

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE QUITO

CARRERA: INGENIERÍA MECÁNICA

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIEROS
MECÁNICOS**

TEMA:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMBRADORA CON
DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA PARA SEMILLA DE QUINUA Y ABONO
CON UNA CAPACIDAD DE 20 KG/H”**

AUTORES:

DARÍO XAVIER ARAGÓN CUICHÁN

LUIS FERNANDO MANYA GALARZA

TUTOR

MILTON SALOMÓN JAMI LEMA

Quito, febrero del 2016

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Darío Xavier Aragón Cuichán y Luis Fernando Manya Galarza con documento de identificación N° 1722690094 y 1717439879 , manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado : “Diseño y construcción de una máquina sembradora con dosificación automática para semilla de quinua y abono con una capacidad de 20 kg/h”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de : Ingeniero Mecánico , en la Universidad Politécnica Salesiana , quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente .

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada.

En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad

Politécnica Salesiana



.....
Darío Xavier Aragón Cuichán

1722690094

Quito, febrero de 2016



.....
Luis Fernando Manya Galarza

1717439879

Quito, febrero de 2016

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA SEMBRADORA CON DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA PARA SEMILLA DE QUINUA Y ABONO CON UNA CAPACIDAD DE 20 KG/H", realizado por: Darío Xavier Aragón Cuichán y Luis Fernando Manya Galarza, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerados como trabajo final de titulación.

Quito, Febrero de 2016



MILTON SALOMÓN JAMI LEMA

1707254171

Dedicatoria

Fernando

Dedico este proyecto a Dios por darme la oportunidad de vivir, bendecirme y por estar conmigo en cada paso que di e iluminar mi mente para cumplir lo propuesto.

A mis padres Efraín y Georgina, por su amor, comprensión, por creer en mí y apoyarme incondicionalmente en este mi sueño que por hoy lo veo reflejado, todo esto se lo debo a ellos por inculcarme su perseverancia y lucha ante toda adversidad.

A mis hermanos Diego, Danilo y Carlos, que me apoyaron incondicionalmente con sus palabras de aliento a no darme por vencido.

A mis sobrinos Mateo y Ian, para que vean en mí un ejemplo a seguir.

Y a mi familia, amigos que estuvieron ahí dándome ese grito de aliento.

“El cielo es el límite”

Darío

Dedico el presente trabajo a mi familia por su infinito apoyo en todo momento, a mi padre Felipe por enseñarme que con esfuerzo se puede alcanzar cualquier objetivo y en especial a mi madre Beatriz por ser mi motivación diaria y apoyo para alcanzar lo me propongo.

Agradecimiento

Un agradecimiento a la Universidad Politécnica Salesiana, por habernos abierto sus puertas en la Facultad de Ingeniería Mecánica, a su personal docente y administrativo que conjuntamente nos han ayudado a cumplir con este sueño de culminar nuestra carrera profesional.

De manera especial al Ing. Milton Jami por su apoyo incondicional en la dirección y realización del presente proyecto.

Índice

Introducción	1
Objetivos	3
Capítulo 1	4
Marco Teórico.....	4
1.1 Generalidades de una sembradora automática	4
1.2 Descripción y características.....	5
1.3 Principio de funcionamiento de una sembradora automática	5
1.4 Definición de la etapa pre operacional.....	7
1.4.1 Semilla de quinua	8
1.4.2 Fertilización y abonamiento	9
1.5 Estudio de tierra	9
1.5.1 Preparación del terreno.....	10
1.5.2 Tipos de preparación de terrenos.....	10
1.5.3 Proceso de preparación del terreno.....	11
1.5.4 Abono orgánico	16
Capítulo 2.....	18
Análisis de Alternativas	18
2.1 Alternativas de diseño	18
2.1.1 (Alternativa 1) Siembra por azada o espeque.....	18
2.1.1.1 Descripción	18

2.1.1.2	Elementos principales	18
2.1.1.3	Ventajas	19
1.1.1.4	Desventajas	19
2.1.2	(Alternativa 2) Sembradora de punta o matraca.....	20
2.1.2.1	Funcionamiento	20
2.1.2.2	Elementos principales	20
2.1.2.3	Ventajas	20
2.1.2.4	Desventajas	20
2.1.3	(Alternativa 3) Máquina con dosificación automática	21
2.1.3.1	Funcionamiento	21
2.1.3.2	Elementos principales	22
2.1.3.3	Ventajas	22
2.1.3.4	Desventajas	22
2.2	Análisis de necesidades.....	23
2.2.1	Costo.....	25
2.2.2	Diseño.....	26
2.2.3	Peso y tamaño ergonómico.....	26
2.2.4	Vida útil.....	27
2.3	Alternativa de diseño seleccionada	27
Capítulo 3.....		28
Cálculos y diseño para la construcción y selección de elementos mecánicos		28
3.1	Diseño estructural.....	28

3.1.1	Calculo de dimensiones	28
3.2	Dimensiones.....	28
3.3	Peso estructural	30
3.3.1	Peso de accesorios para el movimiento y dosificación	35
3.3.2	Peso total de la sembradora	35
3.4	Diseño de desplazamiento máquina-suelo	36
3.4.1	Cálculo de resistencia del suelo.....	36
3.4.2	Temperatura del suelo	38
3.4.3	Cálculo de factores en la obtención del coeficiente de fricción	38
3.4.3.1	Determinación de la fricción.....	39
3.4.3.2	Cálculo de Empuje y Tensión.....	40
3.4.3.2.1	Fuerza de empuje.....	40
3.4.3.2.2	Cálculo de velocidad de desplazamiento.....	41
3.4.3.3	Tensión.....	42
3.4.4	Cálculo de coeficiente de fricción	43
3.4.5	Fuerzas que actúan en la sembradora	45
3.5	Cálculo de ejes	48
3.5.1	Selección de material para ejes.....	48
3.5.2	Diseño de ejes a esfuerzos combinados.....	48
3.5.2.1	Eje delantero	49
3.5.2.2	Eje posterior	49
3.5.2.3	Eje para dosificación.....	50

3.5.3	Cargas y momentos presentes en los ejes mediante Inventor 2015.	51
3.5.3.1	Eje delantero	51
3.5.3.2	Reacciones, Fuerzas y Momentos en el eje delantero	52
3.6	Selección de la chaveta	55
3.6.1	Selección del material	55
3.6.2	Dimensione de chaveta según su norma.....	56
3.6.3	Cálculo de esfuerzo de corte en chavetas	57
3.6.3.1	Esfuerzo cortante en la chaveta mediante Inventor2015	59
3.7	Selección de rodamientos.....	60
3.7.1	Selección de rodamiento de acuerdo a cargas estáticas y dinámicas	60
3.7.1.2	Cargas en el eje con rodamientos mediante Inventor 2015	62
3.8	Catalinas.....	63
3.8.1	Selección de Catalinas	63
3.8.2	Relación de Transmisión	64
3.9	Selección de la cadena	65
3.9.1	Selección de cadena mediante software Renold Chain	66
3.10	Calculo de capacidad de tolva	68
Capítulo 4	71
Resultados	71
4.1	Análisis de resultados.....	71
4.1.1	Rendimiento en la siembra.....	71
4.1.1.1	Siembra con sembradora automática	71

4.1.1.2 Siembra manual.....	73
4.1.1.3 Ahorro de semilla.....	75
4.1.2 Análisis de Costos	78
4.1.2.1 Costos directos.....	78
4.1.2.2 Costo de utilización de maquinaria.....	80
4.1.2.3 Costo de mano de obra.....	80
4.1.2.4 Costo de acabados.....	81
4.1.3 Análisis Costo – beneficio	81
4.2 Operación y Mantenimiento general.....	84
4.2.1 Operación	84
4.2.2 Mantenimiento general.....	84
4.2.3 Notas importantes.....	85
Conclusiones	86
Recomendaciones.....	87
Trabajo Futuro.....	88
Referencias.....	89
Anexos	90

Índice de tablas

Tabla 1. Variedades de semilla de quinua.....	8
Tabla 2. Condiciones de terreno.....	11
Tabla 3. Características de adaptación y requerimientos ambientales de dos variedades de quinua	13
Tabla 4. Resultado de análisis	14
Tabla 5. Interpretación de resultados Región-Sierra.....	15
Tabla 6. Rangos para evaluación de alternativas	24
Tabla 7. Tabla de ponderaciones según necesidades de una máquina.....	24
Tabla 8. Selección de alternativas	27
Tabla 9. Medición poblacional	29
Tabla 10. Elementos mecánicos principales	30
Tabla 11. Pesos de elementos de la sembradora	35
Tabla 12. Mediciones de dureza.....	37
Tabla 13. Resultado de fuerzas	46
Tabla 14. Datos de material seleccionado.....	51
Tabla 15. Momentos y reacciones en el eje delantero	52
Tabla 16. Esfuerzo principal y secundario.....	53
Tabla 17. Selección de chavetas.....	56
Tabla 18. Chavetas utilizadas.....	57
Tabla 19. Parámetros para selección de cadena	66
Tabla 20. Resultado de siembra con máquina y manualmente	75
Tabla 21. Tiempo de siembra con sembradora automática y manualmente	76
Tabla 22. Rendimiento por hectárea	77
Tabla 23. Lista de materiales para la construcción de la máquina.....	79

Tabla 24. Costo de utilización de maquinaria.....	80
Tabla 25. Costo de mano de obra.....	80
Tabla 26. Costo de acabado	81
Tabla 27. Costo directo total	81
Tabla 28. Costo-Beneficio	83
Tabla 29. Frecuencia de mantenimiento	85

Índice de figuras

Figura 1. Descripción de sus partes principales	6
Figura 2. Semilla de Quinoa Tunkahuan.....	9
Figura 3. Terreno para siembra	12
Figura 4. Terreno para siembra	16
Figura 5. Mezcla de sustancias orgánicas	17
Figura 6. Instrumento de siembra manual.....	19
Figura 7. Instrumento de siembra manual.....	21
Figura 8. Máquina de siembra automática	23
Figura 9. Porcentajes de alternativas.....	25
Figura 10. Valoración de diseño	26
Figura 11 Valoración de tamaño y peso.....	26
Figura 12. Valoración de vida útil	27
Figura 13. Operario con altura promedio.....	29
Figura 14. Dobleces en tubo redondo	31
Figura 15. Desarrollo de soportes en tubo cuadrado.....	31
Figura 16. Ruedas roladas	32
Figura 17. Eje torneado	32
Figura 18. Dosificadores de semilla y abono	33
Figura 19. Tolva almacenadora de semilla y abono.....	34
Figura 20. Barrenadora abre surcos en la tierra	34
Figura 21. Expresión de fuerza mediante un dinamómetro	36
Figura 22. Termómetro colocado en el suelo.....	38
Figura 23. Tacto de tierra	39
Figura 24. Rastra para verificar la humedad	40

Figura 25. Operario empujando la sembradora.....	40
Figura 26. Diagrama de fuerzas	41
Figura 27 Diagrama de fuerzas del coeficiente de fricción.....	43
Figura 28. Fuerzas aplicadas en la sembradora.....	46
Figura 29. Valores de velocidad de la sembradora	47
Figura 30. Valores de fuerza aplicada en la sembradora	47
Figura 31. Descripción nominal del eje delantero	49
Figura 32. Descripción nominal del eje posterior	50
Figura 33. Descripción nominal de eje para dosificación	50
Figura 34. Fuerzas aplicadas en el eje.....	52
Figura 35. Fuerza total aplicada en el eje.....	53
Figura 36. Fuerzas aplicadas en los extremos del eje	54
Figura 37. Desplazamiento generado por la fuerza total aplicada	54
Figura 38. Fuerza máxima aplicada	55
Figura 39. Descripción de fuerzas en una chaveta	57
Figura 40. Fuerza aplicada en una chaveta	59
Figura 41. Fuerzas aplicadas en un rodamiento	60
Figura 42. Rodamiento rígido de bolas de una sola hilera.....	61
Figura 43. Fuerzas aplicadas en rodamientos	62
Figura 44. Fuerzas máximas aplicadas en rodamientos	63
Figura 45. Descripción de características en cadena.....	67
Figura 46. Denominación de cadena utilizada	67
Figura 47. Tolva para almacenamiento de semilla y abono.....	68
Figura 48. Dimensiones de la tolva.....	69
Figura 49. Terreno previo a la siembra	72

Figura 50. Cantidad de semilla y abono utilizados	74
Figura 51. Cantidad de semilla en dos tipos de siembra	76
Figura 52. Descripción de porcentaje en dos tipos de siembra	77

Índice de ecuaciones

Ecuación 1 Media aritmética.....	37
Ecuación 2 Primera ley de Newton.....	41
Ecuación 3 Fuerza dinámica.....	41
Ecuación 4 Fuerza total.....	41
Ecuación 5 Fuerza de empuje.....	41
Ecuación 6 Velocidad.....	42
Ecuación 7 Aceleración.....	42
Ecuación 8 Fuerza de tensión.....	42
Ecuación 9 Ley de Newton.....	44
Ecuación 10 Normal.....	44
Ecuación 11 Fuerza total de rozamiento.....	44
Ecuación 12 Fuerza de rozamiento.....	44
Ecuación 13 Coeficiente de fricción.....	45
Ecuación 14 Peso.....	45
Ecuación 15 Fuerza cortante.....	58
Ecuación 16 Esfuerzo cortante.....	58
Ecuación 17 Fuerza de rozamiento.....	61
Ecuación 18 Relación de transmisión.....	64
Ecuación 19 Área del cuadrado.....	69
Ecuación 20 Área del rectángulo.....	69
Ecuación 21 Área del triángulo.....	69
Ecuación 22 Área total del depósito en la tolva.....	69
Ecuación 23 Número de surcos.....	71
Ecuación 24 Peso total de la quinua.....	72
Ecuación 25 Porcentaje de ahorro.....	75

Ecuación 26 Tasa mínima de retorno.....	82
Ecuación 27 Flujo efectivo.....	82
Ecuación 28 Valor actual neto.....	82
Ecuación 29 Costo-Beneficio.....	84

Índice de anexos

Anexo 1. Tubo estructural redondo.....	90
Anexo 2. Tubo estructural rectangular.....	91
Anexo 3. Plancha PL.....	92
Anexo 4. Acero AISI 4340.....	93
Anexo 5. Clasificación de textura del suelo.....	94
Anexo 6. Catálogo de catalinas.....	95
Anexo 7. Catálogo de cadena.....	96
Anexo 8. Hoja de mantenimiento de sembradora.....	97
Anexo 9. Carta de recepción del proyecto de vinculación.....	98

Resumen

El presente proyecto da a conocer los procesos previos realizados por el agricultor antes de la siembra la cual refleja la necesidad del diseño y construcción de una máquina sembradora con dosificación automática de semilla de quinua y abono con capacidad de 20 kg/h, la misma que permitirá cubrir una necesidad en un sector de incremento agroindustrial.

Se analizan tres alternativas para el diseño de una sembradora de quinua, basándose en la necesidad, costo y desempeño de las mismas. De las cuales se selecciona la alternativa más adecuada mediante el método de criterios de ponderación, según su factibilidad y desarrollo.

Se realiza el diseño mecánico de la máquina considerando los ejes a esfuerzos combinados, su velocidad, capacidad de tolva, relación de transmisión, empuje, peso, selección de cadena, selección de catalinas que se usaran en la transmisión de movimiento, por medio de análisis estáticos y dinámicos se comprueba que los ejes seleccionados y accesorios de acople como chavetas y rodamientos son los correctos, con una simulación de esfuerzos y deformación de los elementos estructurales mediante el software Inventor 2015.

Se analiza los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos establecidos, tomando en cuenta el beneficio logrado en cuanto a la optimización de tiempo, esfuerzo, costo, ahorro de semilla y abono.

Abstract

This project reveals the previous processes carried out by the farmer before seeding which reflects the need for the design and construction of a seeder machine with automatic dosage of seed of quinoa and fertilizer with capacity of 20 kg/h, which will allow meeting a need in an increase in agro-industrial sector.

We analyze three alternatives for the design of a planter of quinoa, based on need, cost, and performance of the same. Which selects the most suitable alternative by using the method of weighting, according to their feasibility and development.

Is mechanical design machine whereas shafts to combined efforts, speed, hopper capacity, ratio of transmission, thrust, weight, chain selection, selection of gears that will be used in the transmission of movement, through static and dynamic analysis is checked to Accessories and selected axes of coupling as cotter-pins and bearings are correct, with a simulation of efforts and deformation of structural elements by 2015 Inventor software.

Analyses the results obtained in accordance with the established objectives, taking into account the profit made in terms of the optimization of time, effort, cost, saving seed and fertilizer.

Glosario de términos

Encañado: Proceso de humedecer la tierra por medio de la conducción de agua

Azadón: Instrumento tipo pala más curvo y ancho destinado para el arado

Tunkahuan: Semilla de quinua propiamente llamada en países de Perú y Bolivia

Ingapirca: Semilla de quinua propiamente llamada en países de Ecuador y Chile

NPK: Fórmula de un fertilizante que contiene nitrógeno (N), fósforo (P) y el potasio (K)

Yunta: Pareja de bueyes o mulas uncidas para labores de campo.

Rastra: Instrumento agrícola consistente en una parrilla con púas que sirve para allanar la tierra después de estar arada

Qallpar: Volteada de la tierra con arado de discos, nivelado y surcado.

Humificación: Transformación del humus en compuestos orgánicos, contenidos y aportados al suelo.

Bocashi: Conjunto de nutrientes destinados a transformarse mediante su mezcla en abono orgánico

Escarba: remover la tierra ahondando un poco en ella.

Labranza: labores desarrollados en el campo, cultivo de los suelos.

Polución: Efecto contaminante en el medio ambiente.

Introducción

Años atrás el ser humano optaba por la siembra ancestral, debido a que no existía maquinaria de tipo manual. Desde el punto vista técnico la siembra es uno de los puntos más importantes y que más influencia tiene en el éxito final de un cultivo.

Para el cultivo de la quinua, no únicamente es importante la densidad de población obtenida (número de plantas por unidad de superficie) sino que presentan notables exigencias en cuanto a la distancia entre plantas (tanto entre líneas como dentro de la misma línea), lo que el agricultor considera importante.

Se debe colocar las semillas a una distancia exacta en el terreno para disminuir el desperdicio en la cantidad de semilla utilizada en la siembra.

Con este método de siembra en línea permite esperar incrementos importantes en la producción gracias a un uso eficiente de las disponibilidades de agua, luz y nutrientes para las plantas, también se consigue disminuir las necesidades de mano de obra y optimizar las condiciones para la cosecha. El tiempo y esfuerzo de trabajo son los dos puntos importantes para el agricultor.

Para la realización de una siembra con “precisión” se debe contar con una sembradora apropiada, pero también son factores de máxima importancia las condiciones del terreno sobre el que se va a depositar la semilla (preparación del lecho de siembra) y la compatibilidad entre la sembradora y la semilla que se va a utilizar.

Para la siembra de quinua se necesita una altura entre los 2000 y 3500 msnm, considerando el ideal entre 2200 y 3000 msnm. En la germinación, encañado, floración y llenado del grano, la quinua debe contar con buenas condiciones de

humedad. La semilla soporta la sequía pero no en exceso, temperaturas entre los 9 a 16 °C, puede sobrevivir heladas hasta de 5 °C.

Los sectores de más alta iluminación solar son los más favorables para el cultivo de la quinua.

Es por esto que se implementará una máquina sembradora con dosificación automática de semilla de quinua y abono, capaz de cumplir con las expectativas del agricultor. Este proyecto estará sujeto a pruebas en los campos de la parroquia de Nono, sector de Alambi.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar y construir una máquina sembradora con dosificación automática para semilla de quinua y abono con una capacidad de 20 kg/h

Objetivos específicos

- Diseñar y construir partes y piezas de la máquina considerando materiales
- Realizar el análisis de alternativas de la máquina sembradora de quinua
- Elaborar planos de fabricación y montaje de la máquina
- Realizar el análisis costo-beneficio de la máquina
- Realizar el ensamblaje, pruebas y entrega de recepción en Alambi

Capítulo 1

Marco Teórico

1.1 Generalidades de una sembradora automática

El presente proyecto se va a realizar con la finalidad de argumentar la utilidad que presenta una máquina sembradora automática de quinua con dosificador de semillas y abono, para el agricultor de la parroquia de Nono, sector Alambi, donde a partir de la siembra de quinua los agricultores del sector van a mejorar sus condiciones de vida, esta máquina permitirá ahorrar trabajo, esfuerzo y dinero a los agricultores.

El proyecto en mención consiste en la siembra automática de semillas de quinua con un dosificador capaz de cumplir con las expectativas de siembra para el agricultor en la parroquia. Debido al difícil acceso de maquinaria agrícola en las diferentes áreas de terreno del sector, por lo cual es importante aplicar el mencionado proyecto.

La implementación de la máquina sembradora de quinua inicia con el diseño y dimensionamiento de los elementos mecánicos, la máquina tendrá elementos mecánicos de tipo tracción como es la rueda delantera, la cual mediante una catalina-cadena transmitirá movimiento al eje que accionará los discos dosificadores de semilla.

Una vez realizado un plano se procederá a desarrollar los respectivos cálculos, seguido de las fases de trabajo u hojas de fabricación, se construirá cada elemento mecánico, para luego ensamblar completamente la máquina con los elementos mecánicos y accesorios adicionales.

1.2 Descripción y características

Debido a la necesidad de mejorar la calidad de vida laboral del agricultor se ha emprendido el diseño de un mecanismo que por las características del terreno en el sector de Alambi, pueda cumplir con las expectativas de los agricultores.

La facilidad de siembra en las diferentes áreas de terreno para sembrar la semilla de quinua a la profundidad necesaria debe ser según normas establecidas de sembrado, la cual es de ($\pm 2\text{cm}$), según experiencia de agricultores del sector esa es la profundidad en la que debe quedar anidada la semilla.

En la actualidad hay campesinos que siembran en terrenos irregulares como cerros o terrenos de superficie inclinada. La siembra en este tipo de terreno se realiza por medio de herramientas manuales debido al difícil acceso de maquinaria tales como tractores; la herramienta manual como: pala, pico y azadón; representa un gran esfuerzo físico y largas jornadas de trabajo para el agricultor.

En el presente proyecto se diseñará y construirá una máquina para sembrar quinua solucionando los problemas antes expuestos, para cumplir el objetivo de siembra en menor tiempo y de manera económica, rentable y segura.

1.3 Principio de funcionamiento de una sembradora automática

La implementación de estudios realizados en otros países donde se dedican a sembrar quinua tales como Perú, Bolivia ; se decide diseñar y construir una máquina sembradora de quinua que funciona al aplicar una fuerza externa producida por el operario transmitiendo movimiento a la rueda delantera, que además de transmitir movimiento al eje motriz, tiene como función preparar un surco, antes de la siembra.

Partes principales de una sembradora automática

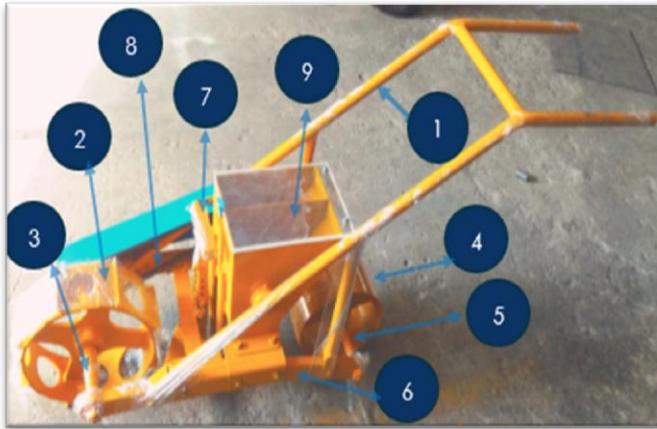


Figura 1. Descripción de sus partes principales

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

1. Brazos de empuje
2. Rueda delantera (motriz)
3. Eje delantero (motriz)
4. Rueda posterior
5. Eje posterior
6. Brazos guía
7. Barrenadora
8. Sistema piñon-cadena
9. Tolva (sistema de dosificación automática)

Con este movimiento empieza la penetración de la tierra para dar la profundidad necesaria en que debe quedar anidada la semilla de quinua, este mecanismo cuenta con un sistema de regulación de altura, para la penetración en la tierra, la operación se realiza con una barrenadora en forma de “V” la cual tiene como función abrir surco en la tierra para el depósito de la semilla.

