



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA**

**Diseño de una despedregadora para mejorar los campos de
cultivo del fundo San José**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR

Fuentes Rojas, Rolando Germaín (ORCID: 0000-0002-1016-1727)

ASESOR

Dr. Salazar Mendoza, Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño y simulación de dispositivos electromecánicos.

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a Dios por brindarme su bendición, a mi madre por ser mi apoyo y mostrarme la fortaleza de luchar mis objetivos, a mi hermano por su apoyo y finalmente a todas las personas que me ayudaron que este trabajo sea posible.

Fuentes Rojas, Rolando Germaín

Agradecimiento

Agradezco a Dios por su infinito amor y permitirme tener la sabiduría de hacer este trabajo de investigación. De la misma manera a mi docente asesor Ing. Aníbal Jesús Salazar Mendoza por sus indicaciones y sus correcciones, y a todas las personas que me apoyaron incondicionalmente.

Fuentes Rojas, Rolando Germaín

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de Tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización.....	12
3.3. Población, muestra y muestreo.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5. Procedimientos	14
3.6. Métodos de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN	57
VI. CONCLUSIONES.....	61
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS	67

Índice de Tablas

Tabla 01. <i>Distribución del terreno del fundo San José.....</i>	16
Tabla 02. <i>Días utilizados para despiedre según producto para cada hectárea.</i>	17
Tabla 03. <i>Valores estadísticos del despedrado de los campos de cultivo del fundo San José.</i>	18
Tabla 04. <i>Características de despedregadora discontinua estándar.</i>	21
Tabla 05. <i>Peso específico de piedras naturales.</i>	25
Tabla 06. <i>Densidad de piedra más pesada que se puede hallar en los terrenos.</i>	25
Tabla 07. <i>Masa de piedras más crítica de la deberá levantar la cuchara.</i>	26
Tabla 08. <i>Fuerza requerida en un pistón para levantar el rastrillo.</i>	30
Tabla 09. <i>Fuerza que genera la pérdida en la tolva.....</i>	30
Tabla 10. <i>Fuerza requerida en un pistón para levantar la tolva.</i>	32
Tabla 11. <i>Fuerzas para cada pistón de la tolva y rastrillo.</i>	32
Tabla 12. <i>Área de cada pistón.</i>	32
Tabla 13. <i>Diámetro de los pistones requeridos.....</i>	33
Tabla 14. <i>Días requeridos para las hectáreas que faltan de cultivo.....</i>	44
Tabla 15. <i>Conversión en horas del tiempo de despiedre y una semana laborable para un peor.</i>	44
Tabla 16. <i>Semanas y meses requeridos para el despiedre total.</i>	45
Tabla 17. <i>Total del costo de un peón por día de labor.....</i>	45
Tabla 18. <i>Costo diario de la cuadrilla de peones.</i>	45
Tabla 19. <i>Gasto mensual del despiedre.</i>	46
Tabla 20. <i>Gasto total requerido por el despiedre del terreno faltante.</i>	46
Tabla 21. <i>Área que cubre el rastrillo por hora.....</i>	47
Tabla 22. <i>Tiempo que demora el tractor en cubrir el área de 26 hectáreas... </i>	48
Tabla 23. <i>Volumen por metro cuadrado de piedras en el fundo.</i>	48
Tabla 24. <i>Volumen total de piedras para el despedrado.....</i>	48
Tabla 26. <i>Tiempo total requerido para vaciar el rastrillo.</i>	49
Tabla 27. <i>Cantidad de veces que se debe levantar el rastrillo para llenar la tolva.</i>	49
Tabla 28. <i>Veces de llenado de la tolva.</i>	50

Tabla 29. <i>Tiempo total para vaciar la tolva.</i>	50
Tabla 30. <i>Tiempo total para el despiedre con la despedregadora propuesta.</i>	50
Tabla 31. <i>Salario total por las horas del maquinista.</i>	51
Tabla 32. <i>Semanas requeridas del maquinista.</i>	51
Tabla 33. <i>Desagregado por semanas del gasto al maquinista.</i>	51
Tabla 34. <i>Gastos por cuadrilla, inversión y por la labor del maquinista.</i>	52
Tabla 35. <i>Flujo de cada por semana.</i>	54
Tabla 36. <i>Evaluadores económicos para la despedregadora.</i>	56

Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 01.</i> Diagrama de Gauss para representar los valores determinados por despedrado en el fundo San José.....	19
<i>Figura 02.</i> Despedregadora para tractores grandes.....	20
<i>Figura 03.</i> Púas de la trilla para la despedregadora diseñada para el fundo San José.....	21
<i>Figura 04.</i> Cuchara completa para la despedregadora diseñada para el fundo San José.	22
<i>Figura 05.</i> Vista Isométrica de la tolva para la despedregadora diseñada para el fundo San José.....	22
<i>Figura 06.</i> Vista superior de la tolva para la despedregadora diseñada para el fundo San José.	23
<i>Figura 07.</i> Estructura soporte para la trilla y tolva.	23
<i>Figura 08.</i> Vista Isométrica de despedregadora diseñada para el fundo San José.....	24
<i>Figura 09.</i> Sección que ocupa la piedra en la cuchara.....	26
<i>Figura 10.</i> Diagrama de cuerpo libre del pistón.....	27
<i>Figura 11.</i> Diagrama de cuerpo libre en le punto de aplicación de la fuerza. .	27
<i>Figura 12.</i> Diagrama de cuerpo libre para las fuerzas que aparecen en el levantamiento de la carretilla.....	28
<i>Figura 13.</i> Posición de las fuerzas respecto al punto de análisis.	29
<i>Figura 14.</i> Posición de las fuerzas para el levantamiento de la tolva.....	31
<i>Figura 15.</i> Diagrama de las fuerzas para análisis de los momentos.	31
<i>Figura 16.</i> Propiedades de las Barras de la despedregadora	34
<i>Figura 17</i> Diagrama de cuerpo libre de despedregadora.	35
<i>Figura 18</i> Compatibilidad de Giros	36
<i>Figura 19.</i> Movimientos y Giros en Barras	37
<i>Figura 20.</i> Datos del diagrama del cuerpo libre.....	37
<i>Figura 21.</i> Esfuerzo – deformación	39
<i>Figura 22.</i> Determinación de la Vida Útil Económica de un activo	53
<i>Figura 23.</i> Tasa de interés base.....	55
<i>Figura 24.</i> Tasa de interés riesgo País.....	56

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo diseñar una máquina despedregadora que sea rentable para el fundo de cultivo San José este fundo se dedica a la siembra de tres variedades de cultivos (uva, espárragos y palta) para la preparación del campo el despiedre se realiza de manera artesanal, la investigación determina un diseño de una máquina que específica para las actividades del fundo esta máquina se justifica al final de la investigación ya que tiene una rentabilidad económica de 18% para el TIR y S/11,319.98 para el VAN, además de que el tiempo para la actividad de despiedre baja de 20.1 meses para dicha actividad por vías artesanales a 7.1 semanas al realizar la actividad por medio de la maquina diseñada.

Palabras claves: Despedregadora, Despiedre, Cultivos.

Abstract

The objective of this research was to design a cleansing machine that is profitable for the San José cultivation farm. This farm is dedicated to the sowing of three varieties of crops (grape, asparagus and avocado) for the preparation of the field. artisanal, the research determines a design of a machine that specific for the activities of the farm this machine is justified at the end of the research since it has an economic profitability of 18% for the IRR and S / 11,319.98 for the VAN, in addition to the Time for the stoning activity falls from 20.1 months for said activity by artisanal means to 7.1 weeks when carrying out the activity using the designed machine.

Keywords: Cleanser, Stone, Crops.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores para el crecimiento de los cultivos es la adecuación de campo para que estos tengan las condiciones necesarias para desarrollarse, los terrenos pedregosos deber ser preparados para el cultivo retirándose las piedras de él.

Los suelos con una alta cantidad de piedras limitan el crecimiento natural de las plantas al mismo tiempo que dificultan su obtención de alimentos y producen deformaciones en sus tallos. Además, estos suelen ser poco dados a la permeabilidad y presentan una notable carencia de minerales que los hacen poco atractivos para el trabajo agrícola. Lo primero que hay que hacer en este tipo de terrenos es retirar el exceso de piedras. Una vez eliminadas las de mayor diámetro, puede tamizarse el resto con una malla para filtrar otras menores. Posteriormente, debe incorporarse tierra nueva o abono para crear un sustrato fértil. Por las características de estos terrenos, hay que tener especial cuidado de no dañar los aperos y contar con los recambios agrícolas adecuados (Repuestos Fuster, 2018 pág. 12).

Los suelos deben tener condiciones necesarias, las raíces del cultivo deben tener suficiente espacio para desarrollarse, además de producir tallos mal formados ya que la búsqueda de los cultivos por aprovechar la luz solar fuerza a las plantas rodeen las piedras para poder llegar a ellas.

Un buen suelo de cultivo es aquel que está libre de piedras o en caso las tenga sean menores a 1 cm. de diámetro y se encuentren en un porcentaje menor al 5 % del volumen total. ¿Por qué se necesitan suelos libres de piedras para cultivar? Pues, porque las raíces necesitan fijarse al suelo y crecer hacia abajo para poder absorber adecuadamente los nutrientes y el agua, las piedras no tienen nutrientes fácilmente absorbibles y limitan el normal crecimiento de las raíces, además, producen deformaciones en la base de los tallos, los cuales al emerger del suelo tienen que bordear las piedras para buscar la luz y tratar de crecer verticalmente a pesar que no se pueda. Estas deformaciones hacen que la planta sea más susceptible a quebraduras del tallo y a su posterior muerte. Por otro lado, en cultivos hortícolas de raíz como rabanito, betarraga,

zanahoria, etc. se puede observar que en este tipo de suelos desarrollan deformaciones que disminuyen su calidad comercial, esto se debe a que estas raíces también tienden a bordear las piedras para completar su crecimiento siendo prácticamente moldeadas por las piedras más cercanas (Ecologica, 2014 pág. 1)

En el Perú también se ve la necesidad de tener un campo preparado para los sembríos ya que tener un campo en condiciones adecuadas crean un ambiente que es el mejor para el crecimiento de las plantas, esto permite una siembra uniforme, al igual que la geminación de la planta y la buena distribución del agua. Los campos que no se preparan adecuadamente y contienen piedras o terrones, aunque también el desnivel y mala hierba son adecuados para la reproducción de plagas y enfermedades (Gobierno Regional La Libertad - Gobierno Regional de Agricultura, Sf.)

El tener el terreno con piedras establece un problema para tener los cultivos con un desarrollo adecuado, uno de los pasos para lograr este objetivo es el retirar el exceso de piedras para que las plantas desarrollen sus raíces de manera adecuada y puedan crecer sin limitaciones o condiciones que no permitan su desarrollo. En el Fundo San José existe parcelas que no son aprovechadas justamente por esta condición durante la siembra o acondicionamiento del terreno retirando las piedras de manera manual se generan procedimientos excesivos de trabajo poco aprovechables haciendo que las tareas de campo se prolongues mucho para poder empezar con la siembra

Por lo que la Formulación del Problema se plantea como sigue según la realidad problemática local que se presentó. La alta cantidad de piedras no permite el desarrollo del cultivo y la tarea de despiedre se vuelve complicada y dificultosa para los terrenos del Fundo San José ¿Se podrá realizar el retiro de piedras del campo de cultivo mediante el diseño de una maquina despedregadora?

Justificación del Estudio: La justificación tecnológica radico en que el desarrollo de una maquina despedregadora es aprovechable por que se generan conocimientos técnicos y además formulan nuevos conceptos en cuanto al

diseño de maquinaria agrícola según la normativa extranjera de acuerdo a la fabricación de herramientas de cultivo direccionadas a la zona de la investigación que el fundo San José, es decir que aun existiendo máquinas de este tipo en el mercado Peruano el desarrollar una maquina despedregadora de manera tan especifica basados en una metodología de investigación científica aporta al campo técnico en maquinaria agrícola nuevos conocimientos en cuanto al diseño como distancias y velocidades que debe tener la despedregadora para ajustarse a la realidad local sobre el terreno tanto de agricultura como de mecánica.

La justificación social se dio por la reducción de tiempo en la preparación del campo de cultivo en el fundo San José ya que esto conlleva a la reducción del trabajo físico por parte de los agricultores y lo peones que deben acelerar este proceso para poder empezar con la siembra. Esto provoca varias condiciones de estrés y sobre exigencia para los mismos. El diseñar una máquina despedregadora brinda seguridad en cuanto al trabajo ya que esta faena involucra actividad física que podría generar una enfermedad laboral en los agricultores del fundo San José por ende una mejora para la salud del trabajador genera un beneficio social para el hogar donde vive.

La justificación económica radico en la rapidez del tiempo de despiedre que actualmente se realiza por medios manuales llamados artesanales, el contar con una la maquina despegadora diseñada específicamente para el fundo San José aumenta la velocidad con la que realiza el trabajo justificando el ahorro en el tiempo utilizado por el medio artesanal, generando mayor utilidad al fundo.

Por lo que la hipótesis que se planteó para esta investigación fue: Se podrá despedregar el campo de cultivo del Fundo San José mediante el diseño de una despedregadora

El objetivo general que se pretende lograr con esta investigación se estableció como:

Diseñar una despedregadora para mejorar los campos de cultivo del Fundo San José.

Para lograr concluir que el objetivo general se logró, se desarrollaron y concluyeron los siguientes objetivos específicos: Realizar el diagnostico actual del proceso de despiedre para los campos de cultivo del Fundo San José, Establecer los parámetros de diseño de la despedregadora para los campos de cultivo del Fundo San José, Seleccionar los dispositivos electromecánicos usando software CAD que permita despedregar los campos de cultivo del Fundo San José y por último Evaluar económicamente el diseño de la maquina despedregadora para los campos de cultivo del Fundo San José.

II. MARCO TEÓRICO

En la investigación “Cálculo del costo para la actividad de Mecanización en la empresa agropecuaria “Valle del Yabú” en Santa Clara” se presenta una investigación en él se realiza un análisis del proceso de mecanización de las actividades para el cultivo de granos como una alternativa en la producción nacional considerando su problemática en el sector alimentario. La investigación demuestra que las características estudiadas de un caso específico se pueden usar como una alternativa sustentable para contribuir en la diversidad de la producción de los cultivos (Escudero Gutierrez, 2015 pág. 3)

En la investigación “La Mecanización Agrícola: Gestión, Selección Y Administración De La Maquinaria Para Las Operaciones De Campo” establece que el uso de procesos de mecanización adecuados en la producción agrícola han sido factores decisivos, para la modernización y obtención de los logros hasta ahora alcanzados (aumento de las áreas de producción, exportaciones, de la productividad y reducción de costos, entre otros factores). Esta investigación establece que el concepto de mecanización en los campos agrícolas como un concepto esencial para poder asegurar y mantener el nivel suficiente de producción agrícola (La Mecanización Agrícola: Gestión, Selección Y Administración De La Maquinaria Para Las Operaciones De Campo, 2009)

En la investigación “Labranza Mecanizada En la Productividad del Cultivo De Maíz H. Trueno” en esta investigación se validó los sistemas de labranza en cuanto a las características químicas, físicas y biológicas del suelo y la influencia en la productividad del cultivo de maíz después del estudio se determinó que los parámetros físicos no varían según el tratamiento de labranza que tenga el suelo y que mantienen la característica según los análisis que se desarrollaron durante la pre siembra pero en cuanto a la composición química si se vio afectado el suelo según el procedimiento de laboreo aunque las diferencias estadísticas entre las muestras no resultaron ser significativas siendo mínimas en cuanto al rendimiento de la labranza convencional a otros medios de labranza (Mendoza Alcivar, y otros, 2015 pág. 12)

Mejorar los suelos pedregosos

Las partículas minerales del suelo pueden ser clasificadas de diversas maneras. Así, por ejemplo, podemos emplear criterios mineralógicos, densidades, formas, volúmenes, etc. Sin embargo, el tamaño es una de las más comunes. De hecho, los triángulos texturales son indispensables para la caracterización y clasificación de los suelos. El problema estriba en que muchos de ellos también poseen gravas, cantos y bloques de gran tamaño. Estos últimos también son contemplados por los expertos, existiendo unos criterios para su descripción, a la par que otros de diagnóstico con vistas a dar cuenta de los suelos muy pedregosos en las taxonomías edafológicas.

