la observación de la basura en el riego se había convertido en parte de las actividades diarias de los agricultores desde el momento del cultivo, la siembra, el mantenimiento y la cosecha. En todo el ciclo del cultivo del arroz, interactuaron con el riego, la tierra y el cultivo durante al menos 3 meses en cada época de siembra. Así, les fue posible conocer el estado de contaminación por basura en los canales de riego y en los arrozales. Con base en la investigación, todos los encuestados afirmaron que habían encontrado basura en los canales de riego y en sus tierras. Los residuos sólidos que los agricultores dijeron que existía en los canales de riego y en el arrozal llegó hasta 23 tipos. La frecuencia del tipo de basura mencionada por los agricultores se relacionó con los siguientes cuatro factores: a menudo encontrada, provocando emociones, peligrosa para la salud y la seguridad de los agricultores e interrumpiendo el flujo de agua. Las bolsas de plástico, o cualquier tipo de artículos de plástico, fueron los más mencionados por los agricultores porque este tipo de basura se encontraba en toda la red de riego llegando hasta los campos. Al ser arrastrados fácilmente por el flujo de agua, estos artículos de plástico se alejaron de sus vertederos.

Entonces, los desechos encontrados con mayor frecuencia en los ríos son plásticos, desechos domésticos, pañales, animales muertos, latas, botellas de plástico, colchones, servilletas sanitarias y madera; y en menor medida como desechos alimenticios, desechos animales, césped, hojas, bolsas y pajas.

De acuerdo con la variable mecanismo de limpieza, se presenta un modelo en la Figura 1.

Figura 1. Esquema de mecanismo de limpieza en rejillas



Nota: Tomada de (Aldaz, et al., 2018).

Figura 2. Esquema de Mecanismo de limpieza en bocatoma Olmos



Residuos Sólidos

Se define como cualquier residuo que se ha producido en un proceso y que viene a ser inutilizable o inservible. Por lo general, el término basura ya no es tan empleado, y se dice que los residuos sólidos son cualquier sustancia, objeto o algún otro tipo de elemento sólidos del resultado del consumismo o utilización de un bien en las actividades humanas (domésticas, comerciales, industriales, institucionales, servicios, entre otros) (Quispe Cochachi, 2018).

Los residuos sólidos urbanos han aumentado en volumen en todo el mundo. En los países en desarrollo en particular, esto puede causar graves impactos en el medio ambiente y la salud pública. En Brasil, muchos municipios presentan dificultades para gestionar de forma sostenible sus residuos sólidos (Pereira, et al., 2019).

Figura 3. *Residuos sólidos en el agua*

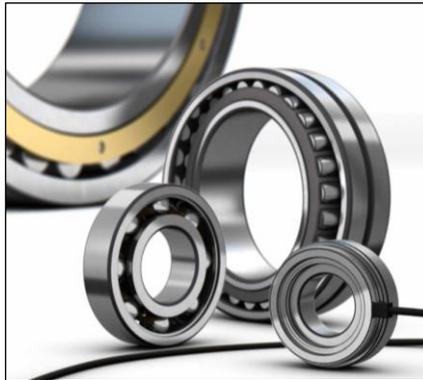


Fuente: (Panwar, et al., 2020)

Rodamientos

El fabricante SKF (2019) define a los rodamientos como elementos que sirven para soportar y guiar empleando fricción mínima, componentes giratorios o del tipo oscilante de equipos y máquinas, pudiendo ser ruedas, ejes, árboles, entre otros; transfiriendo las cargas entre dichos elementos del equipo o máquina. Ofrecen una gran precisión y fricción baja, por lo que pueden soportar o admitir grandes velocidades de giro y que a la vez reducen de forma considerable el ruido, el consumo energético, calor y el desgaste. Se tienen dos tipos básicos de rodamientos, los de bolas y los de rodillos. Dependiendo del tipo, pueden soportar solo cargas axiales o cargas radiales o cargas mixtas, para el caso de rodamientos rígido de bolas (SKF, 2019).

Figura 4. Rodamientos SKF



Fuente: (SKF, 2019)

Fricción

Este parámetro es importante en múltiples aspectos de la realidad, ya que indica la fuerza de contacto entre superficies cuando están en contacto. Por ejemplo, en los automóviles se emplea aceite para el motor o partes móviles con el fin de reducir el efecto de la fricción; aunque es preciso recalcar que sin la presencia de la fricción no existiría el movimiento o avance entre las llantas o neumáticos y la carretera o asfalto (Young, et al., 2018). En la Tabla 1 se indican los diferentes coeficientes de fricción de forma aproximada para diferentes materiales en contacto.

Tabla 1. Coeficientes de fricción aproximados

Materiales	Coefficiente de fricción estática, μ_s	Coefficiente de fricción cinética, μ_k
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Latón sobre acero	0.51	0.44
Zinc sobre hierro colado	0.85	0.21
Cobre sobre hierro colado	1.05	0.29
Vidrio sobre vidrio	0.94	0.40
Cobre sobre vidrio	0.68	0.53
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Teflón sobre acero	0.04	0.04
Hule sobre concreto (seco)	1.0	0.8
Hule en concreto (húmedo)	0.30	0.25

Fuente: (Young, et al., 2018)

Poleas

Mecanismos que sirven para transmitir movimiento, donde se emplean fajas, bandas, cables de acero o material similar, etcétera. Son elementos importantes en todo diseño mecánico donde se requiera la transmisión de movimiento lineal, circular o mixto (Budynas, et al., 2018).

Figura 5. Poleas SKF

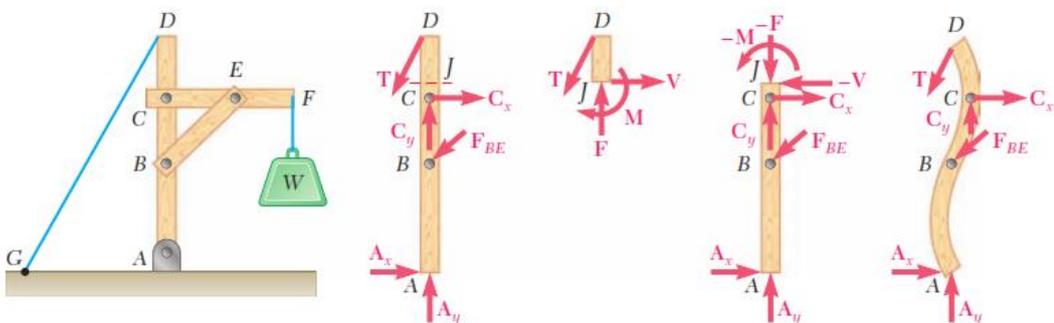


Fuente: (Poleas SKF, 2011)

Fuerzas internas

El autor Hibbeler (2016) menciona que para poder realizar el diseño de un componente estructural, es indispensable calcular la carga que actuará en el interior de dicho componente y asegurarse de escoger un material adecuado para que resista dicha carga.

Figura 6. Fuerzas internas en un elemento estructural



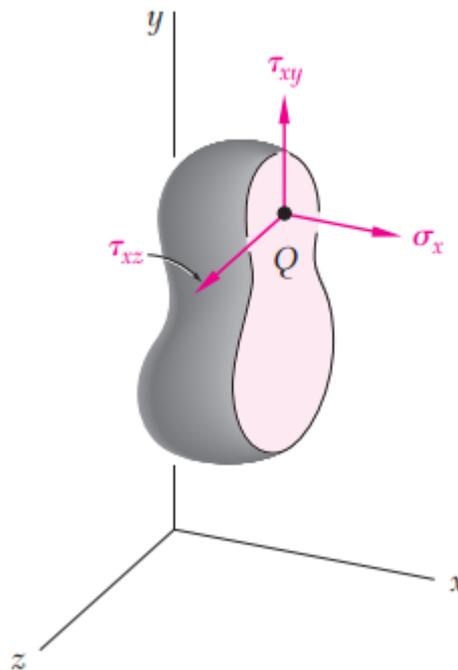
Fuente: (Beer, et al., 2017)

Esfuerzo permisible

De acuerdo con Hibbeler (2017), al momento de realizar el diseño de toda estructura o elemento estructural, es necesario emplear un factor de seguridad, esto, debido a errores de fabricación del material seleccionado o también por un mal ensamblaje de los elementos que lo conforman, debido a efectos de vibración, cargas accidentales o impactos que no se conocen, y que no se han considerado en el cálculo, por la corrosión provocada por el ambiente, desgaste o el estar expuesto a la intemperie. Por lo que, el factor de seguridad se calcula de la siguiente manera:

$$F.S. = \frac{\sigma_{falla}}{\sigma_{permisible}} = \frac{\tau_{falla}}{\tau_{permisible}}$$

Figura 7. Esfuerzos normal y cortante originado en un elemento estructural



Fuente: (Beer, et al., 2010)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

De acuerdo con Sánchez Flores (2019), el tipo de investigación es cuantitativo dado que sirve para cuantificar los indicadores, variables y datos, con el objetivo de diseñar y fabricar un mecanismo de limpieza en rejás de vocal de captación en bocatoma de agua de río, Olmos.

Además, en relación con Sánchez Carlessi et al. (2018), la investigación es aplicada porque se aplican los conocimientos de la ciencia para dar solución a problemas generados en el ámbito social.

Diseño de investigación

El diseño se plantea como no experimental y transversal (Hernández Sampieri, et al., 2018).

No Experimental, porque no habrá manipulación en las variables. Los datos se obtendrán según se desarrollan en su contexto real.

Transversal, porque se limita a tomar datos en un solo periodo de tiempo.

3.2. Variables y operacionalización

Variable 1: Residuos sólidos

Los residuos sólidos son en esencia aquellos residuos industriales y agrícolas, como son papel, madera, residuos domésticos, biomasa verde, cuero, vidrio; también residuos electrónicos como teléfonos, computadoras, televisores, refrigeradores, etcétera. Además, se debe considerar al sector de la construcción, donde se tienen los residuos por demolición o desmonte; y finalmente, los residuos médicos (Khalil, et al., 2019).

Variable 2: Mecanismo de limpieza

Se define como mecanismo de limpieza a la combinación de elementos mecánicos que transforman fuerzas o energías mediante una serie de etapas transformando velocidades y trayectorias. El mecanismo de limpieza está formado por dispositivos y componentes mecánicos, ejes, rodamientos, estructura de metal y motores que cumplen la función principal de transmitir fuerzas o movimientos (Ramírez Zapata, 2021).

El cuadro de operacionalización de variables se puede observar en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población: Se consideró a todas aquellas rejillas de captación en bocatoma de agua de río.

Muestra: Una rejilla de captación en bocatoma de agua de río del distrito de Olmos.

Muestreo: No probabilístico por conveniencia.

Unidad de análisis: Una rejilla de captación en bocatoma de agua de río del distrito de Olmos.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas de recolección de datos

Análisis documental

Para el desarrollo de este tipo de técnica, se debe tener registros referentes a la capacidad que deberá soportar el mecanismo de limpieza que se ha propuesto diseñar. Para dicha técnica se empleó el instrumento de recolección de datos denominado registro de datos, donde se consignó la información ordenada que luego fue analizada y empleada en el momento de realizar el diseño de dicho mecanismo de limpieza de residuos sólidos.

Instrumentos de recolección de datos

Registro de datos

Este instrumento fue empleado para registrar información periódica que sirvió para poder obtener la capacidad máxima que deberá soportar el mecanismo de limpieza propuesto.

3.5. Procedimientos

Los procedimientos que se emplearon se detallan a continuación:

- a) Para empezar con el diseño del mecanismo de limpieza de residuos sólidos, fue necesario conocer la capacidad que debe soportar, luego se determinó el tiempo que se quiere que opere el mecanismo diariamente, el tiempo de vida útil del mecanismo.
- b) Se diseñó y dimensionó los elementos de máquina, incluyendo el motor para levantar los residuos sólidos incluyendo el dispositivo que se usó para tal fin, el sistema de transmisión, los rodamientos o cojinetes, el dispositivo de carga, donde se debe considerar los esfuerzos y factores de seguridad adecuados para optimizar el diseño del mecanismo de

- limpieza de residuos sólidos. Para ello se utilizó el software MathCAD Prime 7, donde se introdujeron todos los datos necesarios para el diseño.
- c) Posteriormente, se empleó el software SolidWorks para ir modelando uno por uno cada elemento de máquina del mecanismo de limpieza de residuos sólidos, para finalmente realizar el ensamblaje de todos los elementos de máquina para tener un panorama claro de cómo quedará dicho mecanismo antes de ser fabricado.
 - d) Finalmente, empleando el software Microsoft Excel, se elaboró una tabla donde se incluyeron los costos de cada elemento de máquina además del ensamblaje, mano de obra y puesta en servicio para su fabricación, instalación, mano de obra y puesta en servicio de dicho mecanismo.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos obtenidos para el presente proyecto fueron procesados de manera manual y a la vez utilizando programas de computadora como el MathCAD Prime 7 para determinar todos los parámetros necesarios, software de diseño CAD/CAE como SolidWorks para el modelado de las piezas mecánicas del mecanismo de limpieza de residuos sólidos, el software Microsoft Excel para elaborar el presupuesto que conllevaría el implementar la propuesta de diseño del mecanismo de limpieza. Se emplearon diferentes bibliografías y libros para desarrollar todo el cálculo mecánico, partiendo desde el dimensionamiento de la potencia del motor, elementos de máquina para la transmisión, diseño de ejes, entre otros. Esta etapa es importante, ya que de aquí se obtuvieron todos los datos necesarios para el correcto análisis del mecanismo, para las conclusiones y recomendaciones al finalizar.

3.7. Aspectos éticos

Los informes o investigaciones empleadas para el desarrollo del presente proyecto, no se alteraron, es decir, se tuvo en cuenta las normas para referenciar a los autores y material bibliográfico consultado. Además, considerando la guía del asesor para que el proyecto sea lo más exacto posible a la realidad y evitando cualquier tipo de plagio o copia, buscando la originalidad del mismo.

IV. RESULTADOS

4.1. Objetivo específico 1: determinar la capacidad de recojo de residuos sólidos del sistema de limpieza en rejillas del vocal de captación de agua de río

Para poder diseñar correctamente el mecanismo de limpieza en rejas de vocal de captación en bocatoma de agua de río, es necesario conocer los parámetros de diseño iniciales, esto quiere decir, el peso y volumen que deberá cargar. En el Anexo 2 se puede apreciar el instrumento de recolección de datos, un registro de datos donde se aprecia la masa y volumen que se extraía en las rejas del vocal de captación en bocatoma de agua de río, en la localidad de Olmos, de donde se puede extraer el promedio y máximo valor para dichos datos y determinar cuál sería el adecuado para ser empleado al realizar el diseño del mecanismo de limpieza. Cabe resaltar que para poder determinar la masa de los residuos sólidos se empleó una balanza de plataforma y para el volumen se empleó un cubo patrón de metro cúbico, donde los residuos estaban conformados por pañales, ramas, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros. Dichos datos fueron recopilados durante los meses de enero a marzo del 2022, en las rejas vocal de captación, en Olmos. Entonces considerando la masa y el volumen máximos:

Tabla 2. *Parámetros de diseño para mecanismo de limpieza*

Masa máxima ($m_{m\acute{a}xima}$)	Peso máximo ($W_{m\acute{a}ximo} = m_{m\acute{a}xima} \times g$)	Volumen máximo ($V_{m\acute{a}ximo}$)
105 kg	1029.63 N	1.13 m ³
Masa mínima ($m_{m\acute{i}nima}$)	Peso máximo ($W_{m\acute{i}nimo} = m_{m\acute{i}nima} \times g$)	Volumen máximo ($V_{m\acute{i}nimo}$)
66 kg	647.196 N	0.75 m ³

Fuente: elaboración propia.

Finalmente, de la Tabla 2, para el dimensionamiento de los elementos de máquina que formarán parte del mecanismo de limpieza de residuos sólidos se seleccionó como parámetros de diseño al peso y volumen máximo:

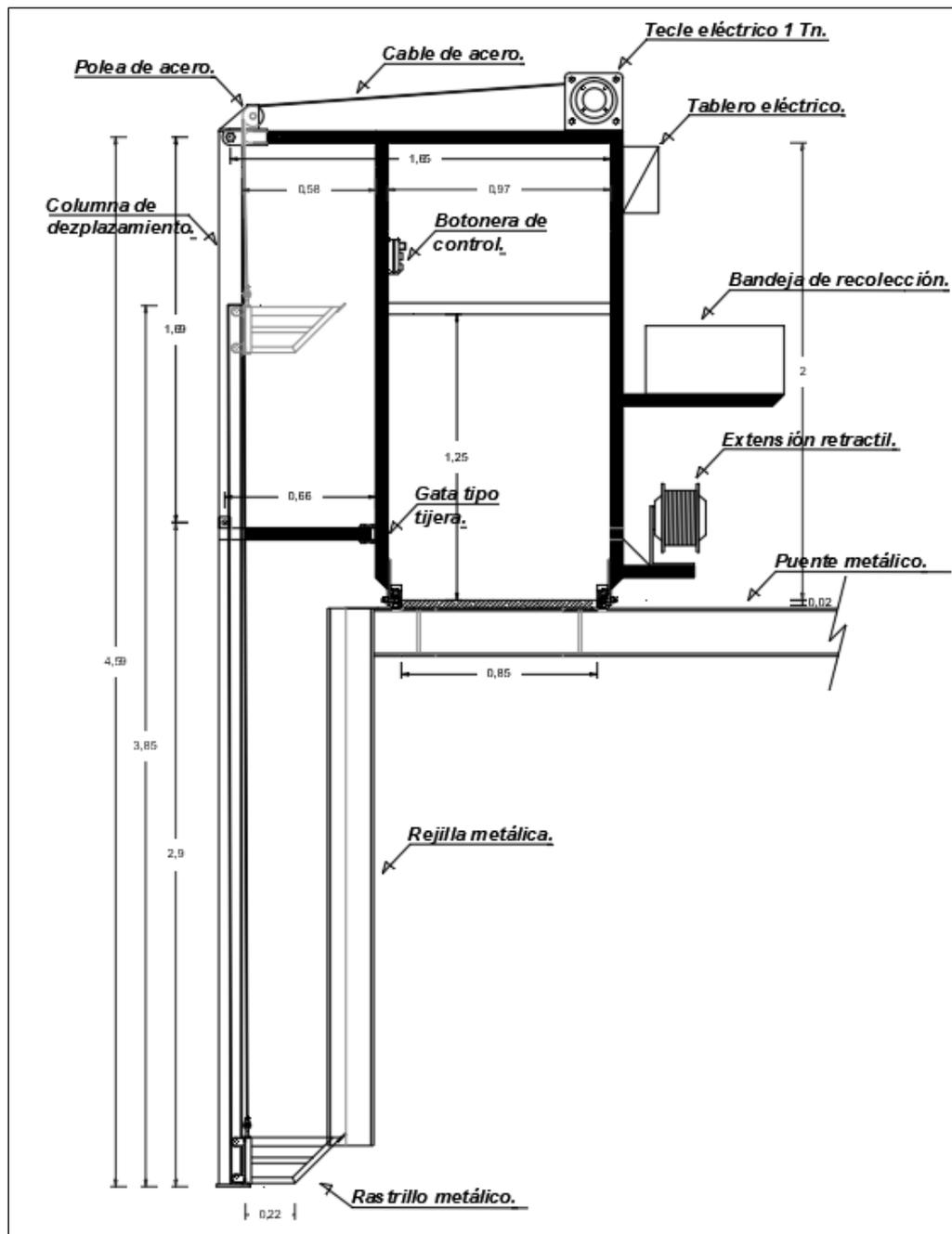
$$W_{m\acute{a}ximo} = 1029.63 \text{ N}$$

$$V_{m\acute{a}ximo} = 1.13 \text{ m}^3$$

4.2. Objetivo específico 2: dimensionar los elementos de máquina para un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río

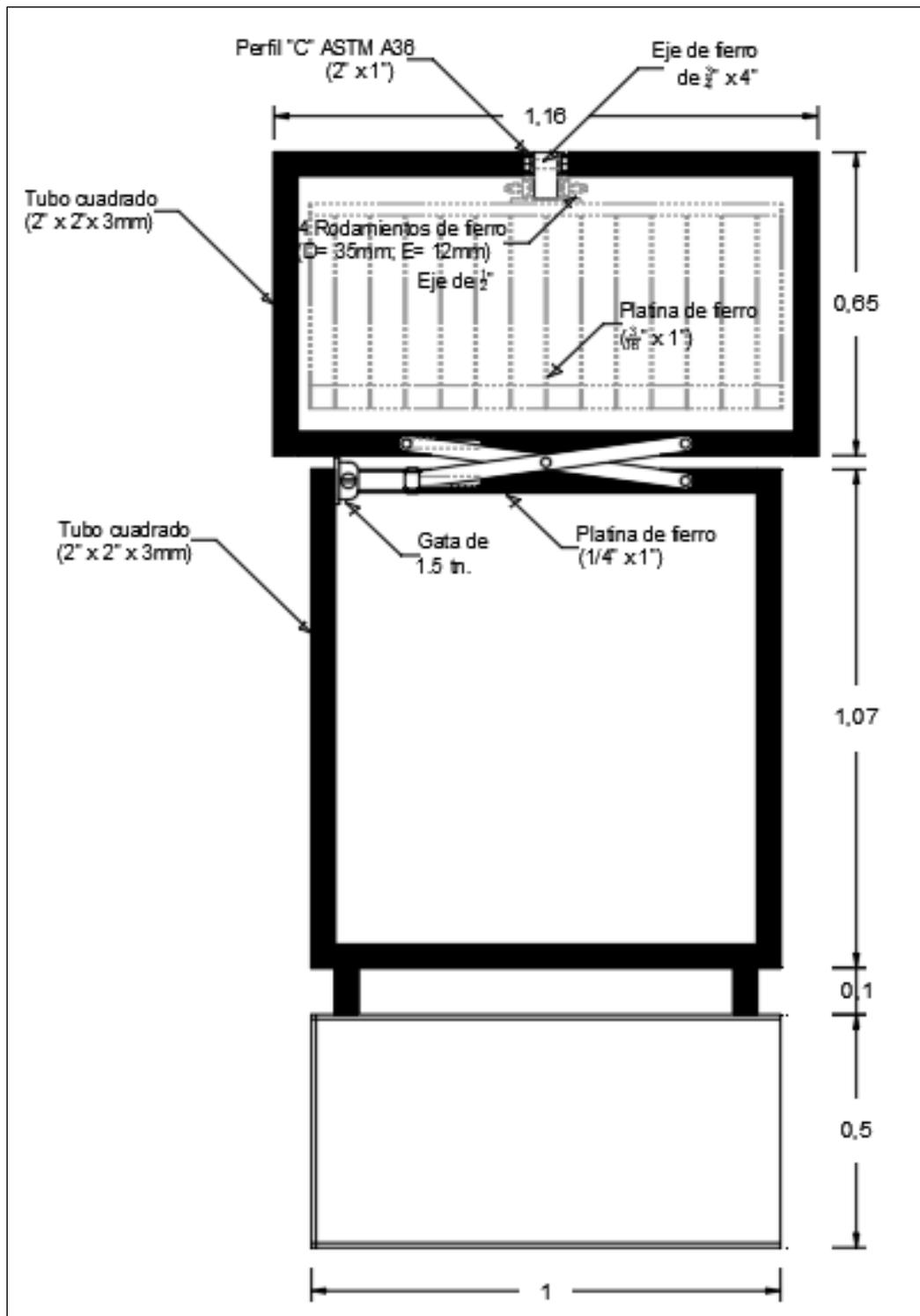
Para poder iniciar con el diseño del mecanismo de limpieza de residuos sólidos, se necesitó de un bosquejo del mismo, el cual se puede apreciar en la Figura 8:

Figura 8. *Bosquejo para el diseño del mecanismo de limpieza de residuos sólidos*



Fuente: Elaborado con AutoCAD 2022.

