

INDICE

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1 ANTECEDENTES Y MOTIVACIÓN	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 SOLUCIÓN PROPUESTA	2
1.4 OBJETIVOS	3
1.4.1 Objetivo General.....	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.5 ALCANCES	3
1.6 METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR	4
1.7 RESULTADOS ESPERADOS.....	4
1.8 ORGANIZACIÓN DEL DOCUMENTO	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1 DESPEDREGADORA	7
2.1.1 Mecanismos de Recolección de Piedras	7
2.1.2 Paralelo entre Máquinas Existentes en el Mercado.....	7
2.1.2.1 Máquina Hileradora de Piedras.....	7
2.1.2.2 Máquina Despedregadora de Pala.....	8
2.1.2.3 Máquina Despedregadora de Rastrillo.....	9
2.1.2.4 Máquina Despedregadora con Cadena.....	9
2.1.3 Despedregadora en el Mercado Actual.....	10
2.1.4 Modelo 3D de la Despedregadora	12
2.1.5 Descripción del Diseño de la Máquina Despedregadora	13

2.2	SUELO	14
2.2.1	Suelo Agrícola	14
2.3	PIEDRAS.....	15
2.3.1	Piedras en Campos Agrícolas.....	15
2.4	TRACTOR	16
2.4.1	Sistema Hidráulico.....	16
2.4.2	Toma de Fuerza (PTO)	17
2.4.3	Tractores más Utilizados	17
2.5	MATERIALES DE FABRICACIÓN.....	19
2.5.1	Aceros.....	19
2.6	MOTORREDUCTOR.....	20
2.7	PIEZAS MECÁNICAS	21
2.7.1	Cadenas	21
2.7.2	Ejes.....	22
2.7.3	Contenedor.....	23
2.7.4	Cilindro Hidráulico	23
2.8	SOLDADURA	24
2.9	FACTOR DE SEGURIDAD	24
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE CÁLCULO		26
3.1	CAPACIDAD TEÓRICA DE TRABAJO.....	27
3.2	POTENCIA	27
3.2.1	Potencia a Utilizar del Tractor	27
3.2.1.1	Fuerza que ejerce el suelo a la máquina	27
3.3	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LA CADENA	28

3.4	PESO MÁXIMO A TRANSPORTAR	28
3.5	DISEÑO RASTRILLO GIRATORIO	29
3.6	SELECCIÓN DE CADENAS	30
3.7	DISEÑO DE EJES SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO	35
3.8	SELECCIÓN DE ACOPLER EJE-EJE.....	36
3.9	SELECCIÓN DE ACOPLER PIÑONES	37
3.10	DISEÑO DE CONTENEDOR DE PIEDRAS	38
3.11	SELECCIÓN DE CILINDRO HIDRÁULICO	39
3.12	RECOMENDACIONES PARA SOLDADURA.....	40
3.13	CÁLCULO DE CHAVETAS	42
CAPÍTULO IV: DISEÑO DE MÁQUINA		43
4.1	DATOS	44
4.2	CAPACIDAD TEÓRICA DE TRABAJO.....	44
4.3	POTENCIA	44
4.3.1	Potencia a Utilizar del Tractor	44
4.4	CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE LA CADENA	45
4.5	PESO MÁXIMO A TRANSPORTAR	45
4.6	DISEÑO RASTRILLO GIRATORIO	46
4.7	SELECCIÓN DE CADENAS	47
4.8	DISEÑO DE EJES SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE MOVIMIENTO	53
4.9	DISEÑO PARRILLA TRANSPORTADORA	56
4.10	DISEÑO DE CONTENEDOR DE PIEDRAS	57
4.11	SELECCIÓN DE COMPONENTES	57

4.11.1	Motorreductor	57
4.11.2	Acople Eje	58
4.11.3	Acople para Piñones	59
4.11.3.1	Chavetas	59
4.11.4	Rodamientos	60
4.11.5	Cilindros Hidráulicos.....	62
4.11.6	Resorte de Rastrillo Giratorio	62
4.11.7	Puntas para Rastrillo de Cadena	64
4.11.8	Acople TDF y Embrague Fricción	66
CAPÍTULO V: COMPROBACIONES		68
5.1	CADENAS	69
5.1.1	Sistema I Cadena 24B.....	69
5.1.2	Sistema II Cadena 28B.....	70
5.1.3	Sistema III Cadena 28B.....	71
5.1.4	Sistema IV Cadena 28B	72
5.2	CONTENEDOR	73
5.2.1	Contenedor Sólido.....	73
5.3	EJES.....	75
5.3.1	Eje I.....	75
5.3.2	Eje II.....	77
5.3.3	Eje III.....	79
5.3.4	Eje IV	80
5.3.5	Eje V	82
5.3.6	Eje VI	83