Generalmente, suele decirse que las piedras (clastos sería un vocablo más preciso), en el sentido más amplio del término, se comportan como “materiales inertes”. Sin embargo, el criterio básico que utilizamos mayoritariamente consiste en analizar las fracciones minerales de menor tamaño, es decir estimar los porcentajes de arena, limo y arcilla. Una vez conocidos, hacemos uso de los triángulos texturales aludidos. No obstante, con independencia de que los tamaños más gruesos sean considerados inertes, cabría objetar que tal calificativo es en cierta medida ambiguo y contundente (Ibáñez, 2008 pág. 1)

Generalmente, los suelos muy pedregosos eran difíciles de labrar y aun lo son si no hacemos uso de un despedregado (eliminar las fracciones más gruesas, como los cantos grandes y en especial los bolos o bloques de piedra). Es habitual al arar, y en especial con maquinaria, que vayan aflorando a la superficie los mencionados clastos. No es inusual ver apilamientos de grande piedras en medio de los campos de cultivo. Obviamente, no se acumulan solos, sino que el agricultor lo hace al ir despedregando la tierra (también en profundidad), amontonándolos en sitios seleccionados (Ibáñez, 2008 pág. 1)

Las piedras o clastos, al mojarse, también absorben una cierta cantidad de agua. ¿Cuánta? Depende de la naturaleza, volumen y porosidad de las mismas. Su grado de alteración también suele ser importante (cuanto más lo estén más porosas suelen volverse). Así, por ejemplo, no es lo mismo un gran

bolo de cuarcita compacta no alterada, que otro mucho más poroso, como una arenisca o la propia cuarcita muy intemperizada o meteorizada. De todo ello, ya os hablaremos en otros post. Para finalizar, digamos que comienza a pensarse que los agregados de átomos que no llegan al tamaño de arcilla y que competen a los “nano mundos” (los estudiados por las nano ciencias y nanotecnología), pueden atesorar una gran importancia, aunque aún sabemos muy poco de ellos (Ibáñez, 2008 pág. 1)

Diseño

Como concepto el diseño se puede tomar que el diseño es una pre configuración mental de una solución que se presenten a una necesidad que va a ser solucionada usando una tecnología, usualmente ese concepto se utiliza dentro de la industria, comunicación, algunas disciplinas creativas e ingeniería (Elena, 2018 pág. 29).

En el diseño se evalúa analizando cada opción que se cree óptima para el mecanismo buscado, evaluando si es posible todas las alternativas que sirvan para satisfacer la necesidad y eligiendo quien más se adecue a la aplicación que se determinó previamente (Eduardo, 2014 pág. 41).

El realizar las evaluaciones de varias alternativas implica y elegir la más óptima implica tener presente la determinación de la configuración del trabajo que realizara así como la configuración misma del mecanismo, estimas los grados de libertad más óptimos para desempeñar sus funciones, analizar los espacio donde va a funcionar el mecanismo, determinar sus esfuerzos y además las velocidades de trabajo más óptimas (Eduardo, 2014 pág. 41).

Diseño mecánico

En el área de mecánica el concepto de diseño se puede determinar mediante la formulación de un plan para lograr satisfacer un requerimiento específico o para dar solución a un problema determinado. Si la solución resulta en la creación de una tecnología, esta de ser segura, funcional, competitivo, confiable y útil, además que pueda comercializarse y fabricarse. El diseño en mecánica se considera como un proceso altamente iterativo e innovador.

También puede decirse que es un proceso de toma de decisiones, estas decisiones deben tomarse de acuerdo a la cantidad de información que se tenga en el proceso de diseño siendo avances poca información, otras con información apenas adecuada o con exceso de información contradictoria. Es común que las decisiones se tomen de forma tentativa por lo que es necesario retroalimentar el diseño para realizar ajustes a medida que se logra aumentar los datos sobre (Budynas , y otros pág. 5).

Fases e interacciones del proceso

El diseño mecánico requiere realizar iteraciones para poder establecer los planes necesarios para satisfacer la necesidad. De acuerdo a la misma naturaleza de la tarea de diseñar, se establecen algunas fases que se podrán repetir durante la vida de un producto, desde que se origina hasta que termina su vida útil (Budynas , y otros pág. 8)

Consideraciones para el diseño mecánico

En varias ocasiones la resistencia que requiere un objeto para determinarse como resultado del diseño es uno de los factores más importantes para poder determinar su dimensión y geometría. Por lo tanto, la resistencia de diseño se considera como un factor de importancia. Cuando se utiliza la expresión “de diseño” involucra de manera directa algunos parámetros que se involucran en la tarea del diseño del elemento o de todo el sistema cuando se da el caso. Muchas veces debe considerarse estos parámetros en para situaciones de diseño dadas. (Budynas , y otros pág. 8).

Despedregadora de campo

Las despedregadora para el campo son máquinas muy útiles para mantener un terreno bien acondicionado y perfecto para la producción y desarrollo. La característica principal de las despedregadoras para el campo reside en su funcionalidad. Su finalidad no es otra que la de la recogida de piedras de los campos de cultivo, algo muy beneficioso ya que acaba con un inconveniente muy común en los campos, como es la aparición de exceso de piedras que dificulten su producción. La aparición de un exceso de piedras en el terreno lo

que provoca es un aumento de tiempo y coste en el proceso de recolección. Este problema se puede solucionar fácilmente con las despedregadoras para el campo, siempre y cuando cumplan con sus exámenes de calidad y ofrezcan la garantía para una perfecta ejecución. Es preciso conocer que la despedregadora que se va a usar está en perfectas condiciones para su uso. Materiales de calidad, suficiente potencia, adaptación a cualquier tipo de ambiente y terreno... todos estos condicionantes son los que hay que tener en cuenta para conseguir eliminar de la superficie de cultivo todas las piedras en una sola pasada. Además, dependiendo de cuánto terreno se vaya a despedregar, convendrá el uso de tolva o no. Si se tratan de grandes superficies, la recomendación es añadir una tolva que pueda recoger todas las piedras que los rastrillos van agarrando por cada pasada. Si no es así, y el terreno no excede mucho de tamaño, se podrá usar esta máquina sin tolva y agrupar las piedras en un lugar próximo (Larrosa, 2010 pág. 12).

Función principal.

La máquina desempeña dos funciones básicas para ayudar a condicionar los campos para el cultivo, la primera es el recojo de piedras en los campos de cultivo con un proceso previo de acordonado seguido de la carga para sacarlas de la parcela y la segunda el troceado de piedras hasta una dimensión que no interfiera con el cultivo mecanizado (Gobierno de España - Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2008).

Partes principales de una despedregadora.

En los equipos para la recogida de piedras puede establecerse tres grupos:

Rastrillos hiladores que acordonan las piedras para facilitar la carga posterior, compuestos por un eje horizontal, dotado de púas rígidas de unos 30 cm de longitud, accionado por la toma de fuerza en sentido opuesto al de avance, que se desplaza formando un ángulo de unos 30° con la dirección de avance del tractor que lo arrastra. Las piedras forman un cordón en el extremo del rastrillo. Se apoya en el suelo mediante ruedas niveladoras (Gobierno de España - Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2008).

Cargadoras discontinuas, que disponen de un conjunto de púas, similares a las de un subsolador, que trabajan sobre la capa superior del suelo y retienen las piedras dejando pasar la tierra y los elementos menos gruesos. Las piedras recogidas quedan retenidas en una caja. Cada cierto tiempo se interrumpe el trabajo para hacer bascular la caja a una tolva auxiliar en la parte trasera de la máquina. La estructura del conjunto es similar a la de una trailla (Gobierno de España - Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2008)

Cargadoras continuas, que tienen una estructura similar a la de las arrancadoras de patatas, pero con una construcción mucho más robusta. Una reja ancha, a veces con púas, se clava en el suelo haciendo entrar una banda de tierra en la máquina, sobre un transportador de cadenas que forma un ángulo de unos 35° con la horizontal, y que deja pasar la tierra y elementos menos gruesos hasta el suelo. La descarga se hace sobre una tolva de gran capacidad o sobre un remolque arrastrado en paralelo (Gobierno de España - Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2008).

En los equipos para el troceado de piedras la fragmentación se realiza:

Mediante un rotor horizontal perpendicular a la dirección de avance, con martillos que giran a unas 1000 Rev./min en el sentido de marcha, y contra martillos en forma de púas robustas, situados por detrás y espaciados convenientemente, que retiene las piedras hasta que su dimensión es inferior a la distancia entre los contra martillos contiguos.

Rotor horizontal con martillos que giran en sentido contrario al de avance, a unas 750-1200 Rev./min, actuando como contra martillo el propio montón de piedras que se acumula por delante (Gobierno de España - Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2008).

Especificaciones para el diseño.

Las máquinas de este tipo tienen algunas especificaciones que se deben cumplir para establecer que realizan su función de manera coherente:

- ✓ Se diseñan para su enganche en el tripuntal del tractor y su accionamiento por la toma de fuerza, cuando hay elementos en movimiento, o bien utilizan la energía hidráulica que le suministra este tractor.
- ✓ La robustez de la máquina condiciona el tamaño de piedras con las que puede trabajar. Los cargadores discontinuos son apropiados para retirar piedras grandes presentes en baja densidad.
- ✓ Para la recogida de piedras de menor tamaño en elevada densidad se recurre a cargadoras continuas. En muchos casos se realiza un previo hilerado con rastrillo antes de proceder a la recogida y carga.
- ✓ Las trituradoras se utilizan preferentemente con piedra caliza.
- ✓ Previamente a la recogida conviene sacar las piedras a la superficie del suelo para facilitar el proceso de carga (Gobierno de España - Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 2008).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Aplicada, ya que los conocimientos adquiridos en esta investigación pretenden solucionar un problema práctico de manera directa.

Diseño

El diseño de la tesis se planteó como *No experimental* ya que no se manipularán las variables para obtener los resultados. *Descriptiva* ya que los datos se recogerán tal y cual ocurren por observación directa.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente

Diseño de despedregadora

Variable dependiente

Mejorar el campo de cultivo

Operacionalización de variables

El cuadro de Operacionalización de variables se encuentra en el anexo 01

3.3. Población, muestra y muestreo

La población que se utilizó para el desarrollo de esta investigación fue:
Los campos agrícolas de Sullana

La muestra que se tomó de la población para desarrollar la presente investigación fue: Campos de cultivo del fundo San José.

En cuanto al muestreo se determinó como no probabilístico debido a que no se cuenta con los recursos necesarios para la investigación y será determinado por el criterio del investigador.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Observación directa. Esta técnica se utilizó durante el recorrido de los campos de cultivo donde se puede apreciar las hectáreas y los cultivos que se tienen en el fundo. Esta técnica se utiliza para recoger datos directamente del sitio de la investigación.

Análisis de documentos. Esta técnica se utilizó para revisar las documentaciones, así como todos los documentos que contenían datos relevantes para el diseño y análisis de la despedregadora.

Técnica	Instrumentos	Objetivo
Observación directa	Ficha de registro de condiciones agrícolas	Determinar en qué condiciones está el campo de cultivo con respecto a las piedras
Análisis de documentos	Ficha de análisis de documentos	Recoger datos de manuales, investigación o libros sobre el diseño de una despedregadora

La validez de la presente investigación ha tenido como base el uso de los instrumentos descritos anteriormente; que a su vez han sido validados por profesionales con experiencia, dando el reconocimiento a que los instrumentos miden correctamente las variables que se pretenden investigar.

En cuanto a la confiabilidad de los instrumentos utilizados para la recolección de datos se determinaron como confiables, ya que han sido evaluados por supervisores llegando a demostrar la veracidad de los resultados obtenidos.

3.5. Procedimientos

Se determinó la cantidad de cultivos que tiene el fundo por medio de observación directa recorriendo el mismo y análisis de documentos revisando los registros de la distribución de las hectáreas del fundo.

Por medio de la recolección de datos con fichas de análisis de documentos se obtuvo del registro de pagos del capataz los tiempos de despiedre del personal contratado para preparar el campo.

Por medio de fichas de análisis de datos se tomó las medidas normadas mínimas según la normativa española de una maquina despedregadora en cuanto a la profundidad de ingreso al terreno.

Por medio de fichas de análisis de documentos se estableció de la bibliografía de la FAO y documentación de ingeniería agrícola el tamaño mínimo que debe tener la piedra para que no causar deficiencias en el cultivo.

3.6. Métodos de análisis de datos

El método que se utilizó en esta investigación es el método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar. Se utilizó estadística descriptiva para el análisis de los datos utilizando indicadores como la varianza y el promedio para establecer datos bases sobre los cuales actuar. Además, e utilizo el software AutoCAD para los dibujos y planos como resultados de la investigación.

3.7. Aspectos éticos

Se mantuvo en reserva la información que pueda causar un conflicto de intereses dentro de la investigación, y se tuvo en cuenta el consentimiento de los involucrados para poder utilizar la información que sea brindada. Se respetó los derechos de autor de los textos de cualquier publicación de la cual sea utilizada la información, citándolos dentro del informe del proyecto.

IV. RESULTADOS

4.1. Realizar el diagnostico actual del proceso de despiedre para los campos de cultivo del Fundo San José

La pedregosidad del suelo es determinante para la agricultura como lo menciona Andrade, Delgado y López los cuales mencionan que el contenido moderado de fragmentos de roca en el suelo puede afectar positivamente los regímenes de humedad y temperatura de los suelos. Sin embargo, más allá de contenido óptimo de fragmentos de roca en el suelo (variable entre 10 y 30%), la pedregosidad comienza a afectar adversamente la productividad de las plantas, por la restricción del espacio para el desarrollo de raíces y la capacidad nutricional del suelo y por el incremento de la temperatura del suelo por encima de los valores tolerados por las plantas.

Los datos de la siguiente tabla se establecieron o encontraron por medio de ficha de análisis de documentos, analizando los planos de cultivos que tiene o con los que cuenta el fundo.

Tabla 01. Distribución del terreno del fundo San José.

Uso	Área	
	Hectáreas	Incidencia
Uvas	10.00	18%
Palta	4.00	7%
Esparrago	15.00	26%
Comunes	2.00	4%
Disponibles	26.00	46%
Total	57.00	100%

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la tabla 1 el fundo dedica su mayor parte de terreno a la producción de espárrago y en segundo lugar para las uvas donde ambos productos tienen raíces poco profundas las que no llegan 0.3 m de profundidad, siendo un excluyente el sembrío de menor producción o al cual se establecen menor dedicación que es la palta la cual da frutos en arboles los cuales pueden echar raíces muy profundas.

Determinando que las piedras son un factor relevante en el sembrío, en el fundo San José al no tener las condiciones económicas para comprar los dispositivos con los que se realiza el despedrado por lo que lo realizan de manera manual con los peones y trabajadores del fundo.

Los datos de la siguiente tabla se han obtenido mediante el análisis documentario de los días pagados a los jornaleros por despiedre, los detalles del registro del capataz que tiene para la empresa fueron muy importantes para la toma y selección de los datos. Los datos de la siguiente tabla muestran por cada hectárea de manera ordinal cuanto se demoraron en despedrar, se determina para la uva para la palta y para el espárrago según la cantidad de hectáreas que tiene o cuenta cada sembrío.

Tabla 02. Días utilizados para despiedre según producto para cada hectárea.

Hectáreas	Días según producto		
	Uva	Palta	Espárrago
1	1	2	3
2	8	7	4
3	7	7	3
4	7	8	5
5	3		7
6	9		5
7	8		5

8	5	6
9	4	2
10	10	7
11		8
12		4
13		10
14		9
15		2

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un análisis estadístico para establecer la varianza y desviación estándar del tiempo estimado para despedrar las hectáreas del fundo.

Tabla 03. Valores estadísticos del despedrado de los campos de cultivo del fundo San José.

Descripción	Estadística
Media	5.7241
Mediana	6.0000
Desviación estándar	2.5759
Varianza	6.6355
Valor máximo	10
Valor mínimo	1

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos se dibuja un diagrama de gauss que permitirá entender cuál valor es el más relevante para hacer la confrontación con el diseño de la máquina que se pretende.

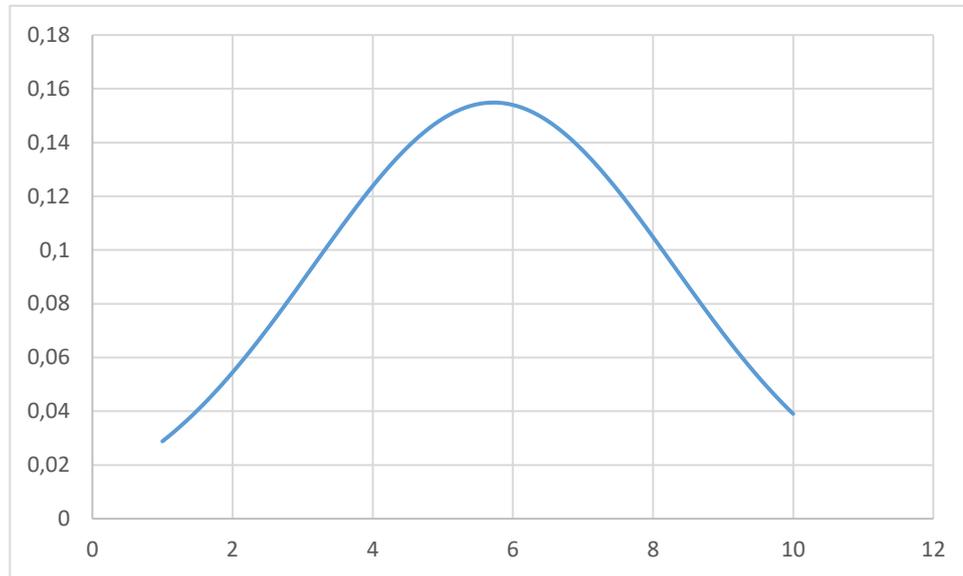


Figura 01. Diagrama de Gauss para representar los valores determinados por despedrado en el fundo San José.

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica se puede ver de manera más puntual que normalmente se utilizan 6 días para el despedrado de las hectáreas, teniendo como mínimo de un día y como máximo 10 para preparar el terreno retirando las piedras.