Con el movimiento de la rueda delantera se genera el momento necesario para el movimiento del eje motriz, este transmite movimiento al piñón conducido dando como resultado el accionamiento de la cadena.

La cadena transmite movimiento al piñón conducido, el cual está montado en el eje dosificador produciendo un momento para el movimiento de los discos dosificadores de semilla de quinua y abono.

Este movimiento de los discos dosificadores da como resultado la caída de semilla y abono por una perforación inclinada en la tolva, las cuales caen de acuerdo con la relación de transmisión, estas se deslizan por los tubos redondos hacia el suelo cada 30 cm.

El anidado de la semilla se da con la rueda posterior, esta tiene la función de aplanar la tierra para dejar anidada la semilla.

Terminado el proceso se acciona nuevamente el mecanismo de dosificación para dejar caer la semilla y abono de acuerdo con el proceso ya mencionando.

La máquina posee un sistema de almacenamiento de semillas y abono, la cual es una tolva que tiene una capacidad de 15 kg entre semilla y abono, posee una tapa acrílica para observar cuando se termina la semilla-abono.

1.4 Definición de la etapa pre operacional

En el presente proyecto el proceso de sembrado de semillas de quinua se realiza mediante un sistema de dosificación automática, cayendo los granos cada 30 cm, en donde intervienen en forma sincronizadas, los siguientes elementos:

- Estructura
- Sistema mecánico de tracción

- Sistema de dosificación automática
- Discos dosificadores de semilla de quinua y abono
- Sistema piñón cadena

1.4.1 Semilla de quinua

La semilla de quinua es uno de los granos más importante de los Andes, ya que según estudios realizados posee un equilibrio de:

- Proteínas
- Grasas
- Carbohidratos

Tiene dos variedades que son sembradas en los diferentes países de los Andes como: Bolivia, Perú, Ecuador, Chile y Colombia, en la siguiente tabla se detalla los dos tipos de semillas

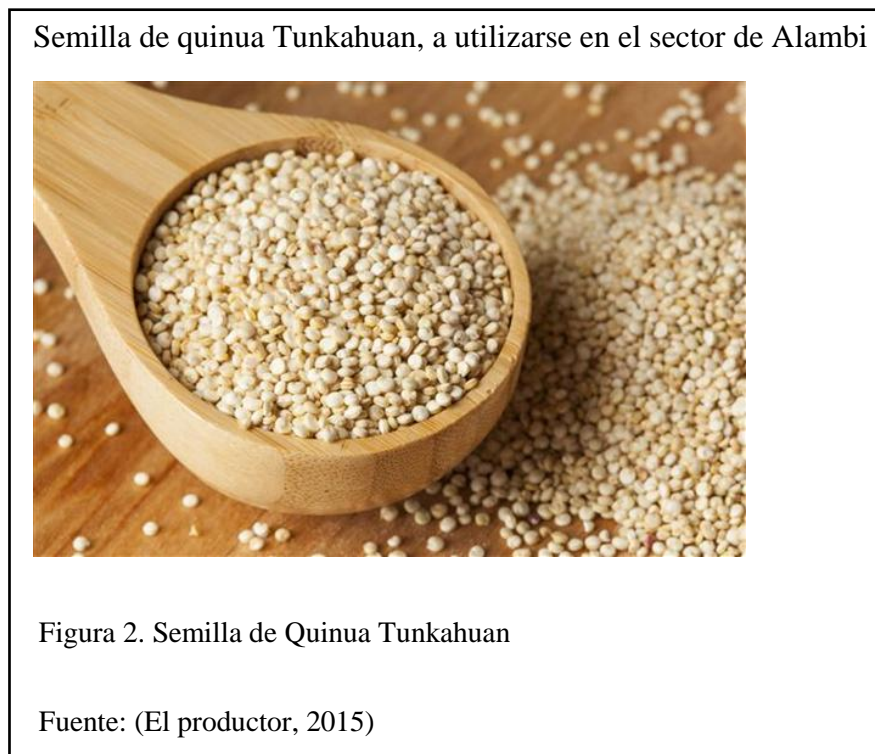
Tabla 1.

Variedades de semilla de quinua

Variedades	Tunkahuan	Ingapirca
Altitud	2400 a 3400 msnm	3000 a 3800 msnm
Clima	Lluvia de 500 a 800 mm de precipitación	Lluvia de 500 a 800 mm de precipitación
Temperatura	7 a 17 °C	7 a 17 °C
Suelo	franco, franco arenoso, negro andino, con buen drenaje	franco, franco arenoso, negro andino, con buen drenaje
Ph	5.5 a 8.0	5.6

Nota: Tipos de semillas utilizadas en los Andes, Fuente: (INIAP, 1992)

Para la siembra se recomienda el uso de semilla certificada, no es necesario desinfectar la semilla antes de la siembra y si la siembra es con sembradora es recomendable utilizar de 8 a 12 kg/ha de semilla de quinua.



1.4.2 Fertilización y abonamiento

La quinua responde bien a la fertilización química y al abono orgánico.

En suelos de baja fertilidad, se recomienda aplicar 80-40-30 kg/ha de NPK (3 qq de 10-30-10, 3 qq de urea y 0,5 qq de muriato de potasio, se debe aplicar el 50% de (N) y el total de (P) y (K) a la siembra y el otro 50% de (N) a la deshierba a los 60 días. (INIAP, 1992)

Se puede aplicar de 5 a 10 t/ha de abono orgánico, como alternativa a la fertilización química, incorporado al suelo antes de la siembra.

1.5 Estudio de tierra

Una de las prácticas más importantes en la siembra de quinua es la preparación del terreno. Una buena preparación del suelo garantiza la germinación de la semilla y

éxitos en el desarrollo del cultivo. La siembra y fertilización son parámetros que influyen directamente en la producción y la productividad del cultivo de quinua.

Existen parámetros como:

- Distancia entre surcos
- Textura del terreno

El sistema de siembra más común es en surcos para facilitar las labores de deshierba, en este caso se recomienda la distancia entre surcos para la variedad Ingapirca de 40 a 60 cm y para la variedad Tunkahuan de 60 a 80 cm.

Según datos proporcionados por agricultores del sector de Alambí, la siembra puede realizarse a chorro continuo o agolpes distanciados de 10 a 30 cm. También se puede sembrar en hileras sin realizar surcos, siempre y cuando el suelo no tenga problemas y esté bien preparado.

1.5.1 Preparación del terreno

Esta labor puede realizarse con tractor, yunta o con herramientas manuales, en esta fase de preparación es necesaria una labor de arado y una o dos de rastra para mullir o desmenuzar el suelo, si la siembra es manual o con sembradora manual se recomienda surcar

Cuando el cultivo se realiza en sitios con exceso de humedad la siembra se debe hacer al costado o en el lomo del surco, pero si el cultivo es en zonas con escasez de agua, es conveniente sembrar al fondo del surco. (INIAP, 1992)

1.5.2 Tipos de preparación de terrenos

Existen dos tipos de preparación de terrenos:

- a) Preparación de terrenos en qallpar

b) Preparación de terrenos que fueron sembrados con otros cultivos

El procedimiento que se sigue es el siguiente:

- Se realiza el arado con discos, de manera anticipada y entre los meses de julio y agosto.
- Pasar la rastra en forma cruzada. Una semana antes debió realizarse el “doble arado” con discos, pasado de rastra, nivelación, surcado y estar listo para la siembra.

1.5.3 Proceso de preparación del terreno

Para la preparación del terreno, se deben seguir los siguientes pasos:

a) Selección del terreno

Consiste en realizar una selección adecuada del terreno con condiciones de altitud, clima, temperatura, suelo y pH para sembrar quinua.

En el sector de Alambi se recopiló los siguientes datos:

Tabla 2.

Condiciones de terreno

Altitud	2935 msnm
Clima	Templado
Temperatura	7 °C
Suelo	Franco arenoso
Ph	7

Nota: Datos obtenidos del sector de Alambi, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Sector de Alambi



Figura 3. Terreno para siembra

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

b) Planificación de actividades

Trata de planificar actividades agrícolas una vez seleccionado el terreno.

c) Análisis de suelo

Se debe realizar el análisis químico del suelo, previa toma de muestras, para conocer las condiciones del terreno a preparar.

Tabla 3.

Características de adaptación y requerimientos ambientales de dos variedades de quinua

CARACTERÍSTICA	VAR. INGAPIRCA	VAR. TUNKAHUÁN
Altitud (m.s.n.m)	3000 a 3600	2200 a 3400
Altitud óptima (m.s.n.m)	3200 a 3400	2600 a 3100
Temperatura (°C)	6 a 12	8 a 16
Luminosidad	Tolera nubosidad	Requiere más luz
Precipitación (mm/año)	400 a 800	600 a 1200
Tolerancia a sequía	Tolerante	Ligeramente susceptible
Exceso de humedad	Susceptible	Tolerante
Granizadas	Tolerante	Tolerante
Heladas	Tolerante	Ligeramente tolerante
Suelos (pH)	5,3 a 7	5,3 a 7
Suelos, textura	Franco arenoso	Franco arcilloso
Suelos (encharcamiento)	Susceptible	Susceptible
Vientos	Tolerante	Susceptible**

Nota: Características de los dos tipos de semilla utilizadas en los Andes, Fuente: (INIAP, 1992)

Según estudios realizados por AGROCALIDAD (2015), se presenta el siguiente

Informe de análisis de suelo del barrio de Alambi:

Tabla 4.

Resultado de análisis

Código de muestra laboratorio	Identificación de campo de la muestra	Parámetro analizado	Método	Unidad	Resultado
SFA-151369	Suelo # 3	pH	Potenciométrico	-----	7,50
		Materia orgánica	Volumétrico	%	8,17
		Nitrógeno	Volumétrico	%	0,41
		Fósforo	Colorimétrico	Ppm	473,6
		Potasio	Absorción Atómica	cmol/kg	8,59
		Calcio	Absorción Atómica	cmol/kg	18,40
		Magnesio	Absorción Atómica	cmol/kg	5,57
		Hierro	Absorción Atómica	Ppm	161,4
		Manganeso	Absorción Atómica	Ppm	31,31
		Cobre	Absorción Atómica	Ppm	9,09
		Zinc	Absorción Atómica	Ppm	26,23

Nota: Resultados de estudio de tierra del sector de Alambi, Fuente: (AGROCALIDAD, 2015)

Tabla 5.

Interpretación de resultados Región-Sierra

Parámetro	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	%	%	Ppm	cmol/ kg	cmol/ kg	cmol/ kg	ppm	Ppm	ppm	ppm
Bajo	< 1,0	0-0,15	0-10,0	< 0,2	< 1,0	< 0,33	0 - 20,0	0 - 5,0	0 - 1,0	0 - 3,0
Medio	1,0- 2,0	0,16- 0,3	11,0- 20,0	0,2- 0,38	1,0- 3,0	0,34- 0,66	21,0- 40,0	6,0-15,0	1,1- 4,0	3,1- 6,0
Alto	>2,0	>0,31	>21,0	>0,4	>3,0	>0,66	>41,0	>16,0	>4,1	>6,1

Nota: De acuerdo a las tablas del análisis de suelo del barrio de Alambi se tiene un pH de 7, lo que satisface para la siembra de quinua, ya que la semilla a sembrarse en el sector es la Tunkahuan y la medida del pH oscila entre 5,3 a 7, Fuente: (AGROCALIDAD, 2015)

a) Incorporación de materia orgánica

Debe efectuarse junto con la preparación de suelos, de tal manera que pueda descomponerse y estar disponible para el cultivo. La incorporación de materia orgánica facilitará la retención de humedad, mejorará la estructura del suelo (formando estructuras esferoidales), facilitará la aireación del suelo y favorecerá el desarrollo de la flora microbiana que permitirá la pronta humificación.

Sector de Alambi



Figura 4. Terreno para siembra

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

1.5.4 Abono orgánico

El abono orgánico incorpora nutrientes y microorganismos a los cultivos, es la razón por la cual en la parroquia de Nono elaboran su propio abono orgánico con los siguientes ingredientes (Para una tonelada de bocashi enriquecido):

- 20 sacos de cascara de arroz
- 20 sacos de estiércol (si es variado mejor)
- 5 galones de melaza
- 40 litros de agua
- 20kilos de ceniza de fogón
- 10 sacos de tierra negra
- 5 kilos de harina de hueso
- 1 saco de salvado de arroz (también puede ser trigo o cebada)
- 1 saco de carbón molido
- 4 gramos de levadura (en el caso de tener 1 galón microorganismos líquidos o 1 kilo de microorganismos sólidos)

Abono orgánico



Figura 5. Mezcla de sustancias orgánicas

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

El procedimiento para la elaboración del abono es el siguiente:

Primero colocar 2 sacos de estiércol, 2 casos de tierra negra, 2 sacos de cascara de arroz, 5 paladas de salvado. 5 paladas de carbón, 1 palada de ceniza, 1 kilo de harina hueso, regar melaza mezclada con agua y levadura (en el caso de haber microorganismos líquidos mezclar en el agua o sólidos mezclar en conjunto por partes según sea necesario), repetir la colocación de los ingredientes hasta terminar por completo, una vez formado el montículo virar por 6 ocasiones hasta tener una mezcla homogénea, dejar a reposar hasta que tome una temperatura entre 60 y 80°C (tiempo estimado hasta el siguiente día) luego durante los tres primeros días virar dos veces al día una en la mañana y otra en la tarde, los 12 días restantes virar una vez por día sea en la mañana o por la tarde completado los 15 días dejar a reposar por dos días, adicional para la activación de los microorganismos generados

Se puede utilizar en todo tipo de cultivo en hortalizas 200 gr por planta y si es frutales de 5 a 20 kg por planta.

Capítulo 2

Análisis de Alternativas

Es importante realizar un análisis de alternativas para seleccionar una alternativa idónea para el diseño y construcción de una sembradora automática de quinua, analizando diferentes modelos que cumplan con las mismas características.

2.1 Alternativas de diseño

2.1.1 (Alternativa 1) Siembra por azada o espeque

2.1.1.1 Descripción

Esta característica de siembra se difiere del instrumento de labranza. Su desarrollo consiste del traslado en cualquier dirección de la azada en el terreno por parte del operario el cual controla la profundidad el instrumento a la cual depositara la semilla, la misma que cae a través de una cobertura de residuos hacia el suelo.

2.1.1.2 Elementos principales

- Macana de hierro fundido
- Cuerda de agarre
- Punta de enclavamiento



2.1.1.3 Ventajas

- Fácil acceso a cualquier terreno
- Fácil control de la siembra regular o irregularmente
- Rapidez
- Mayor versatilidad y manejo del instrumento.
- Económico

1.1.1.4 Desventajas

- Alta imprecisión entre surcos de siembra
- Desperdicio de semilla
- Distribución de semilla inestable
- Deterioro del suelo.
- Mayor impacto de bacterias en la semilla
- Inapropiada profundidad de anidado para la semilla.
- Mayor tiempo y esfuerzo de trabajo

2.1.2 (Alternativa 2) Sembradora de punta o matraca

2.1.2.1 Funcionamiento

Es desarrollada para acelerar la siembra de manera continua, consiste en dos brazos hasta la altura del pecho unido por una bisagra y una punta de enclavamiento. La punta penetra en el suelo y al cierre de los brazos en forma de “V” la parte inferior se abre y libera la semilla en el suelo. Continuamente una nueva semilla es recargada al igual que el fertilizante.

2.1.2.2 Elementos principales

- Brazo metálico de agarre
- Punta de penetración
- Tolvas de abono y semilla por separado
- Bisagra para una junta en posición “V”
- Cadena de control de apertura

2.1.2.3 Ventajas

- Acelerar el proceso de siembra
- Mayores hectáreas sembradas por hora de trabajo.
- Menor esfuerzo y tiempo de trabajo.
- Ahorro de semilla y fertilizante
- Sembrar y fertilizar al mismo tiempo.
- Siembra controlada

2.1.2.4 Desventajas

- Deterioro de brazos por un alto grado de fuerza de apertura y cierre.
- Deterioro de puntas por trabajos en suelos húmedos o arcillosos

- El alto golpe de cierre provoca el daño de la bisagra.
- La dosificación de semilla no es controlada en su totalidad por el dosificador
- Rompimiento brusco de las bisagras por un excesivo golpe.

Matraca para siembra



Figura 7. Instrumento de siembra manual

Fuente: (FAO, 2013)

2.1.3 (Alternativa 3) Máquina con dosificación automática

2.1.3.1 Funcionamiento

La sembradora consiste en un sistema de una rueda de tracción, en la cual está el eje motriz que transmite movimiento mediante un sistema piñón – cadena, con un piñón conductor de $Z=16$ y un piñón conducido de $Z=30$ de paso 40 que es conducido con una cadena del mismo paso, esta es conectada a un eje dosificador que mediante dos discos dosificadores distribuye la semilla y el abono hacia el suelo. Posee un sistema de enclavamiento que penetra en el suelo para que sea depositada la semilla y continuamente el abono.

2.1.3.2 Elementos principales

- Estructura base
- Rueda delantera y posterior
- Sistema piñón – cadena
- Discos dosificadores
- Barrenadora
- Tolva de almacenamiento de semilla y abono
- Brazos de empuje

2.1.3.3 Ventajas

- Ahorro de tiempo , esfuerzo y dinero
- Fácil acceso a cualquier campo
- Alto ahorro de semilla y abono
- Anidamiento automático de la semilla
- Mayor hectáreas sembradas por hora
- Fácil manejo
- Correcto lineamiento entre surcos
- Mejor diseño didáctico
- Fácil mantenimiento
- Fácil cierre de surco

2.1.3.4 Desventajas

- Sistema no automatizado
- Mayor cuidado en la preparación del terreno
- Grado medio de suciedad en su traslado

Sembradora con dosificación automática de semilla y abono



Figura 8. Máquina de siembra automática

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

2.2 Análisis de necesidades

En el presente proyecto, la sembradora se adaptará a las necesidades comunes que se presentan en el medio de la agricultura en el sector de Alambi, tales como:

- Costo
- Diseño
- Peso
- Seguridad
- Vida Útil
- Tamaño ergonómico

Se evaluará mediante un rango del 1 – 10, tomando en cuenta:

Tabla 6.

Rangos para evaluación de alternativas

1	INSERVIBLE
2	PESIMO
3	MUY MALO
4	MALO
5	REGULAR
6	NORMAL
7	BUENO
8	ACEPTABLE
9	MUY BUENO
10	EXELENTE

Nota: Rangos dados para evaluaciones de alternativas, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Tabla 7.

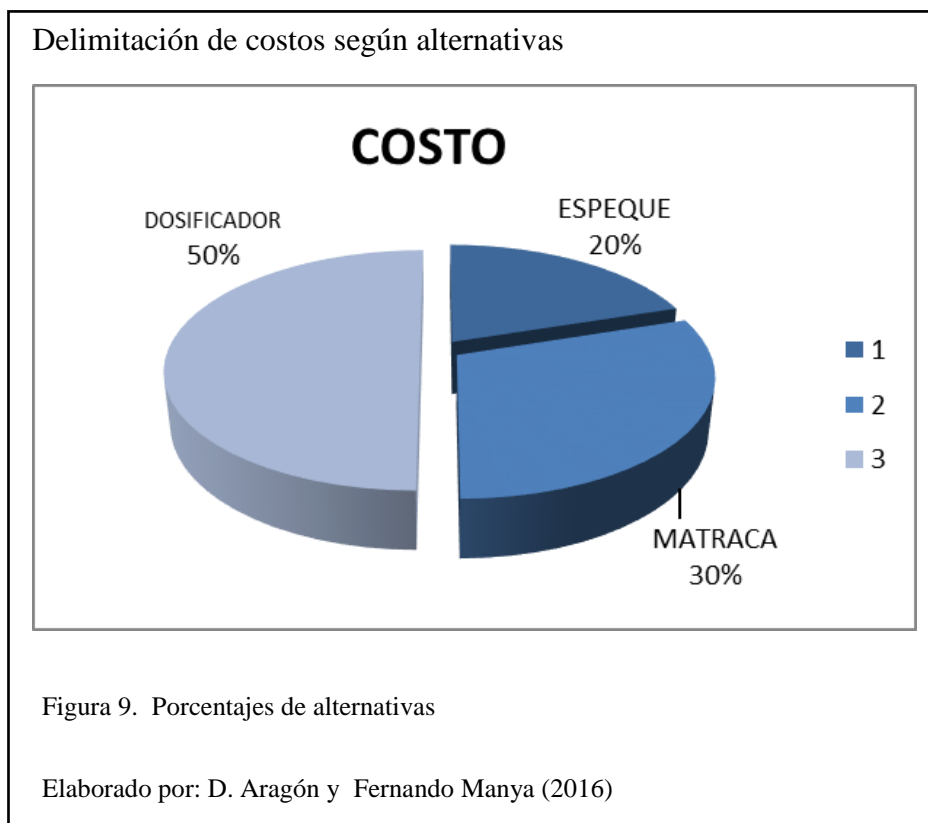
Tabla de ponderaciones según necesidades de una máquina

NECESIDADES	ALTERNATIVA 1	ALTERNATIVA 2	ALTERNATIVA 3
Costo	2	3	5
Diseño	4	5	7
Peso	4	7	7
Seguridad	1	4	9
Vida útil	2	5	10
Tamaño ergonómico	2	6	9
VALORACIÓN GLOBAL / 80	14	30	43

Nota: Datos obtenidos de alternativas, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

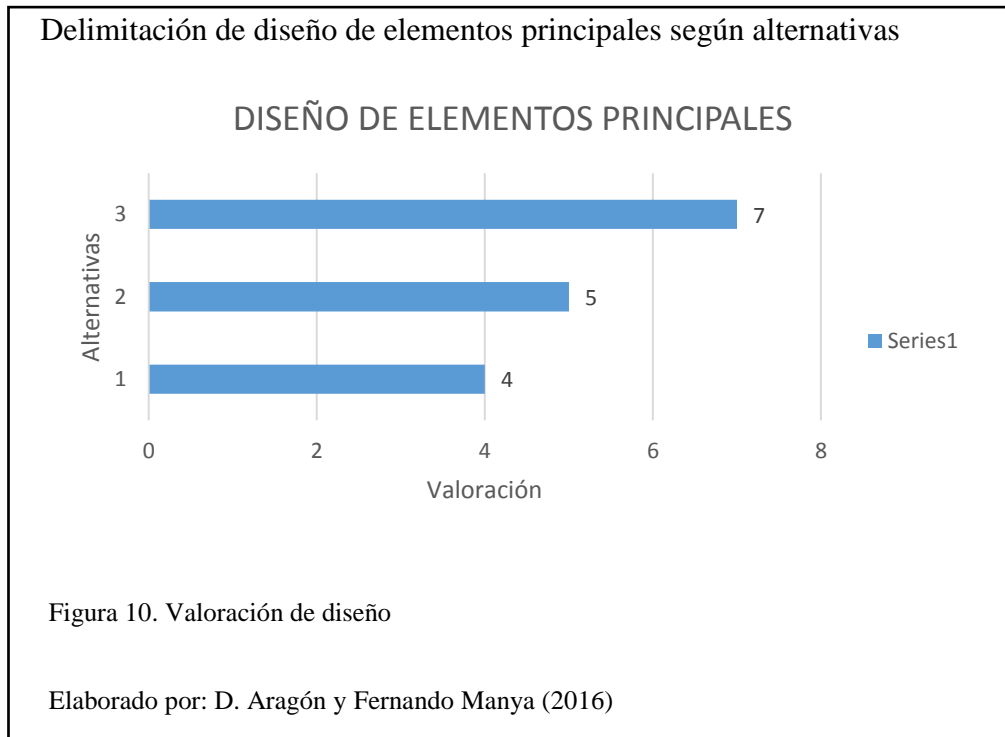
2.2.1 Costo

Se establece una comparación con base en materiales, fabricación, elementos normalizados y complementos que formen parte de la máquina se reflejara la opción más adecuada. Se evaluara el alto costo de los implementos para poder fabricar la máquina y sacar el costo- beneficio en referencia a su uso.