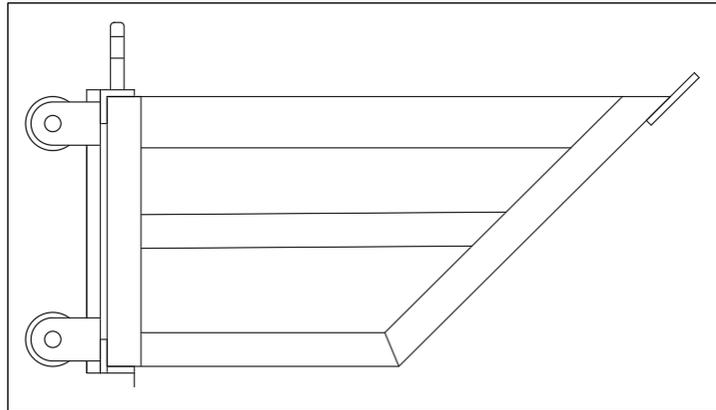
Figura 9. Vista en planta del mecanismo de limpieza



Fuente: Elaborado con AutoCAD 2022.

Además, se debe conocer la forma del rastrillo para su posterior modelado en software de diseño mecánico, en la Figura 10 se aprecia un bosquejo de dicho rastrillo:

Figura 10. *Bosquejo del rastrillo recolector de residuos sólidos*



Fuente: Elaborado con AutoCAD 2022.

Ahora, para poder empezar con el modelado del rastrillo es necesario conocer el volumen que debe tener para recolectar la capacidad deseada de residuos sólidos. Empleando el volumen máximo de 1.13 m^3 y considerando que se realizan 12 pasadas en las rejillas para poder recolectar los residuos sólidos, es decir, 2 pasadas del rastrillo por cada rejilla, siendo en total 6 rejillas. Esto es, se tiene un depósito de 1 m^3 donde se recolecta todos los residuos del día, donde al finalizar el día se mide el volumen, y registrando los datos que se puede apreciar en el Anexo 2. Con esos datos se tiene lo siguiente:

$$V_{\text{rastrillo}} = \frac{V_{\text{máximo}}}{N_{\text{pasadas}}}$$

$$V_{\text{rastrillo}} = \frac{1.13 \text{ m}^3}{12}$$

$$V_{\text{rastrillo}} = 0.0942 \text{ m}^3$$

Ahora, considerando la sección transversal del rastrillo, que posee una figura trapezoidal y un largo total de 1 m, ya que las rejillas son de 2 m de largo, entonces para poder dar las 2 pasadas, el rastrillo debe tener dicho largo especificado para cumplir con lo estipulado, entonces se tiene que:

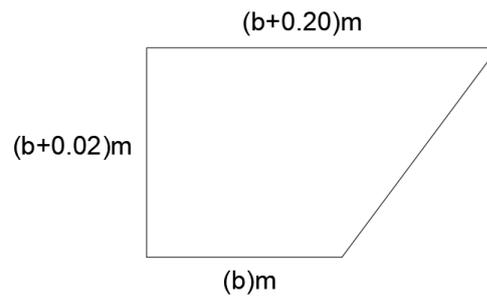
$$L = 1 \text{ m}$$

El área trapezoidal será:

$$A_{\text{trapecio}} = \frac{V_{\text{rastrillo}}}{L}$$

$$A_{\text{trapecio}} = 0.0942 \text{ m}^2$$

Figura 11. Datos para el área del trapecio



Fuente: Elaborado con AutoCAD 2022.

El área del trapecio de acuerdo con la Figura 11 es:

$$A_{\text{trapecio}} = \left(\frac{b + 0.20 + b}{2} \right) (b + 0.02) m^2$$

Entonces, determinando el valor de la base menor "b":

$$b = 0.25 m$$

Los demás parámetros serán:

$$h = b + 0.02 m$$

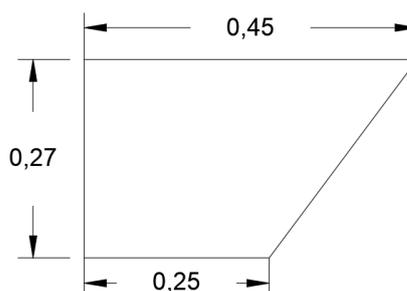
$$h = 0.27 m$$

$$B = b + 0.20 m$$

$$B = 0.45 m$$

En la Figura 12 se aprecia las medidas reales para el modelado del rastrillo recolector.

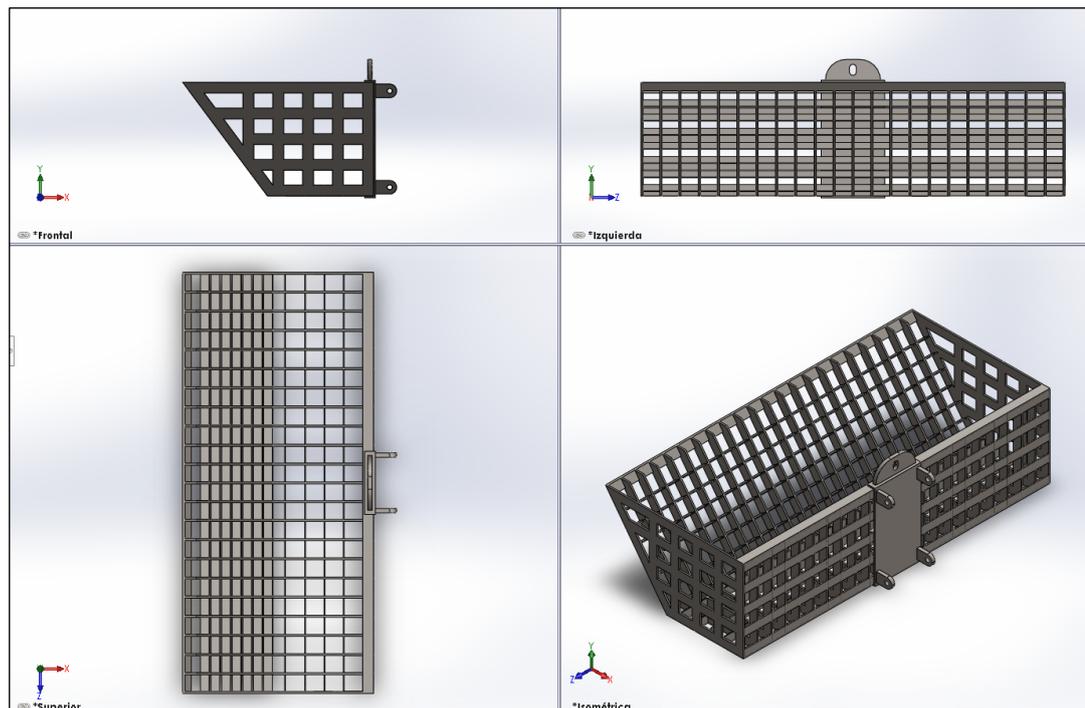
Figura 12. Medidas para el área del trapecio del rastrillo recolector



Fuente: Elaborado con AutoCAD 2022.

Luego, empleando el software SolidWorks, se empieza a modelar, considerando platinas de Acero A36 de 4.5 mm (3/16 pulgadas) y de 2 mm (3/32 pulgadas). El modelado se puede apreciar en la Figura 13.

Figura 13. Modelado del rastrillo recolector de residuos sólidos



Fuente: Elaborado con SolidWorks 2018.

Al finalizar el modelado, se procedió a configurar el material para determinar el volumen del rastrillo, entonces el volumen obtenido es de:

$$V_{\text{rastrillo}} = 0.003875 \text{ m}^3$$

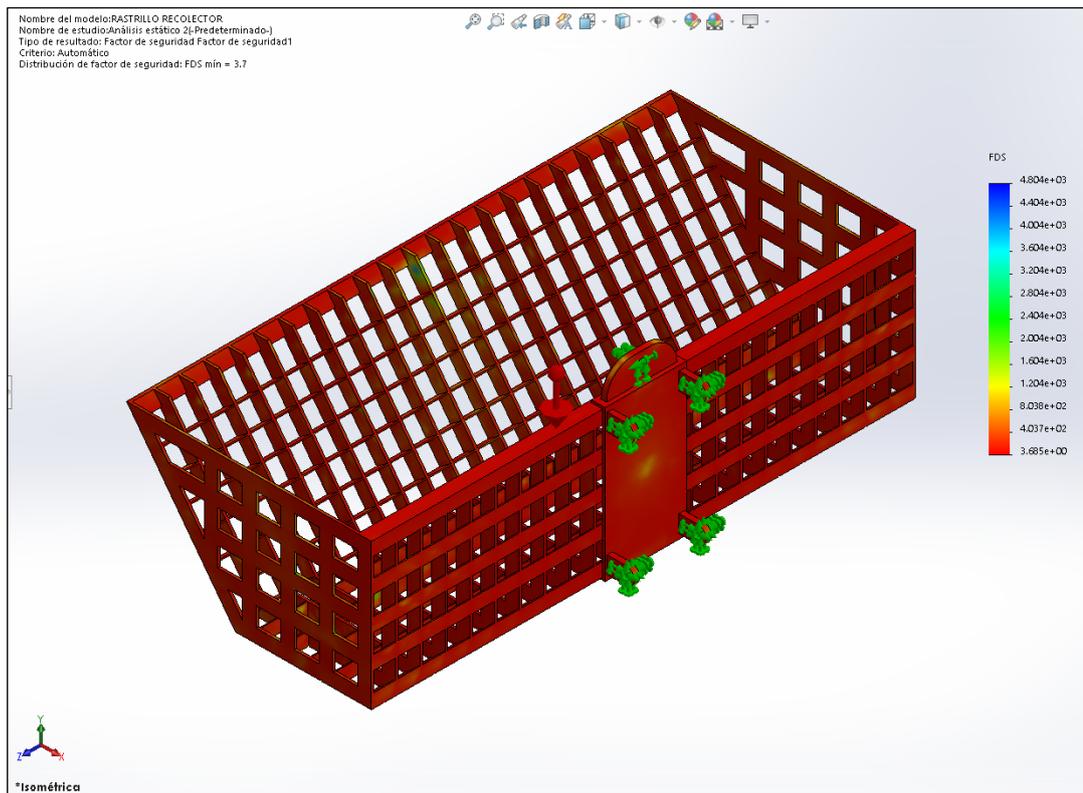
Luego, considerando que la densidad del acero es de 7850 kg/m^3 , se determinó la masa del rastrillo:

$$m_{\text{rastrillo}} = \rho_{\text{acero}} \times V_{\text{rastrillo}}$$

$$m_{\text{rastrillo}} = 30.42 \text{ kg}$$

De la Figura 14 se puede apreciar el Factor de Seguridad obtenido al correr el análisis estático en el software SolidWorks para el rastrillo recolector, donde el valor más bajo es de 3.685, un dato aceptable para el cálculo realizado (Juvinall, et al., 2013), indicando que el factor de seguridad puede ser de entre 3 a 4 siempre que los materiales empleados son bien conocidos pero que se serán usados en ambientes inciertos o que serán sometidos a esfuerzos desconocidos.

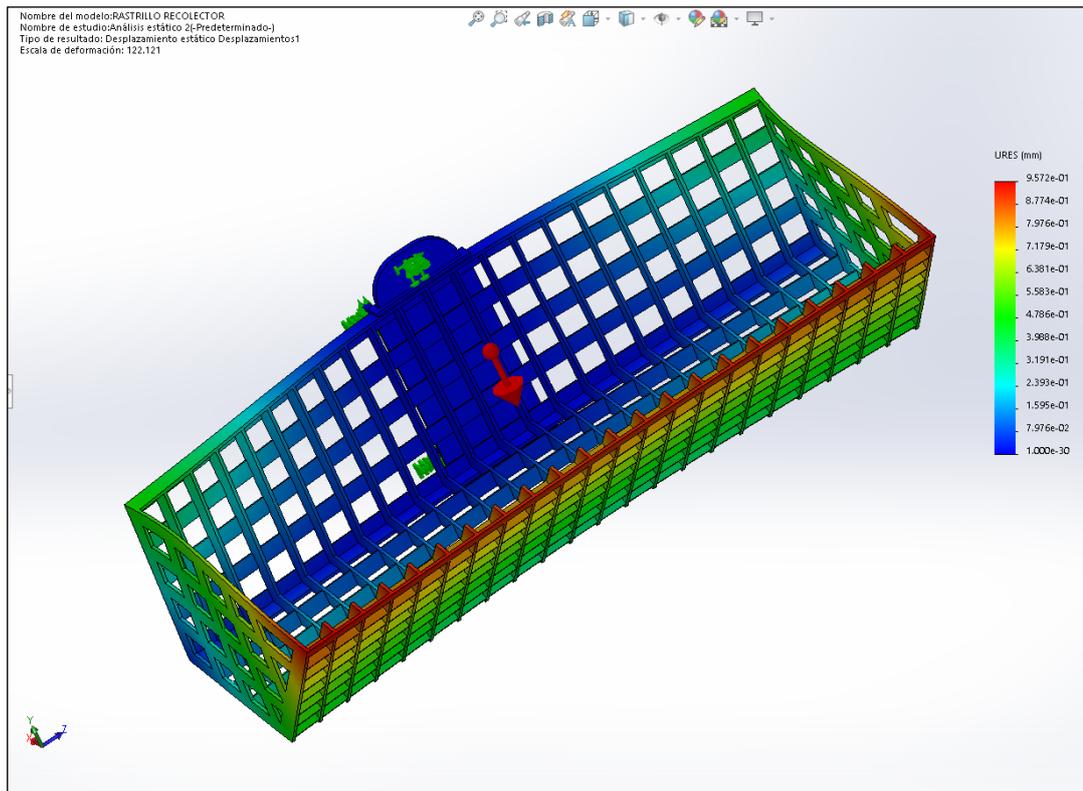
Figura 14. Factor de seguridad obtenido del análisis estático para rastrillo recolector



Fuente: SolidWorks 2018.

Luego, al analizar los desplazamientos obtenidos del análisis estático, se pudo obtener un valor máximo de 0.9572 mm, un valor más que aceptable. Esto se aprecia en la Figura 15, cabe precisar que este posee una escala de deformación de 122.121, es decir, que para poder apreciar mejor donde se dan los desplazamientos máximos, el software en cierta manera exagera para dicho fin.

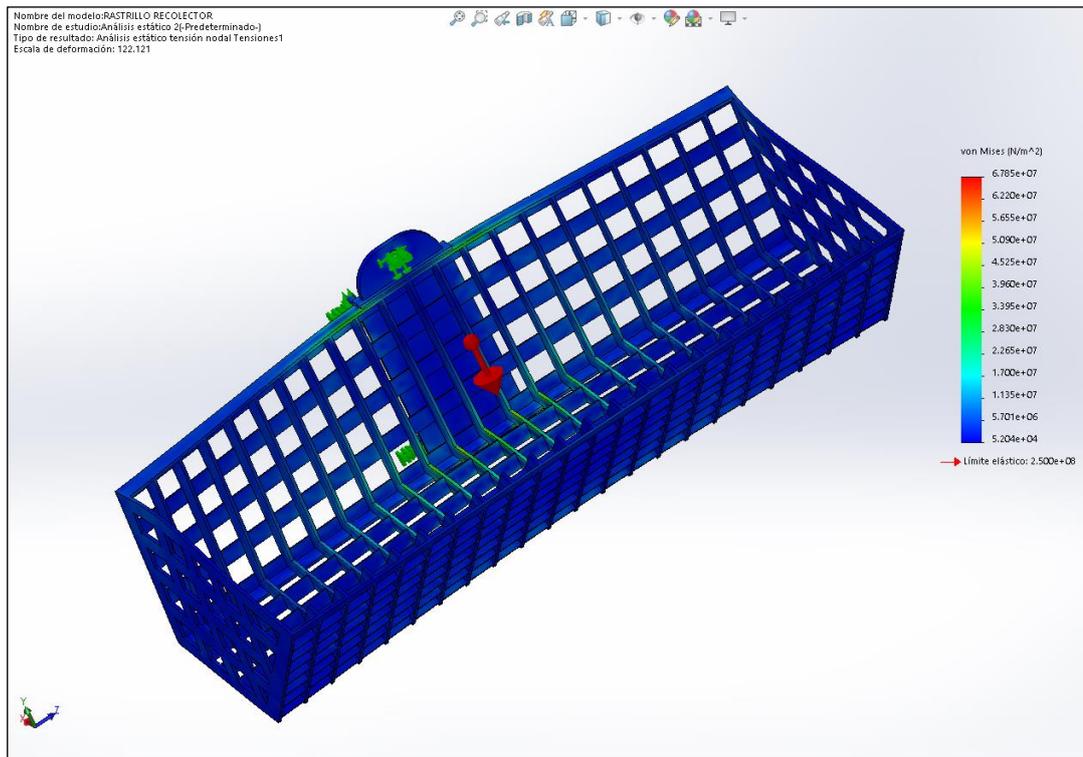
Figura 15. Desplazamientos obtenidos del análisis estático del rastrillo recolector



Fuente: SolidWorks 2018.

En la Figura 16 se aprecian los esfuerzos de Von Mises obtenidos del análisis estático para el rastrillo recolector, donde el máximo valor obtenido es de 67.85 MPa y un valor mínimo de 52.04 kPa, valores que se encuentran por debajo del esfuerzo permisible para el material empleado que es el Acero A36.

Figura 16. Esfuerzos de Von Mises obtenidos del análisis estático para rastrillo recolector



Fuente: SolidWorks 2018.

Ahora, para el cálculo y selección de los rodamientos es necesario contar con las fuerzas o reacciones en los apoyos, pero para dicho análisis se empleó el máximo valor obtenido, del análisis estático se obtuvo lo siguiente:

$$F_x = 686 \text{ N}$$

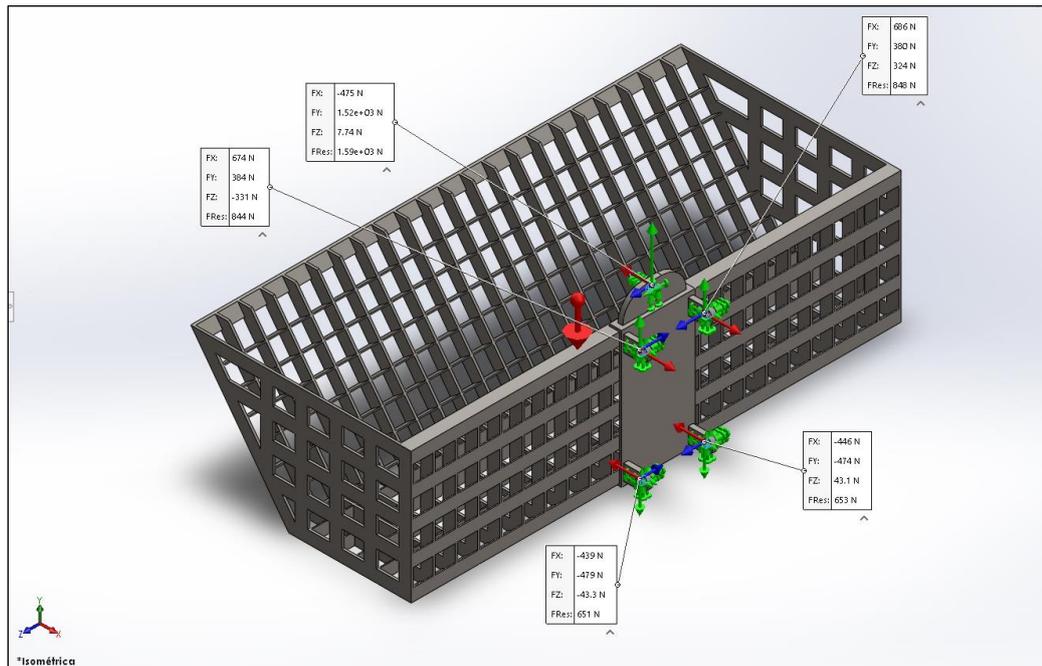
$$F_y = 380 \text{ N}$$

$$F_z = 324 \text{ N}$$

$$F_R = 848 \text{ N}$$

Estos datos servirán para poder realizar los cálculos respectivos para los rodamientos del rastrillo recolector.

Figura 17. Fuerzas resultantes del análisis estático para rastrillo recolector

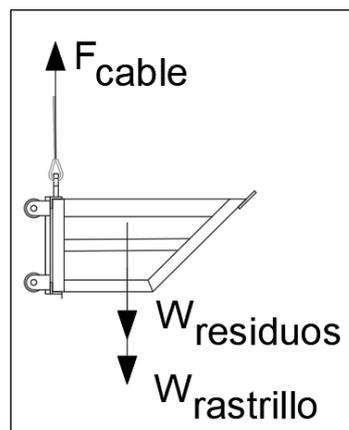


Fuente: SolidWorks 2018.

4.2.1. Cálculo del cable de acero

En primer lugar, se calculó el diámetro del cable de acero, para lo cual se empleó un factor de seguridad igual a 5, ya que el mecanismo de limpieza de residuos sólidos se asemeja a una grúa y se recomienda emplear un factor de seguridad entre 5 a 6 (IPH SAICF, 2017). Entonces, se tiene lo siguiente:

Figura 18. Fuerzas actuantes en Rastrillo recolector



Fuente: Elaborado con AutoCAD 2022.

Entonces, se tiene lo siguiente:

Cálculo del diámetro del cable de acero

Empleando los siguientes datos:

$$FS_{cable} = 5$$

$$W_{residuos} = 1029.63 \text{ N}$$

$$W_{rastrillo} = 298.30 \text{ N}$$

De la Figura 18, se obtiene la fuerza resultante en el cable:

$$F_{cable} = W_{residuos} + W_{rastrillo} = 1327.93 \text{ N}$$

Ahora, empleando el factor de seguridad para seleccionar el diámetro adecuado del cable de acero, por lo que se procedió de la manera siguiente:

$$F_{diseño\ cable} = FS_{cable} \times F_{cable} = 6.64 \text{ kN}$$

Por lo que el cable debe soportar una carga de 6.64 kN, seleccionándose un cable de acero IPH 17 Grado 120 (IPH SAICF, 2017), con un diámetro de 3.5 mm que puede resistir una carga de rotura de 9.5 kN.

4.2.2. Dimensionamiento del Winche eléctrico

De igual forma, se consideró dicha carga para dimensionar el motor eléctrico o Winche eléctrico necesario para levantar la carga mencionada. La capacidad del Winche se determina en masa, es decir, en kilogramos, convirtiendo:

$$m_{winche} = \frac{F_{diseño\ cable}}{gravedad} = 677.056 \text{ kg}$$

Por lo que se seleccionó un Winche Eléctrico de 750 kg de capacidad, ya que de la capacidad calculada no existe en el mercado. Por lo tanto, se seleccionó el modelo KDJ trifásico WDL-750E1.