4.2. Establecer los parámetros de diseño de la despedregadora para los campos de cultivo del Fundo San José

Se propuso un diseño en primera instancia siguiendo los modelos comerciales la justificación se rige mediante el análisis económico debido a que debe ser rentable el Fundo. Para determinar el diseño de la maquina se deben registrar los datos que necesita dicha máquina para ser diseñada. Hablando propiamente de la maquina en si una despedregadora obedece a la estructura de un rastrillo lo que busca dicha maquina es quitar las piedras que se encajen o que se queden entre sus dientes, por lo tanto, tiene la forma de un peine como se puede observar en las siguientes imágenes.



Figura 02. Despedregadora para tractores grandes.

Fuente: (Tasias S.A., 2019)

En el Perú no existe referencia a como se debe diseñar una máquina de este tipo pero en España existe normativa de la Plataforma de Conocimiento para el Medio Rural y Pesquero formulada y abalada por su Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino desde el que estipula ciertas características promedio o medidas a tomar en cuenta en el diseño de una despedregadora, estas sirvieron como base para el desarrollo de la misma.

Tabla 04. Características de despedregadora discontinua estándar.

Púas	Tipo subsolador	
Trilla	Debe ser articulada	
Almacenaje	Tolva con ranuras	
Movilidad	Medio de tractor	
Ancho	1.65	m
Peso	300	kg
Tolva	3	m ³
Descarga	2	m

Fuente: (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 208).

El otro parámetro de diseño que es más importante es la separación en la trilla esta debe ser lo suficientemente angosta para no dejar pasar solidos que perjudiquen el cultivo, según la información se determinó que las piedras superiores a los 0.7 m causan daños en la siembra por lo que se diseñó en base de 0.7 m de separación entre ejes. La trilla que se diseñó se establece obedeciendo las aperturas y la forma de las uñas o púas que menciona la normativa española, la forma se obedeció de la configuración de una despedregadora de mayor tamaño.

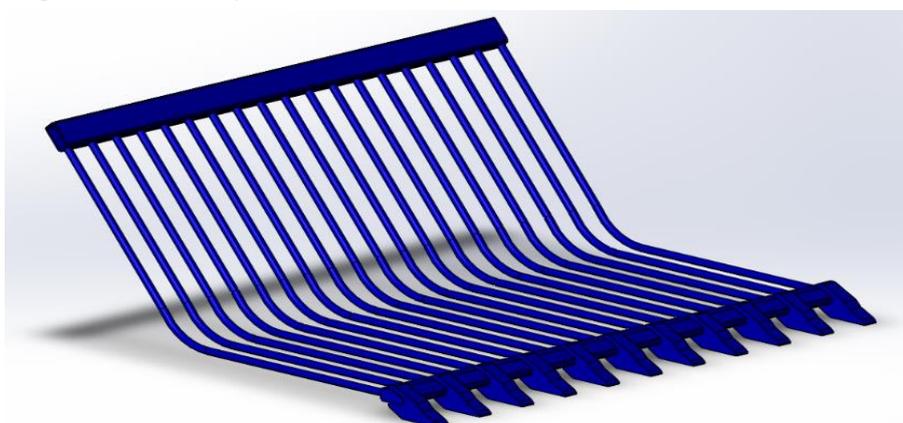


Figura 03. Púas de la trilla para la despedregadora diseñada para el fundo San José.

Fuente: Elaboración propia.

Se les colocaron guardas a los costados lo que simula una cuchara de gran de tamaño.

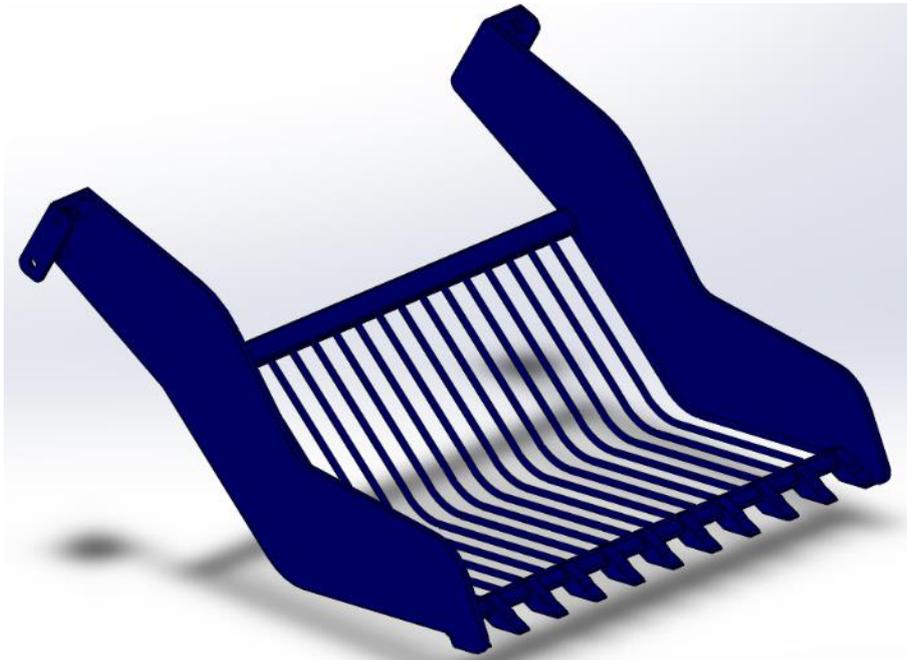


Figura 04. Cuchara completa para la despedregadora diseñada para el fundo San José.

Fuente: Elaboración propia.

La tolva se diseñó de acuerdo a lo estipulado por la normativa española teniendo.

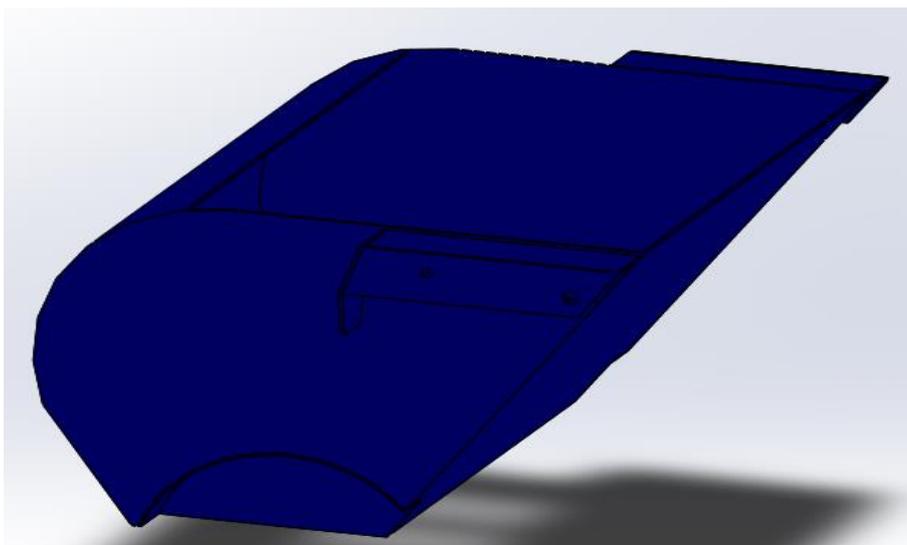


Figura 05. Vista Isométrica de la tolva para la despedregadora diseñada para el fundo San José.

Fuente: Elaboración propia.

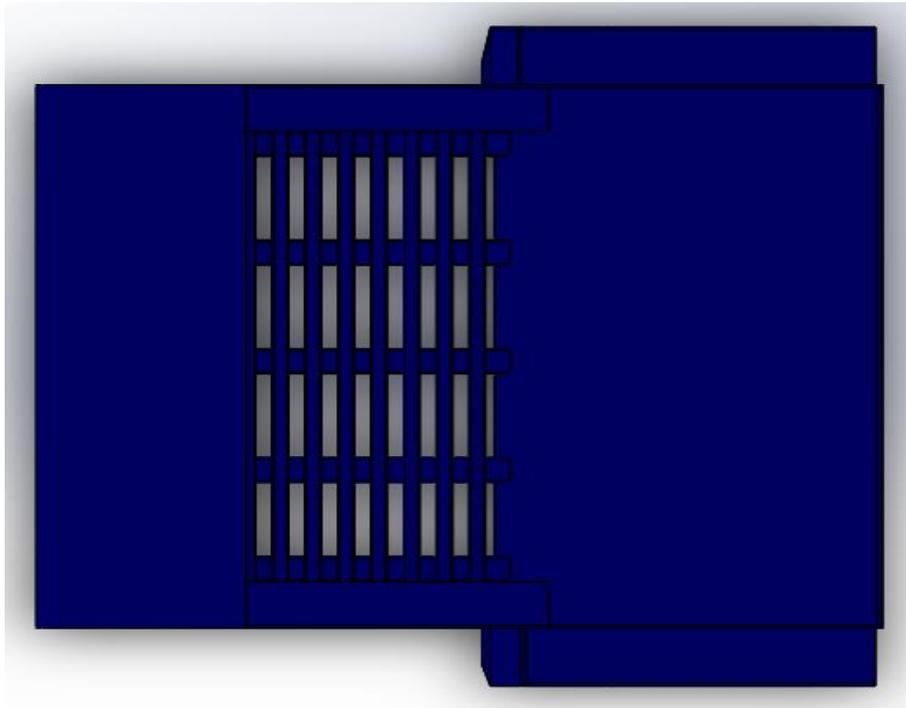


Figura 06. Vista superior de la tolva para la despedregadora diseñada para el fundo San José.

Fuente: Elaboración propia.

La sujeción al tractor se realizó según las otras herramientas de maquinación agrícola con las que cuenta el fundo, el cual es una estructura que contiene la armazón donde se colocará la trilla y la tolva además que deberá soportar los pistones para la movilidad de ambos mecanismos y las ruedas para el movimiento de todo el conjunto.

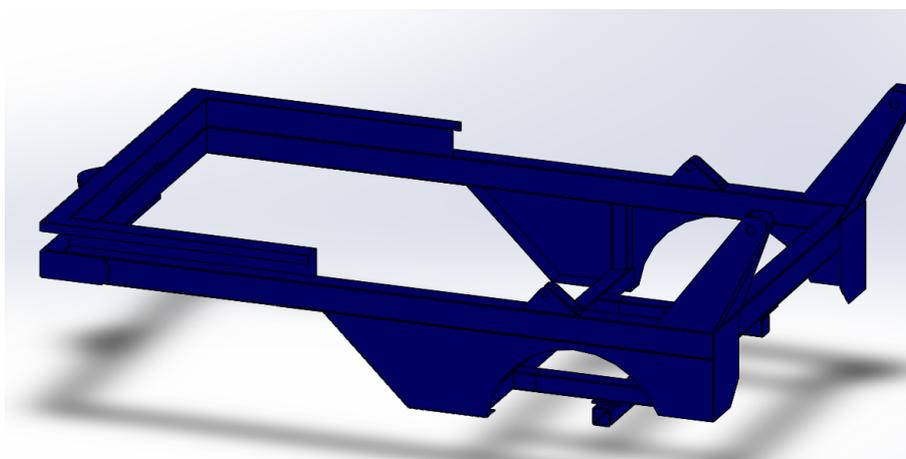


Figura 07. Estructura soporte para la trilla y tolva.

Fuente: Elaboración propia.

Así en su conjunto la despedregadora tendría la siguiente forma.

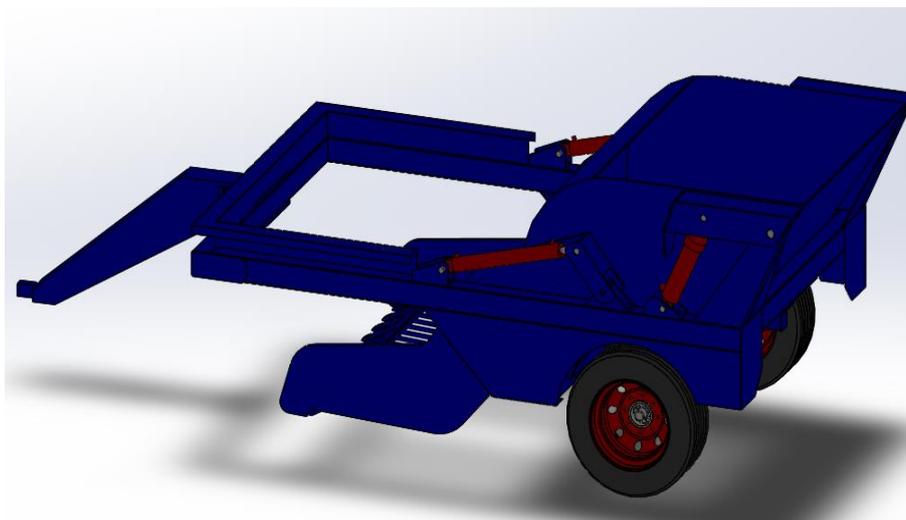


Figura 08. Vista Isométrica de despedregadora diseñada para el fundo San José.

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Seleccionar los dispositivos electromecánicos usando software CAD que permita despedregar los campos de cultivo del Fundo San José.

Los mecanismos que faltarían definir serían los pistones para eso se requiere el peso de las piedras que van a mover por lo que se requiere la densidad de las piedras naturales.

Tabla 05. Peso específico de piedras naturales.

Tipo de Piedra	Peso Específico (kg/m³)
Arenisca	2600
Arenisca porosa y caliza porosa	2400
Granito, siena, pórfido	2800
Basalto, diorita	3000
Mármol, pizarra	2800
Piedra caliza compacta	2700
Piedra caliza porosa	2400
Pizarra de tejados	2800

Fuente: (Ingemecanica, 2020)

Considerando los pesos específicos la piedra de mayor densidad que se puede presentar en el terreno es el granito por lo que se determinara a base de ese peso específico.

Tabla 06. Densidad de piedra más pesada que se puede hallar en los terrenos.

Peso especifico	2800	Kgf/m3
Gravedad	9.81	m/s2
Densidad	285.42	kg/m3

Fuente: Elaboración propia.

Para determinar los pistones se calculó el volumen que tiene la cuchara depende de la sección que pueden limitar las guardas que están a los costados de la trilla y la longitud que las separa así se tiene. Con el software AutoCAD se genera una sección donde se soportarán las piedras dentro del cucharon de acuerdo a su forma.

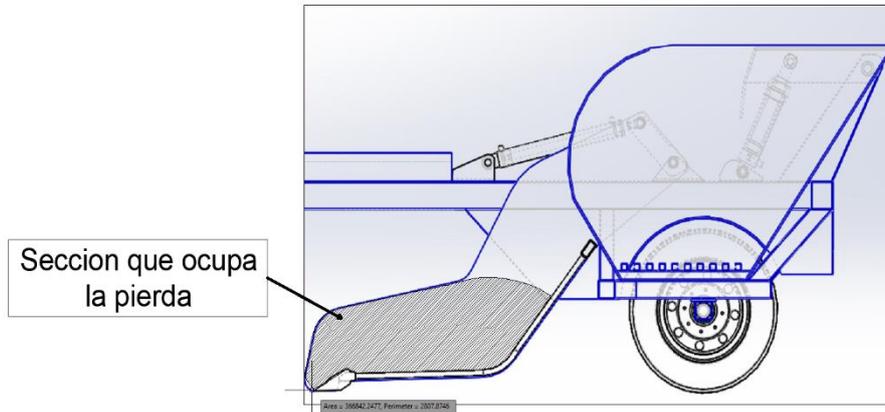


Figura 09. Sección que ocupa la piedra en la cuchara.

Fuente: Elaboración propia.

La sección que se registra por medio del AutoCAD 0.45 m². La longitud que tiene la trilla es de 1.52 m con lo que se calculó el volumen de piedras que tendrá que levantar el pistón que multiplicado por la densidad se tendrá la masa de piedras para levantar.

Tabla 07. Masa de piedras más crítica de la deberá levantar la cuchara.

Sección rastrillo	0.45	m ²
Longitud	1.52	m
Volumen del rastrillo	0.684	m ³
Densidad	285.42	kg/m ³
Masa	195.23	kg
Fuerza de la piedra en rastrillo	1915.2	N

Fuente: Elaboración propia.

Al multiplicarlo por la gravedad se obtiene el peso de la masa de piedra que deberá levantar teniendo 1915.2 N.

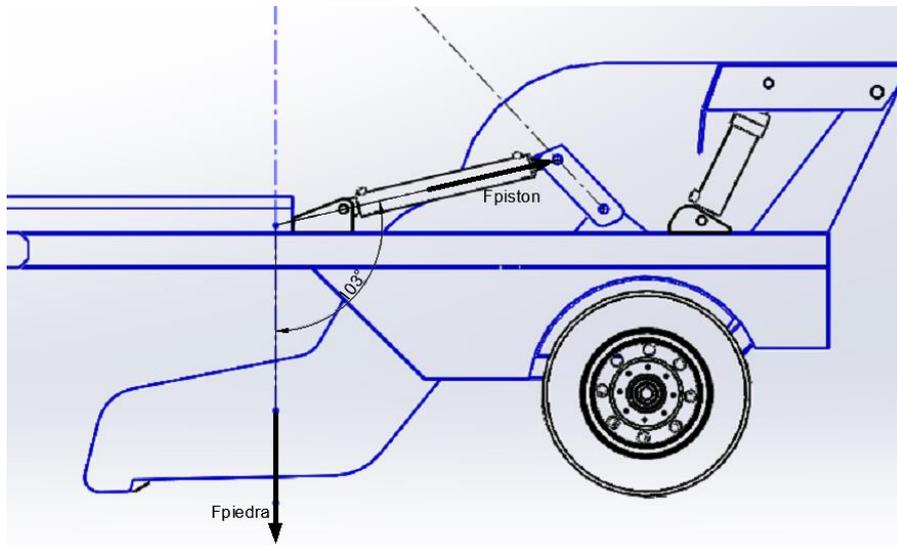


Figura 10. Diagrama de cuerpo libre del pistón.