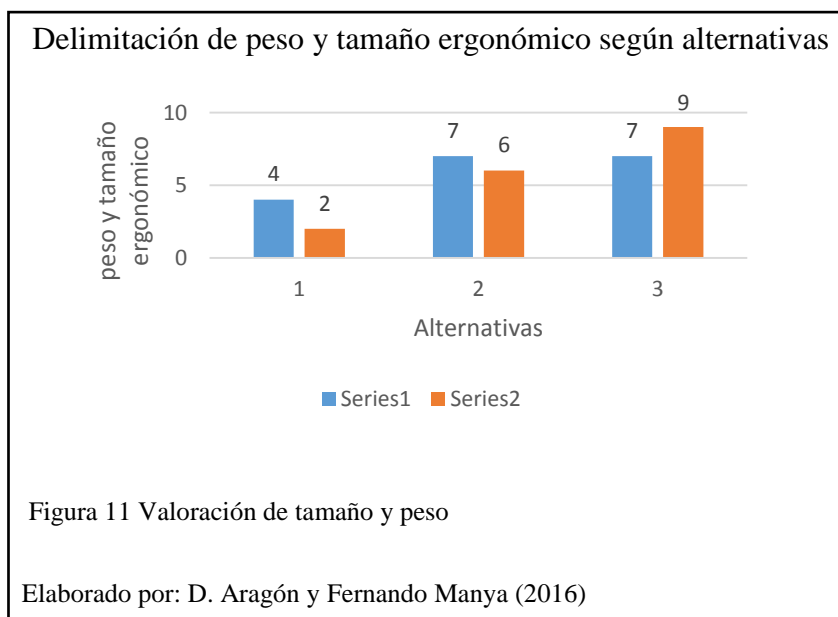
2.2.2 Diseño

Se evalúa el diseño de cada elemento principal que constituye la máquina.



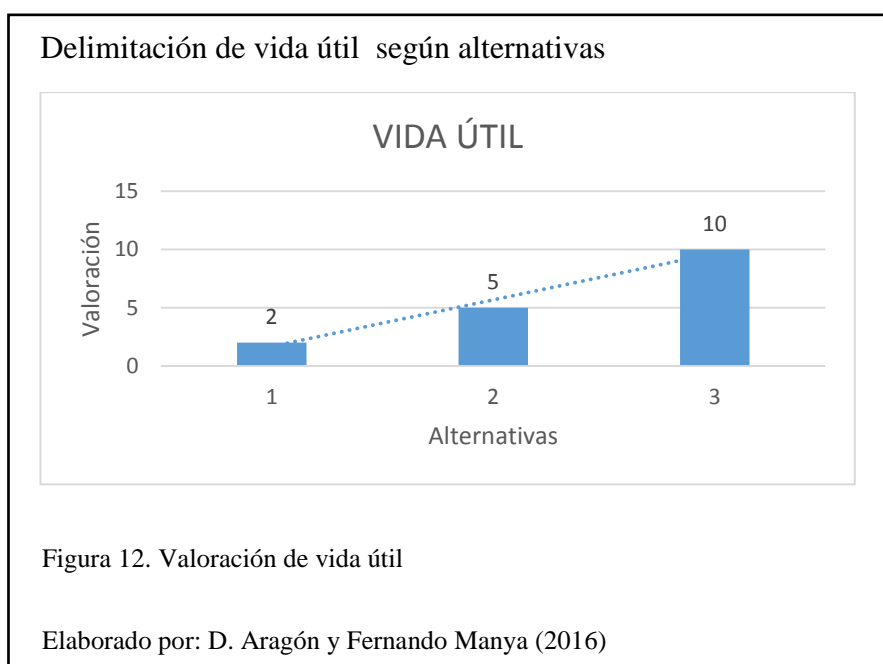
2.2.3 Peso y tamaño ergonómico

Se evalúa con base en la adaptación de la maquina en su medio funcional y su funcionamiento ergonómico de acuerdo con las personas que van a operar la máquina.



2.2.4 Vida útil

Se evalúa con base en área del terreno, donde va a estar expuesta la máquina.



2.3 Alternativa de diseño seleccionada

Para elegir la mejor opción de diseño y construcción de una sembradora para la siembra de quinua los resultados se verán obtenidos mediante el método cuantitativo, el cual reflejara un valor numérico de acuerdo con las necesidades que posee cada una de las alternativas y su funcionalidad al momento de ser empleada.

Tabla 8.

Selección de alternativas

ALTERNATIVAS	DENOMINACIÓN	PUNTAJE /80
1	Siembra por azada o espeque	14
2	Sembradora de punta o matraca	30
3	Sembradora con dosificación automática de semilla y abono	43

Nota: Dada la interacción entre el análisis de las necesidades en una escala numérica, se ha encontrado que la mejor alternativa para el diseño y construcción de una máquina sembradora es la Alternativa 3,

Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Capítulo 3

Cálculos y diseño para la construcción y selección de elementos mecánicos

3.1 Diseño estructural

3.1.1 Cálculo de dimensiones

En el presente proyecto la máquina será manipulada con una fuerza externa emitida por el operario durante la siembra, se considera los siguientes puntos:

- Dimensiones
- Peso estructural
- Peso de accesorios para el movimiento y dosificación.
- Peso total

3.2 Dimensiones

Se ha considerado el dimensionamiento de la máquina tomando en cuenta lo siguiente:

- La altura promedio del agricultor en Alambi
- La fuerza promedio del ser humano
- La distancia entre surcos

Se consideró las estaturas de los agricultores en un promedio que oscila entre 1.65 a 1.75 metros.

Los datos tomados para el dimensionamiento vienen dados por la medición desde el suelo hasta el torso del operario.

Altura medida hasta el torso



Figura 13. Operario con altura promedio

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Se parte del análisis ergonómico de trabajo durante la siembra es de 1.055; según datos tomados de la estatura del operario de Alambi.

Tabla 9.

Medición poblacional

MEDICIÓN DE ESTATURA POBLACIONAL PARA DEFINICIÓN DE ALTURA EN SEMBRADORA		
PERSONAS	ESTATURA (m)	MEDICIÓN HASTA EL TORSO (m)
1	1,60	1
2	1,65	1,02
3	1,68	1,04
4	1,70	1,07
5	1,72	1,09
6	1,75	1,11
Σ altura	10,10	6,33
Estatura promedio	1,68	1,055

Nota: Datos obtenidos de personas del sector, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Por lo tanto en consideración con las mediciones realizadas las medidas son:

- 40 cm de ancho por 1 metro de alto

3.3 Peso estructural

El peso de la máquina de acuerdo al diseño y dimensionamiento de los elementos principales y sus accesorios, son materiales existentes en el mercado nacional, estos están constituidos de los siguientes elementos mecánicos:

Tabla 10.

Elementos mecánicos principales

DESCRIPCIÓN	CÓDIGO DE PLANO
Brazos de empuje	8921249/110742.001.001
Soportes principales	8921249/110742.001.002
Rueda delantera	8921249/110742.001.003
Eje delantero	8921249/110742.001.004
Rueda posterior	8921249/110742.001.005
Eje posterior	8921249/110742.001.006
Tolva	8921249/110742.001.007
Eje dosificador	8921249/110742.001.008
Base de tolva	8921249/110742.001.009
Barrenadora	8921249/110742.001.010

Nota: Elementos mecánicos con código de plano para su construcción, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

- **Brazos de empuje:** son los elementos que empujan la máquina mediante una fuerza externa hecha por el operario, el material seleccionado es tubo redondo de $\varnothing 25.4 \times 2$ mm de espesor norma de fabricación ASTM A500 (ver anexo 1)

Brazo de empuje



Figura 14. Dobleces en tubo redondo

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

- **Soporte principal:** el soporte principal es la base en la cual se alojan todos los elementos y se sujetan a la misma, el material seleccionado es tubo rectangular de $25.4 \times 50.8 \times 2$ mm de espesor con norma de fabricación ASTM A500 (ver anexo 2)

Soporte principal



Figura 15. Desarrollo de soportes en tubo cuadrado

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

- **Rueda delantera y posterior:** Son elementos de tracción, la rueda delantera escarba la tierra y la rueda posterior la aplana, el acero seleccionado para su construcción es acero laminado en caliente de norma de fabricación ASTM A568 (Ver anexo 3), se decide utilizar plancha de 610 x 1220 x 6 mm

Rueda delantera y posterior



Figura 16. Ruedas roladas

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

- **Eje delantero y posterior:** Son los mecanismo principales que mediante la fuerza aplicada por el operador, produce un momento el cual da movimiento a los ejes y por lo tanto a las ruedas, el acero seleccionado para su construcción es acero AISI 4340 (ver anexo 4), se selecciona según cálculos un eje de $\varnothing 30 \times 400$ mm.

Eje para transmisión de movimiento



Figura 17. Eje torneado

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

- **Eje para dosificación:** es el elemento de la tolva para la dosificación de la semilla, que mediante el movimiento del sistema piñón-cadena, produce un momento para el movimiento del eje, el acero seleccionado para su construcción es acero AISI 4340, se selecciona según cálculos un eje de \varnothing 25.4 x 300 mm.
- **Disco dosificador de semilla de quinua y abono:** el disco dosificador es el elemento que mediante la relación de transmisión con el sistema piñón-cadena, da movimiento al eje para que los discos dejen caer la semilla y abono al suelo, el material seleccionado es Duralón (Nylon de alto peso molecular) de norma de fabricación ASTM D 5147 , se decide utilizar un eje de \varnothing 150 x 20 mm



- **Tolva:** Es el elemento de almacenamiento de la semilla de quinua y abono, el acero seleccionado para su construcción es acero laminado al caliente de norma de fabricación ASTM A568, se decide utilizar una plancha de 3 mm de espesor.

Tolva



Figura 19. Tolva almacenadora de semilla y abono

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manyá (2016)

- **Barrenadora:** Es un elemento soldado que tiene dos partes un tubo cuadrado de 25.4 x 2 mm de espesor y una platina doblada con un ángulo de 60° de espesor 2 mm en forma de “V” en su parte inferior que es la encargada de abrir surco y remover la tierra previo al depósito e la semilla y abono, se utiliza material ASTM A568 y ASTM A500.

Barrenadora



Figura 20. Barrenadora abre surcos en la tierra

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manyá (2016)

Tabla 11.

Pesos de elementos de la sembradora

PESO ESTRUCTURAL				
DENOMINACION	CANTIDAD	DIMENSIONES (mm)	MATERIAL	PESO (Kg)
Brazos de empuje	2	∅ 25.4 x 2	Tubo redondo negro	4,6
Base principal	2	25.4 x 50.8 x 2	Tubo rectangular negro	3,4
Rueda delantera	1	∅ 300 x 120	Acero laminado al caliente	8,3
Rueda posterior	1	∅ 240 x 120	Acero laminado al caliente	7,1
Ejes para rueda delantera	1	∅ 30 x 400	Acero al carbono SAE 4340	1,6
Ejes para rueda posterior	1	∅ 25 x 400	Acero al carbono SAE 4340	1,3
Eje para dosificación	1	∅ 25 x 250	Acero al carbono SAE 4340	0,7
Discos dosificadores	2	∅ 150 x 20	Duralón	0,7
Tolva	1	420 x 270	Acero laminado al caliente	8,2
Soporte de barrenadora	1	238 x 160	Tubo redondo negro	0,5
Soporte de tolva	1	366 x 142 x 54	Perfil estructural en L	0,7
Barrenadora	1	452 x 130	Tubo cuadrado negro	2,45
PESO TOTAL				40,85

Nota: El peso total de la sembradora es de = 40,85 kg, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

3.3.1 Peso de accesorios para el movimiento y dosificación

Los accesorios son elementos complementarios de la sembradora, cada uno de ellos es seleccionado de acuerdo a su función de trabajo.

Catalinas, rodamientos, anillos seeger = 3 kg

3.3.2 Peso total de la sembradora

Su peso total está dado por la suma de todos sus elementos

Peso total = Peso estructural + Peso de Accesorios

Peso total = 41 kg + 3 kg

Peso total = 44 kg

3.4 Diseño de desplazamiento máquina-suelo

3.4.1 Cálculo de resistencia del suelo

Para el cálculo inicial de la fuerza realizada por la máquina respecto al suelo, ha sido necesario realizar un estudio de campo con las siguientes características:

- Resistencia de suelo medido con un dinamómetro
- Temperatura del suelo medida por un termómetro
- Altura sobre el nivel del mar medido con un GPS

La resistencia del suelo está dada por una fuerza de reacción frente a la acción de enclavamiento y arrastre. Este arrastre es tomado considerablemente como un punto de partida entre el empuje que realiza el operario y la resistencia al avance que genera el suelo. Las unidades fuerza está dada en kilogramos fuerza (kgf).

Resistencia al suelo medido con un dinamómetro



Figura 21. Expresión de fuerza mediante un dinamómetro

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manyá (2016)

Para el cálculo inicial de la fuerza dinámica tenemos las siguientes mediciones:

Tabla 12.

Mediciones de dureza

MEDICIONES DE DUREZA DEL SUELO		
MEDICIONES	FUERZA (kgf)	
1	25	
2	35	
3	42	
4	45	
5	40	
6	33	PROMEDIO
TOTAL	220	37 (kgf)

Nota: Datos obtenidos del suelo de Alambi, Fuente: D. Aragón y Fernando Manyá (2016)

Se tiene:

$$X = \frac{\sum x_i}{n}$$

Ecuación 1

Donde:

$X = \text{media aritmetica}$

$n = \text{Perteneientes a la muestra}$

$n = \text{número de muestra}$

$$X = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{(25 + 35 + 42 + 45 + 40 + 33)kgf}{6}$$

Por lo tanto el valor de la media aritmética será:

$$X = 37Kgf$$

Fuente: (Tarquin, 2000)

Al analizar las respectivas mediciones en consideración se toma en cuenta que la resistencia del suelo aplicada es de 37 (kgf).

3.4.2 Temperatura del suelo

Debido a la fuerza aplicada por el operario se considera una resistencia al desplazamiento provocada por el suelo la cual se obtuvo experimentalmente, a su vez la Temperatura del suelo que oscila entre 7 a 10 ° C



3.4.3 Cálculo de factores en la obtención del coeficiente de fricción

De acuerdo al diseño mecánico realizado para el desplazamiento de la sembradora en el terreno es indispensable tener un coeficiente de fricción para demostrar la resistencia del suelo respecto al metal.

El tipo de suelo del sector es franco arenoso, suave para la siembra.

3.4.3.1 Determinación de la fricción

Los valores del coeficiente de fricción nos indicaran el esfuerzo para desplazarse mediante el contacto entre la tierra y el metal y diferentes niveles de profundidad con respecto a su humedad. Las unidades son (lb / plg), esto demuestra el número de pulgadas de agua contenida en un pie de suelo

Determinación de humedad por medio del tacto



Figura 23. Tacto de tierra

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

De acuerdo a la variedad de suelos y características se obtiene distintos coeficientes.

La humedad considerada para un suelo franco suave es de 0,4 (lb/plg)

La presión en el sector de Alambi se encuentra en los 4 KPa. .Con estos datos se logran obtener el coeficiente de fricción de acuerdo a las características en las que reacciona el metal y el suelo con cierta humedad y presión. (Ver anexo 5)

Pasado de rastra para la humedad



Figura 24. Rastra para verificar la humedad

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

3.4.3.2 Cálculo de Empuje y Tensión

3.4.3.2.1 Fuerza de empuje

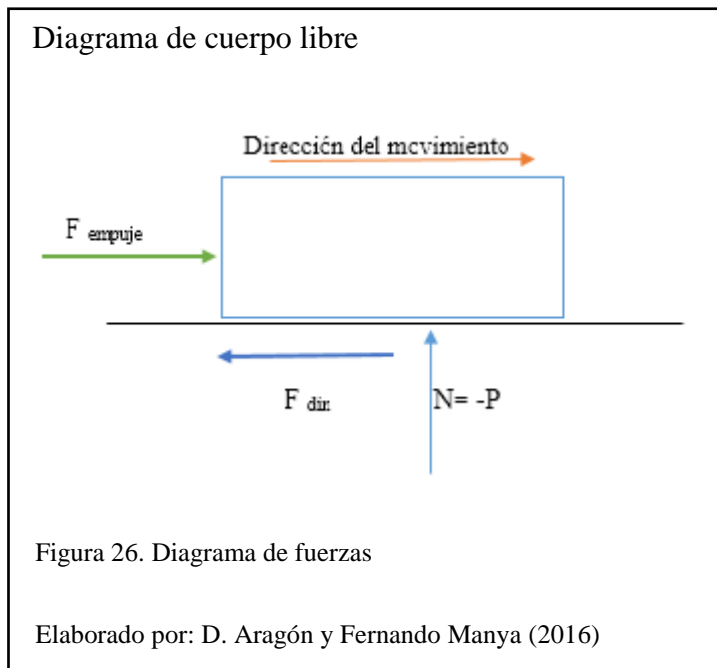
Esta fuerza de empuje viene generada por el operario al trasladar la sembradora sobre el terreno, ha esto se le suma una reacción generada por la superficie sobre la cual se desplaza con una aceleración.

Empuje de la sembradora



Figura 25. Operario empujando la sembradora

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)



$$F.Total = m \times a \quad \text{Ecuación 2}$$

$$F.Dinamica = Coef.de\ rozamiento \times -m \times g \quad \text{Ecuación 3}$$

$$F.Total = F\ empuje - F.dinámica \quad \text{Ecuación 4}$$

$$F.Empuje = m \times a + Cr - m \times g \quad \text{Ecuación 5}$$

$$F.Empuje = m \times a - Cr \times g$$

Fuente: (Larburu, 2001)

$$F.Empuje = 4,48\ New - 0,006 \frac{m}{s^2} - (0,60 \times 9,8 \frac{m}{s^2})$$

$$F.Empuje = 26,31\ kg$$

La fuerza de empuje que genera una persona por cada extremidad superior es de 30 kg, por ello puede romper la reacción que genera la sembradora en el traslado sobre el terreno de siembra.

3.4.3.2 Cálculo de velocidad de desplazamiento

Los siguientes datos son con los cuales la sembradora realizara su trabajo.

- Peso de la maquina: de 44 kg
- Superficie de terreno lineal: 60 metros

- Área total de terreno = 60 m²
- Tiempo estimado de siembra: 5 min

Velocidad de la sembradora:

$$V = \frac{d}{t} \quad \text{Ecuación 6}$$

$$V = \frac{60 \text{ m}}{300 \text{ s}}$$

$$V = 0.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Aceleración de la sembradora:

$$a = \frac{v_f - v_i}{t_f - t_i} \quad \text{Ecuación 7}$$

$$a = \frac{0.2 - 0 \text{ m/s}}{(300 - 0) \text{ s}}$$

$$a = 0.006 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Fuente: (Mott, 2006)

3.4.3.3 Tensión

La tensión ejercida por el operario hacia la sembradora está provista desde el terreno hasta la altura de la cintura, la misma que genera el movimiento sobre la superficie con un ángulo de inclinación.

$$F.Tension = F.gravitatoria + m \times g \quad \text{Ecuación 8}$$

$$F.Tension \times \cos \theta = 98 \text{ New} + 44 \text{ kg} \times 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\tan \theta = \frac{\text{altura hasta la cintura}}{\text{distancia al centro de gravedad}} = \frac{100 \text{ cm}}{45 \text{ cm}}$$

$$\theta = \tan^{-1} 2,22$$

$$\theta = 65,77^\circ$$

$$F.Tension \times \cos 65,77 = 98 \text{ New} + 44 \text{ kg} \times 1 \frac{m}{s^2}$$

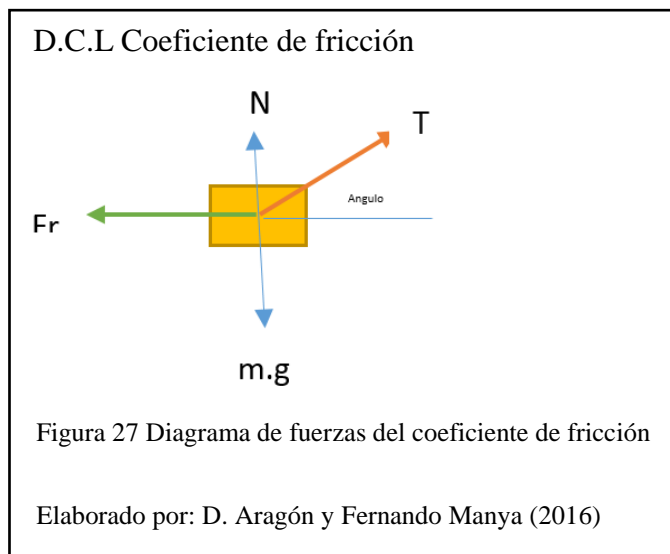
$$F.Tension = \frac{98 \text{ New} + 44 \text{ New}}{\cos 65,77}$$

$$F.Tension = 346 \text{ New}$$

Fuente: (Mott, 2006)

3.4.4 Cálculo de coeficiente de fricción

El bloque en reposo mantiene un coeficiente de fricción detallado en el diagrama de cuerpo libre.



- El peso= m.g
- La fuerza aplicada (T) que forma un ángulo con la horizontal
- La fuerza (N) que ejerce el plano sobre el bloque
- La fuerza de rozamiento (Fr)

El peso W es el provisto por todos los elementos de la maquina es de 44 kg

La Fuerza de empuje es generada por el operario, una persona puede empujar 30 kg por cada extremidad superior.

La fuerza normal (N) es la que ejerce el terreno sobre la máquina, por lo tanto, su peso es igual a la fuerza y la fuerza es igual a la normal.

De acuerdo con los datos obtenidos:

Peso de la máquina = 44 kg

Humedad = 0,4 plg / pie

Presión = 4 KPa

El coeficiente de fricción entre el suelo – metal oscila entre (μ), 0.575 y 0.620

$$\Sigma F_x = 0$$

$$\Sigma F_x = m * ax \quad \text{Ecuación 9}$$

La rueda delantera tiene una Normal (N) de:

$$N = \frac{W1}{2} = \frac{8,3}{2} = 4,15 \text{ N} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$F = Fr1 + Fr2 \quad \text{Ecuación 11}$$

$$Fr1 = \mu x N \quad \text{Ecuación 12}$$

$$Fr1 = (0.575) (4,15 \text{ N})$$

$$Fr1 = 2,39 \text{ N}$$

La rueda posterior tiene una Normal (N) de:

$$N = \frac{W1}{2} = \frac{7,1}{2} = 3,55 \text{ N}$$

$$Fr2 = \mu x N$$

$$Fr1 = (0.575) (3.55 \text{ N})$$

$$Fr1 = 2,040 \text{ N}$$

$$F = 2.39 + 2,040$$

$$F = 4.43 \text{ N}$$

La fuerza final dada en Kilogramos es:

$$F = 4.43 \text{ N} \times \frac{9,8 \text{ kg}}{1 \text{ N}} = 43,41 \text{ kg}$$

Fuente: (Larburu, 2001)

Coeficiente de fricción (μ), entre el acero y la tierra

- μ = coeficiente de fricción
- μ_k = coeficiente de fricción cinética
- μ_s = coeficiente de fricción estática

$$\mu N1 = \mu x1 * N \quad \text{Ecuación 13}$$

$$\Sigma Fy = 0$$

$$W - N = 0 \quad \text{Ecuación 14}$$

$$W = N$$

$$W = m * g$$

$$N = N1 + N2$$

$$N = \frac{W}{2}$$

3.4.5 Fuerzas que actúan en la sembradora

Las fuerzas que actúan, cuando la maquina está en movimiento son las siguientes:

- Fuerza De Tensión (F.T)
- Fuerza de Empuje (F.E)

- Fuerza de rozamiento 1 (Fr_1)
- Fuerza de contacto normal 1 (N_1)
- Fuerza de rozamiento 2 (Fr_2)
- Fuerza de contacto normal 2 (N_2)
- Peso (W)

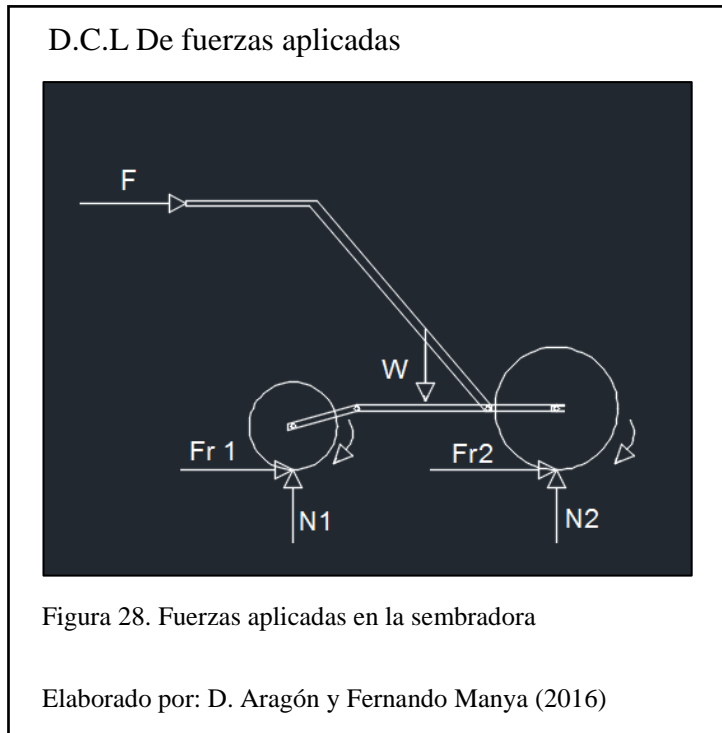


Tabla 13.