4.2.3. Selección de rodamientos para rastrillo recolector

De acuerdo con el fabricante de rodamientos SKF (SKF, 2019), cuando se tienen cargas axiales y radiales, es necesario emplear rodamientos rígidos de bolas, por lo tanto, se empleará la metodología para seleccionar dicho tipo de rodamiento. Entonces las fuerzas son:

$$F_x = 686 \text{ N}$$

$$F_y = 380 \text{ N}$$

$$F_z = 324 \text{ N}$$

La carga radial se da entre los ejes X e Y, y la carga axial en el eje Z, esto, en consideración con lo calculado con el software SolidWorks:

$$F_{radial} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 784.217 \text{ N}$$

$$F_{axial} = F_z = 324 \text{ N}$$

Procedimiento de cálculo:

$$\frac{F_{axial}}{F_{radial}} = 0.413$$

Considerando que el diámetro del eje donde se sostendrán los rodamientos es de 12 mm, se seleccionó un rodamiento 6001, con las características siguientes:

$$C = 5.4 \text{ kN}$$

$$C_o = 2.36 \text{ kN}$$

$$f_o = 13$$

Seguidamente, calculando el factor:

$$f_o \times \frac{F_{axial}}{C_o} = 1.785$$

Dicho valor se interpola empleando la tabla 9 del catálogo de SKF, para determinar el valor de "e":

$$e = 0.323$$

Luego, al hacer la comparación entre el valor obtenido de dividir la fuerza axial y la fuerza radial, se obtuvo que dicho valor es mayor que el de "e", por lo que se empleará la fórmula siguiente:

$$P = X \times F_{radial} + Y \times F_{axial}$$

Para calcular los valores de X e Y, se interpola de la tabla 9 de SKF, los cuales son:

$$X = 0.56$$

$$Y = 1.368$$

Por lo tanto, la carga que soportará el rodamiento es:

$$P = 0.882 \text{ kN}$$

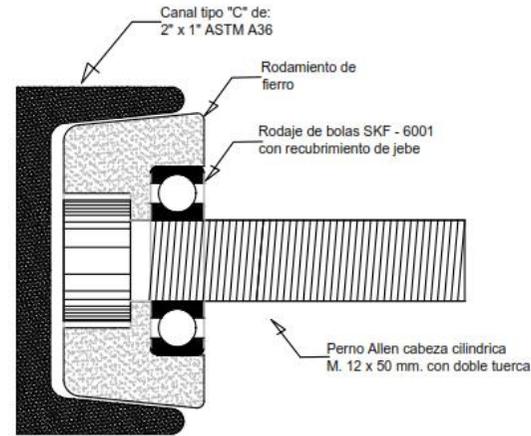
Ahora, se requiere que los rodamientos tengan una duración de 7300 horas, es decir, 1 hora diaria durante una vida útil del mecanismo de limpieza de 20 años, entonces se tiene lo siguiente:

$$n = 387.89 \text{ rpm}$$

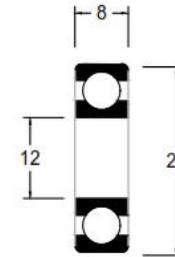
$$p = 3$$
$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} \left(\frac{C}{P} \right)^p = 9600.199 h$$

Lo cual cumple con el requisito de horas de operación y carga de diseño.
En la Figura 19 se aprecia los detalles de instalación de los rodamientos para el rastrillo recolector con el brazo para el mecanismo de limpieza.

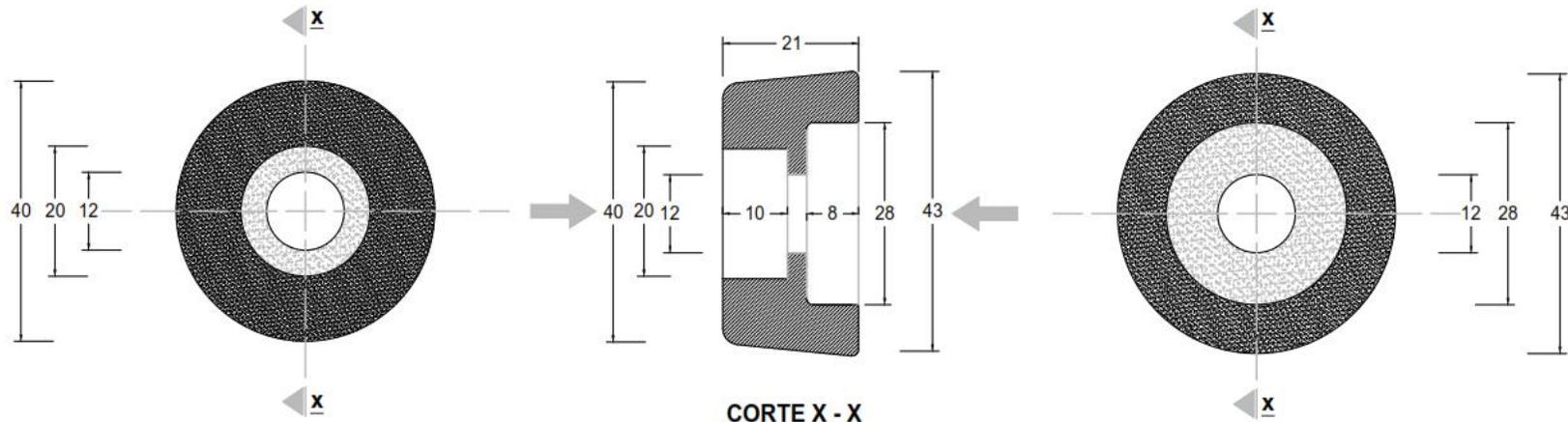
Figura 19. *Detalles de instalación de rodamiento en rastrillo recolector*



ESQUEMA DE RODAMIENTO



**RODAJE DE BOLAS SKF - 6001
CON RECUBRIMIENTO DE JEBE**



Fuente: Elaborado con AutoCAD 2022.

4.2.4. Dimensionamiento de perno soporte para rastrillo y rodamiento

El perno será de Acero Grado 5, con un esfuerzo de ruptura de 120 ksi, dato que servirá para calcular el área del perno necesario a utilizar (Budynas, et al., 2018):

$$\tau_{ruptura} = 92 \text{ ksi} = 634.318 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\text{último}} = 120 \text{ ksi} = 827.371 \text{ MPa}$$

El coeficiente de seguridad considerado para el dimensionamiento de los pernos será de 5, igual al del cable de acero, ya que servirá para levantar cargas. Entonces, se tiene que:

$$\tau_{permisible} = \frac{\tau_{ruptura}}{FS_{perno}}$$

$$\tau_{permisible} = \frac{634.318 \text{ MPa}}{5} = 126.864 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{permisible} = \frac{\sigma_{\text{último}}}{FS_{perno}}$$

$$\sigma_{permisible} = \frac{827.371 \text{ MPa}}{5} = 165.474 \text{ MPa}$$

Luego, la fórmula para calcular el diámetro del perno de acuerdo con el esfuerzo cortante es:

$$d_{perno \text{ x cortante}} = \sqrt{\frac{4 \times F_{radial}}{\pi \times \tau_{permisible}}} = 2.8 \text{ mm}$$

$$d_{perno \text{ x normal}} = \sqrt{\frac{4 \times F_{axial}}{\pi \times \sigma_{permisible}}} = 1.6 \text{ mm}$$

Los pernos que serán empleados para soportar el rastrillo recolector deben ser de 2.5 mm, pero como el rodamiento tiene un diámetro interno de 12 mm y cumple con lo anteriormente descrito, es que se seleccionó pernos M12x3 pulgadas para que los rodamientos puedan encajar perfectamente.

4.2.5. Cálculo de la polea

Para poder dimensionar la polea, es necesario considerar que se fabrica en acero ya que el cable del winche eléctrico es de acero y para evitar que se desgaste debe ser del mismo material. De acuerdo con el fabricante de poleas REMA, se debe seleccionar una polea con una capacidad de 1000

kg para que pueda soportar la masa de los residuos sólidos más la masa del rastrillo. Entonces, el modelo seleccionado es la polea RZ-1.0. La ficha técnica se aprecia en el Anexo 6.

Tabla 3. *Criterios para selección de polea*

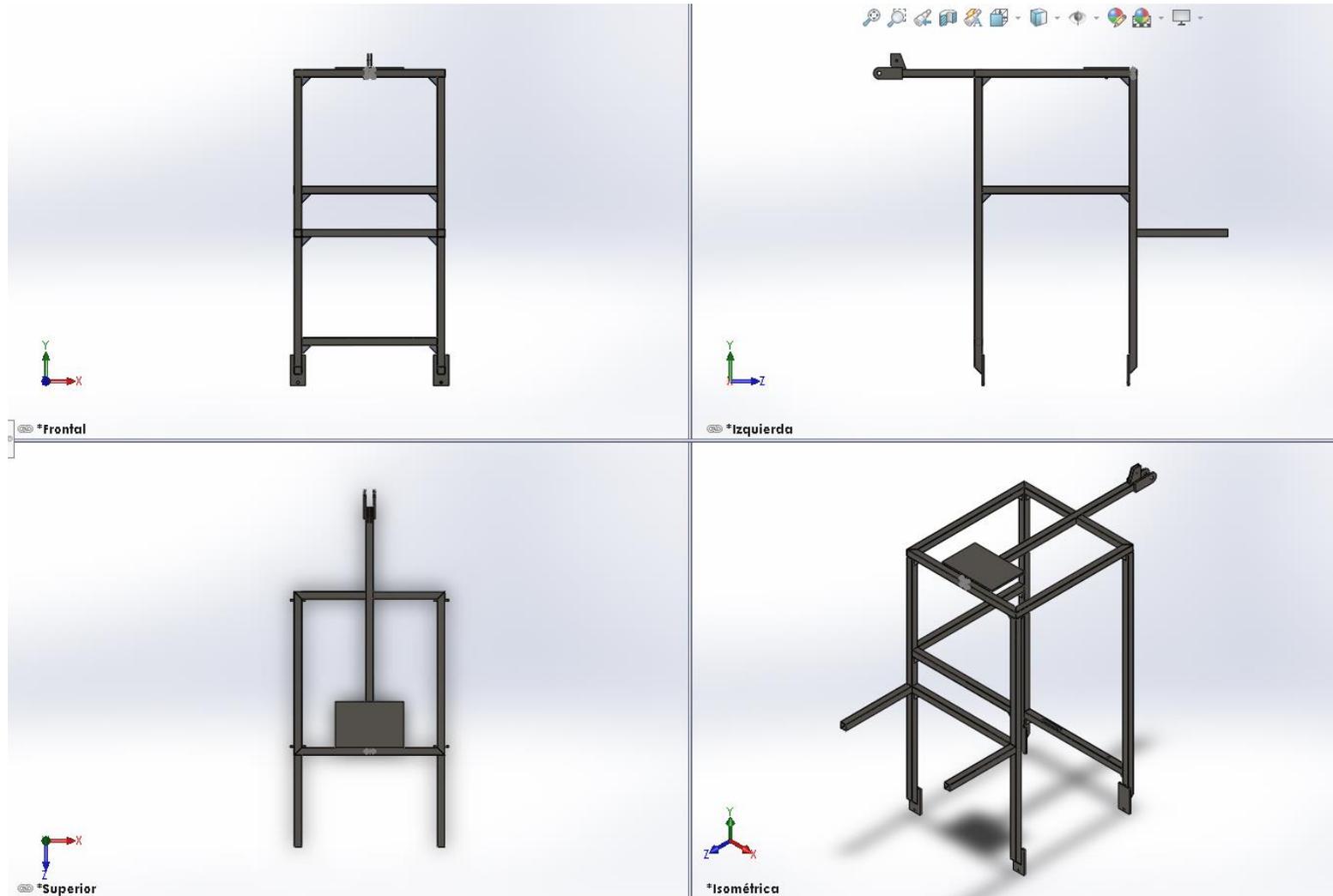
Criterio para selección de polea	
Masa máxima	677.056 kg
Material	Acero
Datos polea	
Marca	REMA
Modelo	RZ-1.0
Material	Acero
Capacidad máxima	1000 kg

Fuente: Elaboración propia.

4.2.6. Dimensionamiento de la estructura soporte

Para el dimensionamiento de la estructura se ha escogido tubo cuadrado de 2 pulgadas por 3 mm de espesor, en Acero AISI 4140 normalizado. El modelado en SolidWorks se aprecia en la Figura 20.

Figura 20. Modelado de estructura soporte

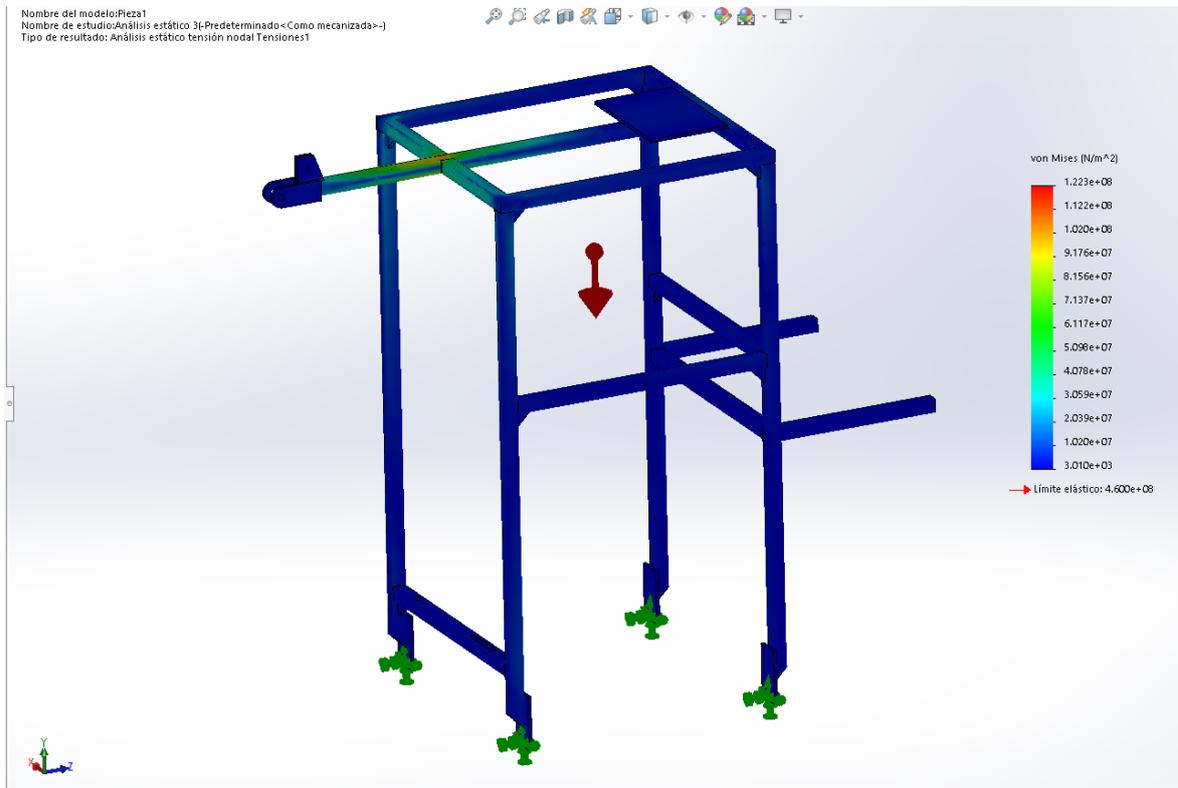


Fuente: Elaborado con SolidWorks 2018.

Luego del modelado en SolidWorks, se agregaron cartelas de refuerzo de 60mm por 12.7 mm de espesor, con el propósito de aumentar el factor de seguridad de la estructura soporte. Seguidamente, se añadieron las cargas, que son de 135.42 kg en el brazo, una masa de 6 kg en donde se ubica la polea, una masa de 9 kg en el depósito de recolección, una masa de 149 kg en la base superior cuadrada donde se ubica el Winche Eléctrico y el peso propio de la misma estructura.

Del análisis estático se obtuvo lo siguiente:

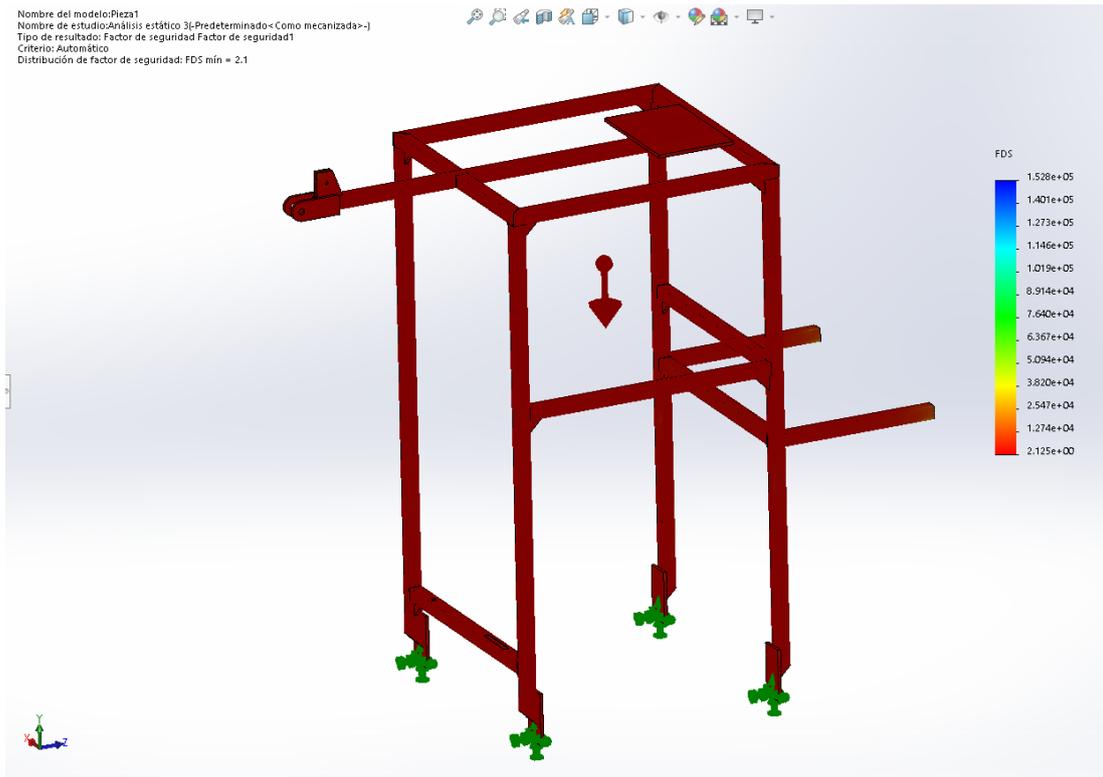
Figura 21. Tensiones de Von Mises en N/mm^2



Fuente: SolidWorks 2018.

De la Figura 21 se puede mencionar que el máximo esfuerzo originado en la estructura soporte es de 122.3 MPa, un valor por debajo del límite establecido de acuerdo al material de Acero empleado.

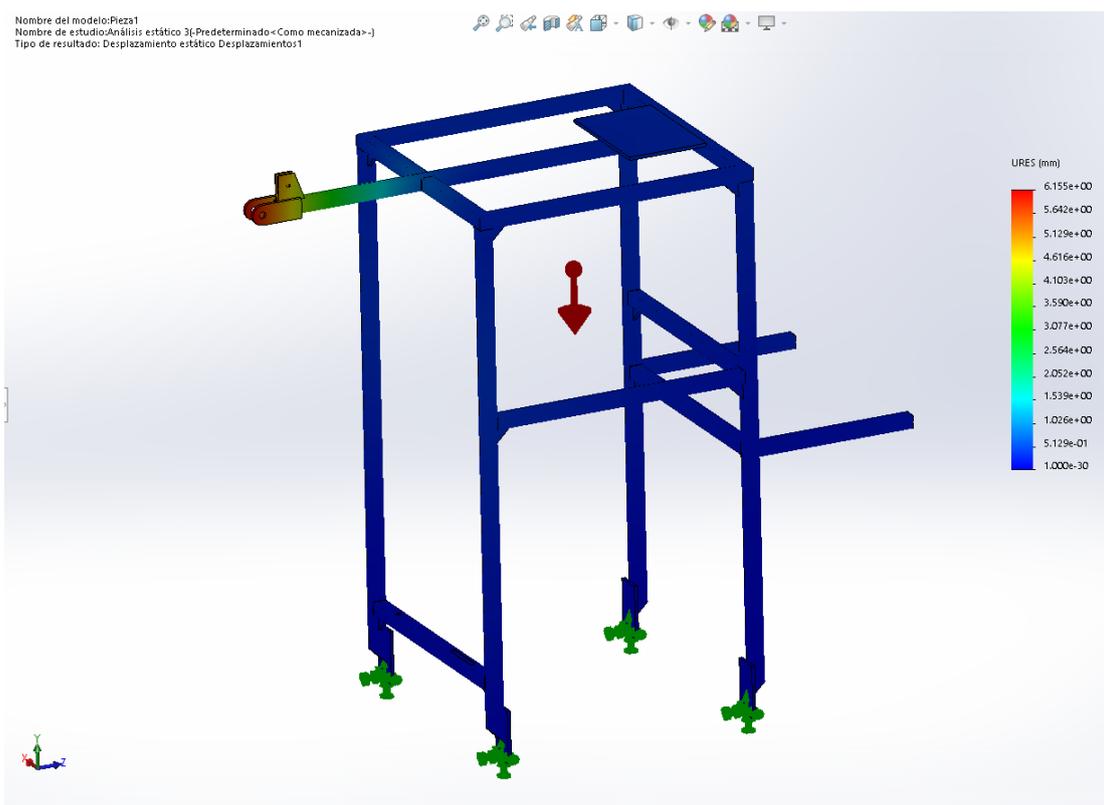
Figura 22. Factor de seguridad obtenido en la estructura soporte



Fuente: SolidWorks 2018.

De la Figura 22 se puede indicar que el factor de seguridad mínimo calculado es de 2.125, siendo adecuado, ya que se aconseja que puede ser de entre 2 a 3, siempre que los esfuerzos y factores de seguridad se puedan verificar de manera fácil (Juvinal, et al., 2013).

Figura 23. Desplazamientos originados en estructura soporte



Fuente: SolidWorks 2018.

De la Figura 23 se puede mencionar que el máximo desplazamiento se origina en el brazo, que es 6.155 mm, realmente un valor mínimo y que no originaría problemas mayores al momento de operar el mecanismo recolector de residuos sólidos.