Fuente: Elaboración propia.

Se modela una ecuación matemática para determinar las condiciones de fuerza y encontrar la mayor fuerza que deberá generar el pistón en el recorrido del rastrillo para depositar las piedras en la tolva.

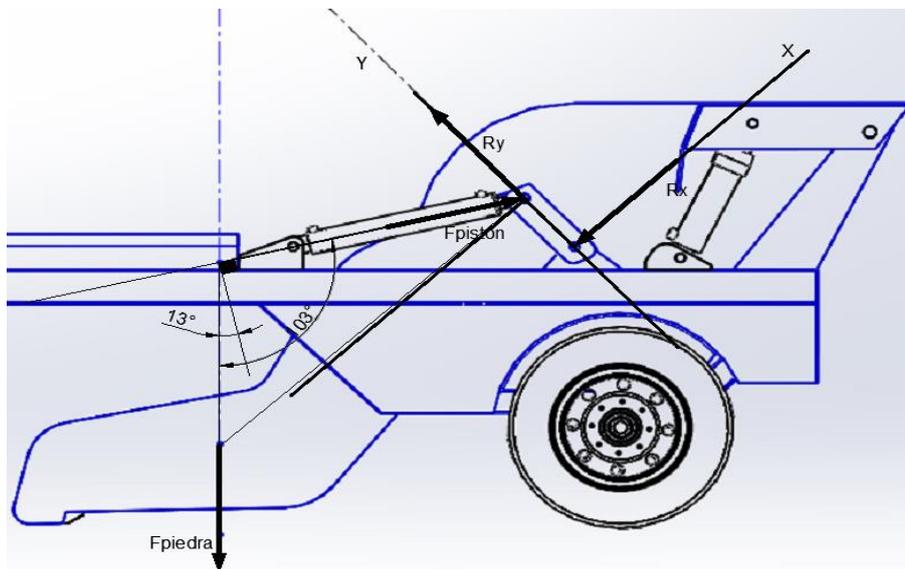


Figura 11. Diagrama de cuerpo libre en el punto de aplicación de la fuerza.

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el diagrama de cuerpo libre para determinar las fuerzas que intervienen en el levantamiento del rastrillo:

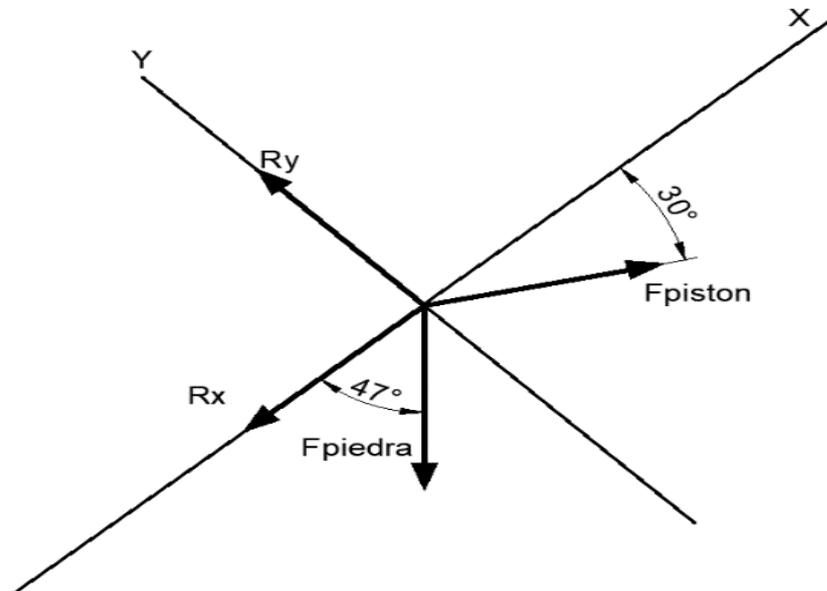


Figura 12. Diagrama de cuerpo libre para las fuerzas que aparecen en el levantamiento de la carretilla.

Fuente: Elaboración propia.

Realizando el análisis de cuerpo libre se tienen las dos ecuaciones, para las fuerzas en el eje X según el planteamiento de la figura 11:

$$-R_x - F_{piedra} \cos\theta_1 + F_{piston} \cos\theta_2 = 0$$

Para las fuerzas en Y según el planteamiento de la figura 11:

$$R_y - F_{piedra} \sin\theta_1 - F_{piston} \sin\theta_2 = 0$$

Debido a las distancias donde están colocadas las fuerzas se realiza también un análisis de momentos según las posiciones que se muestran:

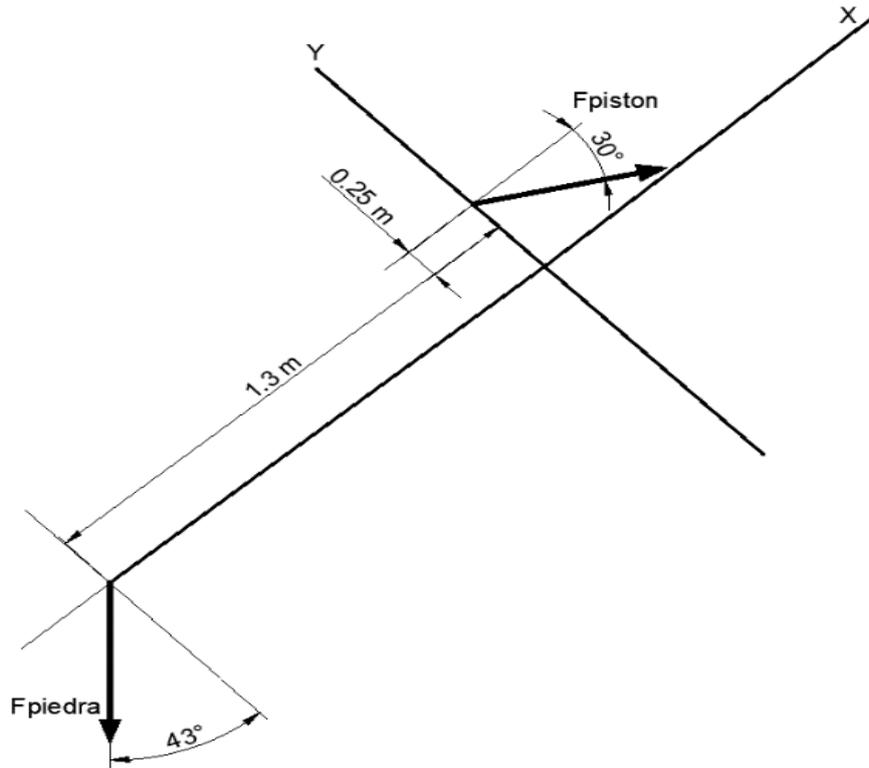


Figura 13. Posición de las fuerzas respecto al punto de análisis.

Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 12 el análisis de los momentos genera la siguiente ecuación:

$$F_{\text{piedra}} \cos\theta_3 l_1 + F_{\text{piston}} \cos\theta_2 l_2 = 0$$

Respecto a las tres ecuaciones que se generaron se puede apreciar que existen tres ángulos los que fueron descritos con los números 1, 2 y 3. Además se aprecia que con la tercera ecuación es suficiente para encontrar la fuerza del pistón por lo que despejando la fuerza del pistón se tiene:

$$F_{\text{pistón}} = \frac{F_{\text{piedra}} \cos\theta_3 l_1}{\cos\theta_2 l_2}$$

Teniendo la fuerza de las piedras y los demás valores se puede obtener la fuerza del pistón.

Tabla 08. Fuerza requerida en un pistón para levantar el rastrillo.

F pistón	8410.35	N
□2	30	o
□3	43	o
F piedra	1915.2	N
I1	1.3	m
I2	0.25	m

Fuerza: Propia

Para el pistón que realiza el movimiento de la tolva se realiza el mismo procedimiento, utilizando el AutoCAD para poder determinar el volumen de la tolva se puede calcular la masa de piedras considerando las piedras más densas, multiplicando esta masa por la gravedad se define el peso de las piedras en la tolva que será referenciado como fuerza de

Tabla 09. Fuerza que genera la pérdida en la tolva.

Sección tolva	3.05	m²
Longitud de la tolva	1.54	m
Volumen de la tolva	4.70	m ³
Densidad	285.42	kg/m ³
Masa	1340.63	kg
Fuerza de la piedra en la tolva	13151.6	N

Fuente: Elaboración propia.

Se determina las posiciones de las fuerzas con respecto al punto de análisis que como en el caso anterior fue la posición del pin que permite el giro.

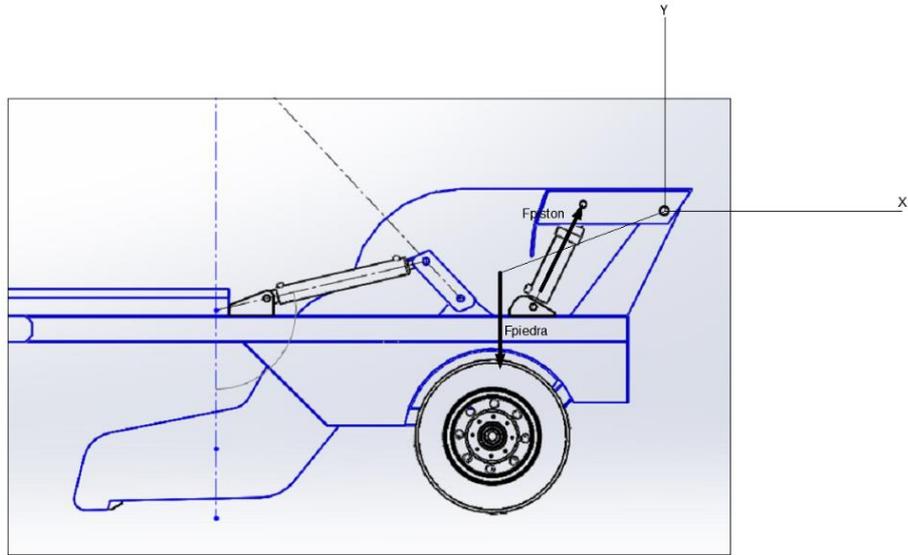


Figura 14. Posición de las fuerzas para el levantamiento de la tolva.

Fuente: Elaboración propia.

Como se demostró en el procedimiento anterior la fuerza que debe generar el pistón se calcula por los momentos que se generan en el punto de análisis.

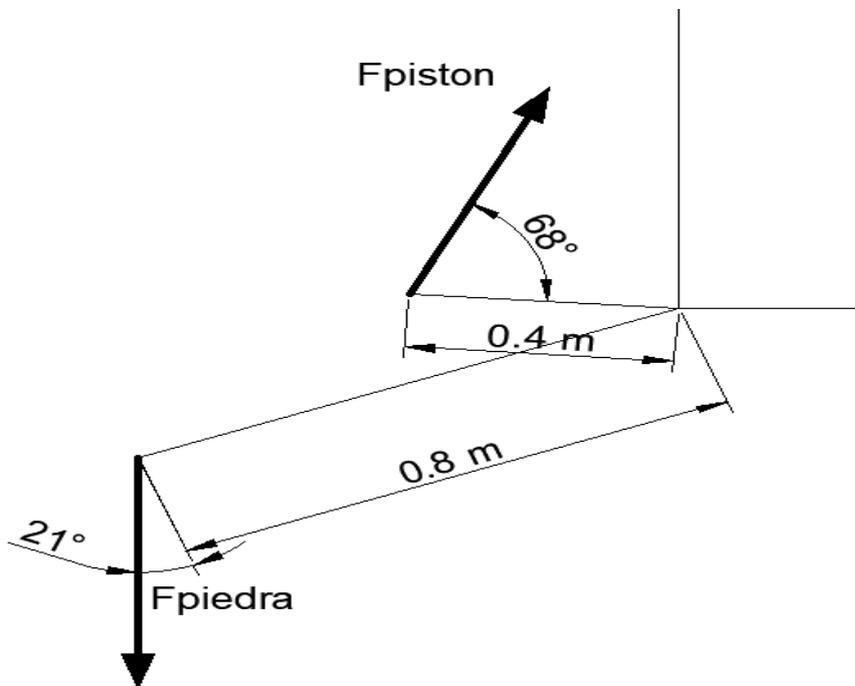


Figura 15. Diagrama de las fuerzas para análisis de los momentos.

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula la fuerza de un pistón para mover la tolva:

Tabla 10. Fuerza requerida en un pistón para levantar la tolva.

F pistón	27441.36	N
□□	21	o
□□	68	o
F piedra	13151.6	N
I1	1.3	m
I2	0.25	m

Fuente: Elaboración propia.

Las fuerzas calculadas son para que un solo pistón pueda levantar el rastrillo y de la misma manera para la tolva, debido a que el diseño es simétrico se determinó utilizar dos pistones en lugar de uno para ambos casos así las fuerzas para rastrillo y tolva se dividirán a la mitad.

Tabla 11. Fuerzas para cada pistón de la tolva y rastrillo.

Fuerza para cada pistón del rastrillo	4205.18	N
Fuerza para cada pistón de la tolva	13720.68	N

Fuente: Elaboración propia.

El diámetro del embolo se determina del área que requiere cada pistón según la disposición de presión hidráulica. La presión hidráulica se dispone según la hoja técnica del tractor.

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

Tabla 12. Área de cada pistón.

Área del embolo rastrillo	0.01965	m ²
Fuerza por cada pistón rastillo	4205.18	N

Área del embolo tolva	0.06412	m2
Fuerza por cada pistón tolva	13720.68	N
Presión del tractor	214	kg/cm2
	214000	Pas

Fuente: Elaboración propia.

Se determina el diámetro de cada pistón:

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

Tabla 13. Diámetro de los pistones requeridos.

Diámetro del pistón del rastrillo	0.089	m
	3.51	Pulgadas
Diámetro del pistón de la tolva	0.161	m
	6.35	Pulgadas

Fuente: Elaboración propia.

Se seleccionan los pistones superiores para poder tener la fuerza requerida siendo estos de 4 y 6.5 pulgadas

Cálculo de la barra central de la despedregadora.

Las barras centrales son elementos de transmisión de movimiento giratorio, torque y potencia. La función fundamental del eje de transmisión es la de pasar el movimiento giratorio del inercial volante hasta la parte que actúa como freno de la máquina.

Propiedades de los semiejes de la despedregadora	
Construcción	Tubo de fierro redondo de corte hueca de 7 cm Φ y 0,3 cm de grosor
Material utilizado	Acero A36, estampado en frio y de superficie lisa
Peso lineal promedio	54,1 kg/ 10m
Área del Corte	6.31 cm ²
Promedio de Peso	4,7 kg
Elástico	265 N/mm ²
Rotura	410 N/mm ²
Coficiente Deformación	0.3
Coef Dilatación	0.0000012 (°C) ⁻¹
Momento Torsión	92.2 cm ⁴
Momento Flexión	46.1 cm ⁴
Acabado Superficial	Galvanizado en caliente, granallado y con pintura base
Normatividad Aplicable	UNE. EN 10219. 2 – 2007
Otras Propiedades	Muy Buen comportamiento, de fácil soldado, terminales redondeados, protección anti corrosión

Figura 16. Propiedades de las Barras de la despedregadora

Fuente: Elaboración propia.

El diseño mecánico de los ejes de transmisión, de acuerdo a los procedimientos del código ASME:

Análisis de modos de oscilaciones lineales y no lineales. Determinación de la celeridad optima del motor del auto en prueba.

Configuración geométrica de la pieza y análisis de materiales:

Para determinar las formas geométricas de las partes y los reclamos, hay que aprovecharse el esfuerzo realizado en cuanto a la concepción CAD

Diagrama de cuerpo libre simple

Intuir se puede como los dos semiejes se juntan al rotor del freno, y no se puede apreciar de manera visible porque la perforada carcasa del estator oculta dicha junta.

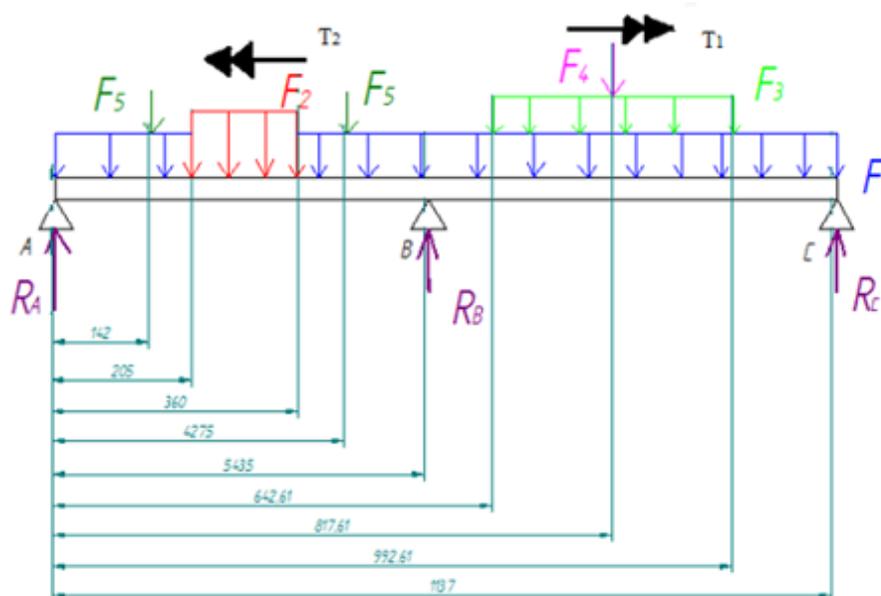


Figura 17 Diagrama de cuerpo libre de despedregadora.