Resultado de fuerzas

FUERZAS RESULTANTES		
DESCRIPCION	VALOR	UNIDADES
Empuje	26,31	Kilogramos
Tension	346	Newtons
Fuerza de rozamiento 1	2,39	Newtons
Fuerza de rozamiento 2	2,04	Newtons
Normal 1	4,15	Newtons
Normal 2	3,55	Newtons
Peso	44	Kilogramos
Fuerza Total	43,41	Kilogramos

Nota: La fuerza total, que necesita la sembradora para poder moverse, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Diagrama Distancia vs Tiempo

Distancia (m)	Tiempo (s)	Velocidad (m/s)
0	1	0
1,6	2,8	0,571428571
3,2	5,6	0,571428571
4,8	8,4	0,571428571
6,4	11,2	0,571428571
8	14	0,571428571
9,6	16,8	0,571428571
11,2	19,6	0,571428571
12,8	22,4	0,571428571
14,4	25,2	0,571428571
16	28	0,571428571
17,6	30,8	0,571428571
19,2	33,6	0,571428571
20,8	36,4	0,571428571

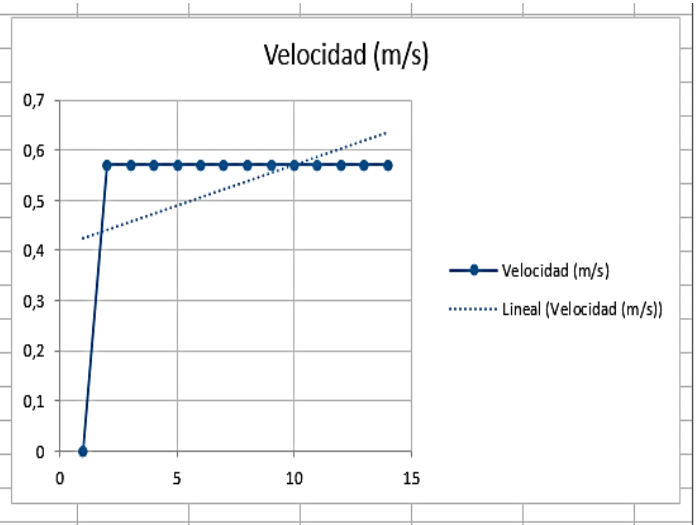


Figura 29. Valores de velocidad de la sembradora

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Diagrama Masa vs Aceleración

Masa (Kg)	Aceleracion (m/s ²)	Fuerza (N)
10	0,55	5,5
11	0,55	6,05
12	0,55	6,6
13	0,55	7,15
14	0,55	7,7
15	0,55	8,25
16	0,55	8,8
17	0,55	9,35
18	0,55	9,9
19	0,55	10,45
20	0,55	11

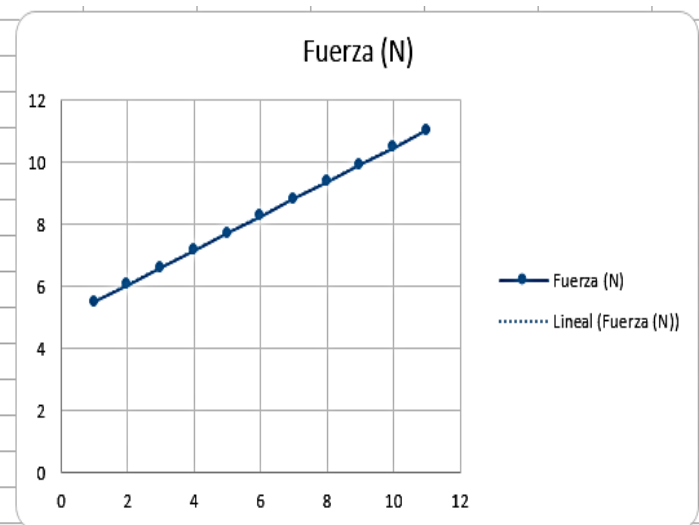


Figura 30. Valores de fuerza aplicada en la sembradora

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

3.5 Cálculo de ejes

Los ejes son elementos de soporte y movimiento de la máquina, debido a su función cumplen la tarea más importante basada en el traslado de todos elementos, Su desempeño se reflejará en el comportamiento ágil de la sembradora dentro del terreno.

3.5.1 Selección de material para ejes

El material seleccionado para los ejes es Acero AISI 4340, considerando que trabajan sometido a torsión, flexión y con altas cargas de trabajo.

Es utilizado en ejes de carro, discos de freno, levas de mando, cardanes, ejes de transmisión de gran magnitud, etc. Debido a su composición química (Cr, Ni, Mo) tiene un gran rendimiento en piezas sometidas a ciclos de trabajo. (Ver anexo 6).

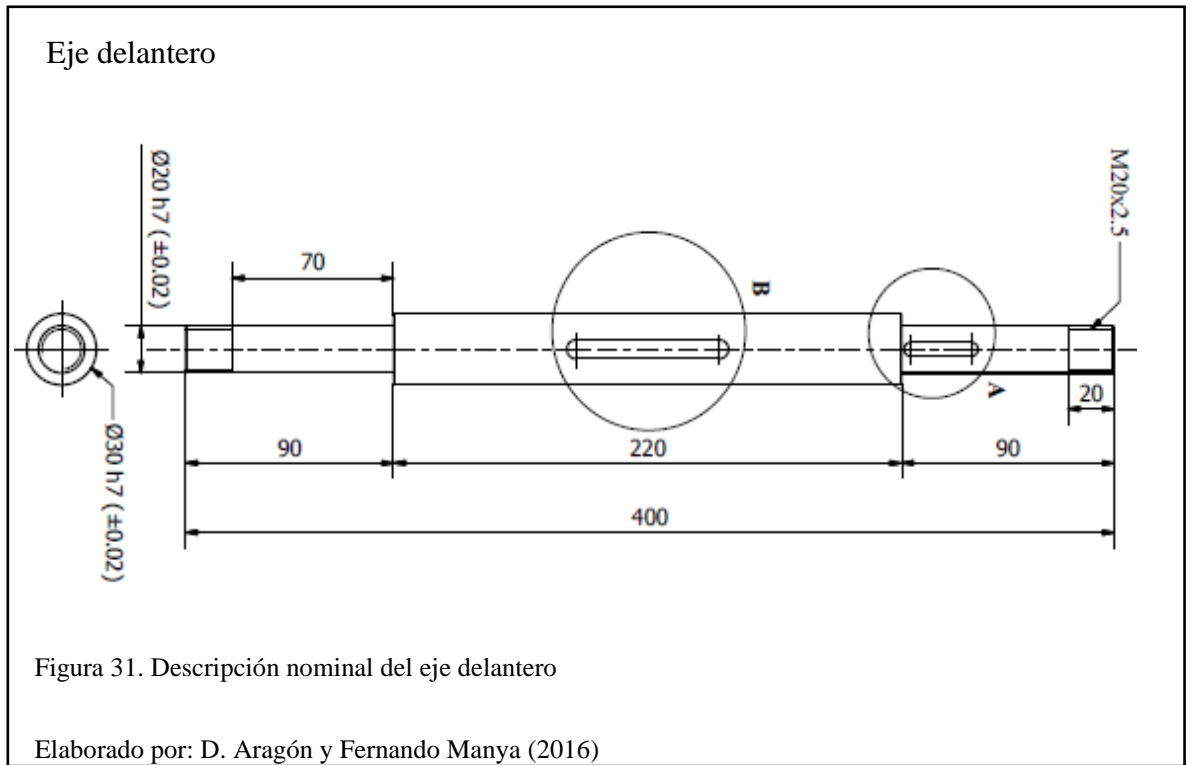
3.5.2 Diseño de ejes a esfuerzos combinados

El dimensionamiento y diseño constructivo de los ejes es la parte fundamental para el desplazamiento de la sembradora debido a esto es necesario tomar en cuenta los siguientes puntos

- Determinar la longitud de tramos y secciones de acuerdo a los elementos de sujeción necesarios.
- Seleccionar el método adecuado de sujeción de piezas que se va a montar en el eje.
- Seleccionar el material adecuado que pueda soportar cargas normales así como también cargas eventuales máximas.

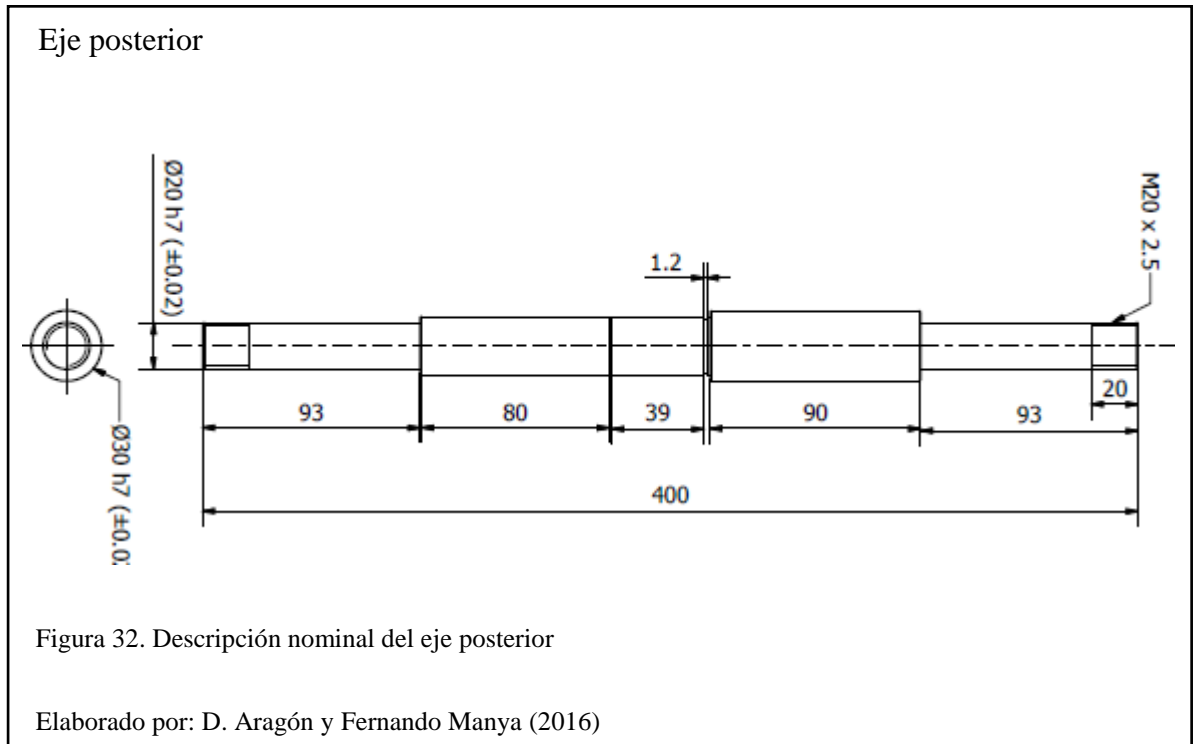
3.5.2.1 Eje delantero

El eje delantero es el elemento base para el desarrollo de transmisión de movimiento, del mismo partirá el traslado juntamente con la rueda delantera que será de tracción para el dosificador.



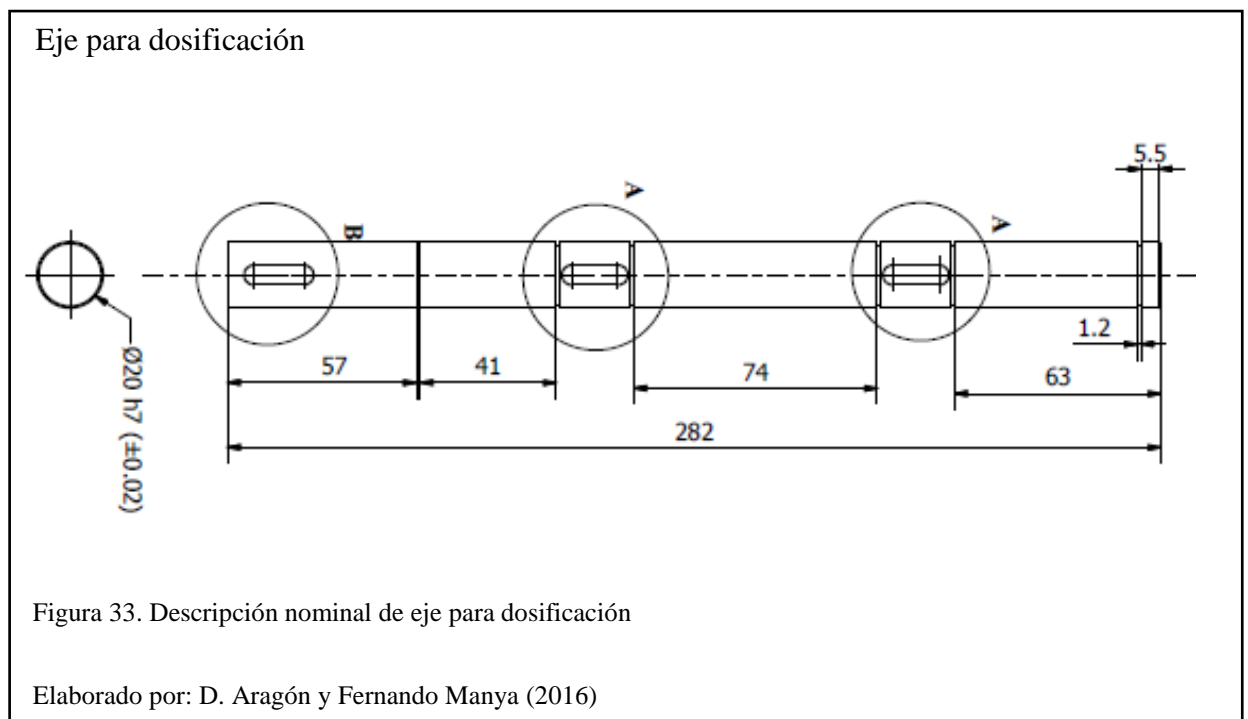
3.5.2.2 Eje posterior

El eje posterior solamente es el soporte para que se realice el movimiento de la rueda posterior o rueda loca, la misma que tiene como función aplanar la tierra una vez realizada la dosificación de la semilla y abono.



3.5.2.3 Eje para dosificación

El eje para el dosificador es el soporte principal de las plantillas que dosifican las semillas y el abono, además en ella se aloja una rueda dentada que genera el movimiento articulado para la dosificación.



3.5.3 Cargas y momentos presentes en los ejes mediante Inventor 2015

3.5.3.1 Eje delantero

El eje delantero muestra diferentes puntos de carga de acuerdo a su movilidad en el terreno. Las características del material usado son:

Tabla 14.

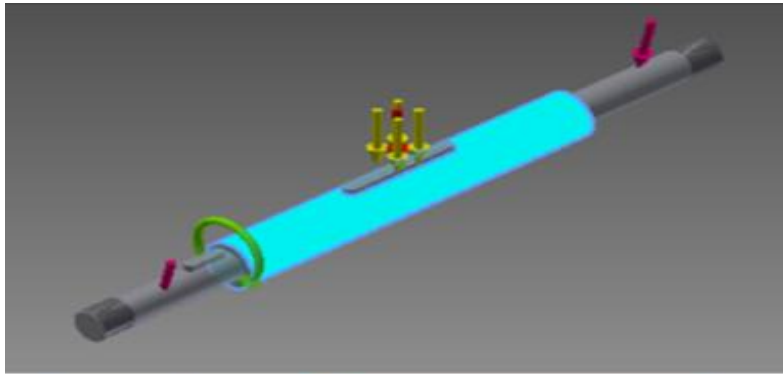
Datos del material seleccionado

Material	Steel 4340	
General	MassDensity	7,85 g/cm ³
	YieldStrength	207 MPa
	UltimateTensileStrength	345 MPa
Stress	Young'sModulus	210 GPa
	Poisson's Ratio	0,3 ul
	ShearModulus	80,7692 GPa
PartName(s)	Eje Delantero	

Nota: Datos obtenidos mediante Software (INVENTOR 2015), Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Una vez realizados los cálculos de cargas situados en puntos de riesgo para el eje se pudo constatar los siguientes valores:

Fuerzas aplicadas en el eje delantero



Load Type	Force	Load Type	Pressure
Magnitude	435,000 N	Magnitude	305,000 MPa
Vector X	0,000 N	Load Type	Momento
Vector Y	-434,794 N	Magnitude	99000,000 N mm
Vector Z	-13,371 N	Vector X	99000,000 N mm
		Vector Y	0,000 N mm

Figura 34. Fuerzas aplicadas en el eje

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

3.5.3.2 Reacciones, Fuerzas y Momentos en el eje delantero

Tabla 15.

Momentos y reacciones en el eje delantero

ConstraintName	ReactionForce		ReactionMoment	
	Magnitude	Component (X,Y,Z)	Magnitude	Component (X,Y,Z)
Fixed Constraint:1	8,99519 N	2,33588 N	30,7962 N m	-30,7944 N m
		8,11956 N		-0,309289 N m
		-3,08704 N		0,122926 N m
Fixed Constraint:2	166002 N	0 N	438,834 N m	-13,1934 N m
		166002 N		0 N m
		0 N		438,636 N m
Frictionless Constraint:1	7,89081 N	0,0543818 N	1,45369 N m	-0,184302 N m
		7,65211 N		0,352798 N m
		1,92538 N		-1,39813 N m

Nota: Datos obtenidos mediante Software (INVENTOR 2015), Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Esfuerzo principal del eje

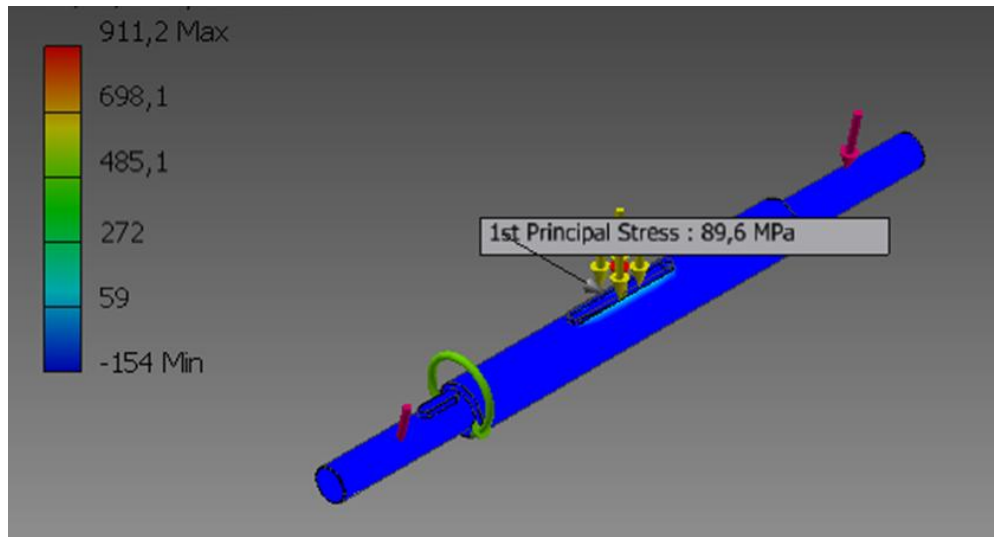


Figura 35. Fuerza total aplicada en el eje

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Tabla 16.

Esfuerzo principal y secundario

Name	Mínimum	Máximum
Volume	213975 mm ³	
Mass	1,67971 kg	
Von Mises Stress	0,0116936 MPa	1417,22 MPa
1st Principal Stress	-154,039 MPa	911,182 MPa
3rd Principal Stress	-1495,49 MPa	69,8109 MPa
Displacement	0 mm	0,0171074 mm
Safety Factor	0,146061 ul	15 ul

Nota: Datos obtenidos mediante Software (INVENTOR 2015), Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

El resultado del esfuerzo de corte al cual está sometido el eje se delimitara en sus zonas de riesgo sombreadas, de acuerdo a la selección adecuada del material, se puede observar que el eje puede soportar un esfuerzo de corte máximo de 1418 MPa.

Cargas laterales

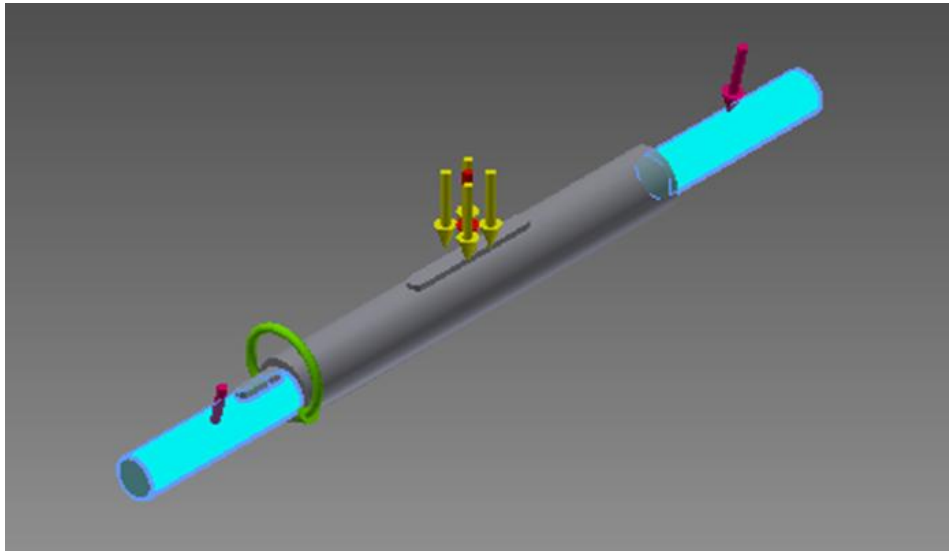


Figura 36. Fuerzas aplicadas en los extremos del eje

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

Deflexión del eje delantero

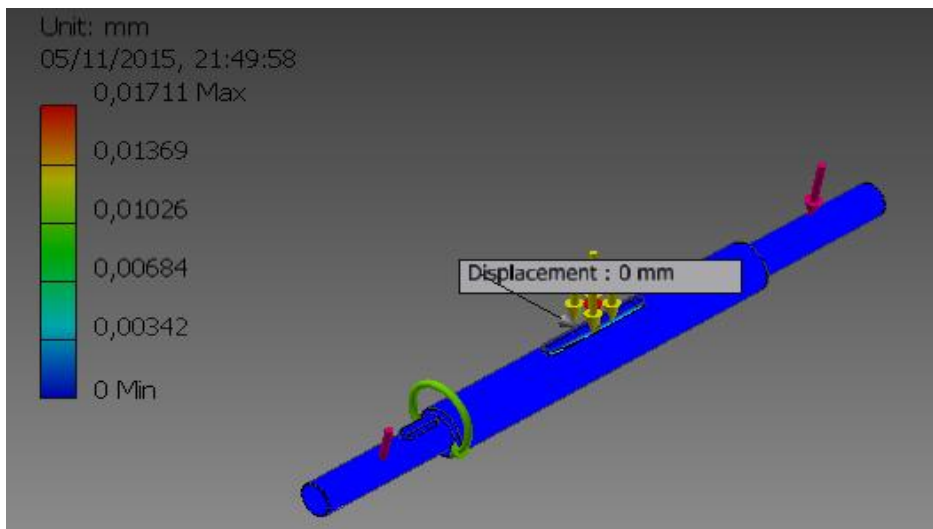
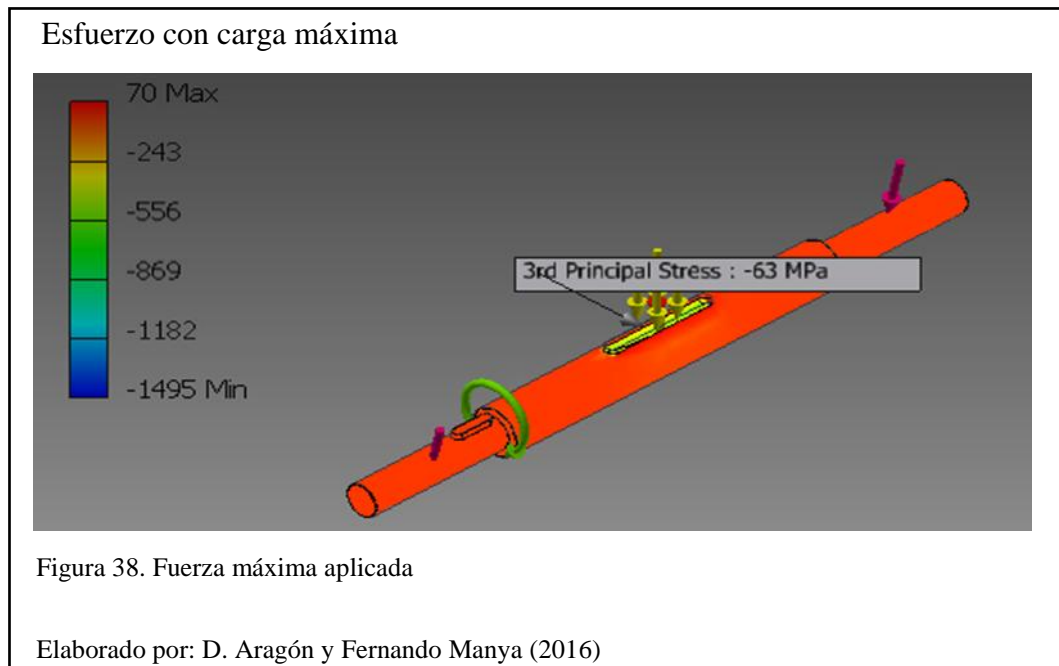


Figura 37. Desplazamiento generado por la fuerza total aplicada

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

El desplazamiento es nulo, por ello, el eje no tiende a deformarse. Su diagrama de stress demuestra que la sembradora durante su desplazamiento en el terreno tiene un movimiento sin deformación.