En la Figura 24 se puede apreciar las fuerzas que se obtuvieron del análisis estático empleando SolidWorks, las cuales se enumeran en la Tabla 4 a continuación:

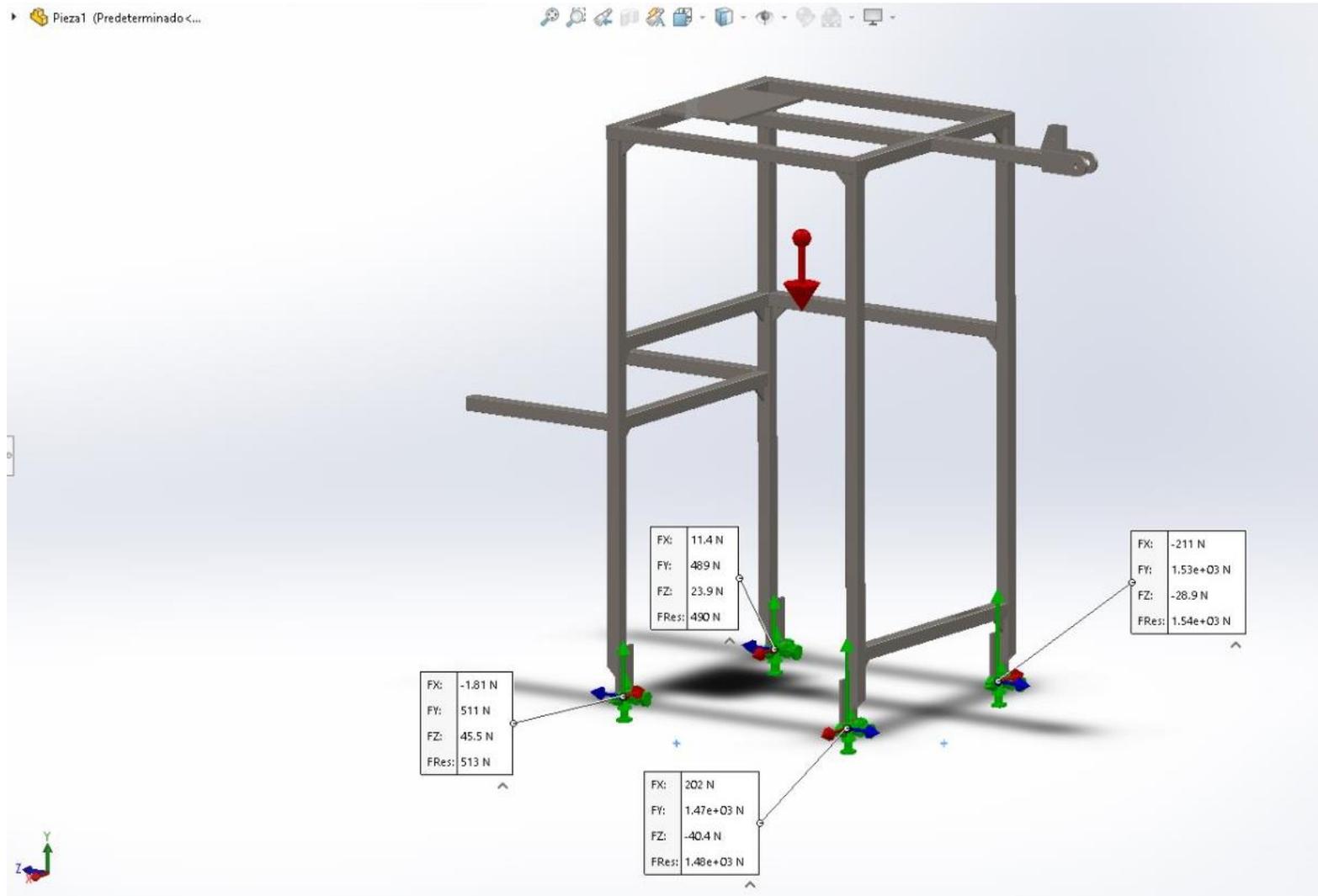
Tabla 4. Resumen de fuerzas en los apoyos de estructura soporte

Apoyo	F_x (N)	F_y (N)	F_z (N)	F_R (N)
A	-1.81	511	45.5	513.02
B	11.4	489	23.9	489.72
C	-211	1530	-28.9	1544.75
D	202	1470	-40.4	1484.36

Fuente: Elaboración propia.

Dichas fuerzas se emplearon para calcular los rodamientos necesarios para la estructura soporte en cada apoyo.

Figura 24. Fuerzas resultantes de los apoyos en estructura soporte



Fuente: SolidWorks 2018.

4.2.7. Selección de rodamientos para base de estructura soporte

De acuerdo con el fabricante de rodamientos SKF (SKF, 2019), cuando se tienen cargas axiales y radiales, es necesario emplear rodamientos rígidos de bolas, por lo tanto, se empleó la metodología para seleccionar dicho tipo de rodamiento. Entonces las fuerzas son:

$$F_x = 211 \text{ N}$$

$$F_y = 1530 \text{ N}$$

$$F_z = 28.9 \text{ N}$$

La carga radial se da entre los ejes X e Y, y la carga axial en el eje Z, esto, en consideración con lo calculado con el software SolidWorks:

$$F_{radial} = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = 1544.481 \text{ N}$$

$$F_{axial} = F_z = 28.9 \text{ N}$$

Procedimiento de cálculo:

$$\frac{F_{axial}}{F_{radial}} = 0.019$$

Considerando que el diámetro del eje donde se sostendrán los rodamientos es de 15 mm, se seleccionó un rodamiento 6202, con las características siguientes:

$$C = 8.6 \text{ kN}$$

$$C_o = 3.75 \text{ kN}$$

$$f_o = 13$$

Seguidamente, calculando el factor:

$$f_o \times \frac{F_{axial}}{C_o} = 0.1$$

Dicho valor se interpola empleando la tabla 9 del catálogo de SKF, para determinar el valor de "e":

$$e = 0.207$$

Luego, al hacer la comparación entre el valor obtenido de dividir la fuerza axial y la fuerza radial, se obtuvo que dicho valor es menor que el de "e", y considerando que son pares de rodamientos dispuestos espalda con espalda o cara a cara se tuvo que:

$$P = F_{radial} + Y_1 \times F_{axial}$$

Para calcular los valores de Y_1 , se interpola de la tabla 9 de SKF, los cuales son:

$$Y_1 = 2.894$$

Por lo tanto, la carga que soportará el rodamiento es:

$$P = 1.628 \text{ kN}$$

Ahora, se requiere que los rodamientos tengan una duración de 7300 horas, es decir, 1 hora diaria durante una vida útil del mecanismo de limpieza de 20 años, entonces se tiene lo siguiente:

$$n = 250 \text{ rpm}$$

$$p = 3$$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 n} \left(\frac{C}{P} \right)^p = 8088.29 \text{ h}$$

Lo cual cumple con el requisito de horas de operación y carga de diseño.

4.2.8. Dimensionamiento de perno para rodamiento en la estructura de soporte

El perno será de Acero Grado 5, con un esfuerzo de ruptura de 120 ksi, dato que servirá para calcular el área del perno necesario a utilizar (Budynas, et al., 2018):

$$\tau_{ruptura} = 92 \text{ ksi} = 634.318 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{último} = 120 \text{ ksi} = 827.371 \text{ MPa}$$

El coeficiente de seguridad considerado para el dimensionamiento de los pernos será de 5, igual al del cable de acero, ya que servirá para levantar cargas. Entonces, se tiene que:

$$\tau_{permisible} = \frac{\tau_{ruptura}}{FS_{perno}}$$

$$\tau_{permisible} = \frac{634.318 \text{ MPa}}{5} = 126.864 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{permisible} = \frac{\sigma_{último}}{FS_{perno}}$$

$$\sigma_{permisible} = \frac{827.371 \text{ MPa}}{5} = 165.474 \text{ MPa}$$

Luego, la fórmula para calcular el diámetro del perno de acuerdo con el esfuerzo cortante es:

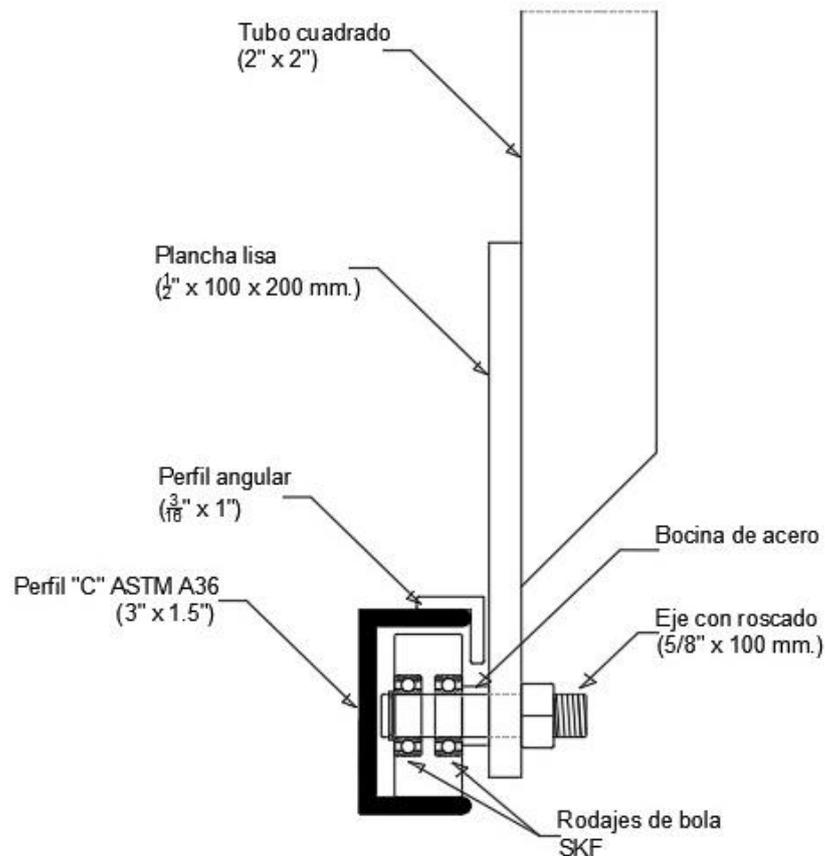
$$d_{\text{perno } x \text{ cortante}} = \sqrt{\frac{4 \times F_{\text{radial}}}{\pi \times \tau_{\text{permisible}}}} = 3.9 \text{ mm}$$

$$d_{\text{perno } x \text{ normal}} = \sqrt{\frac{4 \times F_{\text{axial}}}{\pi \times \sigma_{\text{permisible}}}} = 0.5 \text{ mm}$$

Del cálculo, los pernos para soportar los rodamientos en los soportes de la estructura deben tener un diámetro de 3.9 mm, pero como el rodamiento tiene un diámetro interno de 15 mm y cumpliendo con lo anteriormente mencionado, es que se seleccionó pernos M16 x 4 pulgadas de largo, para que los rodamientos puedan encajar perfectamente al mandarlo a maquinar para rebajarle al diámetro requerido del rodamiento.

Para la instalación de los rodamientos en los soportes de la estructura, se debe tener en consideración a la Figura 25:

Figura 25. *Detalle de instalación para rodamiento 6202 en estructura*



CARRIL DE DESPLAZAMIENTO

Fuente: Elaborado con AutoCAD 2022.

Luego de tener todos los datos para modelar el mecanismo de limpieza de residuos sólidos, se procedió a modelar cada componente, para luego realizar el ensamblaje de todos los elementos.

En el Anexo 8 se puede observar el plano del rastrillo recolector.

En el Anexo 9 se puede observar el plano de la estructura soporte.

En el Anexo 10 se puede observar el plano del brazo para rastrillo recolector.

En el Anexo 11 se puede observar el plano de extensor de tijera tipo gata.

En el Anexo 12 se puede observar el plano del brazo para extensor tipo tijera.

En el Anexo 13 se puede apreciar el ensamblaje de todos los componentes que forman parte del mecanismo de residuos sólidos.

En la Figura 26 se puede observar la vista isométrica del ensamblaje mencionado.

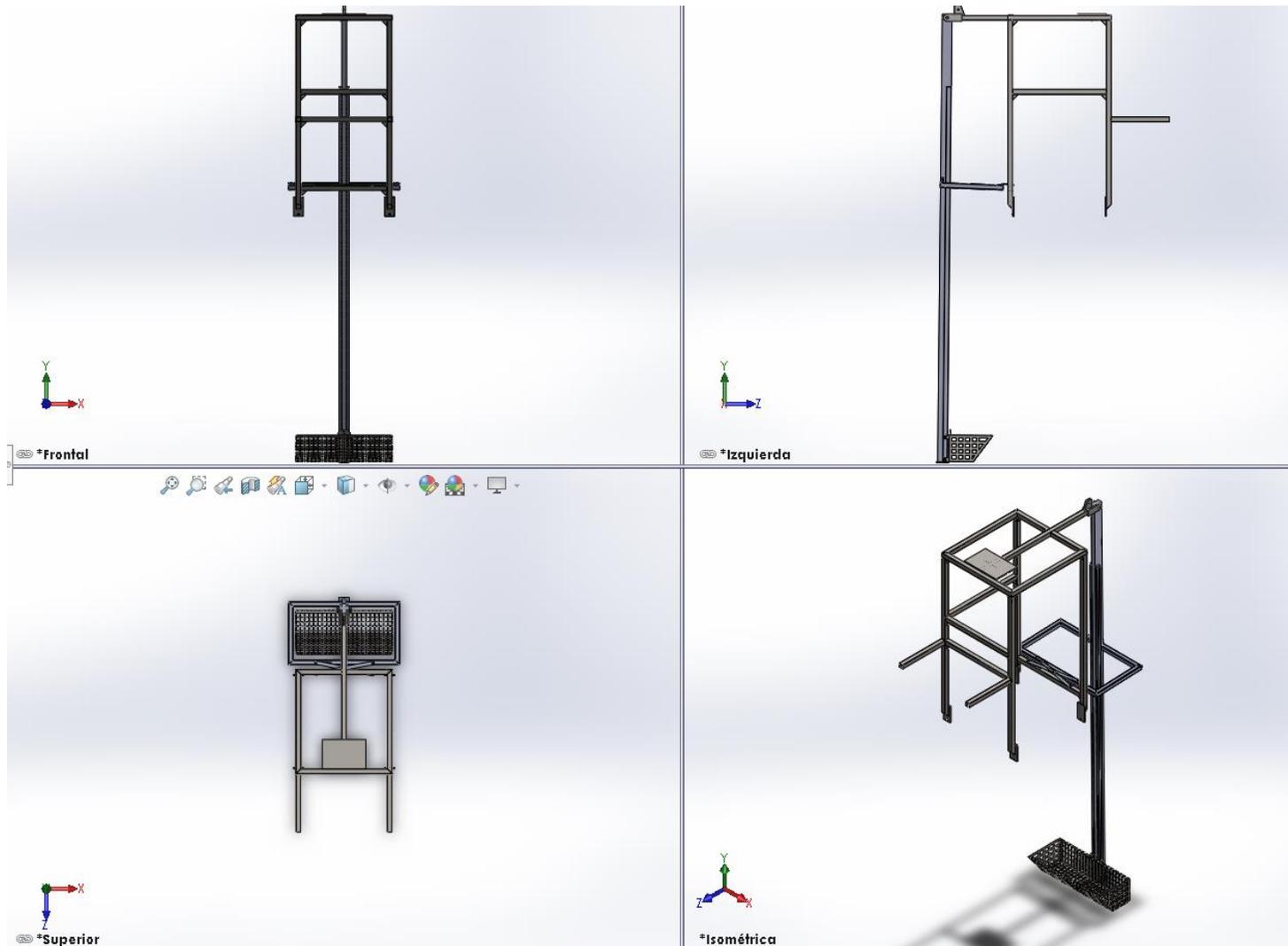
En la Figura 27 se observa el ensamblaje del mecanismo de limpieza de residuos sólidos con sus vistas respectivas para una mejor apreciación.

Figura 26. Ensamblaje de mecanismo de limpieza de residuos sólidos



Fuente: Elaborado con SolidWorks 2018.

Figura 27. Ensamblaje de mecanismo de limpieza de residuos sólidos y sus vistas respectivas



Fuente: Elaborado con SolidWorks 2018.

4.3. Objetivo específico 3: seleccionar el equipamiento eléctrico requerido para un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río

Para poder seleccionar el guardamotor del circuito de fuerza del mecanismo de limpieza de residuos sólidos, es necesario conocer la potencia del Winche Eléctrico elegido, del Anexo 5, se obtiene que es de 3 kW trifásico, de acuerdo con la Dirección General de Electricidad (2006), en relación al Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006, como no se tiene información sobre la eficiencia del motor del Winche, se consideró una eficiencia de 95%, entonces se tuvo lo siguiente:

$$P_{Eléctrica} = \frac{P_{winche}}{\eta_{winche}}$$
$$P_{Eléctrica} = \frac{3\,000\,W}{0.95} = 3157.89\,W$$

Luego, calculando la corriente nominal:

$$I_{nominal} = \frac{P_{Eléctrica}}{\cos \varphi \times V \times k}$$
$$I_{diseño} = 1.25 \times I_{nominal}$$
$$I_{diseño} = 1.25 \times \frac{P_{Eléctrica}}{\cos \varphi \times V \times k}$$

Donde el factor de potencia ($\cos \varphi$) asumido es de 0.9, el voltaje (V) es de 380 V y el factor “k” es de $\sqrt{3}$ ya que el sistema eléctrico es trifásico. Entonces, reemplazando los datos se obtuvo una corriente nominal de:

$$I_{diseño} = 1.25 \times \frac{3157.89\,W}{0.9 \times 380 \times \sqrt{3}} = 6.66\,A$$

Por lo tanto, es necesario un guardamotor con una capacidad de 6 a 10 A, regulable, el modelo seleccionado es el Schneider Electric GV2ME14C, para la protección del motor eléctrico del Winche.

Figura 28. Guardamotor Schneider Electric GV2ME14C



Fuente: (Grupo Coinp, 2022).

Cálculo del calibre del conductor

La sección adecuada del conductor se determinó de acuerdo con la capacidad de corriente que deberá soportar, cabe precisar que, al ser un motor eléctrico, éste tiene corrientes de arranque entre 5 a 7 veces la corriente nominal, escogiendo el máximo valor, se tiene que:

$$I_{conductor} = 7 \times I_{nominal}$$
$$I_{conductor} = 7 \times \frac{P_{Eléctrica}}{\cos \varphi \times V \times k}$$

Reemplazando datos:

$$I_{conductor} = 7 \times \frac{3157.89 \text{ W}}{0.9 \times 380 \text{ V} \times \sqrt{3}} = 37.32 \text{ A}$$

Por tanto, se seleccionó un cable INDECO NH-80 de 6 mm², que tiene una ampacidad de 39 A en ducto. En el Anexo 14 se aprecia la ficha técnica.

Selección del contactor

Para seleccionar el contactor adecuado, se utilizó la corriente nominal del Winche eléctrico, y se ha multiplicado por un factor de 6, en referencia con Schneider Electric Telemecanique (2018). Entonces se tuvo que:

$$I_{contactor} = 6 \times I_{nominal}$$
$$I_{contactor} = 6 \times \frac{P_{Eléctrica}}{\cos \varphi \times V \times k}$$

Sustituyendo los datos:

$$I_{contactor} = 6 \times \frac{3157.89 \text{ A}}{0.9 \times 380 \text{ V} \times \sqrt{3}} = 31.986 \text{ A} \approx 32 \text{ A}$$

Entonces, es necesario un contactor para 1 millón de ciclos en maniobra y 32 A de corriente cortada, en referencia a Schneider Electric Telemecanique (2018), un contactor Schneider Electric Telemecanique LC1 DT40ED, con una capacidad de corriente cortada de 39 A.

Figura 29. *Contactor Schneider Electric LC1 DT40ED*



Fuente: (WiAutomation, 2022)

Cálculo de caída de tensión

El punto de alimentación para el mecanismo de limpieza de residuos sólidos se encuentra a 15 metros alejados, por lo que, la caída de tensión es de:

$$\Delta V = \frac{I_{nominal} \times L \times \cos\phi \times k \times \rho_{cu}}{S_{conductor}}$$

$$\Delta V = \frac{6.66 \text{ A} \times 15 \text{ m} \times 0.9 \times \sqrt{3} \times 0.0175 \text{ (ohm. mm}^2/\text{m)}}{6 \text{ mm}^2} = 0.454 \text{ V}$$

En porcentaje, la caída de tensión es:

$$\Delta V (\%) = \frac{\Delta V}{V} \times 100\% = \frac{0.454 \text{ V}}{380 \text{ V}} \times 100\%$$

$$\Delta V (\%) = 0.119\%$$

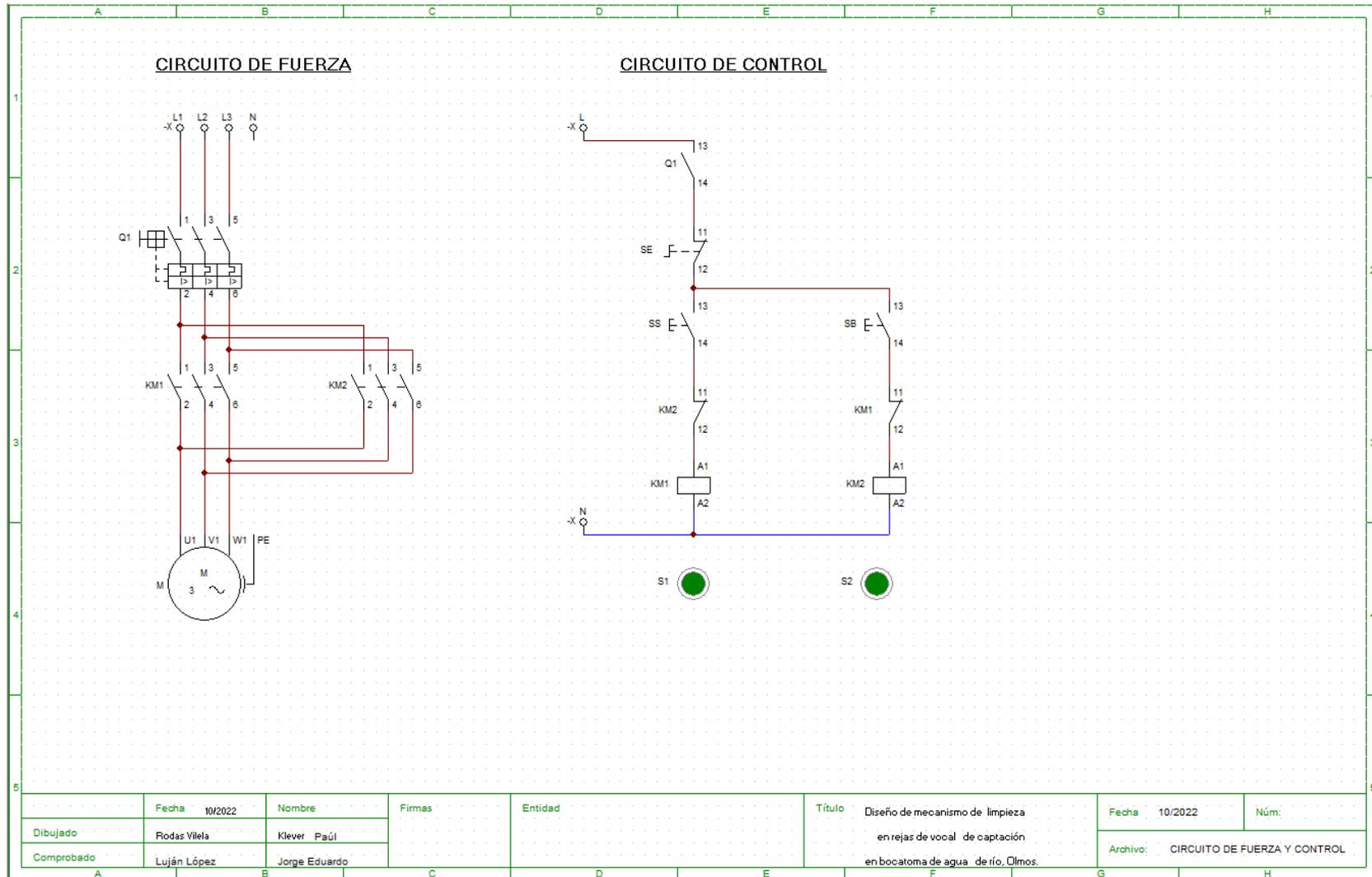
Siendo menor al 2.5% que indica la norma técnica peruana en el Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006, demostrando que la sección seleccionada del conductor es adecuada.