Fuente: Elaboración propia.

De dónde tenemos que cada símbolo significa:

F1, es el Peso distribuida Goza de un valor de **530 N/ 10m**.

F2, es el Peso a prueba, llega a un valor de o **6510 N/10m**.

F3, es la Peso distribuida por origen del peso propio del rodillo inerciales, se determina en **10090 N/10m**.

F4, es un peso concentrado, que equivale por Rueda o 4,900 N

F5, es una peso concentrado originada por el estator y su carcasa, vale **83,5 N**.

T1, es el torsor originado por la aceleración del tambor del auto sometido:

$$w = v/R = 50 \text{ m/s} / 0.120 \text{ m} = 416.67 \text{ rad/s}$$

Luego:

$$T_1 = P_{\max \text{ Rango}} / w = 200,000 \text{ W} / 416.67 \text{ rad/s} = 480 \text{ Nm}$$

T_2 = Es el par de frenada ejercido por el Dinamómetro, es decir 480 Nm

$$GH = N^{\circ} \text{ de Incógnitas} - N^{\circ} \text{ de Ecuaciones}$$

De donde al apreciar que el número de incógnitas es tres, se trata de un sistema con 1 grados de libertad y se puede resolver por las leyes de Newton, es decir se cumple los supuestos:

$$\sum F = 0; \sum M = 0 \text{ y es hiperestático}$$

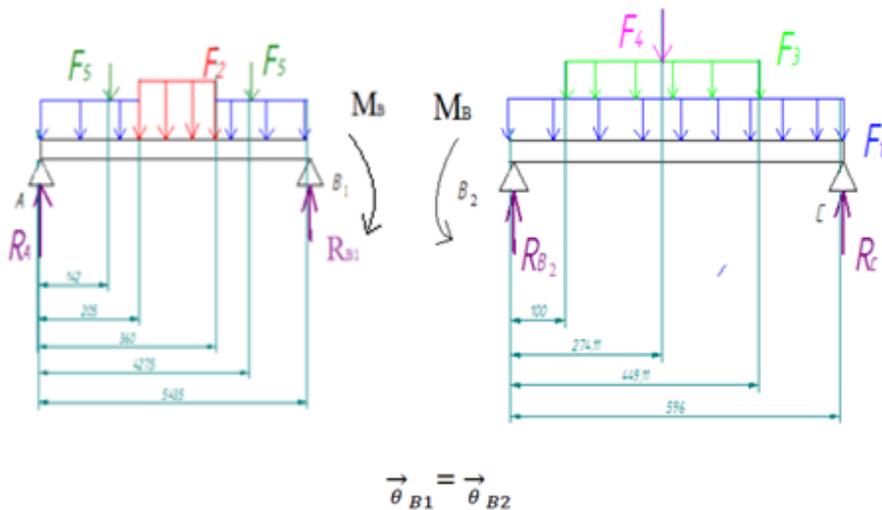


Figura 18 Compatibilidad de Giros

Fuente: Elaboración propia.

Se despieza cada longitud en vigas acerca de una carga puntual, puede lograrse rápidamente el giro en B1 y B2 (simbólicos lados) ayudándose de las largueros más frecuentes ya solucionados. Sin lugar hay que poner énfasis especial al utilizar valores.

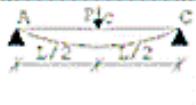
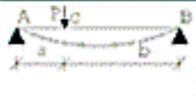
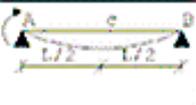
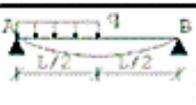
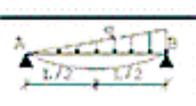
Vigas biapoyadas			
θ_A		θ_B	δ_C
$\theta_A = \frac{Pl^2}{16EI}$		$\theta_B = \frac{Pl^2}{16EI}$	$\delta_C = \frac{Pl^3}{48EI}$
$\theta_A = \frac{Pab}{6EIL} * (L+b)$		$\theta_B = \frac{Pab}{6EIL} * (L+a)$	
$\theta_A = \frac{Ml}{3EI}$		$\theta_B = \frac{Ml}{6EI}$	$\delta_C = \frac{Ml^2}{16EI}$
$\theta_A = \frac{ql^3}{24EI}$		$\theta_B = \frac{ql^3}{24EI}$	$\delta_C = \frac{5ql^4}{384EI}$
$\theta_A = \frac{9qL^3}{384EI}$		$\theta_B = \frac{9qL^3}{384EI}$	$\delta_C = \frac{5qL^4}{768EI}$
$\theta_A = \frac{a^2q}{24EI} (2L-a)^2$		$\theta_B = \frac{(a^2q)}{24EI} (2L^2-a^2)$	
$\theta_A = \frac{7qL^3}{360EI}$		$\theta_B = \frac{8qL^3}{360EI}$	
$\theta_A = \frac{5qL^3}{192EI}$		$\theta_B = \frac{5qL^3}{192EI}$	$\delta_C = \frac{ql^4}{120EI}$

Figura 19. Movimientos y Giros en Barras

Pues ASÍ, Al giro en B1 y B2 va a determinarse por superposición de tijerales simples, y los cálculos se diseñan en la siguiente figura de valores:

Datos del Diagrama de Cuerpo Libre						
a.=	a.`=	a.``=	a.```=	a^{iv}=0,	a.^v=0,	C=
0,142	0,427	0,205	0,360	3165	2741	0,155
m	m	m	m	m	m	m
b.=0,4	b.¹=0,	b.²=0,	b.³=0	b.^{iv}	b.^v=0,	C¹=0,
015m	116 m	3385m	,184m	=0,23	322	350m
				m		
F₁= 53	F₂=49	F₃=20	F₄=	F₅=	L=	L¹=0,
N/m	00N/m	09	2,700	83,5 N	0,543	594
		N/m	N		5 m	m

Figura 20. Datos del diagrama del cuerpo libre

Luego obtenemos el valor del momento Máximo

$$M_B = 210,77 \text{ N m}$$

Una después solucionado el problema hiperestático, el problema estático se deduce fácilmente, calculando las reacciones y el diagrama de momentos flectores y momentos cortantes, para determinar ante el estado de carga analizado la sección crítica de la pieza, se puede utilizar el criterio de sumatoria de las partes

$$R_A = \frac{F_5 b}{L} + \frac{F_5 b'}{L} + \frac{F_1 a''}{L} \left(b'' + \frac{a''}{2} \right) + \frac{F_1 a'''}{L} \left(b''' + \frac{a'''}{2} \right) + \frac{F_2 b^{iv} c}{L} - \frac{M_B}{L}$$

$$R_B = \frac{F_5 a}{L} + \frac{F_5 a'}{L} + \frac{F_1 a''^2}{2L} + \frac{F_1 a'''^2}{2L} + \frac{F_2 a^{iv} c}{L} + \frac{M_B}{L} + \frac{F_1 L'}{2} + \frac{F_3 b^v c'}{L'} + \frac{F_4 b^v}{L'} + \frac{M_B}{L'}$$

$$R_C = \frac{F_1 L'}{2} + \frac{F_3 a^v c'}{L'} + \frac{F_4 a^v}{L'} - \frac{M_B}{L'}$$

Reemplazando valores, se deducen los valores en los apoyos A, B, C, con los resultados siguientes:

$$R_A = 49,50 \text{ N}$$

$$R_B = 3,794 \text{ N}$$

$$R_C = 897 \text{ N}$$

Luego al determinar las reacciones se detecta que el rodamiento B (punto medio) es el que tiene mayores solicitudes, tal y como cabía esperar. Se utiliza la reacción en B como carga excéntrica más desfavorable, para acabar, los gráficos de fuerzas cortantes, Momentos flectores y Momentos se aprecian para determinar para así conocer el corte crítico del eje de transmisión, ya que será en este lugar donde se efectúen los diferentes análisis de esfuerzos de materiales a ser utilizados.

Análisis comparativo con fuerzas estáticas

Al momento de precisar el análisis con fuerzas no móviles, determinarse la resistencia de una materia tras sujetarse a un grupo de fuerzas externas cuyo

valor absoluto, dirección, orientación y lugar de fijación no cambia con el diagrama de cargas y tiempo. Cuando se quiere realizar dicho análisis.

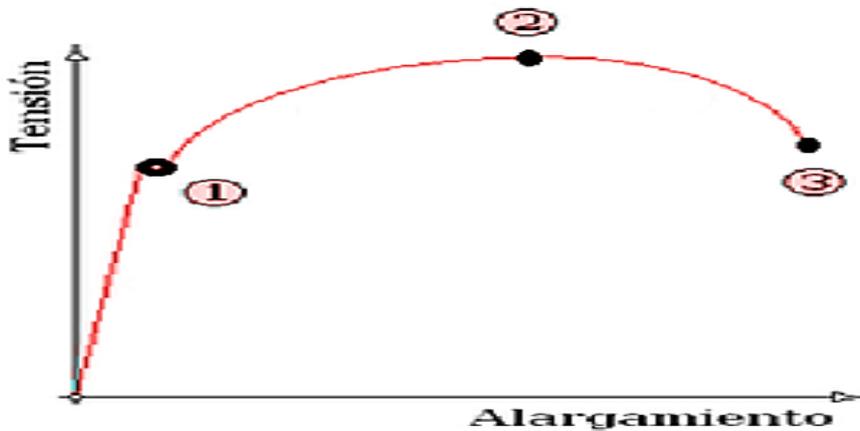


Figura 21. Esfuerzo – deformación

Puesto que es dúctil el material de hierro, las teorías o razones que se deben utilizar son las de plasticación a tal fin orientados. Varios de ellos orientados, destacando los siguientes la **Teoría de la Fuerza Normal Mayor**, la Teoría del cortante máximo esfuerzo (**Criterio de Tresca**) y la Teoría de la Distorsión energética (**Criterio de Von-Misses**), que se desarrollan en las asignaturas de Resistencia de Materiales y Esfuerzos de Elementos de Maquinas

Tensiones producidas al Momento flector. El momento doblador tensiones perpendiculares (σ) ocasiona en el eje de axial geometría en la transmisión. La fuerza perpendicular es un problema de pura flexión puede lograrse con el Stockes principio: $\sigma_{\max} = M_{\max} * R / I_x$

De donde:

M_{\max} , es el flector mayor del corte crítico de la parte. = 210.77 Nm

R, es la mitad del diámetro de árbol de transmisión y tiene un valor de **0,035 m**.

I_x , es inercia momento en sentido axial del árbol de transmisión. = $4.61 * 10^{-7} m^4$

De dónde:

$$\sigma_{\max} = 210.77 * 0.035 \text{ m} / 4.61 * 10^{-7} \text{ m}^4 = 16 \text{ MPa}$$

Tensiones producidas por el brazo torsor. El brazo torsor produce esfuerzos tangenciales (τ) en el plano recto al eje de igualdad axial del árbol transmisor. La tensión tangencial en un eje hueco de espesor acabable ($e < R / 10$) se simplifica con la siguiente ecuación:

$$T_{\max} = M_{t\max} / (2 \pi r^2 e)$$

De dónde tenemos:

$M_{T\max}$, es el momento de torsión mayor en el área crítica de la pieza y vale 153 Nm

e , es el grosor del eje de fuerza y goza de un valor de 0,003 m.

Luego:

$$T_{\max} = 153 \text{ Nm} / (2 \pi * (0,035)^2 * 0.003) = 6.63 \text{ MPa}$$

La rotura de la parte débil se origina en el momento que se cumpla la siguiente situación:

$$S_y \leq \sqrt{(\sigma_{\max}^2 + T_{\max}^2)}$$

Luego:

$$S_y \leq 19,69 \text{ MPa}$$

S_y , es la resistencia a fluencia o límite elástico del material, y alcanza un valor de 265 MPa, de acuerdo a tablas.

Después:

Luego, puede llevarse la resistencia del eje de transmisión del dinamómetro sometido a cargas fijas con un factor de seguridad (n):

$$n. = 265 / 19,69 = 13,46$$

Estudio bajo cargas variables (Fatiga)

Para poder realizar el análisis bajo cargas variables se va a utilizarse un criterio analítico denominado **Criterio de Goodman** :

$$1/N = \sigma_a/S_f + \sigma_m/S_{ut}$$

De dónde:

N, es el número de ciclos de variación hasta que se produzca la rotura.

S_f, es la carga a la fatiga del material, puesta en [**MPa**].

S_{ut}, es la carga a la rotura puesta y, formulada [**MPa**].

σ_a y σ_m, son los esfuerzos alternantes y medios a las cuales está acogida el árbol motriz, medidas en [**MPa**].

Se logra poder dicha labor, el criterio de Goodman debe ser variado siguiente manera :

$$1/N = \sigma_a/S_e + \sigma_m/S_{ut}$$

N, es el seguridad ratio y es un numero adimensional en concordancia al Teorema de Buckingham

S_e, es límite de fatiga corregido, expresado en [**MPa**].

S_{ut}, es la resistencia a rotura del material, formulada [**MPa**].

σ_a y σ_m, son las tensiones variables y media a las cuales está sometida la parte en [**MPa**].

Se empieza el análisis logrando el **límite de fatiga corregido** de la pieza. Pero sin embargo para comenzar es necesario el determinarse el **límite de fatiga no corregido (S_e'**) de la parte. Para fierros comerciales percolados (no trabajados) con una duración a la rotura menor a 600 MPa, el máximo de fatiga puede determinarse con la siguiente expresión:

$$S_e = 0,45 * S_{ut} = 0,45 * 410 \text{ MPa} = 184,50 \text{ MPa}$$

Luego se calculan los diferentes coeficientes determinantes del problema del cual trata el trabajo de investigación:

$$S_e = S_e' * \prod_{i=a} * K_j$$

Factor de acabado superficial ka. En el caso de peor sea el superficial acabado de un parte, su límite de fatiga es menor. Esta disminución mayor será cuanto mayor sea la última resistencia del acero:

$$K_a = a * S_{ut}^b = 4,51 * 410^{-0,265} = 0.916$$

De dónde:

a y b son función del acabado típico exterior de la parte y se obtienen de cuadros. Para fierro al frío conformado logran los valores expuestos en la presente tesis.

Factor de tamaño kb. Cuanto el diámetro es mayor de un eje o árbol, su fatiga límite es menor. Para componentes sometidos a torsión y radios comprendidos entre 26 y 125 mm:

$$K_b = 1,189 * D^{-0.097} = 1,189 * 70^{-0.097} = 0.787$$

Factor de confiabilidad kc. Se determina de un estadístico análisis. La pérdida en el límite de fatiga menor será cuanto menor sea la posibilidad de fallo que se desee lograr. Un rango y margen de error de 0,99 (99%), vale dicho factor:

$$K_c = 0.814$$

Factor de temperatura kd. Las Mecánicas propiedades son alteradas por la Temperatura.

$$K_d = 1$$

Factor de concentración de esfuerzos ke. No se ha ubicado puntos de tensiones concentración en la crítica sección de la parte.

Factor de efectos kf. <s< Se Tiene presente hechos como los fenómenos de oxidación, corrosión, cubrimientos, ajustes etc. No se va a considerarse este factor en la presente tesis.

Después de obtenidos todos los ratios de Marín, se obtiene el coeficiente de fatiga corregido:

$$S_e = S_e' * K_a * K_b * K_c * K_d$$

Para terminar, Procederemos al cálculo y determinación de las tensiones alterna y promedio antes de aplicar el criterio de Goodman:

$$\sigma_a = (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) / 2 = 12.462 \text{ MPa}$$

$$\sigma_m = (\sigma_{\max} + \sigma_{\min}) / 2 = 0.00 \text{ MPa}$$

Luego a partir de los esfuerzos normales procederemos al cálculo de los esfuerzos tangenciales, se utiliza los conceptos de tensión variada y mediana equivalente. De acuerdo a lo determinado por la teoría de Von-Misses :

$$\sigma_{a \text{ eq}} = \sqrt{(\sigma_a^2 + 3 \tau^2)} = 13.081 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m \text{ eq}} = \sqrt{(\sigma_m^2 + 3 \tau^2)} = 3.975 \text{ MPa}$$

Al final, se determina el análisis determinando el grado de seguridad, despejando “n” en el criterio de Goodman alterado para larga vida:

$$n = 1 / (\sigma_a / S_e + \sigma_m / S_{ut}) = 7.66$$

En resumen, puede garantizarse una larga vida a fatiga del eje de transmisión del dinamómetro con un nivel de confianza del 99% y un coeficiente de seguridad de grado alto de 7,66.