El esfuerzo con cargas eventualmente máximas nos indica que el eje soportara diferentes cargas al cambio de velocidad, distancia y tiempo.



3.6 Selección de la chaveta

La chaveta es un elemento de sujeción la cual tiene como función fijar a la rueda delantera, rueda posterior, rodamientos y catalinas al eje .Su función también es transmitir un movimiento de rotación desde el eje hacia el elemento donde se encuentra alojado.

3.6.1 Selección del material

Se elige un Acero AISI 1020 CD que tiene una resistencia última a la tensión de 420 MPa, resistencia de fluencia 352 MPa y 15% de elongación(Mott, 2006).Este acero es utilizado para la fabricación de piezas con alta resistencia en ciclos de trabajo, un bajo porcentaje de elongación y una buena ductilidad. Se considera usarlo para

sujeción de elementos pequeños con cargas considerables de impacto en ciclos de trabajo.

3.6.2 Dimensione de chaveta según su norma

Tabla 17.

Selección de chavetas

Pasadores y chavetas		CHAVETAS PARALELAS SERIE NORMAL					TABLA 18 . 13	
Dimensiones en mm.		(De UNE 17.102 h1)						
CHAVETA								
Sección <i>b × h</i>	Ancho <i>b</i>		Altura <i>h</i>		Chaflán <i>b_r</i>		Longitud <i>l</i>	
	Nominal	Toler. <i>h9</i>	Nominal	Toler. <i>h9 y h11</i>	Mínima	Máximo	De...	...a
4 × 4	4	0	4	0	0,16	0,25	8	45
5 × 5	5	0	5	0	0,25	0,40	10	56
6 × 6	6	-0,030	6	-0,030	0,25	0,40	14	70
8 × 7	8	0	7	0	0,25	0,40	18	90
10 × 8	10	-0,036	8	0	0,40	0,60	22	110
12 × 8	12	0	8	0	0,40	0,60	28	140
14 × 9	14	0	9	-0,090	0,40	0,60	36	160
16 × 10	16	-0,043	10	0	0,40	0,60	45	180
18 × 11	18	0	11	0	0,40	0,60	50	200
20 × 12	20	0	12	0	0,40	0,80	56	220
22 × 14	22	0	14	0	0,60	0,80	63	250
25 × 14	25	-0,052	14	-0,110	0,60	0,80	70	280
28 × 16	28	0	16	0	0,60	0,80	80	320
32 × 18	32	0	18	0	0,60	0,80	90	360
36 × 20	36	0	20	0	0,60	1,20	100	400
40 × 22	40	-0,062	22	0	1,00	1,20	—	—
45 × 25	45	0	25	0,130	1,00	1,20	—	—
50 × 28	50	0	28	0	1,00	1,20	—	—
56 × 32	56	0	32	0	1,00	2,00	—	—
63 × 32	63	0	32	0	1,60	2,00	—	—
70 × 36	70	-0,074	36	0	1,60	2,00	—	—
80 × 40	80	0	40	-0,160	2,50	3,00	—	—
90 × 45	90	0	45	0	2,50	3,00	—	—
100 × 50	100	-0,087	50	0	2,50	3,00	—	—

Nota: Selección de chavetas, Fuente: (Larburu, 2001)

Tabla 18.

Dimensiones de las chavetas utilizadas

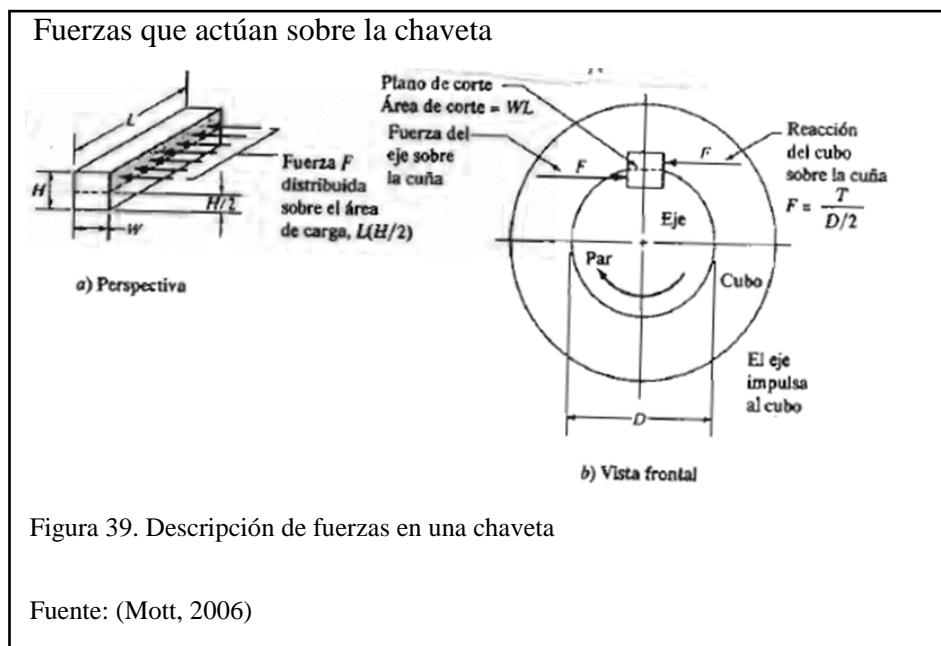
LISTA DE CHAVETAS UTILIZADAS			
ELEMENTO	DENOMINACIÓN	DIMENSIONES (bxhxl)	CANTIDAD
Eje Delantero	Chaveta paralela de serie normal	8 mm x 7 mm x 70 mm	1
	Chaveta paralela de serie normal	6 mm x 6mm x 32 mm	1
Eje dosificador	Chaveta paralela de serie normal	6 mm x 3 mm x 20 mm	2
	Chaveta paralela de serie normal	6 mm x 3mm x 25 mm	1

Nota: Chavetas a utilizarse, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

3.6.3 Cálculo de esfuerzo de corte en chavetas

Las fuerzas aplicadas en la chaveta se encuentran debido a la acción de empuje entre los lados de la chaveta y el material del eje. El momento torsor actúa sobre la cara principal de la chaveta y a su vez la chaveta genera una fuerza sobre la cara base del chavetero.

La fuerza de reacción del chavetero hacia la chaveta produce un conjunto de fuerzas opuestas que someten a la chaveta a un esfuerzo cortante directo.



De acuerdo al gráfico tenemos que la fuerza cortante es:

$$F = \frac{T}{\frac{D}{2}}$$

Ecuación 15

Donde:

F: Fuerza cortante

T: Torsión aplicada

D: diámetro del eje

$$F = \frac{T}{\frac{D}{2}} = \frac{430 \text{ New}}{15 \text{ mm}}$$

$$F = 28.6 \frac{\text{New}}{\text{mm}}$$

Fuente: (Larburu, 2001)

Entonces el esfuerzo cortante es:

$$\tau = \frac{F}{AT} = \frac{T}{W.L \frac{D}{2}} = \frac{2T}{DWL}$$

Ecuación 16

Donde:

τ = Esfuerzo cortante

F= Fuerza cortante

W = ancho de chaveta

L = Longitud de chaveta

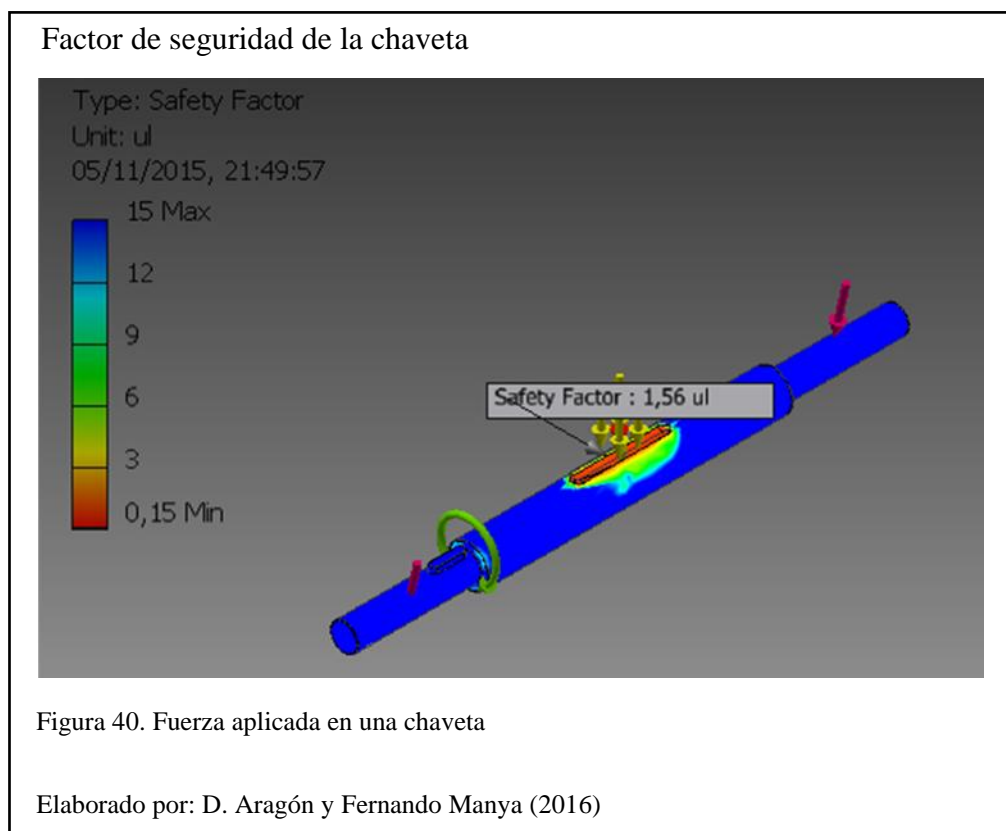
$$\tau = \frac{2T}{DWL} = \frac{2 \cdot 430 \text{ N}}{30 \text{ mm} \cdot 8 \text{ mm} \cdot 70 \text{ mm}}$$

$$\tau = 0,05 \text{ Pascales}$$

Fuente: (Larburu, 2001)

3.6.3.1 Esfuerzo cortante en la chaveta mediante Inventor2015

De acuerdo al funcionamiento de la chaveta en el mecanismo se considera el esfuerzo cortante generado entre chavetero y chaveta, estas reacciones deben ser aplicadas en una simulación para comprobar la perfecta selección tanto del eje como de la chaveta.



La chaveta tiene un factor de seguridad de 1.56 ul (unidades por longitud) y su esfuerzo cortante es de 0,05 Pa (Pascales), de acuerdo a esto la chaveta seleccionada soportara la carga generada por el ciclo de trabajo.

3.7 Selección de rodamientos

Los rodamientos son elementos sumamente importantes en el diseño de ejes de transmisión debido a su funcionalidad la cual presenta propiedades indispensables en el desarrollo de una máquina.

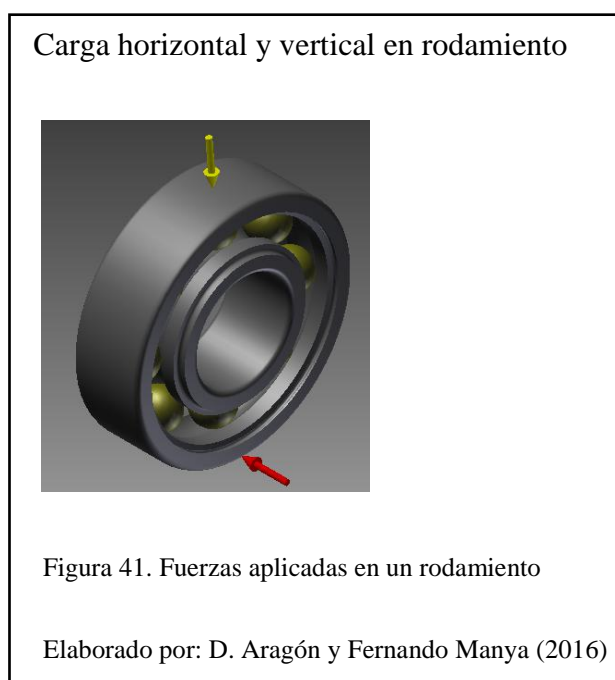
Al seleccionar un rodamiento se debe tomar en cuenta factores importantes como:

- Carga
- Alojamiento
- Ciclo de trabajo
- Montaje y desmontaje
- Aplicación

La sembradora mantendrá un ciclo de trabajo no continuo dentro del terreno, pero se debe considerar factores de polución como polvo, tierra, agua.

3.7.1 Selección de rodamiento de acuerdo a cargas estáticas y dinámicas

Las reacciones que se generan en los rodamientos vienen dados por el eje principal la que genera mayor fuerza en la máquina



- Fuerza Horizontal (F_{r_x}) = 346 N
- Fuerza vertical (F_{r_y}) = 80 N

$$Fr = \sqrt{Fr_x^2 + Fr_y^2}$$

Ecuación 17

$$Fr = \sqrt{0.08^2 + 0.346^2}$$

$$Fr = 0.35 \text{ KN}$$

Fuente: (Larburu, 2001)

Se selecciona un rodamiento radial rígido de bolas de una sola hilera con placa de protección contra la obturación con una capacidad de carga de 4000 MPa según la norma ISO 281 / I 977. (SKF, 2015).

Rodamiento rígido de bolas seleccionado

SKF Explorer

Dimensions

d		20	mm
D		47	mm
B		11	mm
d ₁	≈	28.8	mm
D ₂	≈	40.59	mm
r _{1,2}	min.	1	mm

Calculation data

Basic dynamic load rating	C	13.5	kN
Basic static load rating	C ₀	6.6	kN
Fatigue load limit	P _u	0.28	kN
Reference speed		32000	r/min
Limiting speed		20000	r/min
Calculation factor	k _r	0.025	
Calculation factor	f ₀	13	

Figura 42. Rodamiento rígido de bolas de una sola hilera

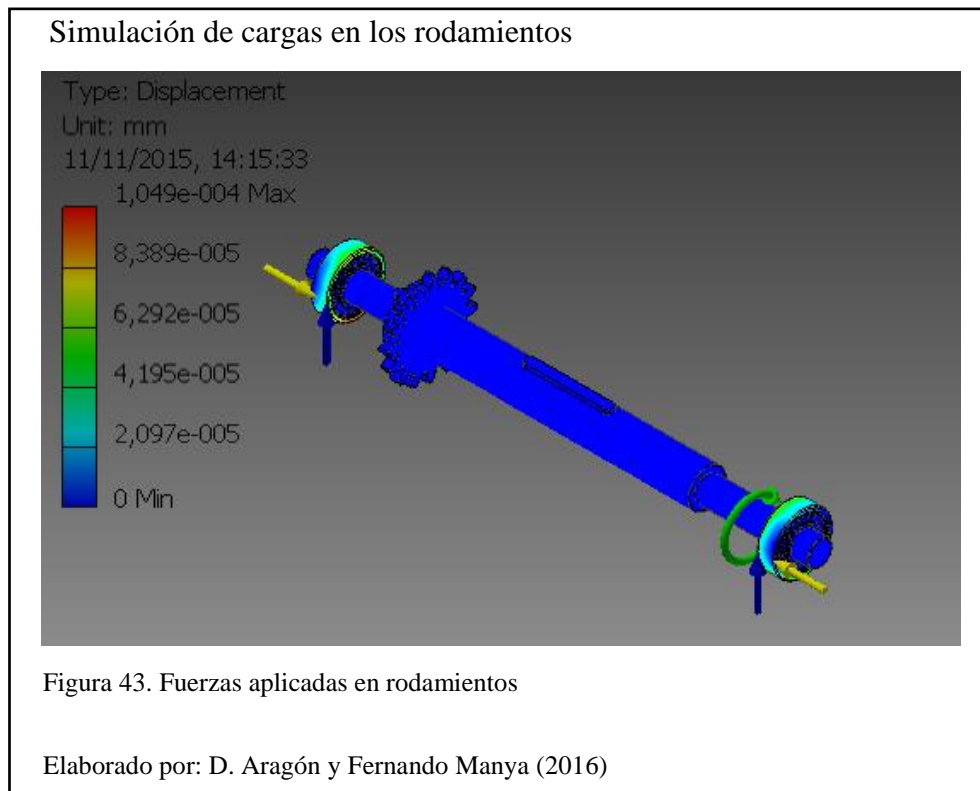
Fuente: (SKF, 2015)

La fuerza resultante es de 0,35 KN y la máxima admisible es de 6.6 KN por lo tanto la selección del rodamiento es la adecuada según el diámetro del eje y cargas presentes.

3.7.1.2 Cargas en el eje con rodamientos mediante Inventor 2015

La carga que se genera sobre los rodamientos es de suma importancia puesto que con las fuerzas estáticas y dinámicas se logra seleccionar al rodamiento adecuado el cual determina su efectivo funcionamiento

El análisis de los rodamientos indica que su ciclo de trabajo sera el apropiado y que la selección del rodamiento esta de acuerdo para soportar la carga establecida y calculada



El análisis realizado indica que los rodamientos con una sobrecarga no tienden a sufrir fallas y mantienen su estabilidad de rendimiento con una carga de 44 kg

Carga máxima aplicada en un ciclo de trabajo

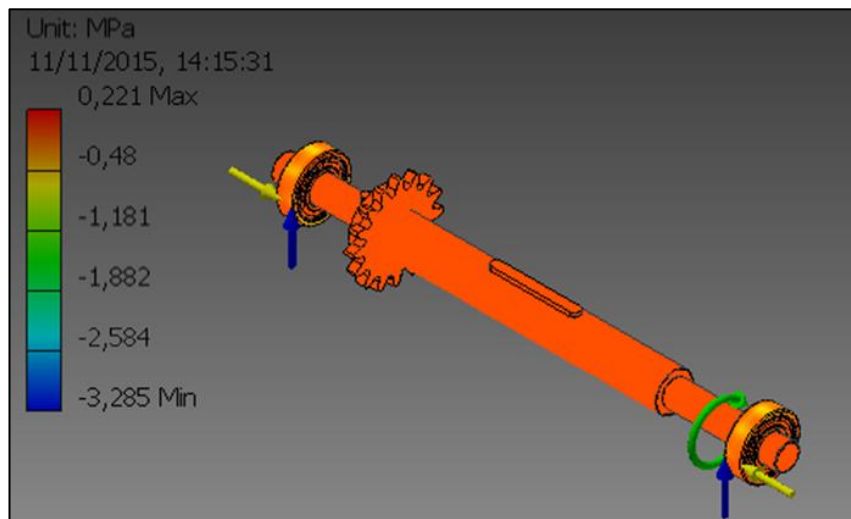


Figura 44. Fuerzas máximas aplicadas en rodamientos

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manyá (2016)

3.8 Catalinas

De acuerdo a la necesidad de movimiento de la máquina el sistema de desplazamiento es mediante piñón y cadena, este sistema es un mecanismo que proporciona fácil desplazamiento y un esfuerzo mínimo para el funcionamiento.

3.8.1 Selección de Catalinas

El piñón conductor es el elemento de transmisión que proporcionará el movimiento hacia el dosificador de semilla, para su respectiva selección se debe tomar en cuenta las siguientes características:

- Diámetro de eje de acople (\varnothing 20 mm)
- Material utilizado es SAE 7010

De acuerdo con el funcionamiento de la sembradora su transmisión de movimiento estará realizada por un piñón conductor y uno conducido.

La relación de transmisión entre las dos ruedas presenta una velocidad de 1:0.5 en vista que la disposición de los dosificadores tanto de semilla como de abono

funcionan en forma sincronizada con la rueda y obedecen a este mecanismo , además transmite un esfuerzo de 430 N.

3.8.2 Relación de Transmisión

La relación de transmisión debe ser considerada debido a la distancia de cada semilla que habrá en el terreno de sembrío. Esta viene definida por la rueda conductora y conducida

Número de dientes de rueda conductora

$$Z = 16$$

Numero de dientes de rueda conducida

$$Z = 30$$

La distancia que existe entre semilla y semilla anidadas es de 30 cm, es decir, la semilla deberá ser depositada en dicha distancia que la siembra se realice de forma homogénea

Por lo tanto la relación de transmisión vendría dada por:

$$d1 \times n1 = d2 \times n2 \quad \text{Ecuación 18}$$

Donde:

D1: piñón conductor

N1: revoluciones de piñón conductor

D2: piñón conducido

N2: revoluciones de piñón conducido

$$n2 = \frac{d1 \times n1}{d2} = \frac{16 \times 1}{30}$$

$n_2 = 0.53$ (Número de revoluciones)

Por lo tanto:

La rueda conductora gira 1 revolución, mientras que la rueda conducida 0,53 revoluciones.

La selección de piñones está realizada de acuerdo a tablas. (Ver anexo 7)

3.9 Selección de la cadena

La cadena es el elemento para la transmisión de movimiento entre las dos ruedas dentadas, la misma provee un movimiento compacto sin deslizamiento como es el caso de las correas.

Cadenas articuladas desmontables, según DIN 686, De fundición maleable, en pasos desde 22 a 148 mm, para esfuerzos de tracción desde 30,6 Kg. (300 N) a 327 Kg. (3.200 N). También utilizadas en máquinas agrícolas e instalaciones de elevación y transporte. (Ver anexo 8)

Al momento de seleccionar una cadena para cierto tipo de transmisión se debe considerar ciertos puntos, tales como:

- Condiciones de trabajo a las cuales estará sujeta
- Potencia a transmitir
- Numero de revoluciones generados por los piñones
- Velocidad de traslado

De acuerdo con la velocidad media que presenta la transmisión de movimiento entre el piñón y su diámetro, se procede a elegir una cadena simple de rodillos paso 40

3.9.1 Selección de cadena mediante software Renold Chain

Para obtener un respaldo que garantice la adecuada cadena, tomamos en cuentas los datos obtenidos mediante cálculos y utilizamos un software.