5.3.7	Eje VII	85
5.3.8	Eje VIII	86
5.4	ESTRUCTURA.....	88
5.4.1	Estructura Completa.....	88
5.4.2	Parte Trasera.....	90
5.5	RASTRILLO CADENA	91
5.6	RASTRILLO GIRATORIO	92
5.7	RESORTE COMPRESIÓN RASTRILLO	94
5.8	SOLDADURA	95
5.9	CONCLUSIONES ANSYS	97
CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA		98
6.1	SUMA DE COSTOS	99
6.2	VAN	100
6.3	TIR.....	102
CAPÍTULO VII: MANTENIMIENTO.....		103
7.1	SISTEMA MOTRIZ.....	104
7.1.1	Motorreductor	104
7.1.2	Acople y Extensión TDF y Embrague de Fricción.....	104
7.1.3	Ejes.....	105
7.1.4	Rodamientos	105
7.1.5	Cadenas y Piñones	106
7.2	SISTEMA HIDRÁULICO	107
7.2.1	Cilindros Hidráulicos.....	107

7.3	RECOMENDACIONES GENERALE DE LA MÁQUINA	108
CAPÍTULO VIII: CONCLUSIONES		110
CAPÍTULO IX: BIBLIOGRAFÍA		113
9.1	BIBLIOGRAFÍA.....	114
CAPÍTULO X: ANEXOS		117
10.1	ANEXO I	118
10.2	ANEXO II	118
10.3	ANEXO III	120
10.4	ANEXO IV.....	121
10.5	ANEXO V.....	121
10.6	ANEXO VI.....	122
10.7	ANEXO VII.....	123
10.8	ANEXO VIII.....	124
10.9	ANEXO IX.....	125
10.10	ANEXO X.....	126
10.11	ANEXO XI.....	127
10.12	ANEXO XII.....	128
10.13	ANEXO XIII.....	129
10.14	ANEXO XIV	129
10.15	ANEXO XV	133
10.16	ANEXO XVI	134
10.17	ANEXO XVII	135
10.18	ANEXO XVIII	135

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Hilerador de Piedras	8
Figura 2.2. Despedregadora de Pala	8
Figura 2.3. Despedregadora de Rastrillo	9
Figura 2.4. Despedregadora con Cadena	9
Figura 2.5. Hilerador RH 3000R.....	10
Figura 2.6. Despedregadora SB 4000 4mt	11
Figura 2.7. Despedregadora MYM 205DX.....	11
Figura 2.8. Modelo 3D Despedregadora.....	12
Figura 2.9. Modelo Conceptual Despedregadora	13
Figura 2.10. Cama de Siembra	14
Figura 2.11. Ciclo Formación de Piedras	15
Figura 2.12. Toma de Fuerza.....	17
Figura 2.13. Acople Extensión	17
Figura 2.14. Tractor John Deere 5625	18
Figura 2.15. Tractor Ford 6640	18
Figura 2.16. Tractor Massey Ferguson MF 291	18
Figura 2.17. Motorreductor.....	20
Figura 2.18. Cadena Simple.....	21
Figura 2.19. Cadena Transporte	21
Figura 2.20. Piñón Simple	22
Figura 2.21. Material Acero 4340	22
Figura 2.22. Contenedor	23
Figura 2.23. Cilindro Hidráulico	23
Figura 3.1. Esquema Cadena Transportadora.....	29
Figura 3.2. Sistema Acople Piñón - Eje	37
Figura 3.3. Punto Crítico Contenedor	38
Figura 3.4. Esquema Punto de Pivote	39

Figura 4.1. Esquema Rastrillo Giratorio	46
Figura 4.2. Parte Sistema I.....	47
Figura 4.3. Fuerzas Presentes en un Piñón.....	49
Figura 4.4. Sistema I	50
Figura 4.5. Sistema II	51
Figura 4.6. Sistema III	52
Figura 4.7. Sistema IV	52
Figura 4.8. Eje I	55
Figura 4.9. Segmento Parrilla Transportadora	56
Figura 4.10. Fuerzas Actuantes en el Contenedor	57
Figura 4.11. Acoples Piñón - Eje.....	59
Figura 4.12. Rodamiento Insertable 212-XL-KRR	61
Figura 4.13. Cilindro Hidráulico	62
Figura 4.14. Resorte Compresión	63
Figura 4.15. Posición Resorte Compresión	64
Figura 4.16. Punta Arado	65
Figura 4.17. Posición Puntas de Arado.....	66
Figura 4.18. Selección Embrague Fricción	67
Figura 4.19. Selección Acople Extensión Toma de Fuerza	67
Figura 5.1. Esfuerzo Cadena 24B Sistema I.....	69
Figura 5.2. Deformación Cadena 24B Sistema I.....	69
Figura 5.3. Esfuerzo Cadena 28B Sistema II.....	70
Figura 5.4. Deformación Cadena 28B Sistema II.....	70
Figura 5.5. Esfuerzo Cadena 28B Sistema III	71
Figura 5.6. Deformación Cadena 28B Sistema III.....	71
Figura 5.7. Esfuerzo Cadena 28B Sistema IV	72
Figura 5.8. Deformación Cadena 28B Sistema IV	72
Figura 5.9. Ubicación de Fuerzas	73