4.4. Evaluar económicamente el diseño de la maquina despedregadora para los campos de cultivo del Fundo San José.

a) Gasto de la despedregadora

Para determinar los evaluadores económicos se adjunta primero el costo de la maquina según los planos que se muestran en el anexo 05, en el anexo 06 se presenta la proforma de la cotización para los requerimientos S/32,155.02.

b) Gasto del despiedre

Para determinar la evaluación de la maquina se estableció primero el gasto que se realiza por el despiedre diario considerando el promedio de días por hectárea según la estadística del primer objetivo se estableció que para cada hectárea se utilizan 5.7 días, según los registros del capataz del fundo se trabajó con 5 peones al día con un salario de S/. 45.00 diarios siendo el gasto por hectárea en las actividades del despiedre.

Se requerirá para e despiedre de las hectáreas aun sin cultivo que son 26 una total de

Tabla 14. Días requeridos para las hectáreas que faltan de cultivo.

Terreno por despedrar	26.00	ha
Tiempo	5.724	días/ha
Tiempo total	148.83	días

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que cada jornal es de 8 horas diarias de lunes a viernes y 4 los sábados se determina cuantas semanas se requerirá para despedrar el terreno faltante. Esto requiere que se conviertan todas las unidades de tiempo en horas y tendríamos.

Tabla 15. Conversión en horas del tiempo de despiedre y una semana laborable para un peor.

Tiempo total	148.83	días
--------------	--------	------

	3572	h
Duración de una semana	44	h

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la duración de una semana de jornal por peón se requerirá en semanas y en meses con un promedio de cuatro semanas cada mes:

Tabla 16. Semanas y meses requeridos para el despiedre total.

Semanas	81.18
Meses	20.29

Fuente: Elaboración propia.

Considerando la cantidad de peones que se requieren para cada hectárea y el costo al día de labores se tiene el costo diario:

Tabla 17. Total del costo de un peón por día de labor.

Jornal	S/	50.00
Comida	S/	10.00
Total	S/	60.00

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula el costo de la cuadrilla de los cinco peones:

Tabla 18. Costo diario de la cuadrilla de peones.

Cuadrilla	6
Gasto diario	S/ 60.00
Gasto total diario	S/ 360.00

Fuente: Elaboración propia.

Se determina el gasto por semana y por mes teniéndose:

Tabla 19. Gasto mensual del despiedre.

Gasto total diario	S/ 360.00
Gasto semanal	S/ 2,160.00
Gasto mensual	S/ 8,640.00

Fuente: Elaboración propia.

Se determina según el tiempo que demorar el despiedre con la forma artesanal:

Tabla 20. Gasto total requerido por el despiedre del terreno faltante.

Mes	Cantidad gastada
0	
1	S/ 8,640.00
2	S/ 8,640.00
3	S/ 8,640.00
4	S/ 8,640.00
5	S/ 8,640.00
6	S/ 8,640.00
7	S/ 8,640.00
8	S/ 8,640.00
9	S/ 8,640.00
10	S/ 8,640.00
11	S/ 8,640.00
12	S/ 8,640.00
13	S/ 8,640.00
14	S/ 8,640.00

15	S/	8,640.00
16	S/	8,640.00
17	S/	8,640.00
18	S/	8,640.00
19	S/	8,640.00
20	S/	8,640.00
20.29	S/	2,160.00
Total	S/	174,960.00

Fuente: Elaboración propia.

c) Gasto uso de la despedregara.

Según la normativa que se siguió la despedregadora debe tener una velocidad de 1 a 3 km/h debido a que no existe una referencia sobre esto se optó para determinar el cálculo de utilizar el promedio de esta velocidad es decir 1.5 km/h que en conjunto con la dimensión del rastrillo se puede determinar el recorrido por hora que hará el tractor:

Tabla 21. Área que cubre el rastrillo por hora.

Longitud del rastrillo	1.54	m
Velocidad	1.5	km/h
Área que cubre el rastrillo	2310	m ² /h

Fuente: Elaboración propia

Considerando que quedan 26 hectáreas por despedrar y en base al área que recorrerá el tractor con la despedregadora se calcula el tiempo que utilizará en el recorrido dividiendo el área que falta por recorrer entre la rea que cubre el rastrillo.

Tabla 22. Tiempo que demora el tractor en cubrir el área de 26 hectáreas.

Longitud del rastrillo	1.54	m
Área	26.00	ha
	260000	m ²
Tiempo requerido para cubrir el terreno	112.55	h

Fuente: Elaboración propia.

Se determina el tiempo que se utilizara para levantar el rastrillo y pasar las piedras a la tolva se requiere determinar que tanto volumen de piedra por metro cuadrado se tiene en el terreno para esto se calculó los kilogramos de peso por cada metro cuadrado de terreno, dicho procedimiento se detalla en el anexo 07 de este informe.

Teniendo los kilogramos de peso por metro cuadrado y la densidad de las piedras se determinar el volumen de piedras por metro cuadrado.

Tabla 23. Volumen por metro cuadrado de piedras en el fundo.

Peso	12.285	kg/m ²
Masa	1.25	kg/m ²
Volumen	0.0044	m ³ /m ²

Fuente: Elaboración propia.

Considerando las hectáreas se determina la cantidad de piedras que existen en el fundo:

Tabla 24. Volumen total de piedras para el despedrado.

Área	26	ha
Volumen	0.0043875	m ³ /m ²
Volumen de piedras en el terreno	1140.75	m ³

Fuente: Elaboración propia.

Considerando el volumen del rastrillo se determina cuantas veces se detendrá el rastrillo para pasar las piedras a la tolva.

Tabla 25. Cantidad de veces que la maquina se detendrá para veces el rastrillo.

Veces que se llenar el rastrillo	1667.76	
Volumen del rastrillo	0.68	m3
Volumen de piedras en el terreno	1140.75	m3

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que se requieren solo 5 minutos para vaciar el rastrillo se tendrá el tiempo utilizado solo en la acción de pasar las piedras a la tolva.

Tabla 26. Tiempo total requerido para vaciar el rastrillo.

	5	min
Tiempo para levantar el rastrillo	0.083	h
Veces que se llenar el rastrillo	1668	
Tiempo por llenado de rastrillo	139.0	h

Fuente: Elaboración propia.

El vaciado de la tolva requiere más tiempo por lo menos 15 minutos ya que prácticamente es 7 veces más volumen que el rastrillo.

Tabla 27. Cantidad de veces que se debe levantar el rastrillo para llenar la tolva.

Cantidad de descargas del rastrillo para llenar la tolva	6.87	
Volumen de la tolva	4.70	m3
Volumen del rastrillo	0.68	m3

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto se determina de la cantidad de veces que se llena el rastrillo entre la cantidad de descargas que llenan la tolva, la cantidad de veces que la tolva está llena y requerirá que se vacíe su carga.

Tabla 28. Veces de llenado de la tolva.

Veces de llenado de la tolva	242.87
Cantidad de descargas del rastrillo para llenar la tolva	6.87
Veces de llenado del rastrillo	1667.76

Fuente: Elaboración propia.

Con el tiempo que se tiene para vaciar la tolva se determina el tiempo total que se utilizara durante la acción de vaciar la tolva en las 26 hectáreas del terreno.

Tabla 29. Tiempo total para vaciar la tolva.

Tiempo de Vaciado de tolva	15	min
	0.25	h
Veces de llenado de la tolva	242.87	
Tiempo por vaciado de la tolva	60.72	h

Fuente: Elaboración propia.

Sumando estos tres tiempos se determina el tiempo total para el despiedre de las 26 hectáreas de terreno:

Tabla 30. Tiempo total para el despiedre con la despedregadora propuesta.

Tiempo requerido para cubrir el terreno	112.55	h
Tiempo por llenado de rastrillo	138.98	h
Tiempo por vaciado de la tolva	60.72	h
Tiempo total requerido	312.25	h

Fuente: Elaboración propia.

Considerando que al maquinista que consume el tractor se le paga un monto de S/. 80.00 por hora se determinó la cantidad del costo para el despedrado con la máquina.

Tabla 31. Salario total por las horas del maquinista.

Salario por horas	S/	80.00
Salario total	S/	24,980.11

Fuente: Elaboración propia.

d) Evaluación económica del uso del diseño propuesto.

Para determinar si el diseño es correcto se realizó la evaluación económica como sigue. Primero se determinó cuantas semanas le llevara al maquinista lograra el despiece. Siendo su jornal igual al del peón es decir 8 horas durante 5 días y el sábado 4 horas, con lo que se tiene 44h semanales de trabajo teniendo un total de:

Tabla 32. Semanas requeridas del maquinista.

Tiempo total requerido	312.25	h
Jomada semanal	44	h
Semanas requeridas	7.10	semanas

Fuente: Elaboración propia.

Este gasto por semana será como se muestra:

Tabla 33. Desagregado por semanas del gasto al maquinista.

Semana	Gasto
1	S/ 3,520.00
2	S/ 3,520.00
3	S/ 3,520.00
4	S/ 3,520.00

5	S/ 3,520.00
6	S/ 3,520.00
7	S/ 3,520.00
7.1	S/ 340.11

Fuente: Elaboración propia.

Para realizar una comparación con el desagregado por despiedre artesanal se determina considerando también un mes con cuatro semanas que el despiedre con la maquina demorar 1.77 meses. Así considerando el gasto de la cuadrilla de peones como ingreso cuando se tenga la despedregadora ya que no se volverá a realizar se tiene:

Tabla 34. Gastos por cuadrilla, inversión y por la labor del maquinista.

Meses	Gasto en peones	Inversión	Gastos con la maquina
0		S/ 32,155.02	
1	S/ 8,640.00		S/ 14,080.0
2	S/ 8,640.00		S/ 10,900.1
3	S/ 8,640.00		
4	S/ 8,640.00		
5	S/ 8,640.00		
6	S/ 8,640.00		
7	S/ 8,640.00		
8	S/ 8,640.00		
9	S/ 8,640.00		
10	S/ 8,640.00		
11	S/ 8,640.00		
12	S/ 8,640.00		
13	S/ 8,640.00		
14	S/ 8,640.00		

15	S/	8,640.00
16	S/	8,640.00
17	S/	8,640.00
18	S/	8,640.00
19	S/	8,640.00
20	S/	8,640.00
21	S/	2,160.00
Total	S/	174,960.00

Fuente: Elaboración propia.

Para la determinación de la vida del proyecto, con el flujo de caja se basa en la explotación de tierras agrícolas es ilimitada en el tiempo, por lo que la vida del proyecto, la debemos basar en la vida útil del activo en este caso la maquina despedregadora, para lo cual aplicamos la vida útil de un proyecto, de acuerdo a los siguientes criterios:

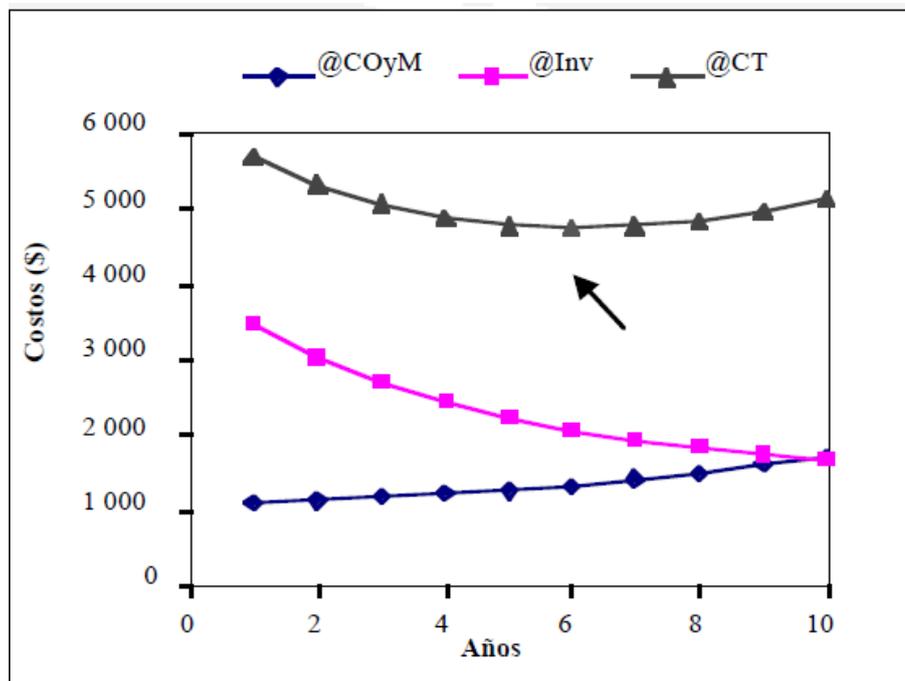


Figura 22. Determinación de la Vida Útil Económica de un activo

Fuente: Elaboración propia

Estableciendo un flujo de caja con los gastos mostrados durante los 21 meses que se tiene ingresos:

Tabla 35. Flujo de cada por semana.

Meses	Ingresos	Inversión	Gastos	Flujo de caja
0		S/ 32,155.02		-S/ 32,155.02
1	S/ 8,640.00		S/ 14,080.0	-S/ 5,440.00
2	S/ 8,640.00		S/ 10,900.1	-S/ 2,260.11
3	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
4	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
5	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
6	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
7	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
8	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
9	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
10	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
11	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
12	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
13	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
14	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
15	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
16	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00
17	S/ 8,640.00			S/ 8,640.00

18	S/	8,640.00	S/	8,640.00
19	S/	8,640.00	S/	8,640.00
20	S/	8,640.00	S/	8,640.00
21	S/	2,160.00	S/	2,160.00
Total	S/	174,960.00		

Fuente: Elaboración propia.

Para el cual de la tasa de descuento, o costo promedio ponderado del capital, se trabaja con los siguientes criterios:

Tasa Total de Interés = Tasa interés base + Tasa interés riesgo país + tasa interés riesgo personal

La tasa de interés base, que la definimos como la interacción entre oferta y demanda del dinero, y está definida como la tasa de interés base, que se paga por los bonos del tesoro USA, colocados a un plazo de 30 años y se puede obtener de la página web de la reserva federal USA.

Tasas diarias de la curva de rendimiento del Tesoro

[Obtenga actualizaciones de este contenido.](#)

XML Estos datos también están disponibles en formato XML haciendo clic en el icono XML.

XSD El esquema para XML está disponible en formato XSD haciendo clic en el icono XSD.

Si tiene problemas para ver el XML anterior en su navegador, haga clic aquí.

Para acceder a los datos de tipos de interés en el formato XML heredado y el esquema XSD correspondiente, haga clic aquí.

Seleccione el tipo de datos de tasas de interés
Tasas diarias de la curva de rendimiento ▼ Vamos

Seleccionar periodo de tiempo
2020 ▼ Vamos

Fecha	1 Mes	2 Meses	3 Meses	6 Meses	1 Año	2 Años	3 Años	5 Años	7 Años	10 Años	20 Años	30 Años
01/02/20	1,53	1,55	1,54	1,57	1,56	1,58	1,59	1,67	1,79	1,88	2,19	2,33
01/03/20	1,52	1,55	1,52	1,55	1,55	1,53	1,54	1,59	1,71	1,80	2,11	2,26
01/06/20	1,54	1,54	1,56	1,56	1,54	1,54	1,56	1,61	1,72	1,81	2,13	2,28
01/07/20	1,52	1,53	1,54	1,56	1,53	1,54	1,55	1,62	1,74	1,83	2,16	2,31
01/08/20	1,50	1,53	1,54	1,56	1,55	1,58	1,61	1,67	1,78	1,87	2,21	2,35
09/01/20	1,53	1,55	1,54	1,56	1,54	1,58	1,59	1,65	1,77	1,85	2,17	2,38
10/01/20	1,52	1,55	1,54	1,55	1,53	1,56	1,59	1,63	1,74	1,83	2,14	2,28
13/01/20	1,54	1,56	1,57	1,57	1,53	1,58	1,60	1,65	1,76	1,85	2,16	2,30
14/01/20	1,53	1,56	1,57	1,57	1,53	1,58	1,59	1,63	1,74	1,82	2,12	2,27
15/01/20	1,53	1,56	1,57	1,58	1,54	1,56	1,56	1,60	1,71	1,79	2,09	2,23
16/01/20	1,54	1,56	1,55	1,56	1,54	1,58	1,58	1,63	1,73	1,81	2,11	2,26

Figura 23. Tasa de interés base

En cuanto a la tasa de interés, riesgo país, debemos de tener en cuenta, que varía y depende de las variables macroeconómicas de la economía en donde se desenvuelve, y que son procesadas por las agencias calificadoras del riesgo de inversión:



Figura 24. Tasa de interés riesgo País

Se realiza el cálculo de los evaluadores económicos TIR y VAN a una tasa de interés del 12% debido a que es la retribución que brindan los banco a nivel nacional.

Tabla 36. Evaluadores económicos para la despedregadora.

TIR	16%	
VAN	S/11,319.98	12%

Fuente: Elaboración propia.

Al tener un TIR superior al 12% y un VAN positivo se considera que la maquina es rentable por lo que se justifica el diseño determinado.