Sistema de control

Con el software CADESIMU se simuló el sistema de control, el mismo que se aprecia en la Figura 30, Figura 31, Figura 32 y Figura 33.

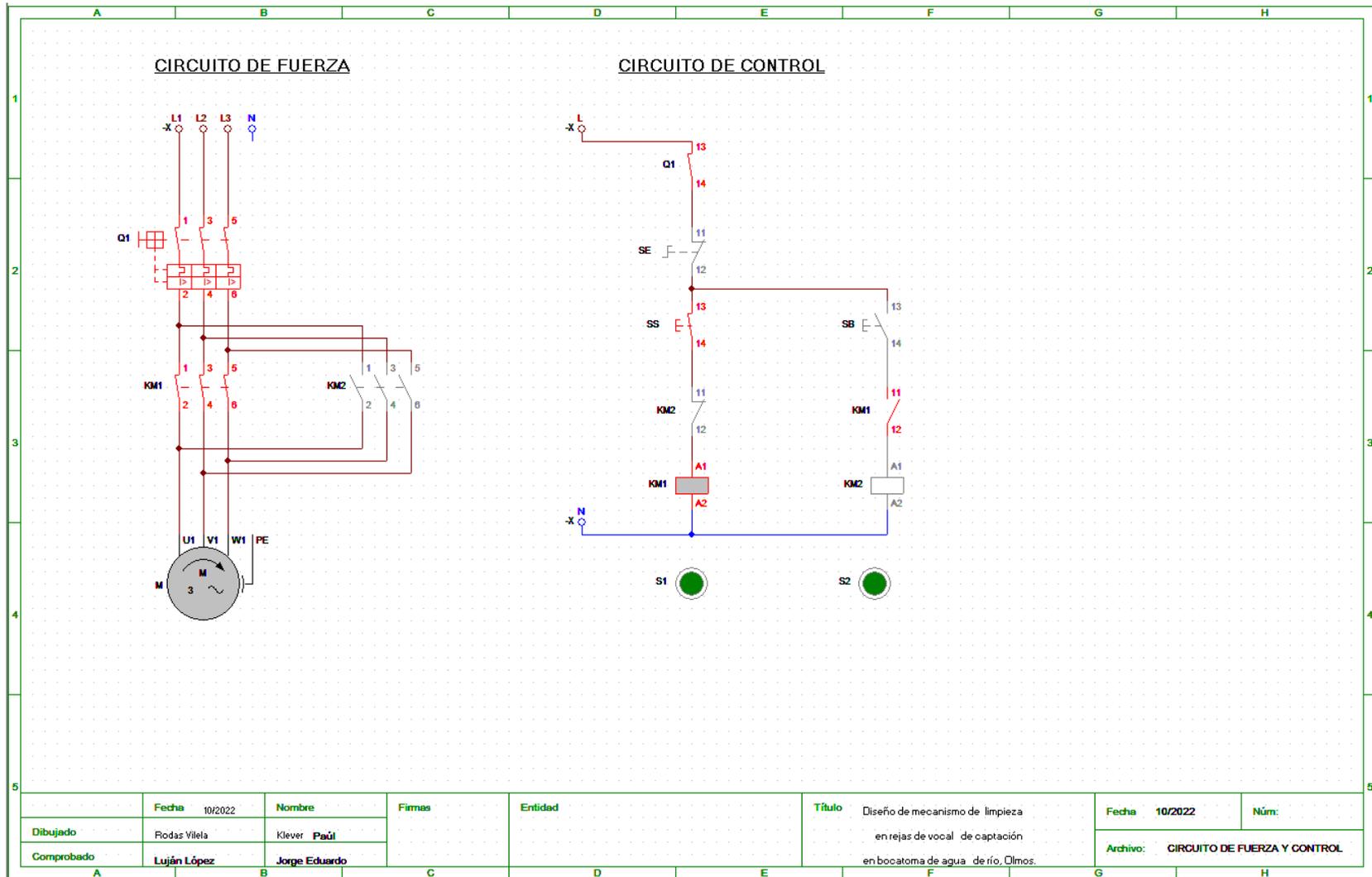
En el sistema de control se incluyen sus pulsadores de subida, bajada y parada de emergencia, en marca Denor modelo XAL-B324.

Figura 30. Circuito de control y fuerza



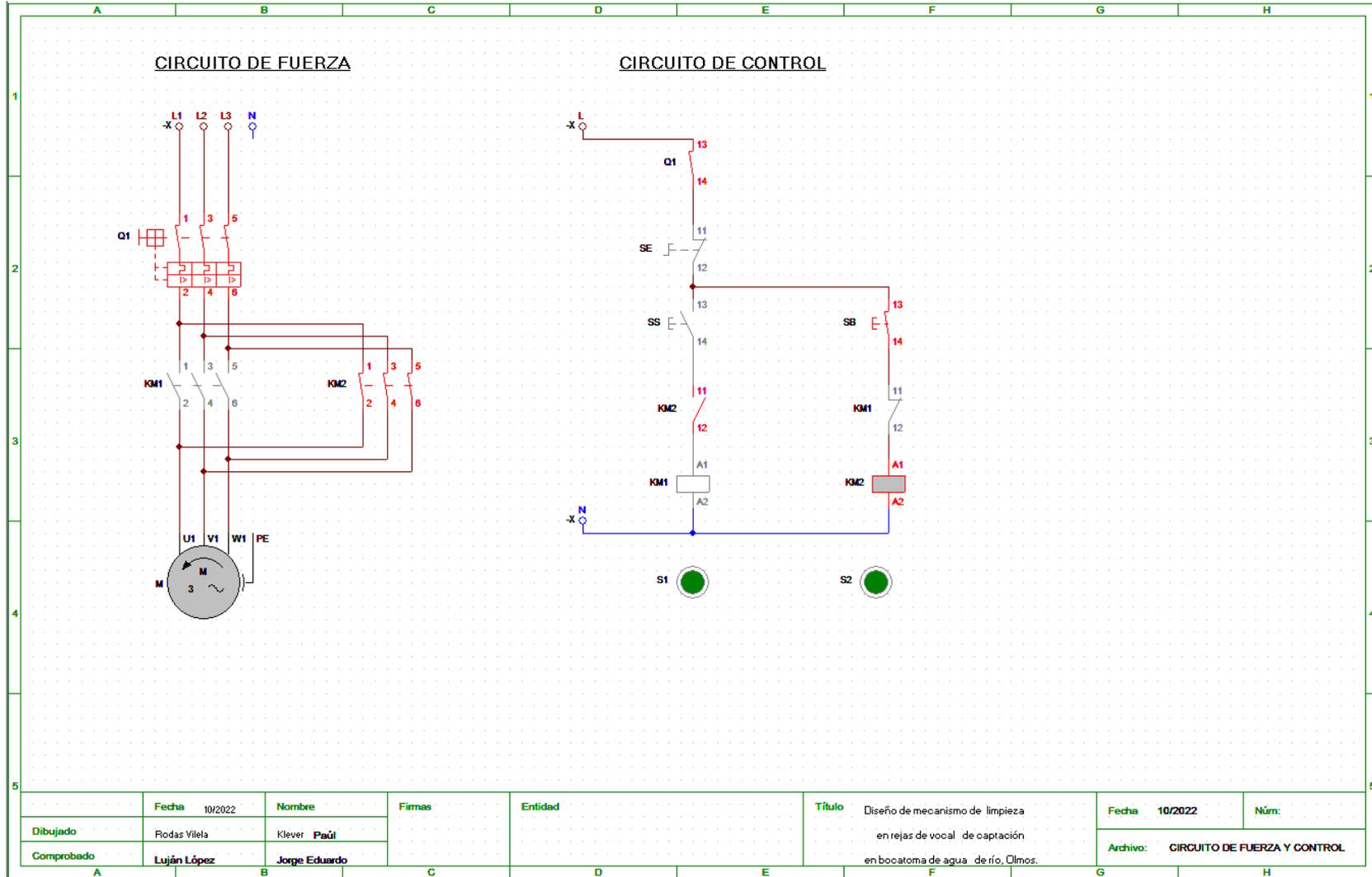
Fuente: Elaborado con CADeSIMU.

Figura 31. Simulación accionando el pulsador de subida



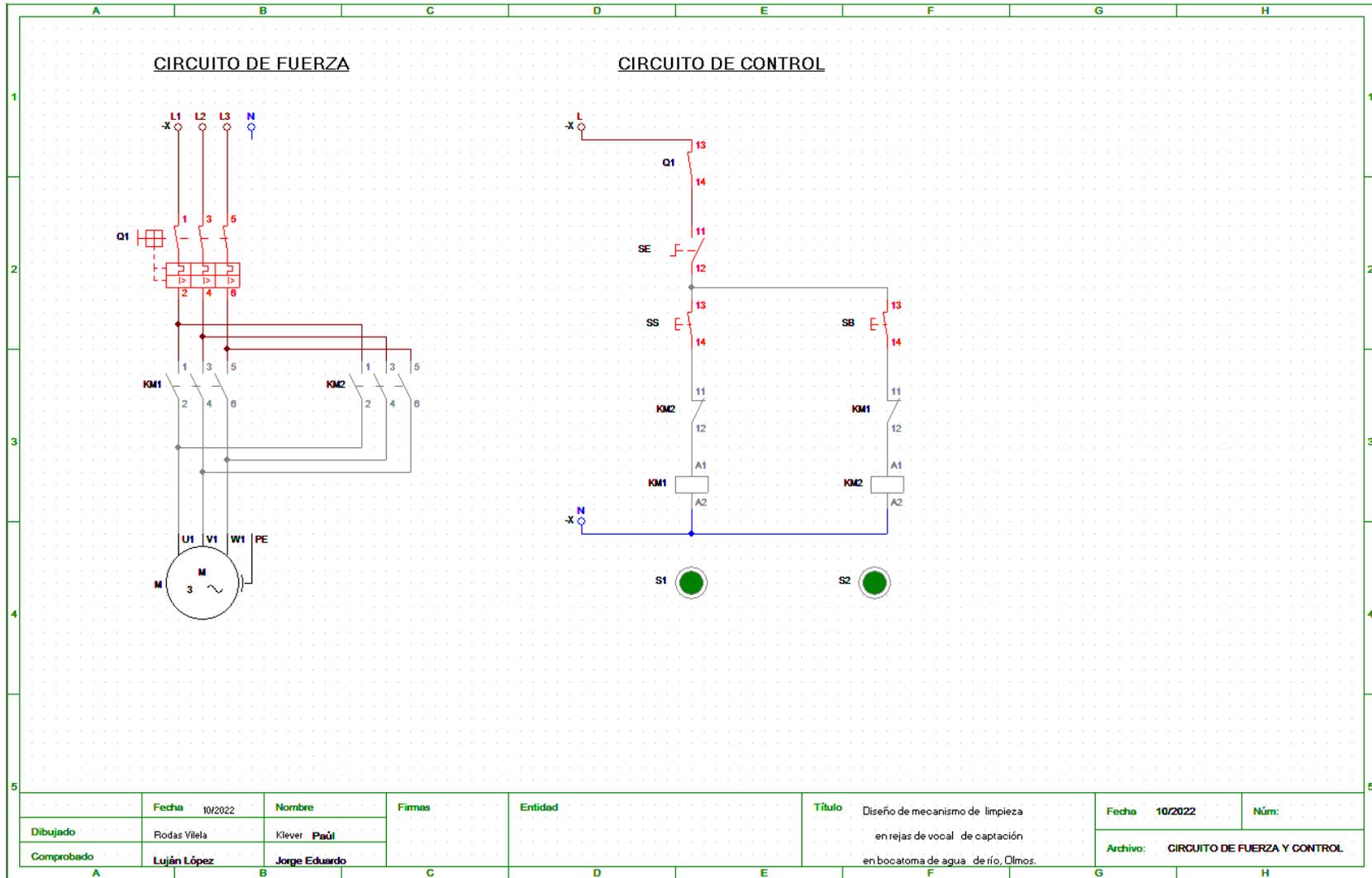
Fuente: Elaborado con CADeSIMU.

Figura 32. Simulación accionando el pulsador de bajada



Fuente: Elaborado con CADeSIMU.

Figura 33. Simulación accionando el pulsador de emergencia neutralizando los pulsadores de subida y bajada



Fuente: Elaborado con CADeSIMU.

4.4. Objetivo 4: elaborar el presupuesto para la fabricación e implementación de un sistema de limpieza de residuos sólidos en rejillas del vocal de captación de agua de río

Todo proyecto requiere de un presupuesto para su implementación posterior, es por ello, que se realizó una tabla detallada de los costos de cada componente que forma parte del mecanismo de limpieza de residuos sólidos propuesto.

En la Tabla 5 se observa el costo por concepto de equipamiento, materiales e insumos para el mecanismo de limpieza propuesto, el cual asciende a la suma de S/. 10 092.10 sin IGV, y de S/. 11 908.68 incluido IGV.

En la Tabla 6 se observa el costo por concepto de instalación, ensamblaje y pruebas, el mismo que asciende a la suma de S/. 3 897.00 sin IGV, y de S/. 4 598.46 incluido IGV.

En la Tabla 7 se aprecia el costo total del mecanismo de limpieza propuesto, considerando el equipamiento, materiales e insumos además del concepto de instalación, ensamblaje y pruebas, el mismo que asciende a la suma de S/. 16 507.14.

Tabla 5. Costo de equipamiento, materiales e insumos para mecanismo de limpieza de residuos sólidos

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total
Winche eléctrico WDL-750E1 de 750 kg de capacidad	1	Und	S/. 3 250.00	S/. 3 250.00
Polea de acero REMA RZ-1.0 de 1000 kg de capacidad + eje de soporte	1	Und	S/. 899.00	S/. 899.00
Rodamiento SKF N° 6001 + soporte (1 rodamiento + 1 soporte)	4	Und	S/. 59.00	S/. 236.00
Rodamiento SKF N° 6202 + soporte (2 rodamiento + 1 soporte)	4	Und	S/. 120.00	S/. 480.00
Perno M12x3 pulgadas en Acero Grado 5 + tuerca	4	Und	S/. 1.50	S/. 6.00
Perno M16x4 pulgadas en Acero Grado 5 + tuerca	4	Und	S/. 2.50	S/. 10.00
Guardamotor Schneider Electric GV2ME14C de 6 a 10 A regulable	1	Und	S/. 309.90	S/. 309.90
Cable INDECO NH-80 6 mm ²	1	Rollo	S/. 436.60	S/. 436.60
Contactador Schneider Electric LC1 DT40ED	2	Und	S/. 401.30	S/. 802.60
Pulsador de subida, bajada y parada de emergencia Denor modelo XAL-B324	1	Und	S/. 39.00	S/. 39.00
Rastrillo Recolector en Acero A36	1	Und	S/. 599.00	S/. 599.00
Estructura soporte en Acero 4140 normalizado	1	Und	S/. 1 699.00	S/. 1 699.00
Extensión retráctil	1	Und	S/. 399.00	S/. 399.00
Bandeja de recolección en Acero Galvanizado	1	Und	S/. 190.00	S/. 190.00
Columna de desplazamiento en Acero A36	1	Und	S/. 399.00	S/. 399.00
Gata tipo tijera en platina de acero A36 de ¼" x 1"	1	Und	S/. 199.00	S/. 199.00
Tablero para sistema eléctrico y de control	1	Und	S/. 39.00	S/. 39.00
Accesorios para sistema eléctrico y de control	1	Glb	S/. 99.00	S/. 99.00
Subtotal				S/. 10 092.10
IGV				S/. 1 816.58
Costo total de equipamiento, materiales e insumos + IGV				S/. 11 908.68

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Costo por concepto de instalación, ensamblaje y pruebas

Descripción	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Costo total
Costo de instalación	1	Glb	S/. 1 499.00	S/. 1 499.00
Costo de ensamblaje	1	Glb	S/. 1 499.00	S/. 1 499.00
Costo de pruebas	1	Glb	S/. 899.00	S/. 899.00
Subtotal				S/. 3 897.00
IGV				S/. 701.46
Costo total por concepto de instalación, ensamblaje y pruebas + IGV				S/. 4 598.46

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Costo total del mecanismo de limpieza de residuos sólidos

Concepto	Costo total
Equipamiento, materiales e insumos + IGV	S/. 11 908.68
Instalación, ensamblaje y pruebas+ IGV	S/. 4 598.46
Costo total del mecanismo de limpieza de residuos sólidos	S/. 16 507.14

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

De acuerdo con Bhuvanesh et al. (2022), quienes desarrollaron un recolector de basura en agua, centrándose en el modelado y análisis de la eficiencia de dicho recolector semiautomático, logrando su desarrollo y verificando que cumplía con su cometido que fue recolectar los residuos que flotaban en el agua, al igual que en la presente investigación, lográndose la recolección de los residuos sólidos que se acumulaban en las rejillas de captación de agua de río para en la empresa H2OImos.

Con relación a la investigación llevada a cabo por Phirke et al. (2021), donde diseñaron un bot autónomo que realice la limpieza de agua, logrando el diseño de un producto con la capacidad de brindar ayuda de manera eficiente al problema actual sobre la falta de recolección de residuos sólidos en agua. Donde emplearon una estructura robusta para su fin y donde su sistema de alimentación fue por baterías y por energía solar fotovoltaica, logrando compararse a la presente investigación en que también se empleó una estructura robusta que permita operar el rastrillo para recolectar los residuos sólidos que se acumulaban en las rejillas de captación de agua de río en el proyecto H2OImos.

Turesinin et al. (2020) desarrollaron un robot recolector de residuos flotantes, el cual constaba de un sistema para monitorear el agua que empleaba tecnología IoT, teniendo bastante similitud a una iguana, pero del tipo acuática, el cual logró eliminar y tener la capacidad para poder mover plásticos, paquetes, hojas, entre otros. De igual forma, la presente investigación tiene bastante similitud respecto a que sirvió para recolectar residuos sólidos, logrando cumplir con el objetivo planteado en ambas investigaciones.

La investigación realizada por Bhavani et al. (2019) donde lograron desarrollar un robot del tipo vehículo inalámbrico semiautomático para limpiar las playas de la India. Este tipo de investigación se centro en recolectar residuos sólidos, pero directamente de la arena de la playa, es decir, en tierra firme, más no en la misma playa, esto es, en el agua. Lo cual difiere en cierta manera con la presente investigación ya que se centró en recolectar residuos sólidos, pero en el agua y en comparación con la investigación de Bhavani et al. (2019), si se

centra en recolectar residuos sólidos, pero no en el agua.

En la investigación que elaboraron Cheng et al. (2020) donde lograron desarrollar un dispositivo para limpiar de forma rápida pequeñas flotaciones de agua en cuerpos de agua paisajísticos, realizándose en la China. Tiene similitud a la presente investigación ya que dicho dispositivo logra recolectar residuos sólidos, pero en pequeña escala, donde el mecanismo de limpieza de residuos sólidos propuesto logró recolectar residuos en una escala mucho mayor, entonces si tiene similaridad, pero difieren en que uno sirve para pequeña escala y el propuesto en la presente investigación a una escala mucho mayor de recolección.

Gkanasos et al. (2021) desarrollaron un proyecto denominado The CLAIM Project, específicamente, llamado CLEAN TRASH, que ayudaron a la prevención de la macrobasura en los estuarios de los ríos antes de que logren desembocar en el mar donde emplearon un sistema de filtración de microplásticos (MPs), donde se logró reducir los microplásticos en un 87% aproximadamente, y una reducción de macroplásticos que va de 13 a 43%. Dicha investigación se asemeja al mecanismo de limpieza de residuos sólidos propuesto en la actual investigación, ya que se logra disminuir la contaminación generada por residuos sólidos en las rejillas de captación de agua de río, casi en su totalidad.

Mohammed et al. (2020) desarrollaron un robot para la limpieza de ríos donde emplearon tecnología IoT. Siendo un sistema de recolección de basura viable y eficiente en ríos, lagos y canales. Dicho sistema contó con una capacidad para lograr recoger gran multitud de desechos, incluyendo aquellos que se deslizan, troncos, basura, llantas desechadas, entre otros. Dicho sistema tiene similitud con el mecanismo de limpieza de residuos sólidos propuesto en la presente investigación ya que logran cumplir con el objetivo planteado desde un inicio que fue recolectar residuos sólidos en el agua, sea de río, lagunas, estuarios, canales, playas, etcétera.

Herrera López et al. (2021), desarrolló un concepto de circulaciones y una plataforma para supervisar y poder ser empleada en un sistema de limpieza de cuerpos de agua, realizado en México, para lograr reducir la contaminación

debido a los residuos sólidos, logrando cumplir con el objetivo planteado. Se puede decir, que dicho concepto de plataforma logró cumplir con lo requerido al igual que el mecanismo de limpieza de residuos sólidos propuesto en la presente investigación, que fue lograr recolectar los residuos sólidos que se acumulan en el agua.

En Colombia, el autor Parra (2020) logró el desarrollo de una malla recaudadora para los residuos sólidos y así evitar que se obstruya los sumideros, tanto de manera exterior e interior del sistema de alcantarillado en zonas urbanas, reduciendo la contaminación de los cuerpos de agua naturales por donde ingresan. Demostrando su importancia de su diseño ya que logró cumplir con el objetivo planteado y la capacidad de reducir la contaminación originada por residuos sólidos que van por los sistemas de alcantarillado de cualquier ciudad. Dicho dispositivo tiene similitud en que logró recolectar residuos sólidos antes que se acumulen en el sistema de alcantarillado, en cambio, el mecanismo de limpieza de residuos sólidos propuesto en la presente investigación recolecta los residuos sólidos ya una vez acumulados en las rejillas de captación en agua de río.

VI. CONCLUSIONES

- La capacidad de recojo de residuos sólidos del sistema de limpieza en rejillas del vocal de captación de agua de río es de 105 kg con un volumen máximo de 1.13 m³.
- De los resultados se obtuvo que los elementos de máquina necesarios para el mecanismo de limpieza de residuos sólidos son un rastrillo recolector elaborado en plancha de Acero A36 de 3/16 pulgadas de largo por 3/32 pulgadas de espesor con un factor de seguridad de 3.685, un Winche Eléctrico trifásico KDJ WDL-750E1 de 3 kW con una capacidad de 750 kg, rodamientos SKF 6001 para el rastrillo recolector y rodamientos SKF 6202 para el carril deslizante de la estructura de soporte, donde debe estar fabricada en Acero ASTM 4140 normalizado, con un factor de seguridad de 2.1.
- Para el sistema eléctrico y control, se seleccionó un guardamotor Schneider Electric Telemecanique GV2ME14C con una capacidad de 6 a 10 A, contactor Schneider Electric LC1DT40ED, con una capacidad de hasta 39 A de corriente cortada, cable INDECO NH-80 6mm², con sus pulsadores de subida, bajada y emergencia, Denor XAL-B324.
- El presupuesto requerido para el mecanismo de limpieza propuesto asciende a la suma total de S/. 16 507.14 incluido IGV, donde se ha considerado el costo por equipamiento, materiales e insumos además de la instalación, ensamblaje y pruebas.