Figura 5.10. Esfuerzo máximo contenedor	74
Figura 5.11. Deformación Contenedor	74
Figura 5.12. Disposición de Ejes Dentro de la Máquina	75
Figura 5.13. Fuerzas Eje I	76
Figura 5.14. Esfuerzos Eje I Sistema I	76
Figura 5.15. Deformación Eje Sistema I	77
Figura 5.16. Fuerzas Eje II	77
Figura 5.17. Esfuerzo Eje II Sistema II.....	78
Figura 5.18. Deformación Eje II Sistema II	78
Figura 5.19. Fuerzas Eje III	79
Figura 5.20. Esfuerzo Eje III Sistema II y III.....	79
Figura 5.21. Deformación Eje III Sistema II y III.....	80
Figura 5.22. Fuerzas Eje IV	80
Figura 5.23. Esfuerzos Eje IV Sistema III	81
Figura 5.24. Deformación Eje IV Sistema III	81
Figura 5.25. Fuerzas Eje V.....	82
Figura 5.26. Esfuerzo Sistema I y Sistema IV.....	82
Figura 5.27. Deformación Eje V Sistema I y Sistema IV.....	83
Figura 5.28.Fuerzas Eje VI.....	83
Figura 5.29. Esfuerzo Eje VI Sistema I	84
Figura 5.30. Deformación Eje VI Sistema I	84
Figura 5.31. Fuerzas Eje VII.....	85
Figura 5.32. Esfuerzo Eje VII Sistema IV.....	85
Figura 5.33. Deformación Eje VII Sistema IV.....	86
Figura 5.34. Fuerzas Eje VIII.....	86
Figura 5.35. Esfuerzo Eje VIII Soporte.....	87
Figura 5.36. Deformación Eje VIII Soporte	87
Figura 5.37. Fuerzas en Estructura.....	88

Figura 5.38. Esfuerzos Estructura Soportante	89
Figura 5.39. Deformación Estructura Soportante.....	89
Figura 5.40. Esfuerzo Parte trasera	90
Figura 5.41. Deformación Parte trasera	90
Figura 5.42. Esfuerzo Rastrillo Cadena	91
Figura 5.43. Deformación Rastrillo Cadena	92
Figura 5.44. Esfuerzo Rastrillo Giratorio	93
Figura 5.45. Deformación Rastrillo Giratorio	93
Figura 5.46. Esfuerzo Resorte Compresión.....	94
Figura 5.47. Deformación Resorte Compresión.....	94
Figura 5.48. Ubicación zona analizada	95
Figura 5.49. Esfuerzo Soldadura Estructura	95
Figura 5.50. Esfuerzo Sostenedora Cadena	96
Figura 5.51. Deformación Sostenedora de Cadena.....	96
Figura 10.1. Cilindros Hidráulicos	123

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Características Tractores de la Zona	18
Tabla 2.2. Acero SAE 1020	19
Tabla 2.3. Acero AISI 1045	19
Tabla 2.4. Acero SAE 4340.....	20
Tabla 3.1. Factor por Tipo de Carga	33
Tabla 3.2. Factor de Corrección Diámetro Primitivo	34
Tabla 3.3. Presión Admisible Cojinete	34
Tabla 3.4. Recomendación Soldadura	40
Tabla 4.1. Selección Motorreductor	58
Tabla 4.2. Propiedades Acero T-2	65
Tabla 6.1. Suma de Costos.....	99

Tabla 10.1. Condiciones de Operación.....	118
Tabla 10.2. Número de Dientes	119
Tabla 10.3. Relaciones de Transmisión.....	119
Tabla 10.4. Factor C.....	121
Tabla 10.5. Factor B.....	121
Tabla 10.6. Tipos de Acoples de Cadena	121
Tabla 10.7. Dimensiones Acoples Cadena	122
Tabla 10.8. Dimensiones Carcasa Acople	122
Tabla 10.9. Propiedades Cordón Soldadura.....	122
Tabla 10.10. Características Cilindro Hidráulico	123
Tabla 10.11. Dimensiones Cilindro Hidráulico	124
Tabla 10.12. Características Rodamiento Agrícola.....	124
Tabla 10.13. Dimensiones Acoples.....	125
Tabla 10.14. Características Material Transportado.....	126
Tabla 10.15. Densidad de Rocas.....	127
Tabla 10.16. Propiedades Mecánicas de Aceros Estructurales	128
Tabla 10.17. Selección Resorte de Compresión.....	129
Tabla 10.18. Tabla Frecuencia Engrase Rodamientos.....	134
Tabla 10.19. Dimensiones Chavetas	135

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1. Presión Sistema Hidráulico vs Potencia Tractor	16
Gráfico 10.1. Coeficiente de Labranza.....	118
Gráfico 10.2. Selección de Cadenas.....	120