Conocer los siguientes parámetros nos guiara a la selección de la transmisión:

- Fuerza ejercida de 44 kg
- Cadena simple de rodillos
- Velocidad de la máquina de 0.2 m/s

Tabla 19.

Parámetros para selección para cadena

RENOLD

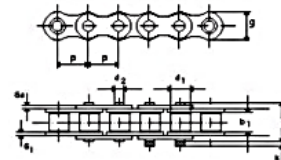
Chain Drive Calculation - 14-Nov-2015

Company: UPS
Address: Quito
Contact: **Fernando**
MG

Chain: 06 B (ISO 606) Simplex Renold Synergy
Serial Number: GY06B1

Chain Data

Pitch:	p = 9.525 mm	Height:	g = 8.20 mm
ISO Breaking Load:	Fb = 11100 N	Inner Plate Thickness:	si = 1.25 mm
Inner Width:	b1 = 5.72 mm	Outer Plate Thickness:	sa = 1.00 mm
Roller Diameter:	d1 = 6.35 mm	Pin Length:	l = 12.50 mm
Pin Diameter:	d2 = 3.28 mm	Connecting Pin Ext.:	k = 1.30 mm
Mass:	q = 0.39 kg/m	Bearing Area:	f = 0.28 cm ²




Loading Condition

Input Power:	P = 0.03 kW	Input Speed:	n1 = 30.00 rpm
Torque:	T = 9.55 Nm	Static Force:	F = 393 N
Chain Linear Velocity:	v = 0.08 m/s	Centrifugal Force:	Ff = 0.00 N
Bearing Pressure:	Pr = 20.99 N/mm ²	Dynamic Force:	Fd = 587 N
Chain Safety Factors:	Static: 28.19 Dynamic: 18.89	Total Force:	Fg = 587.62 N

Nota: Selección de cadena mediante programa (RENOLD), Fuente: (Renold, s.f)

Fuerzas en cadena

RECOMMENDATIONS	06 B (ISO 606) Simplex	06 B (ISO 606) Duplex	06 B (ISO 606) Triplex																																				
<p>Chain Details</p> <table> <tr> <td>Input Power:</td> <td>P = 0.03 kW</td> <td>Pitch:</td> <td>p = 9.525 mm</td> </tr> <tr> <td>Input Speed:</td> <td>n = 30 rpm</td> <td>ISO Breaking Load:</td> <td>Fb = 11100 N</td> </tr> <tr> <td>Chain Linear Velocity:</td> <td>v = 0.1 m/s</td> <td>Bearing Pressure:</td> <td>pr = 20.986 N/mm²</td> </tr> <tr> <td>Torque:</td> <td>T = 9.55 Nm</td> <td>Bearing Area:</td> <td>f = 0.28 cm²</td> </tr> <tr> <td>Static Force:</td> <td>F = 393.7 N</td> <td>Weight:</td> <td>q = 0.39 kg/m</td> </tr> <tr> <td>Dynamic Force:</td> <td>Fd = 587.6 N</td> <td>Chain Length:</td> <td>l = 2228.85 mm</td> </tr> <tr> <td>Centrifugal Force:</td> <td>Ff = 0 N</td> <td>Centre Distance:</td> <td>a = 1004.54 mm</td> </tr> <tr> <td>Total Force:</td> <td>Fg = 587.6 N</td> <td>Number of Links:</td> <td>X = 234</td> </tr> <tr> <td>Chain Safety Factors:</td> <td>static = 28.2 dynamic = 18.9</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				Input Power:	P = 0.03 kW	Pitch:	p = 9.525 mm	Input Speed:	n = 30 rpm	ISO Breaking Load:	Fb = 11100 N	Chain Linear Velocity:	v = 0.1 m/s	Bearing Pressure:	pr = 20.986 N/mm ²	Torque:	T = 9.55 Nm	Bearing Area:	f = 0.28 cm ²	Static Force:	F = 393.7 N	Weight:	q = 0.39 kg/m	Dynamic Force:	Fd = 587.6 N	Chain Length:	l = 2228.85 mm	Centrifugal Force:	Ff = 0 N	Centre Distance:	a = 1004.54 mm	Total Force:	Fg = 587.6 N	Number of Links:	X = 234	Chain Safety Factors:	static = 28.2 dynamic = 18.9		
Input Power:	P = 0.03 kW	Pitch:	p = 9.525 mm																																				
Input Speed:	n = 30 rpm	ISO Breaking Load:	Fb = 11100 N																																				
Chain Linear Velocity:	v = 0.1 m/s	Bearing Pressure:	pr = 20.986 N/mm ²																																				
Torque:	T = 9.55 Nm	Bearing Area:	f = 0.28 cm ²																																				
Static Force:	F = 393.7 N	Weight:	q = 0.39 kg/m																																				
Dynamic Force:	Fd = 587.6 N	Chain Length:	l = 2228.85 mm																																				
Centrifugal Force:	Ff = 0 N	Centre Distance:	a = 1004.54 mm																																				
Total Force:	Fg = 587.6 N	Number of Links:	X = 234																																				
Chain Safety Factors:	static = 28.2 dynamic = 18.9																																						
<p>Chain Drive</p> <table> <tr> <td>Sprocket</td> <td>Driving (Z1)</td> <td>Driven (Z2)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Number of Teeth:</td> <td>16</td> <td>30</td> <td>Ratio: i = 1.875</td> </tr> <tr> <td>Pitch Circle Diameter:</td> <td>48.824 mm</td> <td>91.124 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Loading Classification:</td> <td>Slight Shocks</td> <td>Moderate Shocks</td> <td></td> </tr> </table>				Sprocket	Driving (Z1)	Driven (Z2)		Number of Teeth:	16	30	Ratio: i = 1.875	Pitch Circle Diameter:	48.824 mm	91.124 mm		Loading Classification:	Slight Shocks	Moderate Shocks																					
Sprocket	Driving (Z1)	Driven (Z2)																																					
Number of Teeth:	16	30	Ratio: i = 1.875																																				
Pitch Circle Diameter:	48.824 mm	91.124 mm																																					
Loading Classification:	Slight Shocks	Moderate Shocks																																					
<p>Environment Conditions</p> <table> <tr> <td>Environment Conditions:</td> <td colspan="3">Indoor, Normal</td> </tr> <tr> <td>Service Conditions:</td> <td colspan="3">Inadequate Lubrication (relative to lubrication)</td> </tr> <tr> <td>Recommended Lubrication:</td> <td colspan="3">Manual Lubrication</td> </tr> </table>				Environment Conditions:	Indoor, Normal			Service Conditions:	Inadequate Lubrication (relative to lubrication)			Recommended Lubrication:	Manual Lubrication																										
Environment Conditions:	Indoor, Normal																																						
Service Conditions:	Inadequate Lubrication (relative to lubrication)																																						
Recommended Lubrication:	Manual Lubrication																																						



06 B (ISO 606) Simplex
Serial Number: **GY06B1**

The working life of the chain is greater than **30000 hours**.

After this time:
The chain will reach 3% elongation.

[Download result as PDF](#)

Download

Figura 45. Descripción de características en cadena

Fuente: (Renold, s.f.)

Mediante el software Renold Selector determinamos que la cadena apropiada para la maquina es una cadena de rodillos ANSI 40 (ISO 606) SIMPLEX

Dimensiones de cadena

European (BS) Standard - Simplex

		A	A	B	C	D	E	F	G	H1	J	K								
GY06B1*	06B-1	0.375	9.525	5.72	6.35	8.20	1.29	1.04	3.28	12.5	1.3	-	8900	0.39	/	/	-	/	-	/
GY08B1	08B-1	0.500	12.700	7.75	8.51	11.70	1.55	1.55	4.45	16.5	2.0	-	17800	0.70	/	/	-	/	-	/
111044	-	0.500	12.700	3.30	7.75	9.60	1.13	0.98	4.09	9.8	2.0	-	8900	0.30	/	/	-	/	-	/
111046	-	0.500	12.700	4.88	7.75	9.60	1.13	0.98	4.09	11.4	2.0	-	8900	0.35	/	/	-	/	-	/
110044	-	0.500	12.700	5.21	8.51	11.70	1.55	1.55	4.45	14.5	2.0	-	17800	0.70	/	/	-	/	-	/
GY10B1	10B-1	0.625	15.875	9.65	10.16	14.60	1.55	1.55	5.08	18.8	2.5	-	22200	0.96	/	/	-	/	-	/
110054	-	0.625	15.875	6.48	10.16	14.60	1.55	1.55	5.08	16.0	2.5	-	22200	0.81	/	/	-	/	-	/
GY12B1	12B-1	0.750	19.050	11.68	12.07	16.00	1.81	1.81	5.72	21.9	2.6	-	28900	1.22	/	/	-	/	-	/
GY16B1	16B-1	1.000	25.400	17.02	15.88	21.08	3.76	3.10	8.28	34.9	2.2	-	60000	2.80	/	/	-	/	-	/
GY20B1	20B-1	1.250	31.750	19.56	19.05	26.42	4.62	3.61	10.19	39.8	2.7	-	95000	3.85	/	/	-	/	-	/
GY24B1	24B-1	1.500	38.100	25.40	25.40	33.40	6.10	5.08	14.63	52.6	6.8	-	160000	7.45	/	/	-	/	-	/

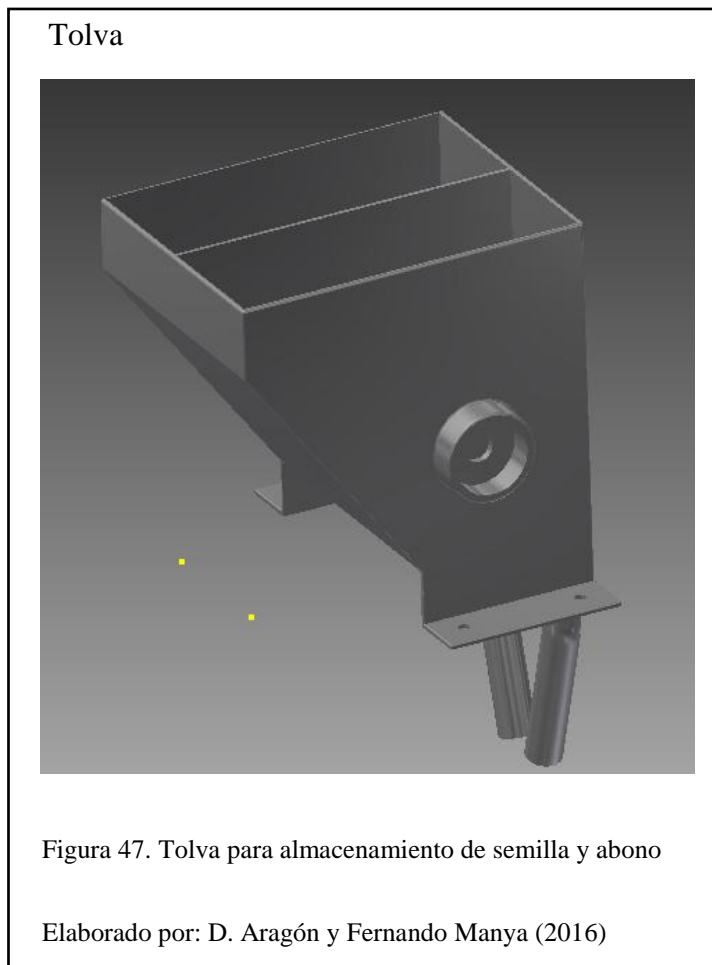
Figura 46. Denominación de cadena utilizada

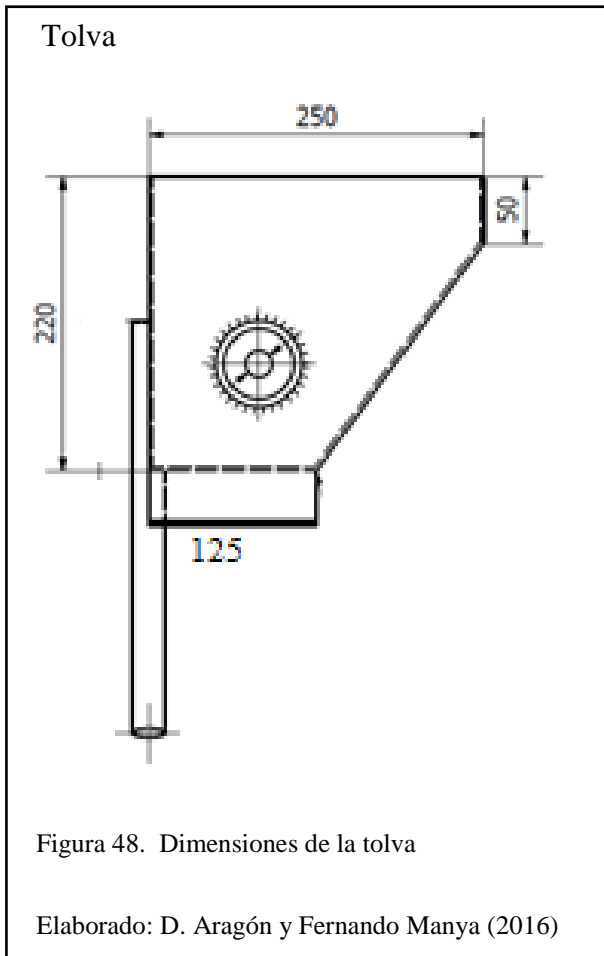
Fuente: (Renold, s.f.)

3.10 Cálculo de capacidad de tolva

Para el cálculo de la capacidad entre semilla y abono de la tolva se consideró los siguientes parámetros:

- División homogénea entre semilla y abono
- Diseño estructural
- Dimensiones de la tolva





➤ *Área del cuadrado = l x l*

Ecuación 19

$$A_1 = 25 \text{ cm} \times 22 \text{ cm}$$

$$A_1 = 550 \text{ cm}^2$$

➤ *Área del rectángulo = b x h*

Ecuación 20

$$A_2 = 25 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$$

$$A_2 = 125 \text{ cm}^2$$

➤ *Área del triángulo = $\frac{b \times h}{2}$*

Ecuación 21

$$A_3 = \frac{17 \text{ cm} \times 12.5 \text{ cm}}{2}$$

$$A_3 = 106.25 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área total de depósito en la tolva} = A_1 + A_2 + A_3$$

Ecuación 22

$$\text{Área total de depósito en la tolva} = (550 + 125 + 106.25) \text{ cm}^2$$

$$AT = 781.25 \text{ cm}^2$$

➤ Volumen total = AT x Ancho

$$\text{Volumen total} = (781.25 \text{ cm}^2) \times (20 \text{ cm})$$

$$VT = 15.625 \text{ cm}^3$$

De acuerdo con los valores obtenidos realizamos una conversión, para obtener la capacidad de la tolva:

$$15.625 \text{ cm}^3 = \frac{1000000 \text{ m}^3}{1 \text{ cm}^3} = 0,015625 \text{ m}^3$$

$$0,015625 \text{ m}^3 = \frac{1 \text{ litro}}{0,001 \text{ m}^3} = 15,62 \text{ litros}$$

$$15,62 \text{ litros} = \frac{1 \text{ kg}}{1 \text{ litro}} = 15,62 \text{ kg}$$

La capacidad de la tolva es de 15.62 kg.

La tolva está dividida para semilla y abono entonces la capacidad es 7.81 kg para quinua y 7.81 kg para el abono. Se debe tomar en cuenta que la cantidad depositada en la tolva es controlada por el operario.

Capítulo 4

Resultados

4.1 Análisis de resultados

Una vez concluido el presente proyecto para la construcción de la sembradora automática de quinua y abono se logra obtener los resultados observando su funcionamiento y desempeño en el terreno. Los resultados obtenidos se reflejan en factores de tiempo, minimizar el esfuerzo del operario, costo, desempeño y ahorro tanto de la semilla de quinua y el abono.

4.1.1 Rendimiento en la siembra

El rendimiento previo mediante una siembra manual imponía un mayor esfuerzo y pérdida de tiempo, al implementar la maquina sembradora se logró obtener de manera eficaz la optimización de recursos como abono, semilla y tiempo.

4.1.1.1 Siembra con sembradora automática

El rendimiento por hectárea está dado por los siguientes datos:

Semillas con la sembradora = 6 por surco

Distancia entre surcos (D_s)= 30 cm

Longitud recorrida (L_r)= 60 m

Número de surcos realizados

$$N . surcos = \frac{L_r}{D_s} = 200$$

Ecuación 23

$$N . surcos = \frac{60m}{0,3 m} = 200$$

Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

X = 200 (Número de surcos)

Si se deposita 8 semillas por surcos tenemos que:

Semilla utilizada = 200 x 8

Semilla utilizada = 1600 unidades

El peso de las 8 semillas en el surco es de = 0,04 gramos

$$0,04 \text{ gr} = \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}} = 0,0004 \text{ kg}$$

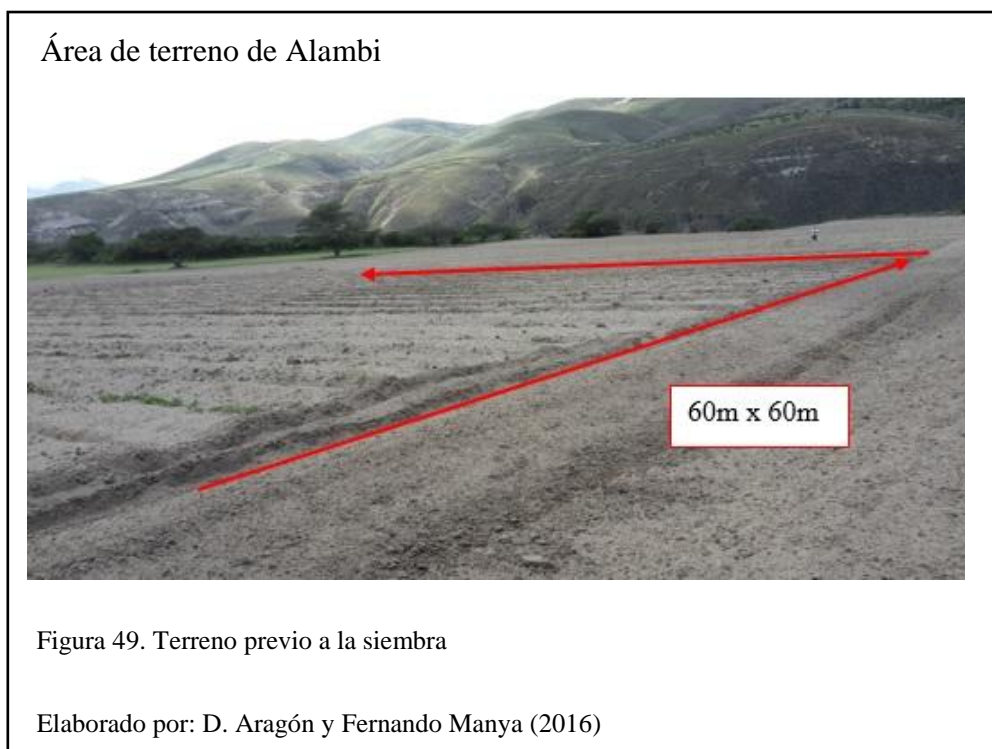
Si se tiene 1600 unidades en semilla de quinua, el uso de la misma en 60 m seria:

Peso total = N. surcos x Peso de 8 semillas

Ecuación 24

Peso total = 200 surcos x 0,0004 kg

❖ El peso total en 60 m lineales es de 0.08 kg



El terreno de 60 m, se encuentra dividido en secciones de 1,5 m cada una para realizar la siembra.

$$\text{Número de secciones para siembra} = \frac{60 \text{ m}}{1,5 \text{ m}} = 40$$

Se tiene en total:

$$40 \text{ secciones} \times 0,08 = 3,2 \text{ kg}$$

Para el terreno con la máquina sembradora se utilizaría 3,2 kg de semilla de quinua.

4.1.1.2 Siembra manual

Semillas sembradas a mano = 15 por surco

Distancia entre surcos = 30 cm

Longitud recorrida = 60 m

Número de surcos realizados

$$N . \text{surcos} = \frac{60\text{m}}{0,3 \text{ m}} = 200$$

X = 200 (Número de surcos)

Si se deposita 15 semillas por surcos tenemos que:

Semilla utilizada = 200 x 15

Semilla utilizada = 3000 unidades

Semilla y Abono



Figura 50. Cantidad de semilla y abono utilizados

Elaborado por: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

El peso de las 15 semillas en el surco es de = 0,085 gramos

$$0,085\text{-gr} = \frac{1\text{kg}}{1000\text{ gr}} = 0,00085\text{ kg}$$

Si se tiene 3000 unidades en semilla de quinua, el uso de la misma en 60 m seria:

$$\text{Peso total} = 200\text{ surcos} \times 0,00085\text{ kg}$$

$$\text{El peso total en 60 m lineales es de } 0,17\text{ kg}$$

El terreno de 60 m, se encuentra dividido en secciones de 1,5 m cada una para realizar la siembra.

$$\text{Número de secciones para siembra} = \frac{60\text{ m}}{1,5\text{ m}} = 40$$

Se tiene en total:

$$40\text{ secciones} \times 0,17 = 6,8\text{ kg}$$

❖ Para la siembra del terreno se utilizaría 6,8 kg de semilla de quinua.

Fuente propia: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

4.1.1.3 Ahorro de semilla

Por lo tanto se tiene que:

- Se utiliza 3,2 kg de semilla de quinua utilizando la sembradora automática con dosificador, en una hectárea de 60 m² dividida en 40 secciones.
- Se utiliza 6,8 kg de semilla de quinua sembrando manualmente en una hectárea de 60 m² dividida en 40 secciones

El ahorro obtenido con la sembradora con dosificador de semilla de abono es de:

$$\text{Ahorro de semilla} = 6,8 \text{ kg} - 3,2 \text{ kg} = 3,6 \text{ kg}$$

Con un porcentaje de:

$$\text{Ahorro \%} = \frac{\text{Siembra manual}}{\text{Siembra con dosificador}} = \frac{3,2 \text{ kg}}{6,8 \text{ kg}} = 0,529 \% \quad \text{Ecuación 25}$$

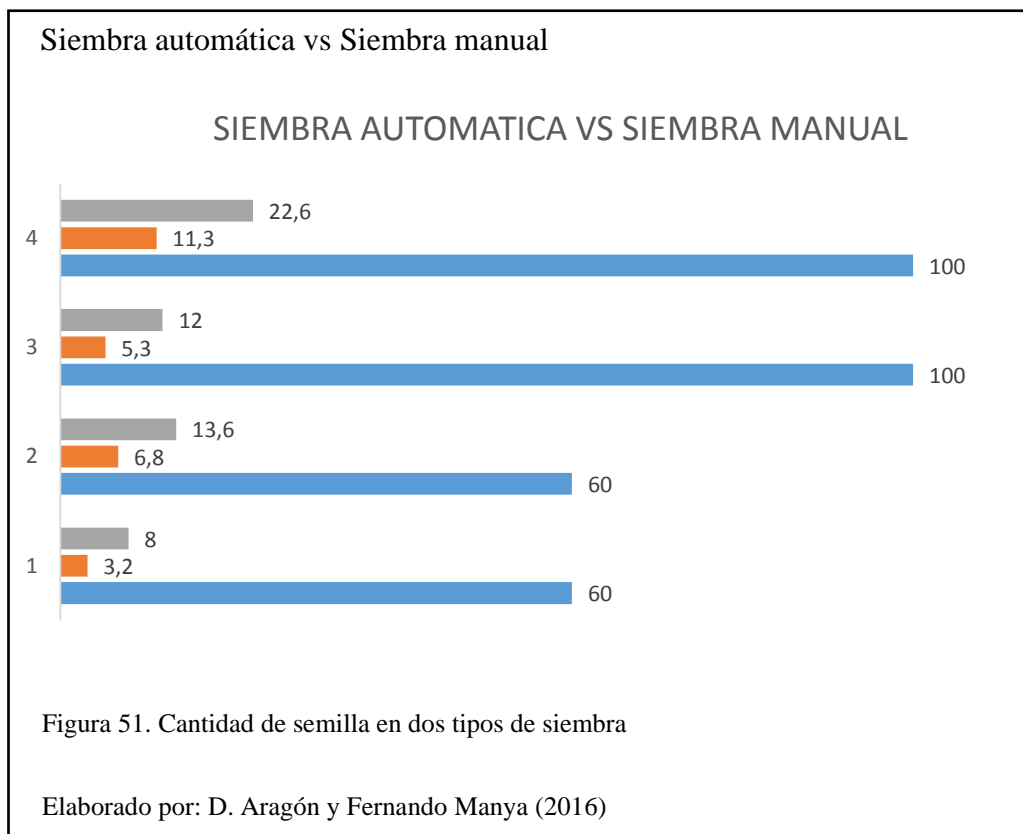
Como resultado el ahorro generado por la máquina sembradora es del 52,9 %

Tabla 20.