VII. RECOMENDACIONES

- La capacidad de recojo de residuos sólidos del sistema de limpieza en rejillas del vocal de captación de agua de río puede aumentarse de ser el caso de requerirse, por lo que, si se aumenta, se deberá hacer los cálculos respectivos para determinar si el material que se empleará para el rastrillo cumple con los requerimientos solicitados.
- Se puede automatizar el uso del mecanismo de limpieza propuesto, pero se tendrá que hacer un análisis de todos los equipos necesarios para dicha automatización, y esto dependerá de que tanto se quiera automatizar, es decir, que se programe para que opere en un horario determinado o de otro modo.
- En consideración a la recomendación anterior, se debe tener cuidado al momento de seleccionar todos los equipos, para que no falte nada y así llevar a cabo la automatización y todo el sistema pueda funcionar adecuadamente.
- El presupuesto calculado en la presente investigación puede diferir en el futuro, si es que se logra diseñar un mecanismo similar debido a diferentes factores, los cuales se deben tener en cuenta, en especial, debido a la pandemia originada por la Covid-19 y la guerra entre Ucrania y Rusia, los cuales han generado aumentos considerables en los precios en todos los aspectos de la economía, por lo que, debido a ello, puede llegar a tener una gran diferencia con el presupuesto obtenido para el mecanismo propuesto en esta investigación.

REFERENCIAS

1. Aguirre Valdez, Jaidy Anabel. 2021. *Proyecto Especial Olmos y su Impacto en la Calidad de Vida de los Pobladores del Caserío Ancol Región Lambayeque 2019*. s.l. : Repositorio de la Universidad Nacional de Trujillo, 2021.
2. Aldaz, Klever, Abad Torres, Jackeline y Angulo, Pablo. 2018. *Modernización del Control del Sistema de Limpieza de las rejillas d ela Toma de Carga de la Central Hidroeléctrica Agoyán*. 2018. págs. 10-16.
3. Beer, Ferdinand P, et al. 2010. *Mecánica de Materiales*. México : Mc Graw Hill, 2010. 978-607-15-0263-6.
4. Beer, Ferdinand P, y otros. 2017. *Mecánica Vectorial para Ingenieros - Estática*. México : Mc Graw Hill Educación, 2017.
5. Bhavani, M, et al. 2019. *Semi Automated Wireless Beach Cleaning Robot Vehicle*. 2019. pp. 108-110.
6. Bhuvanesh, N, et al. 2022. *Investigation on development and performance analysis of water trash collector*. 2022. pp. 1-5.
7. Budi Kurniawan, Setyo, et al. 2021. *Microplastic pollution in the environment: Insights into emerging sources and potential threats*. 2021. pp. 1-14.
8. Budynas, Richard G and Nisbett, J Keith. 2018. *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. s.l. : Mc Graw Hill, 2018.
9. Cheng, Tianyi, Liu, Lu and Zhang, Wenyao. 2020. *Quick cleaning device for small water blooms in landscape water bodies*. 2020. pp. 1-5.
10. Dirección General de Electricidad. 2006. *Código Nacional de Electricidad - Utilización 2006*. Lima : Ministerio de Energía y Minas, 2006.
11. Esposito, Giuseppe, et al. 2022. *Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of benthic by-catches from an eastern Mediterranean deep-sea environment*. 2022. pp. 1-9.
12. Gawas, Krupali, et al. 2020. *Development of a low cost remotely operated*

- vehicle for monitoring underwater marine environment*. 2020. pp. 1-7.
13. Gkanasos, Athanasios, et al. 2021. *Stopping Macroplastic and Microplastic Pollution at Source by Installing Novel Technologies in River Estuaries and Waste Water Treatment Plants: The CLAIM Project*. 2021. pp. 1-16.
 14. Grupo Coinp. 2022. Guardamotor Magnético 3P Reg. 6-10A 400/415 Vac 100 kA Tesys. [En línea] 2022. [Citado el: 4 de noviembre de 2022.] https://store.grupocoinp.com/shop/product/gv2me14c-guardamotor-magnetico-3p-reg-6-10a-400-415vac-100ka-tesys-5678?gclid=CjwKCAjw8JKbBhBYEiwAs3sxNwbP2YK9oK4IYPtNkSfvYI-lvVxVqJpgWw9GOWnstuWhkVkpUbASmBoCbKEQAvD_BwE#attr=.
 15. Hernández Sampieri, Roberto and Mendoza Torres, Christian Paulina. 2018. *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativamente, cualitativa y mixta*. s.l. : Mc Graw Hill Education, 2018.
 16. Herrera López, Manuel, y otros. 2021. *Desarrollo Conceptual de circulaciones y plataforma de supervisión para un sistema de limpieza de cuerpos de agua*. 2021. págs. 52-60.
 17. Hettiarachchi, Hiroshan, et al. 2018. *Municipal Solid Waste Management in Latin America and the Caribbean: Issues and Potential Solutions from the Governance Perspective*. 2018. pp. 1-15.
 18. Hibbeler, Russell C. 2016. *Estática*. México : Pearson, 2016. 978-607-442-661-8.
 - 19.—. 2017. *Mecánica de Materiales*. México : Pearson, 2017. 978-607-32-4100-7.
 20. IPH SAICF. 2017. *Cables de Acero para Uso Comercial*. s.l. : IPG GLOBAL, 2017.
 21. Juvinall, Robert C and Marshek, Kurt M. 2013. *Diseño de Elementos de Máquinas*. s.l. : LIMUSA Wiley, 2013.
 22. Kaza, Silpa, et al. 2018. *What a Waste 2.0? A global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. s.l. : World Bank Group, 2018.
 23. Khalil, Munawar, et al. 2019. *Waste to energy technology: The potential of*

- sustainable biogas production from animal waste in Indonesia*. 2019. pp. 323-331.
24. Lyons, B P, et al. 2020. *Marine plastic litter in the ROPME Sea Area: Current knowledge and recommendations*. 2020. pp. 1-9.
25. Michels, Jan, et al. 2018. *Rapid aggregation of biofilm-covered microplastics with marine biogenic particles*. 2018. pp. 1-9.
26. Mohamed Nor, Nur Hazimah, et al. 2021. *Lifetime Accumulation of Microplastic in Children and Adults*. 2021. pp. 5084-5096.
27. Mohammed, M N, et al. 2020. *Design and Development of River Cleaning Robot Using IoT Technology*. 2020. pp. 84-87.
28. Morales Caselles, Carmen, Viejo, Josué and Cózar, Andrés. 2021. *An inshore–offshore sorting system revealed from global classification of ocean litter*. 2021. pp. 484-493.
29. Nakajima, Ryota, et al. 2021. *Massive occurrence of benthic plastic debris at the abyssal seafloor beneath the Kuroshio Extension, the North West Pacific*. 2021. pp. 1-6.
30. Orihuela Paredes, José Carlos. 2018. *Un Análisis de la Eficiencia de la Gestión Municipal de Residuos Sólidos en el Perú y sus Determinantes*. s.l. : Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2018.
31. Panwar, Harsh, et al. 2020. *AquaVision: Automating the detection of waste in water bodies using deep transfer learning*. 2020. pp. 1-5.
32. Parra Vaca, Duvan Armando. 2020. *Diseño de Malla recaudadora de residuos sólidos en la entrada de sumideros recolectores de aguas lluvia en la inspección de Mámbita - Cundinamarca*. s.l. : Repositorio de la Universidad Santo Tomás, 2020.
33. Pastorino, Paolo, et al. 2021. *First insights into plastic and microplastic occurrence in biotic and abiotic compartments, and snow from a high-mountain lake (Carnic Alps)*. 2021. pp. 1-6.
34. Pereira, Taís de S and Fernandino, Gerson. 2019. *Evaluation of solid waste management sustainability of a coastal municipality from northeastern Brazil*.

2019. pp. 1-11.
35. Phirke, Shreya, Patel, Abhay and Jani, Jash. 2021. *Design of an autonomous water cleaning bot*. 2021. pp. 1-6.
36. Poleas SKF. 2011. *Productos SKF de Transmisión de potencia*. s.l. : SKF, 2011.
37. Porter, Adam, et al. 2018. *Role of Marine Snows in Microplastic Fate and Bioavailability*. 2018. pp. 7111-7119.
38. Quispe Cochachi, Daniela Mercedes. 2018. *Estudio de caracterización de residuos sólidos municipales en el distrito de Huancabamba, provincia de Oxapampa - Región Pasco - 2017*. s.l. : Repositorio de la Universidad Daniel Alcides Carrión, 2018.
39. Ramírez Zapata, Juan Camilo. 2021. *Diseño e implementación de un módulo recolector de residuos fluviales a escala*. 2021. págs. 1-36.
40. Sánchez Carlessi, Hugo, Reyes Romero, Carlos y Mejía Sáenz, Katia. 2018. *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística*. s.l. : Repositorio de la Universidad Ricardo Palma, 2018.
41. Sánchez Flores, F A. 2019. *Fundamentos epistémicos de la investigación cualitativa y cuantitativa: Consensos y disensos*. 2019. págs. 102-122.
42. Schneider Electric Telemecanique. 2018. *Elección de un contactor*. Francia : Schneider Electric, 2018.
43. Sharma, Bhasha, et al. 2021. *The paradigm in conversion of plastic waste into value added materials*. 2021. pp. 1-11.
44. SKF. 2019. *Catálogo de Rodamientos*. s.l. : SKF, 2019.
45. Sulaeman, D, Arif, S S and Sudarmadji. 2018. *Trash-polluted irrigation: characteristics and impact on agriculture*. 2018. pp. 1-12.
46. Turesinin, Mirza, et al. 2020. *Aquatic Iguana: A floating waste collecting robot with IoT based water monitoring system*. 2020. pp. 21-25.
47. Van Sebille, Erik, et al. 2020. *The physical oceanography of the transport of floating marine debris*. 2020. pp. 1-33.

48. WiAutomation. 2022. Variadores – motores - protección de circuitos . [En línea] WiAutomation, 2022. [Citado el: 4 de noviembre de 2022.] https://pe.wiautomation.com/schneider-electric/variadores-motores-proteccion-de-circuitos/LC1DT40ED?gclid=CjwKCAjw8JKbBhBYEiwAs3sxN89_I71ZyBPD O2hJSwP-k2kDpGMvNWLjnx-_5_lo-cOqHKj2l5wAjxoCVo8QAvD_BwE.
49. Young, Hugh D and Freedman, Roger A. 2018. *Física Universitaria con Física Moderna 1 Sears Zemansky*. s.l. : Pearson, 2018.
50. Zhao, Zinyue, Jang, Jixian and Ma, Fang. 2018. *Set organic pollution as an impact category to achieve more comprehensive evaluation of life cycle assessment in wastewater-related issues*. 2018. pp. 5960-5968.

ANEXOS

Anexo 1: Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
<p>Dependiente</p> <p>Residuos Sólidos</p>	<p>Los residuos sólidos son en esencia aquellos residuos industriales y agrícolas, como son papel, madera, residuos domésticos, biomasa verde, cuero, vidrio; también residuos electrónicos como teléfonos, computadoras, televisores, refrigeradores, etcétera. Además, se debe considerar al sector de la construcción, donde se tienen los residuos por demolición o desmonte; y finalmente, los residuos médicos. (Khalil, et al., 2019)</p>	<p>Los parámetros que determinarán los residuos sólidos, son el volumen y masa, los cuales servirán para dimensionar el diseño del mecanismo de limpieza.</p>	-	<ul style="list-style-type: none"> - Masa - Volumen 	De razón.
<p>Independiente</p> <p>Mecanismo de limpieza</p>	<p>Se define como mecanismo de limpieza a la combinación de elementos mecánicos que transforman fuerzas o energías mediante una serie de etapas transformando velocidades y trayectorias. El mecanismo de limpieza está formado por dispositivos y componentes mecánicos, ejes, rodamientos, estructura de metal y motores que cumplen la función principal de transmitir fuerzas o movimientos (Ramírez Zapata, 2021).</p>	<p>Partiendo de los parámetros iniciales de diseño, se obtendrán los demás parámetros para el diseño correcto del mecanismo de limpieza como la potencia del motor, el factor de seguridad, las dimensiones del mecanismo, los esfuerzos normales y cortantes, momento de inercia, velocidad.</p>	<p>Parámetros de funcionamiento y de diseño</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Potencia - Velocidad - Frecuencia - Voltaje - Factor de seguridad - Esfuerzos - Momento de Inercia - Medidas del diseño 	De razón.
			<p>Inversión</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Costos de fabricación - Costos de mano de obra 	

Anexo 2: Formato de Registro de datos



FORMATO DE REGISTRO DE DATOS

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m³)	Observación

Formato de Registro de datos

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Observación
1	1/01/2022	70	0.87	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		78	0.90	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	2/01/2022	67	0.75	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		75	0.83	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	3/01/2022	90	1.00	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		83	0.95	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	4/01/2022	94	0.91	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		86	0.89	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	5/01/2022	79	0.82	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		66	0.80	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	6/01/2022	73	0.86	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		82	0.87	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	7/01/2022	81	0.82	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		90	0.88	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	8/01/2022	94	0.91	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m³)	Observación
2		96	0.76	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	9/01/2022	100	0.84	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		79	1.01	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	10/01/2022	81	0.96	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		92	0.92	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	11/01/2022	103	0.90	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		88	0.83	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	12/01/2022	67	0.81	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		75	0.87	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	13/01/2022	82	0.88	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		81	0.83	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	14/01/2022	90	0.89	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		94	0.92	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	15/01/2022	96	0.77	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		100	0.85	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Observación
1	16/01/2022	79	1.02	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		67	0.97	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	17/01/2022	75	0.93	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		90	0.91	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	18/01/2022	83	0.84	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		94	0.82	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	19/01/2022	86	0.88	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		79	0.89	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	20/01/2022	66	0.84	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		73	0.90	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	21/01/2022	82	0.93	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		81	0.78	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	22/01/2022	90	0.86	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		94	1.03	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	23/01/2022	90	0.98	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m³)	Observación
2		94	0.94	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	24/01/2022	96	0.92	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		100	0.85	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	25/01/2022	79	0.83	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		81	0.89	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	26/01/2022	92	0.90	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		103	0.85	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	27/01/2022	88	0.91	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		67	0.94	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	28/01/2022	75	0.79	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		82	0.87	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	29/01/2022	81	1.04	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		90	0.99	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	30/01/2022	94	0.95	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		96	0.93	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Observación
1	31/01/2022	100	0.86	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		70	0.84	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	1/02/2022	78	0.90	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		67	0.91	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	2/02/2022	75	0.86	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		90	0.92	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	3/02/2022	83	0.95	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		94	0.80	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	4/02/2022	86	0.88	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		79	1.05	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	5/02/2022	66	1.00	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		73	0.96	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	6/02/2022	82	0.94	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		76	0.87	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	7/02/2022	83	0.85	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Observación
2		82	0.91	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	8/02/2022	91	0.92	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		95	0.87	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	9/02/2022	97	0.93	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		101	0.96	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	10/02/2022	80	0.81	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		68	0.89	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	11/02/2022	76	1.06	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		91	1.01	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	12/02/2022	84	0.97	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		95	0.95	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	13/02/2022	87	0.88	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		80	0.86	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	14/02/2022	67	0.92	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		74	0.93	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Observación
1	15/02/2022	83	0.88	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		82	0.94	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	16/02/2022	91	0.97	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		95	0.82	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	17/02/2022	91	0.90	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		95	1.07	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	18/02/2022	97	1.02	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		101	0.98	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	19/02/2022	80	0.96	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		82	0.89	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	20/02/2022	93	0.87	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		104	0.93	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	21/02/2022	89	0.94	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		68	0.89	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	22/02/2022	76	0.95	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Observación
2		83	0.98	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	23/02/2022	82	0.83	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		91	0.91	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	24/02/2022	95	1.08	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		97	1.03	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	25/02/2022	101	0.99	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		71	0.97	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	26/02/2022	79	0.90	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		68	0.88	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	27/02/2022	76	0.94	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		91	0.95	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	28/02/2022	84	0.90	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		95	0.96	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	1/03/2022	87	0.99	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		80	0.84	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Observación
1	2/03/2022	67	0.92	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		74	1.09	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	3/03/2022	83	1.04	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		77	1.00	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	4/03/2022	84	0.98	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		83	0.91	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	5/03/2022	92	0.89	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		96	0.95	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	6/03/2022	98	0.96	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		102	0.91	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	7/03/2022	81	0.97	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		69	1.00	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	8/03/2022	77	0.85	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		92	0.93	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	9/03/2022	85	1.10	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Observación
2		96	1.05	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	10/03/2022	88	1.01	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		81	0.99	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	11/03/2022	68	0.92	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		75	0.90	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	12/03/2022	84	0.96	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		83	0.97	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	13/03/2022	92	0.92	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		96	0.98	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	14/03/2022	92	1.01	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		96	0.86	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	15/03/2022	98	0.94	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		102	1.11	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	16/03/2022	81	1.06	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		83	1.02	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Observación
1	17/03/2022	94	1.00	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		105	0.93	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	18/03/2022	90	0.91	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		69	0.97	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	19/03/2022	77	0.98	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		84	0.93	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	20/03/2022	83	0.99	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		92	1.02	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	21/03/2022	96	0.87	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		98	0.95	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	22/03/2022	102	1.12	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		72	1.07	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	23/03/2022	80	1.03	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		69	1.01	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	24/03/2022	77	0.94	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Registro	Fecha	Peso (kg)	Volumen (m ³)	Observación
2		92	0.92	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1	25/03/2022	85	0.98	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2		96	0.99	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
12	26/03/2022	88	0.94	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1		81	1.00	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2	27/03/2022	68	1.03	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1		75	0.88	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2	28/03/2022	84	0.96	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1		78	1.13	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2	29/03/2022	85	1.08	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1		84	1.04	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2	30/03/2022	93	1.02	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
1		97	0.95	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.
2	31/03/2022	99	0.93	Ramas, pañales, bolsas, pedazos de madera, botellas, residuos animales muertos, latas, entre otros.

Anexo 3: Ficha de validación de juicio de expertos

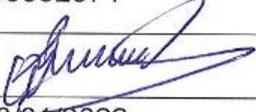
FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Masa
Objetivo del instrumento	Sirven para el dimensionamiento del mecanismo de limpieza.
Nombres y apellidos del experto	Edin Hernández Quiroz
Documento de identidad	43589946
Años de experiencia en el área	08
Máximo Grado Académico	Bachiller en Ingeniería Mecánica
Nacionalidad	Peruano
Institución	Concesionaria H2OImos SA.
Cargo	Jefe de mantenimiento hidromecánico.
Número telefónico	979416436
Firma	
Fecha	10/01/2022

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Masa
Objetivo del instrumento	Sirven para el dimensionamiento del mecanismo de limpieza.
Nombres y apellidos del experto	Giancarlo Gentile García Paiva
Documento de identidad	45785244
Años de experiencia en el área	08
Máximo Grado Académico	Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica
Nacionalidad	Peruano
Institución	Concesionaria H2OImos SA.
Cargo	Coordinador de mantenimiento hidromecánico.
Número telefónico	975796264
Firma	
Fecha	10/01/2022

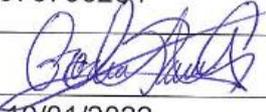
FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Masa
Objetivo del instrumento	Sirven para el dimensionamiento del mecanismo de limpieza.
Nombres y apellidos del experto	Waldir Díaz Cuvas
Documento de identidad	46297089
Años de experiencia en el área	04
Máximo Grado Académico	Bachiller en Ingeniería Electrónica
Nacionalidad	Peruano
Institución	Concesionaria H2olmos SA.
Cargo	Coordinador de mantenimiento hidromecánico.
Número telefónico	963362371
Firma	
Fecha	10/01/2022

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Volumen
Objetivo del instrumento	Sirven para el dimensionamiento del mecanismo de limpieza.
Nombres y apellidos del experto	Edin Hernández Quiroz
Documento de identidad	43589946
Años de experiencia en el área	08
Máximo Grado Académico	Bachiller en Ingeniería Mecánica
Nacionalidad	Peruano
Institución	Concesionaria H2Olmos SA.
Cargo	Jefe de mantenimiento hidromecánico.
Número telefónico	979416436
Firma	
Fecha	10/01/2022

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Volumen
Objetivo del instrumento	Sirven para el dimensionamiento del mecanismo de limpieza.
Nombres y apellidos del experto	Giancarlo Gentile García Paiva
Documento de identidad	45785244
Años de experiencia en el área	08
Máximo Grado Académico	Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica
Nacionalidad	Peruano
Institución	Concesionaria H2olmos SA.
Cargo	Coordinador de mantenimiento hidromecánico.
Número telefónico	975796264
Firma	
Fecha	10/01/2022

FICHA DE VALIDACIÓN DE JUICIO DE EXPERTO

Nombre del instrumento	Volumen
Objetivo del instrumento	Sirven para el dimensionamiento del mecanismo de limpieza.
Nombres y apellidos del experto	Waldir Díaz Cuvas
Documento de identidad	46297089
Años de experiencia en el área	08
Máximo Grado Académico	Bachiller en Ingeniería Electrónica
Nacionalidad	Peruano
Institución	Concesionaria H2olmos SA.
Cargo	Coordinador de mantenimiento hidromecánico.
Número telefónico	963362371
Firma	
Fecha	10/01/2022

Anexo 4: Ficha técnica cable de acero

CABLES MONOCORDÓN

Comando y estructurales

Cables galvanizados monocordones para arriostamiento, tensores y todo tipo de uso estático como elemento para incrementar la rigidez estructural. Las unidades de medida y características de estos cables responden a la norma IRAM 722, galvanizado pesado.

También pueden proveerse bajo otras normas según distintas aplicaciones, por ejemplo, ASTM A475 (Hilo de guardia).



IPH 17

Carga mínima de rotura

Diámetro	Masa aprox.	Grado 120 daN/mm ²		Grado 140 daN/mm ²		Grado 1770 N/mm ²	
		[kN]	[t]	[kN]	[t]	[kN]	[t]
1,20	0,007	-	-	-	-	1,50	0,15
1,50	0,011	-	-	-	-	2,17	0,22
3,00	0,050	6,4	0,65	7,9	0,81	-	-
3,50	0,070	9,5	0,97	11,0	1,12	-	-
4,80	0,110	16,4	1,67	19,0	1,94	-	-
6,00	0,18	25,6	2,61	29,6	3,02	-	-
7,50	0,28	40,0	4,08	46,4	4,73	-	-
8,10	0,32	46,6	4,76	54,0	5,51	-	-
9,00	0,40	57,5	5,87	66,7	6,81	-	-
10,00	0,50	71,0	7,24	-	-	-	-
10,50	0,54	73,3	7,48	-	-	-	-
12,70	0,78	114	11,6	-	-	-	-

Construcción: 1x7 cordones Ø 1,20 - 1,50 mm, en grado 1770 N/mm².