V. DISCUSIÓN

La presente investigación se basa en diseñar una herramienta agrícola llamada despedregadora o despedregadora para campos agrícolas, la ubicación de la investigación se realiza en el Fundo San José este fundo se dedica a las plantaciones de uva y espárrago de raíces cortas y de paltas que son arboles con raíces más robustas, la problemática que se ataca es la falta de la maquina debido a que el fundo no cuenta con la capacidad productiva para adquirir una debido a que estas máquinas son fabricadas en su mayoría en el extranjero y las pocas que existen fabricadas en el Perú son hechizas sin ninguna normativa que los abale.

En el fundo se siembra como se dijo tres cultivos uva, espárragos y paltas, según la afirmación de la FAO se establece que las piedras superiores a 0.7 cm de longitud perjudican la siembra haciendo que las plantas crezcan de manera adecuada y perjudican al cultivo por lo que se debe realizas el despiedre de campo donde se va a cultivar, este en el Fundo San José se realiza de manera artesanal es decir con una cuadrilla de peones que en el caso específico de este fundo se realiza con 6 peones con jornales de 8 horas diarias de lunes a viernes y los sábados solo 4 horas aunque el pago del sábado es por un día completo.

El diseño se propuso basándose en una norma española debido a que en Perú no se encontró normativa sobre el dispositivo en mención, debido a que las características del “suelo” según sus estudios es clasificable por la ingeniería agrícola estas máquinas referencian su uso para que puedan trabajar en el suelo independiente del país donde se utiliza, por lo que muchas de las referencias para el diseño se determinaron de esta norma, complementado los criterios para diseñar de las características de tamaño que deben tener las piedras según las especificaciones de la FAO.

La despedregadora cuanta con dos partes móviles que son la llamada rastrillo que es la encargada de ingresar a lo mucho sobre el terreno una profundidad de 30 cm esta recogerá las piedras durante el avance de la maquina hasta llenas su capacidad, después se deberá vaciar en una tolva anexada al carro

de la despedregadora para regresar a sus funciones. El otro elemento motriz es la tolva que tiene una capacidad casi de 7 veces el volumen del rastrillo lo que le permitirá realizar sus funciones por un tiempo determinado antes de retirar la máquina para eliminar las piedras, esta despedregadora por la forma de trabajar ingresa en la clasificación de despedregadora discontinuas.

La energía que se utiliza es la misma que se utiliza para toda la maquinaria agrícola, y es la potencia hidráulica del tractor en este caso el fundo cuenta con un tractor del cual también se tomaron criterios para que la maquina ingrese o encaje con él para desarrollar el trabajo como un conjunto, el movimiento del rastrillo se determinó por medio de dos pistones, de la misma manera se realizó con el movimiento de la tolva.

Por último, se realizó un análisis económico y es aquí donde se justificó el diseño debido a que la maquina debería ser rentable para el fundo el diseño de acuerdo a la capacidad de trabajo que se le brindo se concibió como rentable de acuerdo a los evaluadores económicos. La evaluación tomo como ingreso el gasto que se realizará cuando se tenga que despedrar el campo restante para realizar los cultivos, en comparación con el gasto que se requiere utilizando la maquina diseñada, le costó de la maquinaria es alto pero rentable al final de los 21 meses que requiere despedrar el campo de forma artesanal.

Cabe mencionar que se realizó un análisis de granulometría con el que se pudo cuantificar cuanto tiempo se utilizara la despedregadora para poder recorrer y despedrara el campo de 26 hectáreas restantes. Este análisis se basó en la normativa peruana de análisis de granulometría para materiales de construcción realizando una modificación en cuanto al tamiz debido a que solo se requería la referencia de piedras superiores a 7 cm se tuvo que fabricar un tamiz robusto para poder realizar el análisis.

Para el procedimiento se requiero la ayuda de un peón más debido al peso del tamiz sumado el peso de la muestra que fue delimitada por 0.5 x 05 m con una profundidad de 0.3 cm, la muestra se tomó de modo no probabilístico por la carencia de tiempo, pero tomando los criterios oportunos para poder cubrir toda el área del terreno, el procedimiento se determinó pesando toda la muestra de

tierra y después de tamizarla se pesó toda la carga que quedo en el tamiz así se determinó que cantidad de piedras existen en cada muestra, las muestras que se tomaron en consideración fueron 10 tratando de abarcar como se dijo todas las 26 hectáreas tomadas de forma aleatoria.

En total concordancia para la investigación de Escudero llamada “Cálculo del costo para la actividad de Mecanización en la empresa agropecuaria “Valle del Yabú” las referencias en el diseño de maquinaria bajo contextos peruanos no es muy documentada pero el resultado de esta investigación puede ser alternativas sustentables después de lograr las primeras aplicaciones para establecer o contribuir con conocimientos al campo de fabricación de maquinaria agrícola en el entorno peruano. Debido que, aunque es un caso específico como se mencionó los suelos son o están establecidos en las normativas e información documentada por lo que al adquirir el conocimiento práctico de la base teórica aquí planteada se puede empezar a generar normativa de manera específica para la maquinaria que ingresa al territorio peruano, así los agricultores tendrían la certeza de adquirir componentes rentables para sus labores agrícolas.

Al igual que Cortes en su investigación “La Mecanización Agrícola: Gestión, Selección Y Administración De La Maquinaria Para Las Operaciones De Campo” se concuerda que la mecanización de las actividades agrícolas son factores decisivos para realizar verdaderas modernizaciones y alcances de metas en el sector agrario, en esta tesis se evidencia el aumento de productividad de acciones para el terreno agrícola y la reducción de costos en el uso de máquinas para reemplazar las actividades artesanales, por lo que el desarrollo tecnológico en el campo de la agricultura es no solo necesario sino rentable.

La investigación de Mendoza llamada “Labranza Mecanizada En la Productividad del Cultivo De Maíz H. Trueno” sustenta que se hayan tomado los criterios de la normativa española para el desarrollo del diseño de la despedregadora ya que como menciona la investigación los procedimientos de labranza no afectan las características físicas del cultivo, aunque si el diseño que se establece deja una porción de duda en cuanto eficiencia de la máquina

para desarrollarse en campos de España o Perú. Debido a que las condiciones climatológicas o algunos aspectos muy específicos del terreno podrían menguar en el desempeño de la productividad de la máquina, esto se puede correr a partir de la aplicación de prototipos o de la fabricación de una despedregadora y su estudio más detallado a nivel de laboratorio y toma de datos en campo, esta evaluación va más allá del diseño en primera instancia que se realiza en esta investigación.

VI. CONCLUSIONES

1. En cuanto al primer objetivo, de establecer el estado del proceso actual de despiedre es por medios artesanales, de 57 hectáreas con las que cuenta el fundo 18% son dedicadas al cultivo de uva, 7% para palta y 26% para esparrago con lo que queda 46% del fundo para trabajar. El proceso de despiedre el fundo en las hectáreas mencionadas demora entre 1 a 10 días para las plantaciones de uva, 2 a 8 para las plantaciones de paltas y de 2 a 10 para las de esparrago estableciendo que en promedio se tiene un periodo de despiedre por hectárea de manera artesanal de 5.7 días por hectárea, con lo cual queda demostrado la utilidad de la maquina en el presente trabajo de investigación
2. En cuanto al siguiente objetivo específico, se determinó, que estos son los parámetros para el diseño para la despedregadora ancho 1 a 1.65 m, tolva máxima de 3 m³, distancia entre dientes del rastrillo 0.7 m, acople de acuerdo al tractor y potencia hidráulica, según estos parámetros se diseñó una máquina que se justifica durante el análisis económico, financiero que demostrara la viabilidad de este diseño
3. Como, principal, criterio de diseño, debemos de mencionar, que se seleccionaron dos pistones para levantar el rastrillo de 4 pulgadas y dos pistones para levantar la tolva de 6.5 pulgadas.
4. Y en cuanto al último objetivo , debemos de mencionar , que se concluyó que el diseño es rentable por lo tanto justificado debido a que para el despiedre de las 26 hectáreas restantes se gastara por medios artesanales S/174,960.00 en 21 meses de trabajo con cuadrillas de 6 peones y jornales de 44 horas semanales, mientras que con la máquina que tendría un costo de S/32,155.02 se tomaría solamente 7.1 semanas de trabajo que equivalen solo a 2.77 meses lo que genera un costo de S/24,980.11 total, los indicadores económicos para esta evaluación fueron rentables teniendo un TIR de 16% y un VAN de S/11,319.98 con una tasa de interés del 12%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Como principales recomendaciones debemos de mencionar que se debe establecer como protocolo el registro de las actividades en el campo por parte del capataz, es decir aplicar la ingeniería de métodos al trabajo en el medio rural.
2. Se debe generar opiniones a especialistas externos sobre la información correspondiente y de esta manera a partir de este trabajo de investigación, generar un referente de calidad de los trabajos a realizar.
3. También se recomienda el utilizar pistones de marca renombradas ya que son los componentes más delicados de la instalación de la maquina despedregadora.
4. Se recomienda para futuros trabajos de investigación, complementarios al presente el construir y determinar la funcionalidad de la maquina diseñada, terminar de diseñar sus curvas de funcionamiento.

REFERENCIAS

BAPTISTA, Pilar, FERNÁNDEZ, Carlos y HERNÁNDEZ, Roberto. Metodología de la investigación. 6.a ed. México D.F: McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2014. 600 pp.

ISBN: 9781456223960

BECERRA, Marcelo. Diseño máquina despedregadora para campos agrícolas en Chépica, sexta región de Chile. Tesis (Título Profesional de Ingeniería Mecánica). Chile: Universidad de Talca, 2017.

Disponible en <http://dspace.otalca.cl/handle/1950/11497>

BLANCO, Elena. 2018. Metodología de diseño de máquinas apropiadas para contexto de comunidades en desarrollo. Tesis (Doctorado en Sostenibilidad). Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, 2018.

Disponible

en

<https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/121027/TMEBR1de1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BUDYNAS, Richard y NISBETT, J. Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. 8.a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2019. 1092 pp.

ISBN: 9789701064047

CENGEL, Yunus y GHAJAR, Afshin. Transferencia de calor y masa. Fundamentos y aplicaciones. 4.a ed. México: McGraw-Hill/Interamericana Editores, 2011. 922 pp.

ISBN: 9786071505408

Despedregadora [en línea]. España Puede: Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. [Fecha de consulta: 15 de julio de 2020]. Disponible en <https://www.mapa.gob.es/ca/ministerio/servicios/informacion/plataforma-de-conocimiento-para-el-medio-rural-y-pesquero/observatorio-de-tecnologias-probadas/maquinaria-agricola/despeditadora.aspx>.

ECOLÓGICA, Alternativa. 2014. Alternativa Ecológica [en línea] 31 de octubre de 2014. [Citado el: 2019 de julio de 23.] Disponible en <http://ecosiembra.blogspot.com/2014/10/cultivo-de-hortalizas-en-suelos.html>.

ESCUADERO, Arcadio. 2015. Cálculo del costo para la actividad de Mecanización en la empresa agropecuaria “Valle del Yabú” en Santa Clara. Tesis (Maestría en ingeniería agrícola). Santa Clara: Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, 2015. Disponible en <http://dspace.uclv.edu.cu:8089/handle/123456789/2584>

GOBIERNO Regional La libertad - Gobierno Regional de Agricultura. Sf. Factores que Intervienen en la Producción Agrícola. Boletín Técnico. La Libertad: s.n., Sf.

HIBBELER, Russell. Ingeniería mecánica - Estática. 12.a ed. México: Pearson Educación, 2010. 672 pp.
ISBN: 9786074425611

IBÁÑEZ, Juan. Un Universo invisible bajo nuestros pies. Suelos Pedregosos [en línea]. 1 de noviembre de 2008. Disponible en <https://www.madrimasd.org/blogs/universo/2008/11/01/105532>

INGE MECÁNICA. Tablas de Pesos Específicos y Densidades de Materiales. [en línea]. Junio de 2020. Disponible en <https://ingemecanica.com/tutoriales/pesos.html#piedras>.

LA mecanización agrícola: gestión, selección y administración de la maquinaria para las operaciones de campo por Cortez [et al]. Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia [en línea]. Julio-diciembre, 2009. vol. 4, n.º 2. [Fecha de consulta: 29 de abril de 2020].

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321428102015>

ISSN: 1900-9607

LARROSA. Por qué son importantes las despedregadoras para el campo. [En línea] 2017 de agosto de 2010. Disponible en <https://www.larrosa-arnal.com/blog/tan-importantes-las-despedregadoras-campo/>.

MARTÍNEZ, Yony. Diseño de una despedregadora de 1 tm optimizar la limpieza en el fundo San Benito y hermanos Maza en el centro poblado Tongorrape – Lambayeque 2019. Tesis (Título Profesional en Ingeniería mecánica eléctrica). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2020.

Disponible en https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44738/Mart%c3%adnez_DLCY%20-%20SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MEDINA, Juan. Diseño de un motocultor de labores Agrícolas para la parroquia de San Joaquín en la ciudad de Cuenca. Tesis (título de ingeniero mecánico automotriz). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana - Sede Cuenca, 2015. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7956/1/UPS-CT004817.pdf>

MENDOZA, Magno y VALDEZ, María. Labranza mecanizada en la productividad del cultivo de maíz h. Trueno. Tesis (Título en Ingeniería Agrícola). Calceta: Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, 2015. Disponible en <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/36>

METODOLOGÍA de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis por Humberto Ñaupas [et al.]. 5.a ed. Bogotá: Ediciones de la U, 2018. 562 pp.
ISBN 9789587628760

MOTT, Robert. Diseño de Elementos de Máquinas. 4.a ed. México Pearson Educación, 2006. 944 pp.
ISBN: 9702608120

NORTON, Robert. Diseño de Maquinaria – Síntesis y análisis de máquinas y mecanismos. 4.a ed. México: Mc Graw Hill/Interamericana Editores, 2004. 754 pp.

ISBN: 9789701068847

PÉREZ, Emilio. Dibujo Técnico y geométrico. México: Mc Graw Hill Interamericana Editores S. A, 1998. 152 pp.

ISBN: 9701011082

REPUESTOS Fuster [en línea]. Algunos suelos difíciles para agricultura. Blog repuestos Fuster. 19 de julio de 2018. Disponible en <http://www.repuestosfuster.com/blog/suelos-dificiles-la-agricultura/>.

RODRÍGUEZ, Segundo y ORBEGOSO, Luis. Diagnóstico de los sistemas de producción y mecanización en el Perú. Lima - Perú: Tzhoecoen, 2018. Disponible en <https://doi.org/10.26495/rtzh1810.327933>

SEVILLANO, Eduardo. Diseño mecánico de un simulador de marcha normal basado en la plataforma Stewart-Gough. Tesis (Título de Ingeniero Mecánico). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5345>

Tasias S.A. Feria Virtual. Despedregadoras - Tasias S.A. - T9. [en línea], 2019. Disponible en <http://www.interempresas.net/Agricola/FeriaVirtual/Producto-Mini-despedregadoras-Tasias-MX-15-130592.html>.