Resultados de siembra con máquina y manualmente

	HECTÁREA (m)	Kg	kg
AUTOMATICO	60	3,2	8
MANUAL	60	6,8	13,6
AUTOMATICO	100	5,3	12
MANUAL	100	11,3	22,6

Nota: Pruebas realizadas con máquina y manualmente, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)



Los valores expresados nos demuestran un ahorro considerable de semilla de quinua y abono.

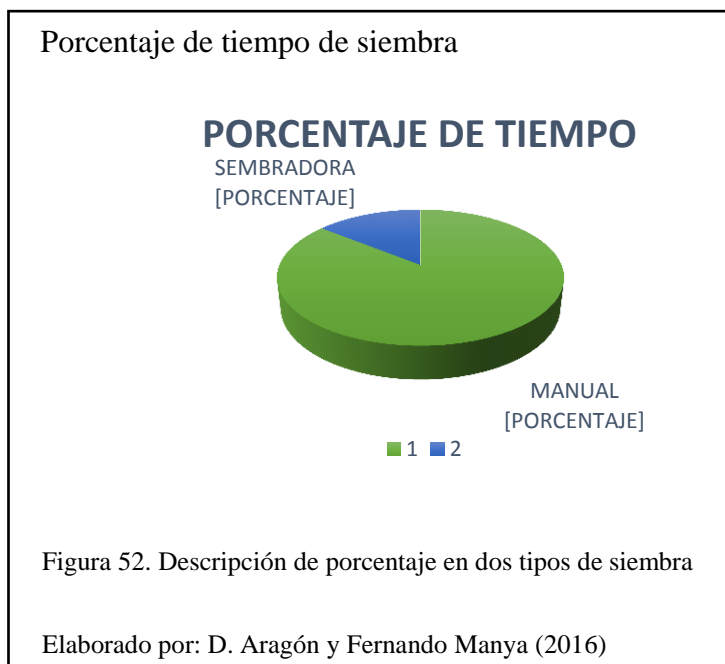
De igual manera el tiempo es un factor sumamente importante, el ahorro del mismo incrementa la productividad así como el mejor desempeño de las horas de trabajo del agricultor

Tabla 21.

Tiempo de siembra con sembradora automática y manualmente

	HECTÁREA (m)	TIEMPO (min)
AUTOMATICO	60	10
MANUAL	60	30

Nota: Prueba de tiempo con sembradora y manualmente, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)



El ahorro de tiempo es considerable, puesto que con la sembradora automática con dosificador se tiene un tiempo de 10 min y manualmente tenemos 30 min.

Como resultado se logró minimizar el tiempo en un 72 %

Tabla 22.

Rendimiento por hectárea

RENDIMIENTO POR HECTÁREA			
Sin sembradora			
Dimensiones de terreno	Cantidad de semilla	Cantidad de abono	Tiempo
60 m ²	6,8 kg	13,6 kg	30 min
100 m ²	11,3 kg	22,6 kg	60 min
150 m ²	16,95 kg	33,9 kg	90 min
200 m ²	22,6 kg	45,2 kg	120 min
Con sembradora			
60 m ²	3,2 kg	8 kg	10 min
100 m ²	5,3 kg	12 kg	15 min
150 m ²	7,95 kg	18 kg	20 min
200 m ²	10,6 kg	25 kg	30 min

Nota: Rendimiento de la siembra con máquina y manualmente, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

El operario además adopta una postura adecuada para la siembra debido al empuje de la máquina de manera erguida, minimizando el esfuerzo de trabajo

4.1.2 Análisis de Costos

El análisis se lo realiza tomando en cuenta todos los elementos y mecanismos utilizados durante el proceso de fabricación, montaje y puesta en marcha.

4.1.2.1 Costos directos

Son los costos los cuales representan todo los gastos fijos necesarios en implementos como: materiales y accesorios para la construcción de la máquina.

Tabla 23.

Lista de materiales para la construcción de la máquina

LISTA DE MATERIALES PARA MAQUINA SEMBRADORA						
Ítem	Descripción	Cantidad	Dimensiones (mm)	Material	Costo (USD)	Total (USD)
1	Eje delantero	1	ø30 x 400	Acero 4340	\$ 10,96	\$ 10,96
2	Eje posterior	1	ø30 x 400	Acero 4340	\$ 10,96	\$ 10,96
3	Eje dosificador	1	ø20 x 300	Acero 4340	\$ 8,90	\$ 8,90
4	Rodamiento CMB	4	62054 Øi = 20 ; Øe = 52	6205	\$ 6,50	\$ 26,00
5	Rodamiento CMB	6	61806 Øi = 20; Øe = 45	6205	\$ 5,40	\$ 32,40
6	Brazo guía	2	SEGÚN PLANOS	ASTM A500	\$ 12,50	\$ 25,00
7	Rueda de torsión	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A568	\$ 39,26	\$ 39,26
8	Rueda posterior	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A568	\$ 31,49	\$ 31,49
9	Plantilla dosificación	2	ø120 x 30	ASTM D5147	\$ 12,00	\$ 24,00
10	Catalina Z:16	1	40B16T	AISI 1045	\$ 5,53	\$ 5,53
11	Catalina Z:30	1	40B30T	AISI 1045	\$ 14,76	\$ 14,76
12	Cadena	1	ANSI N40	ANSI 304	\$ 20,68	\$ 20,68
13	Candado para cadena	1	ANSI N40	ANSI 304	\$ 1,10	\$ 1,10
14	Brazo de empuje	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A500	\$ 8,50	\$ 8,50
15	Barrenadora	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A568	\$ 19,50	\$ 19,50
16	Apoyo de tolva	1	SEGÚN PLANOS	ASTMA568	\$ 8,70	\$ 8,70
17	Apoyo de barrenadora	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A568	\$ 6,50	\$ 6,50
18	Tolva	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A568	\$ 60,00	\$ 60,00
19	Bocines para tolva	2	ø70 x 50	AISI 1018	\$ 8,38	\$ 16,76
20	Bocines rueda de torsión	2	ø60 x 50	AISI 1018	\$ 7,49	\$ 14,98
21	Bocines rueda posterior	2	ø60 x 50	AISI 1018	\$ 7,49	\$ 14,98
22	Seguros exterior	2	E-51	DIN 471	\$ 2,50	\$ 5,00
23	Seguros exterior	2	E-54	DIN 471	\$ 2,94	\$ 5,88
24	Seguro interior	4	I-46	DIN 472	\$ 1,52	\$ 6,08
25	Seguro interior	4	I-48	DIN 472	\$ 1,70	\$ 6,80
26	Prisionero	14	M8 x 15	DIN 913	\$ 0,15	\$ 2,10
27	Tuerca hexagonal	4	M8 X 1,25	DIN 439	\$ 0,25	\$ 1,00
28	Arandela plana	14	M8	DIN 125	\$ 0,10	\$ 1,40
29	Pernos	14	M8 X 50	DIN 912	\$ 0,39	\$ 5,46
30	Pasador	1	ø6 x 50	DIN 7	\$ 0,65	\$ 0,65
31	Tapa de tolva	1	250 x 220	Acrílico	\$ 20,00	\$ 20,00
32	Tapa de catalinas	1	SEGÚN PLANOS	ASTM A500	\$ 80,00	\$ 80,00
33	Manubrios	2	ø25 x 100	Caucho	\$ 2,50	\$ 5,00
TOTAL						\$ 540,33

Nota: Materiales para la construcción de la máquina, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

4.1.2.2 Costo de utilización de maquinaria

Tabla 24.

Costo de utilización de maquinaria

COSTO DE UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA			
Máquina / Herramienta	Tarifa /hora	Tiempo utilizado (horas)	Total
Fresadora	\$ 10,00	6	\$ 60,00
Suelda (MIG)	\$ 12,00	10	\$ 120,00
Suelda oxiacetilénica	\$ 15,00	5	\$ 75,00
Dobladora de tubos	\$ 5,00	1	\$ 5,00
Torno	\$ 8,00	12	\$ 96,00
		TOTAL	\$ 356,00

Nota: Costo total de utilización de maquinaria, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

4.1.2.3 Costo de mano de obra

Tabla 25.

Costo de mano de obra

COSTO DE MANO DE OBRA			
Máquina / Herramienta	Tarifa /hora	Tiempo Utilizado (horas)	Total
Fresadora	\$ 5,00	6	\$ 30,00
Suelda (MIG)	\$ 8,00	10	\$ 80,00
Suelda oxiacetilénica	\$ 10,00	5	\$ 50,00
Dobladora	\$ 2,00	1	\$ 2,00
Torno	\$ 3,00	12	\$ 36,00
		TOTAL	\$ 198,00

Nota: Costo total de la mano de obra, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

4.1.2.4 Costo de acabados

Tabla 26.

Costo de acabado

COSTO DE ACABADO	
DESCRIPCIÓN	COSTO
Pintura máquina	\$ 60,00
Pintura carcasa	\$ 20,00
Acople tapa para tolva	\$ 20,00
TOTAL	\$ 100,00

Nota: Costo total de acabado, Fuente: D. Aragón y Fernando Manyá (2016)

$COSTO DIRECTO TOTAL = Costo de materiales + Costo de utilización de maquinaria + Costos de mano de obra + Costo de acabados$

Tabla 27.

Costo directo total

COSTO DIRECTO TOTAL	
TIPO DE COSTO	VALOR
Costo de materiales	\$ 540,33
Costo de maquinaria	\$ 356,00
Costo de mano de obra	\$ 208,00
Costo de acabado	\$ 100,00
COSTO TOTAL	\$ 1.204,33

Nota: Costo total de construcción de la máquina, Fuente: D. Aragón y Fernando Manyá (2016)

4.1.3 Análisis Costo – beneficio

La máquina tiene un costo inicial de \$1204,33, y posee un tiempo de empleo estimado dentro de la siembra de quinua de 5 años al cabo de los cuales se logrará obtener un salvamento de \$150.

Los costos de operación y mantenimiento son de \$50 al año y se estima que la sembradora promueva el desempeño y crecimiento en el aprovechamiento de la siembra de quinua con un ingreso que ascienda a los \$600 anuales

La tasa mínima atractiva de retorno con base en la sembradora sería:

$$TR = \frac{\text{Suma actual de inversión original}}{\text{inversión original}} = \frac{1204,33+600}{1204,33} \times 100 \% \quad \text{Ecuación 26}$$

$$TR = 66 \%$$

$$\text{Flujo de efectivo neto} = \text{entradas de efectivo} - \text{salidas de efectivo} \quad \text{Ecuación 27}$$

$$\text{Flujo de efectivo neto} = 600 - 120$$

$$\text{Flujo de efectivo neto} = 480 \$$$

Fuente: (Tarquin, 2000)

Este flujo es el cual se tendrá anualmente por la producción de quinua

El flujo del valor anual neto respecto a la sembradora será:

$$VAN = -I \frac{R}{i} \frac{1 - (1+i)^{-n}}{1+i} \quad \text{Ecuación 28}$$

Donde:

- I = Inversión inicial
- R = Flujo de caja constante
- i = costo de rentabilidad que se da al proyecto
- n = número de periodos

$$VAN = -1204,33 \frac{480}{600} \frac{1 - 1 + 600 \cdot 1^{-5}}{600}$$

$$VAN = 957,67 \$$$

Fuente: (Tarquin, 2000)

El proyecto de la sembradora con respecto a su valor anual neto con base en objetivos de desarrollo anual es viable.

Tabla 28.

Costo-Beneficio

COSTO – BENEFICIO						
ITEM/ AÑOS	0	1	2	3	4	5
Inversión	\$ 1.204,33					
Costo de Mantenimiento		\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00	\$ 120,00
Salvamento						\$ 100,00
Costo total	\$ 1.204,33	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00	\$ 50,00
Beneficios		\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00
Costo – Beneficio	(\$ 1.204,33)	\$ 480,00	\$ 480,00	\$ 480,00	\$ 480,00	\$ 480,00
VAN	\$ 957,67					
TIR	66%					

Nota: VAN y TIR, Fuente: D. Aragón y Fernando Manya (2016)

- Con el análisis se demuestra que la maquina obtiene anualmente una Tasa interna de retorno del 66 % ,la cual genera una recuperación total de la inversión inicial en el primer año
- El valor anual neto dentro del primer año nos indica que después de una serie de pagos con respecto al costo de mantenimiento logramos obtener un costo positivo de margen de recuperación.
- El costo – beneficio demuestra que el año inicial no genera ganancias puesto que se implementa la inversión inicial, mientras tanto que a partir del primer año de trabajo por parte de la sembradora de quinua genera ganancias de :

$$\text{Factor de recuperación en el primer año} = 957,67 + 480$$

$$\text{Valor neto en el primer año} = 1437,67$$

$$\text{Ganancia en el primer año} = \text{Valor neto en el primer año} - \text{Inversión inicial}$$

$$\text{Ganancia el primer año} = 1437,67 - 1204,33$$

Ganancia el primer año = 233,34 \$

$$\% \text{ costo} - \text{beneficio} = \frac{\text{Valor real neto}}{\text{Valor estimado de ganancia}} \quad \text{Ecuación 29}$$

$$\% \text{ costo} - \text{beneficio} = \frac{233,34}{480} \times 100$$

$$\text{costo} - \text{beneficio} = 48,61 \%$$

Referencia: (Tarquin, 2000)

4.2 Operación y Mantenimiento general

4.2.1 Operación

Previo al funcionamiento se debe efectuar las siguientes observaciones:

- Verificar la profundidad a la cual trabajara la barrenadora
- Verificar la alineación de catalinas
- Revisar la cantidad de semilla de quinua
- Revisar la cantidad de abono

4.2.2 Mantenimiento general

Se debe tomar más énfasis en el desplazamiento de la sembradora puesto que el terreno no es estable y está lleno de impurezas que pueden dañar la máquina. (Ver anexo H) De igual manera tomar en cuenta ciertas características de mantenimiento como:

- Limpieza por la acumulación de polvo e impurezas en las catalinas y cadena.
- Limpieza de plantillas para dosificar la quinua y el abono
- Verificar que la barrenadora se encuentre a la altura adecuada.
- Limpieza de rueda de tracción y posterior una vez concluido el periodo de siembra

- Limpieza del tubo dosificador por donde cae la semilla y el abono

Hay que tomar también en cuenta el desgaste de elementos como rodamientos, catalinas y cadena ya que de esto va a depender el tiempo de mantenimiento o reparación de los accesorios acoplados.

Se recomienda que la acción de mantenimiento sea:

- Preventivo : de 3 a 6 meses
- Correctivo: de 2 años aproximadamente, dependiendo del periodo de uso para la siembra de quinua.

Es recomendable la siguiente frecuencia de tiempo en el mantenimiento:

Tabla 29.

Frecuencia de mantenimiento

FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO			
ITEM	ACTIVIDAD	APLICACIÓN	TIEMPO
1	Lubricación de cadena	MANUAL	120 horas
2	Lubricación de catalinas	MANUAL	480 horas
3	Limpieza de dosificadores	MANUAL	8 horas
4	Limpieza de tolva	MANUAL	8 horas

Nota: Mantenimiento de la máquina necesario para su correcto funcionamiento, Fuente: D. Aragón y Fernando Manyá (2016)

4.2.3 Notas importantes

- Verificar el ajuste previo de todos los elementos y su perfecto estado
- Utilizar las herramientas apropiadas para ajustar o cambiar partes de la máquina
- El fabricante no garantiza el perfecto funcionamiento de la máquina si el operario ha modificado su diseño.

Conclusiones

- Para el diseño y construcción de la máquina sembradora se elaboró planos de fabricación y montaje con la finalidad de disminuir esfuerzo ,el tiempo se redujo en un 72 % y costo en el ahorro de semilla de quinua y abono en un 52,9%
- El operario obtuvo mayor rapidez al momento de sembrar con un periodo de ahorro de 20 minutos por cada hilera de 60 metros.
- El factor de recuperación costo - beneficio se logra obtener en el primer año con un 48% y un beneficio anual de incremento continuo
- El peso de la máquina de 44 kg no limita el acceso a terreno del operario si se encuentra en una difícil sección geográfica
- Para el diseño y construcción de la máquina se seleccionó materiales que resistan esfuerzo tanto como para los ejes, rueda delantera, rueda posterior, brazos guías, brazos de empuje, bases de la barrenadora, tolva
- Es una máquina con fácil mantenimiento por el acople de sus elementos y su estructura , lo cual hace que sea fácil la revisión y su mantenimiento periódico

Recomendaciones

- Se recomienda disminuir la longitud del tubo dosificador de semilla y abono para evitar que se entierre y se tape durante la siembra.
- Se recomienda utilizar otro tipo de plantillas dosificadoras para distintas semillas.
- Se recomienda el cambio de una tolva con mayor capacidad para la siembra de semillas más grandes con mayor capacidad para la dosificación
- Se recomienda construir de un material más ligero las ruedas para un mejor desplazamiento dentro del terreno
- Se recomienda colocar una hilera en V en la rueda posterior para un mejor tapado de la siembra.
- Si se utiliza un abono orgánico se recomienda utilizar un dosificador más grande o a su vez un previo abonamiento del suelo
- El operario debe estar al tanto de todas las funciones que cumple la máquina sembradora.
- Difundir en otros sectores y parroquias este tipo de maquinaria que beneficiara a su producción local.

Trabajo Futuro

La máquina sembradora con dosificación automática para semilla de quinua y abono puede implementarse de una forma mejorada en su función de dosificación de semilla.

La elaboración de plantillas con diversas dimensiones para nuevos tipos de semillas, no limita la funcionalidad de la máquina y logra obtener nuevos tipos de siembra de producto con el mismo sistema.

De igual manera la implementación de un dosificador para el abono tipo cucharón lograra minimizar el tiempo de abonamiento previo al sembrío, ya que el abono en mayor cantidad provee de mayores nutrientes al suelo.

No es recomendable la colocación de un motor para evitar ser empujado por el operario por el difícil acceso geográfico en ciertas comunidades, pero de realizarlo, sería una buena opción de sembrío en superficies planas

Referencias

AGROCALIDAD. (2015). *AGROCALIDAD*. Obtenido de

<http://www.agrocalidad.gob.ec/>

FAO. (2013). *Food and Agriculture Organization*. Obtenido de

<http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s27.htm>

INIAP. (1992). "*Iniap-Ingapirca e INIAP-tunkahuan dos variedades de quinua de bajo contenido de saponina*". Quito.

Larburu, N. (2001). *Prontuario de Máquinas herramientas*. Paraninfo.

Mott, R. L. (2006). *Diseño de Elementos de Maquinas*. Mexico: Pearson Educational.

Renold. (s.f.). *Renold Chain Download*. Obtenido de


<http://www.renold.com/downloads/chain-brochures-and-downloads/>


SKF. (2015). *Catalogo General*.

Tarquin, B. y. (2000). *Ingenieria Económica*. Texas: Printed in Colombia.

Anexos

Anexo 1. Tubo estructural redondo






DIPAC[®]
PRODUCTOS DE ACERO

REDONDO

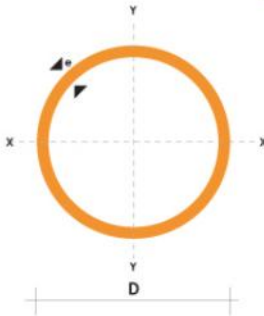
TUBO ESTRUCTURAL REDONDO

Especificaciones Generales


Norma	ASTM A-500
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Dimensiones	Desde 7/8" hasta 3"
Espesor	Desde 1.50mm a 3.00mm



DIAMETRO	ESPESOR	PESO	AREA	I	W	i
pulgadas	mm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm
7 / 8 "	1.50	0.77	0.98	0.53	0.47	0.73
1 "	1.50	0.88	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4 "	1.50	1.12	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2 "	1.50	1.35	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4 "	1.50	1.59	2.02	4.67	2.10	1.52
2 "	1.50	1.82	2.32	7.06	2.78	1.74
2 1/2 "	1.50	2.29	2.92	14.05	4.42	2.19
3 "	1.50	2.76	3.52	24.56	6.45	2.64
1 "	2.00	1.15	1.47	1.01	0.80	0.83
1 1/4 "	2.00	1.47	1.87	2.08	1.31	1.05
1 1/2 "	2.00	1.78	2.27	3.71	1.95	1.29
1 3/4 "	2.00	2.09	2.67	6.02	2.71	1.50
2 "	2.00	2.41	3.07	9.14	3.60	1.73
2 1/2 "	2.00	3.03	3.86	18.29	5.76	2.18
3 "	2.00	3.66	4.66	32.11	8.43	2.62
2 "	3.00	3.54	4.51	12.92	5.09	1.69
2 1/2 "	3.00	4.48	5.70	26.15	8.24	2.14
3 "	3.00	5.42	6.90	46.29	12.15	2.59




Anexo 2. Tubo estructural rectangular



DIPAC[®]

PRODUCTOS DE ACERO




RECTANGULAR

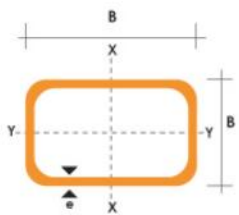
TUBO ESTRUCTURAL RECTANGULAR

Especificaciones Generales

- Norma** ASTM A-500
- Recubrimiento** Negro o galvanizado
- Largo normal** 6,00m
- Otros largos** Previa Consulta
- Dimensiones** Desde 12.00mm x 25.00mm a 40.00mm x 80.00mm
- Espeor** Desde 2.00mm a 3.00mm



DIMENSIONES				AREA	EJES X-X			EJES Y-Y		
A mm	B mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm ²	I cm ⁴	W cm ³	i cm	I cm ⁴	W cm ³	i cm
20	40	1,2	1,09	1,32	2,61	1,30	1,12	0,88	0,88	0,83
20	40	1,5	1,35	1,65	3,26	1,63	1,40	1,09	1,09	0,81
20	40	2,0	1,78	2,14	4,04	2,02	1,37	1,33	1,33	0,79
25	50	1,5	1,71	2,10	6,39	2,56	1,74	2,19	1,75	1,02
25	50	2,0	2,25	2,74	8,37	3,35	1,75	2,80	2,24	1,01
25	50	3,0	3,30	4,14	12,56	5,02	1,74	3,99	3,19	0,99
30	50	1,5	1,88	2,25	7,27	2,91	1,80	3,32	2,21	1,21
30	50	2,0	2,41	2,94	9,52	3,81	1,80	4,28	2,85	1,21
30	50	3,0	3,30	4,21	12,78	5,11	1,74	5,66	3,77	1,16
30	70	2,0	3,03	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,48	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	60	1,5	2,29	2,91	14,90	4,97	2,26	7,94	3,97	1,65
40	60	2,0	3,03	3,74	18,08	6,13	2,22	9,81	4,90	1,62
40	60	3,0	4,48	5,41	25,31	8,44	2,16	13,37	6,69	1,57
30	70	1,5	2,34	2,91	18,08	5,17	2,49	4,76	3,17	1,28
30	70	2,0	2,93	3,74	22,20	6,34	2,44	5,85	3,90	1,25
30	70	3,0	4,25	5,41	30,50	8,71	2,37	7,84	5,23	1,20
40	80	1,5	2,76	3,74	31,75	7,94	2,91	10,77	5,39	1,70
40	80	2,0	3,66	4,54	37,32	9,33	2,87	12,70	6,35	1,67
40	80	3,0	5,42	6,61	52,16	13,04	2,81	17,49	8,75	1,63
50	100	2,0	4,52	5,74	74,94	14,99	3,61	25,65	10,26	2,11
50	100	3,0	6,71	8,41	106,34	21,27	3,56	35,97	14,39	2,07
50	150	2,0	6,17	7,74	207,45	27,66	5,18	37,17	14,87	2,19
50	150	3,0	9,17	11,41	298,35	39,78	5,11	52,54	21,02	2,15