Revestimiento: galvanizado.

Norma ref.: ISO 2408 / EN 12385-10 para cables estructurales.

Consulte a IPH por diámetros o resistencias no especificados en este catálogo.



Anexo 5: Ficha técnica del Winche Eléctrico KDJ trifásico WDL-750E1

WINCHES ELÉCTRICOS



KDJ TRIFÁSICO



Equipos de uso Industrial, contamos con capacidades de carga de 300 kg hasta 10 toneladas, ideal para construcción Industria y Minería y en elevadores de carga también en la extracción, izaje y arrastre de materiales puede usarse en distintos tipos de maniobra, con el uso correcto de poleas se puede multiplicar su fuerza de tracción.

MODELO	WDL-300E1	WDL-500E1	WDL-750E1	WDL-1000E1
Load rated(KG)	300	500	750	1000
Speed(m/min)	10-15	12-18		
Motor(v)	1.1x4	2.2x4	3X4	4x4
Voltage(v)	Three phase 220/380/415/440/480			
Frequency(Hz)	50/60			
Lifting Height(m)	29	58		
Steel Cable(mm xm)	φ7x30	φ9x60		φ11x60
N.W(kg)	46	136	149	156
Work Rate	S3-25% 20min			
Percentage Duty Cycle	25%ED(150times/h maximum starting frequency			

KDJ MONOFÁSICO

MODELOS: KDJ500E1 / KDJ750E1 / KDJ1000E1

Incluye tablero con sistema de contactores marca SCHEIDER (Uso Industrial extra pesado) con control de mando de 2 pulsadores, subida, bajada y parada de emergencia, freno totalmente automatico.



MODELO	HGS-B200-PA200B		HGS-B400-PA400B		HGS-B400-PA400B	
	Single-hook	Double-hook	Single-hook	Double-hook	Single-hook	Double-hook
Method of use	Single-hook Double-hook		Single-hook	Double-hook	Single-hook	Double-hook
Rated volt(V)	AC 100/110/120/220/230/240 50/60Hz					
Input power(W)	510		980		1200	
Rated capacity(kg)	100	200	200	400	300	600
Lifting speed(m/min)	10	5	10	5	10	5
Lifting height(m)	12	6	12	6	12	6
Qty./CTN(pcs)	2					
Packing size(mm)	470x370x180			520x450x230		
G.w/N.w(kg)	24/22			35/33		

12V PARA AUTOS



CABLE DE ACERO
PARA WINCHES
6X19 / 6X36

Modelo	5000Lb	6000Lb	8000Lb	9000Lb	10000Lb	12000Lb
Capacidad(kg)	2267	2721	3628	4082	4535	5443
Motor	4.3hp(3.2kw)	4.8hp(3.6kw)	4.5hp(3.4kw)	4.5hp(3.4kw)	4.5hp(3.7kw)	4.5hp(3.7kw)
Voltage	12V					
Cable(mts)	24	32	29	29	26	24
Diámetro cable(mm)	6	7.2	8	8.3	9.2	9.5
Peso del Equipo(kg)	25	32.5	36	36	37.5	42

ventas@cronostec.com / ventas1@cronostec.com

www.cronostec.com

903 041 875 / 946 305 547

Anexo 6: Ficha técnica de poleas REMA

21

REMA[®]

POLEAS DE CARGA & POLEAS PARA CABLE

Poleas de carga

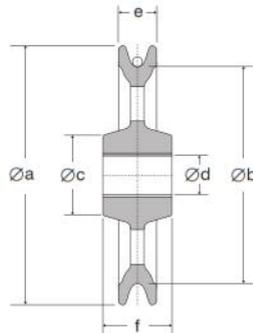


Polea, sin soporte, RZ

Polea de acero sin soporte para transmisión automática y manual

Características:

- Adecuadas para transmisión mecánica y manual.
- Sin mantenimiento.
- Soporte de acero.
- Rodamientos lubricados.



Modelo	Capacidad (kg)	Diámetro cable (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Peso (kg)	Código
RZ-0.5	500	5 - 6	150	125	46	22	22	40	2.3	3063001
RZ-1.0	1000	8 - 10	235	200	78	40	32	50	6.0	3063003
RZ-2.0	2000	12 - 14	325	280	108	60	41	70	16.0	3063005
RZ-3.0	3000	16 - 18	400	340	110	70	51	87	27.0	3063007
RZ-5.0	5000	20 - 22	475	410	115	75	55	92	39.0	3063009

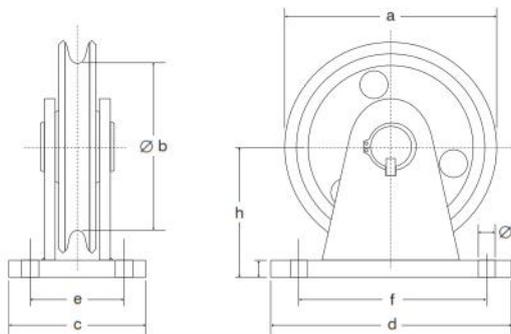


Polea, con soporte, RBZ

Polea de acero con soporte para transmisión automática y manual

Características:

- Adecuadas para transmisión mecánica y manual.
- Sin mantenimiento.
- Soporte de acero.
- Rodamientos lubricados.



Modelo	Capacidad (kg)	Diámetro cable (mm)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	I (mm)	Peso (kg)	Código
RBZ-0.5	500	5 - 6	150	125	82	115	55	88	15	92	11.5	3.25	3064001
RBZ-1.0	1000	8 - 10	235	200	108	187	70	150	20	138	18	10.6	3064003
RBZ-2.0	2000	12 - 14	325	280	143	260	95	212	25	190	23	31.0	3064005
RBZ-3.0	3000	16 - 18	400	340	188	330	130	242	30	236	28	52.0	3064007
RBZ-5.0	5000	20 - 22	475	410	238	400	178	340	30	275	31	79.0	3064009

Anexo 7: Ficha técnica de platina ASTM A36

Platinas



NORMAS TÉCNICAS

- Propiedades Mecánicas: ASTM A36/A36M y NTP 350.400
- Tolerancias Dimensionales: ASTM A6/A6M y NTP 241.105



PRESENTACIÓN

Se comercializa en barras de 6 metros de longitud.
Se suministra en paquetes de 1t.



USOS

En la fabricación de estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, piezas forjadas y otros.



PROPIEDADES MECÁNICAS

Límite de Fluencia mínimo	= 250 Mpa (2,530 kg/cm ²) mínimo
Resistencia a la Tracción	= 450 - 550 Mpa (4,080 - 5,620 kg/cm ²)
Alargamiento en 200 mm:	
1/8" y 3/16"	= 15.0% mínimo
1/4"	= 17.5% mínimo
5/16, 3/8", 5/8", 3/4" y 1"	= 20.0% mínimo
Doblado a 180°	= Bueno
Soldabilidad	= Buena

DIMENSIONES

Sistema Inglés (pulgadas)

1/8 x 1/2	1/4 x 1	1/2 x 3
1/8 x 3/4	1/4 x 1 1/4	1/2 x 4
1/8 x 1	1/4 x 1 1/2	5/8 x 4
1/8 x 1 1/4	1/4 x 2	3/4 x 4
1/8 x 1 1/2	1/4 x 2 1/2	1 x 4
1/8 x 2	1/4 x 3	3/8 x 5
3/16 x 1/2	1/4 x 4	3/8 x 6
3/16 x 5/8	3/8 x 1	1/2 x 5
3/16 x 3/4	3/8 x 1 1/4	1/2 x 6
3/16 x 1	3/8 x 1 1/2	5/8 x 5
3/16 x 1 1/4	3/8 x 2	5/8 x 6
3/16 x 1 1/2	3/8 x 2 1/2	3/4 x 5
3/16 x 2	3/8 x 3	3/4 x 6
3/16 x 2 1/2	3/8 x 4	1 x 5
3/16 x 3	1/2 x 1 1/2	1 x 6
1/4 x 5/8	1/2 x 2	
1/4 x 3/4	1/2 x 2 1/2	



Barras Redondas Lisas y Pulidas



DIMENSIONES

REDONDO LISO		REDONDO PULIDO	
Diámetro nominal (pulgadas)		Diámetro nominal (pulgadas)	
3/8	1	1 1/8	1 3/4
1/2	1 1/4	1 1/4	2
5/8	1 3/8	1 1/2	2 1/2
3/4	2		
7/8	2 1/4		



NORMAS TÉCNICAS

Composición Química y Propiedades Mecánicas:
SAE J403 (1045), ASTM A36 / A36M, y NTP 350.400

Tolerancias Dimensionales:

- Barras de diámetros \leq a 1 1/8": ISO 1035/4 y NTP 241.105
- Barras de diámetros $>$ a 1 1/8": ASTM A6 y NTP 241.105



USOS

Calidad SAE 1045: Pernos y tuercas por recalado en caliente o mecanizado, ejes, pines, pasadores, etc.

Calidad ASTM A36: Estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, cercos, barras de transferencia para pavimento rígido, etc.
También para recalado y mecanizado.



PRESENTACIÓN

- Se comercializa en longitudes de 6 metros. En otras longitudes solo a pedido del cliente.
- Las barras de diámetros mayores a 1", son suministradas en estado laminado en caliente y posteriormente pulidas (según requerimiento del cliente).
- Se suministran en paquetes de 1t.
- La calidad 1045 se identifica en los extremos, pintando la mitad de la sección con color negro.
- La calidad A36 se identifica en los extremos, pintando la mitad de la sección con color verde y la otra mitad con color negro.

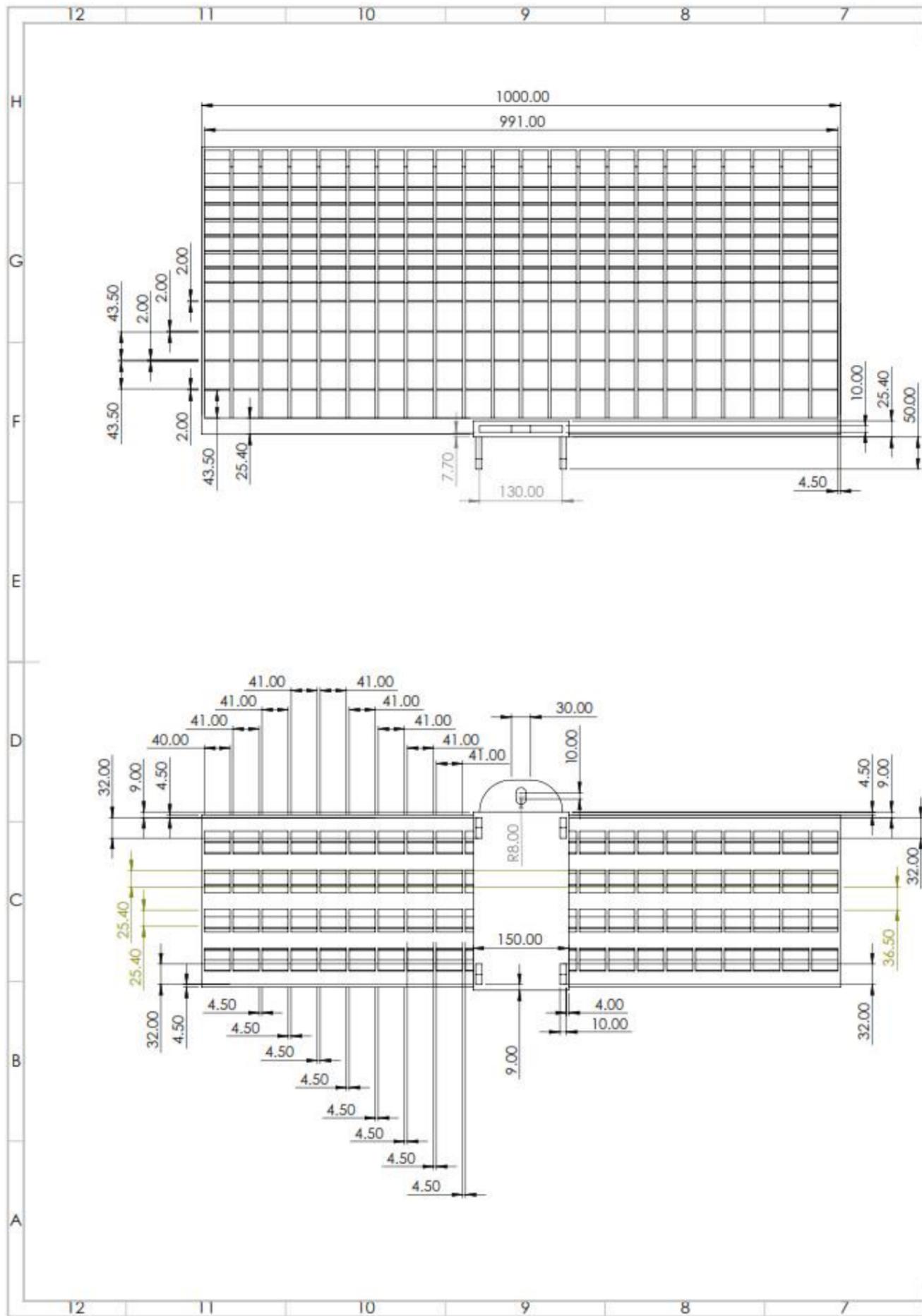


PROPIEDADES MECÁNICAS

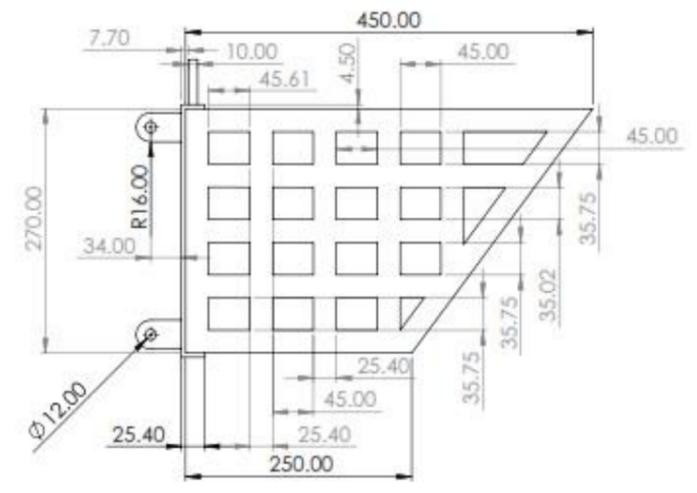
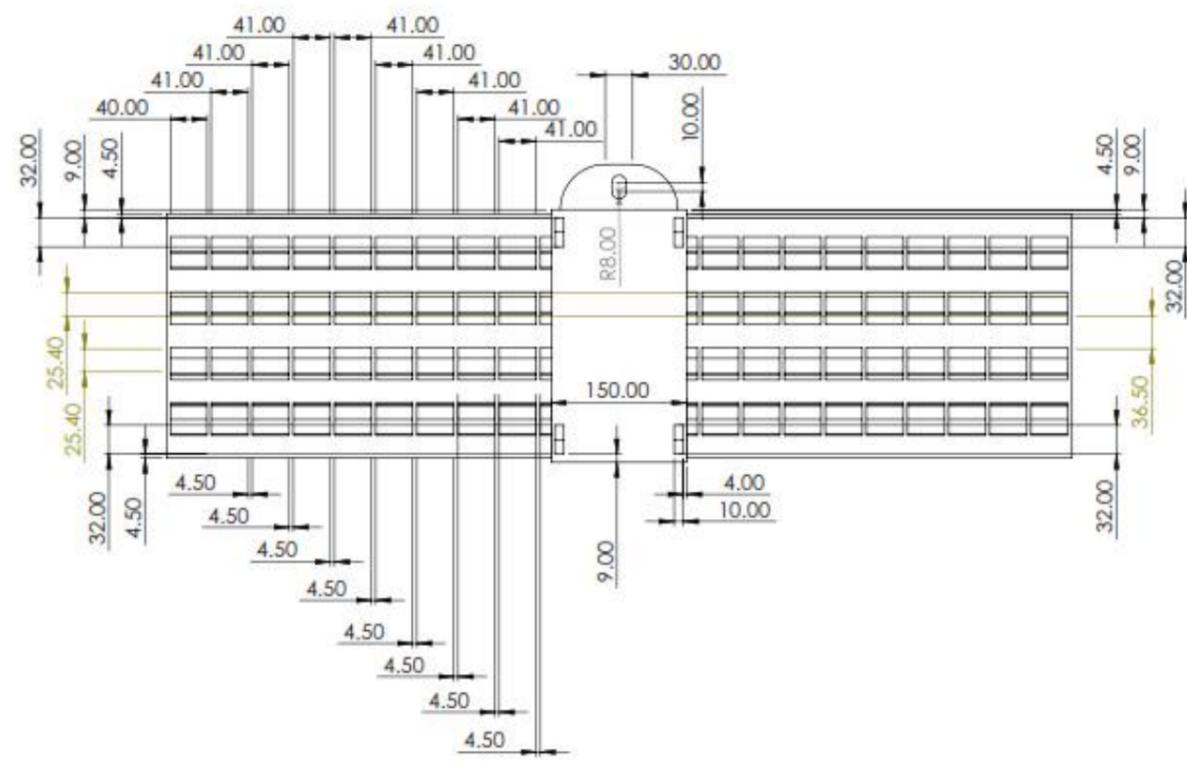
Límite de Fluencia mínimo	ASTM A36: = 250 MPa (2,530 kg/cm ²)	SAE 1045*: = 390 - 540 MPa (4,000 - 5,500 kg/cm ²)
Resistencia a la Tracción	= 400 - 550 MPa (4,080 - 5,620 kg/cm ²)	= 650 - 800 MPa (6,700 - 8,200 kg/cm ²)
Alargamiento en 200 mm	= 20.0% mínimo	= 12.0% mínimo

* Valores Típicos.

Anexo 8: Plano del Rastrillo Recolector

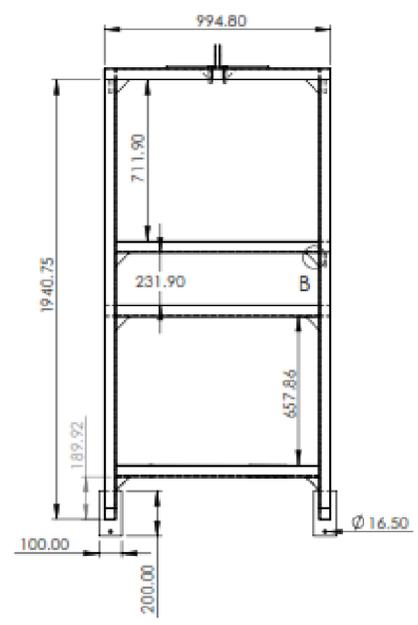


Vista Isométrica

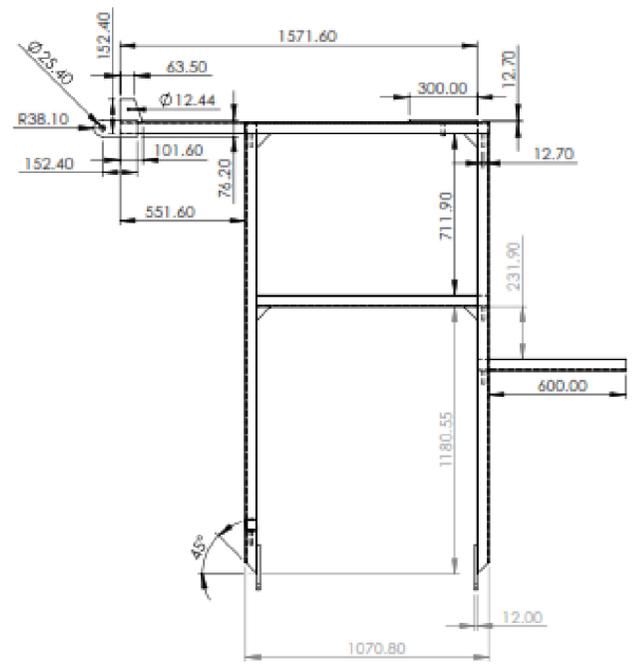


	DISEÑO DE MECANISMO DE LIMPIEZA EN REJAS DE VOCAL DE CAPTACIÓN EN BOCATOMA DE AGUA DE RIO, OLMOS	
	22/09/2022	RASTRILLO RECOLECTOR DE RESIDUOS SÓLIDOS
	Escala: 1:5	Dibujado por: Kiever Paúl Rodas Vilela Revisado por: Dr. Jorge Eduardo Luján López

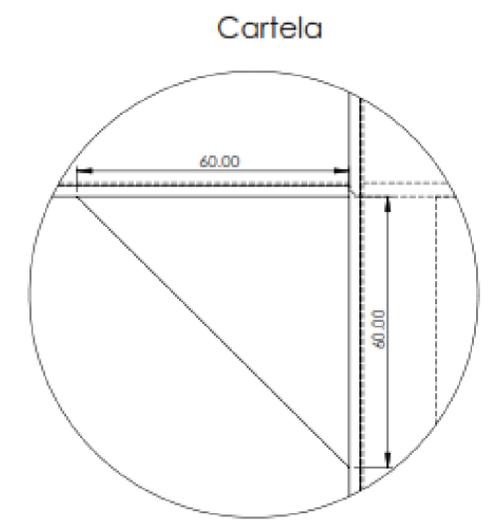
Anexo 9: Plano de la estructura soporte



ESCALA 1 : 20



ESCALA 1 : 20



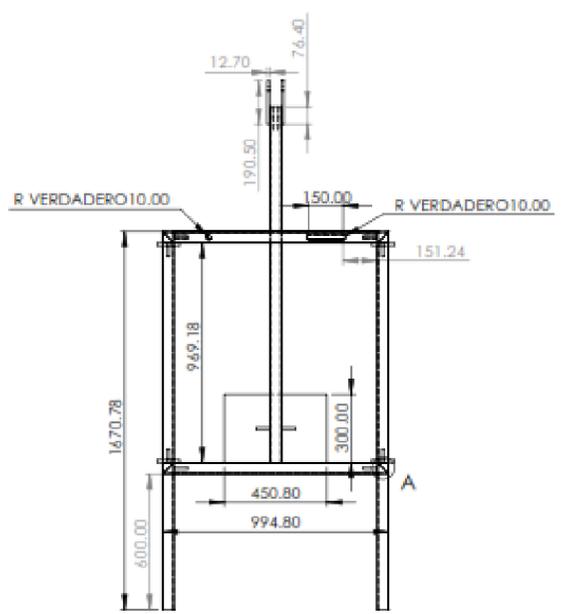
DETALLE B
ESCALA 1 : 1

Nota: Todas las cartelas son de la misma medida y material.