ANEXOS

Anexo N° 01. Matriz de operacionalización de variables

Variables independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Diseño de despedregadora	Diseñar una maquina agrícola para recoger las piedras del campo de cultivo	Definir parámetros de diseño	Velocidad	Razón
			Peso	Razón
			longitud	Razón
		Diseño de la maquina	Optima/ no optima	Nominal
Variables Dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicador	Escala de Medición
Mejorar el campo de cultivo	Permitir que el campo de cultivo tenga mayor consistencia en parámetros agrícolas para el mejor desarrollo de las plantas.	Situación actual del campo de cultivo	Buena/mala	Nominal
		Determinar la situación proyectada del campo de cultivo	Mejor/Peor	Nominal

Anexo N° 2. Instrumentos de recolección de datos

Ficha de registro de condiciones agrícolas

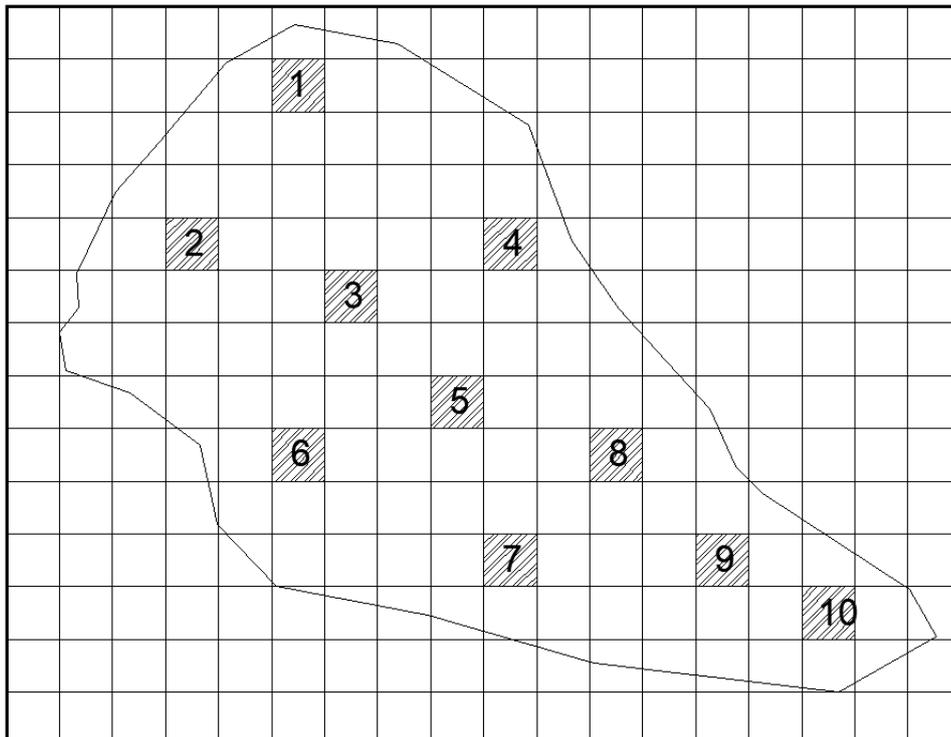
Fecha _____

Hectáreas	Tipo de terreno	Cantidad de piedras por metro cuadrado	Profundidad de terreno pedregoso

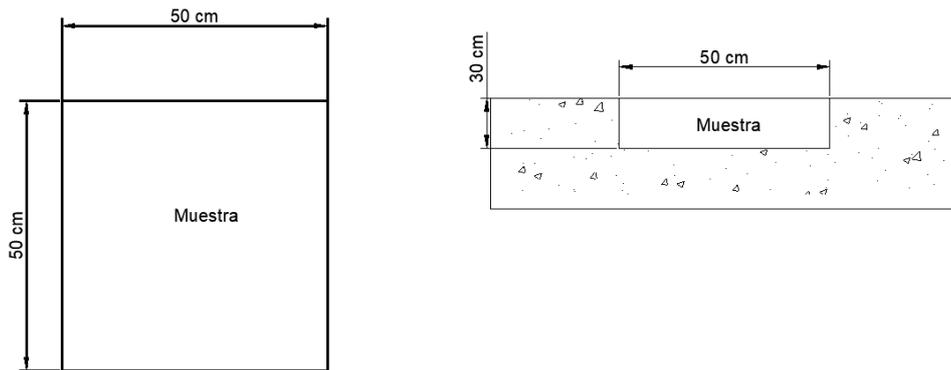
Gráfico a mano alzada del terreno

Anexo N° 03. Análisis de granulometría

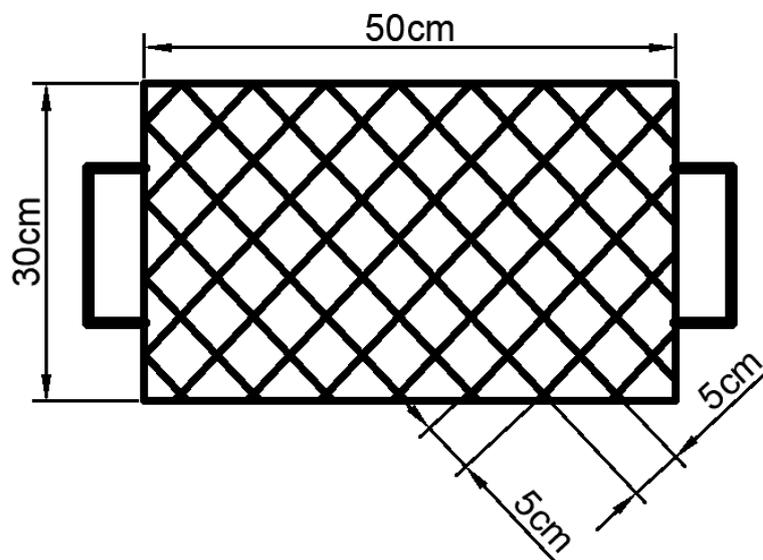
El procedimiento para este análisis requiere una recolección de muestras que se estableció de manera no probabilística, para realizar este análisis se establecieron 10 áreas de las 26 hectáreas restantes a disposición del investigador, estas fueron de 50 m x 50 m se tuvo el criterio de cubrir lo mejor posible la distribución del terreno faltante de cultivo.



De estas 10 áreas se determinó un cuadrado de 0.5 metro de lado donde se extrajo la tierra a una profundidad de 30 cm teniendo en cuenta la profundidad a la que llegan las raíces del cultivo de uva y espárragos, se obvió la palta debido a que este cultivo no requiere mucho despiedre debido a que las raíces buscan la estabilidad por sí solas ya que el cultivo es un árbol. La muestra se puede apreciar en la siguiente figura:

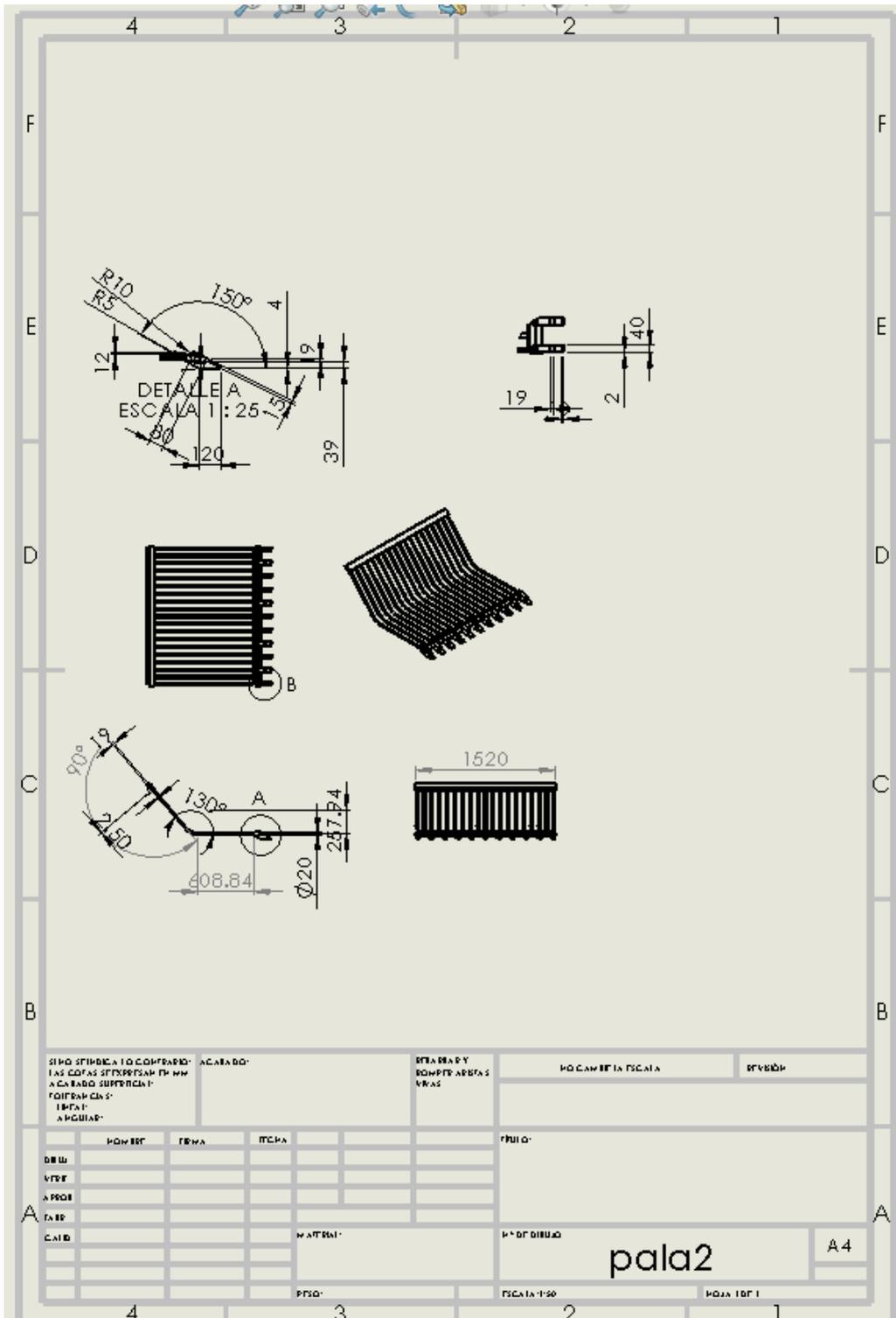


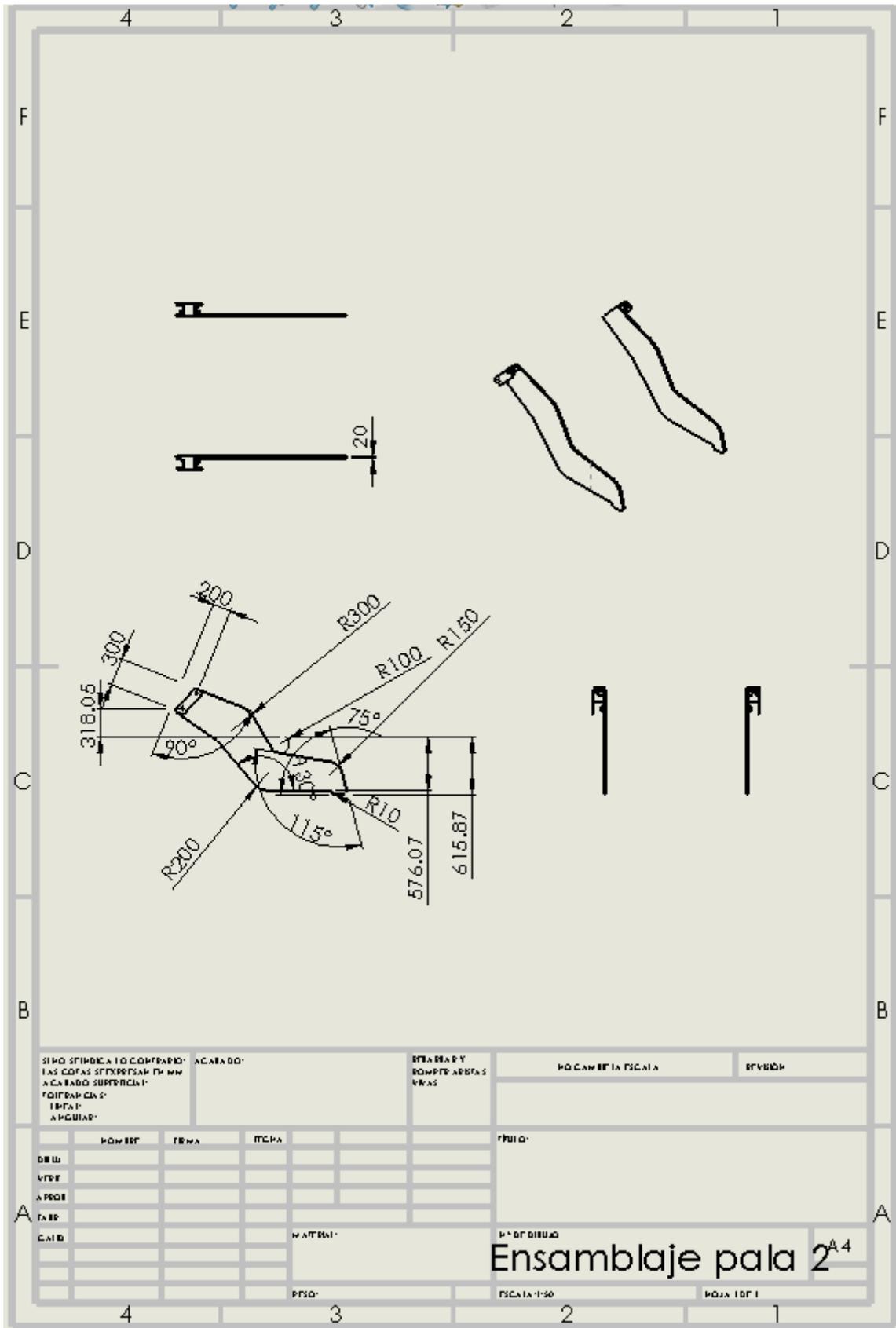
El procedimiento para establecer los tamaños de piedras fue siguiente el metodología de granulometría de la normativa peruana NTP-400.12: “Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global”, este análisis plantea la determinación del tamaño de las piedras por medio de tamiz, debido a que la única piedra que nos interesa es la que tiene un tamaño mayor a 0.70 se fabricó una tamiz a base de fierro de construcción de $\frac{1}{4}$ ” con cocada de 0.7 x 0.7 como se muestra en la figura.



El procedimiento fue tomar la muestra de terreno y cernir hasta que quedo en la zaranda se pesó de cada muestra el peso completo retirado y después de haber tamizado la tierra se pesó lo que quedo sobre el tamiz, este procedimiento se realizó por partes debido a que solo se contó con la ayuda de un peón para la faena y el tamiz no podía ser controlado por una persona.

Anexo N° 04. Planos para cotización de la máquina

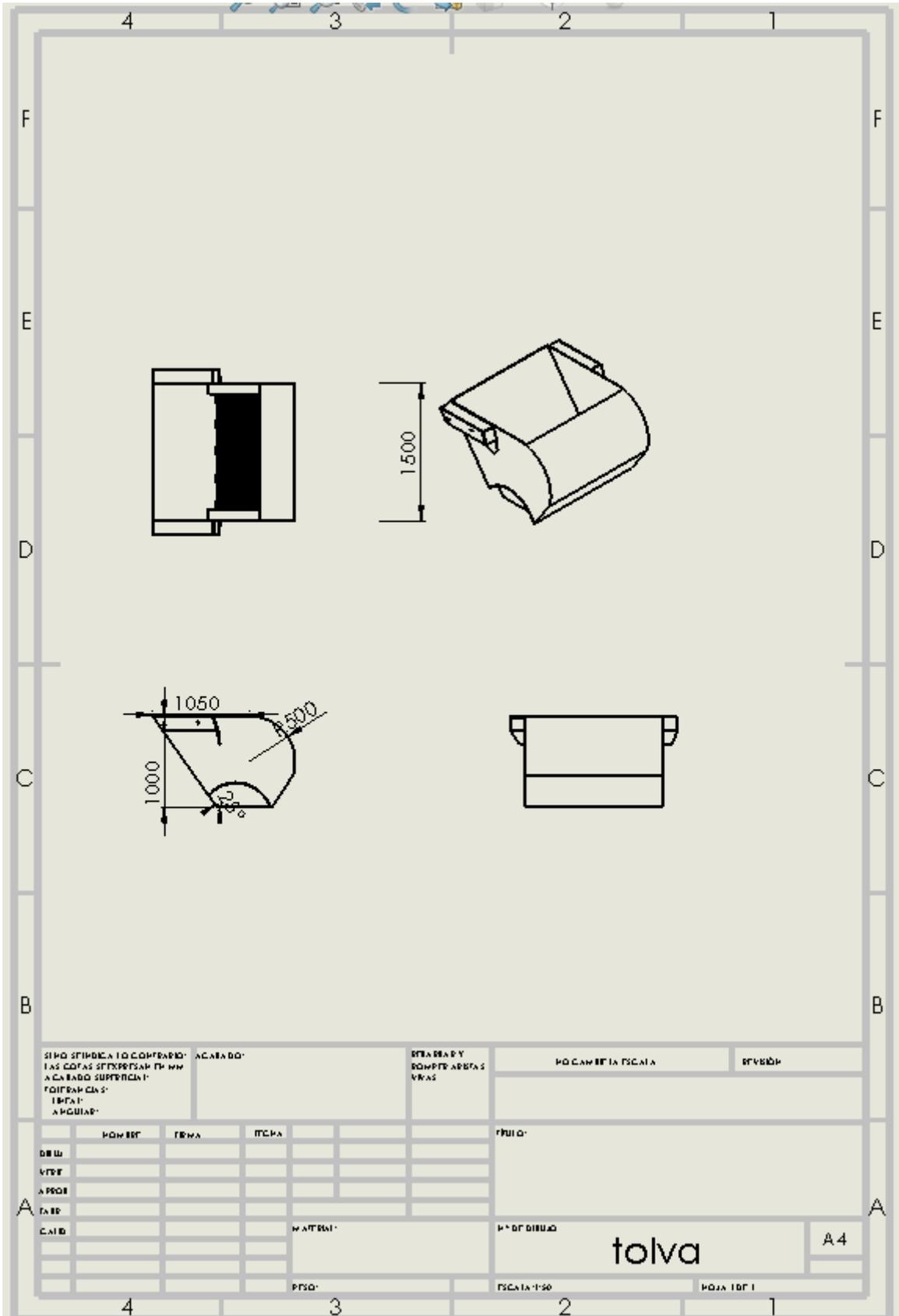




SINO SIMBOLO CONTIENE: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM A MENOS QUE SE INDICARE FUENTE: CAD: TITULO: AUTORIA:			ACABADO:	OTROS DATOS COMPLETOS ABASTA VERAS	HOJA DE LA ESCALA:	REVISOR:
DISEÑ VERIF APROB TITULO	FOLIO:	ESCALA:	MATERIAL:	Nº DE DIBUJO:	HOJA 1 DE 1	

Ensamblaje pala 2^{A4}

ESCALA: 1:50



SIPO STIHIKA I/O CONTENERO LAS CORTAS SINTETISAN DE MM A CADA SUPERFICIE TOITEN CA 2 IRETA A POUAR		ACABADO	MTA DEBY COMPTA ABTA VRA		HO CAN ET IA ESCALA 	REVISION
DBW VTE A PROE TAER CAIB	POWER	TERMA	ITCHA	PRIO 		
MATERIAL 			N° DE DIBUJO 		ESCALA 1:50 	
PRIO 			ESCALA 1:50 		HOJA 101 I 	

tolva A4