Anexo 3. Plancha PL

PLANCHAS




DIPAC®

PRODUCTOS DE ACERO

PLANCHAS

PL



REDUCCION DE FRACCIONES DE PULGADAS A MILIMETROS								
PULGADAS		MILIMETROS		PULGADAS		MILIMETROS		
1/128	=	0.20	25/64	=	9.92	27/32	=	21.43
1/64	=	0.40	13/32	=	10.32	55/64	=	21.83
3/128	=	0.60	27/64	=	10.72	7/8	=	22.23
1/40	=	0.64	7/16	=	11.11	57/64	=	22.62
1/32	=	0.79	29/64	=	11.51	29/32	=	23.02
1/25	=	1.02	15/32	=	11.91	59/64	=	23.42
3/64	=	1.19	31/64	=	12.30	15/16	=	23.81
1/20	=	1.27	1/2	=	12.70	61/64	=	24.21
1/16	=	1.59	33/64	=	13.10	61/32	=	24.61
5/64	=	1.98	17/32	=	13.49	63/64	=	25.00
3/32	=	2.38	35/64	=	13.89	1	=	25.40
7/64	=	2.78	9/16	=	14.29	11/10	=	27.00
1/8	=	3.18	37/64	=	14.68	11/8	=	28.60
9/64	=	3.57	19/32	=	15.08	18/16	=	30.20
5/32	=	3.97	39/64	=	15.48	11/4	=	31.70
11/64	=	4.37	5/8	=	15.88	15/16	=	33.30
3/16	=	4.76	41/64	=	16.27	13/8	=	34.90
13/64	=	5.16	21/32	=	16.67	17/16	=	36.50
7/32	=	5.56	46/64	=	17.07	11/2	=	38.10
15/64	=	5.95	11/16	=	17.46	19/10	=	39.70
1/4	=	6.35	45/64	=	17.86	15/8	=	41.30
17/64	=	6.75	23/32	=	18.26	111/16	=	42.90
9/32	=	7.14	47/64	=	18.65	13/4	=	44.40
19/64	=	7.54	3/4	=	19.05	113/16	=	46.00
5/16	=	7.94	49/64	=	19.45	17/8	=	47.60
21/64	=	8.33	25/32	=	19.84	115/16	=	49.20
11/32	=	8.73	51/64	=	20.24	2	=	50.80
23/64	=	9.13	13/16	=	20.64			
3/8	=	9.53	53/64	=	21.03			

DIMENSIONES EN (mm)				PESOS
ANCHO	LARGO	ESPESOR	KG	
1220	2440	2	46.74	
1220	2440	3	70.10	
1220	2440	4	93.47	
1500	2440	4	114.92	
1220	2440	5	116.84	
1500	2440	5	143.66	
1800	2440	5	172.39	
1220	2440	6	140.21	
1500	2440	6	172.39	
1800	2440	6	206.86	
1220	2440	8	186.94	
1500	2440	8	229.85	
1800	2440	8	275.82	
1220	2440	10	233.68	
1500	2440	10	287.31	
1800	2440	10	344.77	
1220	6000	12	689.54	

METODO PRACTICO PARA CALCULAR PESO DE LAS PLANCHAS DE ACERO

NOMENCLATURA

L = Largo (mm)

A = Ancho (mm)


E = Espesor (mm)

Peso = Kgs.

$$\text{Peso} = \frac{L \times A \times E \times 7,85}{1,000.00}$$

Ejemplo: $(L = 1220\text{mm} \times A = 2440 \text{ mm} \times E = 1,0\text{mm}) \times 7,85 = 23.368 \text{ Kg}$

Anexo 4. Acero AISI 4340



IBCA
IVAN BOHMAN C.A.
Asociación de Acero desde 2007

705=AISI 4340

Acero bonificado para maquinaria

GENERALIDADES: 705 es un acero al molibdeno más cromo y níquel. El molibdeno tiene una solubilidad limitada y es un buen formador de carburos. Ejerce un fuerte efecto sobre la templabilidad y de manera semejante al cromo, aumenta la dureza y resistencia a alta temperatura de los aceros. Menos susceptibles al fragilizado debido al revenido que los demás aceros aleados para maquinaria. Al combinarse con níquel y cromo soporta altas exigencias de resistencia y tenacidad en secciones grandes. Su contenido de níquel le da más templabilidad, lo mismo que la resistencia en caliente.

705 combina alta resistencia mecánica (la mayor del mercado) con buena tenacidad. Este acero en forma standard es suministrado bonificado, por lo que no se requeriría luego un tratamiento trémico, sin embargo, si se desea mejores propiedades, puede ser templado al aceite. Susceptible de temple por inducción y también puedes someterse a tratamiento de nitrurado.

ANÁLISIS TÍPICO %

	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
705	0.36	0.25	0.70	—	—	1.40	1.40	0.20
AISI 4340	0.35-0.40	0.20-0.35	0.60-0.80	0.04	—	1.65-2.00	0.70-0.90	0.20-0.30

EQUIVALENCIAS

AISI/SAE	4340
DIN	34CrNiMo6
W.Nr	1.6582
JIS	SNCM1
AFNOR	35NCD6

PROPIEDADES MECÁNICAS EN CONDICIÓN DE SUMINISTRO

Resistencia a la tracción	90-110kg/mm ²
Esfuerzo de cedencia	70kg/mm ²
Resistencia al impacto, kU	aprox. 20 J
Elongación, A5	min 12%
Reducción de área, Z	min 45%
Dureza	270-330HB

De acuerdo a DIN 17200 resp. SEW 550. Tolerancia
DIN 1013 resp. DIN 7527 / 6

Nota: Estas propiedades se garantizan hasta Ø250 mm. Medidas mayores, favor consultarnos.

APLICACIONES:

1. Partes de gran resistencia para la industria automotriz, como:

- ejes
- cardanes
- cigüeñales
- ejes de leva
- tornillería de alta resistencia

2. Partes para la construcción de maquinaria de trabajo pesado como:

- árboles para trituradoras
- ejes de transmisión de grandes dimensiones
- engranajes de temple por llama, inducción o nitruración
- barras de torsión
- portaherramientas

1. Aplicaciones donde se requiere resistencia a la fatiga, como:


- En la construcción de equipo pesado para camiones, aviones, equipos militar, etc.

IVAN BOHMAN C.A.

Anexo 5. Clasificación de textura del suelo


Clasificación de la Textura del Suelo					
Deficiencia de humedad Pulgadas/Pie	Granular/Gruesa (arena francosa)	Moderadamente gruesa (franco arenosa)	Textura Media (franco)	Textura Fina (franco arcillosa)	Deficiencia de humedad Pulgadas/Pie
	(Capacidad de campo)	(Capacidad de campo)	(Capacidad de campo)	(Capacidad de campo)	
0.0	Deja un contorno de humedad en la mano cuando se le comprime	Deja un contorno de humedad en la mano. Forma una cinta corta	Deja un contorno de humedad en la mano. Forma una cinta de aprox. 1 pulgada	Deja un contorno de humedad en la mano. Forma una cinta de aprox. 2 pulgadas	0.0
0.2	Se ve húmeda	Forma una bola dura			0.2
0.4	Forma una bola débil		Forma una bola maleable. Deja manchas en los dedos cuando se le frota	Deja manchas en los dedos y forma una cinta fácilmente	0.4
0.6	Se pone ligeramente pegajosa	Forma una buena bola		Forma una cinta gruesa	0.6
0.8	Muy seca y suelta. Se desliza entre los dedos	Forma una bola débil	Forma una bola dura	Deja manchas en los dedos	0.8
1.0	Punto de Marchitamiento			Forma una buena bola	1.0
		Se pone pegajosa pero no forma una bola	Forma una buena bola	Se puede hacer una bola pero no una cinta. Se forman terrones pequeños	
1.2			Forma una bola débil		1.2
1.4		Punto de Marchitamiento		Los terrones se desmoronan	1.4
1.6					1.6
1.8				Punto de Marchitamiento	1.8








Anexo 6. Catálogo de catalinas



RCA
RAMON ROJAS S.A.

NK 40 ANSI(ASA) STANDAR SPORCKETS



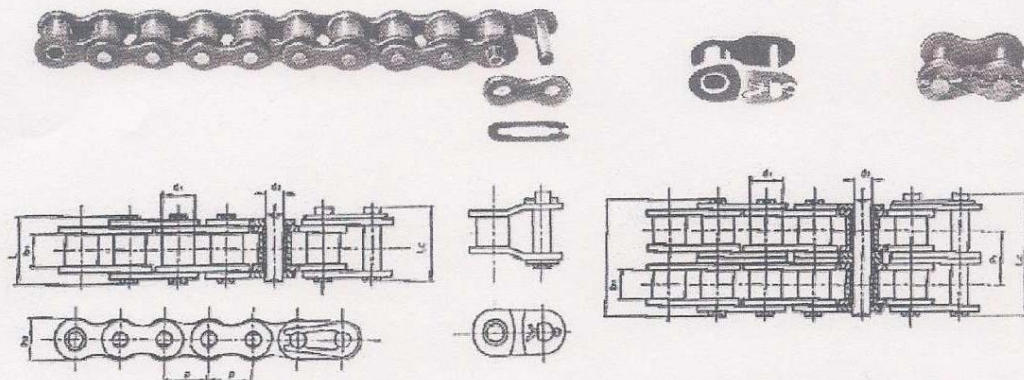
No. of Teeth	Pitch Dia. (P.C.D.)	Outside Dia. (O.D.)	SINGLE B TYPE				SINGLE B TYPE				SINGLE ATYPE		No. of Teeth		
			Bore (O.D.)		Hub		Approx. Weigt (kg)	Mod. rate	Bore (O.D.)		Hub				
			Stock	Max.	H.D.	H.			Stock	Max.	H.D.	H.			
9	1.462	1.67	0.35	0.63	1.192	0.388	0.11	0.81	0.69	1.192	1.378	0.38	0.35	0.63	9
10	1.614	1.84	0.37	0.71	1.293	0.466	0.14	0.85	0.63	1.181	1.378	0.36	0.45	0.69	10
11	1.776	2.09	0.43	0.70	1.417	0.666	0.19	0.65	0.67	1.535	1.378	0.40	0.55	0.12	11
12	1.952	2.17	0.43	0.97	1.375	0.866	0.22	0.65	0.67	1.535	1.378	0.40	0.55	0.12	12
13	2.089	2.33	0.53	0.79	1.457	0.866	0.23	0.65	0.67	1.535	1.378	0.40	0.55	0.12	13
14	2.247	2.48	0.55	0.95	1.854	0.866	0.28	0.65	0.67	1.535	1.378	0.40	0.55	0.12	14
15	2.435	2.63	0.55	1.10	1.871	0.866	0.34	0.65	1.10	1.433	1.378	0.50	0.55	0.18	15
16	2.663	2.81	0.55	1.18	1.983	0.866	0.43	0.65	1.18	1.433	1.378	0.50	0.55	0.18	16
17	2.751	2.88	0.55	1.35	2.128	0.866	0.48	0.65	1.35	2.128	1.378	0.78	0.55	0.25	17
18	2.879	3.14	0.55	1.38	2.248	0.866	0.51	0.65	1.38	2.248	1.378	0.88	0.55	0.25	18
19	3.038	3.28	0.55	1.57	2.421	0.866	0.68	0.65	1.57	2.421	1.378	0.96	0.55	0.28	19
20	3.196	3.48	0.59	1.77	2.638	0.866	0.78	0.65	1.77	2.638	1.378	1.30	0.59	0.29	20
21	3.386	3.62	0.59	1.89	2.795	0.866	0.85	0.65	1.77	2.677	1.378	1.30	0.59	0.28	21
22	3.513	3.78	0.59	2.01	2.983	0.866	0.85	0.65	1.89	2.835	1.378	1.50	0.59	0.28	22
23	3.672	3.88	0.59	2.01	3.031	0.866	1.00	0.65	2.01	2.922	1.378	1.60	0.59	0.28	23
24	3.831	4.18	0.59	1.85	2.480	0.866	0.84	0.65	2.17	3.150	1.378	1.60	0.59	0.40	24
25	3.989	4.28	0.59	1.95	2.480	0.866	0.88	0.65	2.24	3.337	1.378	2.00	0.59	0.45	25
26	4.148	4.42	0.59	1.68	2.480	0.866	0.92	0.71	2.36	3.485	1.378	2.30	0.59	0.40	26
27	4.307	4.57	0.59	1.68	2.480	0.866	0.88	0.71	2.36	3.622	1.378	2.30	0.59	0.50	27
28	4.466	4.74	0.59	1.82	2.480	0.866	1.00	0.71	2.60	3.783	1.378	2.60	0.59	0.88	28
29	4.624	4.85	0.59	1.85	2.480	0.866	1.00	0.71	2.60	3.937	1.378	2.80	0.59	0.60	29
30	4.783	5.08	0.59	1.85	2.480	0.866	1.10	0.71	2.60	3.937	1.378	2.80	0.59	0.60	30
31	4.942	5.29	0.59	1.77	2.677	1.102	1.20	0.91	2.60	3.937	1.869	3.05	0.59	0.65	31
32	5.101	5.38	0.59	1.77	2.677	1.102	1.20	0.91	2.60	3.937	1.869	3.05	0.59	0.70	32
33	5.260	5.51	0.59	1.77	2.677	1.102	1.25	0.91	2.60	3.937	1.869	3.05	0.59	0.75	33
34	5.419	5.67	0.63	1.77	2.677	1.102	1.35	0.91	2.60	3.937	1.869	3.10	0.59	0.80	34
35	5.578	5.88	0.59	1.77	2.677	1.102	1.45	0.91	2.60	3.937	1.869	3.10	0.59	0.85	35
36	5.737	6.09	0.67	1.77	2.677	1.102	1.50	0.91	2.60	3.937	1.869	3.30	0.71	0.80	36
37	5.896	6.18	0.67	1.77	2.677	1.102	1.58	0.91	2.60	3.937	1.869	3.60	0.71	0.80	37
38	6.056	6.34	0.67	1.77	2.677	1.102	1.65	0.91	2.60	3.937	1.869	3.60	0.71	1.00	38
39	6.214	6.59	0.67	1.77	2.677	1.102	1.65	0.91	2.60	3.937	1.869	3.60	0.71	1.15	39
40	6.373	6.65	0.67	1.77	2.677	1.102	1.70	0.91	2.60	3.937	1.869	3.60	0.71	1.20	40
41	6.532	6.81	0.71	1.89	2.874	1.293	2.00	0.91	2.48	3.681	1.869	4.00	0.71	1.20	41
42	6.691	6.97	0.71	1.89	2.874	1.293	2.05	0.91	2.48	3.681	1.869	4.00	0.71	1.30	42
43	6.850	7.13	0.71	1.89	2.874	1.293	2.10	0.91	2.48	3.681	1.869	4.00	0.71	1.30	43
44	7.009	7.29	0.71	1.89	2.874	1.293	2.17	0.91	2.48	3.681	1.869	4.00	0.71	1.35	44
45	7.168	7.45	0.71	1.89	2.874	1.293	2.25	0.91	2.48	3.681	1.869	4.00	0.71	1.45	45
46	7.327	7.69	0.71	1.89	2.874	1.293	2.45	0.91	2.48	3.681	1.869	5.00	0.71	1.60	46
47	7.486	7.83	0.71	1.89	2.874	1.293	2.60	0.91	2.48	3.681	1.869	5.50	0.71	1.60	47
48	7.645	8.09	0.71	1.89	2.874	1.293	2.80	0.91	2.48	3.681	1.869	5.80	0.71	2.00	48
49	7.804	8.24	0.71	1.89	2.874	1.293	3.40	0.91	2.48	3.681	1.869	6.70	0.71	2.60	49
50	7.963	8.49	0.79	2.17	3.288	1.293	4.18	0.91	2.48	3.681	1.869	10.00	0.79	3.00	50
51	8.122	8.64	0.79	2.17	3.288	1.293	4.67	0.91	2.48	3.681	1.869	11.50	0.79	3.00	51
52	8.281	8.79	0.79	2.17	3.288	1.293	4.80	0.79	2.17	3.288	1.293	8.15	0.79	4.00	52
53	8.440	8.94	0.79	2.34	3.465	1.378	5.50	0.79	2.34	3.465	1.378	9.50	0.79	4.00	53
54	8.599	9.09	0.79	2.34	3.465	1.378	6.49	0.79	2.34	3.465	1.378	8.49	0.79	5.10	54
55	8.758	9.24	0.79	2.34	3.465	1.378	7.50	0.79	2.34	3.465	1.378	8.50	0.79	5.20	55
56	8.917	9.39	0.79	2.34	3.465	1.378	7.50	0.79	2.34	3.465	1.378	8.00	0.79	5.50	56
57	9.076	9.54	0.79	2.34	3.465	1.378	7.50	0.79	2.34	3.465	1.378	7.50	0.79	5.50	57
58	9.235	9.69	0.79	2.34	3.465	1.378	8.00	0.79	2.34	3.465	1.378	8.00	0.79	5.50	58

Anexo 7. Catálogo de cadena



ROLLER CHAINS ANSI B29. 1-1975

Rollenketten DIN 8188
 Chainnes á rouleaux ISO/R606
 Cadenas de rodillos ISO/R606




Chain		Pitch	width between inner plates		Roller diameter	Pin diameter	Pin length		Transverse pitch	Breaking load		weight					
Rollenkette		Teilung	Innere Breite		Roller-Ø	Bolzen-Ø	Bolzenlänge		Mittenabstand	Bruchast		Gewicht					
Chaîne		Pas	Largeur entre plaques intérieures		Diamètre du rouleau	Longueur de l'axe	Longueur de l'axe		Enne-axe transversal	Charge de rupture		Poids					
Cadena		Paso	Ancho entre placas interiores		Diámetros del rodillo	Diámetros del perno	Longitud del perno		Paso transversal	Carga de ruptura		Peso					
ANSI N°.	DIN ISO Nr.	P		W max		R max		D max		L max		C		min	min		
		in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	Lg	Kg	Lb/ft	Kg/m
25		1/4	6.35	0.125	3.18	0.130	3.30	0.091	2.31	0.339	8.80			990	450	0.09	0.14
35		3/8	9.525	0.188	4.78	0.200	5.08	0.141	3.59	0.510	12.95			2420	1100	0.22	0.33
40	08A	1/2	12.70	0.313	7.95	0.312	7.92	0.156	3.97	0.691	17.45			4290	1950	0.41	0.62
41	08S	1/2	12.70	0.251	6.38	0.306	7.77	0.141	3.59	0.567	14.40			2640	1200	0.27	0.41
50	10A	5/8	15.875	0.375	9.53	0.400	10.16	0.200	5.09	0.866	21.75			7040	3200	0.71	1.08
60	12A	3/4	19.05	0.500	12.70	0.469	11.91	0.234	5.96	0.959	26.80			9660	4400	1.01	1.50
80	16A	1	25.40	0.625	15.88	0.625	15.87	0.312	7.94	1.360	35.30			16500	7500	1.68	2.50
100	20A	1 1/4	31.75	0.750	19.05	0.780	19.05	0.375	9.54	1.690	43.15			25300	11500	2.55	3.80
120	24A	1 1/2	38.40	1.000	25.40	0.875	22.22	0.437	11.11	2.122	53.90			35200	16000	3.78	5.80
140	28A	1 3/4	44.45	1.000	25.40	1	25.40	0.500	12.71	2.303	58.50			45100	20500	5.10	7.80
160	32A	2	50.80	1.250	31.75	1.125	28.57	0.562	14.29	2.742	69.65			59400	27000	8.28	9.50
200	40A	2 1/2	63.50	1.250	38.10	1.562	39.67	0.781	19.85	3.308	86.30			99000	45000	11.02	16.40
25-2		1/4	6.35	0.125	3.18	0.130	3.30	0.091	2.31	0.691	15.00	0.252	6.40	1760	800	0.18	0.26
35-2		3/8	9.525	0.188	4.78	0.200	5.08	0.141	3.59	0.907	23.05	0.398	10.10	3970	1800	0.42	0.64
40-2		1/2	12.70	0.313	7.95	0.312	7.92	0.156	3.97	1.264	39.85	0.587	14.40	7050	3200	0.80	1.20
50-2	08A-2	5/8	15.875	0.375	9.53	0.400	10.16	0.200	5.09	1.569	31.85	0.713	18.10	10700	4860	1.36	2.02
60-2	12A-2	3/4	19.05	0.500	12.70	0.469	11.91	0.234	5.96	1.957	49.70	0.898	22.80	15500	7040	2.02	3.00
80-2	16A-2	1	25.40	0.625	15.88	0.625	15.87	0.312	7.94	2.543	64.60	1.154	29.30	27300	12400	3.38	5.02
100-2	20A-2	1 1/4	31.75	0.750	19.05	0.780	19.05	0.375	9.54	3.108	78.95	1.409	35.80	41000	18600	5.12	7.64
120-2	24A-2	1 1/2	38.40	1.000	25.40	0.875	22.22	0.437	11.11	3.903	99.30	1.787	45.40	56500	27000	7.38	10.98
140-2	28A-2	1 3/4	44.45	1.000	25.40	1	25.40	0.500	12.71	4.228	107.40	1.925	48.90	80700	36600	9.36	13.92
160-2	32A-2	2	50.80	1.250	31.75	1.125	28.57	0.562	14.29	5.046	128.15	2.303	58.50	104900	47600	12.58	18.72
200-2	40A-2	2 1/2	63.50	1.500	38.10	1.562	39.67	0.781	19.85	6.217	157.90	2.819	71.80	164000	74400	21.40	31.84

Anexo 8. Hoja de mantenimiento de sembradora

MÁQUINA SEMBRADORA CON DOSIFICACIÓN AUTOMÁTICA PARA SEMILLA DE QUINUA Y ABONO CON UNA CAPACIDAD DE 20 Kg/h																									
PROGRAMA DE LUBRICACIÓN SEMESTRAL																									
MÁQUINA	Sembradora con dosificación automática para semilla de quinoa y abono																								
MES	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL																			
SEMANA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Rodamientos de la ruedas																									
Rodamientos de la tolva																									
Catalinas																									
Cadena																									

COLOR	DESIGNACIÓN	S
INSPECCIÓN	Diario	○
ENGRASAR	Semanal	△
VERIFICAR	Mensual	□
LUBRICAR	Semestral	▬
	Trimestral	◇


 Cada 3 semanas revisar la lubricación en la cadena, realizar la respectiva limpieza y volver a engrasar

Anexo 9. Carta de recepción del proyecto de vinculación



CARTA DE RECEPCIÓN DE PROYECTO DE VINCULACION EN EL SECTOR DE LA AGROINDUSTRIA PARA LA COMUNIDAD DE NONO

Quito, 18 de Noviembre de 2015

Comunidad de Alambi.

Por medio de la presente damos constancia de la entrega del proyecto de vinculación a la comunidad de Alambi en la parroquia de Nono denominado "MAQUINA SEMBRADORA CON DOSIFICACION AUTOMATICA PARA SEMILLA DE QUINUA Y ABONO CON UNA CAPACIDAD DE 20 KG/H " realizado por los estudiantes de la carrera de Ingeniería mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana:

- Darío Xavier Aragon Cuichan
- Luis Fernando Manyá Galarza

En dirección del docente Tutor.

- Ing. Milton Jami

De acuerdo con los parámetros y pruebas de campo previamente realizadas se puede concluir que la maquina cumple satisfactoriamente con el rendimiento y funcionalidad para la siembra de quinua. El proyecto ayudara al crecimiento y desarrollo de la comunidad con un alto beneficio en la innovación de una siembra rápida y óptima.

Atentamente,



Santiago Enriquez
Presidente
GAD parroquial de Nono

Calle Principal El Ejido E-11 / (05) 3 726 144
www.nono.ec / www.nono.gob.ec
gobierno parroquial de nono@yahoo.es

www.facebook.com/nonoecuador
[@NONO_ECUADOR](https://www.instagram.com/nono_ecuador)