Vista Isométrica

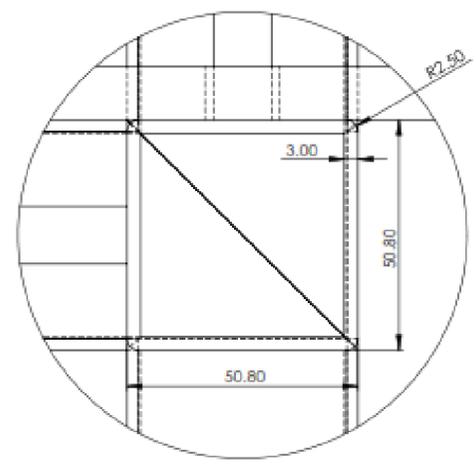


ESCALA 1 : 20



ESCALA 1 : 20

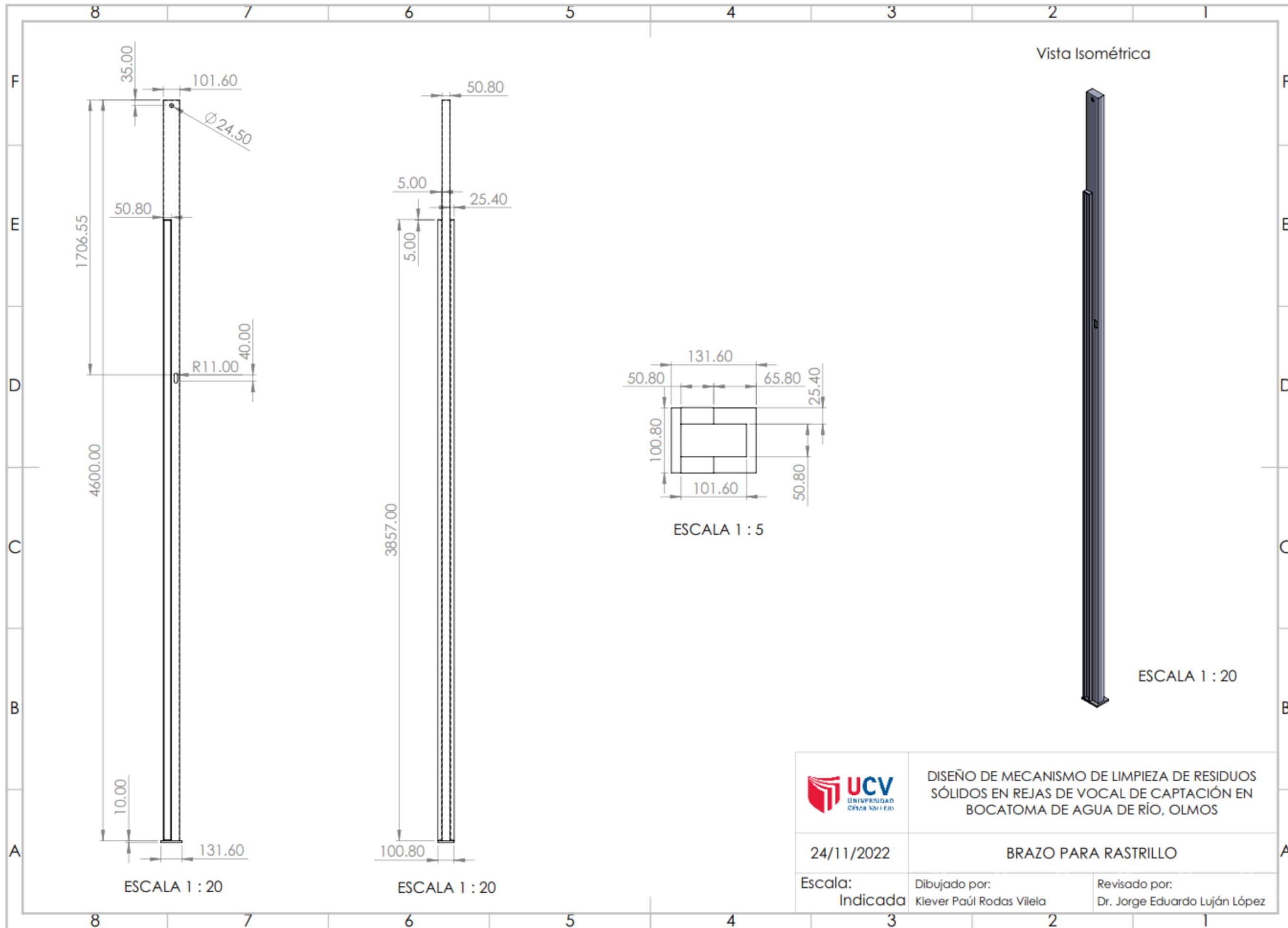
Sección tubo cuadrado



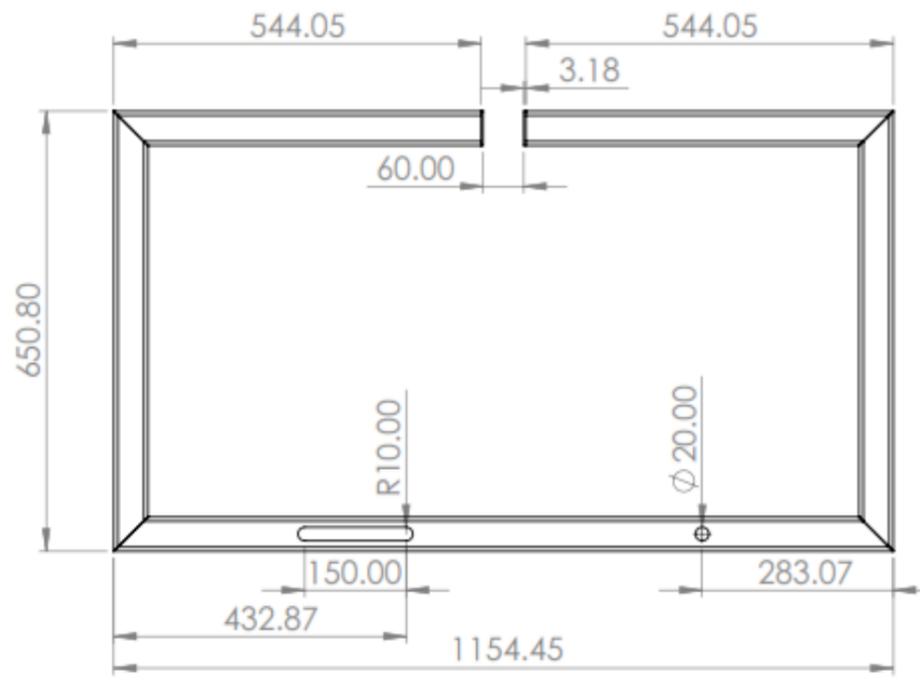
DETALLE A
ESCALA 1 : 1

	DISEÑO DE MECANISMO DE LIMPIEZA EN REJAS DE VOCAL DE CAPTACIÓN EN BOCATOMA DE AGUA DE RÍO, OLMOS		
	21/10/2022	ESTRUCTURA DE SOPORTE	
Escala: Indicada	Dibujado por: Klever Paúl Rodas Vilela	Revisado por: Dr. Jorge Eduardo Luján López	

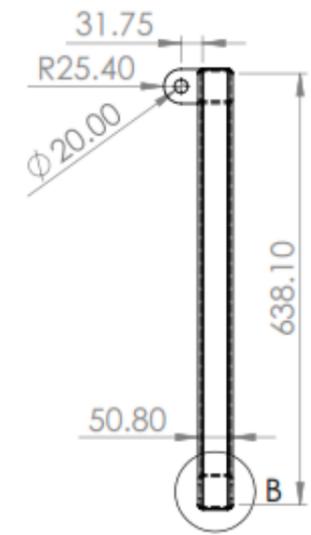
Anexo 10: Plano del brazo para rastrillo



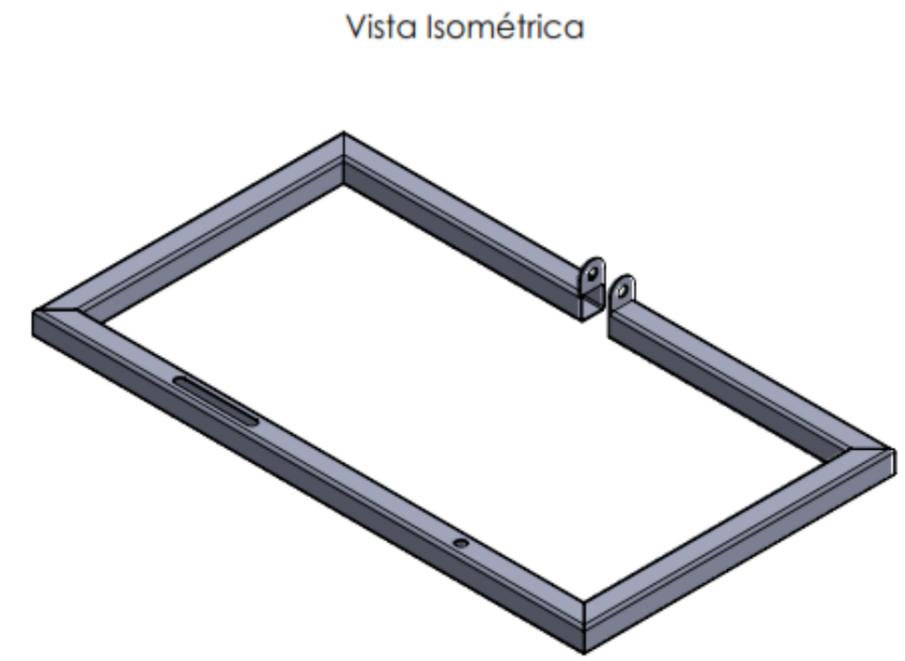
Anexo 11: Plano de extensor de tijera tipo gata



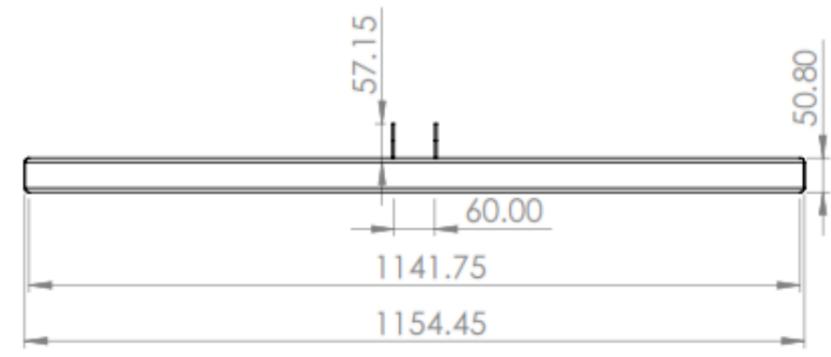
Escala 1 : 10



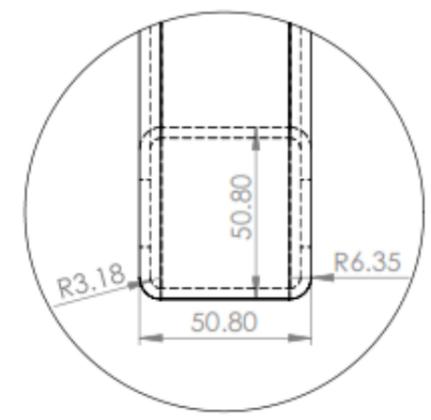
Escala 1 : 10



Escala 1 : 10



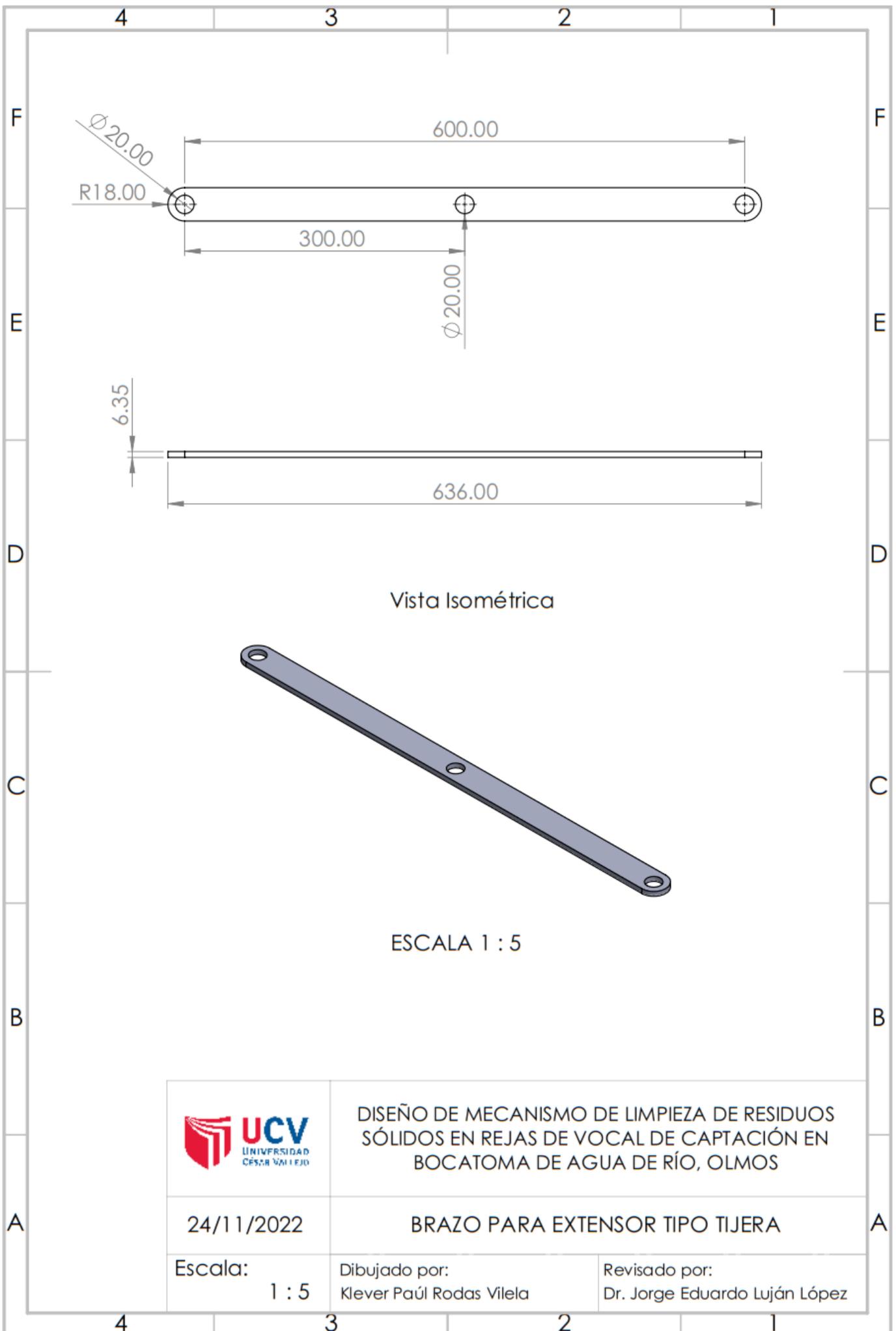
Escala 1 : 10



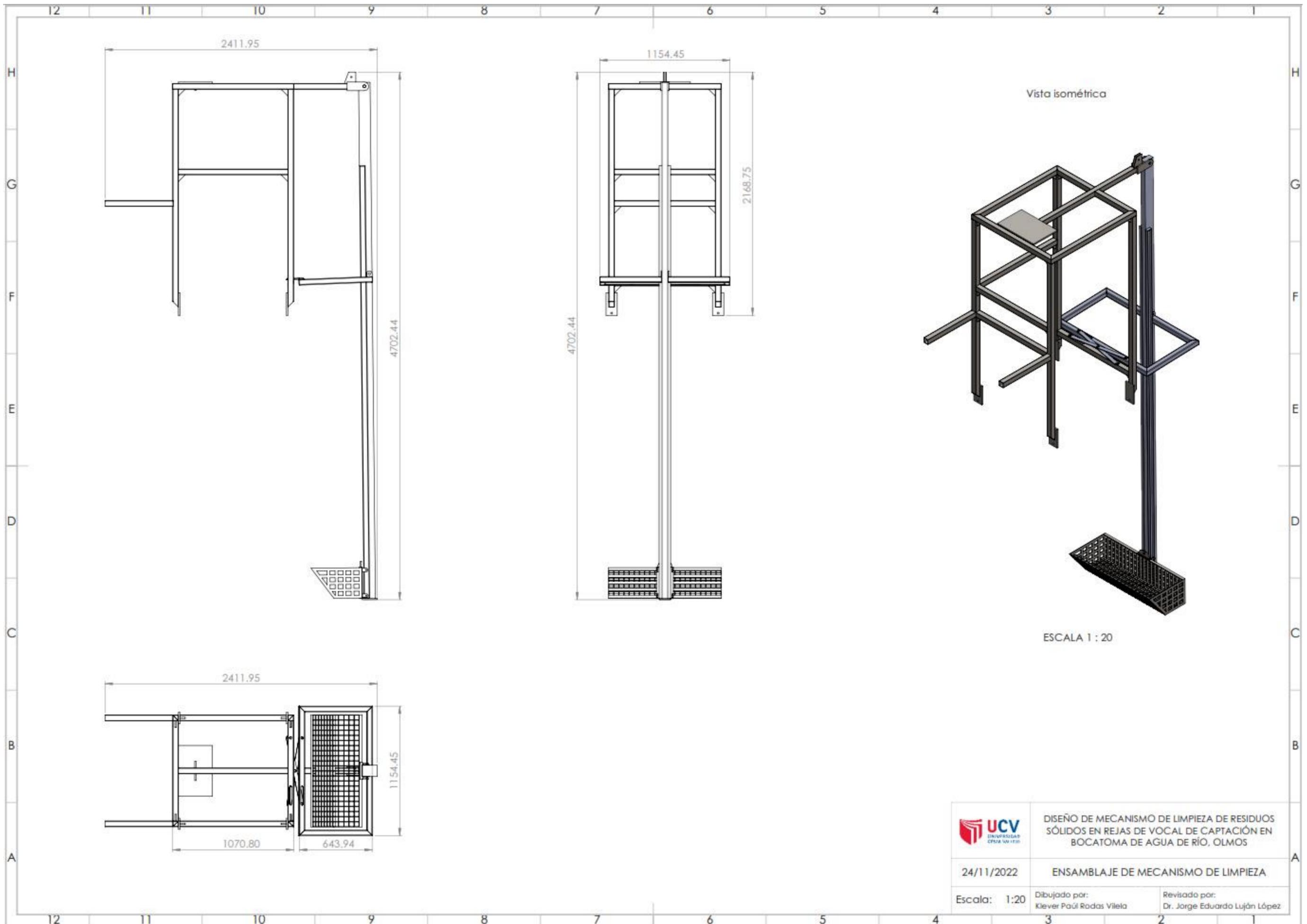
DETALLE B
ESCALA 1 : 2

	DISEÑO DE MECANISMO DE LIMPIEZA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN REJAS DE VOCAL DE CAPTACIÓN EN BOCATOMA DE AGUA DE RÍO, OLMOS		
	24/11/2022	EXTENSOR DE TIJERA TIPO GATA	
Escala: Indicada	Dibujado por: Klever Paúl Rodas Vilela	Revisado por: Dr. Jorge Eduardo Luján López	

Anexo 12: Plano del brazo para extensor tipo tijera



**Anexo 13: Plano de ensamblaje de mecanismo de limpieza de residuos
sólidos**



	DISEÑO DE MECANISMO DE LIMPIEZA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN REJAS DE VOCAL DE CAPTACIÓN EN BOCATOMA DE AGUA DE RÍO, OLMOS	
	ENSAMBLAJE DE MECANISMO DE LIMPIEZA	
24/11/2022	Dibujado por: Klever Paúl Rodas Vilela	Revisado por: Dr. Jorge Eduardo Luján López
Escala: 1:20		

Anexo 14: Ficha técnica cable INDECO FREETOX NH-80

FREETOX NH-80

Usos

Aplicación especial en aquellos ambientes poco ventilados en los cuales ante un incendio, las emisiones de gases tóxicos, corrosivos y la emisión de humos oscuros, pone en peligro la vida y destruye equipos eléctricos y electrónicos, como, por ejemplo, edificios residenciales, oficinas, plantas industriales, cines, discotecas, teatros, hospitales, aeropuertos, estaciones subterráneas, etc.

En caso de incendio aumenta la posibilidad de sobrevivencia de las posibles víctimas al no respirar gases tóxicos y tener una buena visibilidad para el salvamento y escape del lugar. Generalmente se instalan en tubos conduit.

Descripción

Conductor de cobre electrolítico recocido, sólido o cableado. Aislamiento de compuesto termoplástico no halogenado HFFR.

Características

Es retardante a la llama, baja emisión de humos tóxicos y libre de halógenos.

Marca

INDECO S.A. FREETOX NH-80 450/750 V <Sección> <Año> <Medrado Secuencial>

Calibres

1.5 mm² - 300 mm²

Embalaje

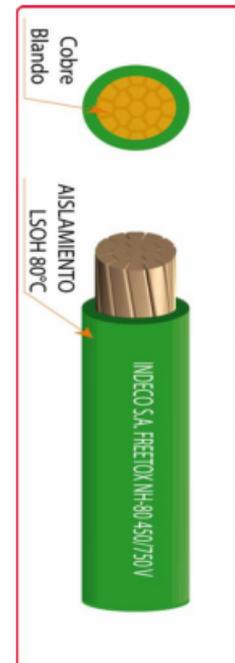
De 1.5 a 10 mm², en rollos estándar de 100 metros.

De 16 a 300 mm², en carretes de madera.

Colores

De 1.5 a 10 mm²: blanco, negro, rojo, azul, amarillo, verde y verde / amarillo.

Mayores de 10 mm² sólo en color negro (1).



Norma(s) de Fabricación
NTP 370.252
Tensión de servicio
450/750 V
Temperatura de operación
80°C

TABLA DE DATOS TECNICOS NH - 80

CALIBRE CONDUCTOR	N° HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
							AIRE	DUCTO
mm ²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	A
1.5	7	0.52	1.50	0.7	2.9	20	18	14
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	31	30	24
4	7	0.84	2.44	0.8	4.0	46	35	31
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	65	50	39
10	7	1.33	3.99	1.0	6.0	110	74	51
16	7	1.69	4.67	1.0	6.7	167	99	68
25	7	2.13	5.88	1.2	8.3	262	132	88
35	7	2.51	6.92	1.2	9.3	356	165	110
50	19	1.77	8.15	1.4	11.0	480	204	138
70	19	2.13	9.78	1.4	12.6	678	253	165
95	19	2.51	11.55	1.6	14.8	942	303	198
120	37	2.02	13.00	1.6	16.2	1174	352	231
150	37	2.24	14.41	1.8	18.0	1443	413	264
185	37	2.51	16.16	2.0	20.2	1809	473	303
240	37	2.87	18.51	2.2	22.9	2368	528	352
300	37	3.22	20.73	2.4	25.5	2963	633	391

(*) TEMPERATURA AMBIENTE 30°C.

NO MAS DE TRES CONDUCTORES POR DUCTO.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LUJÁN LÓPEZ JORGE EDUARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHICLAYO, asesor de Tesis titulada: "Diseño de mecanismo de limpieza en rejas de vocal de captación en bocatoma de agua de río, Olmos.", cuyo autor es RODAS VILELA KLEVER PAUL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

CHICLAYO, 15 de Diciembre del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LUJÁN LÓPEZ JORGE EDUARDO : 17897692 ORCID: 0000-0003-1208-1242	Firmado electrónicamente por: JLUJAN el 15-12- 2022 08:40:17

Código documento Trilce: INV - 0977844